

Aus dem  
Forschungsbereich Fortpflanzungsbiologie des Forschungsinstituts für die Biologie  
landwirtschaftlicher Nutztiere  
und der  
Klinik für Klauentiere  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

**Untersuchung von Beziehungen zwischen  
Indikatoren der Energiebilanz  
und dem Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion  
bei Hochleistungskühen post partum**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
**Sylvia Göllnitz geb. Schreiber**  
Tierärztin  
aus Gelsenkirchen

Berlin 2007

Journal-Nr.: 3165

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. L. Brunnberg  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. R. Staufenberg  
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. W. Kanitz  
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. W. Heuwieser

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

Dairy Cattle, Body Condition, Backfat, Ultrasonography, Oestrous Cycle,  
Leptin, Reproduction, Energy Balance, Herd Management

Tag der Promotion: 16.04.2008

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im  
Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN-10: 3-86664-401-9

ISBN-13: 978-3-86664-401-4

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2007**

D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches,  
oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des  
Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme  
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt  
auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der  
Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von  
jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written  
authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten  
all rights reserved

© mbv 2008

Nordendstr. 75 - 13156 Berlin - 030-45494866  
verlag@menschundbuch.de - [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

Für Knut



## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

---

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
BCS	Body Condition Score
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
HF	Holstein Friesian
kDa	Kilo Dalton
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
Mr	relative Molekülmasse
mRNA	messenger Ribonucleinsäure
N.	Nervus
NEL	Netto Energie Laktation
ng	Nanogramm
pg	Pikogramm
p.p.	post partum
RFD	Rückenfettdicke
RSA	Rinderserumalbumin
TREB	Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung
TS	Trockensubstanz
U/min	Umdrehungen pro Minute

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>I. Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>II. Literatur</b>	<b>10</b>
<b>1. Reproduktionszyklus von Milchkühen</b>	<b>10</b>
1.1 Brunsterkennung	10
1.2 Ovarieller Zyklus	12
1.3 Neuroendokrine Regulation	16
1.4 Progesteron	18
1.4.1 Struktur, Synthese, Sekretion	18
1.4.2 Konzentrationsverläufe und klinische Bedeutung	19
1.5 Leptin	22
1.5.1 Struktur, Synthese, Sekretion	22
1.5.2 Rezeptoren	22
1.5.3 Einfluss auf die Nahrungsaufnahme und den Stoffwechsel	23
1.5.4 Einfluss auf die Fortpflanzung	24
<b>2. Energiebilanz bei Milchkühen</b>	<b>25</b>
2.1 Energiebilanz und Fruchtbarkeitsleistungen	25
2.2 Methoden zur Einschätzung der Energiebilanz	27
2.2.1 Messung der Rückenfettdicke	28
2.2.2 Lebendmassewägung	29
2.2.3 Bestimmung des Body Condition Score (BCS)	30
2.2.4 Metabole Parameter	30
<b>3. Einfluss von spezifischen Faktoren auf das Reproduktionsgeschehen unter besonderer Berücksichtigung der Energiebilanz</b>	<b>33</b>
3.1 Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum	33
3.2 Einfluss von Energiebilanz und metabolischen Faktoren auf den Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum	34
3.3 Auswirkungen von Energiebilanz und metabolischen Faktoren auf die Eizellqualität	35

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>III. Material und Methoden</b>	<b>37</b>
1. Untersuchungszeitraum	37
2. Tiermaterial	37
3. Haltung, Milchentzug	37
4. Fütterung	38
5. Brunstfeststellung	39
6. Probenentnahme Milch	40
7. Probenentnahme Blut	40
8. Messung der Rückenfettdicke	41
9. Körpermassebestimmung	42
10. Body Condition Scoring	43
11. Progesteronbestimmung in der Milch	43
12. Bestimmung der Leptinkonzentration im Plasma	44
13. Statistische Auswertung	44
<b>IV. Ergebnisse</b>	<b>46</b>
1. Leistungsniveau der Herde	46
2. Morbität und Mortalität	46
3. Konditionsdynamik	47
3.1 BCS und Körpermasse	47
3.2 Rückenfettdicke	48
4. Brunstfeststellung	50
5. Fruchtbarkeit	51
6. Ergebnisse der Milchprogesteronbestimmung	51
7. Ergebnisse der Leptinbestimmung	58
8. Beziehungen zwischen Milchleistung, Milch Inhaltsstoffen und Fruchtbarkeit	60
9. Konditionsdynamik	63

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>V. Diskussion</b>	<b>64</b>
1. Leistungsniveau der Herde und Milchhaltsstoffe	64
2. Morbidität und Mortalität	66
3. Konditionsdynamik	67
3.1 BCS und Körpermasse	67
3.2 Rückenfettdicke	68
4. Brunstfeststellung	74
5. Fruchtbarkeit	76
6. Ergebnisse der Milchprogesteronbestimmung	77
7. Ergebnisse der Leptinbestimmung	80
<b>VI. Zusammenfassung</b>	<b>85</b>
<b>VII. Summary</b>	<b>87</b>
<b>VIII. Literaturverzeichnis</b>	<b>89</b>
<b>IX. Anhang</b>	<b>126</b>

## I. EINLEITUNG

---

Das Fundament erfolgreicher Milchproduktion ist die Rentabilität, die maßgeblich durch die Fruchtbarkeit beeinflusst wird. Der Wiederbeginn des Sexualzyklus nach der Abkalbung spielt dabei eine entscheidende Rolle.

In den letzten Jahrzehnten ist die Milchleistung von Hochleistungsmilchkühen der Rasse Deutsche Holstein erheblich angestiegen. Parallel dazu kam es zu einer Verringerung reproduktiver Leistungen. Da die Fruchtbarkeit von Jungrindern jedoch annähernd konstant geblieben ist, liegt der Schluss nahe, dass die Energiebilanz ein entscheidender Einflussfaktor für Fruchtbarkeitsleistungen ist.

Im internationalen Schrifttum sind mehrere Arbeiten zu finden, die den Einfluss der Energiebilanz beziehungsweise den von Indikatoren der Energiebilanz wie Rückenfettdicke und Body Condition Score auf Fruchtbarkeitsparameter beschrieben haben. Als Fruchtbarkeitsparameter dienten dabei hauptsächlich solche Fruchtbarkeitskennzahlen wie Rastzeit und Zwischentragezeit. Bei diesen Fruchtbarkeitskennzahlen handelt es sich jedoch nicht um rein biologische Parameter, da auch das Management der Herde Einfluss auf die Kennzahlen nimmt. Nur in wenigen Arbeiten wurden die Zusammenhänge zwischen der Energiebilanz beziehungsweise Indikatoren der Energiebilanz und biologischen Merkmalen der Fruchtbarkeit untersucht.

In diesen Arbeiten wurden häufig Jungrinder, welche Diäten mit unterschiedlichem Energieniveau erhielten, als Versuchstiere genutzt.

Da die Kenntnisse über Zusammenhänge zwischen Indikatoren der Energiebilanz und biologischen Merkmalen der Fruchtbarkeit unter den Bedingungen einer laktationsbedingten negativen Energiebilanz noch gering sind, bestand das Ziel der eigenen Arbeit darin, Beziehungen zwischen Indikatoren der Energiebilanz und dem Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion bei Hochleistungskühen post partum aufzuklären.

## II. LITERATUR

---

### 1. Reproduktionszyklus von Milchkühen

#### 1.1 Brunsterkennung

Die Brunsterkennung ist der zentrale Faktor im Fruchtbarkeitsmanagement von Milchkühen. Unzulänglichkeiten in der Brunstbeobachtung führen zwangsläufig zu Fruchtbarkeitsminderleistungen und wirken sich somit negativ auf das wirtschaftliche Gesamtergebnis aus (BECKER et al., 2005). Das Brunstverhalten ist abhängig von Haltungsform, Nutzungsgrad, Klima, Ernährungs- und Gesundheitszustand, Leistung, Rasse und der Nähe eines Bullen (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999). Vor allem scheint jedoch die Bodenbeschaffenheit des Stalles einen wesentlichen Einfluss auf die Intensität der Brunstsymptome zu haben (FONSECA et al., 1983, BRITT et al., 1986). Untersuchungen haben gezeigt, dass die Duldungsbereitschaft auf Sandböden (13,8 Stunden) deutlich länger ist als auf Zementböden (9,4 Stunden) (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Auch die Umgebungstemperatur beeinflusst das Brunstverhalten. Bei kalter Witterung findet das Bespringen vermehrt tagsüber statt, während bei heißem Wetter das Bespringen vor allem nachts zu beobachten ist (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Ein weiterer biologischer Einflussfaktor ist die Milchleistung der Kühe (BECKER et al., 2005). LOPEZ et al. (2004) fanden bei hohen Milchleistungen eine Verkürzung des Östrus. Während bei Kühen mit einer Milchleistung von durchschnittlich 40,4 kg/d an Tag 89 nach der Abkalbung eine durchschnittliche Östrusdauer von 6,9 h ermittelt wurde, konnte im vergleichbaren Zeitraum bei Kühen mit einer Milchleistung von 28 kg/d eine Östrusdauer von durchschnittlich 11,1 h beobachtet werden.

Die Brunsterkennung erfolgt anhand von äußerlich sichtbaren Zeichen, die das Sexualverhalten und die äußeren brunstbedingten Veränderungen am Tier beinhalten. Der Zeitraum, in dem die Tiere deutliche äußere Brunstsymptome zeigen, liegt bei Holstein-Friesian Kühen im Durchschnitt bei 7 Stunden (NEBEL et al., 1997, DRANSFIELD et al., 1998). Das gegenseitige Bespringen findet meist in den Ruhezeiten statt, und der eigentliche Aufsprung dauert in der Regel maximal 10 Sekunden, wobei die Häufigkeit am größten ist, wenn mehrere Tiere gleichzeitig in

## II. LITERATUR

---

Brunst sind (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Bei einer intensiven Brunstkontrolle kommt es vor allem auf die wiederholte (3 – 5mal pro Tag in 4 – 6 stündigem Abstand) und mindestens 20 Minuten währende korrekte Beobachtung der betreffenden Tiere durch das Pflegepersonal an (HEUWIESER, 1997). Der Zwang der Wiederholung ergibt sich unter anderem aus der Tatsache, dass die Intensität der Brunstäußerungen wellenförmig verläuft (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999). Nach ESSLEMONT (1973) wurden die besten Resultate dann erzielt, wenn die Herde um 8°, 14°, 21° und 24° für jeweils 30 Minuten beobachtet wurde. PENNINGTON et al. (1986) fand ab einer Gesamtbeobachtungszeit von 90 Minuten keine Verbesserung der Effektivität. In Einheiten, die mehrere Tiere umfassen, wird die Erfassung von Brunstanzeichen mit der Brunsterkennungsrate bzw. mit der Brunstnutzungsrate beschrieben. Bei der Brunsterkennungsrate handelt es sich um den Anteil der korrekt als brünstig erkannten Tiere, während die Brunstnutzungsrate den Anteil der korrekt als brünstig erkannten und besamten Kühe beschreibt (BECKER et al., 2005). Eine Brunsterkennungsrate von 80 – 90 % wird als sehr gut eingestuft. Als realistisches und erreichbares Ziel wird von ESSLEMONT (1992), FERGUSON und GALLIGAN (1993), HEUWIESER und MANSFELD (2004) und ZIEGER (2004) eine Brunsterkennungsrate von 60 – 80 % angegeben. Im Regelfall liegen jedoch die Brunsterkennungsraten in Ländern mit leistungsstarken Milchrindherden deutlich unter 60 % (ESSLEMONT, 1992, OLSON, 1993, DISKIN, 1996, DRILLICH, 1999, MEE et al., 2002, HEUWIESER und MANSFELD, 2004).

Als Hilfsmittel zur Brunsterkennung können verschiedene Methoden die Brunstbeobachtung ergänzen bzw. erleichtern. Möglichkeiten sind zum Beispiel der Einsatz von Suchbullen und verschiedene Brunstdetektoren wie beispielsweise die Pedometrie, bei der eine Registrierung der Bewegungsaktivität anhand von Schrittzählern erfolgt (WANGLER et al., 2005). Brünstige Tiere zeigen eine 2 – 4fach höhere Bewegungsaktivität als nichtbrünstige Tiere. Diese ist bei 75 % der Tiere besonders am Tag des Brunstbeginns und bei 25 % der Tiere einen Tag post oestrus nachweisbar (LEWIS und NEWMAN, 1984).

## II. LITERATUR

---

### 1.2 Ovarieller Zyklus

Beim Milchrind kommt es mit mehr oder weniger konstanter Periodizität das ganze Jahr über zu einem Wechsel zwischen Paarungsbereitschaft und Ablehnung des Sexualpartners. Die Tiere sind ganzjährig polyöstrisch. Die mit weitgehend übereinstimmender Symptomatik ablaufenden Sexualperioden werden als Sexualzyklen oder Brunstzyklen bezeichnet (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999). Die Dauer des Sexualzyklus beträgt im Durchschnitt 21 (18-24) Tage. Er wird beim Rind auf der Grundlage von neuroendokrinem Geschehen und der daraus resultierenden endogenen und exogenen Veränderungen in vier Phasen eingeteilt: Proöstrus, Östrus, Postöstrus und Diöstrus. Mit dem Einsetzen typischer Verhaltensänderungen im Proöstrus wird der Beginn eines neuen Zyklus sichtbar. Dennoch wird als eigentlicher Zyklusbeginn, der als Tag 0 bezeichnet wird, die Brunst gewertet. Der Proöstrus fällt demzufolge in die letzten Tage des vorangegangenen Zyklus.

Der äußerlich wahrnehmbare Östrus (Hoch- oder Hauptbrunst) dauert 9 bis 18 Stunden und ist gekennzeichnet durch die Paarungsbereitschaft des Rindes (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Als Brunstanzeichen ist hier der Duldungsreflex zu nennen, der sich darin äußert, dass die Kuh den Aufsprung anderer Tiere duldet. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Kuh in Hochbrunst ist, beträgt dann 90 - 95 %. Die Kuh, die das Bespringen ausführt, ist dagegen mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit (65-70 %) in Hochbrunst (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Neben der Duldungsbereitschaft können weitere Brunstanzeichen wie Rückgang der Futteraufnahme, Milchrückgang um ca. 10 %, Unruhe, Kontaktsuche und Brüllen beobachtet werden (HEUWIESER und MANSFELD, 2004). Die Vulva ist deutlich ödematisiert und die Vestibularschleimhaut als Folge der gesteigerten Durchblutung gerötet. Aus der Rima vulvae tritt häufig ein klarer fadenziehender Schleim aus. Bei der inneren Untersuchung erscheint die Zervix geöffnet und die Vaginalschleimhaut gerötet. Die Kontraktionsbereitschaft des Uterus ist groß, und das Wachstum des Graaf'schen Follikels am Ovar ist weitgehend abgeschlossen. Die Ovulation erfolgt zum Ende des Östrus hin innerhalb eines Zeitraumes von 28-36 Stunden nach Östrusbeginn oder, definitionsbedingt, etwa 7,3 (0-16) Stunden nach dem Abklingen der exogenen

## II. LITERATUR

---

Akzeptanz (HOLLER et al., 1982, MORENO et al., 1986, HUSSEIN, 2003). Auf den Östrus folgt der etwa 2-3 Tage andauernde Postöstrus (Nachbrunst oder Metöstrus). Er reicht im Allgemeinen vom Zeitpunkt, an dem die Begattungsbereitschaft nicht mehr besteht, bis zum Verschwinden der äußeren und inneren Brunstsymptome. Es kommt zu einer deutlichen Herabsetzung der Uteruskontraktilität sowie zur Verminderung von Hyperämie und Sekretion von Zervix und Vagina. Kurz vor dem Schluss des Zervikalkanals kann es zum Abgang von blutigem Schleim aus dem Uteruslumen kommen. Während des Postöstrus beginnt die Anbildung des Corpus luteum (HUSSEIN, 2003).

Als Diöstrus (Interöstrus) ist der etwa 16tägige Zeitraum zwischen Postöstrus und erneutem Proöstrus definiert. In seiner Dauer entspricht er in etwa der Corpus luteum-Phase am Ovar (etwa 3.-18./19. Zyklustag). Diese Phase ist in der Regel durch eine sexuelle Ruhe gekennzeichnet. Der Interöstrus endet mit der Gelbkörperregression, die durch vom Uterus gebildetes Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  eingeleitet wird (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999).

Der Proöstrus (Vorbrunst oder Präöstrus) beginnt mit dem Einsetzen typischer Verhaltensänderungen hinsichtlich einer beginnenden sexuellen Aktivität und hält etwa zwei bis drei Tage an (GRUNERT, 1979, BOSTEDT, 2003). Er endet, wenn das Rind erstmalig begattungsbereit ist. Erstes Anzeichen der Vorbrunst ist eine erhöhte Nervosität. Als kennzeichnendes Symptom für das Ende des Proöstrus gilt das vermehrte Aufspringen auf andere Tiere der Herde. Am äußeren Genitale sind eine leichte Vulvaschwellung, eine gesteigerte Durchblutung der Schleimhaut und eine Ansammlung von zähflüssigem Schleim in der Vagina feststellbar. Die Konsistenz dieses Sekretes ändert sich mit fortschreitendem Proöstrus bis hin zum klaren, fadenziehenden Brunstschleim. Bei der inneren Untersuchung findet man im Stadium des Proöstrus eine Erschlaffung der Zervix und eine beginnende, sich bis zur Brunst hin steigernde Uteruskontraktilität. Auf einem Ovar reift ein dominanter Follikel zum Östrusfollikel heran und ist als pralle „Eibläse“ transrektal palpierbar (BOSTEDT, 1983).

Die Gesamtheit der zyklusabhängigen Vorgänge am Ovar wird als ovarieller Zyklus bezeichnet. Das Ovar stellt einerseits befruchtungsfähige Eizellen bereit und produziert

## II. LITERATUR

---

andererseits als endokrin aktives Organ Hormone, die für die Aufrechterhaltung des Zyklus unerlässlich sind.

Tertiärfollikel sind während aller Zyklusphasen vorhanden. Von diesen Tertiärfollikeln wachsen in 2 – 3 Wellen je 3 – 6 Follikel mit einem Durchmesser von mehr als 3 – 4 mm heran (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999). Aber auch das Wachstum der kleinen Follikel (1-3 mm Durchmesser) erfolgt entsprechend dieser Wellen (KANITZ et al., 1996).

Solange die Progesteronkonzentrationen im Interöstrus hoch sind, kommt es zu Follikelwachstum und Östrogensynthese, nicht jedoch zur Ovulation. Die Interöstrusfollikel atresieren und werden durch neue ersetzt (GINTHER et al., 1989, KO et al., 1991, Kanitz et al., 2003). Die Anzahl der Follikelwellen innerhalb eines Zyklus' kann individuell von zwei bis drei Wellen variieren. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Zyklustypen ist in den verschiedenen Studien sehr unterschiedlich. Während nach Untersuchungen von GINTHER et al. (1989) und WOERNER (1997) Zyklen mit zwei Follikelwellen am häufigsten vorkommen (82 % bzw. 73 %), wurden in anderen Untersuchungen vorwiegend Zyklen mit drei Wellen beobachtet (SAVIO et al., 1988). In einzelnen Fällen wird auch von einwelligen Zyklen (SAVIO et al., 1988) sowie von vierwelligen Zyklen (SIROIS und FORTUNE, 1988) gesprochen. GINTHER et al. (1989) konnten in ihren Untersuchungen den Beginn der ersten Follikelwelle bereits am Tag der Ovulation erkennen. Der zeitliche Abstand zwischen dem Beginn des Wachstums der aufeinanderfolgenden dominierenden Follikel beträgt bei zwei- und dreiphasischer Entwicklung ungefähr 7-10 Tage. Zyklen mit drei Follikelwellen sind im Durchschnitt um zwei bis drei Tage länger als zweiwellige Zyklen (GINTHER et al., 1989). Dies ist auf eine längere Lutealphase zurückzuführen, da die Regression des Corpus luteum bei dreiwelligen Zyklen erst am Tag 19 post ovulationem und nicht schon am Tag 16 wie bei zweiwelligen Zyklen erfolgt. Auch WOERNER (1997) registrierte Unterschiede bezüglich der Zykluslänge, wobei SAVIO et al. (1988) und SIROIS und FORTUNE (1988) keinen Unterschied in der Länge des Zyklus zwischen Zyklen mit zwei und drei Follikelwellen beobachteten. Follikuläre Wellen setzen bei Tieren mit drei Wellen um den Tag 0, 9 und 16 des Brunstzyklus ein, bei Tieren mit

## II. LITERATUR

zwei Follikelwellen um den Tag 0 und 11 (SIROIS und FORTUNE, 1988, STOCK und STOLLA, 1995).

Im Regelfall wird jeweils ein Follikel pro Welle dominant, die anderen Follikel mit einem Durchmesser von mehr als 4 mm atresieren. Nur der dominante Follikel der letzten Welle ovuliert, d.h. nur 1 % der während des Zyklus größer werdenden Follikel wird zum Graafschen Follikel.

Dominante Tertiärfollikel, die während der Gelbkörperphase vorhanden sind, produzieren wie auch der Graafsche Follikel Östradiol (ROCHE et al., 1996), ein Hormon, welches für die typischen Veränderungen an den Geschlechtsorganen und des Verhaltens während der Brunst verantwortlich ist. So kann es auch bei vorhandenem Corpus luteum im Diöstrus aufgrund der Follikelreifungswellen zu brunstähnlichen Erscheinungen kommen, was in einigen Fällen zu einer Fehlinterpretation des Zyklusgeschehens führt (Abb. 1).

Bei einem zweiwelligen Zyklus können brunstähnliche Erscheinungen um den Tag 10 und 11 auftreten (DEHNING, R., 1987). Liegt eine dreiwellige Follikelanbildung vor, kann der dominante Follikel der ersten Welle am Tag 7 – 10 schwache Brunstsymptome hervorrufen, was einen scheinbar verkürzten Zyklus bedingt (ROCHE et al., 1996).

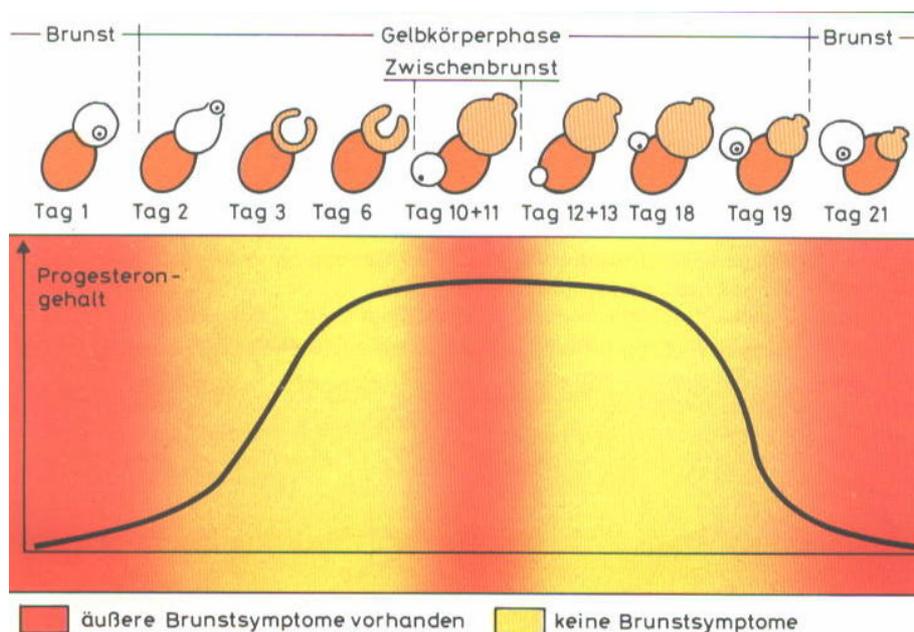


Abb. 1: Zweiwelliger Zyklus eines geschlechtsreifen Rindes (DEHNING, 1987)

## II. LITERATUR

---

### 1.3 Neuroendokrine Regulation

Die Steuerung der Sexualfunktion erfolgt über das Zentralnervensystem, wo nervale Reize in hormonelle Stimuli umgesetzt werden (DÖCKE, 1994, CAPRIO et al., 2001, SMITH et al., 2002). An der hormonellen Regulation des Sexualzyklus sind der Hypothalamus, die Hypophyse und Strukturen des Genitaltraktes beteiligt (KARSCH, 1995, DRIANCOURT, 2001).

Im Hypothalamus wird von bestimmten Neuronen das Hormon Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) synthetisiert. Dieses Neurohormon wird in der Eminentia mediana gespeichert und über entsprechende Reize freigesetzt (DOMANSKI, 1991, DÖCKE, 1994). Es gelangt über ein Pfortadersystem zur Hypophyse, wo es die Synthese und Freisetzung der Gonadotropine LH (Luteinisierendes Hormon) und FSH (Follikelstimulierendes Hormon) veranlasst (KARG et al., 1979, DÖCKE, 1994, RATHBONE et al., 2001). Die Gonadotropine werden diskontinuierlich pulsatil in die Blutbahn abgegeben, wobei sich Frequenz und Amplitude mit dem Zyklusstand ändern (SCHALLENBERGER, 1990). FSH spielt eine bedeutende Rolle für die Follikelwellenentwicklung. Zu Beginn einer Follikelwelle stimuliert FSH mehrere Follikel in ihrem Wachstum (ADAMS et al., 1993, ROCHE, 1996, COOKE et al., 1997). Wenn die FSH-Konzentration abfällt, hängt das Schicksal des dominanten Follikels von der LH-Konzentration ab (GINTHER et al., 1996, ROCHE, 1996, MIHM et al., 1997). Sechs bis sieben Stunden nach Beginn der Brunst kommt es zu einem Anstieg der LH- und FSH-Konzentrationen (präovulatorischer Gonadotropinpeak). Dieser Gonadotropingipfel hält im Durchschnitt sechs bis sieben Stunden an (RATHBONE et al., 2001, HUSSEIN, 2003). Im Zeitraum von 24 - 30 Stunden nach dem LH-Peak kommt es zur Ovulation des Graaf'schen Follikels mit darauf folgender Luteinisierung der Theca granulosa. In unmittelbarem Zusammenhang damit wird die Anbildung des Corpus luteum eingeleitet (BOSTEDT und OKYERE, 1988). Da die Brunstdauer etwa 18 Stunden beträgt, bedeutet dies, dass die Ovulation 10 - 14 Stunden nach Beendigung der Paarungsbereitschaft erfolgt (BOSTEDT et al., 1979, KARG et al., 1979). Die besten Konzeptionsaussichten bestehen dann, wenn die Insemination

## II. LITERATUR

---

zwischen 10 und 18 Stunden nach Brunstbeginn stattfindet (BOSTEDT und FLEISCHMANN, 1981, WALKER et al., 1996).

Während der Ovulation zerreißt die Basallamina des Follikels, welche vorwiegend aus Kollagen, Laminin und Fibronektin besteht, am ausgebildeten Stigma. Der Follikelinhalt ergießt sich in den Eileitertrichter und der Follikel kollabiert (BECKER, 1995). Das Restantrum füllt sich teilweise mit Blut und die Granulosazellen beginnen zu hypertrophieren. Über Migration (BASSET, 1979) und Mitose (GAEDE, 1985) wird die Einsprossung endothelialer Zellen ermöglicht. Die Proliferation der Endothelialzellen stattet den Gelbkörper mit einem leistungsfähigen Netzwerk kapillärer Gefäße aus, die eine optimale Blutversorgung gewährleisten. In aufbereiteten Zellpräparationen von bovinen Gelbkörpern werden im Wesentlichen zwei Zelltypen unterschieden (ALILA und HANSEL, 1984, HANSEL et al., 1987, ALILA et al., 1988, HANSEL et al., 1991). Es erfolgt eine Einteilung in steroidaktive und nicht steroidaktive Zellen, wobei ca. 75 % der Zellen nicht steroid aktiv sind. Zu ihnen gehören vor allem Gefäß- und Bindegewebszellen (HANSEL et al., 1987, BAGAVANDOSS und WILKS, 1991). Steroid aktiv sind die Luteinzellen, die vor allem Progesteron synthetisieren. Progesteron verhindert am Endometrium die Ausbildung von Östrogenrezeptoren und induziert eine vermehrte Sekretion der Uterusschleimhaut, wobei das Sekret im Falle einer Konzeption dem Keim vor der Implantation als Nährstoff dient und als Embryotrophe bezeichnet wird. Außerdem hemmt Progesteron die GnRH-Freisetzung aus dem Hypothalamus und wirkt auch hemmend auf den Hypophysenvorderlappen (negative Rückkopplung). Im Hypophysenvorderlappen wird vor allem die LH-Sekretion inhibiert. FSH wird über die Zyklusperiode hinweg wellenförmig freigesetzt. Als Folge dieser Gonadotropineinwirkung nehmen präovulatorische Follikel an Größe zu (RATHBONE et al., 2001). Hat nach der Ovulation keine Befruchtung der Eizelle stattgefunden, so kommt es zwischen dem 17. und 19. Zyklustag zu einer pulsatilen uterinen Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  - Freisetzung, wodurch eine Luteolyse induziert wird, die den Progesteronspiegel im Blut absinken läßt. Durch Aufhebung der negativ rückkoppelnden Wirkung von Progesteron kommt es zu einer vermehrten Freisetzung

## II. LITERATUR

---

von LH und FSH und in Verbindung damit zur Selektion des der Ovulation zuzuführenden Tertiärfollikels (GRUNERT und BERCHTOLD, 1999).

### 1.4 Progesteron

#### 1.4.1 Struktur, Synthese, Sekretion

Progesteron ist das wichtigste natürliche Gestagen und gehört in die Gruppe der Steroidhormone. Beim Rind wird es überwiegend im Corpus luteum gebildet und von dort in die Blutbahn abgegeben (HOEDEMAKER und HELD, 1985, RUIZ et al., 1989). Im Blut ist es an Transcortin und Albumin gebunden. Ausgangssubstanz für die Progesteronbildung ist das Cholesterin, aus dem über das Pregnenolon als Vorstufe aller Steroidhormone das Progesteron synthetisiert wird (LÖFFLER, 1999). Progesteron ist ein Zwischenprodukt einer Reihe von anderen Steroidhormonen wie zum Beispiel der Androgene und Östrogene. In Abbildung 2 ist die Strukturformel von Progesteron dargestellt. Die Bindung von Gestagenen erfolgt an spezifischen Rezeptoren, die zur Großfamilie der Steroidhormonrezeptoren gehören (LÖFFLER, 1999).

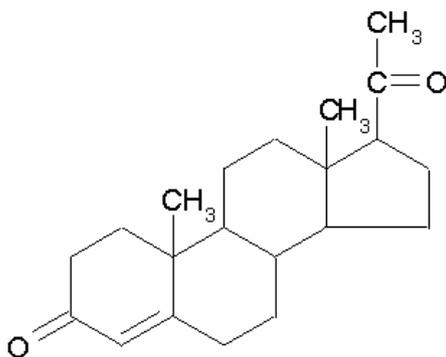


Abb. 2: Strukturformel von Progesteron

## II. LITERATUR

---

### 1.4.2 Konzentrationsverläufe und klinische Bedeutung

Synchron zu den Phasen des ovariellen Zyklus ändert sich die Progesteronkonzentration im Blut und in der Milch (CLAUS et al., 1985, HOEDEMAKER und HELD, 1985, NOHNER und HAHN, 1989, SCHOPPER et al., 1993, ARNSTADT und FUSCHINI, 1994). Die im peripheren Blut und in der Milch gemessenen Progesteronkonzentrationen stehen dabei in unmittelbarem Zusammenhang mit der Gelbkörperfunktion (HOFFMANN und HAMBURGER, 1973, RUIZ et al., 1989). Progesteron besitzt als Steroidhormon fettlösliche Eigenschaften, aufgrund derer eine Bindung an Lipoproteine des Blutes und eine Aufnahme und Speicherung in Fettzellen möglich ist (BURKE et al., 1998).

In Abhängigkeit vom Zyklusstand kommt es zu einer Änderung der Progesteronkonzentration im subkutanen Fettgewebe. Bei einem Abbau von Fettgewebe wird die periphere Progesteronkonzentration durch Progesteron aus dem Fettgewebe beeinflusst (HAMUDI KWANDA et al., 1996). Tiere mit starken Fettreserven zeigen eine erhöhte Serumkonzentration an Cholesterol, welches das Substrat für die Progesteronsynthese im Corpus luteum ist (RYAN et al., 1994). Die Summe der genannten Effekte bestimmt die Verfügbarkeit freien Progesterons im Blut. Progesteron senkt in der Lutealphase durch Wirkung am Hypothalamus die Frequenz der GnRH-Ausschüttung und ist nach der Konzeption das wichtigste Hormon zur Aufrechterhaltung der Trächtigkeit. Es bereitet das Endometrium für die Nidation vor und hemmt Kontraktionen der Uteruswand.

Bei Kühen mit einer erheblichen negativen Energiebilanz (kleiner -13 MJ) wurde eine reduzierte Funktion des zweiten und dritten postpartalen Corpus luteum beobachtet (VILLA-GODOY et al., 1988). Die damit einhergehende Reduktion der totalen und maximalen Progesteronausschüttung erklärt sich durch eine gehemmte luteale Entwicklung und/oder eine verminderte sekretorische Aktivität der Lutealzellen bei Energiemangel. Das Fehlen einer Beeinflussbarkeit des ersten Corpus luteum ist in dessen eingeschränkter Funktion, dem verzögerten Einfluss der negativen Energiebilanz und dem Vorhandensein anderer modulierender Effekte während der ersten Lutealphase begründet (VILLA-GODOY et al., 1988, STAPELS et al., 1990).

## II. LITERATUR

---

Progesteron kann im Plasma und in der Milch nachgewiesen werden. Für die Untersuchung der Progesteronkonzentration in der Milch eignen sich sowohl Proben aus dem Sammelgemelk, der Magermilch als auch dem Endgemelk (Nachgemelk). Die Konzentrationen des Hormons sind jedoch auf Grund seiner Fettlöslichkeit sehr unterschiedlich (Abb. 3). Der Progesterongehalt der Milch ist direkt proportional zu deren Fettgehalt und deshalb im Endgemelk am höchsten (HOFFMANN und HAMBURGER, 1973).

Zum Zeitpunkt der Brunst ist die periphere Progesteronkonzentration niedrig. Der Verlauf der Konzentration während eines Zyklus ist in Abbildung 3 dargestellt. Nach BULMAN und LAMMING (1979), ARNSTADT und FISCHER-ARNSTADT (1985) beträgt die Progesteronkonzentration im Endgemelk von brünstigen Tieren zum Zeitpunkt der Besamung weniger als 3 µg/ml. VAN DE WIEL (1979) bezeichnet einen Progesterongehalt von 5 ng/ml im Nachgemelk als Schwellenwert für eine beginnende Lutealfunktion. Die Brunstphase wird hier als Intervall zwischen einem Progesteronabfall unter 5 ng/ml und dem darauffolgenden Anstieg über 5 ng/ml angegeben. Nach FOOTE und RIEK (1999) spricht eine Progesteronkonzentration von < 4 ng/ml in der Milch für eine Brunst, während WITTKE (2002) erst eine Konzentration von über 10 ng Progesteron/ml Nachgemelk als Nachweis für ein aktives Corpus luteum ausreichen lässt.

## II. LITERATUR

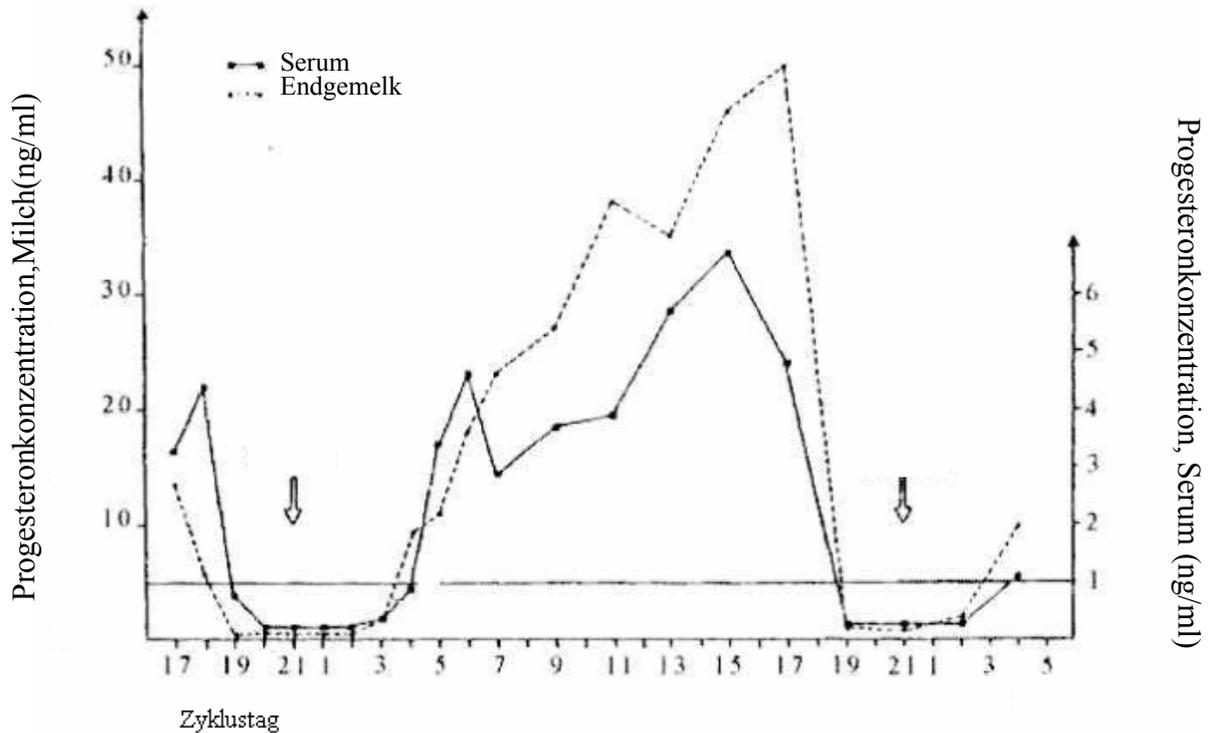


Abb. 3: Progesteronprofil in der Milch und im Serum einer zyklischen nicht-tragenden Kuh über den Zeitraum eines Reproduktionszyklus (HOEDEMAKER und HELD, 1985)

Etwa 3 Tage nach der Brunst steigt die Progesteronkonzentration im Nachgemelk deutlich an, erreicht ab Tag 7 nach der Brunst hohe Werte und fällt 3 Tage vor der nächsten Brunst wieder ab (CLAUS et al., 1985, HOEDEMAKER und HELD, 1985, SCHOPPER et al., 1993, ARNSTADT und FUSCHINI, 1994). Erfolgt in der vorangegangenen Brunst eine Konzeption, bleibt die periphere Progesteronkonzentration hoch (HANSEL und DOWD, 1986, ARNSTADT und FUSCHINI, 1994). Diagnostisch kann durch niedrige Progesteronwerte frühzeitig eine Konzeption ausgeschlossen werden (HOFFMANN, 1999).

Die Bestimmung des Milchprogesterons kann auch der Absicherung des korrekten Besamungszeitpunktes dienen, da Kühe teilweise aufgrund von brunstähnlichen Symptomen im Interöstrus besamt werden (NEBEL et al., 1987). Auch Ovaraberrationen können nachgewiesen werden (SCHEDEL, 2002, ZERUHN, 2002).

## II. LITERATUR

---

### 1.5 Leptin

#### 1.5.1 Struktur, Synthese, Sekretion

Leptin ist das Protein des Obesitas-Gens (ob-Gen), das proportional zum prozentualen Anteil der Fettmasse an der Körpermasse ausschließlich im weißen Fettgewebe synthetisiert und in die Blutbahn abgegeben wird. Es spielt eine Rolle in der Regulation des Körpergewichtes und der Nahrungsaufnahme (STEPHENS et al., 1995, MESSINIS und MILIGOS, 1999). Die Bezeichnung Leptin entstand aufgrund seiner hemmenden Wirkung auf die Nahrungsaufnahme und leitet sich aus dem Griechischen ab (leptos = schlank). Es handelt sich um ein nicht glykosiliertes Polypeptid ( $M_r = 16$  kDa), das aus 146 Aminosäuren besteht (GONZALEZ et al., 2000). Im Blut findet die Zirkulation an Bindungsproteine gebunden statt (CAMPFIELD et al., 1996). Insulin und Glukokortikoide stimulieren die Expression des Obesitas-Gens. Alter der Tiere und Umfang der Ausbildung von Fettgewebe beeinflussen direkt den Umfang der Bildung und Abgabe des Leptins aus den Adipozyten. Bei Mastrindern liegt die Leptinkonzentration im Blutplasma im Bereich von 2,8 – 15,3  $\mu\text{g/l}$ .

#### 1.5.2 Rezeptoren

Leptinrezeptoren sind in den meisten Zelltypen des Körpers vorhanden und werden in 2 Formen unterteilt, die sich in der Länge des intrazellulär gelegenen Anteils unterscheiden: LR 1 (Leptinrezeptor 1) – lange Form und LR 2 (Leptinrezeptor 2) – kurze Form. Lokalisationen des LR 1 sind vor allem der Hypothalamus (im ventromedialen Bereich und im N. arcuatus) und der Hypophysen-Vorderlappen. In geringeren Mengen kommt diese Form in der Lunge, der Niere, der Leber, den B-Zellen des Pankreas und im Fettgewebe vor (LOLLMANN et al., 1997).

In den ventromedialen Nervenzellen und in denen des N. arcuatus des Hypothalamus befinden sich die Zentren für die Regulation der Nahrungsaufnahme und der Fortpflanzung. Eine Beschränkung der Nahrungsaufnahme für 3 Wochen führt bei Schafen in diesen Bereichen zu einer Erhöhung der mRNA für die Ausbildung von LR1

## II. LITERATUR

---

(DYER et al., 1997). Der LR 2 ist in zahlreichen Geweben ausgebildet. Die Ausbildung der LR wird durch die Ernährungslage und die Leptinkonzentration im Blutplasma beeinflusst. Bei einer erhöhten Leptinkonzentration im Blutplasma nimmt die Ausbildung von LR 1 in den Geweben ab, bei Einschränkung der Nahrungsaufnahme steigt sie an (BASKIN et al., 1998). Die Abgabe von Leptin aus den Adipozyten wird durch eine erhöhte Besetzung der LR 1 gehemmt (KOLB et al. 2000).

### 1.5.3 Einfluss auf die Nahrungsaufnahme und den Stoffwechsel

Leptin hat durch Rezeptoren an den meisten Zelltypen einen großen und vielseitigen Einfluss auf den Stoffwechsel.

Nahrungsaufnahme und erhöhte Sekretion von Insulin fördern die Bildung von Leptin. Im Abstand von 3-4 Stunden nach der Fütterung steigt die Leptinkonzentration im Plasma vorübergehend an (SALADIN et al., 1995). Bei Nahrungsentzug sinkt die Konzentration von Insulin und Leptin im Blut. Nach der Fütterung steigt zuerst der Gehalt an Insulin und dann der von Leptin im Blut (PATEL et al., 1998). Leptin wirkt als zentraler Hemmstoff der Nahrungsaufnahme. Bei Versuchstieren mit Defekten im ob-Gen oder im Gen für die LR konnte man eine vermehrte Nahrungsaufnahme, ausgeprägte Fettsucht, verminderte Körpertemperatur, erhöhte Kälteempfindlichkeit und Fortpflanzungsstörungen feststellen (LEIBEL et al., 1997). Die Verabreichung von Leptin in unterschiedlichen Konzentrationen in die Gehirnv ventrikel über einen gewissen Zeitraum führte bei Jungsauen (BARB et al., 1998), Schafen (HENRY et al., 1999) und Ratten (SAHU, 1998) zu einer Abnahme des Futtermittelsverzehrs.

Die Wirksamkeit von Insulin in der Muskulatur, im Fettgewebe und in der Leber wird durch die Besetzung des LR 1 herabgesetzt. Dadurch wird die Lipolyse gefördert und die Lipogenese gehemmt (MULLER et al., 1997).

An den  $\beta$ -Zellen des Pankreas hemmt Leptin über LR 1 die Insulinsekretion. Auf diese Weise wird durch Leptin ein hemmender Einfluss auf die Fettbildung ausgeübt (EMILSSON et al., 1997).

In den Adipozyten wird die durch Insulin stimulierte Aufnahme von Glucose und die Bildung von Fett und Proteinen herabgesetzt (MULLER et al., 1997). Unter

## II. LITERATUR

---

Stressbedingungen kommt es durch die Erhöhung des Kortisolspiegels zu einer Erhöhung des Leptinspiegels im Blut und zu einer Verminderung der Nahrungsaufnahme verbunden mit Körpergewichtsreduktion (DE VOS et al., 1995). Leptin hemmt an der Nebennierenrinde die Sekretion von Glukokortikosteroiden (BORNSTEIN et al., 1997).

### 1.5.4 Einfluss auf die Fortpflanzung

Mangelhafte Versorgung mit Futterenergie nach Ausbildung der Geschlechtsreife führt zu Sterilität (MC CANN et al., 1998). Bei einem Defekt im ob-Gen bestand bei sogenannten ob/ob-Mäusen Fettsucht, erhöhte Kälteempfindlichkeit und Unfruchtbarkeit. Die Injektion von Leptin verursachte bei weiblichen Mäusen eine Erhöhung der LH-Konzentration im Plasma sowie eine Erhöhung des Gewichts von Ovarien und Uterus (BARASH et al., 1997).

Leptinrezeptoren befinden sich im Hypothalamus, in der Hypophyse, den Keimdrüsen und dem Endometrium (ALFER et al., 2000). Ein Zusatz von Leptin stimulierte in Präparaten aus dem Bereich des medialen Hypothalamus mit dem N. arcuatus im Verlauf von 30 – 60 min die Abgabe von LH-Releasing Hormon (YU et al., 1997). Leptin hemmt außerdem die Sekretion von Neuropeptid Y, das die Sekretion von LHRH und von LH vermindert. Vom Rind gewonnene Hypophysenzellen gaben bei Durchströmung in Mikrokammern mit Leptinlösung (500ng/min, Durchströmungsgröße 60 µl/min) nach 4-8 Stunden die 1-3fache Menge an FSH und LH ab (KOLB et al., 2000). Bovine Granulosazellen zeigten in der Kultur bei Zusatz von Leptin (0,025 – 2,5 ng) eine um das 2-3fach erhöhte Östrogensekretion (CAMPBELL et al., 1998).

Nach LIEFERS et al. (2003) wird beim Rind zum Zeitpunkt der Geburt ein Tiefpunkt der Leptinkonzentration erreicht, die dann abhängig von der negativen Energiebilanz und den vorhandenen Fettreserven wieder ansteigt und etwa bis zum 70. Tag post partum konstant bleibt. Die Konzentration von Leptin im Blutplasma beträgt vom 5. bis zum 21. Tag post partum etwa 4 µg/l. Je geringer die Abnahme in der Körpermasse war, umso höher war die Leptinkonzentration. Bei nichtovulierenden Rindern lagen die Leptinwerte niedriger. Während Veränderungen in der postpartalen Leptinkonzentration

## II. LITERATUR

---

nicht direkt mit dem Wiederbeginn der Ovaraktivität zusammenhängen, wurden positive Korrelationen bezüglich der Ausprägung der Brunst festgestellt (LIEFERS et al., 2003). Eine Reduktion der Leptinkonzentration hat bei Kühen im Gegensatz zu Färsen keinen Effekt auf die LH-Pulsfrequenz. Bei Färsen wurde eine geringere LH-Pulsfrequenz festgestellt (WILLIAMS et al., 2002).

### 2. Energiebilanz bei Milchkühen

#### 2.1 Energiebilanz und Fruchtbarkeitsleistungen

In den letzten Jahrzehnten wurde die Jahresleistung in Milchviehherden durch züchterische Maßnahmen und ein verbessertes Management erheblich gesteigert. Ein Beispiel hierfür geben die Vereinigten Informationssysteme Tierhaltung w.V. (VIT 2005), die die Entwicklung der Milchleistung anhand der Milchleistungsprüfung von 1973 bis 2005 im Jahresbericht von 2005 darstellen. Während die durchschnittliche Milchleistung 1973 noch unter 5000 kg pro Jahr und Kuh lag, wurde 2005 eine durchschnittliche Milchleistung von über 7600 kg pro Jahr und Kuh erreicht.

Hohe Milchleistungen gehen mit einem verstärkten Energiedefizit in der Frühlaktation einher. Das wirkt sich negativ auf die Fruchtbarkeit aus. LUCY et al. (1991) und WOLFENSON et al. (1995) zeigen den negativen Einfluss eines Energiedefizits in der Frühlaktation auf die Fruchtbarkeit, wobei vor allem durch die Verlängerung der Günstzeit nachteilige wirtschaftliche Folgen für den Betrieb beschrieben werden. Der Zeitpunkt des Wiedereinsatzes der Ovaraktivität und die Dauer der Interöstrusintervalle beeinflussen in besonderem Maße die Länge der Günstzeit.

Der verbindende und limitierende Faktor zwischen der Milchproduktion und der Fruchtbarkeit ist der Energiebedarf (STAUFENBIEL, 1992). Der Energiebedarf steigt mit Beginn der Laktation stark an, so dass für Hochleistungsmilchkühe in den ersten Wochen post partum unausweichlich ein Widerspruch zwischen begrenztem Trockensubstanzaufnahmevermögen und sprunghaft steigendem Energiebedarf für die Leistung entsteht (BUTLER und SMITH, 1989, DOMECCQ et al., 1997). Hinzu kommt, dass der Zeitpunkt der maximalen Milchleistung nicht mit dem Zeitpunkt des

## II. LITERATUR

---

maximalen Futteraufnahmevermögens zusammenfällt. Während die Milchleistung zwischen der 3. und 7. Woche post partum ihr Maximum erreicht, erfolgt die maximale Trockensubstanzaufnahme zwischen der 5. und 11. Woche post partum (STAUFENBIEL et al., 1989).

Die Folge ist eine Phase der negativen Energiebilanz der Milchkuh, wobei unter Energiebilanz die auf der Nettoenergie basierende Aufrechnung der Energieaufnahme gegen den Energiebedarf für Erhaltung und Leistung verstanden wird (STAUFENBIEL et al., 1989, LUCY et al., 1991).

In der Frühlaktation wird durch die Mobilisation körpereigener Energiereserven das Ungleichgewicht zwischen der Energieaufnahme über das Futter und der Energieabgabe über die Milch ausgeglichen (BUTLER und SMITH, 1989, GEARHART et al., 1990). Die Dauer der negativen Energiebilanz mit Mobilisation von Körperreserven ist abhängig von der Milchleistung und kann nach STAPLES et al. (1990), DOMEQ et al. (1997) und WATHES et al. (2003) einen Zeitraum von 6 bis 20 Wochen umfassen. In der Phase der negativen Energiebilanz werden der Kuh zusätzliche Leistungen abverlangt. Um eine neue Konzeption zu gewährleisten, muss eine Involution des Uterus erfolgen und die Ovaraktivität wieder einsetzen (STAUFENBIEL et al., 1991). Allen Leistungen gemeinsam ist der Bedarf an Energie. Der Energie- und Fettstoffwechsel ist deshalb ein geeignetes Maß, um die Umsetzbarkeit der an die Kuh gestellten Forderungen zu beurteilen (STAUFENBIEL et al., 1991).

Der energetische Mangelzustand wird durch den Einfluss eines Fließgleichgewichtes (Homöorrhese) kompensiert (BAUMAN und CURRIE, 1980). Einbezogen in diese Homöorrhese sind nach LUCY et al. (1991) das Fettgewebe (verstärkte Lipolyse), die Leber (verstärkte Glukoneogenese und Glykogenolyse), die Muskulatur (Mobilisation von Proteinreserven), die Knochen (Mobilisation von Mineralien) und der Gastrointestinaltrakt (erhöhte Kapazität und Aktivität).

Das Fettgewebe bildet mit einer Mobilisation von 50 bis 60 kg Fett in der Frühlaktation (SMITH und MCNAMARA, 1990) das wichtigste Energiespeichersystem (PEDRON et al., 1993). Es bietet ein geeignetes Maß für die Beurteilung des Energiehaushalts der Milchkuh, da das mobilisierte Körperfett näherungsweise dem fehlenden Energiebetrag

## II. LITERATUR

---

für Milchproduktion und Erhaltung der Körperfunktionen entspricht (WALTNER et al., 1993).

Die Mobilisation von Körperfett ist aus energetischer Sicht hocheffektiv. Aus dem Abbau von 50 kg Körperfett wird ein Nettoenergiebetrag für die Bildung von 550 kg Milch freigesetzt. Bei der Mobilisation von 10 kg Körperprotein kommt es hingegen nur zur Freisetzung eines Nettoenergiebetrages für eine Milchsyntheseleistung von 65 kg (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004).

Im Verlauf der Laktationen besteht also ein sich wiederholender Wechsel von Mobilisation und Deposition von Energiereserven, was als Lebendmasse-Energiezyklus der Milchkuh bezeichnet wird (STAUFENBIEL, 1993). Dieser Zyklus ist die energetische Grundlage hoher Milchleistungen. Hierin liegen jedoch wesentliche Pathogenesefaktoren für die Entwicklung von Fruchtbarkeitsstörungen.

### **2.2 Methoden zur Einschätzung der Energiebilanz**

Der Begriff Körperkondition kann als Ernährungszustand definiert werden, der im Wesentlichen durch die Ausbildung von Körperfettgewebe geprägt wird (STAUFENBIEL, 1997).

Die Konditionsbeurteilung beruht auf einer subjektiven Bewertung des durch die Energiebilanz geprägten äußeren Erscheinungsbildes.

Eine exakte Bestimmung der Energiebilanz ist nur mit Hilfe der Kalorimetrie in Stoffwechsellammern möglich (VAN ES und BOEKHOLT, 1987). Sie ist in einem Feldversuch aus Kostengründen und mangels technischer Hilfsmittel nicht durchführbar.

Grundsätzlich stehen für Feldversuche vier geeignete Methoden zur Einschätzung der Energiebilanz zur Verfügung:

1. Messung der Rückenfettdicke (RFD)
2. Lebendmassewägung
3. Body Condition Scoring (BCS)
4. Metabole Parameter

## II. LITERATUR

---

### 2.2.1 Messung der Rückenfettdicke (RFD)

Bei der Messung der Rückenfettdicke wird die Stärke der subkutanen Fettauflage bestimmt, die von der Haut und der direkt dem M. glutaeus medius beziehungsweise dem M. longissimus dorsi aufliegenden Fascia trunci profunda begrenzt wird (STAUFENBIEL, 1997). Der Körperfettgehalt eines Rindes wird mit hoher Genauigkeit durch die Dicke des Unterhautfettgewebes im Rückenbereich widerspiegelt (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Ein Millimeter Rückenfettdicke bei Milchkühen entspricht dabei 5 kg Körperfett. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass weder der Füllungszustand des Verdauungstraktes noch der Rahmen den Wert beeinflussen (STAUFENBIEL, 1992). Daraus resultiert ein hohes Maß an Objektivität. Außerdem ist so die quantitative Differenzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Messwerte zwischen verschiedenen Untersuchern, Betrieben und Rassen gewährleistet. Ein Nachteil dieser Methode ist der vergleichsweise höhere technische Aufwand.

Es stehen 3 Verfahren der Messtechnik zur Verfügung. Dies sind die elektrische Nadelsondenmethode, die mechanische Nadelsondenmethode und die Ultraschallmethode.

Die Nadelsondenmethode verbindet den Vorteil eines geringen technischen Aufwandes mit einer hohen Messgenauigkeit. Damit korrespondiert der Nachteil, dass das Durchstechen der Haut notwendig ist (STAUFENBIEL, 1992). Die Ultraschallmethode ist schnell erlernbar, nicht invasiv und mit geringem Zeitaufwand für das Einzeltier verbunden. Es werden B-Mode-Geräte mit Linearscanner (5,0 bis 7,5 MHz) verwendet, wobei die Ankopplung an die Hautoberfläche unter Verwendung von verdünntem Alkohol erfolgt (CIMBAL, 1990). Als Messpunkt hat sich der sakrale Messpunkt bewährt. Er befindet sich auf der Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Teil des Tuber ischiadicum und dem oberen Bereich des Tuber coxae, und zwar zwischen dem caudalen Viertel und dem caudalen Fünftel der Gesamtstrecke (STAUFENBIEL, 1992). Die Fettabbaurate in der Früh lactation kann durch die Abnahme der Rückenfettdicke in diesem Zeitraum objektiv erfasst werden. Die Änderung der Rückenfettdicke kann als Indikator für die Energiebilanz der Milchkuh bezeichnet werden. Denn das Körperfett stellt den wichtigsten Energiespeicher für die Milchkuh dar, der in der Früh lactation zur

## II. LITERATUR

---

Kompensation des Energiedefizits mobilisiert und in der Mittel- und Spätlaktation wieder regeneriert wird.

Die Hautdicke wird zur Vereinfachung in den Messwert der Rückenfettdicke eingeschlossen. Das ist deshalb berechtigt, weil die Hautdicke mit geringen Variationen im Bereich des Messpunktes etwa 5 mm beträgt. Ein Messwert von 5 mm entspricht also einem vollständigen Abbau des Unterhautfettgewebes (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Als optimale Kondition im Abkalbezeitraum wird von STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004) eine Rückenfettdicke von 25 mm angegeben. Der absolute Messfehler bewegt sich in einem Bereich von +/- 2 mm und liegt damit bei diesem Messwert unter 10 %.

### 2.2.2 Lebendmassewägung

Die Lebendmassewägung ist die älteste und bekannteste Methode zur Beurteilung der Körperkondition. Ein Vorteil dieser Methode ist die Objektivierbarkeit, die quantitative Maßzahlen liefert. Neben den hohen organisatorischen, technischen und finanziellen Aufwendungen sind vor allem biologische Aspekte bei der Interpretation der Wäageergebnisse zu beachten (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Es können sowohl Fett- als auch Proteinreserven erfasst werden, was wiederum von Vorteil ist.

Allerdings besitzt die Methode auch Nachteile (STAUFENBIEL et al, 1993). So ist die absolute Lebendmasse von Einzelkühen stark abhängig vom Rahmen der Tiere, weshalb die objektivere Beurteilung in der Erfassung der Lebendmasseänderung besteht. Auch findet um den Geburtszeitraum eine erhebliche Beeinflussung der Lebendmasse durch das Gewicht von Fruchtwasser, Fruchthüllen und Frucht statt (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Schließlich verfälschen unterschiedliche Füllungszustände des Verdauungsapparates und wechselnde Organmassen die Aussagekraft der Lebendmassewägung. Außerdem kann der Verlust von Körpersubstanz zum Teil durch Wassereinlagerung ausgeglichen werden kann, was bei der Lebendmassewägung nicht erkannt werden kann (SCHRÖDER, 2000).

## II. LITERATUR

---

### 2.2.3 Bestimmung des Body Condition Score (BCS)

Beim Body Condition Scoring erfolgt eine visuelle und palpatorische Bewertung des Tierkörpers an vorgegebenen Stellen. Das Urteil wird hierbei aufgrund des Fettansatzes und der Bemuskulung gebildet (STAUFENBIEL et al., 1991). Alsdann erfolgt eine Einteilung anhand von Konditionsnoten, wobei sich die Kriterien und die Zahl der verschiedenen Noten regional unterscheiden (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Durchgesetzt hat sich in allen Ländern mit entwickelter Milchproduktion der Beurteilungsschlüssel von EDMONSON et al. (1989) mit einem 5-Punkte-Schema von 1 (kachektisch) bis 5 (stark verfettet). Es werden auch halbe und viertel Noten vergeben. Auf das Betasten kann nach EDMONSON et al. (1989) verzichtet werden. In der subjektiven Abhängigkeit liegt der große Nachteil dieser Methode (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Ein weiterer Nachteil des Verfahrens ist nach LÖSCHNER und STAUFENBIEL (1996) eine Gefahr der Überbewertung von Fettansatz und Bemuskulung bei Jungkühen und mageren Tieren unter 15 mm RFD in der Früh lactation.

### 2.2.4 Metabole Parameter

Die Ausbildung einer negativen Energiebilanz ist auch an der Veränderung metabolischer Parameter in Serum/Plasma und in der Milch erkennbar (PLATEN, 1997). Die Beziehungen zwischen den Metaboliten und dem Fruchtbarkeitsgeschehen treten besonders im ersten Laktationsdrittel (HUBER, 1982, STAUFENBIEL et al., 1990) und dort speziell bis zur dritten Woche post partum in Erscheinung (FÜRSTENBERG, 1990).

Schon in der Vorbereitungsphase kann sich aufgrund des Rückganges der Futteraufnahme bei Annäherung an den Kalbetag eine energetische Unterversorgung einstellen (STAUFENBIEL, 1999). Die Folge ist, dass die Kühe bereits zum Ende der Trockenstehperiode in eine negative Energiebilanz mit Steigerung des Fettabbaus hineingleiten. Die Konzentration plasmatischer unveresterter freier Fettsäuren (NEFA) steigt an (GRUMMER, 1993). Eine Kuh, die zum Abkalben verfettet ist, baut nach dem

## II. LITERATUR

---

Abkalben die vorhandenen Fettreserven prioritär ab, was ebenfalls zu einem Anstieg der NEFA im Blut führt. Die zirkulierenden freien Fettsäuren werden zum großen Teil von der Leber aufgenommen und entweder zu Triglyceriden (TG) oder zu Acetyl-CoA umgebaut (RUKKWAMSUK et al., 1999). Als Reaktion darauf steigt der Leberfettgehalt bereits in der Trockenstehperiode signifikant an, um ca. 2 Wochen nach dem Abkalben ein Maximum zu Erreichen (STAUFENBIEL, 1999). Durch die verminderte glukogene Aktivität der Fettleber kommt es zu einer direkten Beeinflussung des Kohlenhydratstoffwechsels (CADORNIGA-VALINO et al., 1997). Die Verfügbarkeit von Oxalacetat ist reduziert, weshalb das in der Leber aus freien Fettsäuren entstehende Acetyl-CoA in immer geringerer Menge in den Zitronensäurezyklus eingeschleust werden kann (RUKKWAMSUK et al., 1999). Stattdessen wird es zu Acetoacetat, der Ausgangssubstanz der Ketonkörper Aceton,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und Isopropanol umgewandelt (GOFF und HORST, 1997). Ab einer bestimmten Intensität geht dieses Geschehen in einen nicht mehr zu akzeptierenden pathologischen Prozess über (STAUFENBIEL, 1999). Die Ketonkörper sammeln sich vermehrt im Blut an (Azetonämie) und werden sowohl mit Milch und Harn ausgeschieden. Während die Leberverfettung meistens bereits ante partum auftritt, ist die Ketoseinzidenz circa drei Wochen post partum am höchsten (FOSTER, 1988). Der reduzierte Glukose-Output der Leber führt zu niedrigen Blutglukosespiegeln, verminderter Insulinsekretion und somit weiter gesteigerter Lipolyse, hepatischer FS-Aufnahme und Ketogenese (GRUMMER, 1993). Die Milchkuh gerät in einen Circulus vitiosus, der durch die bei ketotischer Stoffwechsellage zusätzlich reduzierte Futteraufnahme noch verschärft wird. Kontrollmöglichkeiten sind die Bestimmung der Ketonkörper- und Bilirubinkonzentration im Blut sowie die Messung der Milchacetonkonzentration zur Beurteilung der Belastung des Energiestoffwechsels in der Herde. Zur Bestimmung des Leberfettgehaltes eignet sich die Leberbiopsie als stabile Messgröße mit hoher Aussagekraft (STAUFENBIEL, 1999).

Der Anstieg der NEFA im Blut beeinflusst auch die Milchfettkonzentration, da aus den in einer hohen Konzentration vorhandenen freien Fettsäuren vermehrt Milchfett synthetisiert wird (SCHOLZ, 1990). Ein Anstieg des Milchfettgehaltes zu Beginn der Laktation ist somit ein Hinweis auf einen bestehenden Energiemangel, den die Kuh

## II. LITERATUR

---

durch erhöhte Körperfettmobilisation wettzumachen versucht. Bei Reduktion der Milchleistung können auch, unabhängig von der Energieversorgung, oft hohe Milchfettgehalte festgestellt werden. Die total produzierte Fettmenge bleibt über längere Zeit relativ stabil, und die erhöhten Fettgehalte sind Folge der verminderten Verdünnung der Milch. Dieser Umstand tritt selten ein, ist aber bei atypisch hohen Fettgehalten in Betracht zu ziehen (EICHER et al., 2005).

Der Milchproteingehalt gilt als empfindlicher Parameter für die Energieversorgung, wobei ein Abfall des Milchproteingehaltes eine energetische Unterversorgung anzeigt (LOTTHAMMER, 1981, HEUER et al., 1999). Ein Milchproteingehalt unter 3,2 % wird als Hinweis auf eine deutliche energetische Unterversorgung angesehen (STAUFENBIEL et al., 2003). Eine Erhöhung der Energieversorgung bewirkt auch eine Steigerung des Milchproteingehaltes. Bei Hochleistungskühen ist der wichtigste und zugleich limitierende Faktor die Energie, die den Mikroorganismen im Pansen für das Wachstum und den Aufbau des Mikrobenproteins zur Verfügung steht (LENG und NOLAN, 1984, NRC 1985, KIRCHGESSNER et al., 1986, TAMMINGA und DOREAU, 1991). Der Milchproteingehalt weist eine engere Beziehung zur Rückenfettdicke auf als der Milchfettgehalt (STAUFENBIEL et al., 2003).

Der Harnstoffgehalt im Blut und in der Milch spiegelt das Gleichgewicht zwischen der Versorgung an abbaubaren Proteinen und an fermentierbaren Kohlenhydraten im Pansen wider. Durchschnittlich 70 % des Futterproteins wird zu Ammoniak abgebaut, das seinerseits die Grundlage für die Proteinsynthese der Pansenbakterien bildet (KAUFMANN, 1982). Der Nutzungsgrad des Ammoniaks ist abhängig von der im Pansen für das Bakterienwachstum in Form von Kohlenhydraten verfügbaren Energie. Nicht genutztes Ammoniak wird im Pansen absorbiert und gelangt über das Pfortadersystem in die Leber. Dort wird es zu Harnstoff entgiftet und über die Nieren, den Speichel und die Milch ausgeschieden (EICHER et al., 2005). Ein Überschuss an leicht abbaubaren Futterproteinen und/oder ein Energiemangel in der Ration führen zu hohen Harnstoffkonzentrationen. Demgegenüber werden bei einem Energieüberschuss und /oder Rohproteinmangel tiefe Harnstoffkonzentrationen im Blut und in der Milch festgestellt (EICHER et al., 2005). Die aktuellen Grenzwerte für eine normale

## II. LITERATUR

---

Rohproteinversorgung liegen bei 150 -300 mg Harnstoff pro l Milch (RICHARDT, 2002).

### **3. Einfluss von spezifischen Faktoren auf das Reproduktionsgeschehen unter besonderer Berücksichtigung der Energiebilanz**

#### **3.1 Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum**

Bezüglich des Intervalls von der Abkalbung bis zur ersten Ovulation post partum findet man in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben.

Als erste klinisch nachweisbare Anzeichen einer beginnenden Ovaraktivität sind ab dem 4.-5. Tag post partum Follikel mit einem Durchmesser von 5-10 mm zu diagnostizieren (ARBEITER, 1973, BOSTEDT und MAURER, 1990, SAVIO et al., 1990). Um den 15. Tag post partum treten ovulationsreife Follikel mit 15-20 mm Durchmesser auf. Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt können erste Ovulationen festgestellt werden (BOSTEDT et al., 1985, GRUNERT, 1999). Der Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion wird durch zahlreiche endo- und exogene Faktoren beeinflusst. Der Verlauf der Geburts- und Nachgeburtsphase sind dabei ebenso von Bedeutung wie die Fütterung, die Haltung und die Milchleistung der Tiere.

Ergebnisse von SIMON (1988) zeigen, dass die ovarielle Aktivität bei 51,8 % der Tiere mit komplikationslosem Verlauf der Abkalbung bis zum 28. Tag post partum eintritt, während nur 48,1 % der Tiere nach Komplikationen bei der Abkalbung zu diesem Zeitpunkt eine ovarielle Aktivität zeigen. Von BARTH et al. (1986) wird nach Komplikationen eine Verzögerung um 5,5 Tage angegeben.

Die Dauer der Azyklie kann in Abhängigkeit von verschiedenen Haltungsformen variieren (PIRCHNER et al., 1983; BOSTEDT et al., 1985). Deutliche Differenzen sind vor allem im Vergleich von Anbindehaltung und der Haltung im Laufstall zu erkennen. Bei Kühen in Anbindehaltung ist der Zyklusbeginn laut PIRCHNER et al. (1983) im Mittel um drei Tage verzögert. Auch BOSTEDT et al. (1985) beobachteten bei Kühen in Anbindehaltung, die keine Störungen während der Abkalbung und Nachgeburtsphase

## II. LITERATUR

---

zeigten, ein späteres Einsetzen der postpartalen Ovaraktivität als bei Tieren in Laufstallhaltung.

Auch saisonale Einwirkungen beeinflussen den Zeitpunkt des Wiederbeginns der zyklischen Ovarfunktion post partum. Hitzestress wirkt sich negativ auf die Follikelentwicklung aus (WOLFENSON et al., 1995). Die Dauer der postpartalen Azyklie war in einer Untersuchung von PIRCHNER et al. (1983) im Herbstquartal am kürzesten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass unter den Klimabedingungen der USA der Hitzestress im Sommer negative Auswirkungen auf die Eizellqualität und die Embryonenentwicklung im Herbst hat (ROTH et al., 2001). REIST und ERDIN et al. (2003) beobachteten bei Kühen, die im Winter abkalbten, einen früheren Beginn der zyklischen Ovarfunktion als bei Kühen, die im Sommer abkalbten, wobei die Fütterung standardisiert war. Es wird eine Abhängigkeit des Wiederbeginns der zyklischen Ovarfunktion von der Umgebungstemperatur und der Photoperiode vermutet.

### **3.2 Einfluss von Energiebilanz und metabolischen Faktoren auf den Zykluslauf**

Nach aktuellem Erkenntnisstand ist der Energiemangel am bedeutsamsten für Störungen der Regulation der Ovarfunktion (KANITZ et al., 2003).

Unklarheiten bestehen vor allem in Bezug auf die genauen Vorgänge am Ovar, die aus einer negativen Energiebilanz resultieren. Nach LUCY et al. (1991), WOLFENSON et al. (1995) und BUTLER (2000) wird durch das Energiedefizit die folliculäre Größenentwicklung in der frühen postpartalen Periode und als Folge auch der Ovulationszeitpunkt beeinflusst. BEAM und BUTLER (1999) beobachteten ein längeres Intervall von der Abkalbung bis zur ersten Ovulation bei Kühen mit einem stärkeren Abfall der Körperkondition. In der ersten Woche post partum können synchron zum FSH-Anstieg Follikelwellen beobachtet werden, die jedoch in keinem Zusammenhang mit dem Wiederbeginn der Fortpflanzungsfunktion stehen. Der Tag des Tiefpunktes der negativen Energiebilanz wird als ein metabolischer Modulator der Ovaraktivität von Milchkühen post partum gesehen (BEAM und BUTLER, 1999). STAPLES et al. (1990) stellten bei Kühen mit physiologischer Ovarfunktion mehr Trockensubstanzaufnahme fest als bei Kühen mit gestörter Ovarfunktion. Der Beginn

## II. LITERATUR

---

der zyklischen Ovarfunktion ist abhängig von der Energiebilanz, wobei sich die negative Energiebilanz in den ersten vier Wochen erst zwischen dem 40. und 70. Tag post partum auf die Gelbkörperfunktion auswirkt, was als carry-over-effect bezeichnet wird (STAPLES et al., 1990).

ROSSOW (2003) beschreibt eine Abhängigkeit der ersten Ovulation post partum vom Grad der negativen Energiebilanz in den ersten drei Laktationswochen. Kühe in einer negativen Energiebilanz haben eine geringere Sekretion von LH beziehungsweise zeigen eine verminderte Reaktion auf LH. Aufgrund der abgeschwächten Pulsfrequenz von LH verzögert sich der Zyklusbeginn. Sie haben weniger große Follikel und weniger ovulierende Follikel. Bei energierestriktiv gefütterten Kühen ist außerdem gehäuft Stillbrünstigkeit zu beobachten.

Nach REIST und ERDIN et al. (2003) hat die Energiebilanz, wie auch Leptin, keinen Einfluss auf den Beginn des Sexualzyklus. Sie stimmen darin mit den Untersuchungen von VILLA-GODOY et al. (1988) und SPICER et al. (1990) überein. Es wurde jedoch ein Effekt der Energiebilanz auf die Synthese von Progesteron im Corpus luteum beobachtet, wobei eine negative Energiebilanz die Lutealfunktion einschränkt (VILLA-GODOY et al., 1988, REIST und ERDIN et al., 2003). Der Erstbesamungserfolg ist abhängig von der Energiebilanz zum Zeitpunkt der Besamung und der Milchprogesteronkonzentration 10-13 Tage nach der Besamung (REIST und ERDIN et al., 2003).

### **3.3 Auswirkungen von Energiebilanz und metabolischen Faktoren auf die Eizellqualität**

Die reproduktive Leistung von Hochleistungsmilchkühen hat in den letzten 50 Jahren abgenommen. Als möglicher Grund dafür ist die Veränderung der Ernährung zu nennen, die dem verstärkten Bedarf an Energie und Protein für die Milchproduktion gerecht werden muss (BOLAND et al., 2001). Im Gegensatz zu anderen Tieren hat beim Wiederkäuer jedoch eine radikale Veränderung der Ernährung nur wenig Effekt auf die Gonadotropinkonzentration. Es wurde festgestellt, dass Rinder mit geringer Energieaufnahme kleinere dominante Follikel ausbilden als Tiere mit höherer

## II. LITERATUR

---

Energieaufnahme. Außerdem wurden *in vitro* Störungen in der Embryonenentwicklung bei Tieren mit geringer Energieversorgung beobachtet (BOLAND et al., 2001). Der Frage, ob die negative Energiebilanz sich auf die Qualität der Eizellen auswirkt, wurde in einer Studie von KENDRICK et al. (1999) nachgegangen. Bei Kühen, die mit hochenergetischem Futter gefüttert wurden, war eine deutlich bessere Qualität der Eizellen festzustellen. Außerdem zeigte sich ein linearer Anstieg der gewonnenen Eizellen vom 30. bis zum 100. Tag post partum. Auch JORRITSMA et al. (2004) fanden eine herabgesetzte Fruchtbarkeitsleistung bei Kühen mit stark ausgeprägter negativer Energiebilanz. Die Eizellqualität *in vitro* ist bei Rindern in guter Kondition mit einem hohen Body Condition Score besser als bei Tieren in schlechter Kondition mit einem niedrigen Body Condition Score (SNIJDERS et al., 2000). Bei Kühen in einer ausgeprägten negativen Energiebilanz ist die Qualität des ovulierenden Follikels zwischen dem 60. und 80. Tag p.p. schlechter als bei Follikeln, die früher oder später ovulieren. Derartige Follikel zeichnen sich auch durch eine verminderte Eizellqualität und einen suboptimalen Gelbkörper aus.

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

#### 1. Untersuchungszeitraum

Die Datenerfassungen und die Probenentnahmen fanden von Januar 2004 bis Januar 2005 statt.

#### 2. Tiermaterial

Bei den untersuchten Tieren handelte es sich um Tiere einer Milchviehherde von 361 Kühen der Rasse Deutsche Holstein, Farbrichtung schwarzbunt. Es wurden nur Kühe mit zwei oder mehr Laktationen in die Auswertung einbezogen, die einen vollständigen Datensatz bis zum 100. Tag post partum aufwiesen.

#### 3. Haltung, Milchentzug

Die Kühe des Betriebes wurden in einem Außenklima-Laufstall gehalten, der Liegeboxen beinhaltet, die mit Häckselstroh und Kalk eingestreut waren. Zum Witterungsschutz waren Windschutznetze angebracht. Die asphaltierten Laufgänge wurden über Faltschieber entmistet.

Die durchschnittliche Laktationsleistung der Kühe des Betriebes lag bei 10200 kg fettkorrigierter Milch pro Kuh. Der Milchentzug erfolgte dreimal täglich. Dazu wurden die Tiere aus dem Liegeboxenbereich in den Vorwarte Hof des 24 Melkplätze enthaltenden Melkstandes getrieben. Es handelte sich hierbei um einen Doppelzwölfer-Fischgrätenmelkstand der Firma Alfa Laval (Abbildung 1).

Die melkenden Kühe waren in 7 Gruppen eingeteilt. Kühe in der ersten Woche nach der Abkalbung bildeten eine Gruppe. Die nächste Gruppe wurde von Kühen vom 8. bis zum 30. Tag post partum gebildet. Im Anschluss daran wurden die Tiere in zwei Gruppen aufgeteilt, die von Tieren in der Hochlaktation gebildet wurden. Es folgten zwei weitere Gruppen für Kühe in späteren Laktationsstadien. Euterkrankte und lahme Tiere wurden in separaten Gruppen gemolken.

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

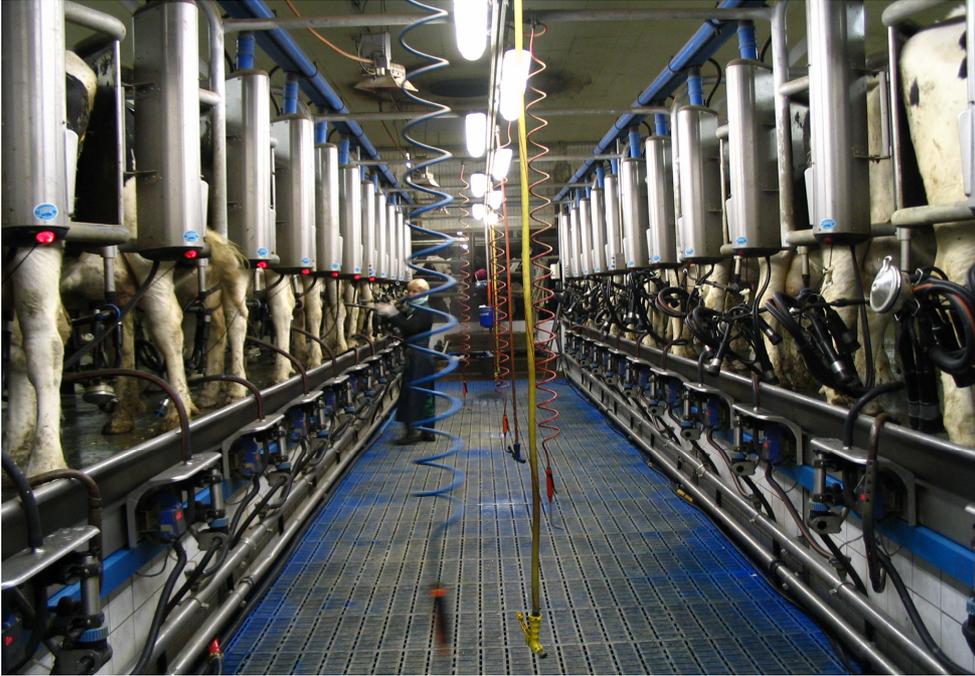


Abb. 1 : Doppelzwoelfer – Fischgrätenmelkstand der Firma Alfa Laval

#### 4. Fütterung

Die Kühe wurden 3 mal täglich gefüttert. Das Futter bestand aus verschiedenen Komponenten, die miteinander vermischt wurden. Dieses Fütterungsverfahren wird als totale Mischration (TMR) bezeichnet. Die Futtermischung erfolgte mit einem selbstfahrenden Futtermisch- und Verteilwagen des Typs RMH 120. Dieses Fahrzeug fuhr an die Futterlagerstätten heran und belud sich mit Hilfe einer Fräsfördereinrichtung, die an der Maschine montiert war, selbst. Die in den Mischbehälter gelangten Rationsbestandteile wurden in diesem mit Hilfe von Schnecken durchmischt.

Die Ration bestand aus Rauhfutteranteilen, Kraftfutteranteilen und Mineralfuttern. Das Rauhfutter wurde im Betrieb hergestellt. Es handelte sich hierbei um Maissilage, Grassilage, Stroh, Heu, Luzernesilage und Pressschnitzelsilage. Die Kraftfutterkomponenten waren betriebseigene Gersten- und Maisschrote. Melasse,

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

Propylenglycol, Sojaschrot, Rapsextraktionsschrot, Fett und verschiedene Mineralfuttermittel wurden zugekauft.

Zur Ermittlung der Inhaltsstoffe wurden von allen betriebseigenen Futteranteilen durch den Betrieb Proben zur Analyse entnommen. Bei den zugekauften Komponenten dienten die Herstellerangaben als Information über die Inhaltsstoffe. Aus den genannten Rohstoffen wurde eine Ration zusammengestellt.

Für die laktierenden Kühe wurden 3 verschiedene Rationen gemischt. Die Rationszusammensetzung richtete sich nach der in den Gruppen jeweils erbrachten durchschnittlichen Milchleistung. Die Kühe in der höchsten Leistungsgruppe erhielten eine Ration mit einem Energiegehalt von 9,6 MJ NEL/kg TS und einem Vorlagevolumen für 40 Kilogramm Milchleistung. Tiere der nächst niedrigeren Leistungsgruppe erhielten ein Rationsvolumen, das einer Milchleistung von 30 Kilogramm gerecht wurde und einen Energiegehalt von 8,16 MJ NEL/kg TS aufwies. Den übrigen laktierenden Kühen wurde dagegen eine Futtermenge für 20 Kilogramm Milch vorgelegt, die pro kg TS 6,8 MJ NEL enthielt.

#### 5. Brunstfeststellung

Die Herdenmanagerin führte zur Brunsterkennung eine visuelle Brunstbeobachtung durch. Es wurde darauf geachtet, welche Tiere aufspringen, das Aufspringen anderer Kühe dulden und ob Anzeichen von vaginalem Schleimabgang erkennbar sind. Darüber hinaus wurde die Qualität des Brunstschleimes beurteilt.

Die Brunstbeobachtung wurde dreimal täglich für etwa 10 bis 15 Minuten durchgeführt. Es wurden ca. 200 Tiere in drei Gruppen um 7<sup>00</sup> Uhr, 12<sup>00</sup> Uhr und 15<sup>00</sup> Uhr in Ruhezeiten, während des Treibens zum Vorwarteraum des Melkstandes, bei der Fütterung und beim Futterholen beobachtet.

Zusätzlich zur konventionellen Brunstbeobachtung fand im Betrieb das Verfahren der Pedometrie Anwendung. Die technische Ausrüstung für dieses Verfahren lieferte die Firma DeLAVAL. Die Aktivitätsdaten wurden anhand von elektromagnetischen Spannungen gemessen, die durch eine magnetische Metallkugel entstehen, welche infolge einer Bewegung nach rechts und links ausschwenkt (WANGLER et al., 2005).

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

Die Aktivitätsdaten wurden stündlich mit Hilfe von im Stall hängenden Antennen mit jeweils 50m Radius erfasst und auf einer Aktivitätsliste angezeigt. Je nach Aktivitätsgrad fand man also ein Kreuz bis maximal drei Kreuze auf der Liste. Erfasst wurde dabei die Bewegung während eines ganzen Tages, wodurch falsch positive Ergebnisse, die beispielsweise durch das Treiben der Tiere in den Melkstand entstehen, ausgeschlossen wurden. Bei der Pedometrie handelt es sich um ein ausgereiftes und langjährig praxiserprobtes Verfahren, das sehr zuverlässige Informationen liefert. So können auch Tiere mit kaum sichtbaren Brunstsymptomen erkannt werden. Jede Kuh hat einen eigenen individuellen Biorhythmus, wobei sich die Aktivitätshöhen verschiedener Kühe zum Teil erheblich unterscheiden. Um bei so differenziertem Aktivitätsniveau der Einzeltiere brunsttypische Erhöhungen festzustellen, wird für jede Kuh ein individueller Basiswert berechnet (WANGLER et al., 2005). Jeder aktuelle Wert einer Kuh wird zu ihrem Basiswert ins Verhältnis gesetzt. Übersteigt die Differenz einen festgesetzten Grenzwert, erscheint die Kuh auf einer Aktivitätsliste. Alle Tiere, die auf der Aktivitätsliste angezeigt wurden, wurden von der Herdenmanagerin gesondert beobachtet. Zur Besamung wurden sowohl visuell auffällige Tiere als auch anhand der Aktivitätsliste selektierte Tiere vorgestellt.

#### **6. Probenentnahme Milch**

Die Milchprobenentnahme zur Progesteronbestimmung erfolgte einmal wöchentlich ab dem 20. Tag post partum bis zum 100. Tag post partum. Die Milchproben wurden im Melkstand aus dem Nachgemelk gewonnen und direkt in 5 ml fassende Probengefäße gemolken, die 100 µl des Konservierungsmittels Kaliumbichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) enthielten. Nach der Probennahme wurden die Proben sofort bis zur Analyse bei  $-18^\circ C$  konserviert.

#### **7. Probenentnahme Blut**

Zur Bestimmung von Leptinkonzentrationen im Blutplasma erfolgte an ausgewählten Tieren eine Blutprobenentnahme aus der V. coccygealis medialis. Es wurden EDTA-

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

Monovetten zur Gerinnungshemmung verwendet. Nach der Probenentnahme wurde das EDTA-Blut 12 min bei 4500 Umdrehungen zentrifugiert. Das Plasma wurde abpipettiert und bei  $-18^{\circ}\text{C}$  bis zur hormonanalytischen Bestimmung konserviert.

Die Probenentnahme erfolgte ab dem 20. Tag post partum bis zum 100. Tag post partum in 14tägigem Abstand. Zur Analyse kamen Proben von insgesamt 24 Tieren, die in zwei Gruppen aufgeteilt wurden, wobei jede Gruppe aus jeweils 12 Tieren bestand. Die Einteilung in die Gruppen erfolgte unter Zuhilfenahme der Ergebnisse der Milchprogesteronanalyse. Kühe der ersten Gruppe hatten bis zum 30. Tag pp. ( $\pm 5$  Tage) ovuliert und blieben danach regelmäßig zyklisch. In der zweiten Gruppe war bei den Tieren bis zum 50. Tag pp. ( $\pm 5$  Tage) keine Ovulation feststellbar.

#### 8. Messung der Rückenfettdicke

Die Messung der Rückenfettdicke wurde ultrasonographisch am sakralen Messpunkt durchgeführt. Der Messpunkt befand sich auf der Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Teil des Tuber ischiadicum und dem oberen Bereich des Tuber coxae, und zwar zwischen dem caudalen Viertel und dem caudalen Fünftel der Gesamtstrecke (STAUFENBIEL, 1992). Dieser Messpunkt erfüllt die folgenden Voraussetzungen (SCHRÖDER, 2000):

- er repräsentiert die höchste Fettauflage im Rückenbereich
- er lässt sich problemlos auffinden
- bei einer Messung zu einem bestimmten Zeitpunkt bleibt die RFD relativ konstant, auch wenn sich der Messpunkt um einige Zentimeter ändert

Es wurde die Strecke von der Hautoberfläche bis zur Fascia profunda ultrasonographisch ausgemessen und in „mm“ angegeben. Die angegebenen Messwerte schließen die Hautdicke von etwa 5 mm ein. Der absolute Betrag der subkutanen Fettschicht ist also um diesen Betrag geringer.

In Abbildung 2 ist die Gewebeschichtung am Rückenfettdickemesspunkt schematisch dargestellt.

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

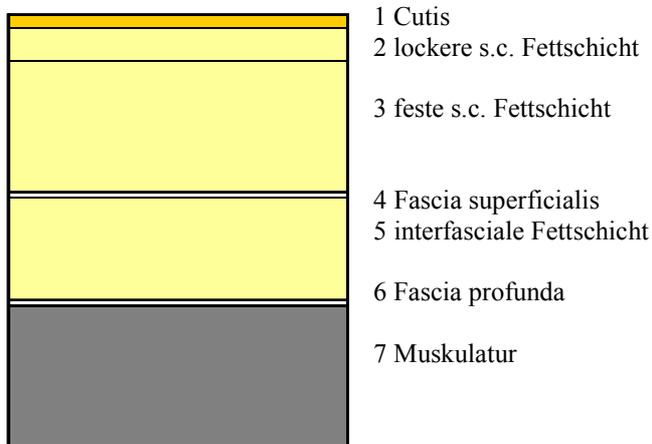


Abb. 2 : Stratigraphie am Rückenfettdickemesspunkt (Staufenbiel, 1992)

Es wurde ein Ultraschallgerät des Typs Hitachi CS 9001 mit einem 5 MHz Linearschallkopf verwendet. Die Ankopplung des Ultraschallkopfes an die Haut erfolgte durch das Auftragen von 70 prozentigem Alkohol auf Haut und Haarkleid unmittelbar vor dem Auflegen des Schallkopfes.

Einmal monatlich wurde eine Messung aller laktierender Kühe der gesamten Milchviehherde durchgeführt. Zusätzlich erfolgte wöchentlich eine Rückenfettdickemessung aller Tiere, die innerhalb der auf den Messtag folgenden 7 Tage zur Kalbung anstanden. Dabei kam ein tragbares batteriebetriebenes Ultraschallgerät des Typs Sonosite 180 zum Einsatz, welches ebenfalls mit einem 5 MHz Linearschallkopf ausgestattet war.

#### 9. Körpermassebestimmung

Einmal monatlich fand eine Lebendmasseermittlung aller melkenden Kühe statt. Es wurde eine Waage des Typs Alflex FX 1 verwendet. Die Halsbandnummer der Tiere wurde automatisch erkannt und das Gewicht jeder Kuh wurde direkt an einen Computer weitergeleitet. Am Ende des Melkvorganges konnte eine Tabelle mit den Einzeltiergewichten abgerufen werden.

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

#### 10. Body Condition Scoring

Die Bestimmung des Body Condition Score erfolgte einmal im Monat durch einen Mitarbeiter der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Nach Adspektion und Palpation wurden die Tiere anhand des Beurteilungsschlüssels von EDMONSON et al. (1989) mit Noten von 1 bis 5 beurteilt, wobei die Unterteilung in Viertelnotenstufen vorgenommen wurde.

#### 11. Progesteronbestimmung in der Milch

Die quantitative Analyse der Progesteronkonzentration aus dem Nachgemelk erfolgte mit einem kompetitiven <sup>3</sup>H-Radio-Immunoassay (RIA) nach Extraktion von 500 µl – Aliquoten mit 2 ml Ethanol (Riedel de Haen, Seelze).

Im RIA wurden nach 10 minütigem Schütteln und 15 minütigem Zentrifugieren (bei 3500 U/min) 2 x 50 µl des Überstandes mit den unbekanntem Progesteronmengen eingesetzt. Parallel dazu wurde eine Standardkurve aus Progesteron-Reinsubstanz (Sigma, Deisenhofen) in Ethanol hergestellt, indem sieben abgestufte Konzentrationen, beginnend mit 12,5 pg/ml, im Wasserbad eingedampft wurden. Als radioaktiv markiertes Hormon (Tracer) kam [1,2,6,7-<sup>3</sup>H]Progesteron (Amersham Pharmacia Biotech, Freiburg) zum Einsatz.

Das verwendete Antiserum wurde nach Immunisierung von Kaninchen gegen Progesteron-11-hemisuccinat RSA erzeugt und chromatographisch an Sepharose (Amersham) aufgereinigt. In Voruntersuchungen konnte der optimale Titer für die Bindungsreaktion (1 : 25000) ermittelt werden. Alle Proben wurden auf ein einheitliches Volumen (500 µl) gebracht, 30 min bei 37°C im Wasserbad inkubiert und anschließend für 40 min auf Eis verbracht. Die Trennung zwischen antikörpergebundenem und freiem Hormon (B/F-Trennung) fand in der Kälte (4-6°C) mit einer Dextran T70/Aktivkohle-Suspension statt. Nach Zentrifugation (20 min bei 3500 U/min) wurde der gesamte Überstand vorsichtig in 20 ml-Vials mit Polypropylen-Einsätzen dekantiert und mit 2 ml Szintillationscocktail auf Toluol-Basis aufgefüllt. Die Messung der Radioaktivität erfolgte in einem Flüssigszintillationszähler mit integrierter

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

Software für RIA-Berechnungen. Die Wiederfindung für zugesetztes Standardprogesteron lag bei 87 %, die Empfindlichkeit, berechnet aus dem Mittel des Null-Standards minus 3 Standardabweichungen, bei 1,0 ng/ml, im Bereich des ersten Standardkurvenpunktes (Korrekturfaktor für eingesetztes Volumen = 80). Die Koeffizienten für die Variation der Ergebnisse in einem Test (intra-assay) oder bei mehrfacher Analyse (interassay) betragen 7,7 bzw. 9,4 %.

#### **12. Bestimmung der Leptinkonzentration im Plasma**

Die Analyse der Plasma-Leptinkonzentration wurde im Institut für Physiologie, Biochemie und Tierhygiene der Universität Bonn mit einem dort entwickelten Enzymimmunoassay (EIA) vorgenommen (Sauerwein et al., 2004). Der EIA arbeitete nach einem kompetitiven Prinzip. Dabei konkurrierten nichtmarkiertes Leptin (Probe, Standard) mit biotinyliertem rekombinanten ovinen Standard (Tracer) um die Bindung an einem polyklonalen Antikörper, der im Kaninchen durch Immunisierung gegen eine Mischung aus Leptinstandard sowie zwei Sequenzen des bovinen Leptins erhalten wurde. Der Assay wurde auf der Mikrotiterplatte durchgeführt, die mit einem Schaf-anti-Kaninchenantikörper (2. Antikörper) zur Trennung des freien vom gebundenen Hormon (B/F-Trennung) beschichtet war. Die quantitative Messung des gebundenen Tracers erfolgte nach Umsetzung mit Streptavidin-Peroxidase. Die Autoren geben für den Test eine hohe Spezifität für Leptin, eine Empfindlichkeit <0,5ng/ml sowie Variationskoeffizienten von 6,3 % und 13,9 % für den Intraassay bzw. den Interassay an.

#### **13. Statistische Auswertung**

Zur Auswertung der Versuchsergebnisse wurden das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel 2003 und die Statistikprogramme SPSS 12.0 für Windows und SAS herangezogen.

Die Korrelationen wurden mit der Function Bivariate Korrelation aus SPSS 12.0 für Windows mit dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet.

### III. MATERIAL UND METHODEN

---

Beim Vergleich der Rückenfettdickekurve der Herde mit der Referenzkurve nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004) wurde das t-Test-Verfahren angewandt.

Die Darstellung der Ergebnisse der Einzelmessungen erfolgte vorwiegend in grafischer und tabellarischer Form. Für die Konditionskurve konnte eine polynomische Funktion vierten Grades zugrunde gelegt werden. Dabei wurden die Rückenfettdicke als abhängige und die Melktage bis zur einschließlich vierten Potenz als unabhängige Variablen in die Analyse miteinbezogen.

Es wurden Minima, Maxima, Mittelwerte ( $\bar{x}$ ), Standardabweichungen ( $s$ ) und Mediane ( $X_{0,5}$ ) bestimmt.

Die statistische Auswertung des ersten Progesteronanstieges in Abhängigkeit von der Milchleistung und der Milcheiweißkonzentration erfolgte mit Hilfe der GLM – Procedure. Um die Unterschiede in der Verteilung der Progesteronprofile in Abhängigkeit von Milcheiweißkonzentration, Milchleistung und Rückenfettdicke darzustellen, erfolgte eine Berechnung nach der FREQ – Procedure. Diese Prozedur wurde auch zur Berechnung der Unterschiede in der Trächtigkeitsrate und der Zwischentragezeit in Abhängigkeit von Milchleistung und Milcheiweißkonzentration eingesetzt. Die Auswertung der Ergebnisse der Leptinkonzentrationsmessungen erfolgte mit Hilfe der Mixed Procedure.

Generell gilt ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$ .

## IV. ERGEBNISSE

---

### 1. Leistungsniveau der Herde

Die untersuchte Milchviehherde der Rasse Deutsche Holstein, Farbrichtung schwarzbunt, umfasste 361 laktierende Tiere. Die fettkorrigierte Jahresmilchmengenleistung der Herde betrug 10161 kg bei einem Milchfettgehalt von 4,1 % und einem Milcheiweißgehalt von 3,4 %.

Die Versuchstiere (n = 170) befanden sich im Mittel in der 3. Laktation, wobei die höchste Laktationszahl 10 und die niedrigste 2 war. Die durchschnittliche Einsatzleistung der Versuchstiere lag bei 42 kg Milch pro Tag bei einem Milchfettgehalt von 4,8 % und einem Milcheiweißgehalt von 3,3 %. Daraus ergibt sich ein Fett-Eiweiß-Quotient von 1,5. Die mittlere Harnstoffkonzentration betrug 249 mg/l.

Die durchschnittliche 100-Tage-Leistung der Versuchstiere betrug 4310 kg bei einem Fettgehalt von 4,2 % und einem Eiweißgehalt von 3,2 %. Es ergibt sich ein Fett-Eiweiß-Quotient von 1,3. Die durchschnittliche Harnstoffkonzentration betrug 262 mg/l.

Als durchschnittliche 305-Tage-Leistung ergab sich für die Versuchstiere eine Milchleistung von 10091 kg, ein Fettgehalt von 4,3 %, ein Eiweißgehalt von 3,4 % und eine mittlere Harnstoffkonzentration von 271 mg/l. Es resultiert ein Fett-Eiweiß-Quotient von 1,3.

### 2. Morbidität und Mortalität

Bei den monatlichen Rückenfettdickemessungen der Herde und bei der wöchentlichen Milchprobenentnahme wurde zusätzlich besonderes Augenmerk auf den Gesundheitszustand der Milchkühe gerichtet. Im Untersuchungszeitraum von 12 Monaten waren insgesamt 105 Abgänge zu verzeichnen. Es wurden 77 Tiere der Schlachtung zugeführt, 17 Tiere sind verendet und 11 Tiere wurden euthanasiert. Zu den häufigsten Abgangsursachen zählten Unfruchtbarkeit (41,9 %), Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen (16,2 %) und Eutererkrankungen (11,4 %). Die prozentuale Verteilung der Abgangsursachen ist in der Abbildung 1 dargestellt.

## IV. ERGEBNISSE

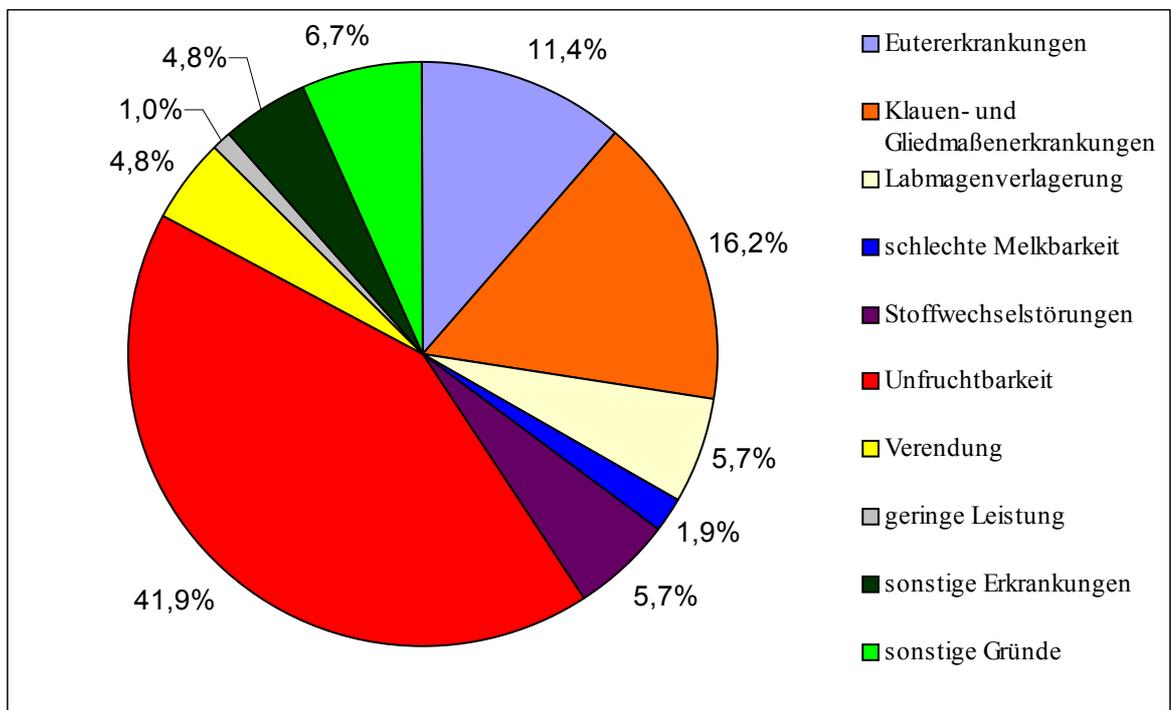


Abb.1: Prozentuale Darstellung der Abgangsursachen im Jahr 2004 (n = 361)

### 3. Konditionsdynamik

#### 3.1 BCS und Körpermasse

Zum Abkalbezeitpunkt betrug der Body Condition Score der Versuchstiere im Mittel 3,5. Vier Wochen post partum lag der BCS durchschnittlich bei 3,25, nach 8 und 12 Wochen bei 3,0. Die Versuchstiere erreichten durchschnittlich 114 Tage post partum den Tiefpunkt des Body Condition Scoring, der im Mittel 2,5 betrug. Vom BCS-Tiefpunkt bis zum 300. Tag post partum kam es im Durchschnitt zu einer Konditionszunahme von 0,75 BCS-Punkten.

Bei der ersten Wägung betrug die durchschnittliche Körpermasse der Versuchstiere 674 kg. Der durchschnittliche Körpermassetiefpunkt wurde nach 110 Tagen erreicht und betrug im Mittel 620 kg. Vom Tiefpunkt der Körpermasse bis zum Tag 300 post partum erfolgte eine durchschnittliche Lebendmassezunahme von 67 kg.

## IV. ERGEBNISSE

---

### 3.2 Rückenfettdicke

Einmal monatlich wurde eine ultrasonographische Messung der Rückenfettdicke aller laktierender Kühe der Milchviehherde durchgeführt. Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 5359 Messungen vorgenommen.

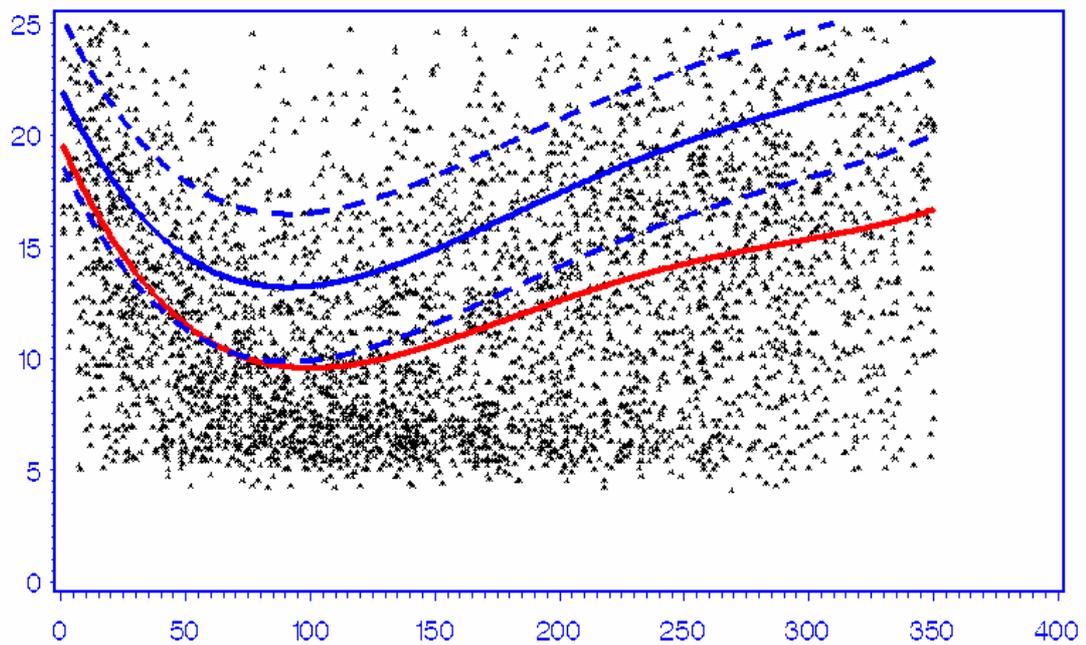
Zusätzlich erfolgte wöchentlich eine Rückenfettdickemessung aller Tiere ab der 2. Laktation, die innerhalb der auf den Messtag folgenden sieben Tage zur Abkalbung anstanden ( $n = 229$ ). Ein Teil dieser Tiere ( $n = 170$ ) wurde im Versuchszeitraum weiter beprobt, der andere Teil schied aufgrund von Krankheit oder Tod aus dem Versuch aus. Die Abbildung 2 stellt die Ergebnisse der Herdenmessungen in Form einer Punktwolke dar, wobei die Rückenfettdicke jedes Einzeltieres in Abhängigkeit vom Laktationstag einem Punkt entspricht. Es wurden nur Messungen bis zum 350. Laktationstag einbezogen.

Um die Punktwolke näher zu analysieren, erfolgte aus den Einzelmesswerten die Berechnung des 4. Polynoms. Dabei wurden die Rückenfettdicke als abhängige und die Laktationstage bis zur vierten Potenz als unabhängige Variable in die Berechnung einbezogen. Die durch die polynomiale Regression entstandene Konditionskurve ist in der Abbildung 2 rot dargestellt.

Der Verlauf dieser Konditionskurve kann dem Verlauf einer Referenzkurve nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004) gegenübergestellt werden. Die Tiere, bei denen zur Erstellung der Referenzkurve die Rückenfettdicke gemessen wurde, vermochten hohe Milchleistungen (FCM–Milchleistungen über 9000 kg pro Jahr) mit stabilen Fruchtbarkeitseigenschaften (Zwischenkalbezeiten von maximal 380 Tagen) zu kombinieren (Schröder, 2000). Die Referenzkurve ist in der Abbildung 2 blau dargestellt. Die blau gestrichelten Kurven entstehen durch Addition beziehungsweise Subtraktion eines halben Standardfehlers des Schätzwertes der Referenzkurve und stellen die untere und obere Grenze eines Referenzbereiches dar.

## IV. ERGEBNISSE

RFD in mm



Laktationstag

- Referenzkurve
- - Grenzen des Referenzbereiches
- Konditionskurve der Herde in Abhängigkeit vom Laktationstag für den gesamten Versuchszeitraum

Abb.2: Rückenfettdicke der Herde in Abhängigkeit vom Laktationstag im Versuchszeitraum

Die Konditionskurve der Herde verlief unterhalb der Referenzkurve, befand sich jedoch bis zum 80. Tag post partum noch innerhalb des Referenzbereiches, um diesen dann zu verlassen und sich mit steigender Zahl der Laktationstage immer weiter von ihm zu entfernen.

Die Berechnung der Abweichungen der Konditionskurve der Herde von der Referenzkurve erfolgte mit Hilfe des t – Test – Verfahrens.

Für die Versuchtieren ( $n = 170$ ) betrug der Mittelwert der Rückenfettdicke zum Abkalbezeitpunkt  $19,1 \pm 6,1$  mm.

## IV. ERGEBNISSE

---

Der höchste gemessene Rückenfettdickewert zu diesem Zeitpunkt betrug 35,1 mm und die niedrigste Rückenfettdicke lag bei 4,8 mm. Der Rückenfettdickewert der Referenzkurve zur Abkalbung beträgt 22,1 mm. Die Rückenfettdicke zum Abkalbezeitpunkt war bei den Versuchstieren signifikant niedriger als die durch die Referenzkurve vorgegebene Rückenfettdicke zu diesem Zeitpunkt ( $p < 0,0001$ ).

Der Rückenfettdicketiefpunkt der Referenzkurve liegt bei 12,9 mm. Bei den Versuchstieren betrug der Mittelwert der Rückenfettdicketiefpunkte  $8,2 \pm 3,4$  mm. Er war signifikant niedriger als der Rückenfettdicketiefpunkt der Referenzkurve ( $p < 0,0001$ ). Der maximale Wert, der bei den Versuchstieren als Tiefpunkt erreicht wurde, betrug 22 mm und der minimale 4,2 mm.

Am Tag 300 der Laktation beträgt der Rückenfettdickewert der Referenzkurve 21,4 mm. Der Mittelwert der Rückenfettdicke der Versuchstiere betrug am Tag 300 post partum  $14,4 \pm 5,9$  mm. Der Wert ist signifikant niedriger als derselbe Parameter in der Referenzkurve zu diesem Zeitpunkt ( $p < 0,0001$ ).

Der Tiefpunkt der Rückenfettdicke ist bei der Referenzkurve 91 Tage post partum erreicht, während bei den Versuchstieren der Rückenfettdicketiefpunkt im Mittel  $112,0 \pm 22,0$  Tage post partum erreicht wurde. Die statistische Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied zwischen diesen Zeitpunkten des Rückenfettdicketiefpunktes ( $p < 0,0001$ ).

### 4. Brunstfeststellung

Im Versuchszeitraum wurde bei den 170 Versuchstieren insgesamt 180 mal eine Brunst durch Brunstbeobachtung festgestellt. Auf 149 Brunsten folgte ein Progesteronanstieg (82,8 %). Bei 26 Tieren (15,3 %) wurde im Untersuchungszeitraum weder durch Pedometrie noch durch Brunstbeobachtung eine Brunst festgestellt. Die erste Brunst post partum wurde durchschnittlich nach 9 Wochen beobachtet, wobei bei einem Tier erst 34 Wochen post partum eine Brunst beobachtet wurde und bei 2 Tieren schon zwei Wochen post partum. Insgesamt 61 Tiere (35,9 %) wurden in der ersten Brunst post partum nach einer Rastzeit von durchschnittlich 12 Wochen besamt.

## IV. ERGEBNISSE

### 5. Fruchtbarkeit

Die Reproduktionsüberwachung erfolgte anhand von Fruchtbarkeitskennzahlen. Von den Versuchstieren wurden 122 (71,8 %) im Untersuchungszeitraum tragend. Die Zwischentragezeit betrug im Mittel 127 Tage, die Rastzeit 87 Tage und die Verzögerungszeit 40 Tage. Der Besamungsindex betrug 3,2 und die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung lag bei 33,8 %.

### 6. Ergebnisse der Milchprogesteronbestimmung

Die Milchprogesteronkonzentrationen von insgesamt 170 Tieren wurden ausgewertet. Für jedes Einzeltier wurden insgesamt 11 Milchprogesteronkonzentrationen erfasst, so dass sich für jedes Tier ein individuelles Progesteronprofil ergab. In der Abbildung 3 ist am Beispiel eines Tieres ein solches Progesteronprofil graphisch dargestellt. Eine Progesteronkonzentration von 5 ng/ml Nachgemelk wurde als Schwellenwert für eine Lutealfunktion gewertet. Die Brunstphase wurde als Intervall zwischen einem Progesteronabfall unter 5 ng/ml und dem darauffolgenden Anstieg über 5 ng/ml angegeben (VAN DE WEIL, 1979). In diesem Diagramm ist zu erkennen, dass schon vor der 3. Woche post partum eine Lutealfunktion vorhanden war. In der 5., 8. und 12. Woche kam es zu einem Progesteronabfall unter 5 ng/ml, auf den wieder ein Progesteronanstieg folgte.

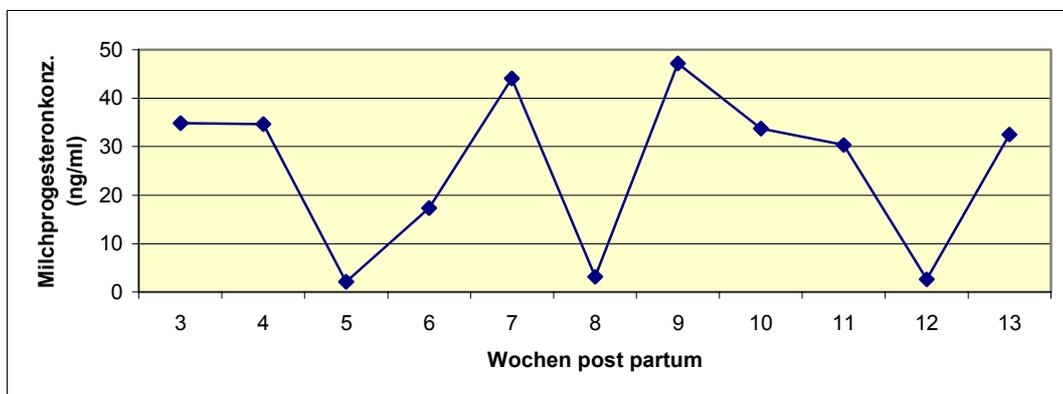


Abb. 3: Milchprogesteronkonzentration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium am Beispiel der Progesteronkonzentrationen eines Tieres

#### IV. ERGEBNISSE

Der erste Progesteronanstieg über 5 ng/ml Nachgemelk erfolgte bei den Versuchstieren durchschnittlich 5,2 Wochen post partum. Bei 29,4 % der Tiere fand der erste Progesteronanstieg vor dem 21. Tag post partum statt, während bei 31,2 % der Kühe ein erster Anstieg der Progesteronkonzentration zwischen dem 22. und 35. Tag post partum zu verzeichnen war. In der Tabelle 1 ist die Verteilung der Versuchstiere anhand des Zeitpunktes des ersten Progesteronanstieges post partum über 5 ng/ml Nachgemelk dargestellt.

Tab.1: Verteilung der Tiere anhand des ersten Milchprogesteronanstieges post partum über 5 ng/ml

<b>1. Progesteronanstieg (Tage p.p.)</b>	<b>Versuchstiere</b>	
	<b>Anzahl (n)</b>	<b>Anteil (%)</b>
≤ 21	50	29,4
22 - 35	53	31,2
36 - 49	37	21,8
50 - 63	10	5,9
64 - 77	9	5,3
78 - 91	4	2,4
≥ 92	7	4,1

Die Versuchstiere wurden anhand der Eiweißkonzentration in der Milch (100-Tage-Leistung) in vier Gruppen eingeteilt. Die Gruppeneinteilung war wie folgt:

Die Tiere der Gruppe 1 hatten eine Eiweißkonzentration unter 3,0 %, Tiere der Gruppe 2 zwischen 3,0 und 3,19 %, Tiere der Gruppe 3 zwischen 3,2 und 3,4 % und Tiere der Gruppe 4 wiesen eine Eiweißkonzentration von über 3,4 % auf.

In der Gruppe 1 erfolgte der erste Progesteronanstieg post partum nach durchschnittlich 5,9 Wochen, während die Tiere der Gruppe 4 schon nach durchschnittlich 4,5 Wochen einen ersten Anstieg der Progesteronkonzentration zeigten ( $p = 0,07$ ). Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der GLM – Procedure.

In der Tabelle 2 ist der Zeitpunkt des ersten Anstieges der Progesteronkonzentration post partum in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration dargestellt.

#### IV. ERGEBNISSE

Tab. 2: Mittlere Intervalle von der Abkalbung bis zum ersten Progesteronanstieg p.p. in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration

Gruppe	Eiweißkonzentration (%)	Anzahl Tiere (n)	Anteil Tiere (%)	Mittleres Intervall von der Abkalbung bis zum ersten Progesteronanstieg p.p. (Wochen)
1	< 3,0	43	25,3	5,9
2	3,0 - 3,19	50	29,4	5,3
3	3,2 - 3,4	44	25,9	4,8
4	> 3,4	33	19,4	4,5

In Abhängigkeit von der Milchleistung (305-Tage-Leistung) erfolgte eine Einteilung der Versuchstiere in vier Gruppen. In der Tabelle 3 ist der Zeitpunkt des ersten Progesteronanstieges post partum in Abhängigkeit von der Milchleistung dargestellt. Kühe mit einer Milchleistung von unter 8000 kg zeigten nach durchschnittlich 4,9 Wochen post partum einen ersten Progesteronanstieg, während bei Kühen mit einer Milchleistung von mehr als 12000 kg der erste Progesteronanstieg durchschnittlich 5,7 Wochen post partum zu verzeichnen war.

Tab.3: Mittlere Intervalle von der Abkalbung bis zum ersten Progesteronanstieg p.p. in Abhängigkeit von der 305-Tage-Leistung

Gruppe	305-Tage-Milchleistung (kg)	Anzahl Tiere (n)	Anteil Tiere (%)	Mittleres Intervall von der Abkalbung bis zum ersten Progesteronanstieg p.p. (Wochen)
1	< 8000	29	16,9	4,8
2	8000 - 10000	44	25,6	5
3	10001 - 12000	60	34,9	5,1
4	> 12000	37	21,8	5,7

Anhand der Progesteronprofile wurden die Versuchstiere in 5 Gruppen (a – e) eingeteilt. Bei Tieren der Gruppe a war der erste Progesteronanstieg post partum nach weniger als 45 Tagen zu verzeichnen. Dem ersten Progesteronanstieg folgten regelmäßige Konzentrationsveränderungen, die für einen regelmäßigen Sexualzyklus stehen. Dieser Gruppe lassen sich 87 Tiere zuordnen, was 51,2 % der Gesamtzahl der Tiere entspricht. Den Gruppen b – e wurden alle Tiere zugeordnet,

#### IV. ERGEBNISSE

---

die einen abweichenden Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion zeigten. Insgesamt handelt es sich um 83 Tiere (48,8 %). Die Gruppen b – e sind durch folgende Abweichungen charakterisiert:

- Gr. b - erster Progesteronanstieg nach mehr als 45 Tagen p. p.,  
danach regelmäßige Progesteronkonzentrationsverläufe
- Gr. c - Erhöhung der Progesteronkonzentration (> 5ng/ml), die länger als 20  
Tage anhielt
- Gr. d - Erhöhung der Progesteronkonzentration (> 5ng/ml), die weniger als 10  
Tage andauerte (ausgenommen ist die erste Progesteronerhöhung p. p.)
- Gr. e - kein Progesteronanstieg über die Dauer von mindestens 14 Tagen nach  
einem Progesteronabfall

Die Verteilung der Tiere auf die Gruppen a – e ist in der Tabelle 4 dargestellt.

Tab. 4: Verteilung der Versuchstiere auf die Progesteronprofilklassen a – e

Progesteronprofil- klasse	Versuchstiere	
	Anzahl (n)	Anteil (%)
a	87	51,2
b	25	14,7
c	38	22,4
d	12	7,1
e	8	4,7

Die beprobten Tiere wurden anhand der Milcheiweißkonzentration (100-Tage-Leistung) in vier Gruppen eingeteilt (s.o.). Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Häufigkeit des Vorkommens der Progesteronprofile a – e in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration, wobei die FREQ – Procedure eingesetzt wurde. In der Gruppe 1 wiesen 32,6 % der Tiere das Progesteronprofil a auf. In der Gruppe 3

#### IV. ERGEBNISSE

zeigten 61,4 % der Tiere das Progesteronprofil a. Der Anteil der Tiere mit dem Progesteronprofil a war in der Gruppe 3 signifikant höher als in der Gruppe 1. Das Progesteronprofil b zeigten in der 1. Gruppe 25,6 % der Tiere und in der 3. Gruppe 11,4 % der Tiere. Der Anteil der Tiere mit dem Progesteronprofil b war in der Gruppe 1 signifikant höher als in der Gruppe 3. Die statistische Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied zwischen dem Anteil Tiere in der Progesteronprofilklasse a und den Klassen b-e in den Gruppen 1 und 3.

In der Gruppe 2 wiesen 58 % der Tiere das Progesteronprofil a und 12 % der Tiere das Progesteronprofil b auf. Die statistische Auswertung zeigte, dass in der Gruppe 1 ein signifikant geringerer Anteil Tiere mit der Progesteronprofilklasse a als in der Gruppe 2 vorhanden war. Der Anteil Tiere mit dem Progesteronprofil b war in der Gruppe 1 signifikant höher als in der Gruppe 2. Für die Gruppen 1 und 2 ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Anteil Tiere mit der Progesteronprofilklasse a und dem Anteil Tiere mit den Klassen b – e.

Tab. 5: Verteilung der Tiere auf die Progesteronprofilklassen a – e in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration

Gruppe			1	2	3	4
Milcheiweißkonzentration		(%)	< 3,0	3,0 - 3,19	3,2 - 3,4	> 3,4
<b>P-Profil a</b>	Anzahl Tiere	(n)	14	29	27	17
	Anteil Tiere	(%)	32,6 <sup>a</sup>	58 <sup>b</sup>	61,4 <sup>c</sup>	51,5
<b>P-Profil b</b>	Anzahl Tiere	(n)	11	6	5	3
	Anteil Tiere	(%)	25,6 <sup>d</sup>	12 <sup>e</sup>	11,4 <sup>f</sup>	9,1
<b>P-Profil c</b>	Anzahl Tiere	(n)	12	10	8	7
	Anteil Tiere	(%)	27,9	20	18,2	21,2
<b>P-Profil d</b>	Anzahl Tiere	(n)	3	2	4	4
	Anteil Tiere	(%)	7	4	9,1	12,1
<b>P-Profil e</b>	Anzahl Tiere	(n)	3	3	0	2
	Anteil Tiere	(%)	7	6	0	6,1
<b>P-Profil b - e</b>	Anzahl Tiere	(n)	29	21	17	16
	Anteil Tiere	(%)	67,4 <sup>g</sup>	42 <sup>h</sup>	38,6 <sup>i</sup>	48,5
<b>Gesamt</b>	Anzahl Tiere	(n)	43	50	44	33

a : b, a : c, d : e, d : f, g : h, g : i  $p < 0,05$  (FREQ – Procedure)

Die Verteilung der Progesteronprofile in Abhängigkeit von der Milchleistung ist in der Tabelle 6 dargestellt. Von den Tieren mit einer Milchleistung < 8000 kg zeigten

#### IV. ERGEBNISSE

51,7 % das Progesteronprofil a. Dieses Progesteronprofil war bei Kühen mit einer Milchleistung von über 12000 kg bei 40,5 % zu beobachten. Das Progesteronprofil b wurde in der Gruppe von Tieren mit einer Milchleistung von 8000 – 10000 kg bei 9,1 % der Tiere festgestellt. Bei Tieren mit einer Milchleistung von über 12000 kg war dieses Progesteronprofil bei 18,9 % der Tiere zu beobachten. Die Unterschiede in der Verteilung der Versuchstiere auf die Progesteronprofilklassen a – e in Abhängigkeit von der Milchleistung konnten zwischen den Gruppen statistisch nicht gesichert werden.

Tab. 6: Verteilung der Tiere auf die Progesteronprofilklassen a-e in Abhängigkeit von der Milchleistung

<b>Gruppe</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Milchleistung</b>		(kg)	< 8000	8000-10000	10001-12000	> 12000
<b>P-Profil a</b>	Anzahl Tiere	(n)	15	27	30	15
	Anteil Tiere	(%)	51,7	61,4	50	40,5
<b>P-Profil b</b>	Anzahl Tiere	(n)	4	4	10	7
	Anteil Tiere	(%)	13,8	9,1	16,7	18,9
<b>P-Profil c</b>	Anzahl Tiere	(n)	5	9	12	11
	Anteil Tiere	(%)	17,2	20,5	20	29,7
<b>P-Profil d</b>	Anzahl Tiere	(n)	3	4	4	2
	Anteil Tiere	(%)	10,3	9,1	6,7	5,4
<b>P-Profil e</b>	Anzahl Tiere	(n)	2	0	4	2
	Anteil Tiere	(%)	6,9	0	6,7	5,4
<b>P-Profil b - e</b>	Anzahl Tiere	(n)	14	17	30	22
	Anteil Tiere	(%)	48,3	38,6	50	59,5
<b>gesamt</b>	Anzahl Tiere	(n)	29	44	60	37

Anhand der Rückenfettdickeentwicklung wurden die Versuchstiere in fünf Gruppen eingeteilt. Dafür wurde ein Optimalbereich von 12 – 27 mm Rückenfettdicke festgelegt. Die Rückenfettdicke der Versuchstiere sollte sich von der Abkalbung bis zum 100. Tag post partum in diesem festgelegten Optimalbereich bewegen und diesen zu keinem Zeitpunkt über- oder unterschreiten.

#### IV. ERGEBNISSE

---

Es wurde folgende Gruppeneinteilung vorgenommen:

Gr. 1: Der Optimalbereich wurde nie verlassen.

Gr. 2: Der Optimalbereich wurde zu Beginn überschritten, dann aber nicht mehr verlassen.

Gr. 3: Der Optimalbereich wurde zu Beginn überschritten und dann unterschritten.

Gr. 4: Die RFD lag zu Beginn im Optimalbereich, dann wurde dieser unterschritten.

Gr. 5: Der Optimalbereich blieb immer unterschritten.

Die Verteilung der Progesteronprofilklassen a – e in Abhängigkeit von der Entwicklung der Rückenfettdicke post partum ist in der Tabelle 7 dargestellt.

In der Gruppe 1 war bei 59,3 % der Tiere das Progesteronprofil a zu beobachten. In der Gruppe 5 ist dieses Progesteronprofil 45,8 % der Tiere zuzuordnen. Der Anteil Tiere mit dem Progesteronprofil a war in der Gruppe 1 signifikant höher als in der Gruppe 5. Das Progesteronprofil b wurde in der Gruppe 1 bei 3,7 % und in der Gruppe 5 bei 33,3 % der Tiere beobachtet. Die statistische Auswertung ergab in der Gruppe 1 einen signifikant geringeren Anteil Tiere mit der Progesteronprofilklasse b als in der Gruppe 5. Von den Tieren der Gruppe 1 zeigten 3,7 % das Progesteronprofil d. In Gruppe 5 trat dieses Progesteronprofil bei 12,5 % der Tiere auf. Die statistische Auswertung erfolgte auf der Grundlage der FREQ – Procedure.

## IV. ERGEBNISSE

Tab. 7: Verteilung der Tiere auf die Progesteronprofilklassen a-e in Abhängigkeit von der Rückenfettdickegruppe 1-5

<b>Gruppe</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>P-Profil a</b>	Anzahl Tiere	(n)	16	4	4	52	11
	Anteil Tiere	(%)	59,3	66,7	44,4	50	45,8
<b>P-Profil b</b>	Anzahl Tiere	(n)	1	0	3	13	8
	Anteil Tiere	(%)	3,7	0	33,3	12,5	33,3
<b>P-Profil c</b>	Anzahl Tiere	(n)	8	1	2	24	2
	Anteil Tiere	(%)	29,6	16,7	22,2	23,1	8,3
<b>P-Profil d</b>	Anzahl Tiere	(n)	1	1	0	8	3
	Anteil Tiere	(%)	3,7	16,7	0	7,7	12,5
<b>P-Profil e</b>	Anzahl Tiere	(n)	1	0	0	7	0
	Anteil Tiere	(%)	3,7	0	0	6,7	0
<b>P-Profil b - e</b>	Anzahl Tiere	(n)	11	2	5	52	13
	Anteil Tiere	(%)	40,7	33,3	55,6	50	54,2
<b>gesamt</b>	Anzahl Tiere	(n)	27	6	9	104	24

### 7. Ergebnisse der Leptinbestimmung

Die Leptinkonzentrationen von insgesamt 24 Tieren kamen zur Auswertung. Als statistisches Verfahren wurde die Mixed Procedure eingesetzt. Die Tiere wurden in zwei Gruppen eingeteilt, wobei Kühe der Gruppe A bis zum 35. Tag post partum ovuliert hatten und weiterhin regelmäßig zyklisch blieben. In Gruppe B war bei den Versuchstieren bis zum 55. Tag post partum keine Ovulation feststellbar. Die durchschnittliche Leptinkonzentration aller Tiere in beiden Gruppen betrug 4,4 ng/ml. In Gruppe A wurde eine durchschnittliche Leptinkonzentration von 4,3 ng/ml und in Gruppe B von 4,5 ng/ml erreicht. In der Abbildung 4 sind die Entwicklung der Rückenfettdicke und die Leptinkonzentrationen beider Gruppen in Abhängigkeit vom Laktationsstadium dargestellt. In Gruppe A betrug die Rückenfettdicke 3 Wochen post partum im Durchschnitt 18,2 mm und fiel dann bis zur 13. Woche post partum auf 10,3 mm ab. In der Gruppe B war ein Abfall der durchschnittlichen Rückenfettdicke von 18 mm in der 3. Woche post partum auf 6,9 mm in der 13. Woche post partum zu verzeichnen. Die statistische Auswertung ergab in beiden Gruppen einen signifikanten Unterschied zwischen der Rückenfettdicke in der 3. Woche post partum und der Rückenfettdicke in der 13. Woche post partum. Die

## IV. ERGEBNISSE

durchschnittlichen Rückenfettdickewerte zu den entsprechenden Messzeitpunkten waren in Gruppe A nicht signifikant verschieden von denen in Gruppe B.

Tiere der Gruppe A wiesen 3 Wochen post partum eine durchschnittliche Leptinkonzentration von 4,0 ng/ml auf. In der 13. Woche post partum betrug die durchschnittliche Leptinkonzentration der Tiere dieser Gruppe 4,6 ng/ml. Bei den Tieren der Gruppe B betrug die durchschnittliche Leptinkonzentration 3 Wochen post partum und 13 Wochen post partum 4,5 ng/ml.

Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Leptinkonzentrationen innerhalb der jeweiligen Gruppe. Die Leptinkonzentrationen in Gruppe A waren zu den entsprechenden Messzeitpunkten nicht signifikant verschieden von den Leptinkonzentrationen in Gruppe B.

Gr. A: Ovulationen  
vor dem 35. d p.p.

Gr. B: Ovulationen  
nach dem 55. d p.p.

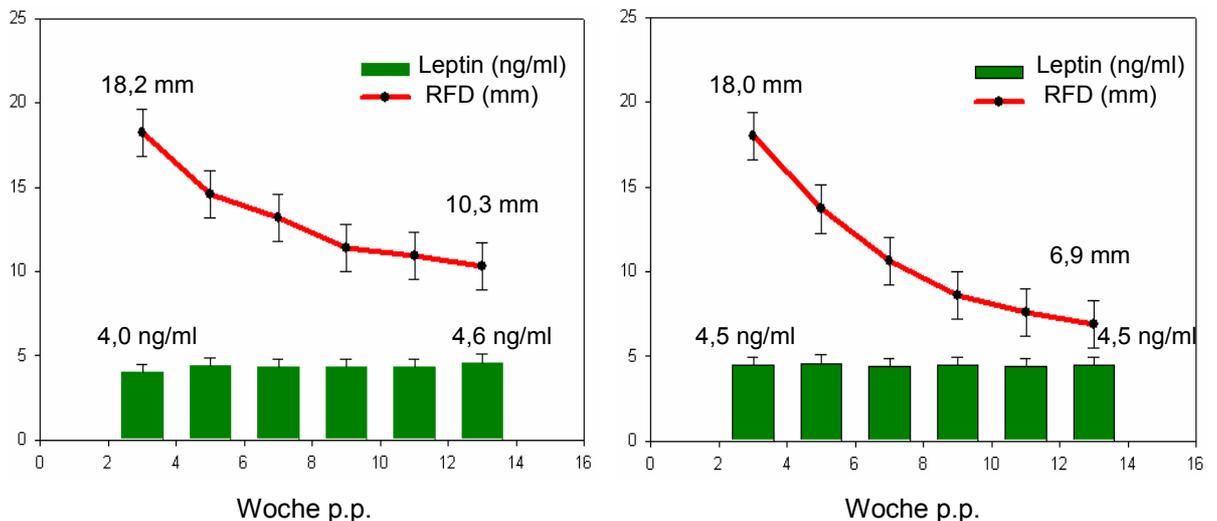


Abbildung 4: Rückenfettdicke und Leptinkonzentrationen in Gruppe A und B in Abhängigkeit vom Laktationsstadium

## IV. ERGEBNISSE

### 8. Beziehungen zwischen Milchleistung, Milchinhaltsstoffen und Fruchtbarkeit

Die Beziehungen zwischen den Milchleistungsdaten und den Fruchtbarkeitskennzahlen Rastzeit (RZ) und Zwischentragezeit (ZTZ) wurden statistisch ausgewertet. In der Tabelle 8 sind die Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Standardabweichungen (S.D.), Minima (Min.) und Maxima (Max.) der Milchleistungsdaten der 122 Versuchstiere dargestellt, die im Versuchszeitraum tragend wurden. Mittelwerte ( $\bar{X}$ ), Standardabweichungen (S.D.), Minima (Min.) und Maxima (Max.) der Fruchtbarkeitskennzahlen Rastzeit (RZ) und Zwischentragezeit (ZTZ) sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Tab. 8: Statistische Maßzahlen zu den Milchleistungsdaten der Versuchstiere

Variable		Einheit	$\bar{X}$	S.D.	Min.	Max.
Einsatzleistung	Milchmenge	kg	43,8	7,7	23	64,7
	Fettgehalt	%	4,7	0,9	2,1	6,6
	Eiweißgehalt	%	3,3	0,3	2,6	4,2
	Harnstoffkonz.	mg/l	254,6	66,2	43	480
	Fett-Eiweiß-Quotient		1,4	0,3	0,6	2,3
100-Tage-Leistung	Milchmenge	kg	4487,1	634,9	2922	6049
	Fettgehalt	%	4,2	0,6	2,9	6
	Eiweißgehalt	%	3,2	0,2	2,7	3,7
	Harnstoffkonz.	mg/l	269,3	40,5	183	393
	Fett-Eiweiß-Quotient		1,3	0,2	0,9	1,9
305-Tage-Leistung	Milchmenge	kg	10661,3	1967,2	5292	15077
	Fettgehalt	%	4,3	0,6	3	5,8
	Eiweißgehalt	%	3,4	0,2	2,9	3,9
	Harnstoffkonz.	mg/l	276,3	26,1	219	349
	Fett-Eiweiß-Quotient		1,3	0,1	0,9	1,6

#### IV. ERGEBNISSE

Tab. 9: Statistische Maßzahlen zu Fruchtbarkeitskennzahlen (n = 170)

<b>Variable</b>	$\bar{X}$	<b>S.D.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
RZ	87	25,4	39	173
ZTZ	127	54,2	47	275

Die statistische Auswertung ergab eine signifikante Korrelation zwischen der Zwischentragezeit und der Harnstoffkonzentration in der Einsatzleistung. Darüber hinaus korrelierten die Zwischentragezeit und der Milcheiweißgehalt der 100-Tage-Leistung signifikant miteinander. Zudem wurde eine signifikante Korrelation zwischen dem Milcheiweißgehalt der Einsatzleistung und der Rastzeit festgestellt.

In der Tabelle 10 sind die signifikanten Korrelationen zwischen den Fruchtbarkeitsparametern und den Milchinhaltsstoffen dargestellt. Zwischen der Milchleistung und den Fruchtbarkeitskennzahlen konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden.

Tab. 10: Korrelationskoeffizienten (Pearson) der signifikanten Korrelationen zwischen den Fruchtbarkeitskennzahlen RZ und ZTZ und Milchinhaltsstoffen (n = 170)

<b>Beziehungen</b>	<b>Korrelationskoeffizient (Pearson)</b>
ZTZ : Harnstoffkonzentration (Einsatzleistung)	- 0,22
ZTZ : Eiweißgehalt (100-Tage-Leistung)	- 0,22
RZ : Eiweißgehalt (Einsatzleistung)	- 0,24

In der Tabelle 11 sind der Besamungsindex (BI), die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung (TR aus EB) und der Anteil Brunsten mit nachfolgendem Progesteronanstieg in den Gruppen 1 – 4 in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration dargestellt. Kühe der Gruppe 1 wiesen eine Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung von 28,2 % auf, während Tiere der Gruppe 3

#### IV. ERGEBNISSE

eine Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung von 43,2 % hatten. Der Besamungsindex in Gruppe 3 betrug 2,6. Für die Gruppe 4 ergab sich ein Besamungsindex von 4,1. Der Anteil Brunsten, auf die ein Progesteronanstieg folgte, betrug in der 2. Gruppe 80,8 % und in der 4. Gruppe 88,2 %.

Tab. 11: TR aus EB, BI und Anteil Brunst mit nachfolgendem Progesteronanstieg in den Gruppen 1-4 in Abhängigkeit von der Milcheiweißkonzentration

Gruppe	Eiweißkonzentration (%)	Versuchstiere Anzahl (n)	TR aus EB (%)	BI	Progesteronanstieg nach einer Brunst (%)
1	< 3	39	28,2	3	81,3
2	3,0 - 3,19	46	28,3	3,6	80,8
3	3,2 - 3,4	44	43,2	2,6	82,6
4	> 3,4	31	35,5	4,1	88,2

In der Tabelle 12 sind der Besamungsindex (BI), die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung (TR aus EB) und der Anteil Brunsten mit nachfolgendem Progesteronanstieg in Abhängigkeit von der Milchleistung (Gruppen 1 – 4) dargestellt.

Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Trächtigkeitsraten aus Erstbesamung sowie dem Anteil Brunsten mit nachfolgendem Progesteronanstieg in den Milchleistungsgruppen.

Tab. 12: TR aus EB, BI und Anteil Brunst mit nachfolgendem Progesteronanstieg in den Gruppen 1-4 in Abhängigkeit von der Milchleistung

Gruppe	Milchleistung (kg)	Versuchstiere Anzahl (n)	TR aus EB (%)	BI	Progesteronanstieg nach einer Brunst (%)
1	< 8000	21	38,1	4,8	87,9
2	8000 - 10000	43	41,9	2,3	87,5
3	10001 - 12000	59	25,4	4	75,7
4	> 12000	37	37,8	2,9	86,5

## IV. ERGEBNISSE

### 9. Konditionsdynamik

In der Tabelle 13 sind die statistischen Maßzahlen der Konditionsparameter RFD, BCS und KM für die Versuchstiere, die im Untersuchungszeitraum tragend wurden (n = 122) dargestellt.

Tab. 13: Statistische Maßzahlen zu den Konditionsdaten Rückenfettdicke, BCS und Körpermasse der Tiere, die im Untersuchungszeitraum tragend wurden (n = 122) zu verschiedenen Zeitpunkten post partum

Variable		Einheit	$\bar{X}$	S.D.	Min.	Max.
Rückenfettdicke	zum Abkalbezeitpunkt	mm	19	6,1	5	31
	niedrigster Wert	mm	8,4	3,4	4,2	18,5
	Zeitpkt. des Tiefpunktes	d	112	20,3	66	198
	4 Wochen p.p.	mm	14,7	4,8	5,1	26,5
	8 Wochen p.p.	mm	11	3,9	4,8	22,1
	12 Wochen p.p.	mm	9,5	3,5	4,3	20,7
	200 Tage p.p.	mm	11,6	5,3	4,5	25,2
	300 Tage p.p.	mm	14,8	6	5,1	29,1
BCS	niedrigster Wert	mm	2,6	0,7	1	4
	Zeitpkt. des Tiefpunktes	d	115,1	28,4	56	210
	4 Wochen p.p.	mm	3,3	0,5	1	4,5
	8 Wochen p.p.	mm	2,9	0,5	1,5	4
	12 Wochen p.p.	mm	2,9	0,6	1,5	4,5
	200 Tage p.p.	mm	2,9	0,6	1,5	4,5
	300 Tage p.p.	mm	3,3	0,6	1	4,5
Körpermasse	niedrigster Wert	mm	619,8	54,2	464	772
	Zeitpkt. des Tiefpunktes	d	110,2	25,2	28	188
	4 Wochen p.p.	mm	642,4	61,1	464	802
	8 Wochen p.p.	mm	626,7	53,2	485	765
	12 Wochen p.p.	mm	629,8	55,2	473	775
	200 Tage p.p.	mm	659,3	55,1	505	853
	300 Tage p.p.	mm	688,4	57,7	521	879

## V. DISKUSSION

---

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Zusammenhänge zwischen Indikatoren der Energiebilanz einerseits und Fruchtbarkeitsparametern andererseits zu untersuchen. Dabei sollte überprüft werden, inwieweit sich die Körperkondition auf Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Fruchtbarkeit auswirkt.

### 1. Leistungsniveau der Herde und Milchinhaltsstoffe

Die 361 laktierenden Kühe der Herde erreichten eine durchschnittliche Jahresmilchmengenleistung von 10161 kg bei einer Fettmenge von 417 kg und einer Eiweißmenge von 346 kg. Die durchschnittliche Anzahl der Melktage betrug 316.

Vergleicht man diese Daten mit den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung des Jahres 2005, so lag die durchschnittliche Milchmengenleistung für Tiere derselben Rasse (Deutsche Holstein Farbrichtung schwarzbunt) in Mecklenburg-Vorpommern bei 8468 kg und in Deutschland bei 8282 kg (ADR, Rinderproduktion in Deutschland, 2005). Es handelte sich bei den untersuchten Tieren der Herde also um Hochleistungskühe mit einer überdurchschnittlichen Milchleistung. Mit 316 Melktagen lagen die Tiere der Herde im Bereich der Deutschen Holstein Farbrichtung schwarzbunt, für die durchschnittlich 320 Melktage für das Jahr 2005 angegeben wurden (ADR, Rinderproduktion in Deutschland, 2005).

Der durchschnittliche Fettgehalt von 4,1 % (417 kg) entsprach dem Durchschnitt für Deutsche Holstein in Mecklenburg-Vorpommern (4,07 %; 345 kg) und in Deutschland (4,13 %; 342 kg).

Der durchschnittliche Eiweißgehalt war mit 3,4 % (346 kg) ebenfalls im Bereich der Werte der Milchleistungskontrolle von 2005 für Mecklenburg-Vorpommern (289 kg; 3,4 %) und Deutschland (282 kg; 3,4 %) anzusiedeln (ADR, Rinderproduktion in Deutschland, 2005). Die 170 Versuchstiere erbrachten eine durchschnittliche Einsatzleistung von 42 kg pro Tag. Die 100-Tage-Leistung betrug 4310 kg und die 305-Tage-Leistung 10091 kg. Das Leistungsniveau der Versuchstiere ist demnach als sehr hoch einzustufen.

## V. DISKUSSION

---

Der für die Fragestellung dieser Arbeit interessanteste Zeitraum war die Früh lactation, da in diesem Zeitraum Versorgungsungleichgewichte und dadurch bedingte Erkrankungen am häufigsten sind (GIESECKE, 1991; GOFF u. HORST, 1997; INGVARTSEN und ANDERSEN, 2000).

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Erfassung von Fruchtbarkeitsleistungen und der Körperkondition in den ersten 100 Tagen post partum. Im Zusammenhang damit wurden die Milch Inhaltsstoffe in diesem Zeitraum betrachtet. Es erfolgte eine nähere Betrachtung der Fett- und Eiweißgehalte und der Harnstoffkonzentration der Milch.

In der Literatur wird vielfach eine negative Beziehung zwischen dem Milchfettgehalt und der Energiebilanz beschrieben (FARRIES, 1983, SCHOLZ, 1990; GRAVERT, 1991). Stark erhöhte Milchfettgehalte in der metabolisch anspruchsvollen Phase der Früh lactation können als Warnsignal für energetische Mangelsituationen gedeutet werden. Durch die starken Streuungen, denen der Milchfettgehalt unterliegt, wird seine Aussagekraft jedoch stark eingeschränkt (SEGGEWIß, 2004).

Der durchschnittliche Milchfettgehalt bei der ersten Milchleistungskontrolle nach der Abkalbung ist mit 4,8 % als relativ hoch einzuschätzen und könnte schon einen Hinweis auf eine Energiemangelsituation der untersuchten Tiere geben. In der Arbeit von SEGGEWIß (2004) wiesen Tiere mit einer stark negativen Energiebilanz im Mittel im 1. und 2. Laktationsmonat Milchfettgehalte von 4,36 % auf, was noch deutlich unterhalb des bei den Versuchstieren gemessenen Wertes liegt. Der Milchfettgehalt der 100-Tage-Leistung war mit 4,2 % im Durchschnitt wieder deutlich abgesunken, was auf eine Verbesserung der energetischen Situation der Tiere in diesem Laktationsstadium hindeutet.

Mehrfach wurde in der Literatur der positive Zusammenhang zwischen der Energieversorgung der Kühe und ihrem Milcheiweißgehalt beschrieben (KAUFMANN, 1976; SPOHR und WIESNER, 1991; DIRKSEN, 1994). Nach KAUFMANN (1976) und PABST et al. (1981) deuten niedrige Eiweißgehalte < 3,3 % auf einen Energiemangel hin. Der niedrige durchschnittliche Eiweißgehalt der 100-Tage-Leistung (3,2 %) könnte ein solcher Hinweis auf einen Energiemangel

## V. DISKUSSION

---

sein. Bei SEGGEWIß (2004) wird jedoch ersichtlich, dass die Milcheiweißkonzentration nicht immer die energetische Versorgung von Rindern ausreichend reflektiert, so dass die Grenzwerte und ihre Unterschreitung vorsichtig interpretiert werden müssen.

Ein Parameter, dessen Aussagekraft bezüglich der Energieversorgung deutlich besser einzuschätzen ist, ist der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ). SEGGEWIß (2004) und REIST et al. (2002) beschreiben die negative Beziehung zwischen FEQ und Energiebilanz. Der FEQ war in dem Zeitraum, in dem sich die Tiere zu Laktationsbeginn in einer negativen Energiebilanz befanden, deutlich erhöht (1,5) und näherte sich dann zum Zeitpunkt der 100-Tage-Leistung dem angestrebten Wert von 1,2. Diese relativ deutliche Erhöhung des FEQ zu Laktationsbeginn ist als zusätzlicher Hinweis auf eine erhebliche Energiemangelsituation der Versuchstiere zu werten, obwohl nach REIST et al. (2002) erst eine Herdengröße von mindestens 100 Tieren (saisonale Abkalbung) bzw. 400 Tieren (asaisonale Abkalbung) eine sichere Abschätzung der Energieversorgung auf Herdenbasis anhand des FEQ in der Früh-laktation möglich macht.

Trotz aller Einschränkungen geben die drei Milchparameter Fettgehalt, Eiweißgehalt und FEQ Hinweise auf eine energetische Unterversorgung der Versuchstiere in der Früh-laktation.

### **2. Morbidität und Mortalität**

Im Untersuchungszeitraum waren insgesamt 105 Abgänge zu verzeichnen, was 29,1 % der Gesamtzahl der Kühe der Herde entsprach. Im Vergleich zu den Abgangsraten für das Jahr 2005 in Deutschland (39,6 %) und in Mecklenburg-Vorpommern (43 %) lag die Abgangsrate unter dem Durchschnitt (ADR, Rinderproduktion in Deutschland, 2005). Betrachtet man jedoch die Abgangsgründe, so war die Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit mit 41,9 % sehr hoch. Nach MAHLKOW-NERGE et al. (2005) sollte die Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit weniger als 25 % der Gesamtabgänge betragen. In Deutschland wurden im Jahr 2005 im Durchschnitt 20,8 % und in Mecklenburg-Vorpommern

## V. DISKUSSION

---

11,8 % der Gesamtabgänge mit Sterilität begründet (ADR, Rinderproduktion in Deutschland, 2005).

Die genannten Werte wurden in der Herde erheblich überschritten, so dass in diesem Betrieb vorliegende Defizite in der Herdenfruchtbarkeit deutlich werden. Die möglichen Ursachen dafür werden im Weiteren näher beschrieben. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Energieversorgung der Tiere gelegt.

### 3. Konditionsdynamik

#### 3.1 BCS und Körpermasse

Vom Zeitpunkt der Abkalbung bis zum Tiefpunkt der Körpermasseentwicklung war eine durchschnittliche Abnahme an Körpermasse von 54 kg zu verzeichnen. SMITH und McNAMARA (1990) gehen von einer Mobilisation von Körperfett in der Frühlaktation von 50 – 60 kg aus. Zusätzlich zur Körperfettmobilisation kommt es jedoch vor allem in der Frühlaktation zur unerwünschten Mobilisation von Körperprotein, wobei eine Mobilisation von 10 kg Körperprotein einen Lebendmasseverlust von 50 kg zur Folge hat (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004). Pro kg Lebendmassemobilisation ist der Energiegewinn insgesamt als sehr variabel einzustufen. Der Verlust an Körpermasse kann zum Teil durch Wassereinlagerung ausgeglichen werden, so dass eine reine Lebendmassebestimmung zur Einschätzung der Energiebilanz als bedenklich anzusehen ist. GRESHAM et al. (1986) beschreiben jedoch eine mögliche Einschätzung des Körperfettgehaltes durch die kombinierte Anwendung von Body Condition Scoring und Körpermasse.

Der mittlere BCS der Versuchstiere zur Abkalbung war mit 3,5 als optimal anzusehen (HERDT, 1988; METZNER et al., 1993). Der BCS-Tiefpunkt wurde im Durchschnitt am Tag 114 post partum erreicht und betrug 2,5. Es kam also von der Abkalbung bis zum BCS-Tiefpunkt zu einem Verlust von einer BCS-Note.

Ein Verlust an Körperkondition von mehr als 0,5 BCS-Punkten ist unbedingt zu vermeiden, da es sonst zu einer besonders starken Lipomobilisation mit den

## V. DISKUSSION

---

entsprechenden metabolischen Belastungen für die Tiere kommt (HORSTMANN, 2004). Zudem wurden negative Auswirkungen einer starken Änderung des BCS in der Früh lactation auf die Fruchtbarkeit nachgewiesen (BUTLER et al., 1981; DECHOW et al., 2002).

Nach METZNER und MANSFELD (1992) soll zum Zeitpunkt der Wiederbelegung, wenn sich die Körperfettreserven wieder auffüllen, ein BCS von 3,5 – 3,0 Punkten angestrebt werden. MAO et al. (2004) jedoch beobachteten bei HF-Kühen zwischen dem 60. und 80. Tag post partum einen BCS-Tiefpunkt von unter 2,5 Punkten. Laut PRYCE et al. (2001) wurde der BCS-Tiefpunkt erst später (an Tag 120 post partum) erreicht.

Insgesamt ließ sich bei den Versuchstieren eine starke Abnahme des BCS von der Abkalbung bis zum BCS-Tiefpunkt beobachten, vor der in der Literatur gewarnt wird, die aber auch schon in Herden mit vergleichbarer Leistung beobachtet wurde. Die negativen Einflüsse einer starken BCS-Änderung auf die Fruchtbarkeit wurden in der Literatur von mehreren Autoren beschrieben (BUTLER et al., 1981; DECHOW et al., 2002, HORSTMANN, 2004). VAN ARENDONK et al (1991) und BERRY et al. (2002) beschrieben, dass bei hochleistenden Kühen die Phase der negativen Energiebilanz länger ist und als Folge Fruchtbarkeits- und Gesundheitsprobleme auftreten. PRYCE et al. (2000) beobachteten erhebliche Fruchtbarkeits- und Gesundheitsstörungen bei HF-Kühen als Folge der starken genetischen Selektion auf hohe Milchleistung.

Zwischen der hohen Abgangsrate wegen Unfruchtbarkeit in der Herde und dem erheblichen Verlust an Körperkondition bzw. dem späten Überwinden der negativen Energiebilanz kann eine Beziehung angenommen werden. Weitere Hinweise für eine lang andauernde und erst spät überwundene negative Energiebilanz liefern die Ergebnisse der Rückenfettdickemessung im folgenden Abschnitt.

### 3.2 Rückenfettdicke

Die mit Ultraschall gemessene Fettauflage an einem definierten Punkt im Rückenbereich stellt ein objektives Maß für die Quantität der vorhandenen

## V. DISKUSSION

---

Körperfettreserven dar (STAUFENBIEL, 1992, 1997). Die laktationsabhängigen Veränderungen zwischen Katabolismus und Anabolismus werden durch die Entwicklung der Rückenfettdicke anschaulich widerspiegelt (STAUFENBIEL et al., 2003). Die Abnahme der Rückenfettdicke ist ein quantitatives Maß für die Lipolyseintensität, die Zunahme der Rückenfettdicke für die Lipogeneserate (STAUFENBIEL, 1997) beziehungsweise ein aussagekräftiger Indikator der Energiebilanz (STAUFENBIEL et al, 1993). Die Rückenfettdicke kann somit als objektive Maßzahl angesehen werden, die als einzelner Wert unabhängig von Alter, Laktationszahl und dem Rahmen der Tiere die Körperkondition von Kühen widerspiegelt (SCHRÖDER, 2000).

Als Referenzkurve für die Auswertung der RFD-Entwicklung der untersuchten Herde diente die Optimalkurve nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004).

Die Tiere, bei denen zur Erstellung der Referenzkurve die Rückenfettdicke gemessen wurde, zeigten hohe Milchleistungen ( $> 9000$  kg) und akzeptable Fruchtbarkeitsergebnisse mit Zwischenkalbezeiten von weniger als 380 Tagen. Bei einseitiger Auswahl nach Milchleistung  $> 9500$  kg ohne Berücksichtigung der Fruchtbarkeit verschob sich der Kurvenverlauf nur unwesentlich in Richtung einer niedrigen RFD, während einseitige Selektion auf Zwischenkalbezeiten  $< 365$  Tage eine deutliche Verlagerung der Kurve in Richtung einer höheren RFD zur Folge hatte (SCHRÖDER, 2000).

Die mittlere Kondition der Tiere der Referenzkurve bewegte sich zur Abkalbung zwischen 22 und 24 mm RFD bei einem Durchschnittswert von  $22,9 \pm 7,2$  mm. Der postpartale Abbau von Körperfettreserven kam zwischen dem 90. und 100. Laktationstag zum Erliegen, wobei der Minimalwert durchschnittlich  $12,9 \pm 4,4$  mm betrug. Zum Laktationsende hin wurden Werte von 20 – 22 mm erreicht (SCHRÖDER, 2000).

## V. DISKUSSION

---

Das Alter, die Rasse und die Leistung der Tiere haben Einfluss auf den Konditionsverlauf.

### I. Alter

Jüngere Tiere bewegen sich generell auf einem niedrigeren konditionellen Niveau als ältere, da durch das Körperwachstum eine geringere Energieverfügbarkeit für die Lipogenese besteht (SCHRÖDER, 2000). Als Folge davon können Erstkalbinnen zum Trockenstellen keine ausreichenden Fettreserven für die kommende Laktation anlegen und zeigen sich in der zweiten Laktation im Durchschnitt unterkonditioniert. Bis zur Spätlaktation sind sie jedoch in der Lage, den mittleren Ausgangswert zu übertreffen und präsentieren sich am Ende der zweiten Laktation in guter Kondition (SCHRÖDER, 2000). Der Energiefluss in Richtung Wachstumsprozesse ist also vor allem bei primiparen Tieren von Bedeutung (GALLO et al., 1996).

Kühe mit mehr als zwei Laktationen erreichen den konditionellen Tiefpunkt später als jüngere, wobei sich gleichzeitig das Tal der Konditionskurve länger ausdehnt (WALTNER et al., 1993, SCHRÖDER, 2000).

VILLA-GODOY et al. (1988) beobachteten keinen Effekt des Alters auf die Körperkondition, und auch SCHRÖDER (2000) konnte sowohl bei jungen als auch bei alten Tieren einen Abbau von etwa 10 mm Rückenfettdicke feststellen. Eine gelegentlich beobachtete Altersabhängigkeit der Mobilitätsrate von Körperfett (WALTNER et al., 1993) könnte durch die Tatsache erklärt werden, dass die Konditionsänderung in der Früh-laktation von der maximalen Milchproduktion abhängig ist und diese wiederum mit zunehmender Laktationszahl ansteigt (PEDRON et al., 1993).

Ältere Tiere tendieren zum Ende der Laktation dazu, ihre ursprüngliche Kondition zu übertreffen, wodurch ein erhöhtes Risiko einer Überkonditionierung in der Spätlaktation entsteht (GALLO et al., 1996; SCHRÖDER, 2000).

## V. DISKUSSION

---

### II. Rasse

Der Abbau von Fettgewebe beginnt bei Tieren der Rasse HF laut SCHRÖDER (2000) früher als bei Tieren anderer Rassen und ist auch deutlich stärker ausgeprägt. Der konditionelle Tiefpunkt liegt mehr als 2 mm tiefer als bei schwarz-bunten Kühen aus Verdrängungskreuzungen (SCHRÖDER, 2000). Auch ist die Phase der negativen Energiebilanz bei Tieren dieser Rasse deutlich verlängert.

Trotz des verstärkten Konditionsverlustes sind HF-Tiere in der Lage, zum Ende der Laktation ausreichende Fettreserven zu generieren, so dass sich bei den Trockenstehern keine nennenswerten Unterschiede zeigen (SCHRÖDER, 2000).

Als Hauptursache für die rassespezifischen Konditionsverläufe wird die erhöhte Sensitivität der Adipozyten für lipolytische Signale des endokrinen oder nervösen Systems bei Tieren hoher genetischer Leistungsfähigkeit gesehen (SMITH und McNAMARA, 1990; McNAMARA, 1991). Als weiterer Faktor sind die verschiedenartigen Konzentrationen von Hormonen und Metaboliten bei Milchkühen unterschiedlicher genetischer Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen (SCHRÖDER, 2000). Die Tatsache, dass HF-Tiere den stärkeren Körperfettabbau in der Früh- und Spätlaktation zum Ende der Laktation zu kompensieren vermögen (McNAMARA, 1990), ist als Hinweis darauf zu sehen, dass die bessere metabolische Anpassungsfähigkeit dieser Tiere das negative Potential verstärkter Lipolyse zu minimieren vermag (SCHRÖDER, 2000).

### III. Leistung

Im Allgemeinen gelten hohe Milchleistungen als prädisponierend für eine Unterkonditionierung in der Spätlaktation, während niedrige Leistungen die Gefahr einer Verfettung erhöhen (MORROW, 1976). SCHRÖDER (2000) fand jedoch in Betrieben mit niedriger Herdenleistung vermehrt Tiere, die zum Trockenstellen unterkonditioniert waren. Diese Tatsache ist allerdings zum Großteil durch die teilweise inadäquate Fütterung in der Spätlaktation und der Trockenstehperiode bedingt und nicht durch die Milchleistung.

## V. DISKUSSION

---

Manager leistungsbetonter Herden zeigen gewöhnlich eine höhere Sensitivität dafür, der Milchkuh zum Trockenstellen das Anlegen ausreichender Fettreserven für die nächste Laktation zu ermöglichen (GEARHART et al., 1990). In der Hochlaktation ergeben sich bezüglich der minimalen Rückenfettdicke und der Ausdehnung der konditionellen Talsohle nur geringe Unterschiede (SCHRÖDER, 2000). Kühe in Hochleistungsbetrieben verlieren aber aufgrund der höheren Trockensteherkondition im Mittel etwa 2 mm mehr an Rückenfettdicke. Dieses Ergebnis lässt sich durch die mit steigender Milchproduktion zunehmende negative Energiebilanz und den entsprechend stärkeren Abbau von Fettgewebe erklären. Dementsprechend liegt auch die durchschnittliche maximale Abbaurate von Rückenfett in Hochleistungsherden deutlich höher als in Betrieben mit geringerer Leistung und wird etwa 10 Tage später erreicht (SCHRÖDER, 2000). In entsprechender Weise verzögert sich auch der Wiedereintritt in den Bereich einer positiven Energiebilanz.

Die mittlere Kondition der in der eigenen Arbeit untersuchten Tiere betrug zur Abkalbung im Durchschnitt  $19,1 \pm 6,1$  mm. Der postpartale Abbau von Körperfettreserven kam durchschnittlich an Tag  $112 \pm 22$  post partum zum Erliegen, wobei der Minimalwert im Mittel  $8,2 \pm 3,4$  mm betrug. Zum Laktationsende wurde an Tag 300 post partum ein durchschnittlicher Rückenfettdickewert von  $14,4 \pm 5,9$  mm erreicht.

Stellt man die Rückenfettdickeentwicklung der Versuchstiere der Referenzkurve nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004) gegenüber, so fällt auf, dass die Kurve der untersuchten Tiere über den gesamten Zeitraum der Laktation deutlich unterhalb der Referenzkurve liegt. Bis zum 80. Tag post partum befindet sie sich noch innerhalb des Referenzbereiches, weicht jedoch dann immer stärker von diesem ab.

Schon zum Abkalbezeitpunkt befanden sich die untersuchten Tiere in einer schlechteren Kondition als die Tiere der Referenzkurve. Die Versuchstiere bauten von diesem Zeitpunkt bis zum Tiefpunkt 0,9 mm mehr RFD ab als die Tiere der Referenzkurve. Auch wurde der konditionelle Tiefpunkt später erreicht, und die notwendige Zunahme an Rückenfettdicke bis zur Spätlaktation konnte nicht

## V. DISKUSSION

---

ausreichend realisiert werden. Während die RFD der Tiere der Referenzkurve am 300. Laktationstag nur 1,5 mm von der Rückenfettdicke zum Abkalbezeitpunkt entfernt war, lag die RFD der Versuchstiere zu diesem Zeitpunkt 4,7 mm unterhalb des Wertes zur Abkalbung. Um genügend Fettreserven für die nächste Laktation zur Verfügung zu haben, müsste bei den untersuchten Tieren eine erhebliche Zunahme an Körperfett in der Trockenstehphase erfolgt sein, was schwer zu realisieren gewesen sein wird. Schon MORROW (1976) beschrieb die Gefahr der Unterkonditionierung in der Spätlaktation bei Kühen mit hohen Leistungen. SCHRÖDER (2000) fand in Hochleistungsbetrieben einen Mehrverlust von 2 mm Rückenfettdicke, eine höhere maximale Abbaurate und einen verzögerten Eintritt in den Bereich der positiven Energiebilanz, was auch bei den Tieren der untersuchten Herde beobachtet werden konnte, die erst mit durchschnittlich 112 Tagen post partum die negative Energiebilanz überwandten. Nach KANITZ et al. (2003) treten Kühe mit den höchsten Milchleistungen erst nach 130 Laktationstagen in eine positive Energiebilanz ein.

Da es sich bei der untersuchten Herde um hochleistende Tiere handelt, die eine Jahresmilchleistung von über 10000 kg erbrachten, bestehen Bedenken, ob ein Vergleich mit der Referenzkurve nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004) für diesen Leistungsbereich aussagekräftig genug ist. Erstrebenswert wäre die Erstellung einer Referenzkurve für diesen Leistungsbereich, wobei auch hier die gleichzeitige Realisierung von hohen Milchleistungen und guten Fruchtbarkeitsergebnissen entscheidend wäre.

Bei einseitiger Auswahl der Tiere nach Milchleistungen  $> 9500$  kg beschreibt SCHRÖDER (2000) eine nur unwesentliche Verschiebung der Referenzkurve nach unten. Es stellt sich also die Frage, ob bei Milchleistungen  $> 10000$  kg die Verschiebung nach unten so erheblich ausfallen würde, wie es in der untersuchten Herde der Fall war.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Konditionskurve der Herde zwar durch die höhere Milchleistung der Tiere in gewissem Maße von der Referenzkurve nach unten abweichen muss; ob die Abweichung jedoch bei der vorhandenen

## V. DISKUSSION

---

Milchleistung so erheblich ausfallen darf, müsste durch die Erstellung einer Referenzkurve für diesen Leistungsbereich abgeklärt werden.

Wie schon durch die Milchinhaltsstoffe und den BCS angedeutet, wurde eine Unterkonditionierung der Versuchstiere auch durch die RFD bestätigt, die erwiesenermaßen auch in Beziehung zum Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen steht (VAN ARENDONK et al., 1991; COLLARD et al., 2000; PRYCE et al. 2000; BERRY et al., 2002).

### 4. Brunstfeststellung

Die Brunstfeststellung erfolgte dreimal täglich für etwa 10 bis 15 Minuten, wobei ca. 200 Tiere in drei Gruppen um 7<sup>00</sup> Uhr, 12<sup>00</sup> Uhr und 15<sup>00</sup> Uhr in Ruhezeiten, während des Treibens zum Vorwarteraum des Melkstandes, bei der Fütterung und beim Futterholen beobachtet wurden.

Nach HEUWIESER (1997) ist bei einer intensiven Brunstkontrolle vor allem die wiederholte (3 – 5mal pro Tag in 4 – 6 stündigem Abstand) und mindestens 20 Minuten währende korrekte Beobachtung der betreffenden Tiere durch das Pflegepersonal entscheidend. Nach ESSLEMONT (1973) wurden die besten Resultate dann erzielt, wenn die Herde um 8<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>, 21<sup>00</sup> und 24<sup>00</sup> für jeweils 30 Minuten beobachtet wurde. Die Beobachtungsdauer wurde hier sowohl nach der Vorgabe von HEUWIESER (1997) als auch nach der Vorgabe von ESSLEMONT (1973) deutlich unterschritten. Es erfolgte zwar eine wiederholte Beobachtung, jedoch waren die Tiere zu den Beobachtungszeiten teilweise durch die Fütterung oder durch den Gang zum Vorwarteraum des Melkstandes abgelenkt. Zusätzlich wurden Tiere anhand der Pedometriedaten ausgewählt und zur Besamung vorgestellt.

Anhand von Brunstbeobachtung und Pedometrie wurde insgesamt 180 mal eine Brunst festgestellt. Demgegenüber wurde mit Hilfe der Progesteronanalytik bei denselben Kühen in 385 Fällen die Bildung eines Corpus luteum festgestellt. In 148 Fällen ergab sich eine Übereinstimmung der Brunstfeststellung aus den Daten der Brunstbeobachtung (incl. Pedometrie) und der Milchprogesteronbestimmung, was

## V. DISKUSSION

---

38,4 % entspricht. Selbst wenn in Betracht gezogen wird, dass nicht alle der 385 durch Progesteronanalytik detektierten Corpora lutea Folge einer sichtbaren Brunst waren, muss doch von einer unzureichenden Brunsterkennungsrate gesprochen werden (ESSLEMONT, 1992; FERGUSON und GALLIGAN, 1993; HEUWIESER und MANSFELD, 2004 und ZIEGER, 2004). Nach KANITZ und BECKER (2006) sollte die Brunsterkennungsrate in milcherzeugenden Betrieben idealerweise 60 - 80 % betragen. Die niedrige Brunsterkennungsrate muss als Folge von Problemen im Management der Herde gesehen werden, die schon in der Ausführung der Brunstbeobachtung deutlich werden. Ein weiteres Problem besteht darin, dass nur auf 82,8 % der in dem untersuchten Betrieb beobachteten Brunsten auch ein Progesteronanstieg folgte. In Übereinstimmung damit stehen die Angaben von WILTBANK et al. (2006). Er stellte bei Kühen der Rasse HF in den USA fest, dass bei 20 % der untersuchten Tiere Brunsten nicht von Ovulationen gefolgt waren. WETTEMANN und BOSSIS (2000) fanden nach einer längeren Periode der restriktiven Fütterung bei Kühen eine verminderte Sekretion von LH und Östrogen, was ein Ausbleiben der Ovulation zu Folge hatte. Auch eine abrupte Kürzung der Futterzufuhr führt laut DISKIN et al. (1999) innerhalb von zwei Wochen zu einem Ausbleiben der Ovulation bei 60 % der Tiere, wobei in diesem Fall kein Effekt auf die LH-Pulsfrequenz nachgewiesen werden konnte. In dem vorliegenden Fall könnte eine vorhandene Energiemangelsituation durch ausbleibende Ovulation den erwarteten Progesteronanstieg nach der Brunst verhindert haben.

LUCY et al. (1991) beobachteten bei Tieren mit weniger stark ausgeprägtem Energiedefizit eine höhere Ovulationsrate, wobei dieser Effekt lediglich in den ersten 25 Tagen post partum eintrat. Die Ausprägung der Brunsterscheinungen wird mit zunehmenden Ausmaß des Energiedefizits negativ beeinflusst (BERGHORN et al., 1988). VILLA-GODOY et al. (1990) beobachteten bei negativer Energiebilanz einen verzögerten Beginn des Diöstrus. Der Besamungszeitpunkt ist dann schwieriger zu bestimmen, was zu reduzierten Fruchtbarkeitsergebnissen führt. Andererseits zeigen Kühe mit zu geringer Kondition zum Abkalbezeitpunkt später unregelmäßige Zyklen und niedrige Trächtigkeitsraten (WALTNER et al., 1993).

## V. DISKUSSION

---

### 5. Fruchtbarkeit

Zur Beurteilung der Fruchtbarkeit wurden unter anderem die Fruchtbarkeitskennzahlen Rastzeit, Zwischentragezeit, Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung und der Besamungsindex herangezogen.

Die Rastzeit ist leistungsabhängig und sollte je nach Leistung der Tiere im Bereich von 42 bis 115 Tagen liegen (DE KRUIF, 1999; WEBER, 2001; BUSCH und LEOPOLD, 2001, PLATEN, 2001; JAHNKE, 2002), wobei aus höherer Leistung auch eine längere Rastzeit resultiert (JAHNKE, 2002). Die mittlere Rastzeit der Tiere der Herde lag mit 87 Tagen innerhalb der angegebenen Grenzen und ist bei der vorhandenen Leistung als angemessen anzusehen.

Die Zwischentragezeit wird von zahlreichen Autoren aufgrund ihrer ökonomischen Bedeutung als die wichtigste Fruchtbarkeitskennzahl angesehen (JAHNKE, 2002). Sie sollte in Abhängigkeit von der Leistung 60-125 Tage betragen (DE KRUIF, 1999; WEBER, 2001; BUSCH und LEOPOLD, 2001, PLATEN, 2001; JAHNKE, 2002). WEBER (2001) sowie JAHNKE (2002) beobachteten eine deutliche Erhöhung der Zwischentragezeit bei Kühen mit einer Milchleistung von > 10000 kg bzw. > 11000 kg im Vergleich zu Kühen mit einer Milchleistung von 6000 kg. Die Zwischentragezeit war bei den Kühen der Herde mit 127 Tagen vergleichsweise hoch, was bei der akzeptablen Rastzeit vor allem durch die mit 40 Tagen stark erhöhte Verzögerungszeit zustande kam. Die Verzögerungszeiten sollten für Kühe 30 Tage nicht überschreiten (JAHNKE, 2002). Wesentliche Ursachen für die hohe Verzögerungszeit waren die geringe Brunsterkennungsrate und die niedrige Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung.

Nach JAHNKE (2002) und FEUCKER (2003) sind für Kühe Trächtigkeitsraten aus Erstbesamung von über 60 % erstrebenswert. MAHLKOW-NERGE et al. (2005) geben für Kühe einen Richtwert von > 55 % für die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung an. Bei den Versuchstieren lag die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung bei 33,8 %, was deutlich unterhalb des in der Literatur empfohlenen Wertes liegt. Als ursächlich müssen dafür die Wahl des Besamungszeitpunktes, die

## V. DISKUSSION

---

zum Teil nicht erfolgten Ovulationen nach deutlicher Brunst und der Gesundheitsstatus der Tiere der Herde angesehen werden.

Der Besamungsindex war mit 3,2 deutlich höher als die in der Literatur empfohlenen Werte. Nach JAHNKE (2002) und FEUCKER (2003) sollte der Besamungsindex für Kühe den Wert von 1,7 nicht wesentlich überschreiten, wobei nach FEUCKER (2003) auch ein Besamungsindex von 2 noch nicht bedenklich ist.

Für die vorliegende deutliche Überschreitung des Besamungsindex bei den Versuchstieren kommen ursächlich ein falscher Besamungszeitpunkt, die niedrige Trächtigkeitsrate und fehlgedeutete Brunstsymptome in Betracht.

### 6. Ergebnisse der Milchprogesteronbestimmung

Bei Milchkühen mit einem normalen Puerperium tritt die erste Ovulation post partum zwischen dem 15. und 21. Tag nach dem Abkalben auf (KARG u. SCHALLENBERGER, 1983; SAVIO et al. 1990; OPSOMER u. DE KRUIF, 1999). SCHOPPER et al. (1993) konnten in ihren Untersuchungen die erste Ovulation durchschnittlich 23 Tage nach der Abkalbung nachweisen. In den Untersuchungen von SCHOPPER (1993) war bei 90 % der Kühe ein Wiederbeginn des ovariellen Zyklus innerhalb von 50 Tagen nach dem Abkalben zu beobachten. Ein Anstieg der peripheren Progesteronkonzentration ließ sich etwa 3 Wochen post partum nachweisen (MASILO et al., 1992; SCHOPPER et al., 1993; BRITT, 1995; DARWASH et al., 1997). OPSOMER und DE KRUIF (1999) konnten zwischen dem 15. und 30. Tag post partum die erste Progesteronerhöhung nach dem Abkalben nachweisen, die auf den Beginn einer ovariellen Aktivität hinweist.

Bei extrem hoher Einsatzleistung, Managementfehlern und Erkrankungen im peripartalen Zeitraum kann es jedoch zu einer erheblichen Verzögerung der ersten Ovulation post partum kommen (ZUREK et al., 1995). Als wichtigste Ursache der verzögert einsetzenden Aktivität wird eine negative Energiebilanz angesehen (BUTLER und SMITH, 1989). Aufgrund der geringen Glucose- und Insulinverfügbarkeit während der Phase der negativen Energiebilanz ist die Reaktion der Ovarien auf die pulsierende LH-Ausschüttung verringert (LUCY et al.,

## V. DISKUSSION

---

1991; STEVENSON u. PURSLEY, 1994). DISKIN et al. (1999) beobachteten nach einer längeren Periode von Futterrestriktion das Ausbleiben von Ovulationen und das vermehrte Auftreten von Anöstrie.

In der Literatur wird wiederholt der deutliche Zusammenhang zwischen der negativen Energiebilanz und dem verzögerten Wiederbeginn des Ovarzyklus beschrieben (VILLA-GODOY et al., 1988; SPICER et al., 1990; STAPLES et al., 1990; WETTEMANN u. BOSSIS, 2000; BUTLER, 2000; FRIGGENS, 2003). STAPLES et al. (1990) fanden einen stärkeren Abbau an Körpersubstanz für die Milchproduktion bei Kühen, die erst nach dem 40. Tag post partum eine Lutealaktivität zeigten, als bei Kühen, bei denen vor dem 40. Tag post partum ein Wiedereinsetzen der zyklischen Ovarfunktion zu beobachten war. Insgesamt ist der Einfluss der Energiebilanz auf den Beginn der Ovarfunktion stärker als der Einfluss der Milchleistung (STAPLES et al., 1990). Kühe können jedoch auch ovulieren, wenn sie sich noch in der negativen Energiebilanz befinden. Die negative Energiebilanz wirkt sich erst zwischen dem 40. und 70. Tag post partum negativ auf die Gelbkörperaktivität aus (STAPLES et al., 1990). REKSEN et al. (2002) beobachteten bei Kühen mit einem frühen Beginn der Ovarfunktion deutlich höhere BCS-Werte als bei Kühen mit einem verzögerten Beginn des Ovarzyklus.

REIST et al. (2003) fanden im Gegensatz zu den Literaturangaben von VILLA-GODOY et al. (1988), SPICER et al. (1990), STAPLES et al. (1990), WETTEMANN u. BOSSIS (2000), BUTLER (2000), REKSEN (2002) und FRIGGENS (2003) keinen Zusammenhang zwischen der Energiebilanz und dem Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum.

In der eigenen Studie wurde bei 17,7 % der Versuchstiere ein erster Progesteronanstieg nach mehr als 50 Tagen post partum festgestellt. Das ist ein höherer Prozentsatz als in der Arbeit von SCHOPPER (2003). SHRESTHA et al. (2004) konnten bei zwei Dritteln der Hochleistungskühe einen verzögerten Beginn des Ovarzyklus (nach dem 45. Tag post partum) feststellen, und LAMMING und DARWASH (1998) beobachteten bei 37,4 % der Tiere einen verzögerten Beginn der zyklischen Ovarfunktion mit einer ersten Lutealaktivität nach dem 44. Tag post partum. In der eigenen Studie wurden also deutlich weniger Kühe mit verzögertem

## V. DISKUSSION

---

Wiederbeginn des Ovarzyklus beobachtet als in den letztgenannten Studien (LAMMING und DARWASH, 1998; SHRESTHA et al., 2004). Betrachtet man jedoch die Progesteronprofile, so fällt auf, dass nur bei 51,2 % der Versuchstiere ein Progesteronanstieg vor dem 45. Tag post partum erfolgte, auf den auch regelmäßige Zyklen folgten. Alle anderen Tiere (48,8 %) zeigten einen abweichenden Beginn der zyklischen Ovarfunktion, wobei unterschiedliche Störungen auftraten. Nur etwa die Hälfte aller Versuchstiere wiesen ein Progesteronprofil auf, das sowohl ein physiologisches Intervall von der Abkalbung bis zum Wiedereinsetzen des Ovarzyklus als auch einen regelmäßigen Zyklus erkennen ließ.

Im Vergleich zu den Literaturangaben (LAMMING und DARWASH, 1998; SCHOPPER, 2003; SHRESTHA et al., 2004) ist der Anteil an Kühen mit physiologischem Progesteronprofil eindeutig als zu gering einzustufen, wobei zu berücksichtigen ist, dass in den genannten Studien keine Überprüfung der Regelmäßigkeit der auf den ersten Ovarzyklus folgenden Zyklen vorgenommen wurde.

Wie auch in anderen Studien belegt (VILLA-GODOY et al., 1988; SPICER et al., 1990; STAPLES et al., 1990; WETTEMANN u. BOSSIS, 2000; BUTLER, 2000; REKSEN et al., 2002; FRIGGENS, 2003), konnte in der vorliegenden Arbeit ein Zusammenhang zwischen Indikatoren der Energiebilanz und dem Intervall von der Abkalbung bis zur ersten Gelbkörperaktivität beobachtet werden. Die Einschätzung der Energiebilanz erfolgte in dieser Arbeit anhand von Rückenfettdicke und Milchinhaltsstoffen.

Tiere, deren Eiweißgehalt der 100-Tage-Leistung relativ hoch war, zeigten einen früheren Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion bei weniger Störungen des Zyklus' als Tiere mit einem niedrigen Eiweißgehalt. Die durch einen geringen Milcheiweißgehalt angedeutete Energiemangelsituation wirkt sich also wie auch schon von VILLA-GODOY et al. (1988), SPICER et al. (1990), STAPLES et al. (1990), WETTEMANN u. BOSSIS (2000), BUTLER (2000), REKSEN (2002) und FRIGGENS (2003) beschrieben negativ auf den Wiederbeginn des Ovarzyklus aus. Besser geeignet für die Einschätzung der Energiebilanz ist jedoch die Rückenfettdicke (STAUFENBIEL et al., 2003). Bei den Tieren, deren RFD sich im

## V. DISKUSSION

---

Verlauf der Laktation im Optimalbereich der Rückenfettdicke befand, wurde nur selten ein verzögerter Beginn der zyklischen Ovarfunktion post partum oder Störungen der Ovarfunktion beobachtet. Tiere, deren RFD hingegen immer unterhalb des Optimalbereiches der Rückenfettdicke lag, zeigten vermehrt Störungen der zyklischen Ovarfunktion und ein verlängertes Intervall von der Abkalbung bis zur ersten Lutealaktivität.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen von REKSEN et al. (2002), die bei Tieren mit frühem Beginn des Ovarzyklus' post partum deutlich höhere BCS-Werte feststellten als bei Tieren mit verlängertem Intervall von der Abkalbung bis zum ersten Ovarzyklus post partum.

Der Anteil der Tiere mit RFD-Werten im Optimalbereich ist in der Herde mit 40,7 % sehr gering. Die restlichen Tiere sind zum großen Teil als unterkonditioniert einzustufen. Die beschriebenen Auswirkungen einer zu geringen Rückenfettdicke auf die Fruchtbarkeit in Form von verlängertem Intervall von der Abkalbung bis zum ersten Progesteronanstieg und Störungen der Ovarfunktion lassen die Vermutung zu, dass die Fruchtbarkeitsprobleme der Herde zumindest teilweise auf den schlechten Konditionszustand vieler Tiere der Herde zurückzuführen sind.

Der Einfluss der Energiebilanz auf den Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum ist, wie auch von STAPLES et al. (1990) beobachtet, größer als der Einfluss der Milchleistung. Es konnten jedoch auch in den eigenen Untersuchungen Beziehungen zwischen dem Wiederbeginn des Ovarzyklus und der Milchleistung festgestellt werden. Bei Kühen mit Milchleistungen > 12000 kg waren häufiger Störungen der zyklischen Ovarfunktion und ein verzögerter Wiederbeginn des Ovarzyklus post partum zu beobachten als bei Tieren mit Milchleistungen < 8000 kg.

### **7. Ergebnisse der Leptinbestimmung**

In der Literatur wurde wiederholt die positive Korrelation zwischen der Plasmaleptinkonzentration und dem Körperfettgehalt beschrieben (STEPHENS et al., 1995; CAMPFIELD et al., 1996; MESSINIS u. MILIGOS, 1999).

## V. DISKUSSION

---

DELAVAUD et al. (2002) stellten eine enge lineare Beziehung zwischen dem Fettzellvolumen und der Leptinkonzentration im Plasma von Kühen heraus. Es wurde eine positive Korrelation zwischen Leptinkonzentrationen und der Energiebilanz gefunden (JORRITSMA et al., 2003; REIST et al., 2003; LIEFERS et al., 2003), wobei im Falle einer negativen Energiebilanz ein niedriger Leptingehalt zu vermehrter Futteraufnahme und erhöhter Lipolyserate führte. LIEFERS et al. (2003) und JORRITSMA et al. (2003) beobachteten dementsprechend bei Kühen mit positiver Energiebilanz eine erhöhte Leptinkonzentration im Plasma, die zu einer verminderten Futteraufnahme und einer verminderten Lipolyserate führte (LIEFERS et al., 2003).

Die Leptinkonzentration im Plasma von Kühen ist während der Späträchtigkeit relativ hoch, um dann zum Zeitpunkt der Abkalbung rapide abzufallen (KADOKAWA et al., 2000; LIEFERS et al., 2003; REIST et al., 2003). Die in den genannten Studien angegebenen Plasmakonzentrationen für Leptin variieren jedoch nicht unerheblich. Während LIEFERS et al. (2003) in der Späträchtigkeit Werte um 5,0 ng/ml maßen, bewegten sich die Leptinwerte in der Studie von REIST et al. (2003) zu diesem Zeitpunkt um 7,3 ng/ml. Zum Zeitpunkt der Abkalbung wurden nach LIEFERS et al. (2003) mittlere Leptinkonzentrationen von 4,0 ng/ml gemessen. REIST et al. (2003) konnten zu diesem Zeitpunkt Leptinwerte von 4,9-5,5 ng/ml feststellen, wobei die niedrigen Werte bei Tieren mit stark restriktivem Futterangebot beobachtet wurden. KADOKAWA et al. (2000) konnten erst am Tag 10 der Laktation einen Tiefpunkt der Leptinkonzentration nachweisen. Kurz nach dem Abkalben beobachteten LIEFERS et al. (2003) einen kurzzeitigen leichten Anstieg der Leptinwerte, die bis zum Tag 40 jedoch wieder abfielen, um bis zum 70. Laktationstag konstant niedrig zu bleiben. Kühe mit stark ausgeprägter negativer Energiebilanz zeigten im Verlauf der Laktation niedrigere Leptinwerte als zur Zeit der Abkalbung, während bei Kühen mit positiver Energiebilanz nach der Abkalbung ein Anstieg der Leptinkonzentration zu beobachten war (LIEFERS et al., 2003). In den Untersuchungen von REIST et al. (2003) kam es nach Erreichen des Tiefpunktes zur Zeit der Abkalbung bis zur 20. Woche post partum zu einem langsamen Anstieg der Leptinkonzentration, wobei hier in Abhängigkeit von der

## V. DISKUSSION

---

Energiebilanz bei Kühen mit weniger Futterangebot ebenfalls niedrigere Leptinwerte gemessen wurden. Auch KADOKAWA et al. (2000) stellten einen Anstieg nach Erreichen des Tiefpunktes fest.

In der vorliegenden Studie konnte im Gegensatz zu den genannten Untersuchungen (KADOKAWA et al., 2000; JORRITSMA et al., 2003; LIEFERS et al., 2003; REIST et al., 2003) keine Abhängigkeit der Entwicklung der Leptinkonzentration post partum von der Energiebilanz beobachtet werden. Auch die vielfach beschriebene positive Korrelation zwischen Körperfettgehalt und Leptinwerten (DÖCKE, 1994; STEPHENS et al., 1995; CAMPFIELD et al., 1996; MESSINIS u. MILIGOS, 1999; DELAVAUD et al. 2002) konnte durch die eigenen Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Die Leptinkonzentrationen spiegelten nicht die Entwicklung der Rückenfettdicke im Zeitraum von der 3. bis zur 13. Woche post partum wider. Zwischen den beiden Gruppen A und B mit Unterschieden in der Entwicklung der Rückenfettdicke, die die Unterschiede in der Ausprägung der negativen Energiebilanz widerspiegeln, konnten keine signifikanten Abweichungen der Leptinkonzentrationen beobachtet werden.

In der Literatur werden die Leptinkonzentrationen im Blutplasma von Rindern als wesentliches Signal für die Regulation von Fortpflanzungsfunktionen beschrieben (KADOKAWA et al., 2000; WETTEMANN und BOSSIS, 2000; AMSTALDEN et al., 2002; WILLIAMS et al., 2002; LIEFERS et al., 2003; JORRITSMA, 2003).

KADOKAWA et al. (2000) beobachteten eine positive Korrelation von Leptinkonzentration zur LH-Puls-Frequenz und der LH-Amplitude. Nach Verabreichung von Leptin an kastrierte und gefastete Kühe kam es zu einem deutlichen LH-Anstieg und einer erhöhten Frequenz der LH-Pulse im Blut (AMSTALDEN et al., 2002). Auch WETTEMANN und BOSSIS (2000) sahen in Leptin ein mögliches Signal zwischen der Futteraufnahme und der LH-Sekretion. JORRITSMA et al. (2003) konnten nur einen geringen Effekt von Leptin auf die

## V. DISKUSSION

---

Ausprägung der LH-Pulse beobachten, der ausschließlich bei metabolischen Entgleisungen sichtbar wurde.

Im Gegensatz zu den Studien von KADOKAWA et al. (2000), WETTEMANN und BOSSIS (2000) und AMSTALDEN et al. (2002) zeigten GARCIA et al. (2004), dass Leptin keinen Einfluss auf die Konzentration von LH und FSH im Blutplasma von Rindern hatte. In Studien von LIEFERS et al. (2003) und REIST et al. (2003) konnten keine Verbindungen zwischen Fluktuationen der Leptinkonzentration und dem Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum nachgewiesen werden. LIEFERS et al. (2003) beschrieben jedoch Beziehungen zwischen der Leptinkonzentration und der Ausprägung der ersten Brunst post partum.

Bei der Auswertung der eigenen Ergebnisse konnte im Unterschied zu den Studien von KADOKAWA et al. (2000), WETTEMANN und BOSSIS (2000) und AMSTALDEN et al. (2002) jedoch in Übereinstimmung mit LIEFERS et al. (2003) und REIST et al. (2003) kein Einfluss der Leptinkonzentration auf den Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion post partum festgestellt werden. Die Leptinkonzentrationen bei Tieren mit relativ frühen Ovulationen (< 35 Tage nach der Abkalbung) unterschieden sich nicht signifikant von den Leptinkonzentrationen, die bei den Tieren mit verzögertem Beginn des Ovarzyklus (> 55 Tage nach der Abkalbung) gemessen wurden.

Mit Hilfe der Bestimmung unterschiedlicher Parameter der Fruchtbarkeit konnten bei den untersuchten Tieren deutliche Defizite in der Herdenfruchtbarkeit festgestellt werden. Diese äußerten sich in verlängerten Zwischentragezeiten, einem erhöhten Besamungsindex, einer niedrigen Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung und Störungen des Wiederbeginns der zyklischen Ovarfunktion, die durch die Progesteron-Analytik aufgedeckt wurden. Als Ursache für die Fruchtbarkeitsstörungen in der Herde kann die geringe Brunsterkennungsrate und der hohe Verlust an Körperkondition der Tiere nach der Abkalbung angesehen werden, der mit Hilfe der Rückenfettdicke bestimmt wurde.

Bewegt sich die Körperkondition einer Herde innerhalb der vorgeschlagenen Referenzgrenzen für die Rückenfettdicke, so ist auf der Basis des

## V. DISKUSSION

---

Energiestoffwechsels keine nennenswerte Konkurrenz zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit zu erwarten. Wird die Körperkondition über das durch die Referenzkurve vorgegebene Maß beansprucht, tritt eine Konkurrenz ein, wobei sich diese Konkurrenzbeziehung immer zu Lasten der Fruchtbarkeit entwickelt (STAUFENBIEL et al., 2003). Der letztgenannte Fall gilt für die untersuchten Tiere im Versuchsbetrieb.

Eine wesentliche Verbesserung der Herdenfruchtbarkeit im untersuchten Betrieb ist durch die Annäherung an eine optimale Körperkondition in Verbindung mit einer höheren Brunsterkennungsrate zu erwarten.

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

---

Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung von Beziehungen zwischen Indikatoren der Energiebilanz und Fortpflanzungsfunktionen von Hochleistungsmilchkühen post partum, wobei besonderes Augenmerk auf den Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion in den ersten 100 Tagen nach der Abkalbung gelegt wurde.

Die Untersuchungen wurden an 361 Hochleistungsmilchkühen der Rasse Deutsche Holstein, Farbrichtung schwarzbunt, über den Zeitraum von einem Jahr durchgeführt. Die durchschnittliche 305-Tage-Leistung betrug 10091 kg.

Als Indikatoren der Energiebilanz wurden die Körpermasse, der BCS und die Rückenfettdicke gewählt. Zusätzlich wurden Eiweiß-, Fett- und Harnstoffkonzentrationen in der Milch bestimmt.

Die Fortpflanzungsleistung der Tiere wurde anhand von Brunstdaten, Milchprogesteronkonzentrationen und den Fruchtbarkeitskennzahlen Rastzeit, Zwischentragezeit, Verzögerungszeit, Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung und Besamungsindex erfasst. Um eine mögliche Beziehung von Leptin zur Energiebilanz und dem Wiedereinsetzen des Ovarzyklus nach der Abkalbung darzustellen, wurde die Leptinkonzentration im Blutplasma von 24 ausgewählten Tieren bestimmt.

Der Milchfettgehalt der ersten Milchleistungskontrolle lag durchschnittlich bei 4,8 % und der Eiweißgehalt der 100-Tage-Leistung betrug 3,2 %. Der FEQ lag zu Laktationsbeginn bei 1,5. Die Rückenfettdickewerte der Tiere der Herde lagen deutlich unterhalb der Referenzkurve von STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004).

Die Ergebnisse der visuellen Brunstfeststellung stimmten in 38,4 % der Fälle mit den Ergebnissen der Milchprogesteronbestimmung überein. Mit Hilfe der Progesteronanalytik wurden deutlich mehr ovarielle Zyklen erfasst als mit der visuellen Brunstfeststellung. Bei 17,7 % der Versuchstiere wurde nach mehr als 50 Tagen post partum ein erster Progesteronanstieg festgestellt. Nur bei 51,2 % der Versuchstiere

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

---

erfolgte jedoch ein Progesteronanstieg vor dem 45. Tag p.p., auf den auch regelmäßige Zyklen folgten. Alle anderen Tiere zeigten Störungen des Ovarzyklus. Tiere mit einem vergleichsweise hohen Milcheiweißgehalt der 100-Tage-Leistung zeigten einen früheren Wiederbeginn der zyklischen Ovarfunktion bei weniger Störungen des Zyklus' als Tiere mit einem niedrigen Eiweißgehalt. Bei Kühen mit Milchleistungen > 12000 kg waren häufiger Störungen der zyklischen Ovarfunktion und ein verzögerter Wiederbeginn des Ovarzyklus post partum zu beobachten als bei Tieren mit Milchleistungen < 8000 kg.

In der vorliegenden Arbeit konnte ein Zusammenhang zwischen Indikatoren der Energiebilanz und dem Intervall von der Abkalbung bis zur ersten Ovaraktivität beobachtet werden. Tiere mit einer Rückenfettdicke, die sich im Laktationsverlauf im Optimalbereich befand, zeigten nur selten einen verzögerten Beginn der zyklischen Ovarfunktion p.p. oder Störungen des Ovarzyklus. Der Anteil der Tiere mit RFD-Werten im Optimalbereich betrug 40,7 %. Der größte Teil der anderen Tiere war unterkonditioniert.

In der vorliegenden Studie konnte keine Abhängigkeit der Leptinkonzentration von der Entwicklung der Rückenfettdicke im Zeitraum vom 20. bis zum 100. Tag post partum beobachtet werden. Es wurde auch kein Einfluss der Leptinkonzentration in dem oben genannten Zeitraum auf den Wiederbeginn des Ovarzyklus post partum gefunden.

## VII. SUMMARY

---

### **An Investigation of the relation between indicators of energy balance and postpartum reproductive functions in case of high yielding dairy cows**

The aim of the present study was to investigate the relation between indicators of energy balance and postpartum reproductive functions in case of high yielding dairy cows, with special attention to the re-initiation of the cyclic ovarian function during the first 100 days after calving.

The investigations were accomplished during the course of one year on 361 high performace dairy cows of German Holstein breed (black and coloured skin). The average 305-day-yield amounted to 10091 kg.

As indicators of the energy balance the body mass index (BMI), the body condition score (BCS) and the back fat thickness (BFT) were selected. Additionally protein, fat and urea concentrations in the milk were also determined.

The reproductive performance of the animals was established on the basis of data on oestrus, progesterone concentration in milk and fertility characteristics such as rest period, intercalving period, delayed period, pregnancy rate after first A.I. and insemination index. In order to establish a possible relationship of leptin to the energy balance and the re-initiation of ovarian cycle post-partum, the leptin concentration in the blood plasma was determined in 24 selected animals.

The milk fat content of first milk yield control averaged 4.8 % and the protein content of the 100-day-yield averaged 3.2 %. The fat-protein-quotient (FPQ) at the onset of lactation stood at 1.5. The back fat thickness values of the animals of the herd were clearly below the reference curve of STAUFENBIEL and SCHROEDER (2004).

In 38.4 % of the cases, the results of the visual oestrous control were in accordance with the results of the milk progesterone concentration. More ovarian cycles could be captured with the help of the progesterone analysis than with the visual oestrus control.

## VII. SUMMARY

---

In 17.7 % of the experimental animals a first progesterone increase was determined after more than 50 days post partum. However, in only 51.2 % of the experimental animals the first progesterone rise occurred within the first 45 days p.p. which was also followed by regular cycles. All other animals showed disturbances of the ovarian cycle. Animals with comparatively high milk protein content during the 100-day-performance showed an earlier onset of the cyclic ovarian function with few disturbances of the ovarian cycle than animals with low protein content. Frequent disturbances of the cyclic ovarian function and a delayed onset of ovarian cycle post partum were observed in cows yielding >12000 kg milk as compared to animals with < 8000 kg milk production.

In the presented study a correlation between indicators of the energy balance and the interval from calving up to the first ovarian activity could be observed. Animals with an optimal back fat thickness during the lactation period only rarely showed a delayed onset of the cyclic ovarian function or disturbances of the ovarian cycle post partum. The proportion of the animals with optimal BFT values was 40.7 % while majority of the other animals were under-conditioned.

In the present study no dependence of the leptin concentration on the development of the back fat thickness in the period between 20 to 100 days post partum could be observed. Also no influence of the leptin concentration in the period specified above was found on the re-initiation of the ovarian cycle post partum.

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

ADAMS, G. P., K. KOT, C. A. SMITH, O. J. GINTHER (1993):

Selection of dominant follicle and suppression of follicular growth in heifers.

Anim. Reprod. Sci. 30, 259-271

ADR, Rinderproduktion in Deutschland (2005):

Milchleistungsprüfung, 45-69

ALFER, J., F. MULLER-SCHOTTLE, I. CLASSEN-LINKE, U. VON RANGO, L. HAPPEL, K. BEIER-HELLWIG, W. RATH, H. M. BEIER (2000):

The endometrium as a novel target for leptin: differences in fertility and subfertility.

Mol. Hum. Reprod. 6, 595-601

ALILA, H. W., W. HANSEL (1984):

Origin of different cell types in the bovine corpus luteum as characterized by specific monoclonal antibodies.

Biol. Reprod. 31, 17015-17025

ALILA, H. W., J. P. DOWEL, R. A. CORRADINO, W. V. HARRIS, W. HANSEL (1988):

Control of progesterone production in small and large bovine luteal cells separated by flow cytometry.

J. Reprod. Fert. 82, 645-655

AMSTALDEN, M., D. A. ZIEBA, J. L. GALLINO, S. MORTON, J. F. EDWARDS, P. G. HARMS, T. H. WELSH, R. L. STANKO, D. H. KEISLER, G. L. WILLIAMS (2002):

Leptin modulates basal secretion of LH and enhances gonadotroph responsiveness to GnRH in adenohipophyseal explants from fasted cows.

Biol. Reprod. 66, 281

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

ARBEITER, K. (1973):

Sterilitätsprophylaxe – eine Möglichkeit zur Bekämpfung der Herdensterilität beim Rind.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 80, 565-568

ARNSTADT, K. I., A. R. FISCHER-ARNSTADT (1985):

Progesteronbestimmung als Hilfsmittel der Brunstkontrolle.

Tierärztl. Umschau 40, 391-400

ARNSTADT, K.I., E. FUSCHINI (1994):

Progesteron-Schnelltest Hormonost: Ein Hilfsmittel zur Fruchtbarkeitskontrolle in der Milchviehhaltung.

KB.-Mitteilungen des Schweizer Verbandes f. künstl. Besamung Nr. 3

BAGAVANDOSS, P. M., A. R. WILKS (1991):

Developmental changes in the ovarian follicular basal lamina detected by immunofluorescence and electron microscopy.

J. Histochem. Cytochem. 31, 633-640

BARASH, I. A., C. C. CHEUNG, D. S. WEIGLE, H. REN, E. B. KABIGTING, J. KUIJPER, D. K. CLIFTON, R. A. STEINER (1997):

Leptin is a metabolic signal to the reproductive system.

Endocrinology 137, 3144-3147

BARB, C. R., X. YAN, M. J. AZAIN, R. R. KRAELING, G. B. RAMPACEK, T. G. RAMSAY (1998):

Recombinant porcine leptin reduces feed intake and stimulates growth hormone secretion in swine.

Domest. Anim Endocrinol. 15, 77-86

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

BARTH, T. J., G. KIEBLING, L. SCHONE, H. KELKER, A. HERZMANN, K. GRAESER (1986):

Ergebnisse der Anwendung des Milchprogesterontests zur Kontrolle des Besamungszeitpunktes und des Konzeptionserfolges bei Kühen.

Mh. Vet. Med. 41, 367-371

BASKIN, D. G., R. J. SEELEY, J. L. KUIJPER, S. LOK, D. S. WEIGLE, J. C. ERICKSON, R. D. PALMITER, M. W. SCHWARTZ (1998):

Increased expression of mRNA for the long form of the leptin receptor in the hypothalamus is associated with leptin hypersensitivity and fasting.

Diabetes 47, 538-543

BASSET, D. L. (1979):

The Changes in the vascular pattern of the ovary of the albino rat during the estrus cycle.

Ann. J. Anat. 73, 251-291

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

Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis.

J. Dairy Sci. 63, 1514-1529

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

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

Journal of Reprod. and Fertil. Suppl. 54, 411-424

BECKER, F. (1995):

Untersuchungen zur Follikelentwicklung und zur Luteolyse nach PGF<sub>2α</sub>-Applikation an verschiedenen Zyklustagen beim Rind.

Diss. Vet. Med. Freie Universität Berlin

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

BECKER, F., W. KANITZ, W. HEUWIESER (2005):

Vor- und Nachteile einzelner Methoden der Brunsterkennung beim Rind.

Züchtungskunde 77, 140-150

BERGHORG, K. A., R. D. ALLRICH, C. H. NOLLER (1988):

Energy balance and reproductive traits of postpartum dairy cattle.

J. Dairy Sci. 71, Suppl. 1, 171

BERRY, D. P., F. BUCKLEY, P. DILLON, R. D. EVANS, M. RATH, R. F. VEERKAMP (2002):

Genetic parameters for level and change of body condition score and body weight in dairy cows.

J. Dairy Sci. 85, 2030-2039

BOLAND, M. P., P. LONERGAN, D. O'CALLAGHAN (2001):

Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology and oocyte and embryo development.

Theriogenology 55, 1323-340

BORNSTEIN, S. R., K. UHLMANN, A. HAIDAN, M. EHRHART-BORNSTEIN, W. A. SCHERBA (1997):

Evidence for a novel peripheral action of leptin as a metabolic signal to the adrenal gland: leptin inhibits cortisol release directly.

Diabetes 46, 1235-1238

BOSTEDT, H., P. STOLLA, P. GLATZEL (1979):

Klinische Befunde und endokrine Aktivität von Corpora lutea beim Rind.

Veterinär – Humanmedizinische Tagung München, Alete-Bericht 1, 37-39

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

BOSTEDT, H., R. FLEISCHMANN (1981):

Erhebungen über das Non-Return-Ergebnis bei Rindern in Abhängigkeit von Östrusintensität und Inseminationszeitpunkt.

Tierärztl. Umsch. 36, 683-688

BOSTEDT, H. (1983):

Ein Beitrag zur Betreuung der Milchkuh in der Pre-Service-Periode sowie im perikonzeptionellen Bereich unter dem Aspekt der Verbesserung der Inseminationsresultate.

Colleg. Vet. XIV, 51-56

BOSTEDT, H., L. E. KOZICKI, K. H. FINGER, H. KARG (1985):

Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Haltungsbedingungen auf postpartale Regenerationsvorgänge am Genitaltrakt von Kühen unter Berücksichtigung der Progesteronprofile.

Zuchthygiene 20, 17-33

BOSTEDT, H., K. OKYERE (1988):

Auswirkung einer singulären GnRH-Injektion am 12. Tag post inseminationem auf die peripheren LH- und Progesteronkonzentrationen bei wiederholt besamten Kühen.

Tierärztl. Umsch. 43, 421-429

BOSTEDT, H., G. MAURER (1990):

Beziehungen zwischen gynäkologischer Überwachungsintensität in der Post-Partum-Periode und Fertilitätsresultat in Milchkuhbeständen.

Tierärztl. Praxis 18, 47-52

BOSTEDT, H. (2003):

Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind.

4. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

BRITT, J. H., R. G. SCOTT, J. D. ARMSTRONG, M. D. WHITACRE (1986):

Determination of estrus behavior in lactating holstein cows.

J. Dairy Sci, 69, 2195-2202

BRITT, J. H. (1995):

Relationships between postpartum nutrition, weight loss and fertility

Cattle practice 3, 79-83

BULMANN, D. C., G. E. LAMMING (1979):

The use of milk progesterone analysis in the study of oestrus detection, herd fertility and embryonic mortality in dairy cows.

Br. Vet. J. 135, 559-567

BURKE, J.M., J.H. HAMPTON, C.R. STAPLES, W.W. THATCHER (1998):

Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle.

Theriogenology 49, 751-760

BUSCH, W., T. LEOPOLD (2001):

Anwendung von Fruchtbarkeitsdaten in Milchviehherden.

Milchpraxis 59, 154-157

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

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

J. Dairy Sci. 53, 742-748

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

Interrelationships between energy balance and post partum reproductive function in dairy cattle.

J. Dairy Sci. 72, 767-783

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

BUTLER, W. R. (2000):

Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle.

Anim. Reprod. Sci. 60/61, 449-457

CADORNIGA-VALINO, C., R.R. GRUMMER, L.E. ARMENTANO, S.S. DONKIN,  
S. J. BERTICS (1997):

Effects of fatty acids and hormones on fatty acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes.

J. Dairy Sci. 80, 646-656

CAMPBELL, F. M., M. J. GORDON, N. HOGGARD, A. K. DUTTA-ROY (1998):

Interactions of free fatty acids with human leptin.

Biochem. Biophys. Res. Commun. 247, 654-658

CAMPFIELD, L.A., F.J. SMITH, P. BURN (1996):

The OB protein (leptin) pathway – a link between adipose tissue mass and central neural networks.

Horm. Metab. Res. 28, 619-632

CAPRIO, M., E. FABBRINI, A. M. ISIDORI, A. AVERSA, A. FABBRI (2001):

Leptin in reproduction.

Trend in endocrinology and metabolism 12, 65-72

CIMBAL, D. (1990):

Methodische Untersuchungen zur Messung der Rückenfettdicke beim Rind.

Fachtierarztarbeit, Humboldt-Univ., Berlin

CLAUS, R., E. MÜNSTER, M. DEHNHARD (1985):

Überprüfung der Anwendbarkeit eines Mikrotiter-Enzymimmuntests für Nachgemelk zur Fruchtbarkeitsanalyse bei der Kuh.

Zuchthygiene 20, 54-60

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

COOKE, D. J., M. A. CROWE, J. F. ROCHE (1997):

Circulating FSH isoform patterns during recurrent increases in FSH throughout the oestrus cycle in heifers.

J. Reprod. Fert. 110, 339-345

COLLARD, B. L., P. J. BOETTCHER, J. C. M. DEKKERS, D. PETITCLERC, L. R. SCHAEFFER (2000):

Relationship between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation.

J. Dairy Sci. 83, 2683-2690

DARWASH, A.O., G. E. LAMMING, J. A. WOOLIAMS (1997):

Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows.

J. Dairy Sci. 80, 1227-1234

DECHOW, C. D., G. W. ROGERS, J. S. CLAY (2002):

Heritability and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance.

J. Dairy Sci. 85, 3062-3070

DEHNING, R. (1987):

Wenn die Kühe unregelmäßig rindern.

Top Agrar Extra 2, 52-57

DE KRUIF, A. (1999):

Fruchtbarkeitsmanagement eines Milchviehbetriebes.

SRV-Journal 4, 17-21

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

DELAVAUD, C., A. FERLAY, Y. FAULCONNIER, F. BOCQUIER, G. KANN, Y. CHILLIARD (2002):

Plasma leptin concentration in adult cattle: Effects of breed adiposity feeding level and meal intake.

J. Anim. Sci. 80,1317-1328

DE VOS, P., R. SALADIN, J. AUWERX, B. STAELS (1995):

Induction of ob gene expression by corticosteroids is accompanied by body weight loss and reduced food intake.

J. Biol. Chem. 27, 15958-15961

DIRKSEN, G. (1994):

Kontrolle von Stoffwechselfparametern bei Milchkühen anhand von Milchparametern.

Proc. XVIII World Buiatrics Congress, Bologna, 35-45

DISKIN, M. G. (1996):

Factors affecting conception rate in cows.

Irish Vet. J. 49, 245-251

DISKIN, M. G., K. STAGG, D. R. MACKEY, J. F. ROCHE (UCD), J. N. SREENAN (1999):

Nutrition and oestrus and ovarian cycles in cattle.

Armis 4009, Athenry Research Centre

DÖCKE, F. (1994):

Veterinärmedizinische Endokrinologie.

Gustav-Fischer-Verlag Jena

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

DOMÀNSKI, E., L. K. CHOMICKA, A. OSTROWSKA, A. GAJEWSKA, K. MATEUSIKA (1991):

Release of luteinizing hormone-releasing-hormone,  $\beta$ -endorphin and noradrenaline by the nucleus infundibularis / median eminence during periovulatory period in the sheep. *Neuroendocrinology* 54, 151-158

DOMECQ, J.J., A.L. SKIDMORE, J.W. LLOYD, J.B. KANEENE (1997):

Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows.

*J. Dairy Sci.* 80, 101-112

DRANSFIELD, M. B. G., R. L. NEBEL, R. E. PEARSON, L. D. WARNICK (1998):

Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system.

*J. Dairy Sci.* 81, 1874-1882

DRIANCOURT, M. A. (2001):

Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals implications for manipulation of reproduction.

*Theriogenology* 55, 1211-1239

DRILLICH, M. (1999):

Vergleich des strategischen Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  - Einsatzes mit konventionellen Methoden des Fruchtbarkeitmanagements in zwei Milchviehbetrieben.

Diss.Vet. Med. Freie Universität Berlin

DYER, C. J., J. M. SIMMONS, R. L. MATTERI, D. H. KEISLER (1997):

Leptin receptor mRNA is expressed in ewe anterior pituitary and adipose tissues and is differentially expressed in hypothalamic regions of well-fed and feed-restricted ewes.

*Dom. Anim. Endocrinol.* 14, 119-128

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

EDMONSON, A. J., I. J. LEAN, L. D. WEAVER, T. FARVER, G. WEBSTER (1989):

A body condition chart for Holstein dairy cows.

J. Dairy Sci. 72, 68-78

EICHER, R., S. KOHLER, J. BLUM (2005):

Die Milchhaltsstoffe: Ein diagnostisches Hilfsmittel für die metabolische Betriebsüberwachung.

(unveröffentlicht)

EMILSSON, V., Y. L. LIU, M. A. CAWTHORNE, N. M. MORTON, M. DAVENPORT (1997):

Expression of the functional leptin receptor mRNA in pancreatic islets and direct inhibitory action of leptin on insulin secretion.

Diabetes 46, 313-316

ESSLEMONT, R. J. (1973):

Oestrus behaviour in dairy cows.

Vet. Rec. 93, 252

ESSLEMONT, R. J. (1992):

Measuring dairy herd fertility.

Vet. Rec. 131, 209-212

FARRIES, E. (1983):

Die Milchzusammensetzung als Hinweis auf Stoffwechselbelastungen und Fortpflanzungsstörungen.

Welt der Milch 37, 1207-1213

FERGUSON, J. D., D. T. GALLIGAN (1993):

Prostaglandin synchronization programs in dairy herds – part I.

Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 15, 646-655

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

FEUCKER, W. (2003):

Bewertung von Kennziffern der Besamung, Fruchtbarkeit und Reproduktion beim Rind.  
www.portal-rind.de

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

J. Dairy Sci. 66, 1128-1147

FOOTE, R. H., P. M. RIEK (1999):

Gonadotropin releasing hormone improves reproductive performance of dairy cows with slow involution of the reproductive tract.

J. Anim. Sci. 77, 12-16

FOSTER, L.A. (1988):

Clinical ketosis.

Vet. Clin. North Am.: Food Anim. Pract. 4, 253-257

FRIGGENS, N. C. (2003):

Body lipid reserves and the reproductive cycle: towards a better understanding.

Livest. Prod. Sci. 83, 219-236

FÜRSTENBERG, L. (1990):

Untersuchungen über Einflüsse auf die Zyklusaktivität nach dem Kalben und die Fruchtbarkeit von Rindern.

Diss. Humboldt Universität Berlin

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

GAEDE, S. D. (1985):

Endothelial mitosis during the initial stages of corpus luteum neovascularization in the cycling adult rat.

Ann. J. Anat. 172, 173-180

GALLO, L., P. CARNIER, M. CASSANDRO, R. MANTOVANI, L. BAILONI, B. CONTIERO, G. BITTANTE (1996):

Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield.

J. Dairy Sci. 79, 1009-1015

GARCIA, M. R., M. AMSTALDEN, D. H. KEISLER, N. RAVER, A. GERTLER, G. L. WILLIAMS (2004):

Leptin attenuates the acute effects of centrally administered neuropeptide Y on somatotropin but not gonadotropin secretion in ovariectomized cows.

Dom. Anim. End. 26, 189-200

GEARHART, M. A., C. R. CURTIS, H. N. ERB, R. D. SMITH, C. J. SNIFFEN, L. E. CHASE, M. D. COOPER (1990):

Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins.

J. Dairy Sci. 73, 3132-3140

GIESECKE, D. (1991):

Metabolische Leistungsgrenzen bei Kühen.

Mh. Med.-Vet. 46, 531-535

GINTHER, O. J., L. KNOPF, J. P. KASTELIC (1989):

Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrus cycles with two and three follicular waves.

J. Reprod. Fertil. 87, 223-230

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

GINTHER, O. J., M. C. WILTBANK, P. M. FRICKE, J. R. GIBBONS, K. KOT  
(1996):

Selection of dominant follicle in cattle.

Biol. Reprod. 55, 1187-1195

GOFF, J.P., R.L. HORST (1997):

Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders.

J. Dairy Sci. 80, 1260-1268

GONZÁLEZ, R.R., C. SIMON, P. CABALLERO-CAMPO, R. NORMAN, D.  
CHARDONNENS, L. DEVOTO, P. BISCHOF (2000):

Leptin and reproduction.

Hum. Reprod. Update 6, 290-300

GRAVERT, H. O. (1991):

Indikatoren zur Beurteilung der Energiebilanz der Milchkuh.

Mh. Med.-Vet. 46, 536-537

GRESHAM, J. D., J. W. HOLLOWAY, W. T. BUTTS, J. R. MCCURLEY (1986):

Prediction of mature cows carcass composition from live animal measurements.

J. Anim. Sci. 63, 1041-1048

GRUMMER, R. R. (1993):

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

J. Dairy Sci. 79, 1850-1864

GRUNERT, E. (1979):

Zur Problematik der rektalen Ovarkontrolle beim Rind.

Prakt. Tierarzt 60, 13-18

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

GRUNERT, E., M. BERCHTHOLD (1999):

Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.

Paul Parey Verl., 3. neubearbeitete Auflage

GRUNERT, E. (1999):

Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.

Paul Parey Verl., Berlin und Hamburg

HAMUDIKUWANDA, H., G. GALLO, E. BLOCK, B. R. DOWNEY (1996):

Adipose tissue progesterone concentrations in dairy cows during late pregnancy and early lactation.

Anim. Reprod. Sci. 43, 15-23

HANSEL, W., J. P. DOWD (1986):

New concepts of the control of corpus luteum function.

J. Reprod. Fertil. 78, 755-763

HANSEL, W., H. W. ALILA, J. P. DOWEL, X. YANG (1987):

Control of steroidogenesis in small and large bovine luteal cells.

Austr. J. Biol. Sci. 40, 331-347

HANSEL, W., H. W. ALILA, J. P. DOWD, R. A. MILVAE (1991):

Differential origin and control mechanisms in small and large bovine luteal cells.

J. Reprod. Fertil., Suppl. 43, 77-89

HENRY, B. A., J. W. GODING, W. S. ALEXANDER, A. J. TILBROOK, B. J. CANNY, F. DUNSHEA, A. RAO, A. MANSELL, I. J. CLARKE (1999):

Central administration of leptin to ovariectomized ewes inhibits food intake without affecting the secretion of hormones from the pituitary gland: evidence for a dissociation of effects on appetite and neuroendocrine function.

Endocrinology 140, 1175-1182

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

HERDT, T. H. (1988):

Fuel homeostasis in the ruminant.

Metabolic diseases of ruminant livestock.

Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 4(2), 213-231

HEUER, C., Y.H. SCHUKKEN, P. DOBBELAAR (1999):

Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield and culling in commercial dairy herds.

J. Dairy Sci. 82, 295-304

HEUWIESER, W. (1997):

Strategische Anwendungen von Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  - Grundlage und Ziele von Prostaglandinprogrammen.

Prakt. Tierarzt 78, 141-149

HEUWIESER, W., R. MANSFELD (2004):

Brunstbeobachtung beim Rind.

[www.bestandsbeobachtung.de](http://www.bestandsbeobachtung.de)

HOEDEMAKER M., T. H. HELD (1985):

Progesteronbestimmung in der Milch und im Blutserum von Kühen mit einem Enzymtest ohne vorherige Extraktion auf Mikrotiterplatten und -teststreifen.

Prakt. Tierarzt 11, 878-884

HOFFMANN, B., R. HAMBURGER (1973):

Progesteron in der Milch: Radioimmunologische Bestimmung, Beziehungen zur Gebkörperfunktion und zur Milchfettkonzentration.

Zuchhygiene 8, 154-162

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

HOFFMANN, B. (1999):

Regulation der Sexualfunktionen.

In: Grunert, E., M. Berchthold

Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind

Paul Parey Verl., 3. neubearbeitete Auflage, S. 13-28

HOLLER, W. (1982):

Die Ovulation beim Rind – klinische und Laboratoriumsdiagnosen, Möglichkeiten der Einflussnahme

Wien tierärztl. Mschr. 69, 245-250

HORSTMANN, K. (2004):

Inter – und intraindividuelle Varianz von Futteraufnahme, Energiebilanz, sowie metabolisch – endokrinologischen Leitparametern im Blut von hochleistenden Kühen in der Früh lactation.

Diss. Tierärztl. Hochschule Hannover

HUBER, C. (1982):

Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen postpartalen Stoffwechselstörungen und Fertilität beim Deutschen Braunvieh.

Diss. Gießen

HUSSEIN, H. (2003):

Untersuchungen zur ovariellen Reaktion im Rahmen der Zyklussynchronisation mittels GnRH/PGF $2\alpha$  und deren Graviditätsresultat bei Milchrindern.

Diss. Gießen

INGVARTSEN, K.L., J. B. ANDERSEN (2000):

Integration of metabolism and intake regulation: a review focussing on periparturient animals.

J. Dairy Sci. 83,1573-1597

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

JAHNKE, B. (2002):

Sicherung einer guten Fruchtbarkeit in Hochleistungsherden.

Fo-Nr.: 30/04/31/96/01

Landesforschungsanst. für Landwirtschaft u. Fischerei M-V

JORRITSMA, R., WENSING, T., KRUIP, T. A. M., P. L. A. M. VOS, J. P. T. M. NOORDHUIZEN (2003):

Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows.

Vet. Res. 34, 11-26

JORRITSMA, R., M. L. CESAR, J. T. HERMANS, C. L. KRUITWAGEN, P. L. VOS, T. A. KRUI (2004):

Effects of non-esterified fatty acids on bovine granulosa cells developmental potential of oocytes in vitro.

Anim. Reprod. Sci. 81, 225-235

KADOKAWA, H., D. BLACHE, Y. YAMADA, G. B. MARTIN (2000):

Relationships between changes in plasma concentrations of leptin before and after parturition and the timing of first postpartum ovulation in high-producing Holstein dairy cows.

Reprod. Fertil. Dev. 12, 405-411

KANITZ, W., H. MILDNER, U. FREYMAN, E. KANITZ, F. SCHNEIDER, F. BECKER (1996):

Untersuchungen zum Ovulationszeitpunkt nach induzierter Luteolyse beim Rind in Abhängigkeit vom Zyklusstadium.

Züchtungskunde 68, 268-279

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

KANITZ, W., F. BECKER, G. DIETL, N. REINSCH, R. STAUFENBIEL (2003):  
Beziehungen zwischen Milchleistung, Energieversorgung und Fruchtbarkeit unter den  
Bedingungen von Hochleistung beim Rind.  
Züchtungskunde 75, 489-498

KANITZ, W., F. BECKER (2006):  
Zyklussteuerung und terminierte Besamung.  
Nutztierpraxis aktuell – Tagungsband zur 5. Haupttagung der AVA, 24.02-27.02.06,  
Göttingen, 58-62

KARG, H., D. SCHAMS, B. HOFFMANN, R. CLAUS (1979):  
Neue Erkenntnisse der Endokrinologie der Fortpflanzung.  
Prakt. Tierarzt 60, 561-578

KARG, H., E. SCHALLENBERGER (1983):  
Regulation der ovariellen Steroidhormonsekretion post partum.  
Wien Tierärztl. Mschr. 70, 238-243

KARSCH, F. J. (1995):  
Neuroendocrine signals for ovulation – fitting pieces to unsolved puzzle.  
J. Reprod. Fertil., Annual Conference 1995

KAUFMANN, W. (1976):  
Zur Bedeutung der Energieversorgung hochleistender Milchkühe für den  
Milcheiweißgehalt und die Fruchtbarkeit.  
Kiel. Milchwirtsch. Forschungsber. 28, 347-357

KAUFMANN, W. (1982):  
Variation in composition of the raw material milk with special regard to urea content.  
Milchwissenschaft 37, 6-9

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

KENDRICK, K. W., T. L. BAILEY, A. S. GARST, A. W. PRYOR, A. AHMADZADEH, R. M. AKERS, W. E. EYESTONE, R. E. PEARSON, F. C. GWAZDAUSKAS (1999):

Effects of energy balance on hormones, ovarian activity and recovered oocytes in lactating holstein cows using transvaginal follicular aspiration.

J. Dairy Sci. 82, 1731-1740

KIRCHGESSNER, M., M. KREUZER, D. A. ROTH-MAIER (1986):

Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows.

Archives of Animal Nutrition 36, 192-197

KLAWUHN, D., R. STAUFENBIEL (1997a):

Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind.

Tierärztl. Praxis 54, 133-138

KLAWUHN, D., R. STAUFENBIEL (1997b):

Die Ermittlung der Körperzusammensetzung über die Gesamtkörperwasserbestimmung mit Phenazon zur Beschreibung des Körperfettansatzes beim Rind.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 104, 515-520

KO, J. C. H., J. P. KASTELICK, M. R. DEL CAMPO, O. J. GINTHER (1991):

Effects of dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the oestrus cycle in heifers.

J. Reprod. Fertil. 91, 511-519

KOLB, E., E. GRÜN und J. GOTTSCHALK (2000):

Die Bedeutung des Adipozytenhormons Leptin für die Regulation der Nahrungsaufnahme, des Stoffwechsels und der Fortpflanzung.

Tierärztl. Umschau 55, 79-84

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

LAMMING, G. E., A. O. DARWASH (1998):

The use of milk progesterone profiles to characterise components of subfertility in milked dairy cows

Anim. Reprod. Sci. 52, 175-190

LEIBEL, R. L., W. K. CHUNG, S. C. CHUA JR. (1997):

The molecular genetics of rodent single gene obesities.

J.Biol.Chem. 272, 31937-31940

LENG, R. A., J. V. NOLAN (1984):

Nitrogen metabolism in the rumen.

J. Dairy Sci. 67, 1072-1082

LEWIS, G. S., S. K. NEWMAN (1984):

Changes throughout estrus cycles of variables that might indicate estrus in dairy cows.

J. Dairy Sci. 67, 146-152

LIEFERS, S.C., VEERKAMP, R.F., TE PAS, M.F.W., DELAVAUD, C., CHILLIARD, Y., VAN DER LENDE, T. (2003):

Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake, live weight, and estrus in dairy cows.

J. Dairy Sci. 86, 799-807

LÖFFLER, G. (1999):

Biochemie und Pathobiochemie des endokrinen Systems.

Basiswissen Biochemie, 3. Auflage, Springer-Verlag, 474-478

LÖSCHNER, U., R. STAUFENBIEL (1996):

Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchrindern.

Prakt. Tierarzt 77, 816-824

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

LOLLMANN, B., S. GRUNINGER, A. STRICKER-KRONGRAD, M. CHIESI (1997):  
Detection and quantification of the leptin receptor splice variants Ob-Ra, b, and, e in  
different mouse tissues.

Biochem.Biophys.Res.Comm. 238, 648-652

LOPEZ, H., L.D. SATTER, M.C. WILTBANK (2004):

A brief report on the relationship between level of milk production and estrus behavior  
of lactating dairy cows.

Applied Animal behaviour Science 88, 359-363

LOTTHAMMER, K.H. (1981):

Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen beim Milchrind.

Tierärztl. Praxis 9, 541-551

LUCY, M. C., C. R. STAPLES, F. M. MICHEL, W. W. THATCHER (1991):

Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in  
early post partum dairy cows.

J. Dairy Sci. 74, 473-482

MAHLKOW-NERGE, K., M. TISCHER, P. ZIEGER (2005):

Modernes Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind.

Kap.8, 81-83

MAO, I. L., K. SLONIEWSKI, P. MADSEN, J. JENSEN (2004):

Changes in body condition score and in its genetic variation during lactation.

Livestock Prod. Sci. 89, 55-65

MASILO, B.S., J. S. STEVENSON, R. R. SCHALLERS, J. E. SHIRLEY (1992):

Influence of genotype and yield and composition of milk on interval to first postpartum  
ovulation in milked beef and dairy cows.

J. Anim. Sci. 70, 379-385

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

MCCANN, S. M., M. KIMURA, A. WALCZEWSKA, S. KARANTH, V. RETTORI, W. YU (1998):

Hypothalamic control of gonadotropin secretion by LHRH, FSHRF, NO, cytokines and leptin.

Dom. Anim. Endocrinol. 15, 333-344

MCNAMARA, J. P. (1991):

Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation.

J. Dairy Sci. 74, 706-719

MEE, J. F., T. MOYES, D. GLEESON, B. O'BRIEN (2002):

A questionnaire survey of fertility management on dairy farms in the Republic of Ireland.

Irish Vet. J. 55, 122-128

MESSINIS, I. E., S. D. MILIGOS (1999):

Leptin in human reproduction.

Hum. Reprod. Update 5, 52-63

METZNER, M., R. MANSFELD (1992):

Tierärztliche Betreuung von Milcherzeugerbetrieben.

Der prakt. Tierarzt 9, 800-814

METZNER, M., W. HEUWIESER, W. KLEE (1993):

Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement.

Der prakt. Tierarzt 11, 991-998

MIHM, M. A., T. H. GOOD, J. L. IRLAND, J. J. IRLAND, P. G. KNIGHT, J. F. ROCHE (1997):

Decline in serum follicle-stimulating hormone concentrations alters key intrafollicular factors involved in the selection of the dominant follicle of heifers.

Biol. Reprod. 57, 1328-1337

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

MORENO, I. Y. D., C. S. GALINA, F. J. ESCOBAR, B. RAMIREZ, NAVARRO-FIERRO, R. (1986):

Evaluation of the lytic response of prostaglandine  $F_{2\alpha}$  in Zebu cattle on serum progesterone.

Theriogenology 25, 413-421

MORROW, D. A. (1976):

Fat cow syndrome.

J. Dairy Sci. 59, 1625-1629

MULLER, G., J. ERTL, M. GERL, G. PREIBISCH (1997):

Leptin impairs metabolic actions of insulin in isolated rat adipocytes.

J. Biol. Chem. 272, 10585-10593

NEBEL, R. L., W. D. WHITTIER, B. G. CASSELL, J. H. BRITT (1987):

Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy.

J. Dairy Sci. 70, 1471-1476

NEBEL, R. L., S. M. JOBST, M. B. G. DRANSFIELD, S. M. PANDOLFI, T. L. BAILY (1997):

Use of a radiofrequency data communication system, Heat Watch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle.

J. Dairy Sci Suppl.I 80,179

NOHNER, H. P., U. R. HAHN (1989):

Brunsterkennungsmethoden beim Rind.

Zuchtwahl und Besamung 120, 13-17

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

NRC (1985):

Ruminant nitrogen use.

Washington DC: National Academy Press

OLSON, J. D. (1993):

Tools to improve reproductive performance of dairy cattle.

The bovine practitioner 27, 61-63

OPSOMER, G., A. DE KRUIF (1999):

Postpartaler Anöstrus bei Milchkühen – eine Übersicht.

Tierärztl. Praxis 27, 30-35

PABST, K., H.O.GRAVERT, W. KAUFMANN, H. HAGEMEISTER, (1981):

Eiweißgehalt der Milch und Fruchtbarkeit der Kühe.

Kiel. Milchwirtschaftl. Forschungsber. 33, 227-233

PATEL, B. K., J. I. KOENIG, L. M. KAPLAN, S. C. HOOI, (1998):

Increase in plasma leptin and Lep mRNA concentrations by food intake is dependent on insulin.

Metabolism 47, 603-607

PEDRON, O., F. CHELI, E. SENATORE, D. BAROLI, R. RIZZI (1993):

Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters and milk fatty acid composition in dairy cows.

J. Dairy Sci. 76, 2528-2535

PENNINGTON, J.A., J. L. ALBRIGHT, C.J. CALLAHAN (1986):

Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and pedometer measurements.

J. Dairy Sci. 69, 2925-2934

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

PIRCHNER, F., D. ZWIAUER, R. BUTLER, H. KARG (1983):

Environmental and genetic influences on post-partum milk progesterone profiles in cows.

Z. Tierzüchtg u. Züchtungsbiol. 100, 304-315

PLATEN, M. (1997):

Entwicklung und Einsatz eines Fruchtbarkeitsmanagementsystems für Milchkühe.

Berlin, Humboldt Universität

Forschungsbericht FG Tierhaltungssysteme

PLATEN, M. (2001):

Fruchtbarkeit bei Hochleistungskühen: Ihr Management hat den größten Einfluss.

Top Spez. 1, 16-18

PRYCE, J. L., M. P. Coffey, G. SIMM (2001):

The relationship between body condition score and reproductive performance.

J. Dairy Sci. 84, 1508-1515

RATHBONE, M. J., J. E. KINDER, F. KOIJMA, D. CLOPTON, C. R. OGLE, C. R. BUNT (2001):

Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the oestrus cycle.

Adv. Drug Del. Rev. 50, 277-320

REIST, M., D. K. ERDIN, D. VON EUW, K. M. TSCHÜMPERLIN, H. LEUENBERGER, Y. CHILLIARD, H. M. HAMMON, C. MOREL, C. PHILIPONA, Y. ZBINDEN, N. KÜNZI, J. W. BLUM (2002):

Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows.

J. Dairy Sci. 85, 3314-3327

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

REIST, M., D. K. ERDIN, D. VON EUW, K. M. TSCHÜMPERLIN, H. LEUENBERGER, H. M. HAMMON, C. MOREL, C. PHILIPONA, Y. ZBINDEN, N. KÜNZI, J. W. BLUM (2003):

Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows.

Theriogenology 59, 1707-1723

REKSEN, O., Ø. HAVREVOLL, Y. T. GRÖHN, T. BOLSTAD, A. WALDMANN, E. ROPSTAD (2002):

Relationships among body condition score, milk constituents and postpartum lueal function in norwegian dairy cows.

J. Dairy Sci. 85, 1406-1415

RICHARDT, W. (2002):

Neue Grenzwerte für den Milchharnstoffgehalt – Entwicklung eines dynamischen Modells.

Fütterung/allgemein, [www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de)

ROCHE, J. F. (1996):

Control and regulation of folliculogenesis – a symposium in respective.

Rev. Reprod. 1, 19-27

ROSSOW, N. (2003):

Stoffwechsel und Fruchtbarkeit.

[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de)

ROSSOW, N. (2006):

Neuere Erkenntnisse zur postpartalen Energiebilanz der Milchkuh.

[www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de)

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

ROTH, Z., A. ARAV, A. BOR, Y. ZERON, R. BRAW-TAL, D. WOLFENSON (2001):

Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows.

Reproduction 122, 737-744

RUIZ, F. J., P. A. OLTENACU, R. D. SMITH (1989):

Evaluation of on-farm milk progesterone tests to determine nonpregnant cows and to prevent insemination errors.

J. Dairy Sci. 72, 2718-2727

RUKKWAMSUK, T., T. A. M. KRUIP, T. WENSING (1999):

Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing cows during the postparturient period.

Vet. Q. 21, 71-77

RYAN, D. P., R. A. SPOON, M. K. GRIFFITH, G. L. WILLIAMS (1994):

Ovarian follicle recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone/insuline-like growth factor 1 relationships in suckled beef cows consuming high lipid diets: Effect of graded differences in body condition maintained during the puerperium.

Dom. Anim. Endocrinol. 11, 161-174

SAHU, A. (1998):

Leptin decreases food intake induced by melanin-concentrating hormone (MCH), galanin (GAL) and neuropeptide Y (NPY) in the rat.

Endocrinology 139, 4739-4742

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

SALADIN, R., P. DE VOS, M. GUERRE-MILLO, A. LETURQUE, J. GIRARD, B. STAELS, J. AUWERX (1995):

Transient increase in obese gene expression after food intake or insulin administration.  
Nature 377, 527-529

SAUERWEIN, H., U. HEINTGES, M. HENNIES, T. SELHORST, A. DAXENBERGER (2004):

Growth hormone induced alterations of leptin serum concentrations in dairy cows as measured by a novel enzyme immunoassay  
Livestock Prod. Sci. 87, 189-195

SAVIO, J. D., L. KEENAN, M. P. BOLAND, J. F. ROCHE (1988):

Pattern of growth of ovarian follicles during the oestrus cycle of heifers.  
J. Reprod. Fertil. 83, 663-671

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

Development of dominant follicles and the length of ovarian cycles in post partum dairy cows.  
J. Reprod. Fertil. 88, 581-591

SCHALLENBERGER, E. (1990):

Charakterisierung von Sekretionsrhythmen der Gonadotropine und Ovarsteroiden während des Brunstzyklus, der Gravidität und post partum beim Rind.  
Paul Parey Scientific publisher Berlin und Hamburg

SCHEDEL, K. (2002):

Das bovine Ovarialzystensyndrom: Versuch einer in vivo Klassifizierung in Verbindung mit einer Langzeitstudie zur Überprüfung verschiedener Diagnostik- und Therapieverfahren.  
Diss. Giessen

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

SCHOLZ, H. (1990):

Supervision of the metabolic status in dairy herds by testing blood and milk.

Prakt. Tierarzt 72, 32-35

SCHOPPER, D., R. SCHEMER, U. WEILER, R. CLAUS (1993):

Einfluss der Milchleistung auf Fruchtbarkeitskriterien der Milchkuh post partum:

Auswertung von Progesteronprofilen.

Reprod. Dom. Anim. 28, 225-235

SCHRÖDER, U. J. (2000):

Untersuchungen zur Konditionsbeurteilung mittels ultrasonographischer Messung der Rückenfettdicke als Grundlage zur Anwendung in der Bestandsbetreuung von Milchviehherden.

Diss. Freie Universität Berlin

SEGGEWIß, S. (2004):

Überprüfung der Bedeutung von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der Energie-, Protein- und Strukturversorgung von HF-Kühen.

Diss. Tierärztl. Hochschule Hannover

SHRESTHA, H. K., N. TOSHIHIKO, H. TSUNEO, S. TOSHIHIKO, A. MASASHI (2004):

Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows.

Theriogenology 61, 637-649

SIMON, E. (1988):

Überprüfung verschiedener postpartaler Kontrollverfahren zur Sicherung der Fertilität beim Rind.

Diss. Vet. Med. Giessen

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

SIROIS, J., J. E. FORTUNE (1988):

Ovarian follicular dynamics during the estrus cycle in heifers monitored by realtime ultrasonography.

Biol. Reprod. 39, 308-317

SMITH, T. R., J. P. MCNAMARA (1990):

Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation. 6. Cellularity and hormone-sensitive lipase activity as affected genetic merit and energy intake.

J. Dairy Sci. 73, 772-783

SMITH, G. D., L. M. JACKSON, D. L. FOSTER (2002):

Leptin regulation of reproductive function and fertility.

Theriogenology 57, 73-86

SNIJDERS, S. E. M., P. DILLON, D. O'CALLAGHAN, M. P. BOLAND (2000):

Effect of genetic merit, milk yield, body condition and lactation number on in vitro oocyte development in dairy cows.

Theriogenology 53, 981-989

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

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

J. Dairy Sci. 73, 929-937

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

Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung.

Milchpraxis 29, 231-236

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., CLARK, J. H. (1990):

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

J. Dairy Sci. 73, 938-947

STAUFENBIEL, R., LANGHANS, J., BAUER, J., DARGEL, D., ROSSOW, N., LEUTHOLD, G. (1989):

Untersuchungen zur Beurteilung der postpartalen Energiebilanz der Milchkuh.

Mh. Vet.-Med. 44, 594-589

STAUFENBIEL, R., D. LÜGNER, E. LÜGNER, N. ROSSOW (1990):

Zur Beurteilung des Leberfettgehaltes bei der Milchkuh.

Mh. Vet. Med. 45, 532-537

STAUFENBIEL, R., B. STAUFENBIEL, I. LACHMANN, H. LUKAS (1991):

Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit der Milchkuh.

Prakt. Tierarzt, Sonderheft Coll. Vet., 12, 18-25

STAUFENBIEL, R. (1992):

Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke.

Mh. Vet.-Med. 47, 467-474

STAUFENBIEL, R., LACHMANN, I., BAUER, J., STAUFENBIEL, B. (1993):

Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Beziehungen der Rückenfettdicke zur Energieaufnahme und zur Energiebilanz.

Mh. Vet.-Med. 48, 58-66

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

STAUFENBIEL, R. (1997):

Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickemessung.

Prakt. Tierarzt, coll. vet. 27, 87-92

STAUFENBIEL, R. (1999):

Stoffwechselüberwachung der Milchkuhherde als Mittel zur Stabilisierung von Leistung und Gesundheit.

3. Symposium zu Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen, 13.01.99 in Neuruppin, Tagungsbericht, 18-65

STAUFENBIEL, R., U. SCHRÖDER, C.-C. GELFERT, L. PANICKE (2003):

Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit und allgemeiner Gesundheit von Milchkühen.

Arch. Tierz. 46, 513-526

STAUFENBIEL, R., U. SCHRÖDER (2004):

Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettdicke.

Veterinärspiegel 2 2004, 149-155

STEPHENS, T. W., M. BASINSKI, P. K. BRISTOW, J. M. BUE-VALLESKEY, S. G. BURGESS, L. CRAFT, J. HALE, J. HOFFMANN, H. M. HSIUNG, A. KRIAUCIUNAS (1995):

The role of neuropeptide Y in the antiobesity action of the obese gene product.

Nature 377, 530-532

STEVENSON, J. S., J. R. PURSLEY (1994):

Resumption of follicular activity and interval to postpartum ovulation after exogenous progestins.

J. Dairy Sci. 77, 725-734

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

STOCK, A. E., R. STOLLA (1995):

Der dominante Ovarfollikel beim Rind – Physiologische Zusammenhänge und praktische Bedeutung.

Tierärztl. Umsch. 50, 543-550

TAMMINGA, S., M. DOREAU (1991):

Lipids and rumen digestion.

In: Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. J. P. Jouany

Paris, France: INRA editions 151-163

VAN ARENDONK, J. A. M., G. J. NIEUWHOF, H. VOS, S. KORVER (2001):

Genetic aspects of feed intake and efficiency in lactating dairy heifers.

Livest. Prod. Sci. 29, 263-275

VAN DE WIEL, D. F., C. H. KALIS, S. N. SHAH (1979):

Combined use of milk progesterone profiles, clinical examina and oestrus observation for the study of fertility in the post partum period of dairy cows.

Br. Vet J. 135, 568-577

VAN ES, A. J. H., H. A. BOEKHOLT (1987):

Energy metabolism of farm animals.

In: Versteegen, M. W. A., A. M. Henken

Energy metabolism in farm animals

Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, 3-4

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

Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows.

J. Dairy Sci 71, 1063-1072

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

VILLA-GODOY, A., T.L. HUGHES, R.S. EMERY, E. P. STANISIEWSKI, R. L. FOGWELL (1990):

Influence of energy balance and body condition on estrus and estrus cycles in Holstein heifers.

J. Dairy Sci. 73, 2759-2765

WALKER, W. L., R. L. NEBEL, M. L. MCGILLIARD (1996):

Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle.

J. Dairy Sci. 79, 1555-1561

WALTNER, S. S., J. P. MCNAMARA, J. K. HILLERS (1993):

Relationship of body condition score to milk production variables in high producing Holstein dairy cattle.

J. Dairy Sci. 76, 3410-3419

WANGLER, A., A. MEYER, F. REHBOCK, P. SANFTLEBEN (2005):

Wie effizient ist die Aktivitätsmessung als ein Hilfsmittel in der Brunsterkennung bei Milchrindern?

Züchtungskunde 77, 110-127

WATHES, D.C., V.J. TAYLOR, Z. CHENG, G.E. MANN (2003):

Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows.

Reprod. Suppl 61, 219-237

WEBER, S. (2001):

Herden in früher Laktation mit höherer Produktivität.

Bauernz. 49, 41-42

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

WETTEMANN, R. P., I. BOSSIS (2000):

Energy intake regulates ovarian function in beef cattle.

Am Society of Anim. Sci

WILLIAMS, G.L., AMSTALDEN, M., GARCIA, M.R., STANKO, R.L., NIZIELSKI, S.E., MORRISON, C.D., KEISLER, D.H. (2002):

Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle.

Domestic Animal Endocrinology 23, 339-349

WILTBank, M., H. LOPEZ, R. SARTORI, S. SANGSRITAVONG, A. GÜMEN (2006):

Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism.

Theriogenology 65, 17-29

WITTKE, M. (2002):

Anwendung des Ovsync-Programms in einer Milchviehherde: Einflüsse auf die Konzeption und Vergleich mit dem Prostaglandin F<sub>2α</sub>-Programm.

Diss. Freie Universität Berlin

WOLFENSON, D., W. W. THATCHER, L. BADINGA, J. D. SAVIO, R. MEIDAN, B. J. LEW, R. BRAWTAL, A. BERGMANN (1995):

Effect of heat stress on follicular development during the estrus cycle in lactating dairy cattle.

Biol. Reprod. 52, 1106-1113

WOERNER, B. (1997):

Einfluss einer Uterusinfusion bzw. einer induzierten Luteolyse auf die Follikelentwicklung beim Rind.

Diss. Vet. Med. München

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

---

YU, W. H., M. KIMURA, A. WALCZEWSKA, S. KARANTH, S. M. MCCANN  
(1997):

Role of leptin in hypothalamic-pituitary function.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94, 1023-1028

ZERUHN, M. (2002):

Untersuchungen zur Ätiologie der zystischer Ovardegeneration bei Hochleistungskühen  
einer Milchviehanlage in Sachsen-Anhalt.

Diss. Freie Universität Berlin

ZIEGER, P. (2004):

Brunsterkennung optimieren.

Milchrind 2, 48-50

ZUREK, E., G. R. FOXCROFT, J. J. KENNELLY (1995):

Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows.

J. Dairy Sci. 78, 1909-1920

## IX. ANHANG

### LEPTINKONZENTRATIONEN

Gruppe 1: 1. Ovulation vor dem 30. Tag pp.

Gruppe 2: 1. Ovulation nach dem 50. Tag pp.

	Gruppe	Woche pp.	Datum	Leptin ng/ml	RFD
<b>Tier 10</b>	1	3	28.06.2004	7,02	20,2
		5	12.07.2004	7,39	14,9
		7	26.07.2004	6,67	14,9
		9	09.08.2004	6,72	14,3
		11	23.08.2004	6,17	14,3
		13	06.09.2004	6,74	13,4
<b>Tier 75</b>	1	3	29.03.2004	2,70	21,7
		5	12.04.2004	3,23	14
		7	26.04.2004	3,22	14
		9	10.05.2004	3,60	8,7
		11	24.05.2004	3,86	8,7
		13	07.06.2004	3,84	7
<b>Tier 102</b>	1	3	27.09.2004	3,21	22,9
		5	11.10.2004	3,97	13,3
		7	25.10.2004	4,06	13,3
		9	08.11.2004	4,31	10,2
		11	22.11.2004	3,46	10,2
		13	07.12.2004	4,34	9,1
<b>Tier 111</b>	1	3	26.04.2004	4,54	20,1
		5	10.05.2004	3,98	13,4
		7	24.05.2004	3,94	13,4
		9	07.06.2004	4,21	8,7
		11	21.06.2004	4,28	8,7
		13	05.07.2004	4,91	6,3
<b>Tier 112</b>	1	3	27.09.2004	2,71	11,2
		5	11.10.2004	2,47	10,4
		7	25.10.2004	4,26	10,4
		9	08.11.2004	3,95	9,4
		11	22.11.2004	4,30	9,4
		13	07.12.2004	4,46	12,6

## IX. ANHANG

	Gruppe	Woche pp.	Datum	Leptin ng/ml	RFD
<b>Tier 174</b>	1	3	19.04.2004	4,53	22,2
		5	03.05.2004	4,95	15,7
		7	17.05.2004	3,35	15,7
		9	31.05.2004	3,42	15,7
		11	14.06.2004	3,47	9,6
		13	28.06.2004	3,30	9,6
<b>Tier 258</b>	1	3	04.10.2004	3,29	12,2
		5	18.10.2004	3,97	12,2
		7	15.11.2004	4,38	11
		9	30.11.2004	3,93	11
		11	13.12.2004	3,88	12,3
		13	27.12.2004	4,14	12,3
<b>Tier 270</b>	1	3	12.04.2004	3,58	33,6
		5	26.04.2004	3,77	33,6
		7	10.05.2004	3,78	26,9
		9	24.05.2004	4,15	26,9
		11	07.06.2004	4,11	24,5
		13	21.06.2004	4,07	24,5
<b>Tier 278</b>	1	3	12.04.2004	3,80	12,9
		5	26.04.2004	5,53	12,9
		7	10.05.2004	5,62	8,9
		9	24.05.2004	6,07	8,9
		11	07.06.2004	5,71	9,2
		13	21.06.2004	5,59	9,2
<b>Tier 308</b>	1	3	28.06.2004	3,74	10,6
		5	12.07.2004	4,41	8,3
		7	26.07.2004	3,65	8,3
		9	09.08.2004	3,96	6,5
		11	23.08.2004	4,89	6,5
		13	06.09.2004	4,83	5,6
<b>Tier 310</b>	1	3	05.04.2004	3,91	12
		5	19.04.2004	4,30	12
		7	03.05.2004	3,95	7,8
		9	17.05.2004	3,82	7,8
		11	31.05.2004	3,95	7,8
		13	14.06.2004	4,14	7,6

## IX. ANHANG

	<b>Gruppe</b>	<b>Woche pp.</b>	<b>Datum</b>	<b>Leptin ng/ml</b>	<b>RFD</b>
<b>Tier 313</b>	1	3	26.04.2004	4,81	19
		5	10.05.2004	4,29	14
		7	24.05.2004	4,41	14
		9	07.06.2004	3,65	9,1
		11	21.06.2004	3,89	9,1
		13	05.07.2004	4,68	6,9
<b>Tier 46</b>	2	3	15.03.2004	2,84	20,2
		5	29.03.2004	3,50	20,2
		7	12.04.2004	3,43	12
		9	26.04.2004	3,78	12
		11	10.05.2004	3,64	8,3
		13	24.5.2004	3,37	8,3
<b>Tier 69</b>	2	3	19.04.2004	9,05	19,6
		5	03.05.2004	8,94	16
		7	17.05.2004	9,76	16
		9	31.05.2004	10,02	16
		11	14.06.2004	9,31	12,3
		13	28.06.2004	9,22	12,3
<b>Tier 109</b>	2	3	12.04.2004	4,38	18,4
		5	26.04.2004	3,91	18,4
		7	10.05.2004	3,83	8,5
		9	24.05.2004	3,64	8,5
		11	07.06.2004	4,17	6,6
		13	21.06.2004	4,19	6,6
<b>Tier 139</b>	2	3	19.04.2004	2,49	20,7
		5	03.05.2004	2,82	8,9
		7	17.05.2004	2,73	8,9
		9	31.05.2004	2,63	8,9
		11	14.06.2004	2,69	7
		13	28.06.2004	2,93	7
<b>Tier 209</b>	2	3	28.06.2004	4,12	14,7
		5	12.07.2004	3,71	11,8
		7	26.07.2004	3,90	11,8
		9	09.08.2004	4,02	8
		11	23.08.2004	3,60	8
		13	06.09.2004	3,30	5,8

## IX. ANHANG

	Gruppe	Woche pp.	Datum	Leptin ng/ml	RFD
<b>Tier 259</b>	2	3	26.04.2004	3,79	20,1
		5	10.05.2004	3,63	11,8
		7	24.05.2004	3,67	11,8
		9	07.06.2004	3,64	8,3
		11	21.06.2004	3,71	8,3
		13	05.07.2004	4,14	6,2
<b>Tier 262</b>	2	3	29.03.2004	2,75	18,7
		5	12.04.2004	2,96	11,6
		7	26.04.2004	2,81	11,6
		9	10.05.2004	2,78	6,7
		11	24.05.2004	2,76	6,7
		13	07.06.2004	3,08	6,3
<b>Tier 283</b>	2	3	29.03.2004	4,46	24,5
		5	12.04.2004	4,33	17,3
		7	26.04.2004	4,19	17,3
		9	10.05.2004	4,85	6,9
		11	24.05.2004	4,74	6,9
		13	07.06.2004	5,00	6
<b>Tier 295</b>	2	3	05.04.2004	4,33	23,6
		5	19.04.2004	3,87	23,6
		7	03.05.2004	3,71	8,9
		9	17.05.2004	3,51	8,9
		11	31.05.2004	3,87	8,9
		13	14.06.2004	4,08	6,5
<b>Tier 300</b>	2	3	26.04.2004	8,74	18,9
		5	10.05.2004	7,58	8,1
		7	24.05.2004	7,41	8,1
		9	07.06.2004	8,15	6,1
		11	21.06.2004	8,10	6,1
		13	05.07.2004	9,08	6
<b>Tier 304</b>	2	3	26.04.2004	3,27	5
		5	10.05.2004	6,84	5,6
		7	24.05.2004	4,65	5,6
		9	07.06.2004	3,84	5,6
		11	21.06.2004	3,49	5,6
		13	05.07.2004	3,08	5,6

## IX. ANHANG

---

	<b>Gruppe</b>	<b>Woche pp.</b>	<b>Datum</b>	<b>Leptin ng/ml</b>	<b>RFD</b>
<b>Tier 334</b>	2	3	04.10.2004	3,71	11,3
		5	18.10.2004	3,18	11,3
		7	15.11.2004	2,93	6,9
		9	30.11.2004	2,75	6,9
		11	13.12.2004	2,77	6,2
		13	27.12.2004	2,89	6,2

**IX. ANHANG**

**Milchprogesteron in ng/ml**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>2</b>	0,8	1,45	3,53	5,24	36,62	6,69	5,47	22,97	22,82	2,38	19,5
<b>3</b>	<1,00	1,52	3,54	10,45	2,24	4,32	6,39	7,83	1,38	14,47	13,61
<b>4</b>	16,06	20,64	9,84	21,41	6,41	5,18	3,41	28,65	32,36	13,78	3,13
<b>5</b>	1,31	1,02	<1,00	3,28	5,77	20,51	5,34	7,2	22,04	5,25	7,5
<b>6</b>	11,6	35,52	13,6	<1,00	7,45	19,34	32,63	21,45	6,25	2,65	21,34
<b>7</b>	1,25	1,14	1,66	2,33	2,16	<1,00	1,73	1,48	1,85	1,27	1,62
<b>8</b>	1,75	<1,00	1,5	3,75	11,56	1,63	10,8	4,4	1,54	5,94	14,87
<b>10</b>	<1,00	9,45	22,31	31,12	38,74	<1,00	10,44	17,57	1,71	25,14	39,96
<b>12</b>	8,66	16,5	27,4	3,77	8,22	27,75	30,26	23,5	2,13	21,27	12,56
<b>13</b>	1,59	<1,00	1,88	1,05	6,15	5,8	16,04	31,32	2,69	33,17	1,39
<b>14</b>	19,4	23,5	23,82	1,02	14,03	34,58	4,61	1,46	15,61	20,2	6,29
<b>21</b>	2,19	1,12	<1,00	3,42	2,59	4,46	4,47	1,49	8,07	23,81	1,28
<b>22</b>	5,38	<1,00	2,16	2,35	6,05	7,31	4,84	1,94	19,52	25,1	41,36

## IX. ANHANG

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>23</b>	<1,00	<1,00	1,21	<1,00	16,67	22,35	30,8	1,03	13,83	20,74	1,11
<b>25</b>	1,16	7,66	18,7	3,05	19,9	28,12	1,96	18,12	32,37	61,69	35,84
<b>28</b>	1,15	12,39	31,39	1,6	6,82	2,9	2,14	19,44	28,83	31,49	42,39
<b>29</b>	<1,00	2,03	1,06	1,63	5,5	20,49	11,42	4,18	16,32	25,91	11,37
<b>33</b>	16	24,88	<1,00	21,47	30,48	26,98	1,79	29,84	36,8	29,21	37,41
<b>46</b>	11,82	28,08	15,71	21,41	11,17	20,82	16,81	15,32	1,09	8,1	14,53
<b>48</b>	34,9	34,66	2,09	17,34	44,06	3,18	47,19	33,74	30,38	2,62	32,5
<b>49</b>	1,25	1,46	4,72	12,31	8,87	6,49	7,28	1,36	4,37	6,1	2,14
<b>50</b>	14,63	4,92	5,84	13,5	3,35	5,23	25,99	18,81	6,59	38,62	25,61
<b>52</b>	<1,00	<1,00	12,17	21,17	9,76	4,28	9,11	1,66	12,08	9,42	26,98
<b>55</b>	5,36	7,19	7,28	<1,00	11,06	24,08	2,44	2,52	18,9	24,57	23,08
<b>57</b>	1,15	10,18	10,33	6,05	9,53	5,68	4,35	18,6	11,83	19,64	20,99
<b>59</b>	5,8	16,61	17,68	1,94	15,23	8,27	<1,00	12,45	16,48	<1,00	8,76
<b>60</b>	1,66	9,08	2,12	9,6	14,65	2,24	9,02	8,99	1,53	13,48	21,49
<b>63</b>	1,01	<1,00	1,36	<1,00	7,7	22,14	9,38	3,7	2,91	8,99	14,18

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>64</b>	8,96	9,9	34,43	15,12	11,88	<1,00	11,45	29,9	1,89	7,78	12,86
<b>65</b>	1,09	1,17	<1,00	<1,00	1,46	3,99	1,05	14,89	25,37	1,31	10,77
<b>68</b>	2,38	21,51	13,96	17,91	1,51	16,3	16,73	<1,00	6,74	23,72	29,4
<b>69</b>	17,39	20,15	14,27	17,21	17,07	21,62	34,3	2,41	16,95	17,11	4,18
<b>70</b>	2,48	9,33	1,14	2,05	2,83	11,85	20,58	1,86	10,76	20,58	25
<b>74</b>	<1,00	<1,00	<1,00	11,19	31,74	25,7	23,72	1,79	35,57	39,23	50,52
<b>75</b>	<1,0	5,75	2,45	10,01	15,51	1,02	8,3	17,1	1,66	20,75	15,01
<b>77</b>	1,3	13,21	1	11,15	14,87	20,36	19,64	14,28	4,4	1,62	13,68
<b>78</b>	1,19	5,6	9,21	7,46	1,49	7	23,58	18,27	10,08	16	<1,00
<b>79</b>	19,24	2,37	7,17	41,59	39,92	1,14	34,82	42,41	49,12	30,3	54,2
<b>85</b>	2,81	1,85	1	1	1,22	14,83	12,65	21,82	24,56	15,37	3,76
<b>86</b>	1,98	19,37	16,58	21,6	1,72	8,21	28,4	27,74	1,63	9,39	25,04
<b>94</b>	1,15	1,46	11	4,35	1,23	32,38	<1,00	11,19	32,51	1,76	7,44
<b>95</b>	24,52	23,43	37,2	5,58	38,01	19,06	24,46	1,43	3,9	7,42	33,14
<b>100</b>	<1,00	3,04	7,06	5,29	15,97	1,76	6,87	17,47	4,32	3,62	26,35

## IX. ANHANG

TierNr.	3 Wo pp	4 Wo pp	5 Wo pp	6 Wo pp	7 Wo pp	8 Wo pp	9 Wo pp	10 Wo pp	11 Wo pp	12 Wo pp	13 Wo pp
102	11,84	26,07	2	3,85	10,43	4,84	15,1	16,44	17,61	27,47	45,58
106	1,33	5,8	19,45	1,34	3,38	11,78	3,32	6,1	8,41	9,82	1
108	<1,00	<1,00	7,15	17,36	27,26	25,24	1,87	34,75	16,2	15,5	18,36
109	2,52	2,95	1,12	1	<1,00	1,07	1,65	5,33	1,14	20,57	25,29
111	1,39	1,39	5,81	7,12	9,76	20,49	11,63	1,99	19,56	28,84	1,97
112	18,08	<1,00	10,61	18,51	18,65	1,53	61,47	32,84	2,45	18,59	38,89
114	1,85	9,25	13,85	32,67	1,45	27,11	33,45	25,01	7,1	19,89	19,79
118	<1,00	1,68	4,02	33,63	45,85	2,78	8,82	34,12	28,08	29,83	1,84
121	2,15	2,22	1,06	5,2	2,63	14,94	25,79	9,35	1,53	12,69	7,06
123	<1,00	1,36	10,55	22,8	39,38	12,54	2,46	3,83	12,61	14,41	1,47
125	<1,00	2,01	11,93	17,45	27,6	13,9	<1,00	8,64	19,91	10,99	5,35
129	10,66	34,46	1,57	11,84	22,09	23,25	1,59	15,99	53,73	3,38	30,97
130	15,32	25,13	1,21	20,18	29,19	27,33	2,76	9,1	21,1	23,67	2,5
131	1,44	1	<1,00	6,31	18,42	<1,00	6,19	2,76	10,13	19,02	1,53
132	8,53	17,92	2,2	7,63	19,45	33,22	5,32	21,82	44,4	19,24	32,56

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>137</b>	1,49	2,16	<1,00	1,82	18,88	18,83	29,76	17,42	17,34	3,2	7,59
<b>139</b>	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,29	1,45	4,11	1,59	1,95	1,74	18,4
<b>141</b>	3,09	1,59	23,72	15,54	1,48	15,51	32,94	2,3	10,81	22,6	32,25
<b>150</b>	<1,00	1,36	2,45	5,28	2,5	5,37	7,44	4,16	8,9	26,9	5,83
<b>151</b>	15,2	18,94	19,04	25,79	21,91	3,29	14,25	19,58	1,92	3,35	15,24
<b>152</b>	2,08	11,8	8,29	4,93	26,1	25,86	1,8	16,48	13,48	2,5	19,76
<b>153</b>	4,95	25,81	24,44	1,16	13,48	27,91	<1,00	9,02	28,09	20,65	23,87
<b>155</b>	1,01	<1,00	3,38	5,12	1,19	3,31	2,44	2,76	8,72	24,46	16,11
<b>160</b>	1,15	5	2	13,11	17,4	1,6	10,14	30,84	34,34	43,72	37,88
<b>163</b>	1,25	1,12	1,51	1,56	5,75	17,62	25,04	2,79	15,1	14,73	3,21
<b>165</b>	24,62	21,59	<1,00	5,44	13,75	<1,00	15,57	40,09	6,82	10,35	32,22
<b>168</b>	16,41	26,1	<1,00	8,42	9,55	18,24	<1,00	5,72	19,53	3,64	6,99
<b>171</b>	1,75	<1,00	1,75	<1,00	1,56	2,14	1,14	4,09	11,39	23,28	18,1
<b>174</b>	5,78	14,79	14,44	<1,00	6,38	12,24	4,17	3,22	12,75	1,3	1,05
<b>175</b>	<1,00	20,61	27,34	4,16	9,86	28,86	19,84	1,19	12,16	32,09	3,36

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>177</b>	<1,00	2,11	1,91	11,67	15,09	20,87	2,32	6,35	31,25	6,9	4,95
<b>184</b>	3,15	13,95	8,1	2,44	8,84	10,4	1,41	11,39	7,4	3,22	13,34
<b>186</b>	<1,00	<1,00	1,08	3,95	5,95	10,82	3,17	14,21	18,59	23,05	44,36
<b>187</b>	1,56	<1,00	<1,00	8,07	17,22	1,92	10,3	20,33	31,46	28,17	33,6
<b>189</b>	16,21	10,59	4,72	<1,00	10,88	21,72	<1,00	5,15	34,43	2,92	2,04
<b>191</b>	22,37	20,25	23,66	<1,00	15,49	20,13	27,53	1,08	19,11	25,3	<1,00
<b>192</b>	21,11	23,56	7,3	<1,00	17,97	43,14	8,08	48,78	46,64	63,09	64,88
<b>193</b>	20,83	1,76	24,52	11,94	<1,00	11,71	31,5	3,02	7,92	27,87	<1,00
<b>194</b>	<1,00	13,71	20,51	26,88	30,77	35,81	20,16	22,84	14,48	36,04	27,7
<b>195</b>	2,54	1,82	1,77	11,08	16,74	13,52	24,02	14,87	21,41	1,13	10,15
<b>196</b>	1,48	1,56	<1,00	<1,00	1,24	1,35	1,56	<1,00	1,03	1,86	5,28
<b>197</b>	1,3	9,69	3,64	1,11	10,79	18,3	3	7,14	6,24	1,06	11,81
<b>199</b>	<1,00	1,24	25,06	26,31	20,78	16,67	2,88	4,18	20,1	17,08	3,26
<b>202</b>	<1,00	<1,00	6,94	13,38	18,27	10,4	27,56	17,19	21,66	24,58	19,59
<b>203</b>	7,25	6,44	11,97	2,82	31,34	19,51	26,49	4,96	<1,00	14,17	22,18

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
204	<1,00	<1,00	3,46	3,28	1,38	<1,00	1,68	7,7	44,03	14,41	1,94
209	<1,00	<1,00	<1,00	1,49	1,8	<1,00	1,5	<1,00	1,33	<1,00	4,27
210	<1,00	2,24	1,04	1,5	3,59	5,29	3,16	1,19	7,44	19,73	31,54
212	<1,00	1,22	6,65	14,8	1,02	7,1	11,5	9,54	1,33	8,31	13,57
214	<1,00	25,52	2,74	2,37	12,06	25,62	3,01	7,16	34,68	14,13	8,16
215	1,43	<1,00	<1,00	2,04	12,77	37,98	4,5	4,85	9,71	2,69	22,38
217	6,06	6,71	5,56	6,66	5,82	24,33	39,63	2,05	13,1	18,53	44,93
219	5,43	14,88	14,48	<1,00	15,04	18,71	22,54	<1,00	16,57	22,8	22,18
220	1,03	1,52	<1,00	<1,00	1,46	9,87	7,66	2,08	3	3,45	2,34
222	15,86	15,12	5,13	<1,00	11,59	5,69	2,98	11,36	8,43	12,17	3,21
223	2,2	22,12	21,61	20,8	9,06	26,08	20,35	10,49	18,74	3,37	5,91
225	<1,00	2,46	34,81	6,01	4,04	18,99	20,84	27,11	36,95	31,66	39,86
226	2,52	1,73	1,22	1,15	1,43	1,16	1,25	1,02	3,79	10,12	19,27
227	<1,00	<1,00	1,09	9,18	17,6	21,64	1,89	<1,00	22,74	27,12	2,76
229	11,89	11,04	13,46	30,05	4,53	15,32	22,88	<1,00	4,1	10,71	20,21

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
241	2,29	9	23,93	23,82	20,53	29,94	26,18	20,72	1,89	22,46	39,72
242	4,18	13,01	39,2	1,79	36,24	35,65	35,12	28,76	44,32	23,2	15,53
247	<1,00	<1,00	<1,00	3,82	17,71	28,9	1,26	14,27	22,65	11,81	5,87
249	1,43	<1,00	1,02	<1,00	5,78	3,97	8,14	11,7	8,32	<1,00	11,56
250	1,79	<1,00	<1,00	1,68	<1,00	1,9	<1,00	<1,00	2,15	<1,00	1,93
255	<1,00	<1,00	<1,00	8,2	17,63	2,3	6,23	10,04	9,6	<1,00	8,67
258	<1,00	11,2	25,09	36,19	1,56	27,97	38,73	3,04	15,18	46,88	36,1
259	18,76	12,49	13,34	25,77	16,74	36,23	21,95	26,06	18,13	30,79	6,66
260	<1,00	1,66	<1,00	4,52	23,37	2,31	5,14	15,12	27,06	2,03	17,43
261	9,84	7,15	36,56	10,16	11,02	15,6	1,2	18,88	39,36	4,5	2,1
262	<1,00	1,9	<1,00	<1,00	1,99	2,33	1	1,63	1,04	4,56	3,79
264	6,24	12,42	9,83	<1,00	1,29	1,06	19,92	13	1,73	10,18	11,97
270	3,64	2,59	24,36	23,36	3,65	6,53	29,84	36,67	4,19	14,96	27,22
271	1,7	1,44	<1,00	<1,00	<1,00	8	18,54	3,39	1,91	2,27	3,67
274	2,1	14,45	19,08	1,04	4,21	18,82	4,76	6,02	22	41,55	1,48

## IX. ANHANG

TierNr.	3 Wo pp	4 Wo pp	5 Wo pp	6 Wo pp	7 Wo pp	8 Wo pp	9 Wo pp	10 Wo pp	11 Wo pp	12 Wo pp	13 Wo pp
275	1,76	7,43	8,13	1,11	<1,00	7,73	22	1	15,57	20,24	<1,00
276	1,08	<1,00	<1,00	1,2	6,74	11,94	8,4	8,27	6,6	1,53	5,43
278	10,33	1,93	8,9	17,77	15,6	1,09	14,84	50,31	32,48	2,58	16,63
282	<1,00	<1,00	18,64	12,16	2,8	5,75	21,24	1,28	9	30,6	39,14
283	<1,00	1,38	<1,00	1,26	<1,00	3,74	2,69	3,29	5,51	10,86	2,23
284	34,65	45,69	16,08	23,7	2,88	17,76	13,3	2,01	9,32	7,28	1,98
288	1,13	<1,00	1,36	1,02	1,56	12,56	4,3	5,05	12,4	1,32	18,49
292	<1,00	16,77	30,35	3,04	8,96	11,17	25,35	1,75	9,68	19,58	9,71
293	1,32	<1,00	<1,00	9,23	3,74	23,39	29,4	2,28	12,77	27,11	41,01
295	<1,00	<1,00	<1,00	1,05	<1,00	<1,00	<1,00	1,18	5,67	9,55	10,26
296	1,01	8,04	21,75	22,24	1,54	10,17	17,8	1,75	14,06	23,06	40,33
298	1,16	<1,00	<1,00	1,46	<1,00	8,12	18,33	25,22	2,92	13,85	13,73
300	1,49	<1,00	1,19	1,53	1,21	3,18	1,19	1,21	1,46	<1,00	1,06
302a	4,16	1,79	1,24	1,13	<1,00	1,17	<1,00	<1,00	1,21	1,12	1,72
302b	5,11	5,79	17,19	1,72	13,09	13,52	1,41	1,46	7,3	10,16	3,7

**IX. ANHANG**

<b>TierNr.</b>	<b>3 Wo pp</b>	<b>4 Wo pp</b>	<b>5 Wo pp</b>	<b>6 Wo pp</b>	<b>7 Wo pp</b>	<b>8 Wo pp</b>	<b>9 Wo pp</b>	<b>10 Wo pp</b>	<b>11 Wo pp</b>	<b>12 Wo pp</b>	<b>13 Wo pp</b>
<b>303</b>	<1,00	1,37	1,11	2,22	<1,00	<1,00	1,6	3,3	21,62	7,2	6,26
<b>304</b>	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2,72	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
<b>308</b>	<1,00	5,44	32,95	1,08	9,83	21,4	2,41	7,44	20	<1,00	7,74
<b>310</b>	<1,00	20,24	3,19	7,68	20,76	2,12	4,37	11,91	5,93	10,58	32,77
<b>312</b>	<1,00	3,8	3,99	6,39	14,17	8,06	11,92	14,86	7,9	8,99	17,64
<b>313</b>	4,95	8,85	5,36	4,46	24,38	40,03	9,29	3,44	12	21,59	27,5
<b>315</b>	<1,00	1,09	<1,00	8,72	30,2	14,57	<1,00	15,11	31,63	27,98	2,08
<b>316</b>	16,2	6,59	1,04	<1,00	2,08	1,2	<1,00	6,76	22,61	1,65	10,37
<b>317</b>	1,73	9,43	25,4	1,75	16,77	24,05	2,33	8,51	10,76	2,35	4,96
<b>319</b>	1,31	<1,00	6,4	14,54	18,51	18,43	14,62	17,4	18,3	13,67	18,12
<b>320</b>	10,48	<1,00	6,29	6,53	1,53	9,22	12,02	<1,00	9,93	19,52	20,95
<b>321</b>	17,08	26,24	19,62	19,58	2,44	10,05	24,06	19,83	1	16,08	18,97
<b>322</b>	<1,00	1,72	2,46	1,06	1,66	7,75	18,73	23,3	7,17	3,81	12,48
<b>327</b>	1,65	<1,00	3,53	28,26	14,93	2,03	7,88	15,91	14,2	2,28	15,23
<b>328</b>	<1,00	1,06	<1,00	1,04	<1,00	1,6	2,74	18,62	18,32	21,61	14,62

## IX. ANHANG

TierNr.	3 Wo pp	4 Wo pp	5 Wo pp	6 Wo pp	7 Wo pp	8 Wo pp	9 Wo pp	10 Wo pp	11 Wo pp	12 Wo pp	13 Wo pp
331	<1,00	1,04	<1,00	2,85	25,49	12,62	1,04	1,25	3,92	3,22	5,61
332	1,02	<1,00	1	3,83	2,9	12,78	13,69	20,58	2,99	12,52	20,7
333	1,06	1,44	1,14	<1,00	1,04	1,14	1,14	1,1	3,21	7,02	31,39
334	2,28	1,68	7,79	26,82	27,01	17,11	39,64	<1,00	18,5	36,4	1,54
338	1,04	1,08	1,92	1,93	8,27	15,74	2,66	5,63	15,02	13,56	<1,00
339	1,2	1,26	3,78	19,4	7,9	3,52	16,84	8,12	4,14	24,41	20,08
340	8,49	22,5	22,4	<1,00	8,33	23,54	30,13	35,45	3,55	9,59	22,36
342	26,64	26,04	2,47	17,15	21,28	28,22	22,84	10,85	25,38	20,34	32,1
343	1,62	2,36	5,25	1,5	26,53	24,58	1,04	11,48	26,97	4,09	2,77
344	9,7	15,34	1,17	10,17	14,49	2,1	1,12	11,99	7	5,9	16,81
347	17,4	4,87	1,6	23,41	4,8	9,55	28,18	37,31	45,8	60,18	36,91
348	2,09	16,24	1,4	8,01	8,12	2,9	1,97	6,75	12,88	<1,00	4,64
352	1,07	<1,00	3,52	6,78	<1,00	11,32	13,33	1,95	13,08	27,05	16,72
355	<1,00	<1,00	1,12	13,32	6,92	2,4	6,05	10,16	2,63	17,17	11,2
358	5,08	4,32	15,41	21,15	2,61	4,95	30,16	44,01	9,78	6,45	20,84

## IX. ANHANG

TierNr.	3 Wo pp	4 Wo pp	5 Wo pp	6 Wo pp	7 Wo pp	8 Wo pp	9 Wo pp	10 Wo pp	11 Wo pp	12 Wo pp	13 Wo pp
360	<1,00	1,3	1,36	<1,00	1,85	6,78	5,86	6,9	7,58	1,26	<1,00
363	9,82	27,95	12	27,56	21,41	18,55	27,84	42,88	30,77	36,68	43,04
364	3,98	<1,00	25,77	22,24	<1,00	7,89	26,43	27,32	1,74	28,88	60,51
368	7,11	4,18	1,4	11,62	17,84	<1,00	11,81	19,18	21,45	1,3	8,8
369	6,26	4,51	6,22	1,83	5,51	6,39	5,59	1,13	15,2	36,57	46,7
371	<1,00	1,01	<1,00	<1,00	2,3	6,75	24,37	25,37	1,73	17,41	33,23
375	1,52	6,79	17,6	36,68	2,59	7,37	34,67	17,69	34,59	32,26	27,39

## **DANKSAGUNG**

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Professor Dr. R. Staufenbiel für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Erstellung der Dissertation sowie Herrn Professor Dr. W. Kanitz für die intensive Betreuung der Dissertation.

Dank schulde ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Forschungsinstituts für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere in Dummerstorf. Insbesondere möchte dem FB Biometrie und hier vor allem Herrn Dr. Nürnberg und Herrn Dr. Tuchscherer für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse danken.

Im FB Fortpflanzungsbiologie bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. Schneider und seinen Mitarbeiterinnen in der AG Biochemie für die umfangreiche Probenanalytik und die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung. Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der AG Klinik insbesondere Herrn Dr. Becker sei für die methodische Unterstützung bei der Probennahme und Rückenfettdickemessung gedankt.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei des Landes Mecklenburg-Vorpommern und des Gutes Dummerstorf danke ich für die unkomplizierte Zusammenarbeit während der Probennahme und -auswertung.

Ohne die jederzeitige Unterstützung meiner Familie hätte diese Arbeit nicht entstehen können. Dafür bedanke ich mich auch an dieser Stelle besonders herzlich.

## **SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG**

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 23.08.2007

Sylvia Göllnitz