

Aus der  
Klinik für Klautiere  
und dem  
Institut für Biometrie und Informationsverarbeitung  
des Fachbereiches Veterinärmedizin der  
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

**Untersuchungen zur Konditionsbeurteilung  
mittels ultrasonografischer Messung der Rückenfettdicke  
als Grundlage zur Anwendung in der  
Bestandsbetreuung von Milchviehherden**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

vorgelegt von  
**Ulf Joachim Schröder**  
Tierarzt aus München

Berlin 2000

Journal-Nr. 2418

**Gedruckt mit Genehmigung  
des Fachbereiches Veterinärmedizin der  
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN**

**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. G. Hildebrandt

**Erster Gutachter:** Univ.-Prof. Dr. R. Staufenbiel

**Zweiter Gutachter:** Univ.-Prof. Dr. H. Martens

**Tag der Promotion:** 30. November 2000

„Eine Hauptursache der Armut in den Wissenschaften  
ist meist eingebildeter Reichtum.  
Es ist nicht ihr Ziel, der unendlichen Weisheit eine Tür zu öffnen,  
sondern eine Grenze zu setzen dem unendlichen Irrtum.“

BERTOLT BRECHT

## **Für Meine Familie**

# Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Verwendete Abkürzungen.....</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Der Energiestoffwechsel der Milchkuh.....</b>	<b>12</b>
2.1.1	Früh- und Mittellaktation.....	12
2.1.2	Spätlaktation.....	17
2.1.3	Trockenperiode.....	17
<b>2.2</b>	<b>Methoden der Konditionsbeurteilung.....</b>	<b>20</b>
2.2.1	Lebendmasse-Wägung.....	20
2.2.2	Messung der Rückenfettdicke.....	21
2.2.3	Body Condition Scoring.....	22
2.2.4	Vergleich und Anwendbarkeit der verschiedenen Methoden.....	24
<b>2.3</b>	<b>Kondition und Milchleistung.....</b>	<b>27</b>
2.3.1	Milchmenge.....	28
2.3.2	Milchinhaltsstoffe.....	31
<b>2.4</b>	<b>Kondition und Fruchtbarkeit.....</b>	<b>33</b>
2.4.1	Funktionelle Zusammenhänge.....	33
2.4.2	Praktische Auswirkungen und wirtschaftliche Bedeutung.....	38
<b>2.5</b>	<b>Kondition und Gesundheit.....</b>	<b>42</b>
2.5.1	Leberverfettung.....	42
2.5.2	Ketose.....	43
2.5.3	Labmagenverlagerung.....	44
2.5.4	Mastitis.....	45
2.5.5	Puerperalstörungen.....	46
2.5.6	Hypokalzämische Gebärparese.....	46
2.5.7	Klauenerkrankungen.....	46
<b>2.6</b>	<b>Die optimale Kondition.....</b>	<b>47</b>

<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>49</b>
<b>3.1</b>	<b>Untersuchungskonzept</b> .....	<b>49</b>
<b>3.2</b>	<b>Untersuchungszeitraum</b> .....	<b>50</b>
<b>3.3</b>	<b>Beschreibung der untersuchten Betriebe und Tiere</b> .....	<b>50</b>
<b>3.4</b>	<b>Untersuchungsmethodik</b> .....	<b>53</b>
	3.4.1 Darstellung der Meßtechnik .....	53
	3.4.2 Bestimmung der Meßgenauigkeit.....	54
<b>3.5</b>	<b>Durchführung der Messungen im Betrieb</b> .....	<b>56</b>
<b>3.6</b>	<b>Datenerhebung</b> .....	<b>57</b>
	3.6.1 Datenerfassung in den Betrieben .....	57
	3.6.2 Aufarbeitung der Daten in auswertbare Form .....	58
	3.6.3 Beschreibung der erfaßten Kenngrößen.....	58
<b>3.7</b>	<b>Statistische Auswertung</b> .....	<b>60</b>
	3.7.1 Ausgewertete Tierzahlen.....	60
	3.7.2 Statistische Verfahren .....	61
	3.7.2.1 Auswertung der Einzelmessungen.....	61
	3.7.2.1 Auswertung der Wiederholungsmessungen .....	63
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>Auswertung der Einzelmessungen</b> .....	<b>65</b>
	4.1.1 Beschreibung ausgewählter Kenngrößen .....	65
	4.1.2 Mittelwertkurven für den Konditionsverlauf.....	66
	4.1.3 Einflußgrößen auf den Konditionsverlauf .....	67
	4.1.3.1 Alter.....	67
	4.1.3.2 Rasse.....	70
	4.1.3.3 Leistungsniveau des Betriebes.....	71
	4.1.3.4 Saison.....	73
	4.1.4 Beziehungen zwischen Konditionskurve, Leistung und Fruchtbarkeit .....	74
	4.1.4.1 Konditionskurve und Milchmengenleistung .....	74

4.1.4.2	Konditionskurve und Milchinhaltsstoffe .....	78
4.1.4.2.1	Eiweiß.....	78
4.1.4.2.2	Fett .....	80
4.1.4.3	Konditionskurve und Fruchtbarkeit .....	82
4.1.5	Einfluß der Kondition in definierten Laktationsstadien.....	88
4.1.5.1	Späte Trockenperiode.....	88
4.1.5.2	Konditioneller Tiefpunkt.....	91
4.1.5.3	Ende des zweiten Laktationsdrittels .....	94
4.1.6	Mathematische Modulation der Konditionskurve .....	98
4.1.6.1	Kurve für schwarzbunte Tiere.....	98
4.1.6.2	Optimalkurve.....	99
4.1.6.3	Vergleich zweier Hochleistungsbetriebe .....	102
<b>4.2</b>	<b>Auswertung der Wiederholungsmessungen .....</b>	<b>105</b>
4.2.1	Beschreibung ausgewählter Kenngrößen .....	105
4.2.2	Mittelwertkurven für die Konditionsdynamik .....	106
4.2.3	Einflußgrößen auf die Konditionsdynamik.....	107
4.2.3.1	Alter.....	107
4.2.3.2	Rasse.....	108
4.2.3.3	Leistungsniveau des Betriebes.....	109
4.2.4	Beziehungen zwischen Konditionsdynamik, Leistung und Fruchtbarkeit ...	110
4.1.4.1	Konditionsdynamik und Milchmengenleistung.....	110
4.2.4.2	Konditionsdynamik und Milchinhaltsstoffe .....	112
4.2.4.2.1	Eiweiß.....	112
4.2.4.2.2	Fett .....	114
4.2.4.3	Konditionsdynamik und Fruchtbarkeit.....	116
4.2.5	Einfluß der Kondition in definierten Laktationsstadien.....	119
4.2.5.1	Maximaler Fettabbau .....	119
4.2.5.2	Ausgleich der Energiebilanz .....	120
4.2.6	Mathematische Modulation der Konditionskurve .....	121
4.2.6.1	Kurve für schwarzbunte Tiere.....	122
4.2.6.2	Optimalkurve.....	122

<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>124</b>
<b>5.1</b>	<b>Einflußgrößen auf den Konditionsverlauf.....</b>	<b>124</b>
5.1.1	Alter .....	124
5.1.2	Rasse.....	125
5.1.3	Leistungsniveau des Betriebes.....	127
5.1.4	Saison.....	128
<b>5.2</b>	<b>Beziehungen zwischen Kondition, Leistung und Fruchtbarkeit .....</b>	<b>129</b>
5.2.1	Konditionskurve und Milchmengenleistung .....	129
5.2.2	Konditionskurve und Milchinhaltstoffe .....	132
5.2.3	Konditionskurve und Fruchtbarkeit .....	135
<b>5.3</b>	<b>Einfluß der Körperkondition in definierten Laktationsabschnitten.....</b>	<b>137</b>
5.3.1	Trockenperiode und Kalbezeitpunkt.....	137
5.3.2	Konditioneller Tiefpunkt.....	141
5.3.3	Mitte der Laktation.....	143
5.3.4	Spätlaktation .....	145
<b>5.4</b>	<b>Die optimale Kondition.....</b>	<b>147</b>
<b>5.5</b>	<b>Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Konditionsbeurteilung .....</b>	<b>149</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>156</b>
<b>7</b>	<b>Summary.....</b>	<b>158</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>160</b>
<b>9</b>	<b>Anhang I (zu 4.1.3 und 4.1.4).....</b>	<b>175</b>
<b>10</b>	<b>Anhang II (zu 4.1.5) .....</b>	<b>184</b>
<b>11</b>	<b>Anhang III (zu 4.2.3 und 4.2.4) .....</b>	<b>192</b>

## 0 Verwendete Abkürzungen

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
a.p.	ante partum
BCS	Body Condition Scoring
cAMP	Zyklisches Adenosinmonophosphat
C.l.	Corpus luteum
d	Tag
DA	Dislocatio abomasi
$\Delta$ RFD	Änderung der Rückenfettdicke
$\Delta$ RFD/d	Änderung der Rückenfettdicke pro Tag
FCM	fat corrected milk (auf einen Fettgehalt von 4% korrigierte Milchmenge)
FFS	freie Fettsäuren
FS	Fettsäuren
FSH	Follikel-Stimulierendes Hormon
GnRH	Gonadotropin-Releasing Hormon
GZ	Güstzeit (Intervall zwischen Abkalbung und Konzeption)
HF	Holstein-Friesian
HR100M	hochgerechnete 100-Tage-Milchmenge
HR305M	hochgerechnete 305-Tage-Milchmenge
HR305F	hochgerechnete 305-Tage-Fettmenge
HR305F%	durchschnittlicher Milchfettgehalt der Gesamtlaktation (305 Tage)
HR305E	hochgerechnete 305-Tage-Eiweißmenge
HR305E%	durchschnittlicher Milcheiweißgehalt der Gesamtlaktation (305 Tage)
HR305FCM	hochgerechnete auf 4% Fett korrigierte 305-Tage-Milchmenge
HSL	Hormon-Sensitive Lipase
HVL	Hypophysenvorderlappen
KB	Künstliche Besamung
kDa	kiloDalton
LH	Luteotropes Hormon
LPL	Lipoproteinlipase
Max	Maximalwert
Min	Minimalwert



MJ	Mega Joule
MLP	Milchleistungsprüfung
NEL	Netto Energie Laktation
NRC	National Research Council
p	p-Wert, Überschreitungswahrscheinlichkeit
p.p.	post partum
r	Korrelationskoeffizient
R <sup>2</sup>	Bestimmtheitsmaß
RBT	Deutsches Rotbuntes Rind
RFD	Rückenfettdicke
RFW RZ	Relativer Fruchtbarkeitswert Rastzeit (Differenz zwischen individueller Rastzeit und alterskorrigiertem Betriebsdurchschnitt)
RFW ZKZ	Relativer Fruchtbarkeitswert Zwischenkalbezeit (Differenz zwischen individueller Zwischenkalbezeit und alterskorrigiertem Betriebsdurchschnitt)
RLW	Relativer Leistungswert (Differenz zwischen Eigenmilchleistung und alterskorrigiertem Betriebsdurchschnitt)
RZ	Rastzeit (Intervall zwischen Abkalbung und Erstbesamung)
s	Standardabweichung
SBT	Deutsches Schwarzbuntes Rind
s.c.	subcutan
S.E.	standard error of the estimate (Standardfehler des Schätzwertes)
SMR	Schwarzbuntes Milchrind
SMR x HF	Verdrängungskreuzung auf SMR-Basis mit HF-Insemination
TG	Triglycerid
TMR	total mixed ration
TS	Trockensubstanz
TU	Trächtigkeitsuntersuchung
v	Variationskoeffizient
VLDL	very low density lipoprotein
VZ	Verzögerungszeit (Intervall zwischen Erstbesamung und Konzeption)
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
ZKZ	Zwischenkalbezeit (Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kalbungen)

## **Danksagung**

Bei allen, die mir bei der Erstellung der vorliegenden Dissertation behilflich waren, möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

Herrn Prof. Dr. R. Staufenbiel danke ich für die Überlassung des Themas sowie für Anregungen, Ratschläge, Kritik und die jederzeit gewährleistete Unterstützung bei der Verfassung der Arbeit.

Bei der Kommission zur Vergabe von Promotionsstipendien bedanke ich mich für die Förderung nach dem Nachwuchsförderungsgesetz (NaFöG). Ohne diese Unterstützung wären die umfangreichen Datenerhebungen in einem vertretbaren Zeitrahmen nicht möglich gewesen.

Ein besonderer Dank gilt allen Tierhaltern, die durch ihr Einverständnis zur Durchführung der Untersuchung in ihren Beständen die Erstellung dieser Arbeit überhaupt erst ermöglichten. Ebenso sei allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Betriebe gedankt, die durch ihre tatkräftige und kompetente Mithilfe maßgeblich zum Gelingen des Vorhabens beigetragen haben. Herrn und Frau Reinecke danke ich für ihre besonders engagierte Unterstützung.

Bei allen Mitarbeitern und Doktoranden der Arbeitsgruppe Bestandsbetreuung bedanke ich mich für die gute und stets hilfsbereite Zusammenarbeit.

Ebenso danke ich den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Firma dsp Agrosoft, Paretz für die Bereitstellung von Programmsystemen, für kompetente Unterstützung und die Erstellung von Datensätzen. Der Firma Klöpfer und Wiege, Lemgo danke ich für die Bereitstellung des Programmes Superkuh III.

Bei Herrn und Frau Christiansen von der Firma EuroVet ApS, Smørum, DK bedanke ich mich für die schnelle und professionelle Reparatur der Ultraschallgeräte sowie für technische Hilfe.

Frau Dr. Arndt vom Institut für Biometrie der FU Berlin danke ich für Anregungen und Ratschläge sowie für die sorgfältige Überprüfung des statistischen Teiles der Arbeit.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie und allen Freunden für Unterstützung jeglicher Art und für stets geduldiges Verständnis.

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name Ulf Joachim Schröder  
geboren am 31. Mai 1969 in München  
wohnhaft in Berlin seit September 1991  
Eltern Gerd Schröder  
Thea Schröder, geb. Wendt

### Schulbildung

1975 Grundschule Brokstraße, Bremen  
1975 - 1979 Grundschule Sudweyhe, Weyhe  
1979 - 1981 Orientierungsstufe Lahausen, Weyhe  
1981 - 1988 Gymnasialstufe der KGS Weyhe  
25. Mai 1988 Abitur an der KGS Weyhe

### Zivildienst

1988 - 1990 „Essen auf Rädern“, Behindertenfahrdienst und Mobiler Sozialer Hilfsdienst bei der Arbeiterwohlfahrt Syke, Kreisverband Diepholz

### Studium

1990 - 1991 Studium der Biologie (Diplom) an der Philipps-Universität Marburg  
1991 - 1997 Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin  
26. Juni 1997 Approbation als Tierarzt  
August 1997 bis Mai 2000 Doktorand an der Klinik für Klauentiere der FU Berlin (von April 1998 bis März 2000 gefördert durch ein Stipendium nach dem Nachwuchsförderungsgesetz NaFöG)

### Beruf

August 1997 bis April 1998 Freier Mitarbeiter an der Klinik für Klauentiere der FU Berlin  
seit Mai 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Klauentiere der FU Berlin

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, daß ich die vorgelegte Arbeit selbst und ohne fremde Hilfe verfaßt und andere als die angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe.

Ferner erkläre ich, diese Arbeit erstmalig und nur an der Freien Universität Berlin eingereicht zu haben.

Ulf Schröder

Berlin, den 9. Juni 2000