

Aus der Medizinischen Tierklinik  
für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Prof. Dr. W. Klee

**Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen  
der Rasse „Fleckvieh“ unter den Haltungsbedingungen des nördli-  
chen Oberbayerns**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Matthias Schäfers

aus

Bremervörde

**München 2000**

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. Stangassinger

Referent: Univ.-Prof. Dr. W. Klee

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. M. Förster

Tag der Promotion: 25. Februar 2000

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>8</b>
2.1	ÜBERBLICK ÜBER DEN STOFFWECHSEL DER MILCHKUH IN DER FRÜHLAKTATION.....	8
2.2	AUSWIRKUNGEN VON STÖRUNGEN DES ENERGIESTOFFWECHSELS .....	12
2.2.1	<i>Gesundheit</i> .....	12
2.2.2	<i>Leistung</i> .....	14
2.2.3	<i>Fruchtbarkeit</i> .....	14
2.3	METHODEN ZUR STOFFWECHSELÜBERWACHUNG BEIM RIND .....	16
2.3.1	<i>Ernährungszustand</i> .....	16
2.3.1.1	Körpermasse.....	17
2.3.1.2	Verschiedene Körpermaße.....	19
2.3.1.3	Body Condition Scoring .....	21
2.3.1.4	Rückenfettdicke.....	32
2.3.1.5	andere Methoden .....	36
2.3.2	<i>Berechnung von Stoffwechselbilanzen</i> .....	37
2.3.3	<i>Ketonkörperspiegel</i> .....	38
2.3.4	<i>Fettgehalt der Milch</i> .....	42
2.3.5	<i>Eiweißgehalt der Milch</i> .....	44
2.3.6	<i>Milchleistung</i> .....	45
2.3.7	<i>Harnstoffgehalt der Milch</i> .....	46
2.3.8	<i>Andere Methoden</i> .....	47
2.3.9	<i>Praxisrelevante Kombinationen verschiedener Methoden</i> .....	48
<b>3</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>51</b>
3.1	MATERIAL UND METHODEN .....	51
3.1.1	<i>Region</i> .....	51
3.1.2	<i>Zeitplan</i> .....	51
3.1.3	<i>Betriebe</i> .....	51
3.1.4	<i>Untersuchungsmethoden</i> .....	52
3.1.4.1	Rückenfettdickenmessung .....	53
3.1.4.2	Body Condition Scoring .....	56
3.1.4.3	Ergänzungen zum BCS -System.....	60
3.1.4.4	Brustumfang .....	61
3.1.4.5	Kniefaltendicke.....	62
3.1.4.6	Tonometrie .....	63
3.1.4.7	Schaumstoffkeil.....	64
3.1.4.8	Milchleistung.....	65
3.1.5	<i>Tiergut und Datenmaterial</i> .....	65
3.2	DATENVERARBEITUNG UND STATISTISCHE BERECHNUNGEN .....	68
3.3	ERGEBNISSE.....	70
3.3.1	<i>Gruppierungsfaktoren</i> .....	70
3.3.1.1	Laktationsnummer .....	70
3.3.1.2	Milchleistungsgruppe .....	70
3.3.1.3	Fett-Eiweiß-Quotient-Gruppe.....	70
3.3.2	<i>Wiederholbarkeit</i> .....	71
3.3.3	<i>Verlaufsuntersuchungen</i> .....	73
3.3.3.1	Der Goldstandard Rückenfettdicke.....	73
3.3.3.1.1	Deskriptive Statistiken und Korrelationen .....	73
3.3.3.1.2	Varianzanalytische Verfahren .....	78
3.3.3.2	Beziehung der Ergebnisse der verschiedenen Methoden der Körperkonditionsbeurteilung zur Rückenfettdicke .....	80
3.3.3.2.1	Deskriptive Statistiken .....	80
3.3.3.2.2	Beziehungen zwischen den Werten.....	81
3.3.3.2.3	Beziehungen zwischen den Änderungen der Werte .....	83
<b>4</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>104</b>

<b>6</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>106</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>108</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>127</b>
8.1	DESKRIPTIVE STATISTIKEN.....	127
8.1.1	<i>Wiederholbarkeit.....</i>	<i>127</i>
8.1.2	<i>Verlaufsuntersuchungen.....</i>	<i>130</i>
8.2	GRAPHISCHE DARSTELLUNGEN ZU DEN VERWENDETEN METHODEN.....	139
8.3	BEISPIELE FÜR VERSCHIEDENE KÖRPERKONDITIONEN BEI FLECKVIEHKÜHEN.....	166
8.4	VORSCHLAG FÜR EIN VERBESSERTES BCS-SYSTEM .....	171

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

?	Platzhalter
*	Platzhalter für Zahlen
?-Grp	?-Gruppe
ACTH	Adrenokortikotropes Hormon
ALT	Alanin-Amino-Transaminase
AP	Alkalische Phosphatase
ATP	Adenosin-Triphosphat
BCS	Body Condition Scoring
BCS*	Komponente Nummer * des BCS-Systems
BU	Brustumfang
CoA	Coenzym-A
D?	Differenz?
D**	Differenz zwischen zwei Untersuchungsterminen
DSB	Deutsches Schwarzbuntes Niederungsgrind
F6P	Fructose-6-Phosphat
FECM	fett- und eiweißkorrigierte Milchmenge
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
G6P	Glucose-6-Phosphat
$\gamma$ -GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
GLM	General Linear Model
H0	Null-Hypothese
HA	Arbeitshypothese
HD	Hautdicke
HF	Holstein Friesian
K*	Kombination Nummer*
KD	Kniefaltendicke
KF	Kniefaltenfett dicke
KKI	Körperkonditionsindex
KS	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest
LN	Laktationsnummer
LKV	Landeskuratorium für tierische Veredelung
M	Methode
Max	Maximum
Min	Minimum
MJ	Megajoule
MLP	Milchleistungsprüfung
Mod*	Modell Nummer*
MW	Mittelwert
N	Anzahl
n.s.	nicht signifikant
NEL	Netto-Energie-Laktation

OCT	Ornithin-Carbamyltransferase
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
p.p.	post partum
PEP	Phosphoenolpyruvat
r	Korrelationskoeffizient
R <sup>2</sup>	Bestimmtheitsmaß
RAdspS	Score-Wert Adspektion Rippe
RFD	Rückenfettdicke
RPalp	Palpation Rippe
SAdspS	Score-Wert Adspektion Schwanzansatz
SAPalp	Palpation Schwanzansatz
SH	Schaumkeil Hüfthöcker
SR	Schaumkeil Rippe
SS	Schaumkeil Sitzbeinhöcker
StAbw	Standardabweichung
STH	Somatotropes Hormon
T*	Terminnummer *
TG	Tonometrie Glutaeus
TH	Tonometrie Hüfthöcker
TL	Tonometrie Lende
TMR	Total Mixed Ration
TR	Tonometrie Rippe
TS	Tonometrie Sitzbeinhöcker
WS	Score-Wert Zwischenschenkelwulst

# **1 EINLEITUNG**

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft zeigt in den letzten Jahren auch in Bayern die Folgen, die in anderen Ländern und im Norden und Osten Deutschlands schon längst sichtbar geworden sind. In der Milchviehhaltung bedeutet dies weniger, aber dafür größere Herden mit höherer Milchleistung. Solche Herden stellen besondere Anforderungen an das Management. Gerade in Zuchtbetrieben ist die Überwachung der wertvollen Einzeltiere wichtig, wird jedoch bei zunehmender Herdengröße immer schwieriger.

Um das Zusammenspiel zwischen Leistung, Fütterung und Gesundheit - dessen Ergebnis sich in der Stoffwechselbilanz widerspiegelt - steuern zu können, braucht man Kontrollpunkte, die sich mit Hilfe einfacher und aussagekräftiger Indikatoren überwachen lassen. Dabei sind die Anforderungen an die Qualität der Indikatoren für die Herde naturgemäß niedriger als für das Einzeltier. Wie in der Literaturübersicht dargestellt, bieten sich theoretisch viele solcher Indikatoren an, von denen nur einige wenige im täglichen Praxiseinsatz verwendbar sind. Diese „praktikablen“ Indikatoren beziehen sich zum größten Teil auf den Kontrollpunkt „Körperkondition“. Das als „Körperkonditionsbeurteilung“ (engl. Body Condition Scoring oder BCS) bekannte Verfahren findet seit einigen Jahren in Deutschland immer stärkere Beachtung. Diese gesteigerte Aufmerksamkeit war der eigentliche Anlaß für die vorliegenden Untersuchungen.

Die derzeit in der Milchkuhhaltung verwendeten BCS-Systeme sind auf die weltweit dominierende Milchrasse „Holstein Friesian“ zugeschnitten. Ob sie jedoch auch bei anderen und insbesondere bei Zweinutzungsrasen, deren milchleistungsorientierten Zuchtrichtungen mittlerweile schon ein beachtliches Leistungsniveau erreicht haben, anwendbar sind, ist fraglich.

Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit ist nun folgende: Ist es möglich, mit dem BCS-System nach EDMONSON et al. (1989) an Milchkühen der Rasse „Deutsches Fleckvieh“ Veränderungen der Körperkondition in der Früh-laktation zuverlässig und reproduzierbar zu erfassen?

## **2 LITERATURÜBERSICHT**

### **2.1 Überblick über den Stoffwechsel der Milchkuh in der Früh-laktation**

Der Energiebedarf der laktierenden Kuh erwächst in der Hauptsache aus der Milchleistung. Diese wiederum ist stark genetisch bedingt (COPPOCK, 1985), und hängt einerseits von der Oberfläche des sezernierenden Milchdrüsenepithels, und andererseits von der Kapazität des Intermediärstoffwechsels zur Bereitstellung von Glucose (ANDERSSON, 1988) für die Lactosesynthese ab. Die Lactosekonzentration in der Milch liegt relativ konstant bei etwa 5 %, weil sie aus osmotischen Gründen die Milchmenge bedingt (STAUFENBIEL et al., 1979; FARRIES, 1983b). Aber nicht nur der Glucoseverbrauch, sondern auch der an Eiweiß und Fett steigt mit der Milchleistung an.

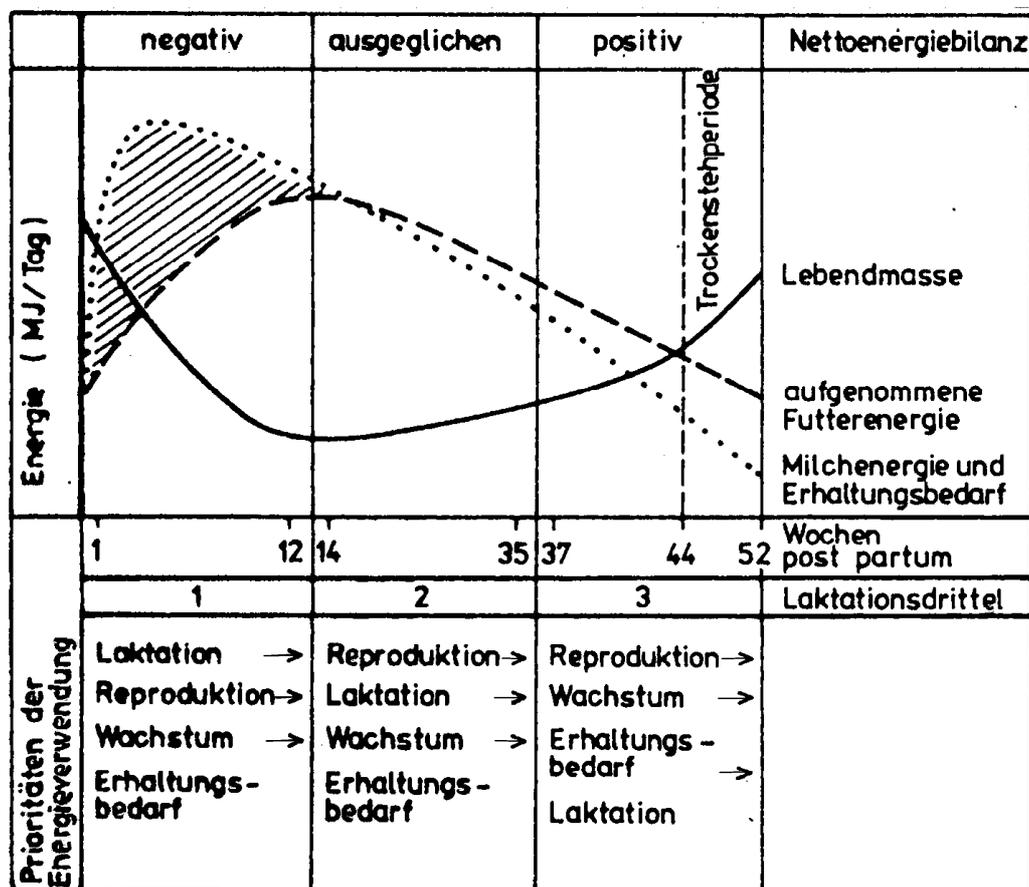
Die Substrate für diese Syntheseleistungen bezieht die Milchkuh in der Hauptsache nicht wie der Monogastrier direkt aus der Nahrung, sondern aus dem Stoffwechsel der Pansenmikroben. Leicht fermentierbare Kohlenhydrate werden im Pansen zu Propionat und Butyrat umgesetzt. Das Propionat dient der Kuh einerseits als Hauptausgangsstoff für die Gluconeogenese und andererseits zur Regeneration von Oxalacetat im Citratzyklus. Nur 15 % der Glucose werden aus Aminosäuren gebildet (FARRIES, 1983b). Acetat ist das Produkt des Rohfaserabbaus durch die Pansenflora. Es bildet die Grundlage für die Milchfettsynthese. Aminosäuren zur Eiweißbildung bezieht der Wiederkäuer hauptsächlich aus der Verdauung von Mikrobenprotein. Die Bildung von Eiweiß durch die Pansenbakterien ist energieabhängig und damit nicht nur von der Verfügbarkeit von Futtereiweiß, sondern auch von dem ausreichenden Vorhandensein von energieliefernden Substraten abhängig. Als Stickstofflieferant dient außer dem Nahrungsprotein auch endogener Harnstoff aus der Desaminierung von Aminosäuren im Intermediärstoffwechsel (ruminohepatischer Kreislauf). Nur etwa 30 % des Nahrungsproteins passiert den Pansen (KAUFMANN, 1976).

Um ausreichend Ausgangsstoffe für die Milchbildung zur Verfügung zu haben, muß die Kuh Futter aufnehmen, das nach Menge, Qualität und Zusammensetzung geeignet ist, einer angepaßten Pansenflora und -fauna die Bildung dieser Nährstoffe zu ermöglichen. Ferner muß die Pansenschleimhaut in der Lage sein, die anfallenden

kurzkettigen Fettsäuren zu resorbieren (ANDERSSON, 1988).

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, steigt nach der Kalbung das Futteraufnahmevermögen der Milchkuh langsamer an als die Milchleistung. Das Milchleistungsmaximum wird 3 bis 7 Wochen p.p. erreicht, die maximale Futteraufnahme dagegen erst 7 bis 14 Wochen p.p. (BINES, 1976; STAUFENBIEL et al., 1979; GRAVERT, 1980; STÖBER und DIRKSEN, 1981; BRANDT, 1985; COPPOCK, 1985; BRAUN et al., 1986; GRAVERT und DIEKMANN, 1986; FOSTER, 1988). Dadurch ist es den meisten Kühen (ERHARDT und SENFT, 1982; FARRIES, 1987a) und insbesondere der Hochleistungskuh (SCHIEMANN et al., 1974; GRAVERT, 1980; HOLTENIUS, 1993) in der Frühlaktation nicht möglich, eine Ration mit einer dem Energiebedarf angepaßten Energiedichte aufzunehmen (FARRIES, 1983b), die zugleich wiederkäuergerecht ist (maximal 6 MJ NEL pro kg Trockensubstanz) (BRANDT, 1985). Auch bei 70-80 % Kraftfutter in der Ration (COPPOCK et al., 1974) können Hochleistungskühe ihren Energiebedarf nicht aus dem Futter decken. Nach Aussage von BELYEA und ADAMS (1990) geraten auch niedrigleistende Kühe in ein Energiedefizit.

**Abbildung 1: Lebendmasse-Energie Zyklus (aus DARGEL, 1987)**



Das Energiedefizit wird noch vergrößert, wenn durch eine mangelhafte Anpassungsfütterung vor dem Kalben die Pansenflora und die Pansenschleimhaut nicht auf die Verwertung und Resorption großer Kraffuttermengen und ihrer Abbauprodukte eingestellt sind. Auch Faktoren, welche die ohnehin begrenzte Futteraufnahme vermindern, vergrößern im Stoffwechselgeschehen die Diskrepanz zwischen Nährstoffbedarf und Nährstoffangebot. Zu diesen Faktoren sind in erster Linie Erkrankungen zu zählen, aber auch solche, welche die „Schmackhaftigkeit“ des Futters beeinträchtigen.

Um die in der Früh-laktation mit einer gewissen Priorität (Abbildung 1) (BAIRD, 1982; COPPOCK, 1985; DARGEL, 1987) ausgestattete Milchbildung aufrecht zu erhalten und einen Energiemangel im Intermediärstoffwechsel zu vermeiden, ist die Kuh gezwungen, Körpersubstanz zu mobilisieren und die Gluconeogenese zu steigern. Das Fettgewebe bildet zwar den Hauptenergiespeicher des Körpers (BAILE, 1971; BELL und BAUMANN, 1994), kann aber nicht zur Neubildung von Glucose herangezogen werden. Diese wird, wie schon ausgeführt, fast ausschließlich aus dem aus der Pansenfermentation stammenden Propionat gebildet.

Sowohl bei der Umsetzung von Fettsäuren zu ATP (über  $\beta$ -Oxidation, Citratzyklus und Atmungskette), als auch bei der Gluconeogenese aus Propionat wird Oxalacetat verbraucht (FARRIES, 1987a). Dies wiederum kann aus Propionat, höherwertigen Alkoholen (endogenes Glycerol, exogenes Propylenglykol) und glukogenen Aminosäuren, nicht aber aus Fett gebildet werden (STAUFENBIEL et al., 1979). Bei einem Mangel an glukoplastischen Substanzen kommt es zur Verknappung von Oxalacetat (BAIRD et al., 1968 und 1972), wodurch das Acetyl-CoA aus der  $\beta$ -Oxidation von Fettsäuren nicht mehr verwertet werden kann. Dies führt wiederum dazu, daß Acetyl-CoA zu Ketonkörpern verstoffwechselt wird. Außerdem lagern sich die nicht mehr oxidierbaren Fettsäuren aus dem Fettgewebe in den Leberzellen ab (BAIRD et al. 1968; STAUFENBIEL et al., 1979; HERDT, 1988). Der allgemein vertretenen Theorie vom Oxalacetatmangel widersprechen allerdings die Ergebnisse von BALLARD et al. (1968). Bei den gleichen Individuen finden sie keine Unterschiede im Oxalacetatgehalt von Leberbiopsien im gesunden Zustand, während einer spontanen Ketose und nach 96-stündigem Hungern.

Die enzymatisch katalysierten Umsetzungsvorgänge unterliegen einer komplexen hormonalen Steuerung (siehe Tabelle 1), deren Ziel die Aufrechterhaltung des

Blutglucosespiegels ist. Die starken Regelmechanismen zur Stabilisierung des Blutglucosespiegels (GIESECKE, 1981) fördern auch die Milchbildung, da einerseits die Glucoseaufnahme ins Euter insulinunabhängig ist (STAUFENBIEL et al. 1979; LITTELDIKE et al., 1981; ANDERSSON, 1988), und andererseits Kühe in der Früh-laktation einen relativen Insulinmangel aufweisen (BECK et al. 1983; FOSTER, 1988; HOLTENIUS 1993; BELL und BAUMANN, 1994). Der Intermediärstoffwechsel von Fleckviehkühen ist gemäß VEITTINGER (1983) gegenüber dem daraus resultierenden Glucose-Abfluß stabiler als derjenige von HF-Kühen.

Insbesondere bei verfetteten Tieren ist die Ansprechbarkeit des Fettgewebes und anderer Gewebe auf Insulin vermindert (BECK et al. 1983; GIESECKE et al. 1987; HOLTENIUS 1993; BELL und BAUMANN, 1994; WILIAMSON und LUND, 1994). Da aber Insulin als einziges Hormon antilipolytisch wirkt (STAUFENBIEL et al., 1979; PAUL, 1990; BELL und BAUMANN 1994), entfällt damit die Hemmung der lipolytischen Hormone, und es kommt bei der Umstellung des Organismus von Retention auf Mobilisation zum Laktationsbeginn zu einer Übersteuerung der Lipolyse (STÖBER und DIRKSEN, 1981; DARGEL; 1987).

Lipolytisch, katabol und glukoplastisch dagegen wirken viele Hormone: ACTH, Katecholamine, STH, Glucagon, Glucocorticoide und Prolaktin (FARRIES, 1971 und 1987a; STAUFENBIEL et al., 1979; STANGASSINGER et al., 1983; FOSTER, 1988; PAUL, 1990; BELL und BAUMANN, 1994).

**Tabelle 1: Regulationsmechanismen im Energiestoffwechsel (nach HOLTENIUS, 1993)**

	Insulin	Glucagon	Katecholamine	Glucocorticoide
Gluconeogenese	---	+++		++
Glykolyse	+++			
Glykogenese	+++	-		
Glykogenolyse	---	+++	+++	++
Lipogenese				
Fettgewebe	(+++)*			
Leber	+++			
Milchdrüse				
Lipolyse	---		+++	---
Ketogenese	---	+++		

+ Stimulation ; - Hemmung; \* nicht in peripartalem Zeitraum

## **2.2 Auswirkungen von Störungen des Energiestoffwechsels**

Im Zentrum der Pathophysiologie des Energiestoffwechsels der Milchkuh steht, wie aus dem Vorhergehenden zu erkennen, die Ketose. Sie ist die Folge einer durch Glucosemangel gesteigerten Lipolyse und der damit verbundenen erhöhten hepatischen Ketogenese (DIRKSEN und KAUFMANN, 1966; SCHULTZ, 1971; EMERY, 1971; BERGMANN, 1971; BAIRD et al., 1974ab; FILAR, 1979; STÖBER und DIRKSEN, 1981; GIRARD et al., 1981; BAIRD, 1981 und 1982; STANGASSINGER et al., 1983; ANDERSSON, 1984a; FARRIES, 1987a). Nach KAUFMANN (1976) können ohne Stoffwechselerkrankung nur 10 % eines Energiedefizites aus Körperreserven gedeckt werden. Eine antepartale Überkonditionierung erhöht das Ketoserisiko (BRONSCH, 1987).

Die klinische und die viel häufigere subklinische Verlaufsform der Ketose haben vielfältige und fast ausschließlich negative Wirkungen auf die Gesundheit und damit auch auf die Milch- und Reproduktionsleistung (BAIRD, 1982; ROSSOW et al., 1991).

Genauso schädlich wie die Verfettung vor der Kalbung ist eine Unterkonditionierung, da das Fettgewebe einen wichtigen Puffer für die Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit bildet (HOLTER et al., 1990; STAUFENBIEL et al., 1991a).

### **2.2.1 Gesundheit**

Hyperketonämische Zustände, verbunden mit klinischen Symptomen, werden als klinische Ketose, solche ohne Symptome als subklinische Ketose bezeichnet. Die subklinische Ketose stellt eine Prädisposition für die klinische Ketose dar (DOHOO und MARTIN, 1984; ANDERSSON und EMANUELSON, 1985).

Bei ROSSOW und BOLDUAN (1994) findet sich entsprechend der Ätiologie eine weitere Unterteilung der klinischen Ketose. Die „spontane Ketose“ kommt bei ante partum verfetteten Hochleistungskühen als Folge einer hormonal übersteuerten Mobilisation von Fettgewebe vor. Aus einer mangelhaften Futteraufnahme resultiert die „Hungerketose“. Die „primäre“ Form entsteht, wenn zu wenig Futter zu Verfügung steht. Die „sekundäre“ Hungerketose tritt auf, wenn die Futteraufnahme durch andere Erkrankungen gestört ist.

Das „fat cow syndrome“ stellt den extremen Verlauf der Ketose dar. Es ist die Folge

einer Kombination ungünstiger metabolischer, digestiver und infektiöser Faktoren (MORROW, 1976; BRAUN et al., 1986; HERDT, 1988), welche die verfettete Kuh nicht kompensieren kann. Es endet mit einem Versagen der Leberfunktion.

Die Trennung zwischen primärer und sekundärer Ketose ist grundsätzlich schwierig. Infektionen zum Beispiel vermindern die Futteraufnahme und erhöhen damit das Ketoserisiko. Ketonkörper (KLUCINSKI et al., 1988) und freie Fettsäuren (REID et al., 1983) hemmen die Aktivität von Makrophagen, was allgemein ein erhöhtes Infektionsrisiko nach sich zieht. Auch Leukopenien treten bei schweren Ketosen auf (MORROW et al., 1979). Ketonkörper (BAIRD et al., 1974a; STAUFENBIEL et al., 1979; HOVE und HALSE, 1983) und freie Fettsäuren (PAUL, 1990) ihrerseits vermindern den Appetit der Kuh. Insgesamt stellt die klinische Ketose daher einen Circulus vitiosus dar, dessen Ausgangspunkt oft schwer zu eruieren ist.

Mit der immunsuppressiven Wirkung von Ketonkörpern ist das vermehrte Auftreten von Mastitiden, Endometritiden (REID et al., 1983) und Metritiden (DOHOO und MARTIN, 1984) im Zusammenhang mit Ketosen erklärbar. Auch die mit der Ketose und mit dem Abbau von Körpersubstanz verbundene Schädigung des Leberparenchyms (STÖBER und DIRKSEN, 1981; GERLOFF et al., 1986; BOISCLAIR et al., 1987; UHLIG et al., 1988; JOHANNSEN et al., 1988) bietet Erklärungsmöglichkeiten für einige genannte Folgeerkrankungen. Bei Infektionen spielt hier die geminderte immunologische Funktion der Leber eine Rolle.

Starke Verfettung vor der Kalbung vergrößert die Gefahr von Störungen bei der Kalbung (FARRIES, 1983b; BRAUN et al., 1986; GEARHART et al., 1988 und 1990), und damit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Auslösern für sekundäre Ketosen. Sie erhöht allgemein die Gefahr für Erkrankungen (FRONK et al., 1980; REID et al., 1986; GERLOFF et al., 1986; TREACHER et al., 1986). Insbesondere fördert sie durch die gesteigerte postpartale Lipolyse die Verfettung des Leberparenchyms (TREACHER et al., 1981). In Verbindung mit einer Verfettung in der Laktationspause weisen WAAGE (1984) und ANDERSSON (1988) auf ein erhöhtes Risiko für Milchfieber hin. STAUFENBIEL et al. (1979) führen das vermehrte Auftreten von Labmagenverlagerungen auf eine Senkung des Muskeltonus durch Ketonkörper zurück. Bei Tieren mit besonders hoher Leistung treten nach ROWLANDS und LUCEY (1986) innerhalb von 20 Wochen nach der Laktationsspitze vermehrt Klauenschäden auf.

### **2.2.2 Leistung**

Die Milchleistung insgesamt wird durch klinische Störungen des Energiestoffwechsels und subklinische Ketosen beeinträchtigt.

Der Milchfettgehalt steigt zwar (KAUPPINEN, 1983; HOLTER et al., 1990), aber die Milchmenge (MORROW et al., 1979; STAUFENBIEL et al., 1979; STÖBER und DIRKSEN, 1981; BAIRD, 1982; DOHOO und MARTIN, 1984; ANDERSSON, 1984a und 1988; ROWLANDS und LUCEY, 1986), und die Milcheiweißkonzentration (KAUFMANN, 1976; TREACHER et al., 1986; MIETTINEN und SETALA, 1993) sind in Abhängigkeit vom Grad des Energiedefizites mehr oder weniger vermindert.

### **2.2.3 Fruchtbarkeit**

Die Fruchtbarkeit der Milchkuh, also im Endeffekt die möglichst frühzeitige Konzeption nach der Kalbung, ist aus wirtschaftlicher Sicht sehr wichtig. Allgemein wird suboptimale Reproduktionsleistung als eines der größten Probleme der Milchviehhaltung eingestuft. Viele Literaturangaben weisen darauf hin, daß das postpartale Energiedefizit einen negativen Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Kuh hat (SMITH et al., 1984; ANDERSSON, 1984a und 1988; GEARHART et al., 1988 und 1990; HARRISON et al., 1990; OLSSON, 1993).

Keine Wirkung auf die Fruchtbarkeit finden HOLTER et al. (1990). Ebenso beeinflusst nach RUEGG und MILTON (1995) der Körperkonditionsverlust post partum weder das Zeitintervall bis zur ersten Brunst, noch die Gützeit, noch den Besamungsindex.

Eine Verzögerung des Auftretens der ersten Brunst wird beobachtet bei negativer Energiebilanz (BUTLER und SMITH, 1989), bei dem daraus resultierenden Verlust von Körpersubstanz post partum (RUTTER und RANDEL, 1984) und bei übermäßiger Körperkondition zum Zeitpunkt der Kalbung (FARRIES, 1983b und 1987b; RICHARDS et al., 1986).

Negative Energiebilanz (BUTTLER und SMITH, 1989) und Körperkonditionsverlust (FERRY, 1992) bedingen schlechte Konzeptionsraten.

Die Gützeit wird verlängert durch einen hohen BCS-Wert bei der Kalbung (RICHARDS et al., 1986; RUEGG et al., 1992b). FERRY (1992) beschreibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Gützeit.

Vermeehrt Ovarialzysten finden sich bei erhöhter Mobilisation von Körpersubstanz

nach REFSDAL (1982), DOHOO und MARTIN (1984), ANDERSSON und EMANUELSON (1985) und OLSSON (1993).

Nach WENNINGER und DISTEL (1994) hat der Aceton-Gehalt der Milch eine negative Beziehung zur Verzögerungszeit und zum Erstbesamungserfolg. KAUFMANN (1976) verzeichnet eine Verlängerung der Zwischenkalbezeit bei Energiemangel in der Früh lactation. FARRIES (1983b und 1987b) beobachtet bei einer antepartalen Verfettung schwächere Brunstsymptome und eine verzögerte Uterusinvolution. Für letztere machen STAUFENBIEL et al. (1979) die auf den Uterustonius dämpfend wirkenden Ketonkörper verantwortlich. Zur Erklärung der negativen Auswirkungen des Energiemangels auf die Fruchtbarkeit wird von FARRIES (1983b) eine vermehrte Progesteronbildung aus Acetyl-CoA bei gesteigerter Lipolyse angeführt.

Bei Fleischrindern in schlechter Kondition zum Kalbezeitpunkt finden HARLAN et al. (1997) niedrigere Trächtigkeitsraten.

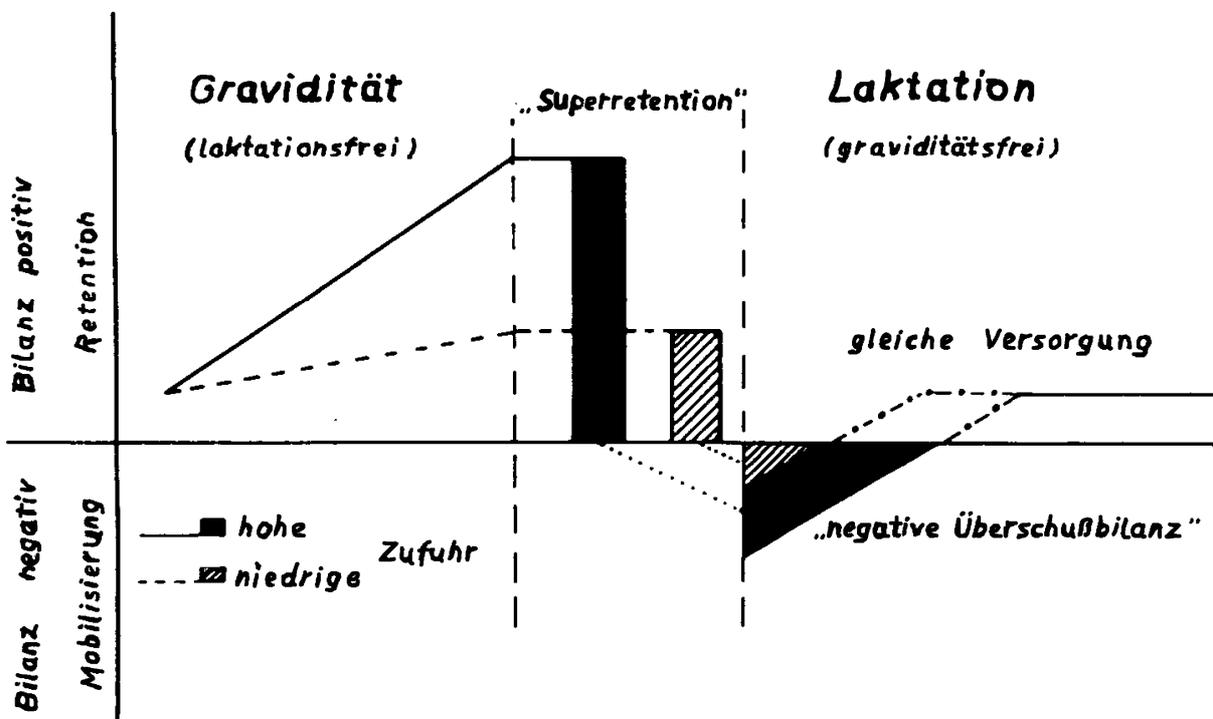
## 2.3 Methoden zur Stoffwechselüberwachung beim Rind

### 2.3.1 Ernährungszustand

Der Ernährungszustand eines ausgewachsenen Tieres zu einem bestimmten Zeitpunkt ergibt sich aus der durchschnittlichen Energiebilanz des Organismus über einen gewissen vorhergehenden Zeitraum. Er wird in erster Linie bestimmt durch die Menge an gespeichertem Körperfett, aber auch durch das ebenfalls Speicherfunktion erfüllende Muskelgewebe. Da aber die direkte Bestimmung des Körperfettanteils am lebenden Tier nicht möglich ist, müssen indirekte Parameter herangezogen werden.

Für die Beurteilung der Stoffwechselsituation sind Änderungen in der Kondition wichtiger als der Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt. Letzterer ist nur von Bedeutung, wenn er Einfluß auf die weitere Entwicklung hat, was bei der Festlegung von Idealzuständen eine Rolle spielt. Insbesondere der Ernährungszustand zum Zeitpunkt der Kalbung ist, wie Abbildung 2 zeigt, hier von Bedeutung.

**Abbildung 2: Abhängigkeit der postpartalen Lipolyse vom Ausmaß der präpartalen Superretention (aus FARRIES, 1971 und 1983b)**

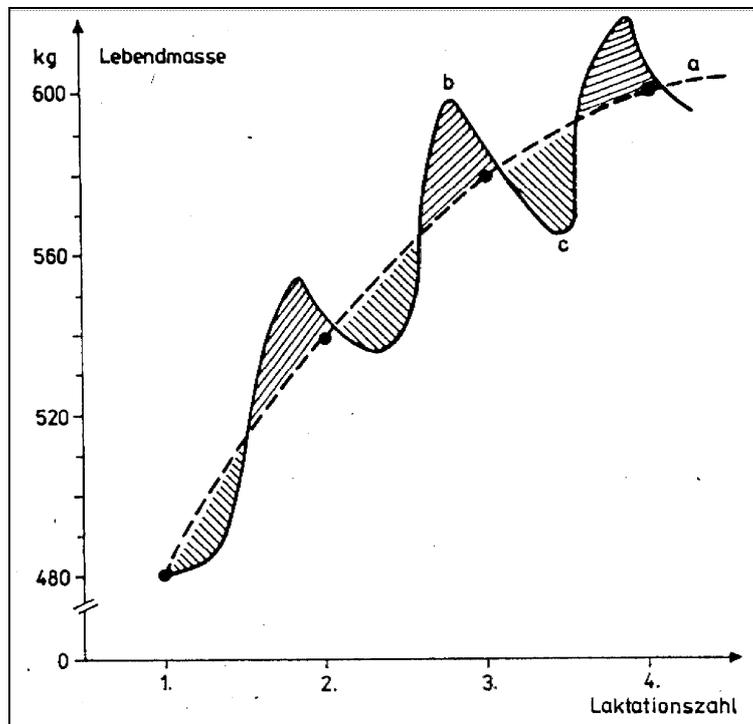


### **2.3.1.1 Körpermasse**

Vom Laktationsstadium, und somit hauptsächlich von der Energiebilanz abhängige zyklische Veränderungen in der *Körpermasse* der Kuh sind vielfach belegt (FARRIES und DJAMÄI, 1971; FARRIES, 1971 und 1987a; BELYEA et al., 1975; WOOD et al., 1980; KUNZ und BLUM, 1981; JOHNSON, 1984; KORVER et al., 1985; DUCKER et al., 1985a; BOISCLAIR et al., 1986 und 1987; DARGEL, 1987; HAFEZ et al., 1988). Der Tiefpunkt der Lebendmasse-Zeit-Kurve ist zwischen 5. und 16. Woche post partum zu erwarten (HART et al., 1978; STAUFENBIEL et al., 1979). Nach DUCKER et al. (1985b) hat die Körpermasseänderung gegenüber den anderen verwendeten Parametern (Milchmenge, Milchfett, Milcheiweiß, Milchlaktose, BCS-Wert, sonographisch gemessene Rückenfettfläche [Scanogram], Serum-Glucose, Serum-Albumin, Serum-Glycerophosphat, Serum-Harnstoffstickstoff, Serum-Betahydroxybutyrat, Pansen-FFS) bei Erstlaktierenden die stärkste Beziehung ( $r=0,52$ ,  $p<0,001$ ) zur durchschnittlichen Energiebilanz. Die Eignung der *Körpermasse* als Indikator für die Energiebilanz ist abgesehen von der geringen Praktikabilität der Wiegung (HARBECK und GRAVERT, 1981; RADOSTITS und BLOOD, 1985) begrenzt. Die *Körpermasse* ist stark abhängig von der Größe (YADAVA et al., 1970; STAUFENBIEL et al., 1991a) und Bemuskelung des Tieres, und damit ein schlechter Maßstab für den Körperfettgehalt.

Änderungen in der *Körpermasse* entstehen beim ausgewachsenen und gleichbleibender Körperbelastung ausgesetzten Monogastrier praktisch nur durch Veränderungen in Ausmaß und Füllungszustand der Fettdepots. Beim Wiederkäuer ist dies anders, da bei ihm der Inhalt des Verdauungstraktes einen großen und wechselnden Anteil an der Lebendmasse hat (MOE et al., 1971; BOISCLAIR et al., 1986; STAUFENBIEL et al., 1991a). Da Milchkühe bis zur dritten Laktation noch wachsen (STAUFENBIEL et al., 1979 und 1991a), wird der Zusammenhang zwischen Körpermasseänderung und Körperfettgehalt in dieser Zeit zusätzlich gelockert (Abbildung 3).

**Abbildung 3: Zunahme der Lebendmasse in Abhängigkeit von der Laktationsnummer überlagert von zyklischen Veränderungen im Laktationsverlauf (aus DARGEL, 1987)**



Selbst unter Berücksichtigung des Füllungszustandes des Verdauungstraktes sind Änderungen in der *Körpermasse* kein direktes Maß für Variationen in den Fettdepots, da ein Teil des abgebauten Fettes durch Wasser ersetzt wird (STAUFENBIEL et al., 1979; BOISCLAIR et al., 1986). Ein weiterer Störfaktor bei der Verwendung der Lebendmasse zur Konditionsbeurteilung besteht in der Masse der Konzeptionsprodukte (STAUFENBIEL et al., 1979 und 1991a).

Die verschiedenen Autoren kommen deshalb zu recht unterschiedlichen Einschätzungen der Brauchbarkeit von Körpermasseänderungen bei Milchkühen zum Monitoring des Energiestoffwechsels. KAUFMANN (1976) sieht Körpermasseverluste über 30 kg als Hinweis auf eine Stoffwechselstörung. BOISCLAIR et al. (1986 und 1987) finden einen linearen Zusammenhang zwischen der Energiezufuhr ante partum und der *Körpermasse*. RADOSTITS und BLOOD (1985) und FARRIES (1987a) halten regelmäßige Wiegungen für effektiv zum Monitoring der Nährstoffbilanz. STAUFENBIEL et al. (1991a) halten dagegen die *Körpermasse* für einen unsicheren Indikator des Körperfettgehaltes. Gleiches stellen ROBERTS et al. (1978),

STAUFENBIEL und WIEDEMANN (1979), und STAUFENBIEL et al. (1979) bezüglich der Energiebilanz fest. BERGLUND und DANELL (1987) finden zwischen Körpermasseabbau und Energiedefizit nur eine schwache Beziehung ( $r=0,26$ ). BRANDT (1985) dagegen ermittelt zwischen Körpermasseänderung und der Energiebilanz bei Zwillingen eine engere Beziehung ( $r=0,47$ ) als in seiner Versuchsherde ( $r=0,14$ ). STAUFENBIEL und ROSSOW (1979a) bezeichnen die *Körpermasse* als ungeeignet zur Definition der Adipositas beim Tier. Sie fordern den Körperfettgehalt als Maßstab. Aussagekräftige, also gut reproduzierbare Körpermassebestimmungen, sind demnach beim Rind mit erheblichem technischem Aufwand verbunden. HARBECK und GRAVERT (1981) wogen zum Beispiel die Tiere an drei aufeinanderfolgenden Tagen zur gleichen Tageszeit, um verlässliche Ergebnisse zu erhalten.

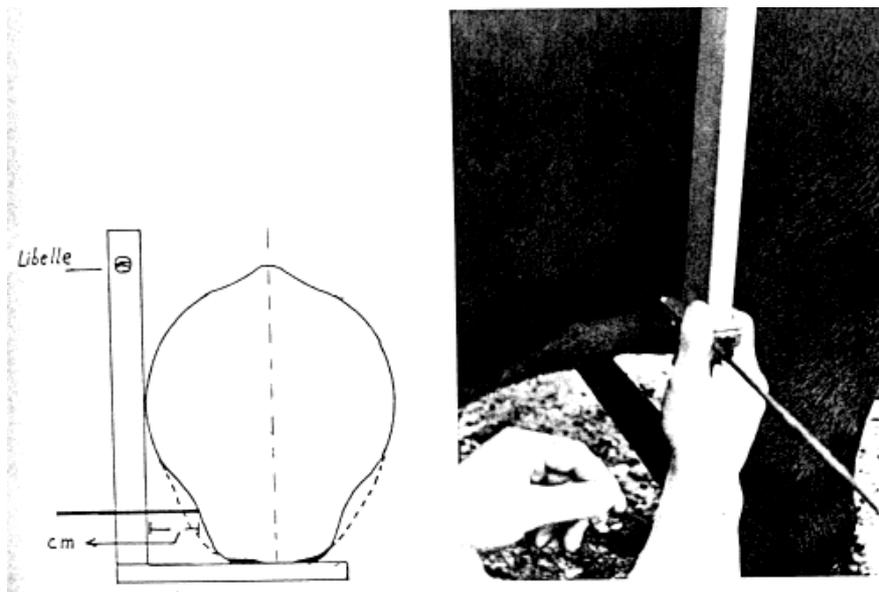
Interessant ist der Befund von HOHEISEL (1988), daß die Körpermassezunahme ante partum wie auch das Ausmaß und die Dauer des Masseverlustes post partum von der Dauer der Trockenstehzeit abhängig sind.

### **2.3.1.2 Verschiedene Körpermaße**

Da ebenfalls meßbar, aber im Gegensatz zur Wägung technisch ohne besonderen Aufwand bestimmbar, wurden verschiedene Körpermaße auf ihre Indikatoreignung hin untersucht.

Das am häufigsten untersuchte Maß ist der *Brustumfang*. Unter den von HARBECK und GRAVERT (1981) verwendeten Maßen (*Brustumfang, Keulenbreite, Herzleere, Brustwinkel, Brustfläche, Rückenwinkel*) war der *Brustumfang* zur Bestimmung von Masseveränderungen am besten geeignet. Sie empfehlen die Erfassung von der ersten bis zur dritten Milchleistungskontrolle.

**Abbildung 4: Messung der *Herzleere* (aus HARBECK und GRAVERT, 1981)**



**Abbildung 5: Messung der *Keulenbreite* (links) und des *Rückenwinkels* (rechts) (aus HARBECK und GRAVERT, 1981)**



GRAVERT (1980) hält den *Brustumfang* für einen möglichen Parameter zur Kontrolle des Ernährungszustandes. Im Gegensatz dazu stufen BOISCLAIR et al. (1986) den *Brustumfang* als ähnlich ungenau zur Schätzung der Energiebilanz ein wie die Körpermasse. Die Wiederholbarkeit der Messung des *Brustumfanges* ist nach BRANDT (1985) sehr hoch ( $r=0,81$  Zwillinge,  $r=0,91$  Versuchsherde). Körpermasseänderungen lassen sich nach der Ansicht dieses Autors nur relativ ungenau über Brustumfangänderungen schätzen (DSB und Angler).

**Tabelle 2: Beziehungen zwischen Körpermaßen und anderen Parametern**

Quelle	Körpermaß	Parameter	Korrelation	Bemerkung
DUNAY und DOHY (1962)	Brustumfang	KG	0,82	Ungar. Fleckvieh
BRANDT (1985)	Brustumfang Änderung	Milchmenge	-0,11 bis -0,18	DSB, Angler
	Brustumfang Änderung	Fett%	-0,07 bis -0,10	
	Brustumfang Änderung	Ew%	0,04 bis 0,05	
	Brustumfang Änderung	FCM	-0,03 bis -0,21	Laktationsstadium
	Brustumfang Änderung	Energiebilanz	0,11 bis 0,27	
	Brustumfang	KG	0,73 bis 0,85	
HARBECK und GRAVERT (1981)	Brustumfang Änderung	KG-Änderung	0,29 bis 0,39	
	Brustumfang Änderung	KG-Änderung	0,66	DSB
	Keulenbreite Änderung	KG-Änderung	0,62	
	Herzleere Änderung	KG-Änderung	0,51	
	Rückenwinkel-Änderung	KG-Änderung	0,50	
	Brustfläche Änderung	KG-Änderung	0,49	

### **2.3.1.3 Body Condition Scoring**

Das „*Body Condition Scoring*“ stellt den Versuch dar, durch willkürliche Schematisierung (BRAUN et al., 1986) subjektive Eindrücke reproduzierbar, und damit in gewisser Weise meßbar zu machen. Die Informationen zur Körperkonditionsbewertung werden durch Adspektion oder/und Palpation bestimmter Körperregionen gewonnen. Die sogenannten „Schlachtergriffe“ sind eine Form des *BCS*. Einstufungen wie „gut, mittel, schlecht“ oder „fett, mäßig, mager“ sind recht grob und daher kaum zur Überwachung von Einzeltieren geeignet.

Ausgearbeitet wurden *BCS*-Systeme ursprünglich für die extensive Schaf- und Rinderhaltung, da sie hier die einzige Möglichkeit zur kontinuierlichen Überwachung der Herden darstellen (EDMONSON et al., 1989). Die vielen veröffentlichten *BCS*-Systeme stellen meist nur Modifikationen dar. Sie werden im weiteren Text folgendermaßen charakterisiert: untere Grenze – obere Grenze / Skalenunterteilung (z.B. 0-5/0,25).

Anhand der verwendeten Punkteskala lassen sich die Systeme in vier Gruppen unterteilen: Am häufigsten findet sich eine von 1 bis 5 reichende Skala. Diese wird meist in Viertelpunkte weiter unterteilt (EDMONSON et al., 1989; LEAN et al., 1989; SNIFFEN und FERGUSON, 1991; METZNER et al., 1993; HEUWIESER und BERGMANN, 1996; STEINWIDDER et al., 1997; JILG und WEINBERG, 1998;

STEINWIDDER und HÄUSLER, 1998). WILDMAN et al. (1982) unterteilen die Skala nicht weiter. SALTMAN (1990) und HEUWIESER (1991) lassen alternativ Unterteilungen nach 0,25 oder 0,5 oder auch nur „+“ und „-“, zu. FERGUSON et al. (1994) kommen zu dem Schluß, daß eine Differenzierung in Viertelpunkte nur im Bereich zwischen 2,5 und 4,0 eines rechnerisch aus mehreren Körperstellen berechneten Gesamt-BCS (1-5/0,25) möglich ist. Außerhalb dieses Bereichs kann nur in 0,5 Punkte Schritten unterschieden werden. Diese „1-5-Systeme“ gehen anscheinend auf das von WILDMAN et al. (1982) publizierte zurück, das von EDMONSON et al. (1989) lediglich entscheidend überarbeitet wurde.

1975 hat das „Ministry of Agriculture, Fisheries and Food for Scotland and Department of Agriculture for Northern Ireland“ ein System mit einer von 0 bis 5 reichenden Punkte-Skala veröffentlicht (CROXTON und STOLLARD, 1976; WRIGHT und RUSSEL, 1984; STÖBER, 1990). Auch die Systeme von LOWMAN et al. (1976) und MULVANY (1977) verwenden diese Skala.

In RADOSTITS und BLOOD (1985) ist ein System mit einer von 1 bis 8 reichenden Skala aus der Zeitschrift *Unigate Farmer* (Vol. 9, No. 10) von 1976 abgedruckt.

NICHOLSON und BUTTERWORTH (1986), RICHARDS et al. (1986) und HARLAN et al. (1997) verwenden eine von 1 bis 9 reichende Skala ohne weiter Unterteilung.

Innerhalb der Gruppen unterscheiden sich die *BCS*-Systeme hauptsächlich in der Form der Veranschaulichung der verschiedenen Ernährungszustände. Nur schriftliche Beschreibungen finden sich bei WILDMAN et al. (1982), SALTMAN (1990) und HARLAN et al. (1997). Bei FERGUSON und OTTO (1989) sind diese Beschreibungen tabellarisch angeordnet. Die übrigen Veröffentlichungen zeigen zusätzlich zur schriftlichen Charakterisierung noch Schemazeichnungen (EDMONSON et al., 1989; LEAN et al., 1989) oder Photographien (RADOSTITIS und BLOOD, 1985; NICHOLSON und BUTTERWORTH, 1986; SNIFFEN und FERGUSON, 1991; HEUWIESER, 1991; HEUWIESER und BERGMANN, 1996; JILG und WEINBERG, 1998) oder auch beides (METZNER et al., 1993; STEINWIDDER et al., 1997; STEINWIDDER und HÄUSLER, 1998)

Alle Systeme außer denen von EDMONSON et al. (1989), LEAN et al. (1989) und HARLAN et al. (1997) beziehen neben der Adspektion auch die Palpation in die Beurteilung ein.

Zum größten Teil sind die Beurteilungsschemata auf Milchrassen, insbesondere Schwarzbunte und Holstein Friesian ausgerichtet. Die Veröffentlichung von JILG und WEINBERG (1998) bezieht sich auf Fleckvieh, die von NICHOLSON und BUTTERWORTH (1986) auf Zebu-Rinder und die von RICHARDS et al. (1986) und HARLAN et al. (1997) auf Fleischrinder. STEINWIDDER und HÄUSLER (1998) gehen auf Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte ein.

Das *BCS* läßt nur Aussagen über den Füllungszustand der subkutanen Fettdepots (WRIGHT und RUSSEL 1984; BRAUN et al., 1986) und die Bemuskelung (EDMONSON et al., 1989; RASBY et al., 1990; HEUWIESER, 1991; HEUWIESER und BERGMANN, 1996) zu.

Das subkutane Fett macht nach LAMONT et al. (1984) bei HF nur 16,4 % des Gesamtkörperfettes aus, spiegelt aber die Körperreserven (FISCHER und ENGELHARD, 1996) und den Gesamtkörperfettgehalt (WRIGHT und RUSSEL, 1984) gut wider. Dementsprechend liefert das *BCS* eine gute Schätzung des Gesamtkörperfettes (OTTO et al., 1991; HARLAN et al., 1997), der Körperreserven (WRIGHT und RUSSEL, 1984; HEUWIESER, 1991; HEUWIESER und MANSFELD, 1992; HEUWIESER und BERGMANN, 1996) und des Fettgehaltes von Gewebeproben (OTTO et al., 1991). Letzterer hat nach LAMONT et al. (1984) eine engere Beziehung zum Gesamtkörperfett als der *BCS*-Wert. WALTNER et al. (1992) weisen dem *BCS* sogar eine bessere Eignung zur Schätzung des Gesamtkörperfettes zu als der Gesamtkörperwasserbestimmung mittels Deuteriumoxid-Dilution.

Beim Rind ist nicht nur der Anteil der Muskelmasse rasseabhängig, sondern auch die Verteilung des Gesamtkörperfettes auf die verschiedenen Depots. Bei Untersuchungen an den Rassen „British Friesian“, „Hereford x Friesian“, „Blue-Grey“, „Galloway“ und „Luin“ finden WRIGHT und RUSSEL (1984), daß „British Friesian“ den geringsten und „Hereford x Friesian“ den höchsten Anteil des Körperfettes subkutan deponiert haben. Bei gegebenem *BCS*-Wert haben erstere also immer eine höhere Gesamtkörperfettmasse als letztere. Anders ausgedrückt, entspricht bei „British Friesian“ die Änderung um eine Einheit in der Körperkondition (System 0-5/0,25) 3478 MJ Körperenergie, gegenüber 2242 MJ bei „Hereford x Friesian“. Desgleichen verweisen HARLAN et al. (1997) darauf, daß Milchrassen mehr intraabdominales und weniger subkutanes Fett aufweisen als Fleischrassen. JILG und WEINBERG (1998) tragen beim Fleckvieh diesem Problem Rechnung, indem sie zwar offenbar

eines der für HF-Kühe ausgelegten Systeme (1-5;0,5) anwenden, aber die Zielwerte für die verschiedenen Laktationsstadien um 0,5 Punkte erhöhen. Der *BCS*-Wert von 1,0 ist nach ihren Angaben sehr selten zu finden, und für Werte unter 2,5 führen sie keine Beispielphotographien auf. Fleckviehkühe mit einem *BCS*-Wert von 3,0 sind ihrer Meinung nach schon etwas mager. RODE (1997) findet nur geringe Unterschiede in der Fettdeposition zwischen Kreuzungstieren der Rassen Hereford x Angus und Simmental x Angus.

Die Verteilung des subkutanen Fettgewebes auf die Körperoberfläche ist beim Pferd (CARROLL und HUNTINGTON, 1988) individuell unterschiedlich, weshalb die Untersuchungspunkte über den ganzen Körper verteilt werden müssen. Auf individuelle Unterschiede beim Rind weisen auch JILG und WEINBERG (1998) hin.

In der Zusammenschau der Literaturangaben tauchen fast alle Regionen der Rumpfoberfläche im Zusammenhang mit der Körperkondition auf (WILDMAN et al., 1982; LASSO et al., 1982; WRIGHT und RUSSEL, 1984; RADOSTITS und BLOOD, 1985; RICHARDS et al., 1986; PENNINGTON et al., 1986; BRAUN et al., 1986; HERDT, 1988; LEAN et al., 1989; EDMONSON et al., 1989; SALTMAN, 1990; SNIFFEN und FERGUSON, 1991; METZNER et al., 1993; FERGUSON et al., 1994; HEUWIESER, 1991 und 1996; HEUWIESER und BERGMANN, 1996; JILG und WEINBERG, 1998; HARLAN et al., 1997). Die meisten Angaben beziehen sich auf den Lenden- und Beckenbereich. Aber auch die Rippen (RADOSTITS und BLOOD, 1985; RICHARDS et al., 1986; PENNINGTON et al., 1986; HOLTER et al., 1990; HARLAN et al., 1997) und die Scapula (HUSZENICZA et al., 1988) werden teilweise in den Systemen berücksichtigt.

An prominenten Knochenpunkten läßt sich die Dicke des überlagernden subkutanen Fettgewebes schätzen.

- Lendenwirbelsäule: Dornfortsatzenden ; Querfortsatzenden
- Becken: Hüfthöcker; Sitzbeinhöcker; kaudaler Rand des breiten Beckenbandes; Schwanzansatz
- Rippen
- Scapula

Die Form der Verbindungslinien zwischen diesen Knochenpunkten wird meist nicht

nur vom subkutanen Fettgewebe, sondern auch von der Ausbildung der eingelagerten Muskulatur bestimmt.

- Lendenwirbelsäule: Verbindung Dorn- und Querfortsatzenden
- Becken: Verbindung Hüft- und Sitzbeinhöcker; Verbindung zwischen den Hüfthöckern

Der Überhang der Lendenwirbelquerfortsätze (Hungergrube) steht in Beziehung zur Füllung des Abdomens. Diese wiederum hängt vom Trächtigkeitsstadium, der Füllung des Verdauungstraktes und den intraabdominalen Fettdepots ab.

Die Füllung der Beckenausgangsgrube ist einerseits von der subkutanen Fettauflage der Sitzbeinhöcker und des Schwanzansatzes und andererseits vom Füllungszustand der Fettdepots der Beckenhöhle abhängig.

Die Beziehung des *BCS* zur Körpermasse und zur Rahmengröße wird unterschiedlich beurteilt. Die für die Aussagekraft günstigere Unabhängigkeit von der Rahmengröße wird allgemein bestätigt (WILDMAN et al., 1982; RADOSTITS und BLOOD, 1985; BRAUN et al., 1986; HEUWIESER, 1991). Die von WILDMAN et al. (1982), BHALARU und TIWANA (1986) (Büffel), BOISCLAIR et al. (1986) und CARROLL und HUNTINGTON (1988) (Pferd) beschriebene Unabhängigkeit des *BCS* von der Körpermasse ist etwas überraschend und wird auch durch einige andere Untersuchungsergebnisse in Frage gestellt. CROXTON und STOLLARD (1976) berechnen bei Fleischrindern zwischen Körpermasseänderung und *BCS*-Änderung eine enge Korrelation ( $r=0,85$ ). FROOD und CROXTON (1978) finden einen parallelen Kurvenverlauf von *BCS* und Körpermasse bis sieben Monate post partum. Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich, ordnen einige Autoren der Veränderung um eine Einheit im *BCS*-System eine bestimmte Veränderung der Körpermasse zu.

**Tabelle 3: Beziehung zwischen *BCS*-Änderung und Körpermasseänderung**

Quelle	1 Einheit <i>BCS</i> entspricht	<i>BCS</i> -System	Bemerkung
FROOD und CROXTON (1978)	16,3 3,3 kg	0-5/0,5	Färse
	28,3 1,8 kg	0-5/0,5	Kuh
TREACHER et al. (1986)	40-52 kg	0-5/?	
OTTO et al. (1991)	56 (40-77) kg	1-5/0,25	
SNIFFEN und FERGUSON (1991)	80-90 kg	1-5/0,25	Färse
	60 kg	1-5/0,25	Kuh

OTTO et al. (1991) ermitteln, daß die Abnahme der Körperkondition um eine Einheit in dem von ihm verwendeten *BCS*-System (1-5/0,25) bei HF-Kühen folgenden Äquivalenten entspricht:

- kumulative Energiebilanz von – 300 bis –500 MCal;
- 600 kg Milch aus Körperfett;
- Rückgang Körperfettgehalt um 12,65 %;
- Zunahme Körpereweiß um 12,19 %;
- Abnahme der Trockensubstanz der Karkasse um 7,23 %;

Das Laktationsstadium übt nicht nur bei Milchrassen einen deutlichen Einfluß auf den BC-Score aus (HOLROYD et al., 1979; RUTTER und RANDEL, 1984; SNIFFEN und FERGUSON, 1991). Der Tiefpunkt der Körperkondition wird etwa ein bis drei Monate nach der Kalbung erreicht (JOHNSON, 1984; BOISCLAIR et al., 1986; RUEGG et al., 1992a; FERGUSON et al., 1994; FISCHER und ENGELHARD, 1996). Deutlich wird diese Einflußgröße auch aus der Tatsache, daß in allen Systemen den einzelnen Laktationsstadien verschiedene Idealwerte zugeordnet werden. Dabei ist die Kondition zur Kalbung am wichtigsten (RADOSTITS und BLOOD, 1985).

Abhängig ist die Wahl des Idealwertes von den Ansprüchen, die an die Kuh gestellt werden. Dabei ergeben sich naturgemäß Unterschiede zwischen milchorientierten und fleischbetonten Rassen. Hohe Körperkondition zur Kalbung führt bei Milchrassen zu höherer Milchfettleistung, mäßige dagegen zu besserer Fruchtbarkeit (LASSO et al., 1982). HARLAN et al. (1997) hält die Körperkondition zum Zeitpunkt der Kalbung bei Fleischrindern für den wichtigsten Einzelfaktor, der die Zeitdauer bis zur ersten Brunst post partum beeinflusst. Bei mäßiger und guter gegenüber schlechter Kondition findet er einen signifikant früheren Östrus und höhere Trächtigkeitsraten.

Weiterhin sind diese Idealwerte nach BRAUN et al. (1986) abhängig vom Herdenleistungsniveau, der Fütterung, der Trockensubstanzaufnahme, der Jahreszeit, der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Person, welche die Körperkondition beurteilt.

Allgemein werden wiederholte Bestimmungen des *BCS* im Laktationsverlauf empfohlen. Die meisten Autoren favorisieren *BCS*-Termine, die sich den am Einzeltier vorzunehmenden Maßnahmen anpassen (Kalbung, Puerperalkontrollen, Besamung,

Trächtigkeitsuntersuchung, Klauenpflege, Trockenstellen) (RADOSTITS und BLOOD, 1985; NOORDHUIZEN et al., 1985; BRAUN et al., 1986; LEAN et al., 1989; SALTMAN, 1990; SNIFFEN und FERGUSON, 1991; HEUWIESER und MANSFELD, 1992; METZNER et al., 1993; HEUWIESER und BERGMANN, 1996; HEUWIESER, 1996; JILG und WEINBERG, 1998). Andere Autoren empfehlen regelmäßige Kontrollen in zweiwöchigem (RUEGG et al., 1992b) oder monatlichem (ROSSOW et al., 1989; JILG und WEINBERG, 1998) Abstand. FERGUSON et al (1994) halten ein monatliches Untersuchungsintervall für geeignet, da bei kürzeren Intervallen die Änderungen im Bereich des typischen „Rauschens“ von 0,25 Punkten liegen. Auch JILG und WEINBERG (1998) halten monatliche Abstände für eine Möglichkeit, die Körperkonditionsbeurteilung nach einem konsequenten Zeitplan vorzunehmen. Sie erachten aber auch *BCS*-Bestimmungen nach nur jeder zweiten Milchleistungsprüfung für sinnvoll. MASON (1999) empfiehlt für Herden mit individueller Kraftfutterzuweisung eine Untersuchung sofort nach der Kalbung, bei 125 bis 150 Tagen p.p., bei 225 bis 250 Tagen p.p. und zum Trockenstellen. Wird nur eine TMR an alle Gruppen einer Herde verfüttert, so hält er Bewertungen zur Kalbung und zum Trockenstellen für ausreichend.

Entscheidend sind für die Körperkonditionsentwicklung in der Früh-laktation die idealerweise identischen Werte zum Trockenstellen und zur Kalbung (MASON, 1999), obwohl FERRY (1992) nur das Ausmaß der Veränderungen im Laktationsverlauf für wichtig erachtet. Auch nach WARD et al. (1995) sind die Änderungen im *BC*-Score wichtiger als der absolute Wert zu einem bestimmten Zeitpunkt. Letzterer hat nämlich eine engere Beziehung zur Energiebilanz der letzten 4 Wochen als zur aktuellen Energiebilanz (DUCKER et al., 1985b). Allerdings nimmt gerade der *BCS* bei der Kalbung aus verschiedenen Gründen offenbar Einfluß auf die Veränderungen im Ernährungszustand post partum. Je höher der *BCS* zum Zeitpunkt der Kalbung ist, desto größer und länger ist der Verlust an Körperkondition in der anschließenden Laktation (LAND und LEAVER, 1981; TREACHER et al., 1986; BOISCLAIR et al., 1986; GERLOFF et al., 1986; JONES und GARNSWORTHY, 1989; HOLTER et al., 1990; HAFNER et al., 1991; RUEGG et al., 1992a; GARNSWORTHY und HUGGETT, 1992; PEDRON et al., 1993; WARD et al., 1995; RUEGG und MILTON, 1995). Die Gründe dafür sind im Abschnitt 2.1 dargestellt.

Die folgende Tabelle 4 zeigt die in den verschiedenen Systemen dem Kalbezeitpunkt

zugewiesenen Idealwerte und - sofern angegeben - die tolerierbaren postpartalen Körperkonditionsverluste.

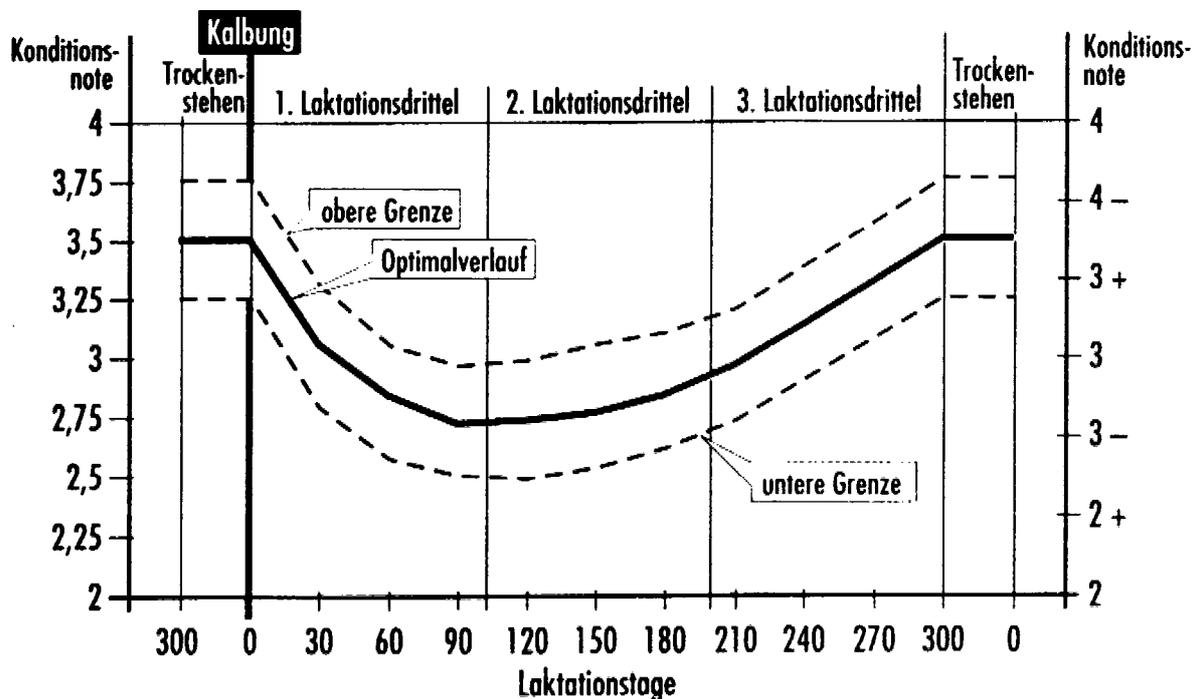
**Tabelle 4: Übersicht über *BCS*-Idealwerte bei der Kalbung und tolerierbare postpartale Verluste in verschiedenen *BCS*-Systemen**

Quelle	System	Rasse/Alter	BCS	Verluste p.p.
LASSO et al. (1982)	1-6	HF	3-4 Fruchtb./ 5-6 Milch	
GARNSWORTHY und TOPPS (1982)	0-5		1,5-2	
RADOSTITS und BLOOD (1985)	0-5		3,5	<1
RADOSTITS und BLOOD (1985)	1-8		5	
NOORDHUIZEN et al. (1985)	1-5		3	<1
BRAUN et al. (1986)	1-5/0,5	Kühe	3,0-4,0	<1,5
		Färsen	3,0-3,5	
HERDT (1988)	0-5/0,5		3,0-3,5	
GERLOFF (1988)				< 1
ROSSOW et al. (1989)		Milchkuh	3-3,5	<1
LEAN et al. (1989)	1-5/0,25		3,25	1,0-1,25
SALTMAN (1990)	1-5/0,25	Milchkuh	3-4	1-1,5
SNIFFEN und FERGUSON (1991)	1-5/0,25	SB Kuh und Färsen	3,25-3,75	< 0,5
FERRY (1992)				< 1
HEUWIESER und MANSFELD (1992)	1-5/0,25	SB Kühe und Färsen	3,25-3,75	<1
RUEGG et al. (1992b)	1-5/0,25	HF		< 0,75
METZNER et al. (1993)	1-5/0,25	SB Kühe und Färsen	3,25-3,75	<1:
FERGUSON et al (1994)	1-5/0,25	HF	3,0-3,75	< 1
HEUWIESER und BERGMANN (1996)	1-5/0,25	SB	3,5	0,5-0,75
HEUWIESER (1996)	1-5/0,25		3,25-3,75	<0,75 (1)
HARLAN et al. (1997)	1-9	Fleischrinder	5-6	
		Milchrinder	4-5	
JILG und WEINBERG (1998)	1-5/0,25	Fleckvieh	4	<0,5
STEINWIDDER und HÄUSLER (1998)				
MASON (1999)	1-5/0,25	Krafffutter individuell	3,5-3,75	<1,25
		TMR eine Gruppe	3,0-3,5	

Auf Herdenbasis bietet sich auch die Möglichkeit, in regelmäßigen Abständen Tiergruppen oder Stichproben daraus zu beurteilen. Nach HADY et al. (1994) können bei Gruppierung der Herde nach 30 Tage Laktations- beziehungsweise Trockenstehintervallen die Gruppenmittelwerte des *BCS* (1-5/0,25) zur Feststellung von Änderungen der Körperkondition herangezogen werden.

Die Zielwerte zu den verschiedenen Laktationsstadien lassen sich zu einer anzustrebenden Verlaufskurve zusammenfassen (siehe Abbildung 6).

**Abbildung 6: Optimale Entwicklung der Körperkondition im Laktationsverlauf**  
(aus FISCHER und ENGELHARD, 1996)



Färsen sollten zusätzlich zum Zeitpunkt der erste Belegung bewertet werden. Als Zielwerte für Schwarzbunte geben HEUWIESER und MANSFELD (1992) (1-5/0,25) den Wert 3,0, SNIFFEN und FERGUSON (1991) und METZNER et al. (1993) (1-5/0,25) den Bereich 2,75 bis 3,25 an.

Das Alter der Kühe wirkt sich auf die Körperkonditionsentwicklung und ihre Bewertung aus (HEUWIESER und MANSFELD, 1992). So verlieren nach RUEGG und MILTON (1995) (1-5/0,25) Färsen durchschnittlich weniger (0,73 Punkte) Körperkondition post partum als Kühe (0,83 Punkte). Bei Anwendung des selben Bewertungsschemas fordern HEINRICHS und HARGROVE (1992) für Färsen andere Idealwerte als für Kühe. FERGUSON et al. (1994) dagegen finden keinen signifikanten Einfluß der Laktationsnummer. Nach WALTNER et al. (1993) ist der Zeitpunkt der niedrigsten Körperkondition im Laktationsverlauf von der Laktationsnummer abhängig (LN1=1.Mo; LN2=2.Mo; über LN3= 4.Mo).

Die Kinetik der Körperkondition im Laktationsverlauf ist auch abhängig von der Milchleistung, da Kühe mit niedrigerer Leistung früher und mehr Körperreserven bilden und so der BC-Score entsprechend ansteigt (WILDMAN et al., 1982; RADOSTITS und BLOOD, 1985). Auch hier finden FERGUSON et al. (1994) keinen signifikanten

Einfluß.

Bei Erkrankungen fällt die Körperkondition laut FERGUSON et al. (1994) um etwa 0,25 Punkte mehr ab. Den gleichen Effekt beobachten sie bei Erhöhung der Melkfrequenz.

Bei exzessiver Proteinversorgung a.p. findet BOLZE (1986) eine Zunahme des BCS-Score.

Der Einfluß des einzelnen Untersuchers auf die Ergebnisse der Körperkonditionsbeurteilung innerhalb eines *BCS*-Systems wird unterschiedlich beurteilt und hängt auch vom verwendeten System ab. Starke subjektive Einflüsse stellen EVANS (1978), BRAUN et al. (1986), STAUFENBIEL et al. (1991a) und HEUWIESER und BERGMANN (1996) fest. Letztere fordern die Justierung mehrerer Untersucher im Abstand von zwei bis drei Monaten. Ebenso stellt EVANS (1978) die Bedeutung von Training und regelmäßiger Standardisierung mehrerer Untersucher heraus. Wie auch CARROLL und HUNTINGTON (1988), bewerten EDMONSON et al., (1989) bei Anwendung ihres Systems die Variabilität zwischen verschiedenen Schätzern unabhängig von der Erfahrung als gering. Nach FERGUSON et al. (1994) (1-5/0,25) kommen mehrere Untersucher zu 56 % zum gleichen Ergebnis, und weitere 34 % weichen nur um 0,25 Punkte ab. Auch HEUWIESER und MANSFELD (1992) (1-5/0,25) finden nur geringe Abweichungen zwischen verschiedenen Untersuchern, allerdings mit der Einschränkung, daß diese Erfahrung mit der Körperkonditionsbeurteilung haben. Innerhalb eines Untersuchers finden sie an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Abweichungen, die sie als klein einstufen ( $\emptyset < 0,25$  Punkte). 50-60 % der wiederholten Bewertungen eines Untersuchers sind bei FERGUSON et al. (1994) (1-5/0,25) gleich, 30-40 % weichen um 0,25 Punkte ab. CROXTON und STOLLARD (1976) finden innerhalb eines Untersuchers ( $r=0,8$ ) und zwischen mehreren Untersuchern ( $r=0,9$ ) ähnliche Wiederholbarkeiten. NOORDHUIZEN et al. (1985) zitieren andere Untersucher, die zwischen geübten Untersuchern Standardabweichungen von 0,23 bis 0,32, und Variationen von 3 % bei der Körperkonditionsbeurteilung von einzelnen Kühen fanden. EDMONSON et al. (1989) ermitteln in der Varianzanalyse einer zweifachen Beurteilung von 16 Kühen durch 9 Untersucher keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen Kuh und Schätzer auf die Bewertung der 9 einbezogenen Körperstellen. Unter Verwendung dieses *BCS*-Systems gelangen KLEIBÖHMER et al. (1998) zu dem Ergebnis, daß das *BCS* schnell erlernbar, und zwischen ver-

schiedenen Untersuchern gut reproduzierbar ist.

Die Wiederholbarkeit kann durch die Ergänzung der Adspektion durch die Palpation erhöht werden (BRAUN et al., 1986), da dies den Einfluß der Felleigenschaften auf die Beurteilung mindert. Dabei sollte immer die gleiche Hand zur Palpation verwendet werden (BRAUN et al., 1986). Gute Lichtverhältnisse sind für die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wichtig (JILG und WEINBERG, 1998). Es sollte nur die rechte Hungergrube betrachtet werden (JILG und WEINBERG, 1998), um den Füllungsstatus des Pansens als Einflußgröße auszuschalten.

Da der BC-Score in der Hauptsache Hinweise auf den Verfettungsgrad des Organismus gibt und Fett den Hauptenergiespeicher des Körpers darstellt, sind Änderungen in den Fettdepots, und so auch Änderungen im BC-Score beim ausgewachsenen Tier ein direkter Hinweis auf eine unausgeglichene Energiebilanz (CROXTON und STOLLARD, 1976; BOISCLAIR et al., 1986 und 1987; HOLTER et al., 1990; JONES und GARNSWORTHY, 1989; HEUWIESER, 1996).

Dementsprechend eignet sich die Körperkonditionsbeurteilung nach Literaturangaben zur Überwachung verschiedener Aspekte der Milchkuhhaltung: Am Einzeltier ermöglicht sie die Schätzung von Änderungen der Körpermasse (LEAN et al., 1989), die Überwachung von gespeicherten Energiereserven (BRAUN et al., 1986; BOISCLAIR et al., 1986; LEAN et al., 1989; HEUWIESER und BERGMANN, 1996), die verlässliche Beurteilung der Stoffwechselsituation (HUSZENICZA et al., 1988), und die Beurteilung der Gesundheit (SALTMAN, 1990; SNIFFEN und FERGUSON, 1991).

Für die Herde und den Betrieb kann das *BCS* unabhängig von der Betriebsgröße (HEUWIESER, 1991) zur Bewertung von Management (LEAN et al., 1989; SALTMAN, 1990; SNIFFEN und FERGUSON, 1991) und Fütterung (PERKINS et al., 1985; LEAN et al., 1989; SALTMAN, 1990; HEUWIESER, 1991; METZNER et al., 1993; HEUWIESER und BERGMANN, 1996; FISCHER und ENGELHARD, 1996) herangezogen werden. HEUWIESER (1996) sieht im BC-Scoring eine ausreichend genaue und die einzige praxistaugliche Methode zur Überwachung der Energiebilanz von Rindern. FISCHER und ENGELHARD (1996) sind allerdings der Ansicht, daß zur Beurteilung der Fütterung die Körperkondition zusammen mit der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen bewertet werden soll.

Zur Bewertung des Energie- und Fettstoffwechsels des Einzeltieres empfehlen ROSSOW und STAUFENBIEL (1991) die Körperkonditionsbeurteilung in Verbindung mit dem Acetongehalt der Milch. Ebenso sehen ROSSOW et al. (1990) im BC-Scoring nur eine Ergänzung anderer Werte (Harnstoff, Ketonkörper, Soxleth-Henkel-Zahl) zur Stoffwechselüberwachung.

Beziehungen zwischen *BCS* und einigen anderen Parametern sind in Tabelle 5 aufgelistet.

**Tabelle 5: Korrelationen zwischen *BCS* und verschiedenen Parametern**

Quelle	Parameter	Korr	Bemerkung
CROXTON und STOLLARD (1976)	KG-Änderung	0,85	Fleischrinder
FROOD und CROXTON (1978)	KG	0,27	Färsen British Friesian
	KG	0,5	Kuh British Friesian
NEILSON und WHITTEMORE (1981)	RFD	0,882	bei Kalbung
	RFD-Verlust p.p.	0,53	<i>BCS</i> bei Kalbung
WILDMAN et al. (1982)	KG	0,44	
GERLOFF et al. (1986)	Leberverfettung	pos	
BOISCLAIR et al. (1986)	Milch-Ew	neg	
	Milchfett	pos	
	RFD	0,74	
	TS-Aufnahme	neg	
BASTIDAS et al. (1990)	KG	0,63	Brahmankühe
HOLTER et al. (1990)	Milchfett	neg	
GIBB und IVINGS (1993)	Körperfettgehalt	0,68	HF
DOMECQ et al. (1995)	RFD	0,36 bis 0,65	<i>BCS</i> nach Edmonson, HF
FISCHER und ENGELHARD (1996)	Milchfett	pos	

Das Vertrauen in das *BCS* wird nach GARNSWORTHY und TOPPS (1982) durch die hochsignifikante Korrelation zur RFD bestärkt. DOMECQ et al. (1995) halten das *BCS* (1-5/0,25) und die ultrasonographisch bestimmte Rückenfettdicke für gleichwertig zur Beurteilung der Körperkondition.

#### **2.3.1.4 Rückenfettdicke**

Ein weiterer Schritt in Richtung größerer Objektivität der Körperkonditionsbeurteilung stellt die Messung der Dicke der subkutanen Fettdepots dar, denn sie ermöglicht eine objektive Quantifizierung des Körperfettgehaltes (STAUFENBIEL und WIEDEMANN, 1979; STAUFENBIEL und ROSSOW, 1979b; STAUFENBIEL et al., 1991a).

Die Messung der Rückenfettdicke (*RFD*) mittels Nadelpunktion ist zwar eine objekti-

ve Methode zur Bewertung der Körperkondition (ROSSOW et al., 1989), aber aus Tierschutzgründen und wegen der zu erwartenden niedrigen Akzeptanz bei den Tierhaltern nicht in der Praxis anwendbar. Selbst die Entwickler der Methode (STAUFENBIEL et al., 1991a) verweisen auf dieses Problem. Die Methode wurde offenbar auch nur von Arbeitsgruppen um R. Staufenbiel angewendet.

Brauchbar zur Schätzung der Fettauflage und der Gesamtkörperfettmasse ist auch die nicht-invasive Messung der Rückenfettdicke mittels Ultraschall (WESTERVELT et al., 1976).

Aber nicht nur die Glutaealregion (STAUFENBIEL et al., 1989a,b,c,d; ROSSOW et al., 1989; STAUFENBIEL 1992 und 1996; KLAUHN und STAUFENBIEL, 1997) ist anscheinend zur Fettdickenmessung geeignet, sondern auch der Bereich der letzten Rippen (SULLY und MORGAN, 1982) und die Lendenwirbelsäule (DUCKER et al., 1985b). Eine Übersicht über Fettdickenmessungen an verschiedenen Körperstellen und die Beziehungen der Meßwerte zu Schlachtkörperkennwerten geben HOUGHTON und TURLINGTON (1992).

Die Änderung der *RFD* weist eine signifikante Beziehung zum Laktationsstadium auf (STAUFENBIEL et al., 1989b). Der Körpersubstanzabbau post partum wird nach NEILSON und WHITTEMORE (1981) besser durch Änderungen in den Fettgeweben beschrieben als durch solche in der Körpermasse.

Wie auch beim BCS führen hohe Werte der *RFD* bei der Kalbung zu höheren Abnahmen in der Frühaktation (STAUFENBIEL et al., 1989b; HAFNER et al., 1991; STAUFENBIEL et al. 1992).

Änderungen der Fettdepots lassen sich mit der Rückenfettdickenbestimmung gut kontrollieren (STAUFENBIEL und WIEDEMANN, 1979; STAUFENBIEL et al., 1989b; ROSSOW et al., 1989), wodurch dieses Verfahren die Möglichkeit zur Überwachung der Lipolyse (STAUFENBIEL und ROSSOW, 1979b; STAUFENBIEL et al., 1991b; HAFNER et al., 1991) und damit der postpartalen Energiebilanz (ROSSOW et al., 1989) am Einzeltier (DARGEL, 1987) bietet. Außerdem eignet es sich dadurch zur Frühdiagnose der Leberverfettung bei der Milchkuh (STAUFENBIEL und LÜGNER, 1979). STAUFENBIEL und ROSSOW (1979a) führen unter anderem die Bestimmung der *RFD* als eine mögliche Methode zur „Diagnose“ der Adipositas beim Tier auf.

STAUFENBIEL et al. (1989a) finden ebenfalls, daß die Messung der *RFD* geeignet ist, am Einzeltier die Energiebilanz in der Früh-laktation und im Laktationszyklus die Veränderungen in den Fettdepots zu überwachen. Sie empfehlen allerdings zur Energiebilanz-Kontrolle die Kombination mit der Bestimmung des Betahydroxybutyrat-Gehaltes von Blut und des Leberfettgehaltes. ROSSOW und STAUFENBIEL (1991) bewerten die *RFD*-Messung als gleichwertig zu der Kombination aus BCS und Acetongehalt der Milch zur Bewertung des Energie- und Fettstoffwechsels des Einzeltieres. ROSSOW et al. (1990) sehen die Bestimmung der *RFD* oder das BCS als sinnvolle Ergänzung zur Stoffwechselkontrolle mit Hilfe der Milch-inhaltsstoffe.

LÖSCHNER und STAUFENBIEL (1996) berichten über eine hohe Korrelation zwischen visuell geschätzter *RFD* und gemessener *RFD* (bis  $r=0,85$ ). Als Faktoren machen sie die Laktationsnummer, das Laktationsstadium, die Kondition des Tieres und die Person des Schätzenden aus. Um die Genauigkeit der Schätzung zu erhöhen, empfehlen sie ergänzende Messungen der Rückenfettdicke. Ihrer Ansicht nach kann das BCS durch die *RFD*-Schätzung verbessert werden.

DUCKER et al. (1985b) finden eine signifikante Korrelation der *RFD* zum BC-Score (0-5) an Lende ( $r=0,44$  bis  $0,56$ ; während Laktation ansteigend) und Schwanzansatz ( $r=0,49$  bis  $0,66$ ; während Laktation ansteigend). Die Beziehung zur Energiebilanz der vorhergehenden Periode ist jedoch bei der Rückenfettdicke enger als beim BCS.

Eine eindeutige Beziehung der *RFD*-Änderung zu Ketonkörperkonzentrationen finden ROSSOW et al. (1989).

Bestimmten Werten der *RFD* ordnen ROSSOW et al. (1989) BC-Scores (0-5/0,5) zu (siehe Tabelle 6): Eine *RFD* von etwa 3 mm (entspricht der Hautdicke) entspricht einem BC-Score von 0,0. Mehr als 35 mm *RFD* dagegen sind einem BC-Score von 5,0 vergleichbar. Als Richtwerte geben sie zum Trockenstellen und zur Kalbung 16 bis 24 mm *RFD* (3,0 bis 3,5 BC-Score) an. Innerhalb von 4 Wochen p.p. soll die *RFD* nicht mehr als um 6 bis 9 mm (1,0 BC-Score) abnehmen.

**Tabelle 6: Beziehungen zwischen BCS und *RFD* (nach ROSSOW et al., 1989) (0-5/0,5)**

<b>BCS</b>	<b><i>RFD</i> mm</b>
0	ca. 3
0,5	3-4
1,0	5-6
1,5	7-9
2,0	10-11
2,5	12-15
3,0	16-19
3,5	20-24
4,0	25-29
4,5	30-35
5,0	>35

Der Tiefpunkt der *RFD* im Laktationsverlauf wird 8-12 Wochen p.p. erreicht (ROSSOW et al., 1989).

Nach STAUFENBIEL et al. (1991a) entspricht der Idealwert von 25 mm zum Zeitpunkt der Kalbung einem Körperfettgehalt von 25 % bezogen auf die Trockenmasse. Ein Abbau von 8-16 mm p.p. entspricht ihren Angaben nach einem Masseverlust von 38 bis 76 kg Körperfett. Nach KLAWUHN (1992) entspricht die Änderung der Rückenfettdicke um 1 mm einer Körpermasseänderung von 4,8 kg.

Die Beziehung der Rückenfettdicke zu einigen anderen Parametern ist in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7: Korrelationen der RFD zu verschiedenen Parametern**

Quelle	RFD	Parameter	r
NEILSON und WHITTEMORE (1981)	RFD-Partus (Danscan)	RFD-Verlust bis 42d p.p.	0,80
	RFD-Partus	BCS-Partus	0,88
	RFD-Verlust bis 42d p.p.	BCS-Kalbung	0,53
	RFD	BCS bei Kalbung	0,88
	RFD-Verlust	BCS bei Kalbung	0,53
GARNSWORTHY und TOPPS (1982)	RFD (Ultraschall)	BCS	0,59 bis 0,76
	DUCKER et al. (1985b)	RFD (Scanogram)	BCS Lende
		BCS Schwanzansatz	0,49 bis 0,66
		BCS Lende	0,74
BOISCLAIR et al. (1986)	RFD	BCS Lende	0,74
DARGEL (1987)	RFD wachsendes Jungrind	Körperfettgehalt	0,81 bis 0,93
	ROSSOW et al. (1989)	RFD (5-20 mm) (Nadel)	Fettgehalt (Gesamtkörperwasser)
STAUFENBIEL et al. (1991a)	RFD Partus (Nadel)	RFD-Änderung	-0,85
	RFD	Körperfettgehalt(%)	0,89
STAUFENBIEL et al. (1993)	RFD-Verlust p.p.	Leberfettgehalt	0,72
KLAUWUHN und STAUFENBIEL (1997)	RFD (Nadel)	Körperfettgehalt	0,80 bis 0,87

Innerhalb eines „vernünftigen Bereichs“ des BCS schreibt RODE (1997) der Rückenfettdickenmessung mittels Ultraschall keinen Vorteil gegenüber dem BCS zur Körperkonditionsbeurteilung zu.

### **2.3.1.5 andere Methoden**

Neben den unter dem Punkt 2.3.1 bisher behandelten Methoden zur Beurteilung des Ernährungszustandes gibt es noch andere Verfahren zur Bestimmung des Verfettungsgrades. Diese sind unter Praxisbedingung zum größten Teil nicht einsetzbar. Dazu gehört die Untersuchung von *Fettgewebsbiopsien* (STAUFENBIEL und ROSSOW, 1979a), die *Gesamtkörperwasserbestimmung* (ROSSOW et al., 1989; STAUFENBIEL und ROSSOW, 1979a) und die Messung der *Körperdichte*.

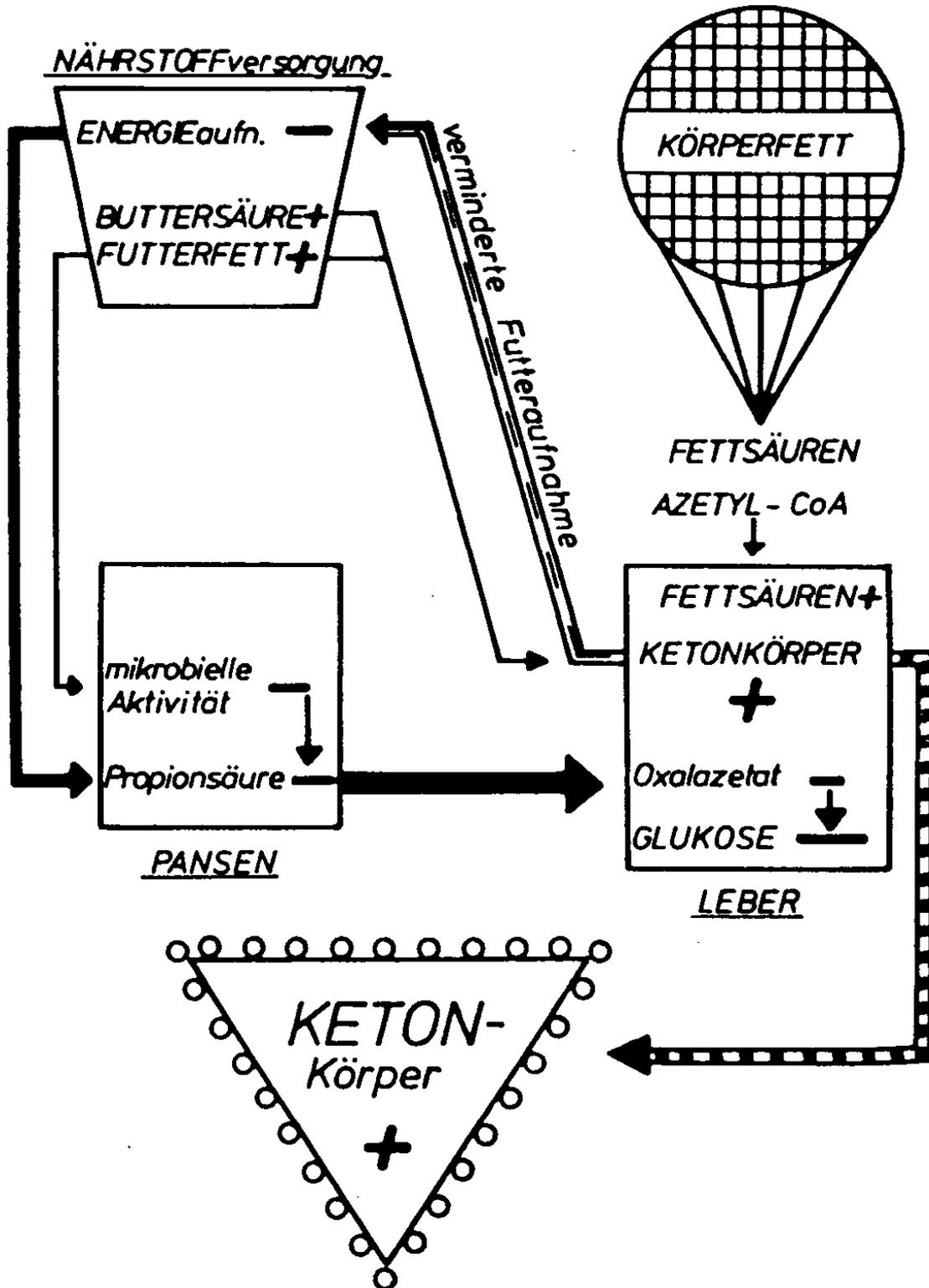
STAUFENBIEL und ROSSOW (1979a) erwähnen in ihrer Abhandlung über die Möglichkeiten zur Diagnose der Adipositas unter anderem auch die Beurteilung von *Hautfalten* durch Palpation und Messung, ohne jedoch dies näher auszuführen. Das Fettgewebe der Kniefalte zum Beispiel ist reines Depotfett (STAUFENBIEL und BIERSTEDT, 1979).

### **2.3.2 Berechnung von Stoffwechselbilanzen**

Zur Berechnung von *Stoffwechselbilanzen* ist die Kenntnis einiger Werte notwendig, die zum Teil unter Praxisbedingungen nicht zu erheben sind. Der sich aus der Milchleistung ergebende Bedarf ist aus den Daten der Milchleistungsprüfung leicht zu bestimmen. Dagegen bereitet die Ermittlung der Körpermasse zur Berechnung des Erhaltungsbedarfs in der Praxis Schwierigkeiten. Leistungsbedarf aus den unterschiedlichen Bewegungsintensitäten in verschiedenen Haltungssystemen ist nicht ohne weiteres feststellbar. Ist schon der Bedarf schwer berechenbar, so ist mehr als eine grobe Schätzung der mit der Nahrung aufgenommenen Nährstoffe unmöglich, da abgesehen von häufig nicht vorhandenen Futtermittelanalysen die individuelle Grundfutteraufnahme selten ermittelbar ist (HARBECK und GRAVERT, 1981). Selbst bei vorliegenden Futtermittelanalysen ist der Energiegehalt des Futtermittels nicht mit seiner glukogenetischen Potenz gleichzusetzen (ANDERSSON, 1984a und 1988).

### 2.3.3 Ketonkörperspiegel

Abbildung 7: Schema der Ketonkörpersynthese (aus FARRIES, 1983b)



Wie Abbildung 7 andeutet, unterliegt die Ketonkörperausscheidung der Milchkuh vielfältigen Einflüssen, wobei neben der Energiebilanz bestimmten Futtermitteln eine besondere Bedeutung zukommt. Grassilagefütterung ist weit verbreitet und wirkt sich insbesondere durch ihren oft hohen Buttersäuregehalt auf die Ausscheidung von *Beta-Hydroxybutyrat* aus. Zusätzlich erschweren die teilweise Umwandelbarkeit der drei Ketonkörper (*Aceton*, *Acetoacetat*, *Beta-Hydroxybutyrat*) ineinander und ihre unterschiedliche Metabolisierung die Interpretation der Gehalte in den Körperflüssigkeiten. Als Ergebnis dieser komplexen Beziehungen werden die einzelnen Ketonkörper und ihre Kombinationen sehr verschieden hinsichtlich ihrer Indikatoreignung beurteilt.

DIRKSEN und BREITNER (1993) halten einen von ihnen getesteten semiquantitativen Test (Nachweisgrenze 50  $\mu\text{mol/l}$ ) zur Bestimmung von  *$\beta$ -Hydroxybutyrat* in Milch für geeignet zur Kontrolle des Energiestoffwechsels auf Herdenbasis und für einen Indikator für ketogene Futtermittel. BERGER (1995) kommt unter Verwendung des gleichen Testes zu dem Schluß, daß  *$\beta$ -Hydroxybutyrat* in der Milch genauso zur Diagnose der klinischen Ketose und zur Herdenüberwachung genutzt werden kann wie der *Acetongehalt* der Milch ( $r=0,82$ ). Die Kombination beider Parameter stellt sie als Möglichkeit zur Differenzierung der Ursache der Hyperketonämie heraus. Erhöhtes  *$\beta$ -Hydroxybutyrat* bei niedrigem Aceton spricht demnach für eine gesteigerte ruminale Ketogenese. Bei Energiemangel steigen beide Werte an, wobei das *Aceton* schneller reagiert. Für HAFEZIAN (1990) und JENSEN (1990) ist der *Milchacetongehalt* auch ein Indikator für die Futterqualität

STEGER et al. (1972) und UNGLAUB (1983) betrachten den *Milchacetongehalt* als aussagekräftigen Hinweis auf eine subklinische Ketose. Den Ketosestatus frischlaktierender Kühe beschreibt der *Milchacetongehalt* nach PIATKOWSKI et al. (1974) mit ausreichender Sicherheit. ANDERSSON (1988) empfiehlt die Routinebestimmung des *Milchacetongehaltes* zur Beurteilung der individuellen Energiebilanz. Er sieht die Ursache für die differierende Einschätzung der Indikatoreignung der Ketonkörper in der unterschiedlichen glucogenetischen Potenz der Rationen in den verschiedenen Untersuchungen. Nach GRAVERT et al. (1986), HAGERT (1991), und MIETTINEN (1993) ist der *Milchacetongehalt* als Indikator für Energiedefizite verwendbar, während JENSEN (1990) dies nur unter Berücksichtigung von Betriebseffekten (insb. Grassilagefütterung) und nur bei Werten im physiologischen Bereich ( $< 250 \mu\text{mol/l}$ ) so einschätzt. Den *Acetongehalt* der Tankmilch sieht dieser Autor - bei bekanntem

Anteil Frischlaktierender - als Indikator für die Silagequalität, STEEN et al. (1996) aber als guten Indikator für das Ketoserisiko der Herde. Andere Autoren beurteilen den *Acetongehalt* der Milch als nur in Kombination mit anderen Parametern zur Stoffwechselüberwachung geeignet. DIEKMANN (1986) hält ihn in Verbindung mit den Daten der Milchleistungsprüfung für einen ausreichend genauen Schätzparameter der individuellen Energiebilanz. Auch WENNINGER (1992) empfiehlt ihn zusammen mit Harnstoff-, Fett- und Eiweißgehalt der Milch zur Herdenüberwachung.

Dem *Acetoacetatgehalt* der Milch alleine wird von LANGNER (1985) und DIEKMANN (1986) keine Bedeutung als Indikator beigemessen, da er nur 10 % bis 20 % des Gehaltes der Milch an *Aceton* und *Acetoacetat* ausmacht. Zusammen mit *Aceton* erachten ihn BAIRD et al. (1974a) als geeignet zur Einzeltierüberwachung.

Die in folgender Tabelle 8 dargestellten, eher mäßigen, Korrelationen lassen den Schluß zu, daß der *Ketonkörpergehalt* der Milch nur mit mittlerer Sensitivität, dafür aber mit hoher Spezifität eine negative Energiebilanz und somit einen Körpersubstanzabbau anzeigt. Ähnlicher Ansicht sind auch GRAVERT et al. (1986) und DIEKMANN (1986) wenn sie den *Milchacetongehalt* als geeignet zur Feststellung großer Energiedefizite einstufen. Als nicht sensibel beurteilt auch SCHOLZ (1990) den Gehalt an *Ketonkörpern* in der Milch.

**Tabelle 8: Korrelationen von *Milch-Ketonkörpern* zur Energiebilanz**

Quelle	Energiebilanz	KK-Milch	r
ANDERSSON und LUNDSTRÖM (1983)	Energiebilanz	Ac-Milch	-0,187
ANDERSSON (1984a)	Während der Woche	Ac+AcAc-Milch (letzter Tag der Woche)	0,187
GRAVERT et al. (1986)	1. Mo	AcAc-Milch	0,18
	1. Mo	β-Hydroxybutyrat-Milch	0,23
	1.Mo	log Ac-Milch	0,58
	1.Mo	Ac-Milch	0,49
DIEKMANN (1986)	1.-4. Wo	Ac-Milch (1.-4. Wo)	0,45
	5.-8. Wo	Ac-Milch (5.-8- Wo)	0,49
	kum. Energiedefizit 4. u. 8. Wo p.p.	Ac-Milch	0,63
DIEKMANN et al.(1986)	1. Mo	Ac-Milch	0,49
	3. Mo	Ac-Milch	0,21
SÜPHKE et al. (1989)	14 Wo p.p.	Ac-Milch	-0,35
GRAVERT et al. (1991)	1. Mo p.p.	Ac-Milch (<0,25 mmol/l)	-0,5
	4. Mo p.p.	Ac-Milch (<0,25 mmol/l)	-0,2
	Energiebilanz	Ac-Milch (>0,25 mmol/l)	keine

ANDERSSON (1984a) bezeichnet trotz der geringen Korrelation zur Energiebilanz

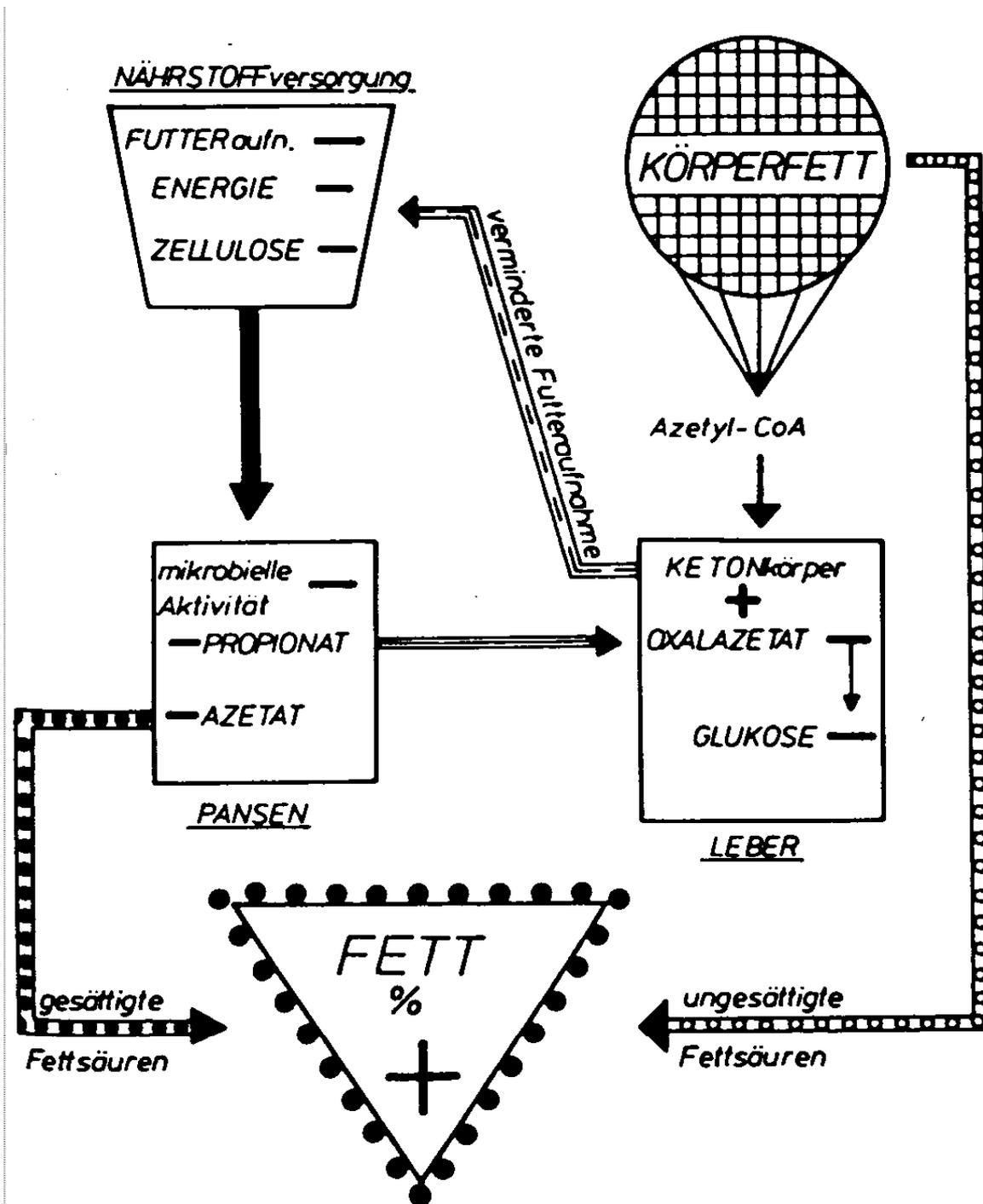
die routinemäßige Kontrolle des *Milchacetongehaltes* als wertvoll zur Prävention von subklinischer und klinischer Ketose.

WILLADSEN et al. (1993) und ANDERSSON (1984a) halten monatliche Proben nicht für ausreichend zur Einzeltierüberwachung.

### 2.3.4 Fettgehalt der Milch

Wie aus Abbildung 8 und Tabelle 9 ersichtlich, nehmen zahlreiche Faktoren Einfluß auf die Milchfettsynthese.

Abbildung 8: Schema zur Milchfettsynthese (aus FARRIES 1983b)



**Tabelle 9: Einflüsse auf den *Fettgehalt der Milch* (aus EMERY, 1988)**

nicht fütterungsabhängig		fütterungsabhängig	
Faktor	Einfluß	Faktor	Einfluß
Abstammung	variabel	wirksame Rohfaser	Anstieg
Frühlaktation	Anstieg	Wiederkauzeit	Anstieg
Laktationsspitze	Abfall	Zerkleinerung Futter	Abfall
Spätlaktation	Anstieg	erhitzte Stärke	Abfall
Laktationsnummer	Abfall	Pelletierung	Abfall
Infektion	Abfall	sehr feuchtes Getreide	Abfall
hohe Außentemperatur	Abfall	schwerverdauliche Kohlenhydrate	Anstieg
hohe Luftfeuchte	Abfall	gesteigerte Futtermittelaufnahme	Abfall
		Futterfett	variabel
		TMR	Anstieg
		Puffersubstanzen	Anstieg
		Futterprotein	Anstieg?
		Molke	Anstieg
		Niacin	Anstieg?

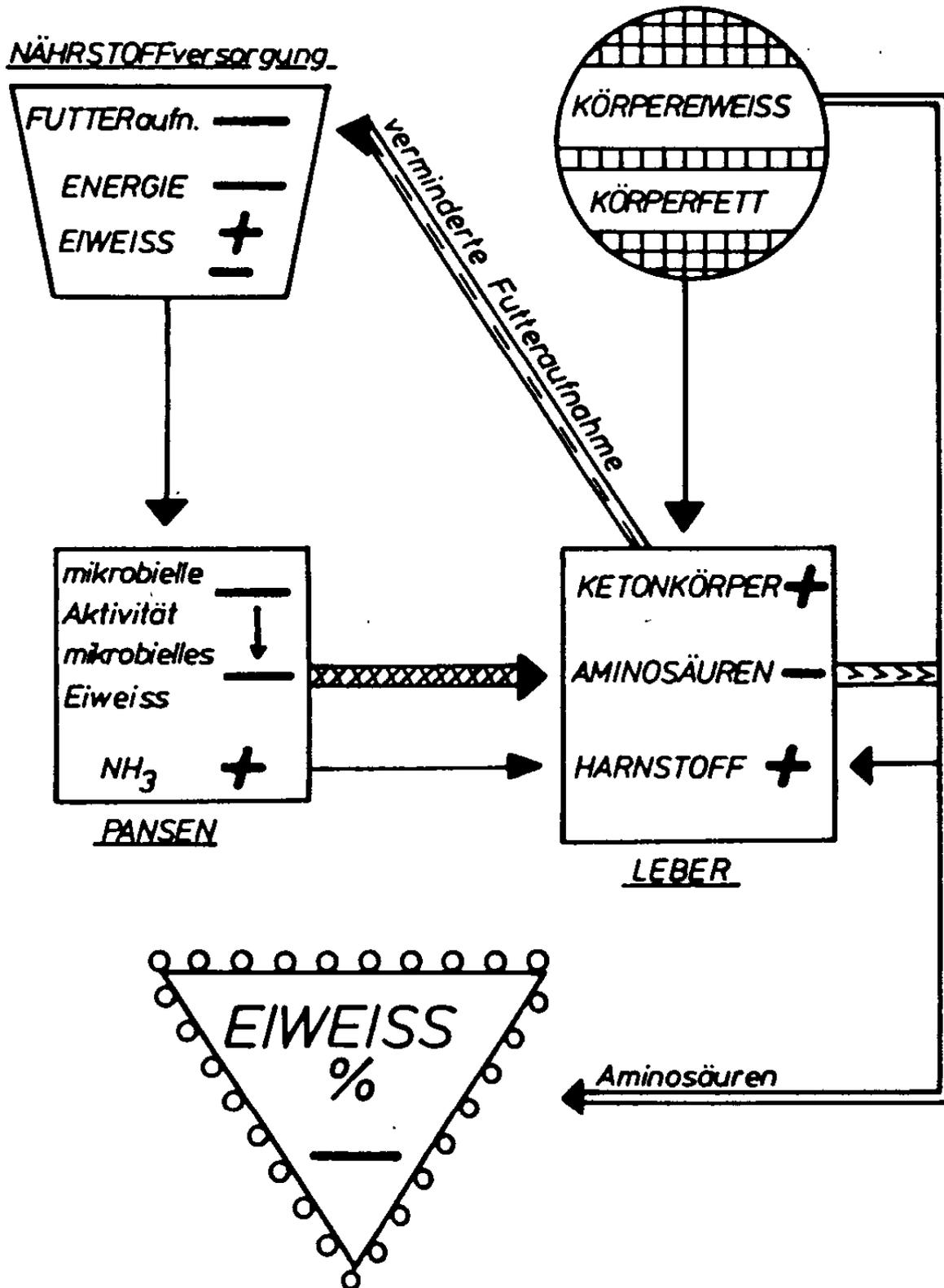
Der *Milchfettgehalt* für sich alleine stellt keinen ausreichend sensiblen und spezifischen Parameter für die energetische Stoffwechselsituation der Milchkuh dar. Die meisten Untersucher sehen ihn als wertvollen Teil von aus mehreren Parametern zusammengesetzten Stoffwechselprofilen. Insbesondere die Beziehung zum Eiweißgehalt der Milch ist dabei von Bedeutung (DIEKMANN, 1986; EMERY, 1988; STAUFENBIEL et al., 1990; ROSSOW et al., 1990; SPOHR und WIESNER, 1991; HAGERT, 1991; WENNINGER, 1992; FISCHER und ENGELHARD, 1996).

Den *Milchfettgehalt* alleine halten FARRIES (1987b) (Nährstoffmangel, Ketose) und BAUER (1990) (Stoffwechselstörung) für geeignet zur Stoffwechselüberwachung. Nach Aussage des Letzteren können wöchentliche Bestimmungen die Aussagekraft verbessern. HALSE et al. (1983) sehen in der täglichen Milchfettmasse einen Indikator zu Diagnose einer Ketonämie.

SCHOLZ (1990) bezeichnet die Milchfettkonzentration als leicht erkennbaren und interpretierbaren Indikator für die Energieversorgung.

### 2.3.5 Eiweißgehalt der Milch

Abbildung 9: Schema zur Milcheiweißbildung (aus FARRIES, 1983b)



Der *Eiweißgehalt* der Milch wird von den meisten Autoren als Indikator für die Energieversorgung der laktierenden Kuh gesehen (KAUFMANN, 1976; JACOBI et al., 1979; GRAVERT, 1980; KIRCHGESSNER et al., 1985; BAUER, 1990; DUDA und SPANN, 1991; HAGERT, 1991). Allerdings führen die vielfältigen Einflüsse, denen er unterliegt, dazu, daß er nur zusammen mit anderen Parametern sinnvoll interpretiert werden kann. Auf den besonderen Zusammenhang mit dem Milchfett hinsichtlich der Beurteilung der Energiebilanz wurde schon zuvor verwiesen. In Verbindung mit dem Harnstoffgehalt der Milch ermöglicht er die Beurteilung von Eiweiß- und Energiemangelzuständen und Kombinationen daraus (DUDA und SPANN, 1991).

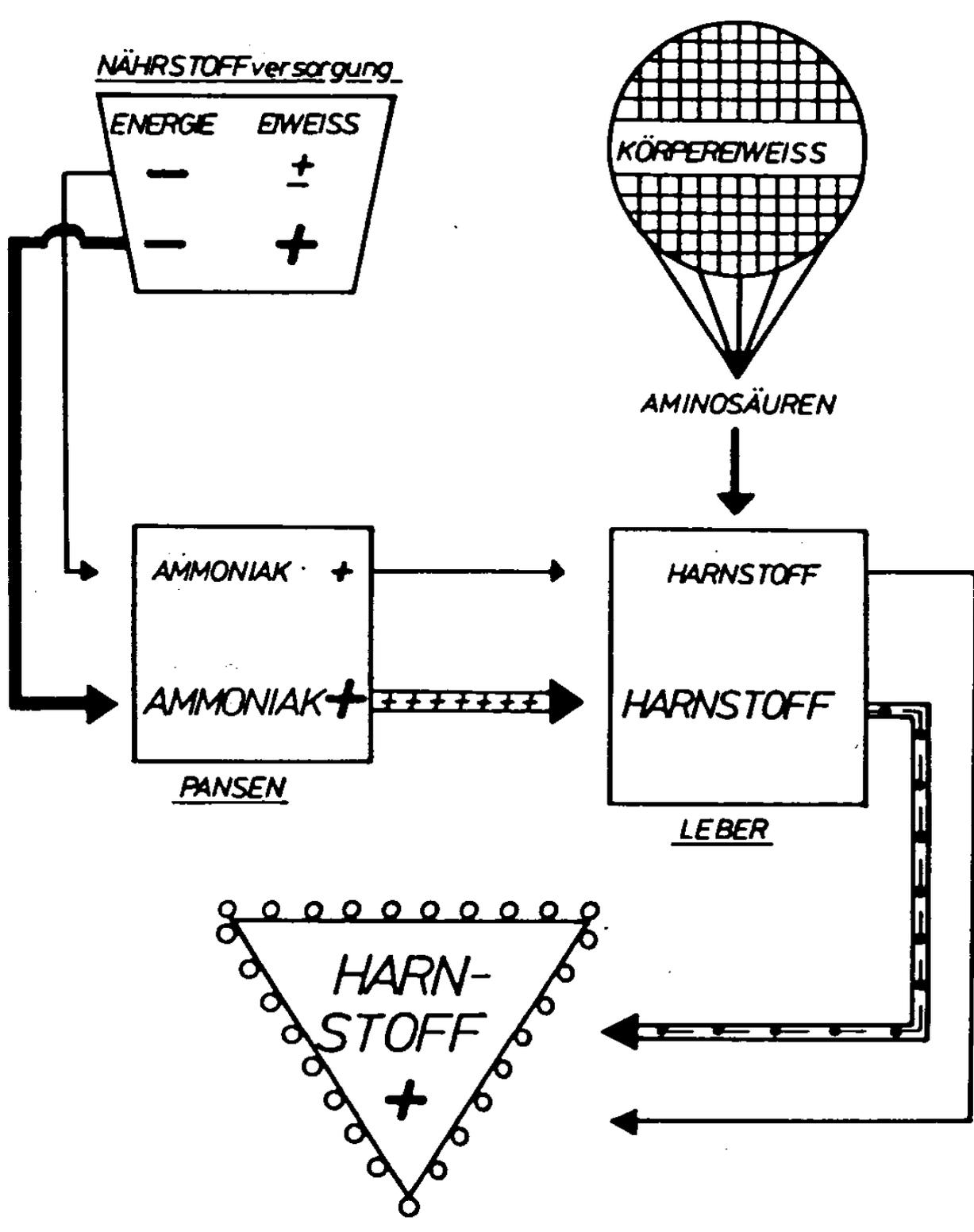
Anhand niedriger *Milcheiweißkonzentrationen* lassen sich offenbar Energiemangelzustände noch eher feststellen als ein Energieüberschuß durch hohe Werte. Nach STAUFENBIEL et al. (1990) ist aus den Milchinhaltsstoffen das Eintreten und die Höhe einer positiven Energiebilanz nicht erkennbar.

### **2.3.6 Milchleistung**

Ein guter Anzeiger für die Energiebilanz ist nach EMERY (1988) die *Milchleistung*. Allerdings gilt dies nur innerhalb der Kuh und innerhalb des Laktationsstadiums, was für die praktische Nutzbarkeit sehr ungünstig ist.

### 2.3.7 Harnstoffgehalt der Milch

Abbildung 10: Schema zur Harnstoffbildung (aus FARRIES, 1983b)



Der *Harnstoffgehalt* der Milch als Indikator wird unterschiedlich beurteilt. HAGERT (1991) sieht in ihm nur einen Suchtest für gravierende Versorgungsmängel. Andere Autoren halten ihn für geeignet zur Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung (ECKART, 1980; PARTSCHEFELD et al., 1982; BRANDT, 1985; ANDERSSON, 1987; HOFFMANN und STEINHÖFFEL, 1990; DUDA und SPANN, 1991). WENNINGER (1992) bezieht diese Ansicht auf die Herde. Nach OLTNER et al. (1983) liefert er bei kontinuierlicher Überwachung auch für das Einzeltier verwertbare Informationen. Als eine geeignete Methode zur Überwachung der Proteinversorgung bezeichnen ihn MIETTINEN und JUVONEN (1990). Auf einen Energiemangel deuten hohe Werte hin (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1981).

In Verbindung mit dem Eiweißgehalt der Milch wird dem *Harnstoffspiegel* eine gute Aussagekraft über Mängel in der Protein- und Energieversorgung zugesprochen (LANGNER, 1985; KIRCHGESSNER et al., 1985; LÜPPING, 1989; SCHOLZ, 1990; BAUER, 1990; WENNINGER und DISTEL, 1994).

### **2.3.8 Andere Methoden**

Zusätzlich zu den bisher aufgeführten Methoden zur Beurteilung des Energiestoffwechsels der Milchkuh gibt es noch einige Verfahren, die aber nur eine geringe oder gar keine praktische Bedeutung haben.

Die Menge und das Muster der mittels Gaschromatographie bestimmten *freien Fettsäuren* in Blut oder Milch liefern Hinweise auf die Energiebilanz. Eine hohe Konzentration mit einem großen Anteil langkettiger (>C18) (COENEN, 1979; BAUER, 1990) und ungesättigter Fettsäuren (FARRIES, 1983a) zeigt eine Mobilisation von Körperfett an (ROBERTS et al., 1978). SÜPHKE (1988) findet in ihnen den „sensibelsten“ Indikator für die Energiebilanz.

Die *Jodzahl* der Milch steht in Zusammenhang mit dem Fettsäuremuster der Milch, da sie von der Konzentration ungesättigter Fettsäuren abhängt. *Die Soxleth-Henkel-Zahl* ist ein Maß für den Gehalt der Milch an Säuren, und damit in ungesäuerter frischer Milch für Fettsäuren. Nach JACOBI et al. (1979) ist sie bei energetischer Unterfütterung verbunden mit einem Proteinüberschuß erniedrigt.

Der *Lactosegehalt* der Milch ist sehr stabil und fällt erst bei starkem Energiemangel ab (JACOBI et al., 1979; BAUER, 1990).

Die Gewinnung von *Leberbiopтата*n zu Bestimmung des spezifischen Gewichts ermöglicht eine Einschätzung des Grades der Leberverfettung und damit von Lipomobilisationsvorgängen (STAUFENBIEL et al., 1989a).

Weiterhin können noch die *Blutserumwerte* von Glucose (BAUER, 1990), Isopropanol (HRADECKY und KUDLAC, 1984; ANDERSSON, 1984ab; ANDERSSON und LUNDSTRÖM, 1984; FOSTER, 1988), Bilirubin, Enzymen (ALT, AP,  $\gamma$ GT, OCT) (KAUPPINEN, 1983), Cholesterol, Insulin und Schilddrüsenhormonen (BLUM et al., 1983) zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogen werden. Nach ROBERTS et al. (1978) spiegelt die Blutglucose ein Energiedefizit nicht wider.

Auch andere als die schon erwähnten *minoren Bestandteile der Milch*, wurden auf ihre Beziehung zum Energiestoffwechsel untersucht. Phosphoenolpyruvat, Glucose-6-Phosphat, Fructose-6-Phosphat, Malat (GEBHARDT, 1993), Citrat und Glucose-3-Phosphat (BAUER, 1990) weisen eine solche Verbindung auf.

### **2.3.9 Praxisrelevante Kombinationen verschiedener Methoden**

Wie sich in der Auswertung der Literatur zeigt, sind die meisten Parameter von vielen Faktoren beeinflusst und nicht nur von der Stoffwechselbilanz. Daher werden vielfach Kombinationen verschiedener Werte zusammengefaßt, um nicht-relevante Einflußgrößen zu eliminieren.

Hier sei nur auf solche „*Stoffwechselprofile*“ eingegangen, deren Komponenten unter Praxisbedingungen üblicherweise leicht zu erheben sind. Dies sind die Körperkondition, die Milchmenge und die Milchhaltsstoffe Fett, Eiweiß und Harnstoff. Auch der Gehalt der Milch an  $\beta$ -Hydroxybutyrat ist semiquantitativ leicht zu bestimmen. Der Harnstoffgehalt der Milch des Einzeltieres bildet dabei zumindest in Bayern eine Ausnahme, da er nur auf speziellen Wunsch des Landwirtes gegen Aufpreis in den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung ausgewiesen wird.

**Tabelle 10: Praktikable „Stoffwechselprofile“**

Quelle	Komponenten	Zielgröße
KAUFMANN (1982)	Milcheiweiß, Milchharnstoff	
LANGNER (1985)	Milchfett, $\beta$ - Hydroxybutyrat-Milch, Milchmenge 3. u. 6. Wo p.p.	Kumuliertes Energiedefizit bis 8 Wo p.p. ( $r=0,71$ )
SCHOLZ (1990)	Milchfett, Milcheiweiß, Milch-Harnstoff	Energieversorgung
DUDA und SPANN (1991)	Milcheiweiß, Milchharnstoff	Proteinübersversorgung $>3,3\%$ , $> 30$ mg/dl
SPOHR und WIESNER (1991)	Milchfett, Milcheiweiß, Milchmenge, Milch- Harnstoff	Stoffwechsel (Herde)
FISCHER und ENGELHARD (1996)	BCS, Milchfett, Milcheiweiß, Milchmenge	Fütterung

Gesondert sei in diesem Zusammenhang noch auf den *Fett-Eiweiß-Quotienten* (FEQ) eingegangen. HAGERT (1991) konnte mit ihm den Energiestatus der untersuchten Milchkühe bei einem Korrelationskoeffizienten von  $r=-0,68$  zu 70 % richtig einschätzen. Sie berechnet aus den Daten der Kühe mit ausgeglichener Energiebilanz einen betriebsspezifischen Normalwert von 1,33. GEBHARDT (1993) findet bei identischer Milchleistung und einem FEQ unter 1,5 gegenüber einem solchen über 1,5 in der Milch niedrigere Konzentrationen von  $\beta$ -Hydroxybutyrat und höhere von PEP, G6P, F6P und Glucose, und außerdem eine geringere Ketosegefahr. Niedrige FEQ-Werte schließen seinen Untersuchungen zufolge hohe  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen aus. Stoffwechselstörungen treten nur bei hohem FEQ auf. Als guten Indikator für ketotische Zustände bezeichnen SPOHR und WIESNER (1991) den FEQ. Dabei sollen die Fütterungsverhältnisse keinen Einfluß ausüben. Nach EMERY (1988) kann ein Teil der nicht fütterungsbedingten Einflüsse auf die Milchzusammensetzung durch die isolierte Betrachtung des FEQ eliminiert werden. Er berichtet von Korrelationen zur Energiebilanz im zweiten und dritten Laktationsmonat zwischen  $r=-0,36$  und  $r=-0,74$ . Durch den FEQ sind nur 13% der Varianz der Energiebilanz erklärbar. FARRIES (1983b) und EMERY (1988) gestehen der Kombination von Fett- und Eiweißgehalt der Milch nur einen eingeschränkten Nutzen zur Beurteilung des Stoffwechsels der Milchkuh zu.

Die *fett-eiweiß-korrigierte Milchmenge* hat nach SÜPHKE (1988) in der zweiten Laktationswoche eine negative Beziehung zur Energiebilanz ( $r=-0,49$ ).



## **3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN**

### **3.1 Material und Methoden**

#### **3.1.1 Region**

Die Erhebungen wurden in einer Großtierpraxis im Altmühltal, am nördlichen Rand Oberbayerns durchgeführt. In dieser Gegend wird die Rinderhaltung, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, in ganzjähriger Stallhaltung betrieben. Von den 30 in die Untersuchung einbezogenen Betrieben wird nur in einem (Nr. 24) den Tieren im Sommer nachmittags Weidegang gestattet. Als Grundfutter wird Mais- und Grassilage verabreicht, in einigen Betrieben im Sommer zusätzlich Grünfutter.

#### **3.1.2 Zeitplan**

In der Zeit von Juli 1997 bis August 1998 wurden die Betriebe mit einer Toleranz von 5 Tagen im Abstand von 30 Tagen besucht.

#### **3.1.3 Betriebe**

Die 30 untersuchten Betriebe nehmen alle an der Milchleistungsprüfung teil.

#### **Legende zu Tabelle 11**

- |      |  |       |  |
|------|--|-------|--|
| I.   | Stall:<br>1. Anbindung<br>2. Laufstall<br>3. Laufstall und Trockenstehende in Anbindung  | IV.   | Grundfutterzuteilung:<br>1. ad libitum<br>2. rationiert  |
| II.  | Entmistung:<br>1. Treibmist Gitterrost<br>2. Treibmist Betonspalten<br>3. planbefestigter Boden, Schieber<br>4. Einstreu, Schieber<br>5. Einstreu Hand | V.    | Grundfutter:<br>1. ganzjährig Konserven<br>2. im Sommer Grünfutter                                 |
| III. | Stand, Liegefläche:<br>1. Stand, Gummi<br>2. Stand, Stroh<br>3. Tiefbox, Einstreu<br>4. Hochbox, Matratze  | VI.   | Kraffutterzuteilung:<br>1. Hand leistungsabhängig<br>2. Hand leistungsunabhängig<br>3. Transponder |
|      |  | VII.  | gleitender Herdendurchschnitt (Juli/August 1998)   |
|      |  | VIII. | Fett (Juli/August 1998)  |
|      |  | IX.   | Eiweiß (Juli/August 1998)  |
|      |  | X.    | Kuhzahl (Juli/August 1998)   |
|      |  | XI.   | Anzahl der Rassen im Bestand   |

**Tabelle 11: Betriebscharakteristika**

Betrieb	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	1	1	1	2	1	1	5413	4,08	3,54	25	1
2	1	1	1	1	1	1	6025	4,31	3,52	20	1
3	1	1	1	1	1	1	6921	4,01	3,72	48	1
4	2	2	3	1	1	3	7597	4,11	3,64	54	2
5	1/3	1/2	1/4	1	1	1/3	6274	4,26	3,64	29	1
6	2	2	3	1	1	3	6545	4,19	3,64	50	1
7	2	2	3	1	1	3	6533	4,14	3,52	39	1
8	1	1	1	1	1	1	5798	4,54	3,52	46	2
9	1	1	1	1	1	1	7939	3,95	3,61	30	1
10	1	1	1	1	2	1	6052	4,10	3,53	20	1
11	1	1	2	2	1	1	6255	4,10	3,54	25	2
12	1	5	2	1	2	1	5708	3,95	3,24	23	1
13	1	4	2	1	2	1	6510	4,39	3,42	10	1
14	1	5	2	1	2	1	8559	4,37	3,58	14	1
15	1	5	1	1	2	1	5045	4,06	3,40	15	2
16	1	1	2	1	2	1	6486	4,44	3,53	17	1
17	1	4	1	1	2	1	6380	4,26	3,43	23	1
18	1	1	1	1	2	1	5282	4,34	3,44	23	1
19	1	1	1	1	2	2	5511	4,18	3,32	22	1
20	1	1	1	1	1	1	6163	4,59	3,57	20	1
21	3	1/2	1/2	1	1	3	6345	4,20	3,48	44	2
22	1	1	1	1	1	1	6914	4,21	3,55	22	1
23	1	5	2	2	2	2	5117	4,42	3,34	15	1
24	1	1	1	1	2	1	6167	4,09	3,45	22	1
25	1	1	1	1	1	1	6536	4,23	3,59	25	1
26	1	5	2	1	2	1	5736	4,61	3,65	16	1
27	1	5	2	1	2	1	5305	4,12	3,47	14	1
28	1	5	2	1	1	1	5448	4,38	3,49	34	1
29	2	3	3	1	1	3	6458	4,18	3,56	43	2
30	1	1	1	2	2	1	4662	4,41	3,75	14	1

Wenn in den Betrieben mehrere Rassen von Milchkühen gehalten werden, so handelt es sich um vereinzelte Tiere der Rasse Holstein Friesian neben den Fleckviehkühen. Die Ausnahme stellt hier der Betrieb 21 dar. Dieser begann in etwa zeitgleich mit Beginn der Untersuchungen mit einem verstärkten Zukauf von HF-Kühen, verbunden mit starker Selektion des Fleckviehs.

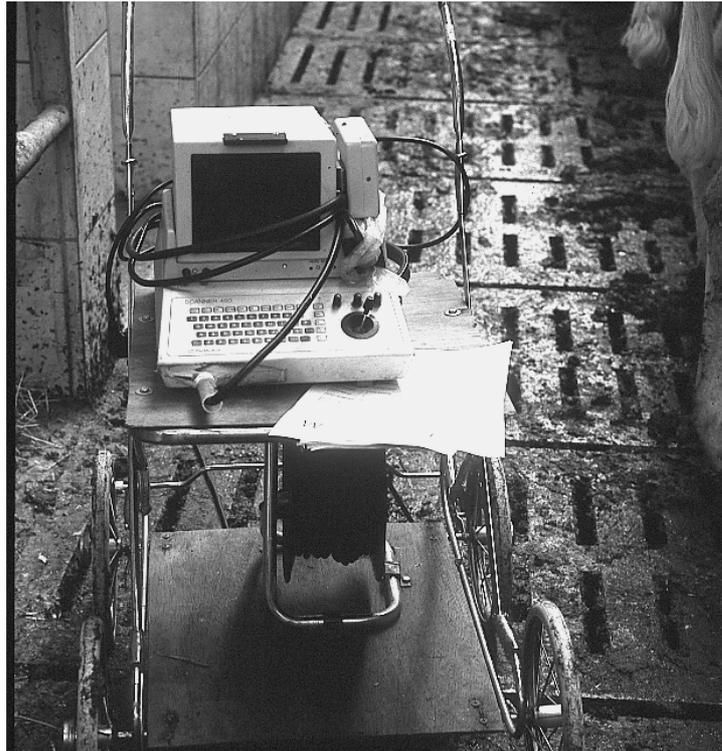
### 3.1.4 Untersuchungsmethoden

Als „Basismethoden“ sind die Rückenfettdickenmessung und das Body Condition Scoring zu betrachten. Die übrigen nachfolgend aufgeführten Verfahren stellen den Versuch dar, Ansatzpunkte zur Verbesserung der Körperkonditionsbeurteilung zu finden („Ergänzungsmethoden“).

### **3.1.4.1 Rückenfettdickenmessung**

Entsprechend der von STAUFENBIEL (1997) beschriebenen Methode wurde die Rückenfettdicke (RFD) mittels Echographie bestimmt. Dabei wurde das tragbare, aber netzabhängige Ultraschallgerät „Scanner 450“ von der Firma Pie Medical mit 5 MHz Linearscanner verwendet (siehe Abbildung 11).

**Abbildung 11: Das mobile Ultraschallgerät im Laufstall**



Als Kopplungsmittel kam handelsüblicher Brennspiritus zum Einsatz. Mit ihm wurde das Haarkleid am Meßort großzügig angefeuchtet. Der Schallkopf wurde zu seinem Schutz mit einem mit Gleitgel gefüllten Finger eines Rektalhandschuhs zum Einmalgebrauch überzogen.

Zur Messung der Rückenfettdicke wurde auf der rechten Körperseite der Kuh, auf der Verbindungslinie zwischen oberem Teil des Tuber coxae und oberem Teil des Tuber ischiadicum (ROSSOW et al.,1989) die sich meist gut darstellende Fascia profunda trunci aufgesucht und in ihrem Verlauf bis zur tiefsten Stelle verfolgt.

Der Meßpunkt liegt etwa 5 bis 10 cm kranial des Sitzbeinhöckers. Die Hautdicke geht mit in den Meßwert ein. Nach STAUFENBIEL (1996) waren Werte zwischen 5 und 60 mm zu erwarten.

Abbildung 12: Der Meßpunkt für die Rückenfettdicke (eigenes Bild) und seine topographische Anatomie (STAUFENBIEL, 1992)

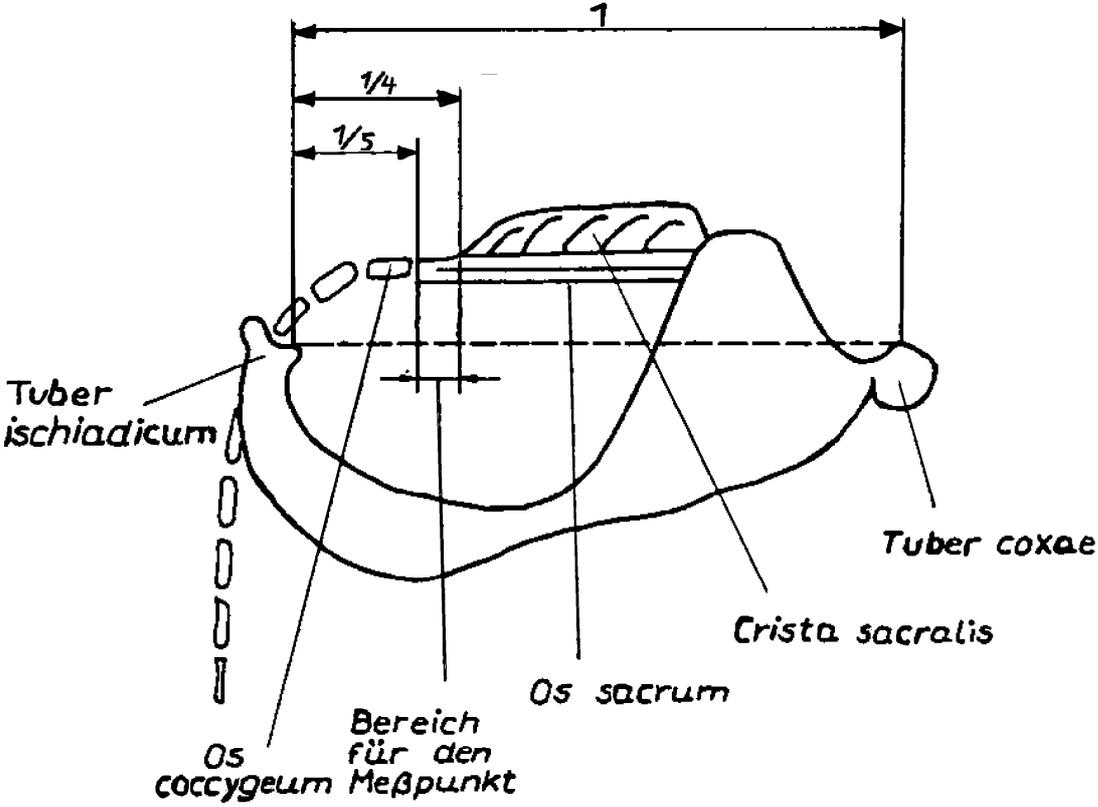


Abbildung 13: Stratigraphie des Meßortes der Rückenfettdicke (STAUFENBIEL, 1992)

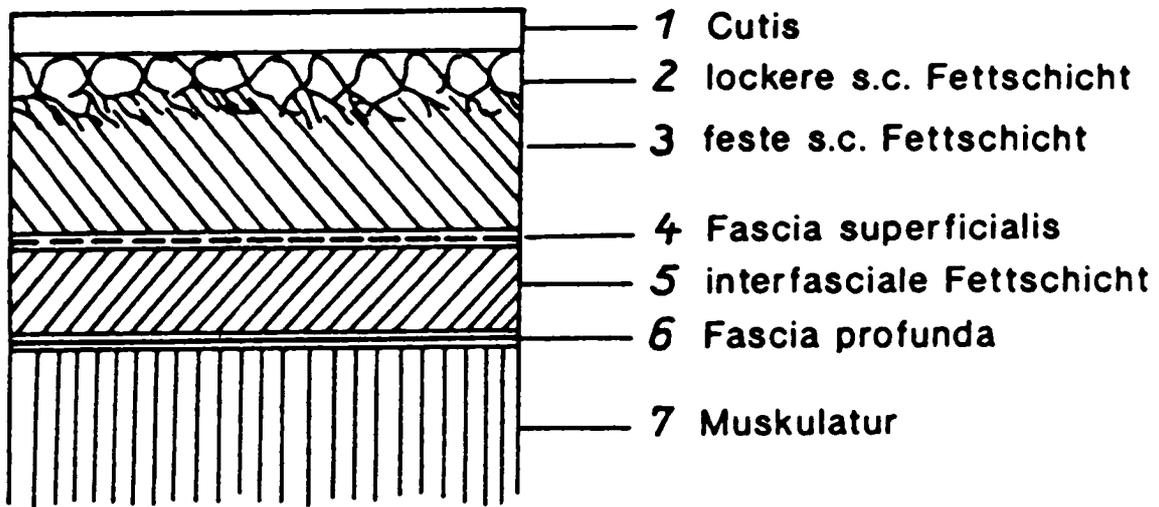
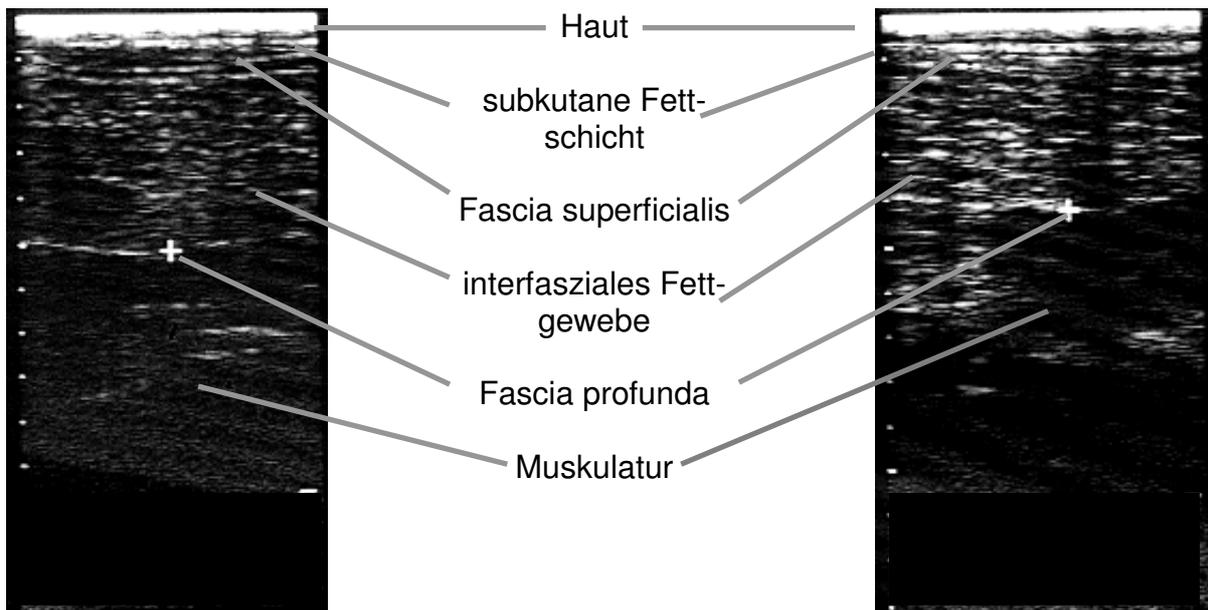


Abbildung 14: Ultraschallbilder (eigene) zur Rückenfettdickenmessung



### **3.1.4.2 Body Condition Scoring**

Zur Körperkonditionsbeurteilung wurde das System nach EDMONSON et al. (1989) in der Übersetzung von METZNER et al. (1993) verwendet. Es berücksichtigt folgende 8 Körperstellen oder Regionen:

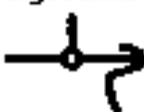
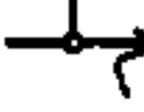
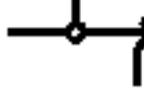
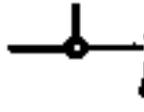
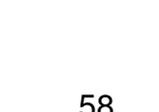
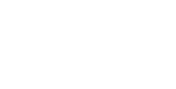
- Dornfortsätze der Lendenwirbelsäule (BCS1)
- Verbindungslinie zwischen Dorn- und Querfortsätzen der Lendenwirbelsäule (BCS2)
- Querfortsätze der Lendenwirbelsäule (BCS3)
- rechte Hungergrube (BCS4)
- Hüft- und Sitzbeinhöcker (BCS5, BCS6)
- Bereich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker (BCS7)
- Bereich zwischen den Hüfthöckern (BCS8)
- Beckenausgangsgrube (BCS9)

Das Originalsystem wurde insoweit modifiziert, als Hüft- und Sitzbeinhöcker getrennt und rein palpatorisch bewertet wurden. Somit wurden also 9 Körperregionen (BCS1 bis BCS9) untersucht. Die Hungergrube (BCS4), der Hüfthöcker (BCS5) und der Sitzbeinhöcker (BCS6) wurden nur auf der rechten Körperseite des Tieres beurteilt. Das System beruht auf einer von 1 bis 5 reichenden Score-Skala die in 0,25 Punktschritten unterteilt ist.

Die erhobenen Werte wurden direkt in dem auf jedem Datenblatt befindlichen System markiert.

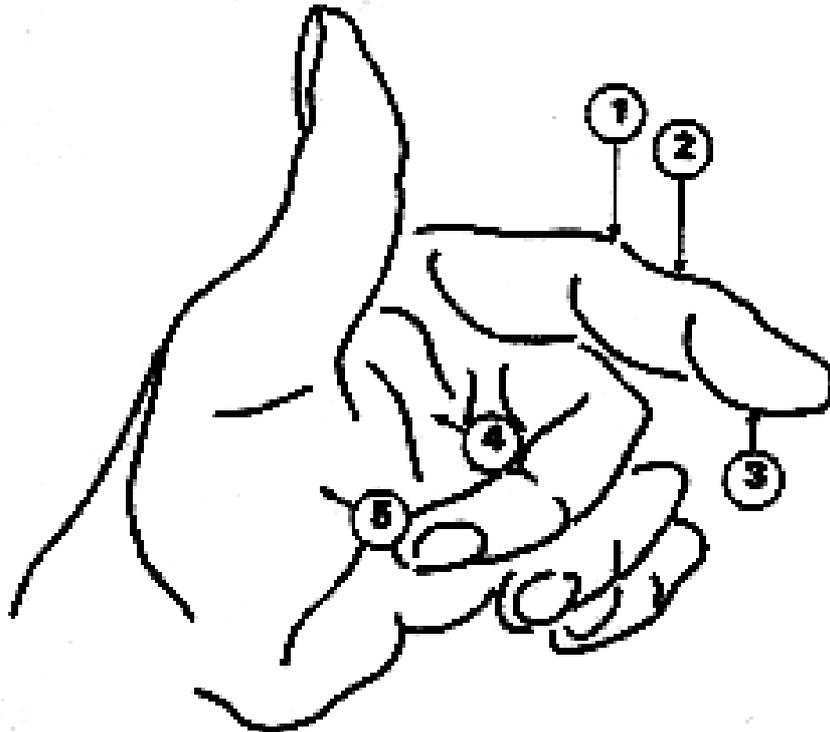
Abbildung 15: Schema zur Körperkonditionsbeurteilung nach EDMONSON (1989) übersetzt und modifiziert nach METZNER et al. (1993)

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungsline Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze
HOCHGRADIG ABGEMAGERT (kachektisch)	1.00	treten stark hervor, 'sägezahnähnlich'	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar
	1.50			1/2 Länge sichtbar
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	2.00	einzelner erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 - 1/3 Länge sichtbar
	2.50	deutlich hervorstehende Rückenlinie		1/3 - 1/4
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT ABGEDECKT	3.00		leicht konkave Linie	< 1/4 sichtbar
	3.50	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leichte Neigung	Querfortsätze angedeutet deutliche Leiste, Querforts. nicht einzeln sichtbar
KNOCHEN-VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	4.00	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	fast waagrecht	glatte, runde Kante
	4.50			Kante kaum erkennbar
HOCHGRADIG VERFETTET	5.00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	in Fettauflage verschwunden

Übergang zur Hungergrube	Hüfthöcker & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüft- & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüfthöckern	Beckenausgangsgrube
deutlicher Sims, eingesunken 	extrem hart, kein Fettgewebe 	völliger Fleischverlust 	extrem eingesunken 	scharf, V-förmig, Knochen stark hervortretend 
vorstehender Sims 	vorstehend 	sehr eingesunken 		rund, U-förmig, Knochen hervortretend 
mäßig vorstehend 		dünne Fleischauflage 	deutlich eingesunken 	erste Anzeichen von Fett 
kaum vorstehend 	glatt 	eingesunken 	mäßig eingesunken 	angedeutet, Knochen weich 
	gut bedeckt 	leicht eingesunken 	leicht eingesunken 	ausgefüllt, Knochen abgerundet 
nicht vorstehend 	abgerundet 	angedeutet 	flach 	ausgefüllt, Knochen abgerundet 
vorgewölbt 	in Fettauflage versunken 	flach 	abgerundet 	ausgefüllt mit Fettfalten, Knochen im Fett eingesunken 
		abgerundet 		

Für die Einstufung des Palpationseindrucks wurde die eigene Hand als Vergleichsmaßstab herangezogen (Abbildung 16).

**Abbildung 16: Stellen an der Hand, welche als Vergleichsmaßstab für den Eindruck bei der Palpation von Knochenpunkten herangezogen wurden (aus METZNER et al.,1993)**



Bei der Vergabe der nicht ganzzahligen Werte wurde beispielhaft für den Wert 4 nach folgendem Schema vorgegangen.

- etwas mehr als 4: 4,25
- nicht 4 und nicht 5: 4,5
- nicht ganz 5: 4,75

Eindrücke bei der Palpation der Fettauflage des Sitzbeinhöckers die einem Wert über 5 entsprochen hätten, wurden mit dem Wert 5 dokumentiert.

Der Körperkonditionsindex (KKI) ergibt sich als arithmetisches Mittel der Werte von BCS1 bis BCS9.

### 3.1.4.3 Ergänzungen zum BCS -System

Zusätzlich zu den im zuvor beschriebenen System verwendeten 9 Körperstellen wurden noch der Schwanzansatz (SAAdspS, SAPalp) und die Rippen (RAdspS, Rpalp) durch Adspektion und Palpation bewertet. Ferner wurde die Wulstbildung (WS) zwischen den langen Sitzbeinmuskeln beider Körperhälften ventral der Sitzbeinhöcker nur durch Adspektion beurteilt.

Die Palpationseindrücke wurden auf einer von 1 bis 5 reichenden und in 0,25 Punkte-Schritten unterteilten Skala eingeordnet, wobei die eigene Hand wiederum als Vergleichsmaßstab diente.

Für die Beschreibung der adspektorischen Eindrücke dieser Körperstellen konnten in der Literatur keine schematisierten Beschreibungen gefunden werden. Daher erfolgte zunächst nur im Rahmen der Verlaufsuntersuchungen eine einfache Beschreibung der Zustände. Als sich dabei die Anzahl der verwendeten Begriffe nicht mehr vergrößerte, wurden diese auch in der Dokumentation zur Wiederholbarkeit verwendet. Für die Auswertungen wurden den Beschreibungen entsprechend ihrer subjektiven quantitativen Bedeutung Score-Werte zugeordnet.

**Tabelle 12: Scoresystem zur Beschreibung des Schwanzansatzes**

Beschreibung	Score	Schema
Die Konturen der ersten Schwanzwirbelquerfortsätze zeichnen sich scharf durch die Haut ab.	1	
Die Konturen der Schwanzwirbelquerfortsätze sind weich.	2	
Die Konturen der Schwanzwirbelquerfortsätze sind nur angedeutet.	3	
Die lateralen Konturen des Schwanzansatzes sind gerade.	4	
Bei seitlicher Abkrümmung des Schwanzes bilden sich Gewebefalten.	5	
In Ruhestellung des Schwanzes sind leichte Gewebefalten zu erkennen.	6	
Spontane Faltenbildung am Schwanzansatz ist gut erkennbar.	7	
Die Knochen der Schwanzwurzel sind unter dicken Fettwülsten verborgen.	8	

**Tabelle 13: Scoresystem zur Beschreibung der Rippen**

Beschreibung	Score	Schema
Die Rippen zeichnen sich scharf ab.	1	
Einzelne Rippen sind gut zu unterscheiden. Die Konturen sind weich.	2	
Einzelne Rippen sind kaum zu unterscheiden.	3	
Interkostalräume sind nur leicht eingesunken.	4	
Einzelne Rippen sind nicht zu identifizieren.	5	
Wulstartige Fettpolster überlagern die Rippen	6	

**Tabelle 14: Scoresystem zur Beschreibung des „Zwischenschenkelwulstes“  
(Sicht von dorsal auf die Beckengegend)**

Beschreibung	Score	Schema
Der Raum zwischen der langen Sitzbeinmuskulatur beider Körperhälften ist keilförmig eingezogen	1	
Der Zwischenbereich ist eben.	2	
In der Mitte des Bereichs deutet sich ein leichter senkrechter Wulst an.	3	
Der Wulst ist mäßig ausgebildet.	4	
Der Wulst ist deutliche ausgebildet.	5	
Durch die Wulstbildung überragt der Euterspiegel die lange Sitzbeinmuskulatur.	6	
Der Bereich ist deutlich vorgewölbt	7	

#### **3.1.4.4 Brustumfang**

Mit einem einfachen Bandmaß aus Glasfasergewebe wurde der Umfang des Brustkorbes (BU) jeder Kuh direkt kaudal des Olekranon auf einen Zentimeter genau gemessen.

**Abbildung 17: Messung des Brustumfanges**



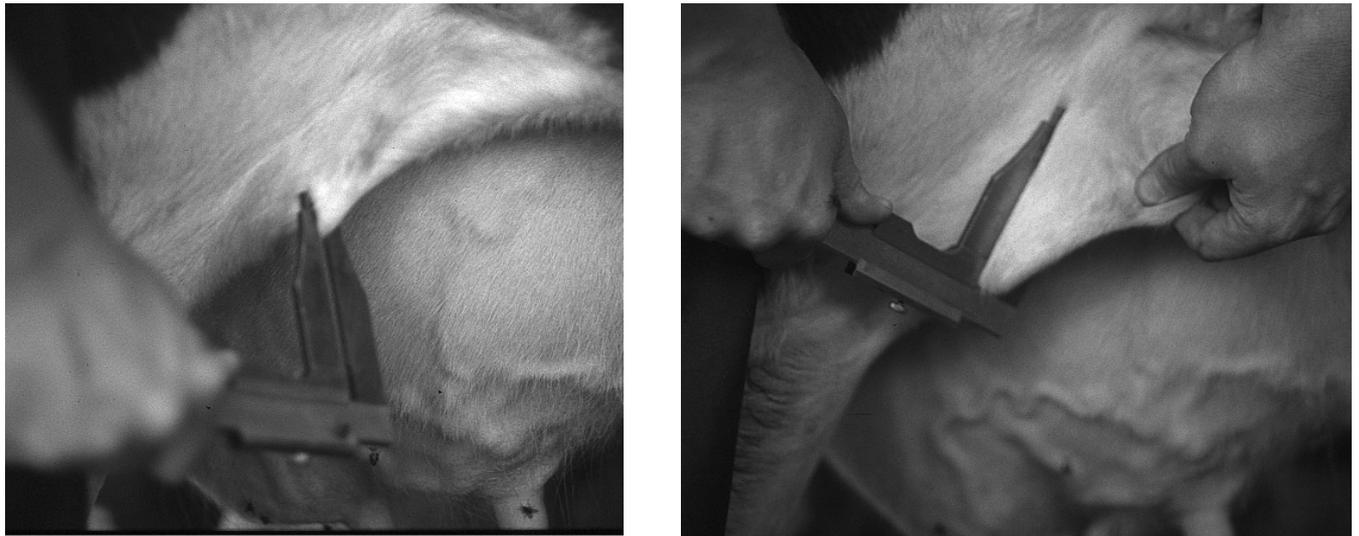
#### **3.1.4.5 Kniefaltendicke**

Auf einen Millimeter genau wurde die Dicke der als Kniefalte bezeichneten Hautduplikatur gemessen. Dabei wurde sowohl ein Wert am Umschlagsrand der Kniefalte (HD), als auch entsprechend der Schenkellänge des Meßgerätes ein Wert in der Nähe der Basis (KD) genommen. Die Differenz zwischen beiden Werten entspricht der Dicke des in diese Hautfalte eingelagerten Fettgewebes (KF).

Als Meßgerät wurde bei allen Messungen eine Schieblehre mit einer Schenkellänge von 100 mm und einer bis 70 cm reichenden Skala verwendet.

Ein Tier tolerierte die Maßnahme nicht.

**Abbildung 18: Messung der Hautdicke (links) und der Kniefaltendicke (rechts)**

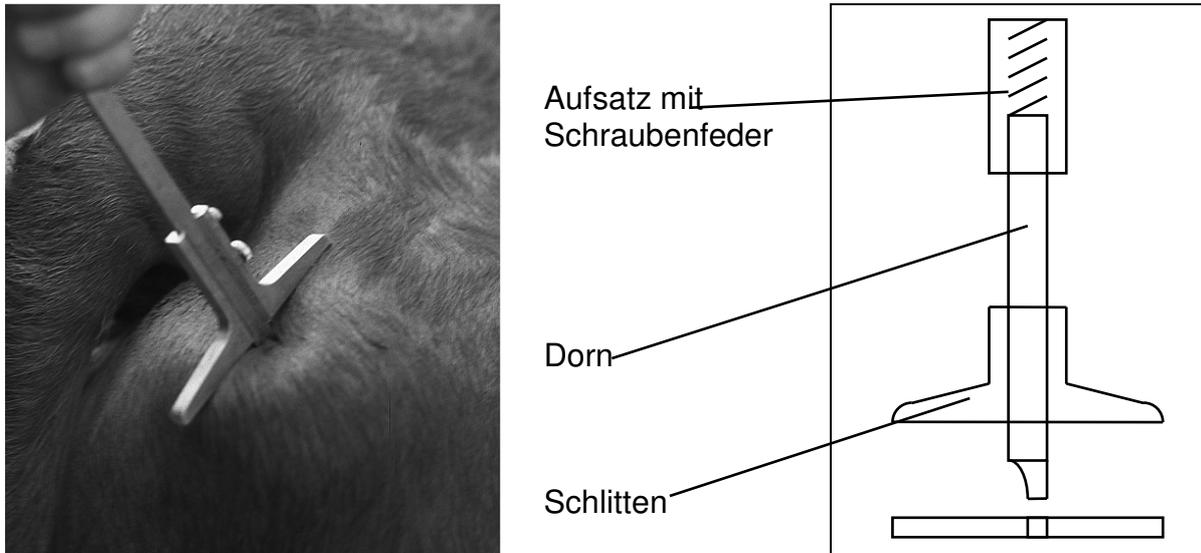


#### **3.1.4.6 Tonometrie**

Hierbei wurde mit Hilfe einer Tiefenmeßlehre die Eindrückbarkeit des die Meßpunkte unterlagernden Gewebes senkrecht zur Körperoberfläche gemessen. Um vergleichbare Anpressdrücke zu erzielen, war dem Dorn der Lehre ein Druckfedersystem aufgesetzt, das bei der Messung einen Zentimeter eingepreßt wurde (Abbildung 19). Meßpunkte waren Sitzbeinhöcker (TS), Hüfthöcker (TH), letzte Rippe (TR), Lende (TL), Glutaeus (TG) (Meßpunkt für RFD).

Mit diesem Verfahren konnten nicht alle Tiere untersucht werden, da das Meßgerät am 14.08.1997 in der Schwemmentmistung eines Vollspalten-Laufstalles verloren wurde, und Ersatz beim Hersteller (Ultra® über Stahlgruber Autoersatzteile) bestellt werden mußte. Die Auswertungen zu dieser Methode werden nur an den Werte vorgenommen, die mit dem zweiten Instrument gemessen wurden.

**Abbildung 19: Tonometrie am Sitzbeinhöcker**



Die Lehre mit einer bis 24 cm reichenden Skala hatte folgende Aufmaßmaße:

- Dorn: 3x3 mm
- Schlitten: 105x7mm

### **3.1.4.7 Schaumstoffkeil**

Um für palpatorische Beurteilungen einen eventuell objektiveren Vergleichsmaßstab als die eigene Hand zu finden, wurde ein Keil aus elastischem Schaumstoff, dessen Längsschnitt einem rechtwinkligen Dreieck entsprach, mit seiner langen Kathete auf eine Sperrholzplatte geklebt. Seine Hypothenuse wurde mit einer Zentimeter-Skala versehen. Der Wert der Stelle auf dem Keil, deren Palpationseindruck der Gewebeauflage über Sitzbeinhöcker (SS), Hüfthöcker (SH) und Rippen (SR) entsprach, wurde als Ergebnis dokumentiert.

Der 0-Wert an diesem Schaumstoffkeil entsprach einer Materialdicke von 4 mm. Beim Wert 40 hatte er eine Stärke von 54 mm.

**Abbildung 20: Der Schaumstoffkeil als Vergleichsmaßstab am Hüfthöcker**



#### **3.1.4.8 Milchleistung**

Als Milchleistungsdaten wurden die vom LKV-Bayern in den Zwischenberichten der Milchleistungsprüfung den Betrieben übermittelten Daten zu Milchmenge, Milchfettgehalt und Milcheiweißgehalt aufgenommen.

#### **3.1.5 Tiergut und Datenmaterial**

Von Juli 1997 bis März 1998 wurden anhand des Datums der letzten Besamung in den 30 Betrieben alle Kühe der Rasse Deutsches Fleckvieh in den Versuch aufgenommen, die bis spätestens zum übernächsten Besuch gekalbt haben sollten.

Nicht aufgenommen wurden Tiere,

- a) die für die Rückenfettdickenmessung mittels Ultraschall nicht ohne Beschädigungsgefahr für das Ultraschallgerät zugänglich waren (Laufboxen ohne funktionierende Fangeinrichtung).
- b) die nicht eindeutig identifizierbar waren.
- c) die sicher nach der Kalbung den Bestand verlassen sollten.
- d) deren Belegungsdatum nicht dokumentiert war.

Die Datenerhebung am Einzeltier galt als abgeschlossen, wenn Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bis mindestens 120 Tage p.p. und Milchleistungsdaten bis mindestens 150 Tage p.p. vorlagen.

Die Tiere wurden entsprechend ihrer Milchleistung einer von drei Gruppen zugeteilt. Dazu wurde für jeden Prüftag die FECM nach der Formel

$$FECM = \frac{0,37 * F + 0,21 * E + 0,95}{3,17} * M \quad (\text{DIEKMANN, 1986; SÜPHKE, 1988})$$

berechnet. Der höchste Wert im Erhebungszeitraum wurde für die Gruppenzuordnung herangezogen.

Ziel war es, die Gruppen mit je mindestens 100 Tieren zu besetzen.

**Tabelle 15: Gruppeneinteilung nach FECM**

MLP-Grp	Kriterien (kg FECM)
1	<25
2	25-30
3	>30

Weiterhin erfolgte in Analogie zur FECM eine Einteilung der Tiere entsprechend dem maximalen im Erhebungszeitraum ermittelten Fett-Eiweiß-Quotienten (FEQ).

**Tabelle 16: Gruppeneinteilung nach FEQ**

FEQ-Grp	Kriterien (FEQ)
1	>1 - 1,5
2	>1,5 - 2
3	>2

Insgesamt wurden 647 Tiere in die Untersuchungen aufgenommen. Davon sind 137 vorzeitig ausgeschieden. An 89 Tieren konnten zwar die Messungen abgeschlossen werden, aber von ihnen standen nicht die entsprechenden Milchleistungsdaten zur Verfügung. In Bezug auf die Bestandskuhzahl konnten durchschnittlich an 54,6 % (22,7 % bis 71,4 %) der Kühe alle Daten erhoben werden.

Von 421 Tieren liegen alle Untersuchungsdaten einschließlich der Milchleistung vor.

Zusätzlich wurden zur Präzisionskontrolle der angewendeten Methoden bei jedem Betriebsbesuch drei Kühe zweifach untersucht. Waren in einem Betrieb 10 oder mehr Tiere für die Verlaufsuntersuchung zu begutachten, so wurden drei von diesen doppelt bewertet. Andernfalls wurden drei andere Kühe aus der Herde gewählt. Die

zweite Bewertung fand für jede Datengruppe (Adspektion und Palpation, BU, Kniefaltendicke, Schaumkeil, RFD) erst nach Beurteilung der übrigen Probanden statt. Bei der Auswahl der Tiere wurde nur auf arbeitsökonomische Aspekte Rücksicht genommen. So wurden zum Beispiel keine Tiere für die Doppelmessungen selektiert, wenn sie sich in einem Stallabteil befanden, das bei dem Besuch ansonsten nicht zu visitieren gewesen wäre. Im Rahmen dieser Präzisionskontrolle wurden 579 Kühe untersucht, wobei gerade in kleinen Beständen mit Sicherheit einige Tiere mehrfach vertreten sind.

Für die Dokumentation der Werte im Stall wurde für jeden Untersuchungsdurchgang an jedem Tier ein gesondertes Datenblatt verwendet, so daß Werte, die zu einem früheren Zeitpunkt an einem Tier erhoben worden waren, dem Untersuchenden während der Messungen nicht vorlagen.

Da die Änderungen der erhobenen Werte im Laktationsverlauf untersucht werden sollen, müssen die Daten der einzelnen Tiere bezüglich des Laktationsstadiums gleichgeschaltet werden. Dies wurde dadurch gelöst, daß die auf die Kalbung bezogene Zeitachse (Tage p.p.) der Untersuchungstermine in folgende Intervalle unterteilt und dem Untersuchungstermin die Nummer des Intervalls zugeteilt wurde (T).

**Tabelle 17: Die Untersuchungsintervalle**

T	Tage p.p.
0	-24 bis 5
1	6 bis 35
2	36 bis 65
3	66 bis 95
4	96 bis 125

Die weiteren Analysen werden nur an Daten vorgenommen, die den Terminnummern 0 bis 4 zugeordnet sind. Dies ist der für die gesamte Untersuchung vorgesehene Kernzeitraum, in dem die größten Veränderungen der Körperkondition zu erwarten sind.

Im weiteren Verlauf der Auswertungen werden nur die Tiere herangezogen, an denen die Datenerhebung abgeschlossen werden konnte (n=421).

### **3.2 Datenverarbeitung und statistische Berechnungen**

Die Organisation der Datenerhebung und die Verwaltung des gesammelten Materials erfolgte mit einer Microsoft Access Datenbank (Version 2.0). Die für Auswertungen notwendigen verschiedenen Anordnungen der Daten wurden unter Verwendung des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel (Version 5.0) erstellt. Mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 8.0) wurden die statistischen Berechnungen vorgenommen.

Wenn nicht anders angegeben, wurde bei den statistischen Tests von einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha=5\%$  ausgegangen.

Als Test auf Normalverteilung der Daten wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test (KS) für eine Stichprobe herangezogen. Als Null-Hypothese wird dabei die Normalverteilung der Daten angenommen.

Zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der einzelnen Methoden wurde die Korrelation (nach Spearman) zwischen den beiden Meßdurchgängen berechnet. Ferner wurden die zwei jeweils verbundenen Stichproben mit dem Wilcoxon-Test untersucht.

Um die Wiederholbarkeiten der Methoden unabhängig von der verwendeten Maßskala untereinander vergleichen zu können, wurde der Mittelwert aus den Quotienten aus größerem und kleinerem Wert der wiederholten Bewertung herangezogen. Um dabei Divisionen durch Null zu vermeiden, wurden die Schaumkeil-Werte nach der Formel  $y=1,35*x + 3,92$  (lineares Regressionsmodell der Kurvenanpassung) auf die entsprechende Schaumdicke umgerechnet.

Zur Klärung der Frage, ob die Beziehung zwischen der Rückenfettdicke und den übrigen Parametern (M) linear, oder nicht-linear ist, wurde das Regressionsverfahren „Kurvenanpassung“ verwendet. Als nicht-lineare Beziehung wurde eine quadratische angenommen.

Lineares Modell:  $RFD=b_0+b_1*M$

Quadratisches Modell:  $RFD= b_0+b_1*M+b_2*M^2$

Außer für die Wiederholbarkeitsdaten wurden Korrelationen nach Pearson berechnet.

Zur Ermittlung der theoretisch und praktisch besten Kombination von Methoden zur

Vorhersage der Rückenfettdicke und ihrer Änderungen wurden schrittweise lineare Regressionen nach der Methode „vorwärts“ durchgeführt.

Negative Werte von Änderungen entsprechen einer Zunahme.

Zur Beurteilung der „Trefferquote“ der Methoden bezüglich der Änderungen der Rückenfettdicke wurden für jede Terminnummernnummerdifferenz folgende Kategorien in 9-Felder-Tafeln gegenübergestellt:

- +: Zunahme;
- 0: keine Veränderung;
- -: Abnahme;

Als „keine Änderung“ wurden Differenzen zwischen den Meßwerten zweier Untersuchungstermine bewertet, deren Betrag kleiner oder gleich der Standardabweichung der Differenz zwischen zwei Meßwiederholungen (siehe Anhang Tabelle 2) der Methode waren.

Zur Analyse der Einflüsse von Betrieb, FEQ-Grp, MLP-Grp und LN (feste Faktoren) auf RFD beziehungsweise ihre Änderung (abhängige Variable) wurde weiterhin das Verfahren „GLM-Allgemein mehrfaktoriell“ getrennt für jeden Untersuchungstermin angewendet. Dabei wurden in einem angepassten Modell nur die Haupteffekte der festen Faktoren berücksichtigt. Der konstante Term wurde in das Modell eingeschlossen und die Quadratsumme vom Typ III verwendet.

Um unter Berücksichtigung der wiederholten Messungen am Einzeltier (Subjekt) die Wirkungen der Zwischensubjektfaktoren Betrieb, MLP-Grp, FEQ-Grp und LN auf die Rückenfettdicke und ihre Änderungen zu testen, wurde das Verfahren „GLM-Meßwiederholungen“ verwendet. Dabei diente die Untersuchungsnummer als Innersubjektfaktor (5 Stufen: T0, T1, T2, T3, T4). Mit einem angepassten Modell wurden die Haupteffekte der Inner- und Zwischensubjektfaktoren unter Verwendung der Quadratsumme vom Typ III geprüft. Für die Kontraste des Innersubjektfaktors kam jeweils der Kontrasttyp „wiederholt“ zur Anwendung.

### **3.3 Ergebnisse**

#### **3.3.1 Gruppierungsfaktoren**

##### **3.3.1.1 Laktationsnummer**

Tabelle 18 vermittelt einen Überblick über die Altersstruktur der in die Auswertungen einbezogenen Tiere.

**Tabelle 18: Häufigkeiten der Laktationsnummern**

LN	n	%
1	124	29,5
2	112	26,6
3	76	18,1
4	54	12,8
5	31	7,4
6	10	2,4
7	10	2,4
8	4	1,0
<b>gesamt</b>	<b>421</b>	<b>100,0</b>

##### **3.3.1.2 Milchleistungsgruppe**

**Tabelle 19: Besetzungen der Milchleistungsgruppen**

MLP-Grp	FECM [kg]	n	%
1,00	<25	146	34,7
2,00	25-30	135	32,1
3,00	>30	140	33,2
<b>gesamt</b>		<b>421</b>	<b>100,0</b>

Wie in der Tabelle 19 zu sehen ist, wurden die Zielsetzungen bezüglich der Gruppenbesetzung erfüllt.

##### **3.3.1.3 Fett-Eiweiß-Quotient-Gruppe**

**Tabelle 20: Besetzungen der FEQ-Gruppen**

FEQ-Grp	FEQ	n	%
1	>1-1,5	330	78,4
2	>1,5-2	86	20,4
3	>2	5	1,2
<b>gesamt</b>		<b>421</b>	<b>100,0</b>

Im berücksichtigten Untersuchungsmaterial existiert kein Tier, dessen maximaler FEQ kleiner oder gleich 1,0 ist. Im nicht berücksichtigten Material kam es bei einer Kuh vor, daß im Zeitraum von 0 bis 123 Tagen p.p. ein FEQ von 1 nicht erreicht wurde (max 0,88 bei 123 Tagen p.p.; Kuh Nr. 540). Wie aus Tabelle 20 ersichtlich, sind auch Werte über 2,0 sehr selten.

### **3.3.2 Wiederholbarkeit**

Die deskriptiven Statistiken zu den Daten sind in Tabelle 1 und 2 des Anhangs zu finden.

Um Veränderungen in der Wiederholbarkeit im Verlauf der Untersuchungen feststellen zu können (Übung), wurden die Datensätze nach dem Erhebungsdatum aufsteigend sortiert. Für die ersten und die letzten 100 der vorhandenen Datensätze wurde der Quotienten aus größerem und kleinerem Wert der wiederholten Bestimmung ermittelt.

**Tabelle 21: Auswertungen zur Wiederholbarkeit**

M	gesamt		r	Quotient	erste 100 Quotient	letzte 100 Quotient	Differenz: erste100 – letzte 100
	n	p (Wilcoxon)					
RFD	1158	0,05	0,93	1,06	1,10	1,05	0,05
BCS1	1158	0,23	0,93	1,03	1,06	1,03	0,03
BCS2	1158	0,21	0,94	1,04	1,06	1,04	0,02
BCS3	1158	0,84	0,86	1,03	1,06	1,02	0,04
BCS4	1158	0,15	0,88	1,05	1,07	1,04	0,03
BCS5	1158	0,01	0,90	1,08	1,09	1,07	0,02
BCS6	1158	0,00	0,95	1,07	1,07	1,07	0,00
BCS7	1158	0,00	0,91	1,05	1,06	1,05	0,01
BCS8	1158	0,01	0,92	1,05	1,06	1,05	0,01
BCS9	1158	0,01	0,95	1,06	1,06	1,06	0,00
KKI	1158	0,00	0,98	1,03	1,04	1,03	0,01
RadspS	708	0,98	0,79	1,18	1,24	1,15	0,09
Rpalp	708	0,29	0,92	1,08	1,09	1,09	0,00
SAAdspS	708	0,02	0,87	1,07	1,11	1,06	0,05
SAPalp	708	0,72	0,91	1,07	1,10	1,05	0,05
HD	1157	0,50	0,70	1,10	1,11	1,09	0,02
KD	1157	0,00	0,75	1,08	1,08	1,07	0,01
KF	1157	0,00	0,60	1,23	1,30	1,21	0,09
BU	1158	0,03	0,96	1,01	1,01	1,01	0,00
TS	978	0,70	0,79	1,30	1,42	1,24	0,18
TG	978	0,27	0,56	1,18	1,18	1,16	0,02
TH	978	0,42	0,64	1,23	1,27	1,24	0,03
TR	978	0,11	0,73	1,28	1,32	1,27	0,05
TL	978	0,71	0,63	1,16	1,15	1,13	0,02
SS	978	0,02	0,91	1,17	1,17	1,15	0,02
SH	978	0,25	0,82	1,16	1,20	1,18	0,02
SR	978	0,00	0,88	1,16	1,17	1,18	-0,01
WS	708	0,04	0,91	1,19	1,18	1,16	0,02

Die Meßwerte der einzelnen Parameter (Anhang Tabelle 1) und die Differenzen zwischen zwei Meßwiederholungen (Anhang Tabelle 2) sind nicht normalverteilt (KS).

Der Wilcoxon-Test ist nur für BCS1, BCS2, BCS3, BCS4, RadspS, Rpalp, SAPalp, HD, TS, TG, TH, TR, TL, und SH nicht signifikant.

Alle Korrelationen sind signifikant. Unter den BCS-Komponenten haben die Werte der Meßwiederholungen von BCS3 mit  $r=0,86$  die schwächste Beziehung zueinander. Ein noch niedrigerer diesbezüglicher Korrelationskoeffizient tritt für RadspS, HD, KD, KF, TS, TG, TH, TR, TL und SH auf.

Der höchste Quotient aus höherem und niedrigerem Ergebnis der Meßwiederholung errechnet sich unter den BCS-Komponenten für BCS 5 (1,08). Dieser Wert wird nicht

unterschritten von RadspS, HD, KD, KF, TS, TG, TH, TR, TL, SS, SH, SR und WS.

Im Verlauf der Untersuchungen verschlechterte sich nur die Reproduzierbarkeit von SR. Keine Verbesserung (Änderung Quotient  $<0,02$ ) trat auf bei BCS6, BCS9, Rpalp und BU.

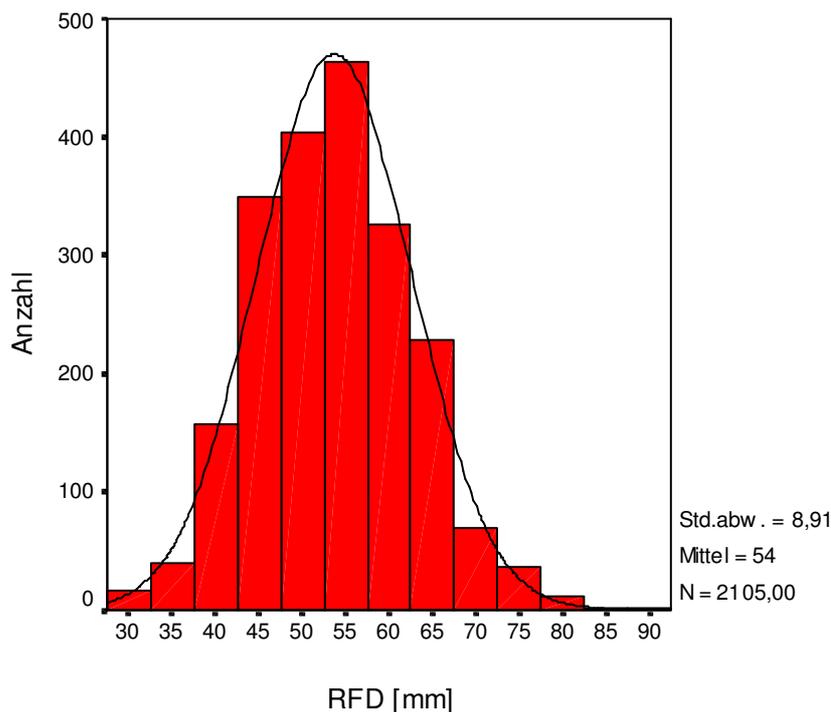
### 3.3.3 Verlaufsuntersuchungen

#### 3.3.3.1 Der Goldstandard Rückenfettdicke

##### 3.3.3.1.1 Deskriptive Statistiken und Korrelationen

Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest ist signifikant ( $p < 0,01$ ). Die Werte der Rückenfettdicke im Datenmaterial zu den Verlaufsuntersuchungen sind demnach nicht normalverteilt (Abbildung 21).

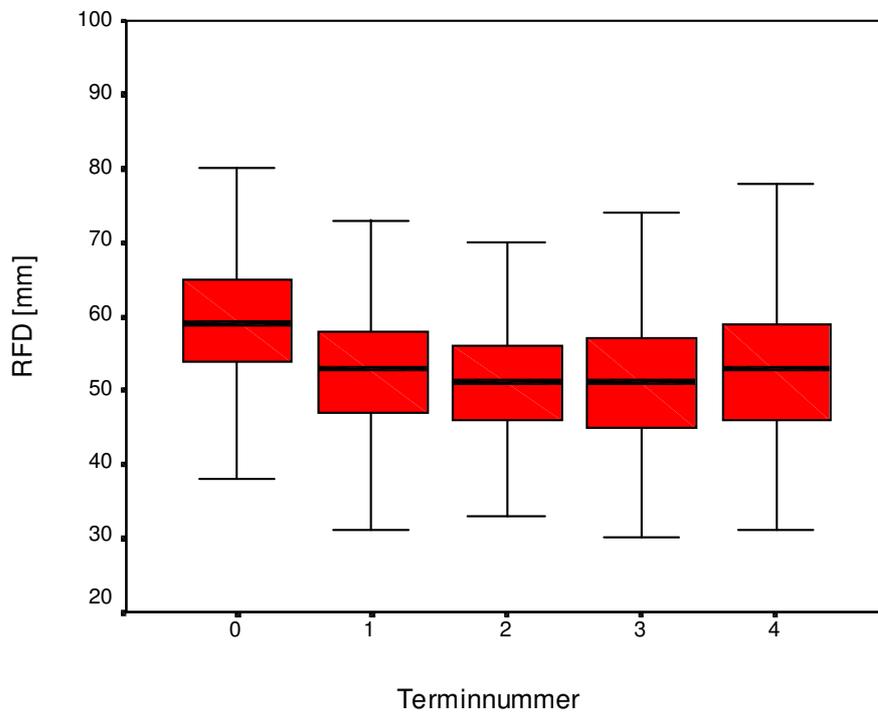
**Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Meßwerte der Rückenfettdicke**



Im Gesamtkollektiv liegt der Meßbereich zwischen 28 und 88 mm mit einem Mittelwert von 53,64 mm und einer Standardabweichung von 8,91 mm.

Bei Verwendung der Untersuchungsintervalle als Zeitachse ist deutlich der Tiefpunkt der Entwicklung der RFD im zweiten und dritten Intervall (36 bis 95 Tage p.p.) auszumachen (Abbildung 22).

**Abbildung 22: Die Rückenfettdicke in Abhängigkeit von der Untersuchungs-terminnummer (Median, Quartile, Extremwerte)**



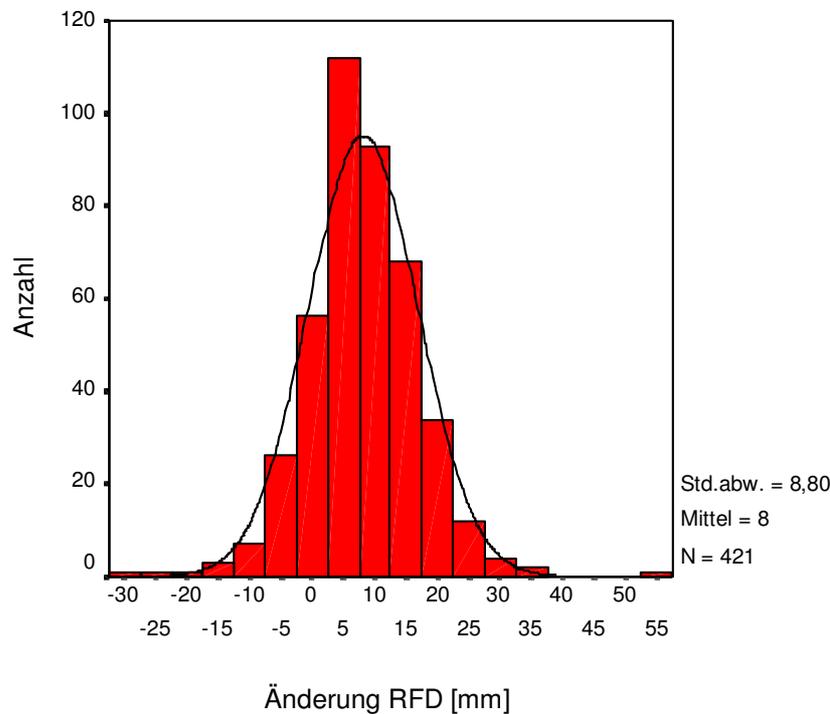
**Tabelle 22: Deskriptive Statistiken zu RFD und Vergleich zwischen MLP-Gruppen, FEQ-Gruppen und Laktationsnummern (1 und >1)**

Gruppe	T	n	Min	Max	MW	StAbw	KS
gesamt	gesamt	2105	28	88	53,6	8,91	0,00
	T0	421	28	88	59,3	8,80	0,48
	T1	421	29	87	53,3	8,22	0,21
	T2	421	31	78	51,1	8,24	0,02
	T3	421	30	77	51,5	8,15	0,29
MLP-Grp1	gesamt	730	28	88	53,4	9,21	0,03
	T0	146	28	88	59,0	9,34	0,61
	T1	146	29	76	53,3	8,15	0,50
	T2	146	31	78	51,2	8,61	0,18
	T3	146	30	75	51,1	8,48	0,88
MLP-Grp2	gesamt	675	31	78	53,7	8,67	0,08
	T0	135	35	77	59,5	7,88	0,93
	T1	135	31	72	53,4	8,14	0,39
	T2	135	31	73	50,9	7,92	0,43
	T3	135	32	74	51,7	8,14	0,25
	T4	135	35	78	53,1	8,59	0,39

## Fortsetzung Tabelle 22

Gruppe	T	n	Min	Max	MW	StAbw	KS
MLP-Grp3	gesamt	700	33	87	53,8	8,84	0,03
	T0	140	33	83	59,2	9,12	0,93
	T1	140	33	87	53,1	8,42	0,66
	T2	140	33	73	51,4	8,21	0,38
	T3	140	35	77	51,7	7,86	0,64
	T4	140	37	74	53,5	8,33	0,31
FEQ-Grp1	gesamt	1650	28	87	54,0	8,83	0,00
	T0	330	28	82	58,8	8,88	0,76
	T1	330	29	87	53,5	8,23	0,27
	T2	330	31	78	51,8	8,28	0,04
	T3	330	30	77	52,1	8,11	0,42
	T4	330	32	80	53,7	8,81	0,44
FEQ-Grp2	gesamt	430	30	88	52,6	9,19	0,12
	T0	86	43	88	60,9	8,57	0,39
	T1	86	31	71	52,8	8,40	0,95
	T2	86	31	70	49,0	7,79	0,94
	T3	86	30	67	49,5	7,99	0,34
	T4	86	31	71	50,6	7,87	0,28
FEQ-Grp3	gesamt	25	37	66	50,5	8,01	0,97
	T0	5	56	66	61,2	4,21	0,97
	T1	5	45	53	49,8	3,11	0,99
	T2	5	41	53	46,4	5,81	0,95
	T3	5	38	54	45,0	6,71	0,85
	T4	5	37	61	50,0	8,69	0,98
Lak-Nr=1	gesamt	620	33	80	54,8	8,01	0,08
	T0	124	45	79	60,4	7,16	0,78
	T1	124	40	76	54,5	7,16	0,40
	T2	124	36	74	52,3	7,16	0,56
	T3	124	33	75	52,9	7,71	0,54
	T4	124	37	80	53,8	8,20	0,71
LN>1	gesamt	1485	28	88	53,2	9,22	0,00
	T0	297	28	88	58,8	9,37	0,73
	T1	297	29	87	52,7	8,58	0,61
	T2	297	31	78	50,7	8,61	0,06
	T3	297	30	77	50,9	8,27	0,21
	T4	297	31	78	52,7	8,90	0,44

**Abbildung 23: Häufigkeitsverteilung der Änderungen der Rückenfettdicke zwischen den Untersuchungsterminen T0 und T2 (D02)**



Die Änderungen der Rückenfettdicke zwischen den Untersuchungsterminen 0 und 2 (D02) sind normalverteilt. Der Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest ist nicht signifikant ( $p=0,10$ ).

**Tabelle 23: Deskriptive Statistiken zur Änderungen von RFD zwischen Untersuchungsterminnummern und Vergleich zwischen MLP-Gruppen, FEQ-Gruppen und Laktationsnummern (1 und >1)**

Guppe	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
gesamt	D01	421	-22	47	6,0	7,35	0,00
	D02	421	-32	55	8,1	8,80	0,10
	D12	421	-29	22	2,1	6,01	0,02
	D23	421	-29	24	-0,3	5,31	0,00
MLP-Grp1	D34	421	-23	22	-1,5	4,71	0,01
	D01	146	-14	47	5,8	7,98	0,00
	D02	146	-13	55	7,9	9,75	0,18
	D12	146	-12	18	2,1	5,46	0,21
	D23	146	-17	13	0,1	4,43	0,02
D34	146	-13	13	-1,4	4,18	0,25	

### Fortsetzung Tabelle 23

Gruppe	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
MLP-Grp2	D01	135	-12	32	6,2	6,89	0,17
	D02	135	-11	32	6,6	7,81	0,60
	D12	135	-13	22	2,5	6,19	0,26
	D23	135	-29	13	-0,8	5,70	0,75
	D34	135	-17	22	-1,4	5,27	0,05
MLP-Grp3	D01	140	-22	25	6,1	7,13	0,35
	D02	140	-32	33	7,8	8,70	0,10
	D12	140	-13	22	3,9	6,23	0,15
	D23	140	-17	11	-0,6	5,23	0,12
	D34	140	-17	13	-1,1	4,63	0,19
FEQ-Grp1	D01	330	-22	25	5,4	6,69	0,07
	D02	330	-32	33	7,0	8,30	0,28
	D12	330	-29	20	1,6	5,90	0,12
	D23	330	-29	24	-0,3	5,37	0,01
	D34	330	-23	22	-1,6	4,73	0,09
FEQ-Grp2	D01	86	-7	47	8,1	9,20	0,21
	D02	86	-8	55	11,9	9,63	0,37
	D12	86	-13	22	3,9	6,23	0,34
	D23	86	-17	11	-0,6	5,23	0,18
	D34	86	-17	13	-1,1	4,50	0,13
FEQ-Grp3	D01	5	7	20	11,4	5,32	0,85
	D02	5	7	24	14,8	6,06	0,80
	D12	5	-1	8	3,4	3,51	1,00
	D23	5	-1	3	1,4	1,82	0,96
	D34	5	-11	2	-5,0	6,12	0,94
LN=1	D01	124	-14	27	5,9	6,63	0,07
	D02	124	-11	28	8,1	7,46	0,17
	D12	124	-12	17	2,2	5,16	0,66
	D23	124	-29	10	-0,5	5,06	0,04
	D34	124	-13	22	-0,9	4,61	0,38
LN>1	D01	297	-22	47	6,0	7,64	0,09
	D02	297	-32	55	8,1	9,32	0,38
	D12	297	-29	22	2,1	6,34	0,03
	D23	297	-17	24	-0,2	5,42	0,05
	D34	297	-23	11	-1,8	4,74	0,03

Die deskriptive Statistik der Meßwerte (Tabelle 22) und ihrer Änderungen (Tabelle 23) zeigt wie die Abbildungen 22 für das Gesamtmaterial einen deutlichen Abfall der mittleren Rückenfettdicke vom Kalbeintervall bis zum zweiten postpartalen Untersuchungsintervall und nachfolgend einen Wiederanstieg. Eine ähnliche Entwicklung ergibt sich bei Aufschlüsselung des Datenmaterials nach MLP-Grp, FEQ-Grp und Lak-Nr (1 und >1).

Im Mittel verlieren die Tiere zwischen dem Zeitraum der Kalbung und dem Tiefpunkt der Körperkonditionsentwicklung im zweiten Untersuchungsintervall (D02) 8,09 mm

an Rückenfettdicke (Tabelle 23).

Nur in der Aufteilung des Datenmaterials nach dem maximalen Fett-Eiweiß-Quotienten läßt sich ein Einfluß auf die Entwicklung der RFD im Laktationsverlauf erkennen. Zwischen Kalbung und zweitem Untersuchungstermin p.p. (D02) bauen die Kühe der FEQ-Gruppe 2 11,09 mm und die der Gruppe 3 14,80 mm an RFD ab. Nur in der FEQ-Gruppe 3 gibt es kein Tier, bei dem im ersten Laktationsmonat (D01) die Rückenfettdicke zunimmt.

**Tabelle 24: Korrelationen der RFD bei der Kalbung zu ihren Änderungen p.p.**

		D01	D02	D12	D23	D34
T0	r	0,49	0,56	0,22	0,10	-0,05
	p	0,00	0,00	0,00	0,05	0,30
	N	421	421	421	421	421

Die Rückenfettdicke im peripartalen Zeitraum hat eine signifikante positive Beziehung zum Ausmaß ihrer Änderungen in den ersten beiden Laktationsmonaten (Tabelle 24).

Die das Laktationsstadium charakterisierenden Parameter TerNr ( $r=-0,23$ ) und Tage p.p. ( $r=-0,23$ ) haben eine deutliche Beziehung zur RFD.

### 3.3.3.1.2 Varianzanalytische Verfahren

Die Ergebnisse der mehrfaktoriellen Varianzanalysen in den verschiedenen Untersuchungsintervallen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Der Betrieb hat zu jedem Untersuchungstermin einen signifikanten ( $p<0,01$ ) Einfluß auf die Rückenfettdicke.
- Die Laktationsnummer hat zu den Terminnummern 1 ( $p<0,05$ ), 2 und 3 ( $p<0,01$ ) einen signifikanten und den Terminen 0 und 4 keinen Einfluß auf RFD.
- Die Wirkung der MLP-Gruppe und der FEQ-Gruppe ist zu keinem Zeitpunkt signifikant.

Die Ergebnisse der Varianzanalyse unter Berücksichtigung der wiederholten Messungen der RFD am gleichen Tier (Subjekt) mit dem Innersubjektfaktor TerNr können

wie folgt zusammengefaßt werden:

- Der Innersubjektfaktor Terminnummer hat einen signifikanten Einfluß ( $p < 0,01$ ) auf die Werte der Rückenfettdicke
- Es gibt signifikante Interaktionseffekte zwischen der Terminnummer und den Zwischensubjektfaktoren Betrieb ( $p < 0,01$ ), FEQ-Gruppe ( $p < 0,01$ ) und Laktationsnummer ( $p < 0,05$ ). Kein Interaktionseffekt besteht zwischen der Terminnummer und der MLP-Gruppe ( $p = 0,91$ ).
- Für die Faktoren Betrieb und Laktationsnummer ergibt sich ein signifikanter ( $p < 0,01$ ) Zwischensubjekteffekt. Für MLP-Gruppe ( $p = 0,28$ ) und FEQ-Gruppe ( $p = 0,60$ ) macht sich ein solcher nicht bemerkbar.

Bei der Varianzanalyse der Effekte auf die Unterschiede und damit auch auf die Änderung der Rückenfettdicke (Innersubjektkontraste) zwischen zwei Terminnummern (Innersubjektfaktor) ergibt sich folgendes:

- Die Unterschiede zwischen den Terminnummern sind außer zwischen Termin 2 und Termin 3 signifikant ( $p < 0,01$ ).
- Die Änderung der Rückenfettdicke wird vom Betrieb nur zwischen T1 und T2 signifikant beeinflusst ( $p < 0,01$ ).
- Die Milchleistungsgruppe hat keine signifikante Wirkung auf Änderungen von RFD.
- Die Änderung der RFD zwischen peripartalem Zeitraum (T0) und dem ersten Monat p.p (T1), beziehungsweise erstem (T1) und zweitem (T2) Monat p.p. steht in signifikantem ( $p < 0,05$ ) Zusammenhang mit der FEQ-Gruppe.
- Die Laktationsnummer nimmt nur Einfluß ( $p < 0,05$ ) auf die Änderung der Rückenfettdicke zwischen erstem (T1) und zweitem (T2) postpartalem Untersuchungstermin.

### **3.3.3.2 Beziehung der Ergebnisse der verschiedenen Methoden der Körperkonditionsbeurteilung zur Rückenfettdicke**

#### 3.3.3.2.1 Deskriptive Statistiken

Die deskriptiven Statistiken und die Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstestes sind in den Tabellen 3 und 4 des Anhanges aufgeführt.

Die Ergebnisse der Methoden zu Körperkonditionsbeurteilung sind ohne Berücksichtigung der wiederholten Messungen in keinem Fall normalverteilt. Dies gilt bis auf KKI (T1, T2, T3, T4) und BU (T0, T1, T2, T3, T4) auch bei der Unterteilung nach der Untersuchungsterminnummer (Anhang Tabelle 3).

Unter Einbeziehung der Daten aller Terminnummern sind die Ergebnisse der Komponenten des BCS-Systems (bis auf BCS5) und auch KKI rechtsschief verteilt (siehe Grafiken Anhang 8.2). Besonders ausgeprägt ist diese Abweichung von der Normalverteilung bei BCS3, BCS6 und BCS9.

Desweiteren sind Rpalp und SAPalp rechtsschief und RadspS, HD, KD, KF, BU, die Tonometrie- und Schaumkeilwerte linksschief verteilt. SAAdspS weist eine zweigipfelige und WS eine mehrgipfelige Verteilung auf.

Die Verteilungen der Werte von BU und TG scheinen der Normalverteilung am nächsten zu kommen.

Die Änderungen der Werte der Untersuchungsgrößen zwischen den Untersuchungsterminen sind bis auf wenige Ausnahmen ebenfalls nicht normalverteilt (Anhang Tabelle 4).

### 3.3.3.2.2 Beziehungen zwischen den Werten

**Tabelle 25: Modelle der Kurvenanpassung und Korrelationen**

M	lineares Modell			quadratisches Modell				Korr linear
	b0	b1	R <sup>2</sup>	b0	b1	b2	R <sup>2</sup>	r
BCS1	10,38	10,90	0,43	40,80	-5,44	2,15	0,44	0,66
BCS2	18,39	9,21	0,45	30,02	2,72	0,88	0,45	0,67
BCS3	-0,57	11,87	0,30	113,80	-43,76	6,64	0,35	0,55
BCS4	13,58	9,95	0,36	35,85	-1,82	1,52	0,37	0,60
BCS5	31,07	7,63	0,35	25,28	11,53	-0,63	0,35	0,59
BCS6	30,51	6,09	0,47	35,02	3,34	0,38	0,47	0,69
BCS7	18,79	9,20	0,37	29,19	3,38	0,79	0,37	0,61
BCS8	20,91	8,66	0,37	31,25	2,58	0,86	0,38	0,61
BCS9	25,61	7,36	0,49	28,63	5,61	0,24	0,49	0,70
KKI	5,98	12,42	0,58	32,61	-2,30	1,99	0,59	0,76
RadspS	44,83	2,87	0,17	45,03	2,73	0,02	0,17	0,41
Rpalp	30,20	6,32	0,45	28,17	7,52	-0,17	0,45	0,67
SAPalp	25,59	7,42	0,43	24,11	8,25	-0,11	0,43	0,65
SAAdspS	33,37	3,83	0,33	27,36	6,33	-0,24	0,34	0,58
HD	54,50	-0,12	0,00	43,28	2,91	-0,20	0,00	n.s.
KD	39,32	1,09	0,05	27,08	2,96	-0,07	0,05	0,22
KF	44,27	1,63	0,07	39,83	3,19	-0,13	0,08	0,27
BU	-55,50	0,54	0,26	-176,27	1,74	-0,00	0,26	0,51
TS	41,89	1,52	0,33	38,13	2,52	-0,06	0,34	0,58
TG	46,22	0,50	0,03	55,77	-0,88	0,05	0,03	0,17
TH	42,00	1,84	0,14	35,97	3,73	-0,14	0,15	0,39
TR	40,45	1,42	0,30	35,54	2,54	-0,06	0,31	0,54
TL	36,55	1,22	0,17	30,04	2,16	-0,03	0,17	0,41
SS	44,98	1,19	0,33	42,82	1,93	-0,05	0,34	0,57
SH	46,10	1,66	0,19	43,67	2,96	-0,13	0,20	0,44
SR	43,79	1,46	0,36	40,87	2,46	-0,07	0,38	0,50
WS	44,72	2,24	0,25	45,09	2,00	0,03	0,25	0,50

Alle Modelle außer für HD sind signifikant. Bei BCS2, BCS5, BCS6, BCS7, BCS9, RadspS, Rpalp, SAPalp, HD, KD, BU, TG, TL und WS ist im quadratischen Modell keine bessere Beziehung (R<sup>2</sup>) zur Rückenfettdicke zu erkennen.

Insgesamt sind die Verbesserungen durch Verwendung quadratischer Modelle sehr gering, so daß für alle weiteren Betrachtungen lineare Modelle verwendet werden.

Alle Methoden außer HD haben eine signifikante positive Korrelation zur Rückenfettdicke.

Von den Komponenten des BCS-Systems (BCS1-9) hat BCS9 die engste (r=0,70) und BCS3 (r=0,55) die schwächste Beziehung zur RFD.

Der Körperkonditionsindex steht unter den untersuchten Methoden in engster Korre-

lation zur Rückenfettdicke ( $r=0,76$ ).

RPalp ist die Ergänzungsmethode mit der stärksten Beziehung zu RFD ( $r=0,67$ ). Unter diesen Methoden haben SH, KD, BU, die Tonometrie und WS eine schlechtere Beziehung zu RFD als die schlechteste BCS-Komponente BCS5 ( $r=0,55$ ).

In Tabelle 26 sind die aus schrittweisen Regressionen von verschiedenen Methodenkombinationen (K) resultierenden Modelle (Mod) aufgeführt.

**Tabelle 26: Modelle (Mod) verschiedener Kombinationen (K) von Methoden zur Schätzung der Rückenfettdicke als Ergebnis linearer Vorwärtsregressionen**

M	vorgegebene Variablen						resultierende Modelle					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Mod1	Mod2	Mod3	Mod4	Mod5	Mod6
BCS1	+	+	+	+	+	+						
BCS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS3	+	+	+	+	+	+						
BCS4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS5	+	+	+	+			+	+	+	+		
BCS6	+	+	+	+			+			+		
BCS7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
RadspS		+	+	+	+	+						
Rpalp		+	+	+				+	+	+		
SAAdspS		+	+	+	+	+				+	+	+
SAPalp		+	+					+	+			
HD		+	+	+	+	+						
KD		+	+	+	+	+						
KF		+	+	+	+	+						
BU		+						+				
TS		+	+		+			+	+		+	
TG		+	+									
TH		+	+		+						+	
TR		+	+		+						+	
TL		+	+									
SS		+	+			+						+
SH		+	+			+						
SR		+	+			+		+	+			+
WS		+	+	+	+	+						+
<b>R<sup>2</sup></b>							<b>0,59</b>	<b>0,63</b>	<b>0,62</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,61</b>
<b>r</b>							<b>0,77</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	<b>0,78</b>

Für die Berechnung von Modell1 wurden alle BCS-Komponenten herangezogen. Modell 2 stellt die „ideale“ Kombination zur Schätzung der Rückenfettdicke dar, da alle durchgeführten Untersuchungsmethoden einbezogen wurden. Bei Verzicht auf

BU in der Ausgangskombination ergibt sich Modell 3. Um zu ermitteln, ob die Verwendung der Tonometrie oder des Schaumkeils zur Beurteilung von Sitzbeinhöcker, Hüfthöcker und Rippen Vorteile gegenüber der eigenen Hand als Palpationsmaßstab bieten, wurde zur Erstellung der Modelle 4, 5 und 6 nur die jeweilige Methode einbezogen.

BCS1, BCS3, RadspS, die Kniefaltenmaße, TG, TL und SH werden in kein Modell aufgenommen. Die Korrelationskoeffizienten der Modelle unterscheiden sich nur geringfügig.

#### 3.3.3.2.3 Beziehungen zwischen den Änderungen der Werte

Bei allen Methoden, außer den Meßdaten der Kniefalte, ist ein mehr oder weniger starker Abfall der Werte post partum mit einem Tiefpunkt der Entwicklung zum zweiten (T1) oder dritten (T2) Untersuchungstermin auszumachen. Danach steigen sie meist wieder an (siehe Anhang: Tabelle 3 und 4; graphische Darstellungen).

Im untersuchten Zeitraum erfolgt der stärkste Rückgang der Werte regelmäßig im ersten Laktationsmonat.

Unter den Komponenten des BCS-Systems tritt zwischen Kalbezeitraum und zweitem Untersuchungstermin (D02) der stärkste Abfall bei BCS6 um 23,0 % (1,06) des Ausgangswertes (4,61) auf. An den übrigen Körperstellen schwanken sie zwischen 5,9 % (BCS3 0,28 von 4,75) und 21,8 % (BCS9 0,99 von 4,54). Der Körperkonditionsindex fällt in diesem Zeitraum um durchschnittlich 0,63 (-0,44 bis 2,11) bei einer Standardabweichung von 0,41.

**Tabelle 27: Korrelationskoeffizienten zwischen Änderungen der Meßwerte der Rückenfettdicke und Methoden zur Beurteilung der Körperkondition für die einzelnen Untersuchungsintervalle**

M	D01	D02	D12	D23	D34
DBCS1	0,35	0,46	0,20	0,13	0,15
DBCS2	0,38	0,48	0,22	0,14	0,15
DBCS3	0,27	0,36	0,16	n.s.	n.s.
DBCS4	0,26	0,37	0,13	0,11	n.s.
DBCS5	0,20	0,34	0,16	0,22	0,15
DBCS6	0,18	0,30	0,23	0,25	0,09
DBCS7	0,33	0,45	0,22	0,14	n.s.
DBCS8	0,38	0,44	0,31	0,18	n.s.
DBCS9	0,24	0,38	0,24	0,21	0,12
DKKI	0,40	0,53	0,33	0,29	0,19
DRAdspS	n.s.	0,17	n.s.	n.s.	n.s.
DRPalp	0,31	0,37	0,20	0,17	0,11
DSAAdspS	0,13	0,26	0,18	n.s.	n.s.
DSAPalp	0,21	0,31	0,17	n.s.	n.s.
DHD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DKD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DKF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DBU	0,28	0,47	0,26	0,12	0,23
DTS	n.s.	0,29	n.s.	n.s.	n.s.
DTG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DTH	n.s.	0,16	n.s.	n.s.	n.s.
DTR	n.s.	0,19	n.s.	n.s.	n.s.
DTL	0,13	0,17	n.s.	n.s.	n.s.
DSH	n.s.	n.s.	n.s.	0,10	n.s.
DSR	n.s.	n.s.	0,11	0,09	0,12
DSS	n.s.	n.s.	n.s.	0,12	n.s.
DWS	0,14	0,30	n.s.	n.s.	n.s.

Die signifikanten Korrelationen zwischen der Änderung der Rückenfettdicke und der Änderung der übrigen Methoden im gleichen Zeitraum sind niedrig, aber immer positiv. Generell sinken die Korrelationskoeffizienten mit zunehmender Laktationsdauer und sind am stärksten für das Intervall D02.

Keine signifikanten Beziehungen finden sich bei den Maßen der Kniefalte (HD, KD, KF) und TG.

Jede Änderung von BCS1, BCS2, BCS5, BCS6, BCS9, Rpalp und BU zwischen den Untersuchungsterminen hat eine signifikante positive Beziehung zur entsprechenden Änderung der Rückenfettdicke.

Von den BCS-Komponenten hat für die Änderung zwischen peripartalem Zeitraum

und zweitem postpartalem Untersuchungstermin (D02) BCS2 ( $r=0,48$ ) die engste und BCS6 ( $r=0,30$ ) die schwächste Beziehung zur Änderung von RFD.

Für den gleichen Zeitraum hat unter den Ergänzungsmethoden die Änderung von Rpalp ( $r=0,37$ ) die engste Korrelation zur Änderung von RFD.

In Tabelle 28 sind für die verschiedenen Untersuchungsmethoden die Ergebniskategorien der 9-Feldertafeln zur Ermittlung der „Trefferquoten“ für die Beschreibung von Änderungen der Rückenfettdicke dargestellt.

### Legende zu Tabelle 28

Abkürzung	Bedeutung
(++), (00), (--)	Zunahme, keine Änderung und Abnahme von RFD richtig angezeigt
(+0), (-0)	Zunahme und Abnahme von RFD angezeigt, obwohl keine Änderung von RFD
(0-), (+-)	keine Änderung und Zunahme trotz Abnahme von RFD angezeigt
(0+), (-+)	keine Änderung und Abnahme trotz Zunahme von RFD angezeigt

**Tabelle 28: “Trefferquoten” (%) zur Vorhersage der Änderung der Rückenfettdicke für das Intervall D02 durch verschiedene Methoden**

M	richtig				falsch					
	(++)	(00)	(--)	Summe	(+0)	(-0)	(0+)	(0-)	(+-)	(-+)
BCS1	1,4	2,9	66,5	70,7	0,7	6,7	1,2	11,9	5,0	3,8
BCS2	1,7	2,6	67,7	72,0	1,4	6,2	1,2	10,5	5,2	3,6
BCS3	1,4	5,2	55,1	61,7	1,0	4,0	2,4	23,5	4,8	2,6
BCS4	0,7	5,7	51,8	58,2	0,2	4,3	3,8	30,2	1,4	1,9
BCS5	1,2	4,8	48,0	54,0	1,4	4,0	1,9	31,4	4,0	3,3
BCS6	0,2	6,2	66,5	72,9	0,0	6,2	3,1	16,9	0,0	3,1
BCS7	0,7	4,5	61,8	68,0	0,5	4,5	2,4	21,1	0,5	3,3
BCS8	0,7	3,8	72,2	76,7	0,7	5,7	1,7	9,7	1,4	4,0
BCS9	0,2	3,3	69,6	73,1	0,0	6,9	1,4	13,5	0,2	4,8
KKI	0,5	4,5	71,7	76,7	0,0	5,7	2,1	11,6	0,0	3,8
RadspS	0,7	9,3	28,7	38,7	0,7	4,0	4,5	48,2	2,6	1,2
Rpalp	1,7	4,5	52,7	58,9	1,9	3,8	2,4	28,0	2,6	2,4
SAAdspS	0,7	11,6	25,2	37,5	0,0	2,4	5,0	52,7	1,7	0,7
SAPalp	0,2	3,8	66,7	70,7	0,2	6,2	1,7	15,4	1,2	4,5
BU	1,0	6,4	60,1	67,5	2,1	7,6	2,1	15,4	1,9	3,3
HD	2,4	3,3	21,1	26,8	3,6	3,3	2,4	33,0	29,2	1,7
KD	1,0	9,3	17,1	27,4	1,4	3,3	4,5	51,5	10,9	1,0
KF	1,4	10,2	20,2	31,8	1,2	2,6	3,8	50,6	8,8	6,4
TS	0,3	12,2	34,3	46,8	1,2	4,2	3,6	38,5	3,9	1,8
TG	0,9	9,9	23,3	34,1	4,5	3,3	3,3	37,9	15,5	1,5
TH	1,2	10,4	23,0	34,6	2,1	2,7	3,9	45,1	11,0	0,6
TR	0,6	10,4	36,7	47,7	1,8	5,4	3,0	35,2	4,8	2,1
TL	1,5	3,0	19,7	24,2	3,3	3,0	3,9	45,7	11,3	0,3
SS	0,2	4,8	42,7	47,7	4,2	6,3	1,8	20,3	16,1	3,0
SH	1,2	6,0	24,8	28,0	4,2	5,1	3,0	33,1	21,2	1,5
SR	1,8	3,3	33,7	38,8	4,5	7,5	1,5	26,3	19,1	2,4
WS	0,5	2,7	58,1	61,3	0,2	7,1	2,7	20,6	4,9	3,2

Im Zeitraum der größten Änderungen (D02) werden Änderungen der Rückenfettdicke durch Änderung von BCS8 (76,7 %) als Einzelmethode am besten, und TL (24,2 %) am schlechtesten angezeigt.

**Tabelle 29: Modelle (Mod) verschiedener Kombinationen (K) von Methoden zur Schätzung der Änderung der Rückenfettdicke (D02) als Ergebnis linearer Vorwärtsregressionen**

M	vorgegebene Variablen						resultierende Modelle					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Mod1	Mod2	Mod3	Mod4	Mod5	Mod6
BCS1	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+
BCS2	+	+	+	+	+	+	+			+		
BCS3	+	+	+	+	+	+						
BCS4	+	+	+	+	+	+						
BCS5	+	+	+	+			+	+	+	+		
BCS6	+	+	+	+								
BCS7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BCS9	+	+	+	+	+	+						
RadspS		+	+	+	+	+						
Rpalp		+	+	+								
SAAdspS		+	+	+	+	+						
SAPalp		+	+									
HD		+	+	+	+	+						
KD		+	+	+	+	+						
KF		+	+	+	+	+						
BU		+						+				
TS		+	+		+			+	+		+	
TG		+	+									
TH		+	+		+							
TR		+	+		+							
TL		+	+									
SS		+	+			+						
SH		+	+			+						
SR		+	+			+						
WS		+	+	+	+	+				+		+
<b>R<sup>2</sup></b>							<b>0,31</b>	<b>0,37</b>	<b>0,35</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	<b>0,33</b>
<b>r</b>							<b>0,56</b>	<b>0,61</b>	<b>0,59</b>	<b>0,57</b>	<b>0,58</b>	<b>0,57</b>

In der voranstehenden Tabelle 29 sind die Ergebnisse der schrittweisen Regressionen der schon bei den Absolutwerten geprüften Methodenkombinationen bezogen auf die Änderungen der Werte zwischen Kalbezeitraum und zweitem postpartalen Untersuchungsintervall (D02) dargestellt. Die Regressionskoeffizienten zeigen keine großen Unterschiede. In keinem Modell enthalten sind: BCS3, BCS4, BCS6, BCS9, RadspS, Rpalp, SAAdspS, SAPalp, Kniefaltenmaße, TG, TH, TR, TL, SS, SS, SH und SR.

## 4 DISKUSSION

### Literatur

Wie aus dem Studium der Literatur ersichtlich, beeinträchtigt das postpartale Energiedefizit Gesundheit, Leistung und Fruchtbarkeit der Milchkuh (siehe Abschnitt 2.2).

Zur Überwachung der Energiebilanz der Milchkuh bieten sich theoretisch viele Methoden an. Keines der Verfahren ist aber offenbar für sich alleine in der Lage, Energiemangelzustände, die zwar nicht mit klinischen Erscheinungen, aber mit Leistungsdepressionen verbunden sind, eindeutig anzuzeigen. Daher ist es für fundierte Aussagen über den Energiestatus von Milchkühen notwendig, möglichst viele Informationen im Zusammenhang zu beurteilen. Unter dem Gesichtspunkt der Nutzbarkeit für eine ausreichend engmaschige Routineüberwachung scheiden unter Feldbedingungen Verfahren mit einer aufwendigen Probengewinnung und Probenverarbeitung (z.B. Blutparameter) aus ökonomischen Gründen von vornherein aus. In der Praxis stehen die Milchparameter Menge, Eiweißgehalt und Fettgehalt im Allgemeinen zur Verfügung. Insbesondere der Fett-Eiweiß-Quotient kann als Indikator für die Situation des Energiestoffwechsels dienen (HAGERT, 1991; SPOHR und WIESNER, 1991; GEBHARDT, 1993). Auch der teilweise ermittelte Harnstoffgehalt der Milch kann, besonders in Verbindung mit dem Milcheiweiß, wichtige Informationen liefern (LANGNER, 1985; KIRCHGESSNER et al., 1985; LÜPPING, 1989; SCHOLZ, 1990; BAUER, 1990; WENNINGER und DISTEL, 1994). Eine im Rahmen des Möglichen liegende, sinnvolle Erweiterung der üblichen Milchleistungsprüfung wäre die Bestimmung des Gehaltes der Milch an Aceton (ANDERSSON, 1988). Die aus den Milchleistungsdaten und Ergebnissen von Futtermittelanalysen berechenbaren Stoffwechselbilanzen können unter Praxisbedingungen nur für die Herde Hinweise auf die Versorgungslage erbringen.

Da die negativen Folgen einer negativen Energiebilanz aus der übermäßigen Mobilisation von Körperfett resultieren, wird der Überwachung des Ernährungszustandes allgemein eine große Bedeutung zugeschrieben. Obwohl beim Menschen und anderen Monogastriern die Methode der Wahl, ist die Lebendmasse der Milchkuh kein geeigneter Parameter (STAUFENBIEL und ROSSOW, 1979a). Unter den Körpermaßen bietet der Brustumfang noch die beste Beziehung zur Körperkondition

(HARBECK und GRAVERT, 1981). Zwar ist die Messung der Rückenfettdicke mit erheblichem apparativem Aufwand verbunden, kann aber nach den Angaben der Literatur als praxistauglich und vor allem als objektiv und ausreichend exakt angesehen werden (STAUFENBIEL 1996 und 1997). Die subjektive Einstufung des Ernährungszustandes anhand eines Beurteilungsschemas (Body Condition Scoring), ist gemäß EDMONSON et al. (1989) leicht erlernbar und gut reproduzierbar, sowohl innerhalb eines, als auch zwischen mehreren Untersuchern. Außerdem wird ihm allgemein eine ausreichend gute Beziehung zur Energiebilanz beziehungsweise ihren Indikatoren zugeschrieben (BOISCLAIR et al., 1986; BRAUN et al., 1986; HUSZENICA et al., 1988; LEAN et al., 1989; HEUWIESER und BERGMANN, 1996). Es stellt damit für den Routineeinsatz die beste Methode zur Körperkonditionsbeurteilung dar, da es ohne Materialaufwand schnell durchzuführen ist (HEUWIESER, 1996). Für Milchrassen, insbesondere Schwarzbunte Kühe, wurden in mehreren Untersuchungen enge Beziehungen des BCS zu anderen Parametern für die Ausbildung von Körperfettdepots ermittelt. Für Zweinutzungsrasen, unter denen das Fleckvieh zumindest in Deutschland die bedeutendste ist, konnten in der Literatur keine dahingehenden Untersuchungen gefunden werden. Es ist jedoch nachgewiesen, daß Fleisch- und Zweinutzungsrasen gegenüber Milchrassen Körperfett mehr subkutan als intraabdominal deponieren (WRIGHT und RUSSEL, 1984; HARLAN et al., 1997). Am lebenden Tier sind naturgemäß nur die subkutanen Depots mittels Rückenfettdickenmessung oder BCS einer Beurteilung zugänglich. Daraus ergibt sich die Frage, ob ein für Milchrassen entwickeltes BCS-System auch bei einer Zweinutzungsrasse wie dem Fleckvieh zur Einstufung des Verfettungsgrades geeignet ist, und ob es Ansatzpunkte gibt, das System zu verändern oder zu ergänzen. Das ist das Ziel dieser Arbeit. Dabei sind zwei Aspekte der Körperkondition von Interesse:

1. Entscheidend ist die Eignung des Beurteilungssystems zur Darstellung von *Änderungen* des Ernährungszustandes. Es soll also eine hohe Präzision aufweisen.
2. Da das Ausmaß des postpartalen Körpersubstanzverlustes aber auch vom Verfettungsgrad zum Zeitpunkt der Kalbung abhängt, ist die Einstufung des *aktuellen Zustandes* besonders für die Festlegung und Überprüfung von Zielwerten wichtig. Das Sys-

tem soll somit in der Lage sein, den Körperfettgehalt richtig darzustellen.

Die Datenerhebung wurde auf den Zeitraum der Frühaktation begrenzt, da hier die Milchleistung am höchsten ist, und somit am ehesten Änderungen der Körperkondition zu erwarten sind.

## **Die sonographisch bestimmte Rückenfettdicke**

Die ultrasonographische Messung der Rückenfettdicke stellt bisher die einzige bekannte objektive Methode dar, im Stall die Körperkondition zu bestimmen. Daher wurde sie als Referenzmethode gewählt.

Im Gegensatz zu den Angaben von STAUFENBIEL (1996 und 1997) zu den Anforderungen an das Ultraschallgerät erscheint es speziell in Laufställen für den Routineeinsatz unabdingbar, daß das Gerät nicht nur „transportabel“, sondern auch ohne große Anstrengung am Körper getragen werden kann, während beide Hände frei zu gebrauchen sind. Außerdem muß das Gerät netzunabhängig mittels Akkumulator mit Strom versorgt werden können, da die Verlegung eines Stromkabels im Stall sehr arbeitsintensiv ist, und die ohnehin hohe Beschädigungsgefahr für das Gerät zusätzlich steigert.

In der zur Verfügung stehenden Literatur finden sich keine Angaben, mit denen sich die eigenen Ergebnisse zur Reproduzierbarkeit (Präzision) der sonographischen Rückenfettdickenmessung vergleichen lassen. Wird die Korrelation zwischen zwei Meßwiederholungen als Maßstab für die Reproduzierbarkeit herangezogen, so ist die Rückenfettdickenmessung sehr gut wiederholbar ( $r=0,93$ ). Der Wilcoxon-Test (Tabelle 21) zeigt zwar gerade noch ( $p=0,05$ ) einen gerichteten Unterschied zwischen den Wiederholungsmessungen an, dieser ist im Mittel jedoch mit 0,2 mm (Anhang Tabelle 2) sehr gering. Im Einzelfall treten aber doch erhebliche Unterschiede zwischen Wiederholungsmessungen auf (max. 27 mm). Unterschiede von weniger als 4 mm können aufgrund der Standardabweichung der Differenz zwischen den Meßwiederholungen von 3,83 mm (Anhang Tabelle 2) als nicht sicher angesehen werden. Wie die Verkleinerung des mittleren Quotienten zwischen größerem und kleinerem Wert der wiederholten Messung im Verlauf der Untersuchungen (Tabelle 21) zeigt, hat die Erfahrung des Untersuchers Einfluß auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, was auch STAUFENBIEL (1992) bestätigt. Die Ursache dafür ist in Faktoren zu suchen, deren Wirkung offenbar durch Erfahrung abgemildert werden kann. Dazu gehören sicher folgende Probleme: Grenzflächen im subkutanen Fettgewebe, denen keine anatomischen Strukturen zuzuordnen sind (STAUFENBIEL 1992), erschweren insbesondere bei starken Fettauflagen in vielen Fällen die Identifikation der als Bezugspunkt dienenden Fascia profunda, da sie sich wie diese im Ultraschallbild als Linien darstellen. Bei Bewegungen der oft unruhigen Tiere „springt“ die tiefe Rumpffaszie

bei großen Fettdicken teilweise bis zu 10 mm auf und ab, weshalb für die Messung ein Moment der Ruhe abgewartet werden muß. Dies ist mitunter schwierig und mit Gefahren für Meßgerät, Sehhilfen und Extremitäten des Untersuchers verbunden.

STAUFENBIEL (1996 und 1997) gibt zwar an, daß der Meßbereich für die ultrasonographisch bestimmte Rückenfettdicke prinzipiell nach oben offen ist, ordnet die zu erwartenden Ergebnisse aber in einem Bereich zwischen 5 und 60 mm ein. Dabei sieht er Werte über 35 mm als Zeichen einer extremen Verfettung an. Er macht zwar keine Angaben zu Rassen, aber aus der Gesamtheit seiner zur Verfügung stehenden Veröffentlichungen ist zu schließen, daß sich die Angaben im Wesentlichen auf Schwarzbunte oder das Schwarzbunte Milchrind (SMR) beziehen. In der untersuchten Fleckviehpopulation fanden sich Rückenfettdicken zwischen 28 und 88 mm. Diese deutliche Abweichung von den Literaturangaben fiel schon bei der Erprobung der Methode im Vorfeld der Untersuchungen auf und legte Fehler bei der Identifikation der tiefen Rumpffaszie nahe. Unter folgenden Annahmen war aber keine andere Interpretation der Bilder möglich:

- Der gewählte Meßpunkt für die Rückenfettdicke ist die Körperstelle mit der stärksten Fettauflage im Rückenbereich der Kuh (STAUFENBIEL, 1992).
- Das zu messende Gewebe setzt sich zusammen aus: äußerer Haut, subkutanem Fettgewebe, interfaszialem Fettgewebe und der tiefen Rumpffaszie (Abbildung 14).
- Die tiefe Rumpffaszie geht an Hüft- und Sitzbeinhöcker in das Periost über (SEIFERLE und FREWEIN, 1984).
- Die Rückenfettdicke muß größer sein als die geschätzte Fettauflage des Sitzbeinhockers, die nur von subkutanem Fett gebildet wird.

Der Mittelwert der gemessenen RFD-Werte ist zum Zeitpunkt der Kalbung mit 59,3 mm mehr als doppelt so hoch wie der für Schwarzbunte Kühe angegebene Normalwert von 25 mm (STAUFENBIEL 1991a).

Das Laktationsstadium übt einen signifikanten Einfluß ( $p < 0,01$ ) auf die postpartale Entwicklung der Rückenfettdicke aus. Bei den untersuchten Kühen fand post partum ein deutlicher Rückgang der Rückenfettdicke statt. Zwischen dem peripartalen Zeitraum (24 d a.p. bis 5 d p.p.) und dem Tiefpunkt der Entwicklung in der Zeit zwischen 36 d und 65 d p.p. ging sie durchschnittlich um 8,1 mm zurück. Weniger häufig, aber

doch vorhanden, waren Zunahmen, woraus zu schließen ist, daß ein postpartaler Konditionsverlust nicht unvermeidbar ist.

Die Analyse der Faktoren offenbart, daß überraschenderweise die maximale fett-eiweiß-korrigierte Milchmenge (MLP-Grp) keinerlei Beziehung zur Rückenfettdicke und ihrer Änderung hat (Varianzanalysen). Anscheinend ist die Energieabgabe über die Milch nicht alleine die Ursache für ein mit Körpersubstanzmobilisation verbundenes Energiedefizit. Tiere, die bei der Datenerhebung spontan durch ungewöhnliche Konditionsverluste auffielen, litten oft an Gliedmaßenerkrankungen oder Metritiden. Viele dieser Tiere gingen nicht mit in die Auswertungen ein, da sie vorzeitig ausgemerzt wurden. Der krassste Fall war dabei die Kuh Nr. 226 die aufgrund einer emphysematösen Metritis zwischen 35 Tagen a.p. und 35 Tagen p.p. 36 mm Rückenfettdicke und 2,42 Punkte des KKI verlor.

Wie der niedrigere Mittelwert der Rückenfettdicke bei Multiparen zeigt, scheinen bei höherem Alter geringere Rückenfettdicken aufzutreten. Eine plausible Erklärung dafür würde die Laktationsnummer-Effekte den Betriebseffekten zuordnen. Es ist nämlich zu beobachten, daß in weniger intensiv geführten Herden durch die geringere Selektion auf Milchleistung die Tiere älter werden. Außerdem wird in solchen Betrieben der Rationsgestaltung generell und speziell in der Früh-laktation nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt. Die älteren Kühe haben daher oft eine schlechtere Körperkondition.

Der in der Literatur vielfach belegte positive Zusammenhang zwischen Körperkondition bei der Kalbung und Ausmaß der anschließenden Körpersubstanzmobilisation tritt auch im vorliegenden Datenmaterial eindeutig zu Tage (Tab 24). NEILSON und WHITTEMORE (1981) finden zwischen RFD bei der Kalbung und dem Abbau bis 42 Tage p.p. eine Korrelation mit  $r=0,80$ , während in der eigenen Untersuchung für den nicht ganz vergleichbaren Zeitraum (36 d p.p.) ein Korrelationskoeffizient von 0,49 ermittelt wurde. Auch STAUFENBIEL et al. (1991a) finden mit  $r=0,85$  für die Beziehung zwischen RFD bei der Kalbung und RFD-Änderung p.p. (Bezug auf maximalen Wert wird angenommen) einen höheren Wert, als in dem untersuchten Fleckviehkollektiv ermittelt werden konnte ( $r=0,56$ ) (D02). Zur Kalbung verfettete Tiere bauen postpartal mehr Körperfett ab als solche in weniger guter Kondition. Die Wirkung anderer Einflüsse ist in der vorliegenden Untersuchung aber anscheinend größer als in den soeben angeführten. Ein wesentlicher Faktor dürfte die oben angesprochene

Problematik der Rückenfettdickenmessung bei starken Fettauflagen sein, die in dieser Untersuchung den von STAUFENBIEL (1996 und 1997) angegebenen zu erwartenden Höchstwert von 60 mm (s.o.) oft deutlich überschreiten. Das in Hinblick auf das Herdenmanagement sehr inhomogene Kollektiv der in die Untersuchung einbezogenen Betriebe könnte ebenfalls die gegenüber den Literaturangaben schwächere Beziehung zwischen RFD bei der Kalbung und postpartalem RFD-Verlust erklären. Bei einer dem Leistungsbedarf besser angepassten Fütterung in der Früh-laktation ist nämlich anzunehmen, daß der antepartale Verfettungsgrad einen geringeren Einfluß auf die Mobilisation von Körperfett hat als bei nicht-bedarfsgerechter Fütterung.

Zusammenfassend lassen sich die Beziehungen eventuell so erklären, daß im Normalfall - unter den üblichen Fütterungsbedingungen - die Tiere ihre Fettdepots antepartal betriebsspezifisch und individuell unterschiedlich, im Durchschnitt aber mehr als ausreichend füllen können. In erstem Monat post partum ist der Abbau dann mehr vom diesem Ausgangswert abhängig ( $r=0,49$ ), als im zweiten ( $r=0,22$ ), in dem die Entwicklung hauptsächlich von der betriebsspezifischen Diskrepanz zwischen Futteraufnahme und Leistung beeinflusst wird. Dieser Zusammenhang würde auch erklären, warum die Änderung der Rückenfettdicke nur zwischen den Terminen T1 und T2, nicht aber zwischen T0 und T1 vom Betrieb signifikant beeinflusst wird.

Weniger als Ursache, als vielmehr als Folge hat der maximale Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ-Grp) eine deutliche Beziehung zur Änderung der Rückenfettdicke im ersten und zweiten Laktationsmonat. Einschränkend auf die Aussagekraft dieses Ergebnisses wirkt sich die geringe Besetzung der FEQ-Gruppe 4 ( $n=5$ ) aus.

## Body Condition Scoring

Hauptanliegen dieser Arbeit ist es zu ermitteln, ob das für die Anwendung an Milchrassen konzipierte BCS-System geeignet ist, die Rückenfettdicke und ihre Änderungen beim Fleckvieh zu beschreiben (Richtigkeit). Diese Veränderungen sind, wie oben gezeigt, eindeutig vorhanden.

Die neun Komponenten des BCS-Systems sind insgesamt gut reproduzierbar ( $r=0,86$  bis  $r=0,95$ ). Die Standardabweichungen der Differenzen zwischen zwei Durchgängen bewegen sich in einem Bereich (0,20 bis 0,31), der mit der von FERGUSON et al. (1994) angegebenen, und als "Rauschen" bezeichneten Unsicherheit von 0,25 Punkten vergleichbar ist. Die niedrigsten Quotienten aus größerem und kleinerem Wert der Meßwiederholung weisen BCS1 und BCS3 auf, was sich auch darauf zurückführen läßt, daß bei den untersuchten Fleckviehkühen bezogen auf die Sichtbarkeit von Dorn- und Querfortsätzen kaum Unterschiede festzustellen waren. 79,3 % der 2105 berücksichtigten Beurteilungen zur Entwicklung von BCS1 lagen zwischen 3,5 und 4,5. Nur bei zwei von allen in die Untersuchungen aufgenommen Tieren ( $n= 647$ ) waren zu einem Untersuchungszeitpunkt die Dornfortsätze erkennbar ( $BCS1 \leq 2,0$ ). Bei BCS3 sind die Dinge ähnlich gelagert. Hier sind sogar noch häufiger die gleichen Zustände zu finden (81,5 % zwischen 4,5 und 5,0).

Auch insgesamt gesehen sind außer für BCS5 die Werte rechtsschief verteilt. Daraus ist abzuleiten, daß abgesehen von BCS5 das Beurteilungssystem bei hohen Körperkonditionen nicht ganz zur vollständigen Beschreibung der Körperstellen ausreicht. Dies gilt besonders ausgeprägt für BCS3, BCS6 und BCS9. Daß dies gerade für die beiden letzteren Körperstellen zutrifft, ist leicht erklärlich, da einerseits die Fettauflage der Sitzbeinhöcker in enger Beziehung zum Erscheinungsbild der Beckenausgangsgrube steht, und andererseits im peripartalen Zeitraum diese Fettauflage beim Fleckvieh unter den gegebenen Haltungs- und Fütterungsbedingungen oft derart ausgeprägt ist, daß sie mit keiner Stelle der Hand eines normal proportionierten Beurteilenden vergleichbar ist.

Eine Erweiterung des BCS-Systems nach oben erscheint durch qualitative Merkmale (Silhouette, Sicht- und Tastbarkeit von Knochen) nicht möglich, da die Zustände sich bei zunehmender Verfettung nur noch quantitativ (abgerundet, "abgerundeter" !?) unterscheiden. Dies zeigt sich auch schon im vorhandenen System dadurch, daß BCS1 und BCS2 am Ende der Skala gleich charakterisiert werden. Auf die einge-

schränkte Sensitivität des BCS im Bereich der Extreme der Bewertungsskala verweisen auch FERGUSON et al. (1994). Es können also grundsätzlich nur durch andere Körperstellen, oder quantitative Beurteilungsmaßstäbe Verbesserungen des Systems im oberen Bereich erreicht werden.

Die Mängel einzelner BCS-Komponenten in der Darstellung höherer Körperkonditionszustände werden offenbar durch ihre Kombination zum KKI durch Mittelwertbildung größtenteils kompensiert. Die Verteilung der KKI-Werte ist nur leicht nach rechts geneigt, und die Reproduzierbarkeit ist sogar deutlich höher als bei den Einzelkomponenten ( $r=0,98$ ). Mit dem KKI können demnach höhere Körperkonditionszustände besser differenziert werden als durch jede Einzelkomponente.

Gerichtete Fehler bei der Beurteilung werden durch den signifikanten Wilcoxon-Test für die gepaarten Stichproben zur Wiederholbarkeit von BCS5, BCS6, BCS7, BCS8 und BCS9 angezeigt. Für diese Verfahren wurden im zweiten Beurteilungsdurchgang durchschnittlich niedrigere Werte vergeben. Dies kann dadurch erklärt werden, daß zu Beginn der Beurteilung in einem Betrieb der Gesamteindruck des jeweiligen Tieres einen stärkeren Einfluß auf die Beurteilung ausübte als am Ende, nachdem an einigen Tieren bewußt nur die einzelnen Körperstellen bewertet wurden. Daraus ergibt sich die Empfehlung, vor der eigentlichen Begutachtung einige zufällig ausgewählte Tiere des Bestandes nach dem Beurteilungsschema zu bewerten.

In dem verwendeten System wurde die Reproduzierbarkeit (Quotient aus größerem und kleinerem Werte der wiederholten Beurteilung) der Bewertung von BCS1, BCS2, BCS3, BCS4 und BCS5 durch die Erfahrung (Tabelle 21: erste 100 im Vergleich zu letzten 100 Doppelbeurteilungen) des Untersuchers positiv beeinflusst. BCS6, BCS7, BCS8 und BCS9 werden bei geringer Erfahrung genauso gut wiederholt beurteilt wie bei großer. Der Lendenbereich ist also offenbar schwieriger zu bewerten als die Stellen des Beckens. Auf diese positive Wirkung der Erfahrung des Untersuchers auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse verweisen auch - wie in der Literaturübersicht dargestellt - andere Autoren (EVANS, 1978; HEUWIESER und MANSFELD, 1992).

Alle Komponenten des BCS-Systems haben zu allen Untersuchungszeitpunkten eine signifikante ( $p<0,01$ ) positive Korrelation zur Rückenfettdicke.

Die Bewertung von Hüfthöcker (BCS6) und Beckenausgangsgrube (BCS9), haben die stärkste Korrelation zu RFD ( $r=0,69$  und  $r=0,70$ ). Dies liegt vermutlich daran, daß

diese beiden Körperstellen dem Meßpunkt der Rückenfettdicke räumlich am nächsten liegen.

Die schwächste Beziehung zu RFD hat zu jeden Untersuchungstermin und damit auch insgesamt BCS3, was damit zu erklären ist, daß das die Lendenwirbelquerfortsätze umlagernde Gewebe beim Fleckvieh erst bei Erreichen einer sehr niedrigen Körperkondition verschwindet, so daß ihre Konturen, wie oben schon gesagt, nur sehr selten erkennbar werden.

Bezogen auf alle Methoden hat der Körperkonditionsindex die engste Beziehung zu RFD ( $r=0,76$ ). Dies stimmt mit den Angaben von BOISCLAIR et al. (1986) (BCS-System 1-5, keine Angaben zur Rasse) ( $r=0,74$ ) und GARNSWORTHY und TOPPS (1982) (0-5/0,5) (British Friesian, Ayrshire) ( $r=0,59$  bis  $0,76$ ) überein. Dagegen finden NEILSON und WHITTEMORE (1981) (HF) zum Zeitpunkt der Kalbung eine deutlich bessere Korrelation ( $r=0,88$ ) als in der vorliegenden Untersuchung ( $r=0,65$ ). Die Angaben von DUCKER et al. (1985b) (HF-Färsen) liegen bezüglich der Beziehung zwischen BCS im Bereich des Schwanzansatzes und RFD ( $r=0,49$  bis  $0,66$ ) etwas niedriger als die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten (BCS9) ( $r=0,70$ ). Gleiches gilt für den Lendenbereich (BCS1, BCS2, BCS3, BCS4), bezüglich dessen diese Autoren von Korrelationskoeffizienten zwischen  $r=0,44$  und  $r=0,56$  im Vergleich zu  $r=0,55$  bis  $r=0,67$  berichten. Auch DOMECCQ et al. (1995) finden zwischen der ultrasonographisch bestimmten Rückenfettdicke in Abhängigkeit von der als Meßpunkt dienenden Körperstelle nur Korrelationskoeffizienten zwischen  $r=0,36$  und  $r=0,65$  für die Beziehung zum BCS nach EDMONSON et al. (1989) (1-5/0,25).

Wie zuvor schon gezeigt, variieren BCS1 und BCS3 nur relativ wenig, was sich auch dadurch ausdrückt, daß diese beiden Körperstellen nicht bei einer schrittweisen Regression der BCS-Komponenten in ein Modell zur Beschreibung der Rückenfettdicke aufgenommen werden. Diese beiden Werte können demnach theoretisch für die Bewertung des aktuellen Ernährungszustandes beim Fleckvieh vernachlässigt werden. Das gleiche gilt auch für die Beschreibung der Rückenfettdickenänderung zwischen zwei Terminen durch Änderungen dieser beiden Werte. Die mittlere Änderung zwischen zwei Untersuchungsterminen geht mit  $0,24$  Punkten nicht über das "Rauschen" des body condition scoring von  $0,25$  Punkten hinaus.

Daß die Korrelationen zwischen Änderungen der BCS-Komponenten und denen der Rückenfettdicke insgesamt niedrig und nicht immer signifikant sind, ist nicht nur den

Methoden anzulasten, sondern auch dem Goldstandard selbst. Die für ein wirklich objektives Verfahren etwas geringe Reproduzierbarkeit der Messungen der RFD erschwert natürlich insbesondere die Darstellung von Veränderungen. Da aber unter den gegebenen Umständen kein anderer Goldstandard vorhanden ist, und die auf ihn zu beziehenden Methoden ihrerseits nicht absolut wiederholbar sind, sind auch nur wenige signifikante Beziehungen zwischen Änderungen der verschiedenen Methoden zu erwarten.

Vergleichswerte für die Beziehung zwischen RFD- und BCS-Änderung konnten vielleicht auch aus oben genannten Gründen in der verwendeten Literatur nicht gefunden werden.

Für die BCS-Komponenten sind die Korrelationskoeffizienten zumindest immer positiv, und nicht-signifikante Beziehungen finden sich nur zu den geringen Rückenfettdickenänderungen im Bereich des Tiefpunktes der Körperkonditionsentwicklung (D23, D34). Als weniger aussagekräftig erweist sich hier wieder BCS3, aber auch BCS4, BCS7 und BCS8.

Bezogen auf Änderungen zwischen einzelnen Terminen bestehen die engsten Beziehungen zwischen Kalbezeitraum und dem Termin im ersten Monat post partum, da hier die größten Veränderungen stattfinden. Die Korrelationskoeffizienten sind dementsprechend für die Änderung zwischen Kalbung und zweitem Untersuchungstermin (D02) noch höher. Obwohl für diesen Zeitraum der Rückgang der Bewertung bei BCS6 mit 23 % vom Ausgangswert am größten ist, besteht zwischen ihm und der Änderung der Rückenfettdicke die schwächste Beziehung ( $r=0,30$ ). Dies ist wiederum nur dadurch zu erklären, daß die palpatorische Beurteilung des Sitzbeinhöckers mit der eigenen Hand als Vergleichsmaßstab bei starken Fettauflagen keine ausreichenden Differenzierungsmöglichkeiten bietet. Für D02, und damit insgesamt die stärkste Beziehung zur Rückenfettdickenänderung hat die Änderung in der Bewertung von BCS2 ( $r=0,48$ ). Große Veränderungen der Rückenfettdicke, wie zwischen Kalbung und zweitem postpartalem Untersuchungstermin (D02), werden durch die Änderung in der Form der Verbindungslinie zwischen Sitzbein- und Hüfthöcker (BCS8) am besten richtig angezeigt (76,7 %).

Wiederum BCS1 und BCS3, aber auch BCS4, BCS6, und BCS9 werden für D02 bei einer schrittweisen Regression der BCS-Komponenten in ein Modell zur Beschreibung der Änderungen der Rückenfettdicke nicht aufgenommen. Demnach könnte für

die Bewertung von Veränderungen des Ernährungszustandes auf diese Beurteilungspunkte beim Fleckvieh verzichtet werden.

## Methoden zur Ergänzung des BCS

Obwohl alle Ergänzungsmethoden, außer die Hautdicke, eine signifikante positive Beziehung zur Rückenfettdicke haben, kann das BCS-System durch sie nicht entscheidend verbessert werden. Die Korrelationskoeffizienten der "idealen" Modelle zur Beschreibung der Rückenfettdicke und ihrer Änderungen sind nur geringfügig höher als für das BCS-System nach EDMONSON et al. (1989) ohne BCS1 und BCS3.

Die Tonometrie am Sitzbeinhöcker (TS) könnte offenbar zu einer geringfügigen Verbesserung des BCS-Systems beitragen, da sie in den "idealen" Regressionsmodellen zur Beschreibung der RFD und ihrer Änderung (D02) vertreten ist. Sie scheidet aber, wie auch die Tonometrie an den anderen Lokalisationen (TR, TG, TL, TH), die Vermessung der Kniefalte (HD, KD, KF), die Adspektion der Rippen (RadspS), die Beurteilung des Hüfthöckers mit dem Schaumstoffkeil (SH) und die Wulstbildung im Zwischenschenkelbereich (WS) aus dem Reigen der als theoretisch zur Ergänzung des BCS-Systems geeignet erachteten Methoden schon aufgrund der nicht akzeptablen Reproduzierbarkeit aus. Der als Kennwert für den Vergleich der Wiederholbarkeiten von verschiedenen Methoden dienende mittlere Quotient aus größerem und kleinerem Meßwert ist für diese Methoden nicht besser als für die schlechteste Komponente des BCS-Systems (BCS5).

Es kommen demnach noch für eine Ergänzung des BCS-Systems theoretisch in Frage: Brustumfang (BU), Adspektion und Palpation des Schwanzansatzes (SAAdspS, SAPalp), Palpation der letzten Rippe (RPalp), und der Vergleich der Palpationseindrücke von Sitzbeinhöcker (SS) und Rippe (SR) mit dem Schaumkeil.

SAAdspS ist aufgrund ihrer schwachen Beziehung zur Rückenfettdicke und deren Änderungen nicht in den "Idealmodellen" vertreten.

Der Brustumfang ist, wie auch BRANDT (1985) feststellt ( $r=0,81$  bis  $r=0,91$ ), sehr gut reproduzierbar ( $r=0,96$ ). Die Erfahrung des Untersuchers spielt aufgrund des einfachen und objektiven Verfahrens keine Rolle. Seine lineare Beziehung zur Rückenfettdicke ist mit  $r=0,51$  schwächer als die aller BCS-Komponenten, da er im Gegensatz zu diesen stark von der Rahmengröße abhängt. Die Änderung des Brustumfangs hat zur RFD-Änderung durchweg eine signifikante positive aber schwache Beziehung ( $r=0,12$  bis  $r=0,47$ ). Unter praktischen Gesichtspunkten ist seine Bestimmung nicht zu empfehlen. In Anbindehaltungen ist gegebenenfalls strikt auf die Inak-

tivität von elektrischen Kuhtrainern zu achten. Auch die Beachtung von Kopfbewegungen behornter Probanden und ihrer Nachbartiere dient der Erhaltung der Arbeitsfähigkeit. In Laufställen ist ein robuster Körperbau des Messenden erforderlich, um das Maßband um den Brustkorb der im Freßgitter dicht an dicht fixierten Tiere legen zu können. Da die Vernachlässigung dieser Methode das "Idealmodell" nur kaum verschlechtert, ist der mit der Bestimmung des Brustumfanges verbundene Aufwand nicht gerechtfertigt.

Die positive Wirkung der Rippenpalpation mit der eigenen Hand als Maßstab (RPaIp) auf die Eignung des BCS-Systems zur Beschreibung der Rückenfettdicke kann, trotz ihrer guten Reproduzierbarkeit und ihrer relativ engen Beziehung zur Rückenfettdicke, nur unerheblich sein, da zwischen den Modellen aus den BCS-Komponenten und den "Idealmodellen" zur Beschreibung der Rückenfettdicke schon kein nennenswerter Unterschied besteht.

Unter praktischen Gesichtspunkten ist es nicht sinnvoll, an einer Körperstelle prinzipiell gleiche Verfahren anzuwenden. Deshalb kann an Hüft-, Sitzbeinhöcker und Rippen nur eine der drei dort anwendbaren Methoden verwendet werden. Wie die entsprechenden Regressionsmodelle zeigen, bieten Tonometrie und Schaumstoffkeil keine oder nur geringe Vorteile gegenüber der Palpation mit der eigenen Hand als Vergleichsmaßstab. Theoretisch schien der Schaumstoffkeil den großen Vorteil zu haben, daß er im Gegensatz zur Hand eine nach oben offene Skala bietet. Dies hätte die - wie schon erwähnt - besonders bei der Beurteilung des Sitzbeinhöckers bestehenden Probleme lösen können.

## **Schlußbetrachtung**

Die für diese Untersuchungen vorgenommene Modifikation des Originalsystems durch Trennung von Sitzbein- und Hüfthöcker erscheint aufgrund der erheblichen Unterschiede in der Fettauflage dieser Knochenpunkte beim Fleckvieh als notwendig. Die Entfernung von BCS1 und BCS3 aus dem System und grundlegende Änderungen der im Originalsystem verwendeten Kriterien - für die es gar keine Ansatzpunkte gibt -, erscheinen in Hinblick auf die Anwendung bei Milchrassen auch nicht sinnvoll. Schließlich kann es nicht Ziel der Bemühungen um das Body Condition Scoring sein, für jede Rinderrasse ein eigenständiges Beurteilungssystem zu entwickeln. Vielmehr müßte die Entwicklung in einer Vereinheitlichung der Beurteilungskriterien für alle Rassen münden. Da sich zum einen oft mehrere Rinderrassen in den Beständen befinden, und zum anderen die Grenzen zwischen den rassespezifischen Körperbauten durch Einkreuzungen anderer Rassen verwischt werden, ist es unökonomisch und auch der Qualität der Beurteilung abträglich, in einem Bestand mit verschiedenen Beurteilungssystemen zu arbeiten. Die Verwendung eines einzigen Systems in großem Maßstab hätte auch den Vorteil, daß die Ergebnisse verschiedener Untersucher vergleichbar würden.

Der einzige sinnvolle Ansatz zur Schaffung eines auf alle Rassen besser anwendbaren BCS-Systems scheint die Erweiterung der Beurteilungsskala für die palpatorische Beurteilung des Sitzbeinhöckers, um Palpationseindrücke, die nicht mehr mit dem eigenen Handballen vergleichbar sind, dokumentieren zu können.

Ein Vorschlag für ein erweitertes BCS-System ist im Anhang (8.4) dargestellt.

Noch zu prüfen ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei Anwendung des aus den gemachten Vorschlägen resultierenden neuen Systems. Dies gilt besonders für die Anwendung durch mehrere Untersucher. Genauso ist es notwendig, Idealwerte für verschiedene Körperbautypen (Fleisch-Typ, Milch-Typ), sowie für Färsen und Kühe zu erarbeiten.

Das BCS stellt ohne Zweifel eine wertvolle Ergänzung, oder eigentlich die Basis einer in der Praxis anwendbaren Stoffwechselüberwachung von Milchkühen dar. Zur Untermauerung und Interpretation der Ergebnisse ist allerdings die Beachtung anderer verfügbarer Parameter notwendig. Besondere Bedeutung kommt dabei den Kennwerten der Milchleistung zu, unter denen der Fett-Eiweiß-Quotient Beachtung

verdient.

Zur Nutzung des vollen Informationsgehaltes aller verfügbaren Daten für Managemententscheidungen bietet sich ihre Zusammenführung im Rahmen einer integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung unter Verwendung eines Computerprogramms an. Dadurch wäre es ohne zusätzlichen organisatorischen Aufwand möglich, das BCS in Verbindung mit anderen Routinemaßnahmen am Einzeltier vorzunehmen (Geburtshilfe, Puerperalkontrollen, Besamung, Trächtigkeitsuntersuchung, Klauenpflege, Trockenstellen). Dies erscheint deshalb sinnvoll, weil nur dadurch die besonders wichtigen Ernährungszustände zur Kalbung (Maximum), 4 bis 6 Wochen post partum (Tiefpunkt) und zum Trockenstellen (Maximum) zeitgerecht erhoben werden können. Bei Beurteilung des Gesamtbestandes im monatlichen Rhythmus ist das nicht möglich.

## **5 ZUSAMMENFASSUNG**

### **Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse „Fleckvieh“ unter den Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns**

Zur Klärung der Frage, ob das BCS-System nach EDMONSON et al. (1989) in der Version von METZNER et al. (1993) unter Praxisbedingungen auch beim Fleckvieh zur Überwachung des Ernährungszustandes geeignet ist, wurden die Komponenten des Systems und einige andere Beurteilungsmethoden mit der ultrasonographisch bestimmten Rückenfettdicke verglichen. Dazu wurden 421 Fleckviehkühe in 30 Betrieben während des Kalbezeitraums und in der Früh-laktation insgesamt mindestens fünfmal im monatlichen Abstand untersucht. Zusätzlich wurden Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit der angewandten Methoden angestellt. Die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung wurden für den Untersuchungszeitraum dokumentiert.

In dem untersuchten Kollektiv von 421 Fleckviehkühen spiegelte die Rückenfettdicke die für die Früh-laktation typische Entwicklung des Ernährungszustandes von Milchkühen wider. Selbst im Bereich des Tiefpunktes dieser Entwicklung (36-95 Tage p.p.) lag die mittlere Rückenfettdicke mit zirka 51 mm deutlich über dem in der Literatur angegebenen Wert für verfettete HF-Kühe (35 mm). Die maximale fett-eiweiß-korrigierte Milchleistung übte keinen nachweisbaren Einfluß auf die Veränderungen der Rückenfettdicke aus. Als Faktoren mit einer nachweisbaren Wirkung auf die Körperfettmobilisation konnten der Betrieb und die Rückenfettdicke bei der Kalbung identifiziert werden. Bei stärkerem Körperfettabbau traten signifikant höhere maximale Fett-Eiweiß-Quotienten auf.

Das leicht modifizierte BCS-System ist prinzipiell auch beim Fleckvieh geeignet, die aktuelle Rückenfettdicke der Kuh so zu beschreiben, wie es auch von der Anwendung des BCS bei anderen Rassen angegeben wird.

Die Bewertung der Dornfortsätze (BCS1) und der Lendenwirbelquerfortsätze (BCS3) bringt bei dieser Rasse - zumindest unter den in der Untersuchung vorliegenden Haltungs und Fütterungsbedingungen - keinen Vorteil. Kleine Änderungen der Körperkondition sind mit dem System insbesondere deshalb schlecht darstellbar, weil es nicht genügend Differenzierungsmöglichkeiten für die bei Fütterung von Maissilage ausgeprägten Fettdepots im Beckenbereich bietet.

Das System beschreibt unter Vernachlässigung von BCS1 und BCS3 beim Fleckvieh die Rückenfettdicke mit  $r=0,77$  und ihre Änderungen mit maximal  $r=0,56$ . Seine Komponenten sind innerhalb eines Untersuchers sehr gut reproduzierbar ( $r=0,88$  bis  $r=0,95$ ).

Die getrennte palpatorische Beurteilung der Fettauflage von Hüft- und Sitzbeinhöcker erscheint aufgrund der meist erheblichen Unterschiede notwendig. Dabei sollte zur Dokumentation von starken Fettauflagerungen am Sitzbeinhöcker, die mit keiner Stelle der eigenen Hand mehr vergleichbar sind, eine zusätzliche Beurteilungsstufe eingeführt werden.

Das angewandte BCS-System ist also auch bei Zweinutzungsrasen brauchbar, aber verbesserungswürdig. Mit den untersuchten Methoden zur Ergänzung oder weiteren Modifikation des Systems konnten aber keine deutlichen Fortschritte in dieser Richtung erzielt werden.

## **6 SUMMARY**

### **Investigations about the Body Condition Scoring of Simmental milk cows under the housing conditions of northern Bavaria**

In order to make clear if the BCS-System of EDMONSON et al. (1989) in the version of METZNER et al. (1993) is also right for Simmental cattle under practically orientated conditions in order to observe the body condition, the components of the system and some other methods of assessment were compared to the thickness of backfat ascertained ultrasonographically. 421 cows on 30 farms were investigated during calving period and early lactation at least five times at regular monthly intervals. Additionally researches were made on the possibility to reproduce the methods applied. The results of milk recording were documented for the period of investigation.

In the investigated collective of 421 cows the thickness of backfat reflected the typical development of the body condition of early lactating dairy cows. Even at the minimum of this development (36 – 95 days p.p.) the average thickness of backfat (ca. 51 mm) was significantly higher than the data to be found in literature for fat HF-cows (35 mm). The maximum fat and protein corrected milk yield did not have any verifiable influence on any changes of thickness of backfat. Factors of a verifiable effect on the mobilisation of body fat were the farm and the thickness of backfat at calving. Higher significant maximum fat-protein quotients occurred when body fat was strongly reduced.

Principally the slightly modified BCS-system is suitable for Simmental dairy cows as well to describe the thickness of backfat in the same way as it is described concerning the application of BCS with other races.

The validation of Spinous Processes (BCS 1) and Transverse Processes (BCS 3) does not have any advantage with this race – at least under the conditions of the author's research. The reason why small changes of body condition can hardly be described with this system is because there are not enough possibilities of differentiation for the fatty deposits at the pelvic area when feeding silage of maize.

The system describes (neglecting BCS 1 and BCS 3) the thickness of backfat with  $r=0,77$  and its changes with  $r=0,56$ . Its components are easily reproducible ( $r=0,88$  to  $r=0,95$ ) within one investigator.

The separate palpatorical judgement of the fat deposits above Tuber Coxae and Tuber Ischii seems to be necessary because of the mostly significant differences. For a documentation of heavy fat deposits above the Pin Bones, no longer comparable to any part of one's own hand, an additional step of scoring should be introduced.

The applied BCS-system can also be used for cows producing milk and beef like Simmental cows but it is capable of improvement. But no significant progress in this area was to be achieved by the investigated methods concerning supplementing or further modification of the system.

## **7 LITERATURVERZEICHNIS**

**ANDERSSON, L., and K. LUNDSTRÖM (1983)**

Ketone bodies and glucose in blood and milk as indicators of the energy balance in postparturient dairy cows  
Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala, 149-152

**ANDERSSON, L., and K. LUNDSTRÖM (1984)**

Milk and blood ketone bodies, blood isopropanol and plasma glucose in dairy cows: Methodological studies and diurnal variations  
Zentralblatt für Veterinärmedizin, A 31, 340-349

**ANDERSSON, L. (1984a)**

Detection, occurrence, causes and effects of hyperketonaemia in Swedish dairy cows  
Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Skara

**ANDERSSON, L. (1984b)**

Concentrations of blood and milk ketone bodies, blood isopropanol and plasma glucose in dairy cows in relation to the degree of hyperketonaemia and clinical signs  
Zentralblatt für Veterinärmedizin, A 31, 9, 683-693

**ANDERSSON, L., and U. EMANUELSON (1985)**

An epidemiological study of hyperketonaemia in Swedish dairy cows; determinants and the relation to fertility  
Preventive Veterinary Medicine 3, 5, 449-462

**ANDERSSON, L. (1987)**

Acetone and urea as indicators of subclinical disturbances in dairy cows  
Scienza e Tecnica Lattiero Casearia 38, 5, 441-446

**ANDERSSON, L. (1988)**

Subclinical ketosis in dairy cows  
The Veterinary Clinics of North America: Food animal practice 4, 2, 233-251

**BAILE, C.A. (1971)**

Control of Feed Intake and the Fat Depots  
Journal of Dairy Science 54, 564-582

**BAIRD, G.D., K.G. HIBBIT, G.D. HUNTER, P. Lund, M. STUBBS and H.A. KREBS (1968)**

Biochemical aspects of bovine ketosis  
Biochemical Journal 107, 4, 683-689

**BAIRD, G.D., R.G. HEITZMANN and K.G. HIBBIT (1972)**

Effects of starvation on intermediary metabolism in the lactating cow  
Biochemical Journal 128, 1311-1318

**BAIRD, G.D., R.J. HEITZMANN, K.G. HIBBIT and G.D. HUNTER (1974a)**

Bovine Ketosis: A review with recommendations for control and treatment: part I  
British Veterinary Journal 130, 214-220

**BAIRD, G.D., R.J. HEITZMANN, K.G. HIBBIT and G.D. HUNTER (1974b)**

Bovine Ketosis: A review with recommendations for control and treatment: part II  
British Veterinary Journal 130, 318-326

- BAIRD, G.D. (1981)**  
Ruminant ketosis  
Biochemical Society Transactions 9, 4, 348-349
- BAIRD, G.D. (1982)**  
Primary ketosis in the high-producing dairy cow: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook  
Journal of Dairy Science 65, 1-10
- BALLARD, F., R.W. HANSON and D.S. KRONFELD (1968)**  
Metabolic changes in liver associated with spontaneous ketosis and starvation in cows  
Journal of Nutrition 95, 160-170
- BASTIDAS, P., D.W. FORREST, R.P. DEL VECCHIO and R.D. RANDEL (1990)**  
Biological and immunological luteinizing hormone activity and blood metabolites in postpartum Brahman cows  
Journal of Animal Science 68, 9, 2771-2778
- BAUER, R. (1990)**  
Ermittlung geeigneter Parameter für eine rechnergestützte Früherkennung von Eutererkrankungen und Stoffwechselstörungen bei Milchkühen  
Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 112
- BECK, U., M. STANGASSINGER, D. GIESECKE and J. MEYER (1983)**  
The testing of insulin receptor activity in ruminants  
Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala, 175-178
- BELL, W.A., and D.E. BAUMAN (1994)**  
Animal models for the study of adipose regulation in pregnancy and lactation  
in: Allen, L., J. King and B. Lonnerdal (Hrsg); Nutrient regulation during pregnancy, lactation and infant growth. Advances in experimental medicine and biology: 71-84
- BELYEA, R.L., C.E. COPPOCK, W.G. MERRILL and S.T. SLACK (1975)**  
Effects of silage based diets on feed intake, milk production and body weight of dairy cows  
Journal of Dairy Science 58, 1328-1335
- BELYEA, R.L., and M.W. ADAMS (1990)**  
Energy and nitrogen utilization of high versus low producing dairy cows  
Journal of Dairy Science 73, 1023-1030
- BERGER, A. (1995)**  
Untersuchungen über die Brauchbarkeit eines Schnelltestes zur semiquantitativen Bestimmung von Beta-Hydroxybuttersäure in Kuhmilch  
Veterinärmedizinische Dissertation, München
- BERGLUND, B., and B. DANELL (1987)**  
Live weight changes, feed consumption, milk yield and energy balance in dairy cattle during the first period of lactation  
Acta agriculturae Scandinavica 37, 395-509
- BERGMAN, E.N. (1971)**  
Hyperketonaemia- Ketogenesis and ketone body metabolism  
Journal of Dairy Science 54, 936-947
- BHALARU, S.S., and M.S. TIWANA (1986)**  
Effect of body-condition at calving on calving disorders in buffaloes

**BINES, J.A. (1976)**

Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production  
Livestock Production Science 3, 115-128

**BLUM, J.W., D. FRÖHLI, W. MOSES, R. THUN, M. WANNER, F. JANS and I.C. HART (1983)**

Changes of hormones and metabolites during a 24-hour cycle in lactating cows fed different amounts of energy  
Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala, 158-161

**BOISCLAIR, Y.D., G. GRIEVE, J.B. STONE, O.B. ALLEN and G.K. MACLEOD (1986)**

Effects of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation  
Journal of Dairy Science 69, 2636-2647

**BOISCLAIR, Y.D., D.G. GRIEVE, O.B. ALLEN and R.A. CURTIS (1987)**

Effect of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on health and blood metabolites of Holstein cows in early lactation  
Journal of Dairy Science 70, 11, 2280-2290

**BOLZE, R.P. JR. (1986)**

Factors affecting calving difficulty  
Dissertation Abstracts International, B Sciences and Engineering 46, 10, 3280-3280

**BRANDT, A. (1985)**

Futteraufnahme und Energiebilanz zu Beginn der Laktation  
Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel

**BRAUN, R.K., G.A. DONOVAN, T.Q. TRAN, J.K. SHEARER, E.L. BLISS, D.W. WEBB, D.K. BEEDE and B. HARRIS (1986)**

Body Condition Scoring Dairy Cows As a Herd Management Tool  
Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, Compendium Food Animal, 8, 62-67

**BRONSCH, K. (1987)**

Peripartale Ernährung und Fütterung beim Rind - eine Übersicht  
Tierärztliche Umschau, 8, 640-642

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

Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle  
Journal of Dairy Science 72, 767-783

**CARROLL, C.L., and P.J. HUNTINGTON (1988)**

Body condition scoring and weight estimation of horses  
Equine veterinary Journal 20, 1, 41-45

**COENEN, M. (1979)**

Zum Einfluß der Nährstoffversorgung ante und post partum auf Milchmenge und Milchzusammensetzung sowie spezifische Blutwerte bei Kühen mittlerer und hoher Leistung  
Veterinärmedizinische Dissertation, Hannover

- COPPOCK, C.E., C.H. NOLLER and S.A. WOLFE (1974)**  
 Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows  
 Journal of Dairy Science 57, 1371
- COPPOCK, C.E. (1985)**  
 Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow  
 Journal of Dairy Science 68, 3403-3410
- CROXTON, D., and R.J. STOLLARD (1976)**  
 Use of body condition scoring as a management aid in dairy and beef herds  
 Animal Production , 4, 146-147
- DARGEL, D. (1987)**  
 Zur Charakterisierung der Ketose des Milchrindes  
 Berichte, Humboldt-Univ., Berlin , 55-58
- DIEKMANN, L. (1986)**  
 Variation des Acetons in der Milch und seine Brauchbarkeit als Indikator für die Energiebilanz bei Milchkühen  
 Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel
- DIEKMANN, L., K. PABST und H.O. GRAVERT (1986)**  
 Routinebestimmungen des Acetons in der Milch in der Fließinjektionsanalyse  
 Kieler Milchwissenschaftliche Forschungsberichte 38, 3, 205-212
- DIRKSEN, G., und W. KAUFMANN (1966)**  
 Azetonämie und Fütterung  
 Tierärztliche Umschau 21, 514-533
- DIRKSEN, G., and W. BREITNER (1993)**  
 A new quick-test for semiquantitative determination of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk  
 Journal of Veterinary Medicine. Series A. 40, 9, 779-784
- DOHOO, I.R., and S.W. MARTIN (1984)**  
 Subclinical ketosis: Prevalence and associations with production and disease  
 Canadian Journal of Comparative Medicine 48, 1, 1-5
- DOMECQ, J.J., A.L. SKIDMORE, J.W. LLOYD and J.B. KANEENE (1995)**  
 Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows  
 Journal of Dairy Science 78, 2308-2313
- DUCKER, M.J., R.A. HAGGETT, W.J. FISHER, S.V. MORANT and G.A. BLOOMFIELD (1985a)**  
 Nutrition and reproductive performance of dairy cattle. 1.The effect of level feeding in late pregnancy and around the time of insamination on the reproductive performance of first lactation dairy heifers  
 Animal Production 41, 1-12
- DUCKER, M.J., R.A. HAGGETT, W.J. FISHER and S.V. MORANT (1985b)**  
 Prediction of energy status in first lactating dairy heifers  
 Animal Production 41, 167-175
- DUDA, J., und B. SPANN (1991)**  
 Harnstoffuntersuchung: Fütterungsfehler erkennen  
 Der Tierzüchter 7, 286-288

- DUNAY, A., und G. DOHY (1962)  
 Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen Lebendgewicht, Brustumfang und Milcherzeugung am ungarischen Fleckvieh  
 Züchtungskunde 34, 376-377
- ECKART, K. (1980)  
 Bestimmung des Harnstoffgehaltes in der Milch - Ein Beitrag zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung bei Kühen  
 Veterinärmedizinische Dissertation, München
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER and G. WEBSTER (1989)  
 A body condition scoring chart of Holstein dairy cows  
 Journal of Dairy Science 72, 68-78
- EMERY, R.S. (1971)  
 Unifying Conclusions  
 Journal of Dairy Science 54, 979-979
- EMERY, R.S. (1988)  
 Milk fat depression and the influence of diet on milk composition  
 The Veterinary Clinics of North America: Food animal practice 4, 2, 289-305
- ERHARDT, G., und B. SENFT (1982)  
 Peripartale, laktationsbedingte und nach experimenteller Infektion der Milchdrüse des Rindes auftretende Veränderungen im Citratgehalt der Milch sowie Zusammenhänge mit Milchinhaltstoffen  
 Milchwissenschaft 37, 20-24
- EVANS, D.G. (1978)  
 The interpretation and analysis of subjective body condition scores  
 Animal Production 26, 119
- FARRIES, E., und P. DJAMÄI (1971)  
 Die Gewichtsentwicklung als Maß für Retention und Mobilisierung im graviden und laktierenden Organismus  
 Züchtungskunde 43, 414-425
- FARRIES, E. (1971)  
 Kritische Überlegungen zu Retention und Mobilisierung im graviden und laktierenden Organismus  
 Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 78, 470-473
- FARRIES, E. (1983a)  
 Stoffwechselstörungen und ihr Einfluß auf die Zusammensetzung der Milch  
 Züchtungskunde 55, 4, 256-274
- FARRIES, E. (1983b)  
 Die Milchezammensetzung als Hinweis auf Stoffwechselbelastungen und Fortpflanzungsstörungen  
 Welt der Milch 37, 1207-1213
- FARRIES, E. (1987a)  
 Fütterung und Stoffwechselabläufe beim Rind. Teil 1: Problematik, Energieversorgung  
 Der Tierzüchter 39, 15-17
- FARRIES, E. (1987b)  
 Fütterung und Stoffwechselabläufe beim Rind. Teil 4: Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit

Der Tierzüchter 39, 167-168

**FERGUSON, J.D., K.A. OTTO (1989)**

Managing Body Condition in Dairy Cows  
Proceedings of the 1989 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers

**FERGUSON, J.D., D.T. GALLIGAN and N. THOMSEN (1994)**

Principal descriptors of body condition score in Holstein cows  
Journal of Dairy Science 77, 2695-2703

**FERRY, J.W. (1992)**

Reproductive herd health: Going beyond rectal examinations  
Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian 14, 87-110

**FILAR, J. (1979)**

Über den Gehalt an  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Azetazetat und Aceton im Blut von gesunden und an Ketose erkrankten Kühen  
Wiener tierärztliche Monatsschrift 66, 377-380

**FISCHER, B., und T. ENGELHARD (1996)**

Was bringt die Konditionsbewertung?  
Top-Agrar, R , 5, 14-18

**FOSTER, L.A. (1988)**

Clinical ketosis  
The Veterinary Clinics of North America: Food animal practice 4, 2, 253-267

**FRONK, T.J., L.H. SCHULTZ and A.R. HARDIE (1980)**

Effect of dry period overconditioning on subsequent metabolic disorders and performance of dairy cows  
Journal of Dairy Science 63, 1080-1090

**FROOD, M.J., and D. CROXTON (1978)**

The use of condition scoring in dairy cows and its relationship with milk yield and live weight  
Animal Production 27, 285

**GARNSWORTHY, P.C., and J.H. TOPPS (1982)**

The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets  
Animal Production 35, 113-119

**GARNSWORTHY, P.C., and C.D. HUGGETT (1992)**

The influence of the fat concentration of the diet on the response by dairy cows to body condition at calving  
Animal Production 54, 7-13

**GEARHART, M.A., C.R. CURTIS, H.N. ERB, R.D. SMITH, C.J. SNIFFEN, L.E. CHASE and M.D. COOPER (1988)**

Relationship of body condition score and changes in condition score with health, reproductive performance and productivity in New York Holstein dairy herds  
Acta veterinaria Scandinavica (Suppl. 84) 84, 122

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

Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins  
Journal of Dairy Science 73, 3132-3140

GEBHARDT, W. (1993)

Leistungsmerkmale und minore Milchbestandteile in der zweiten Früh lactation bei höchstleistenden HF-Kühen in einem offenen Nukleus  
Veterinärmedizinische Dissertation, Hannover

GERLOFF, B.J., T.H. HERDT and R.S. EMERY (1986)

Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle  
Journal of the American Veterinary Medical Association 188, 8, 845-850

GERLOFF, B.J. (1988)

Feeding the dry cow to avoid metabolic disease  
The Veterinary Clinics of North America: Food animal practice 4, 2, 379-390

GIBB, M.J., and W.E. IVINGS (1993)

A note on the estimation of the body fat, protein and energy content of lactating Holstein-Friesian cows by measurement of condition score and live weight  
Animal Production 56, 281-283

GIESECKE, D. (1981)

Zum Problem stoffwechselphysiologischer Leistungsgrenzen beim Hochleistungsrind  
Der Tierzüchter 33, 12, 520-522

GIESECKE, D., M. STANGASSINGER und W. THEVIS (1987)

Insulinresistenz, Insulin clearance und Lipolyse bei normalen und bei fetten Kühen  
Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition 18, 57-69

GIRARD, J.R., P. FERRE, L. EL MANOUBI and J-P. PEGORIER (1981)

Ketone-body metabolism during the neonatal period  
Biochemical Society Transactions 9, 4, 344-345

GRAVERT, H.O. (1980)

Milchleistung und Trockenmasseaufnahme nach dem Kalben  
Der Tierzüchter 32, 7, 289-290

GRAVERT, H.O., und L. DIEKMANN (1986)

Acetongehalt der Milch als Kennzeichnung der Energielücke nach dem Abkalben  
Deutsche Schwarzbunte 10, 14-15

GRAVERT, H.O., R. LANGNER, L. DIEKMANN, K. PABST und H. SCHULTE-COERNE (1986)

Ketokörper in der Milch als Indikatoren für die Energiebilanz der Milchkühe  
Züchtungskunde 58, 309-318

GRAVERT, H.O., E. JENSEN, H. HAFEZIAN, K. PABST und H. SCHULTE-COERNE (1991)

Umweltbedingte und genetische Einflüsse auf den Acetongehalt der Milch  
Züchtungskunde 63, 1, 42-50

HADY, P.J., J.J. DOMEQ and J.B. KANEENE (1994)

Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle  
Journal of Dairy Science 77, 1543-1547

- HAFEZ, S., W. JUNGE und E. KALM (1988)  
Rassenunterschiede in der Futtermittelaufnahme  
Der Tierzüchter 40, 60-62
- HAFEZIAN, H. (1990)  
Genetische Einflüsse auf den Azetongehalt der Milch  
Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel
- HAFNER, L., S. GREVE, M. STENZEL, K. BÖNISCH und R. STAUFENBIEL (1991)  
Beziehungen zwischen Energiestoffwechsel und Donoreignung  
Monatshefte für Veterinärmedizin 46, 283-288
- HAGERT, C. (1991)  
Kontinuierliche Kontrolle der Energie- und Eiweißversorgung der Milchkuh während der Hochlaktation anhand der Konzentrationen von Azeton, Harnstoff, Eiweiß und Fett in der Milch  
Veterinärmedizinische Dissertation, München
- HALSE, K., K. HOVE und P. ERTZAAS (1983)  
A biological definition of ketonaemia in cows  
Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala , 137-139
- HARBECK, K-D., und H.O. GRAVERT (1981)  
Körpermaße als Indikator von Gewichtsveränderungen bei Milchkühen  
Kieler Milchwissenschaftliche Forschungsberichte 33, 197-203
- HARLAN, R., D. HAWKINS, D. BANKS and M. KAERCHER (1997)  
Evaluating body condition and using it to improve beef cow reproductive performance  
Internet: [www.msue.edu/msue/imp/modau/24129201.html](http://www.msue.edu/msue/imp/modau/24129201.html)
- HARRISON, R.O., S.P. FORD, J.W. YOUNG, A.J. CONLEY and A.E. FREEMAN (1990)  
Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows  
Journal of Dairy Science 73, 2749-2758
- HART, J.C., J.A. BINES, S.V. MORANT and J.L. RIDLEY (1978)  
Endocrine control of energy metabolism in the cow: Comparison of the levels of hormones (prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high and low yielding cattle at various stages of lactation  
Journal of Endocrinology 77, 333-345
- HEINRICHS, A.J., and G.L. HARGROVE (1992)  
Heifers need bodyscoring, too  
Hoard's Dairyman, March 10
- HERDT, T.H. (1988)  
Fatty liver in dairy cows  
The Veterinary Clinics of North America: Food animal practice 4, 2, 269-287
- HEUWIESER, W. (1991)  
Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen  
Milchpraxis 29, 130
- HEUWIESER, W., und R. MANSFELD (1992)  
Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen  
Milchpraxis 30, 1, 10

- HEUWIESER, W. (1996)  
 Beurteilung der Körperkondition  
 Seminar des Arbeitsbereiches Bestandsbetreuung Tierklinik für Fortpflanzung FU Berlin
- HEUWIESER, W., und J. BERGMANN (1996)  
 Body condition scoring - Kühe nach Noten Füttern  
 Top-Agrar, R , 3, 8-11
- HOFFMANN, M., und O. STEINHÖFFEL (1990)  
 Möglichkeiten und Grenzen zur Einschätzung der Energie- und Proteinversorgung durch  
 Kontrolle des Milchharnstoffgehaltes  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 45, 223-227
- HOHEISEL, S. (1988)  
 Untersuchungen zum Einfluß verkürzter Trockenstehzeiten auf Leistungs- und  
 Stoffwechselfparameter bei Milchkühen  
 Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 95
- HOLROYD, R.G., B.A. ARTHUR and B.G. MAYER (1979)  
 Reproductive performance of beef cattle in North-Western Queensland  
 Australian Veterinary Journal 55, 6, 257-262
- HOLTENIUS, P. (1993)  
 Hormonal regulation related to the development of fatty liver and ketosis  
 Acta veterinaria Scandinavica, Suppl 89, 55-60
- HOLTENIUS, P., G. OLSSON and C. BJÖRKMAN (1993)  
 Periparturient concentrations of insulin, glucagon and ketone bodies in dairy cows fed two  
 different levels of nutrition and varying concentrate / roughage ratios  
 Journal of Veterinary Medicine. Series A. 40, 118-127
- HOLTER, J.B., M.J SLOTNICK, H.H. HAYES, C.K. BOZAK, W.E. URBAN, JR., and  
 M.L. MCGILLIARD (1990)  
 Effect of prepartum dietary energy on condition score, postpartum energy, nitrogen partitions  
 and lactation production responses  
 Journal of Dairy Science 73, 3502-3511
- HOUGHTON, P.L., and L.M. TURLINGTON (1992)  
 Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review  
 Journal of Animal Science 70, 930-941
- HOVE, K., and K. HALSE (1983)  
 Energy metabolism in ruminants with special emphasis on ketosis and fertility  
 Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals,  
 Uppsala 115-123
- HRADECKY, P., and E. KUDLAC (1984)  
 Clinical evaluation of ketone bodies in body fluids of cows in late pregnancy and their fetuses  
 Veterinary Research Communications 8, 3, 195-202
- HUSZENICZA, G., J. HARASZTI, K. EKES, A.C. YARO, L. MOLNAR, L. ZOLDAG,  
 O. SZENCI and L. SOLTÍ (1988)  
 Characteristics of genital and metabolic functions of suckling beef cows at the beginning of  
 the breeding season in large-scale farms in Hungary  
 Journal of the Veterinary Medical Association, 761-769

- JACOBI, U., B. LEMKE, E. KIRST, R. STAUFENBIEL und N. ROSSOW (1979)  
 Zum Informationsgehalt von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung des Energie- und Fettstoffwechsels der Milchkuh  
 Berichte, Humboldt-Univ., Berlin , 50-55
- JENSEN, E. (1990)  
 Umweltbedingte Einflüsse auf den Azetongehalt der Milch  
 Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel
- JILG, T., und L. WEINBERG (1998)  
 Konditionsbewertung: Jetzt auch beim Fleckvieh  
 Top Agrar 6, 12-15
- JOHANNSEN, U., M. SCHÄFER und A. UHLIG (1988)  
 Untersuchungen zur Leberfunktion der Milchkuh im peripartalen Zeitraum. 3. Vorkommen und Dynamik von Lipideinlagerungen in der Leber  
 Archiv für experimentelle Veterinärmedizin 42, 1, 118-134
- JOHNSON, C.L. (1984)  
 The effect of feeding in early lactation on feed intake, yields of milk, fat and protein and on live-weight change over one lactation in dairy cows  
 Journal of Agricultural Science, Cambridge 103, 629
- JONES, G.P., and P.C. GARNSWORTHY (1989)  
 The effects of dietary energy content on the response of dairy cows to body condition at calving  
 Animal Production 49, 183
- KAUFMANN, W. (1976)  
 Zur Bedeutung der Energieversorgung hochleistender Milchkühe für dem Milcheiweißgehalt und die Fruchtbarkeit  
 Kieler Milchwissenschaftliche Forschungsberichte 28, 347-357
- KAUFMANN, W. (1982)  
 Variation in der Zusammensetzung des Rohstoffes Milch unter besonderer Berücksichtigung des Harnstoffgehaltes  
 Milchwissenschaft 37, 6-9
- KAUPPINEN, K. (1983)  
 Influence of bovine ketosis and liver damage on reproduction performance and annual milk yield  
 Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala , 124-128
- KIRCHGESSNER, M., D.A. ROTH-MAIER und G. RÖHRMOSER (1985)  
 Harnstoffgehalte in Milch von Kühen mit Energie- bzw. Proteinmangel und anschließender Realimentation  
 Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung u. Futtermittelkunde 53, 264-270
- KLAWUHN, D. (1992)  
 Vergleich der Rückenfettdicke mit dem über die Gesamtkörperwasserbestimmung ermittelten Körperfettgehalt bei Rindern  
 Veterinärmedizinische Dissertation, Berlin HU
- KLAWUHN, D., und R. STAUFENBIEL (1997)  
 Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind  
 Tierärztliche Praxis 25, 133-138

- KLEIBÖHMER, C.H., W. HEUWIESER, J. BERGMANN und A. OCHSMANN (1998)  
 Untersuchungen zur Erlernbarkeit und Genauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung (BCS) beim Rind  
 Der Praktische Tierarzt 79, 1, 50-61
- KLUCINSKI, W., A. DEGORSKI, E. MIERNIK-DEGORSKA, S. TARGOWSKI and A. WINNICKA (1988)  
 Effect of ketone bodies on the phagocytic activity of bovine milk macrophages and polymorphonuclear leukocytes  
 Journal of Veterinary Medicine. Series A. 35, 8, 632-639
- KORVER, S., J.A.M. ARENDONK VAN and W.J. KOOPS (1985)  
 A function for live-weight change between two calvings in dairy cattle  
 Animal Production 40, 233-241
- KUNZ, P., and J.W. BLUM (1981)  
 Effect of pre- and postparturient energy intake on blood plasma levels of hormones and metabolites in cows  
 International Journal for Vitamin and Nutrition Research 51, 2, 195-197
- LAMONT, D.I., D.R. NEILSON, G.C. EMMANS, J. FRASER and J.H.D. PRESCOTT (1984)  
 The relationship between live animal measurements and the physical and chemical composition of dairy cows  
 Animal Production 38, 3, 529
- LAND, C., and J.D. LEAVER (1981)  
 The effect of body condition at calving on the production of Friesian cows and heifers  
 Animal Production 32, 362-363
- LANGNER, R. (1985)  
 Ketonkörper in der Milch als Indikator für die Energiebilanz von Milchkühen  
 Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel
- LASSO, T.G., F.G. MELENDEZ and J. SCOFFIELD (1982)  
 Condition score of Holstein cows and its relation to production and fertility in humid tropics  
 Tropical Animal Production 7, 198-203
- LEAN, I.J., A.J. EDMONSON and J. VERSTEEG (1989)  
 Body condition scoring dairy cattle  
 The Upjohn Company, Animal Health Division, Kalamazoo, MI 49001
- LITTLEDIKE, E.T., J.W. YOUNG and D.C. BEITZ (1981)  
 Common metabolic diseases of cattle, ketosis, milk fever, grass tetany and downer cow complex  
 Journal of Dairy Science 64, 1465-1482
- LÖSCHNER, U., und R. STAUFENBIEL (1996)  
 Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchrindern  
 Der Praktische Tierarzt 77, 9, 816-824
- LOWMAN, B.G., N.A. SCOTT and S.H. SOMMERVILLE (1976)  
 Condition scoring of cattle  
 East of Scotland College of Agriculture, Bulletin No. 6

- LÜPPING, W. (1989)**  
Milchuntersuchung - ein Parameter zur Beurteilung der wiederkäuergerechten Fütterung  
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium XX, 36-39
- MASON, S. (1999)**  
Condition Score Your Cows  
Alberta Agriculture, Food and Rural Development; Dairy Management Fact Sheets
- METZNER, M., W. HEUWIESER und W. KLEE (1993)**  
Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement  
Der Praktische Tierarzt 11, 991-998
- MIETTINEN, P.V.A., and R.O. JUVONEN (1990)**  
Diurnal variations of serum and milk urea levels in dairy cows  
Acta agriculturae Scandinavica 40, 289-296
- MIETTINEN, P.V.A. (1993)**  
Propylene glycol in prevention of bovine ketosis  
Acta veterinaria Scandinavica, Suppl 89, 135-136
- MIETTINEN, P.V.A., and J.J. SETALA (1993)**  
Relationships between subclinical ketosis, milk production and fertility in Finnish dairy cattle  
Preventive Veterinary Medicine 17, 1-8
- MOE, P.W., TYRRELL, H.F., and W.P. FLATT (1971)**  
Energetics of body tissue mobilization  
Journal of Dairy Science 54, 548-553
- MORROW, D.A. (1976)**  
Fat cow syndrome  
Journal of Dairy Science 59, 1625-1629
- MORROW, D.A., D.H. HILLMAN, A.W. DADE and H. KITCHEN (1979)**  
Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome  
Journal of the American Veterinary Medical Association 174, 161-167
- MULVANY, P. (1977)**  
Dairy cow condition scoring  
National Institute for Research on Dairying, Shinfield, Reading, UK, NIRD Paper No. 4468.
- NEILSON, D.R., and C.T. WHITTEMORE (1981)**  
Backfat area changes in high-yielding dairy cows  
Animal Production 32, 363-363
- NICHOLSON, M.J., and M.H. BUTTERWORTH (1986)**  
A guide to condition scoring of zebu cattle.  
Internet:<http://cnrit.tamu.edu/ganlab/zebu.htm>
- NOORDHUIZEN, J.P.T.M., H. WILBRINK, P. DOBBELAAR and A. BRAND (1985)**  
Veterinary herd health and production service on dairy farms. V. Index list on metabolic/nutritional diseases, body condition score and ration composition  
Preventive Veterinary Medicine 3, 3, 289-300
- OLSSON, S.O. (1993)**  
Facts on diseases and feeding in the national Swedish dairy herd  
Acta veterinaria Scandinavica, Suppl 89, 29-32

- OLTNER, R., M. EMANUELSON and H. WIKTORSSON (1983)**  
 Factors affecting the urea concentration in cows milk  
 Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals,  
 Uppsala, 195-198
- OTTO, K.L., J.D. FERGUSON, D.G. FOX and C.J. SNIFFEN (1991)**  
 Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in  
 Holstein dairy cows  
 Journal of Dairy Science 74, 852-859
- PARTSCHEFELD, M., G. JAHREIS, G. SCHEINPFLUG und F. JUNKERT (1982)**  
 Die Milchharnstoffkonzentration- Indikator einer ausgewogenen Energie- Proteinversorgung  
 bei Milchkühen  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 37, 902-905
- PAUL, W. (1990)**  
 Physiologie der Milchkuh  
 Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 116
- PEDRON, O.F., F. CHELI, E. SENATORE, D. BAROLI and R. RIZZI (1993)**  
 Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters and milk  
 fatty acid composition in dairy cows  
 Journal of Dairy Science 76, 2528-2535
- PENNINGTON, J.A., J.L. ALBRIGHT and C.J. CALLAHAN (1986)**  
 Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and  
 pedometer measurements  
 Journal of Dairy Science 69, 11, 2925-2934
- PERKINS, B.L., R.D. SMITH and C.J. SNIFFEN (1985)**  
 Troubleshooting your herd with the body condition scoring system  
 Dairy Health, Body condition scoring, Fact sheet , 151
- PIATKOWSKI, B., J. VOIGT, H. GIRSCHEWSKI und H. STEGER (1974)**  
 Zur Feststellung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Milchkühen  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 29, 14, 532-534
- RADOSTITS, O.M., and D.C. BLOOD (1985)**  
 Body Condition Scoring  
 in: Herd Health, Philadelphia: W.B. Saunders , 163-168
- RASBY, R.J., R.P. WETTEMANN, R.D. GEISERT, L.E. RICE and C.R. WALLACE (1990)**  
 Nutrition, body condition and reproduction in beef cows: fetal and placental development and  
 estrogens and progesterone in plasma  
 Journal of Animal Science 68, 12, 4267-4276
- REFSDAL A.O. (1982)**  
 Ovarian cysts in cows. Development and spontaneous recovery, in relation to body weight,  
 milk yield, plasma ketones and plasma glucose during the first months after calving  
 Norsk Veterinær Tidsskrift 94, 12, 789-796
- REID, I.M., R.A. COLLINS, A.M. DEW, A.W. HILL and M.R. WILLIAMS (1983)**  
 Immune competence of dairy cows with fatty liver  
 Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals,  
 Uppsala, 191-194

- REID, I.M., C.J. ROBERTS, R.J. TREACHER and L.A. WILLIAMS (1986)  
 Effect of body condition at calving on tissue mobilization, development of fatty liver and blood chemistry of dairy cows  
 Animal Production 43, 1, 7-15
- RICHARDS, M.W., J.C. SPITZER and M.B. WARNER (1986)  
 Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle  
 Journal of Animal Science 62, 300-306
- ROBERTS, C.J., I.M. REID, S.M. DEW, A.J. STARK, G.D. BAIRD, R. COLLINS and D. MATHER (1978)  
 The effects of underfeeding for 6 months during pregnancy and lactation on blood constituents, milk yield and body weight of dairy cows  
 Journal of Agricultural Science, Cambridge 90, 383-394
- RODE, L.M. (1997)  
 Relationship between body size, body condition and fat reserves in beef cows  
 Alberta Agricultural Research Institute  
 Internet: <http://www.agric.gov.ab.ca/agdex/400/20040001.html>
- ROSSOW, N., B. STAUFENBIEL, R. STAUFENBIEL und J. BAUER (1989)  
 Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen durch Bewertung und Korrektur des Körperfettansatzes  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 44, 590-594
- ROSSOW, N., B. STAUFENBIEL und U. JACOBI (1990)  
 Die Nutzung von Milchhaltsstoffen für die Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 45, 686-690
- ROSSOW, N., B. STAUFENBIEL, R. STAUFENBIEL, H. GÜRTLER, D. DARGEL und R. NEUER (1991)  
 Zur Bewertung erhöhter Ketonkörperkonzentrationen bei der Milchkuh  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 46, 11-17
- ROSSOW, N., und B. STAUFENBIEL (1991)  
 Kontrolle des Energie- und Fettstoffwechsels bei Hochleistungskühen  
 Monatshefte für Veterinärmedizin 46, 735-737
- ROSSOW, N., und G. BOLDUAN (1994)  
 Stoffwechselstörungen bei Haustieren  
 Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart 1994
- ROWLANDS, G.J., and S. LUCEY (1986)  
 Changes in milk yield in dairy cows associated with metabolic and reproductive disease and lameness  
 Preventive Veterinary Medicine 4, 3, 205-221
- RUEGG, P.L., W.J. GOODGER, C.A. HOLMBERG, L.D. WEAVER and E.M. HUFFMAN (1992a)  
 Relation among body condition score, milk production and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high producing Holstein dairy cows in early lactation  
 American Journal of Veterinary Research 53, 1, 5-9

RUEGG, P.L., W.J. GOODGER, C.A. HOLMBERG, L.D. WEAVER and E.M. HUFFMAN (1992b)

Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations and reproductive performance in high-producing Holstein dairy cows in early lactation  
American Journal of Veterinary Research 53, 1, 10-14

RUEGG, P.L., and R.L. MILTON (1995)

Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: relationships with yield, reproductive performance and disease  
Journal of Dairy Science 78, 3, 552-564

RUTTER, L.M., and R.D. RANDEL (1984)

Postpartum nutrient intake and body condition: Effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle  
Journal of Animal Science 58, 2, 265

SALTMAN, R.L. (1990)

The use of body condition scoring in dairy production medicine  
The Bovine Practitioner 25, 141-142

SCHIEMANN, R., G. HENSELER, W. JENTSCH und H. WITTENBURG (1974)

Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion  
Archiv für Tierernährung 24, 105-137

SCHOLZ, H. (1990)

Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde anhand von Blut- und Milchparametern  
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium 21, 32-35

SCHULTZ, L.H. (1971)

Management and nutritional aspects of ketosis  
Journal of Dairy Science 54, 6, 962-973

SEIFERLE, E., und J. FREWEIN (1984)

Tiefe Hals-, Rumpf- und Schwanzfaszie  
In: R. Nickel, A. Schummer, E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band I (5. Auflage).  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 283-286

SMITH, R.D., B.L. PERKINS, C.J. SNIFFEN and E.G. PEARSON (1984)

Body condition and fatty liver in dairy cows - is there a relationship with reproductive performance?  
Proceedings, 1983 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, November 1, 2, 3, 1983, Syracuse Sheraton Motor Inn. 20, 20-25

SNIFFEN, C., and FERGUSON, J. (1991)

Body Condition Scoring Guide  
Informationsbroschüre: Church & Dwight Co., Inc. 469 N. Harrison St. Princeton, NJ 08543

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

Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung  
Milchpraxis 29, 231-236

STANGASSINGER, M., D. GIESECKE, S. TRESCHOW and H. MEYER (1983)

Lipolysis in high-yielding dairy cows around parturition  
Proceedings of the Vth International Conference on Production Disease in Farm Animals, Uppsala 162-165

- STAUFENBIEL, R., und N. ROSSOW (1979a)  
Zur Bedeutung der humanmedizinischen Fettsuchtforschung für das Studium der Adipositas bei Haustieren  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin 8-15
- STAUFENBIEL, R., und N. ROSSOW (1979b)  
Methoden zur Beurteilung des Lipidstoffwechsels des Rindes  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin, 19-22
- STAUFENBIEL, R., N. ROSSOW und U. JACOBI (1979)  
Zur Milchproduktion aus der Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin, 26-34
- STAUFENBIEL, R., und F. WIEDEMANN (1979)  
Zur Bedeutung des über die Gesamtkörperwasserbestimmung ermittelten Fettgehaltes im Tierkörper und der Rückenfettdickemessung beim Rind  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin, 40-43
- STAUFENBIEL, R., und D. LÜGNER (1979)  
Zur Bestimmung des Leberfettgehaltes beim Rind  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin, 43-46
- STAUFENBIEL, R., und G. BIERSTEDT (1979)  
Zur Aussage des Gehaltes an Fett, Protein und DNA im Fettgewebe des Rindes.  
Berichte, Humboldt-Univ., Berlin, 37-40
- STAUFENBIEL, R., S. BEILIG, J. WOLF und N. ROSSOW (1989a)  
Eignung der Untersuchungsgrößen des Energie- und Fettstoffwechsels zur Einzeltiercharakterisierung von Milchkühen  
Monatshefte für Veterinärmedizin 44, 637-643
- STAUFENBIEL, R., J. LANGHANS, N. ROSSOW und G. LEUTHOLD (1989b)  
Verhalten der Rückenfettdicke, der Aktivitäten der NADP-abhängigen Dehydrogenasen des Fettgewebes sowie der Fettgewebsbestandteile Fett und Protein und ihre Aussage zum Energiestoffwechsel der Kuh  
Archiv für experimentelle Veterinärmedizin 43, 6, 885-895
- STAUFENBIEL, R., L. LAURITZEN, B. STAUFENBIEL und N. ROSSOW (1989c)  
Beziehungen zwischen Rückenfettdicke im postpartalen Zeitraum und dem Leistungsvermögen bei Jungkühen  
Monatshefte für Veterinärmedizin 44, 836-840
- STAUFENBIEL, R., J. LANGHANS, J. BAUER, D. DARGEL, N. ROSSOW und G. LEUTHOLD (1989d)  
Untersuchungen zur Beurteilung der postpartalen Energiebilanz der Milchkuh  
Monatshefte für Veterinärmedizin 44, 594-598
- STAUFENBIEL, B., N. ROSSOW und E. KIRST (1990)  
Experimentelle Untersuchungen zur Beurteilung der Energiebilanz der Milchkuh  
Archiv für experimentelle Veterinärmedizin 44, 1, 143-155
- STAUFENBIEL, R., B. STAUFENBIEL, I. LACHMANN und H. KLUKAS (1991a)  
Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit bei der Milchkuh  
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium XXII, 18-25

STAUFENBIEL, R., D. LÜGNER, E. LÜGNER, D. DARGEL und N. ROSSOW (1991b)

Zur Beurteilung des Leberfettgehaltes bei der Milchkuh  
Monatshefte für Veterinärmedizin 46, 798-805

STAUFENBIEL, R., R. MEIER, K.H. HACKBARTH, B. STAUFENBIEL und N. ROSSOW (1992)

Untersuchungen zum optimalen Fettansatz bei der Milchkuh  
Monatshefte für Veterinärmedizin 47, 125-135

STAUFENBIEL, R. (1992)

Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke  
Monatshefte für Veterinärmedizin 47, 467-474

STAUFENBIEL, R., B. STAUFENBIEL, N. ROSSOW, H. KLUKAS und U. JOHANNSEN (1993)

Diagnostik der Leberverfettung bei der Milchkuh  
Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 100, 6, 225-230

STAUFENBIEL, R. (1996)

Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickenmessung  
Vortragszusammenfassungen BPT-Kongress 1996, Nürnberg, 17-19

STAUFENBIEL, R. (1997)

Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickenmessung  
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium XXVII, 87-92

STEEN, A., O. OSTERAS and H. GRONSTOL (1996)

Evaluation of bulk milk analyses of acetone, urea and the fat-lactose-quotient as diagnostic aids in preventive veterinary medicine  
Journal of Veterinary Medicine, A 43, 261-269

STEGER, H., H. GIRSCHEWSKI, B. PIATKOWSKI und J. VOIGT (1972)

Die Beurteilung des Ketosisstatus laktierender Rinder aus der Konzentration der Ketokörper in Blut und des Azetons in der Milch  
Archiv für Tierernährung 22, 3, 157-162

STEINWIDDER, A., J. HÄUSLER, A. SCHAUER und L. GRUBER (1997)

Körperkondition von Milchkühen - Hilfsmittel zur Kontrolle der Fütterung!  
Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage: "Milchkühe", 1-9

STEINWIDDER, A., und J. HÄUSLER (1998)

Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen - Methode, Aussagekraft und praktische Anwendung  
25. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, 23-28

STÖBER, M., und G. DIRKSEN (1981)

Das Lipomobilisationssyndrom (Verfettungssyndrom) der Milchkuh  
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium 79-88

STÖBER, M (1990)

Ernährungszustand  
In: G. Rosenberger: Die klinische Untersuchung des Rindes (3. Auflage).  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 125-128

- SULLY, R.J., and J.H.L. MORGAN (1982)**  
The influence of feeding level and type of feed on the carcasses of steers  
Australian Journal of Agricultural Research 33, 721-729
- SÜPHKE, E.H. (1988)**  
Stoffwechselformparameter, Milchleistung und Futteraufnahme bei Deutschen Schwarz- und Rotbunten Kühen  
Agrarwissenschaftliche Dissertation, Kiel
- SÜPHKE, E., W. JUNGE, R. PREISINGER und E. KALM (1989)**  
Substrate, Enzyme und Hormone bei Hochleistungskühen - Beziehungen zwischen Stoffwechselformparametern und Futteraufnahmekriterien  
Journal of Animal Breeding and Genetics 106, 363-372
- TREACHER, R.J., I. REID and C.J. ROBERTS (1981)**  
The effect of body condition at calving on the development of fatty liver and metabolic disease  
Animal Production 32, 362-362
- TREACHER, R.J., I.M. REID and C.J. ROBERTS (1986)**  
Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows  
Animal Production 43, 1, 1-6
- UHLIG, A., M. SCHÄFER und U. JOHANNSEN (1988)**  
Untersuchungen zur Leberfunktion der Milchkuhe im peripartalen Zeitraum. 2. Verhalten labordiagnostischer Kennwerte mit Beziehung zur Leberfunktion  
Archiv für experimentelle Veterinärmedizin 42, 1, 108-117
- UNGLAUB, W. (1983)**  
Untersuchung zur Bestimmung und zum Gehalt des Azeton in Milch  
Tierärztliche Umschau 38, 8, 534-544
- VEITTINGER, W. (1983)**  
Untersuchungen über die Insulinfunktion zu Beginn der Laktation bei Kühen der Rassen Holstein-Friesian und Deutsches Fleckvieh  
Veterinärmedizinische Dissertation, München
- WAAGE, S. (1984)**  
Persisting hypocalcaemia in the cow - predisposing factors  
Nordisk Veterinärmedicin 36, 273-281
- WALTNER, S.S., J.P. MCNAMARA, D. BROWN and J.K. HILLERS (1992)**  
The validation of body condition score, fat cell size and deuterium oxide dilution as indirect body fat measures in lactating, Holstein dairy cattle  
Journal of Dairy Science (Suppl. 1) 74, 182-0
- WALTNER, S.S., J.P. MCNAMARA and J.K. HILLERS (1993)**  
Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle  
Journal of Dairy Science 76, 11, 3410-3419
- WARD, W.R., R.D. MURRAY, A.R. WHITE and E.M. REES (1995)**  
The use of blood biochemistry for determining the nutritional status of dairy cows in: Recent Advances in Animal Nutrition 1995; Garnsworthy-PC; Cole-DJA; 29-51
- WENNINGER, A. (1992)**  
Computergestützte Herdenbetreuung in einer Tierarztpraxis unter Verwendung von Azeton und Harnstoff in der Milch zur Stoffwechselkontrolle der Kühe

- WENNINGER, A., und O. DISTL (1994)  
Harnstoff- und Azetongehalt in der Milch als Indikatoren für ernährungsbedingte Fruchtbarkeitsstörungen der Milchkuh  
Deutsche tierärztliche Wochenschrift 101, 4, 152-157
- WESTERVELT, R.G., J.R. STOUFFER, H.F. HINTZ and H.F. SCHRYVER (1976)  
Estimating fatness in horses and ponies  
Journal of Animal Science 43, 781
- WILDMAN, E.E., G.M. JONES, P.E. WAGNER, R.L. BOMAN, H.F. TROUTT and T.N. LESCH (1982)  
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics  
Journal of Dairy Science 65, 485-501
- WILIAMSON, D.H., and P. LUND (1994)  
Cellular mechanisms for the regulation of adipose tissue lipid metabolism in pregnancy and lactation  
in: Nutrient regulation during pregnancy, lactation and infant growth. Advances in experimental medicine and biology; Allen-L; King-J; Lonnerdal-B (Hrsg); 45-70
- WILLADSEN, C.M., J. QVESEL and P. WILLEBERG (1993)  
Ketosis in dairy herds. II. Epidemiological investigations  
Dansk Veterinaertidsskrift 76, 7, 275-280
- WOLFSCHOON-POMBO, A., H. KLOSTERMEYER, J. BUCHBERGER und R. GRAML (1981)  
Harnstoff in der NPN-Fraktion der Kuhmilch - Bestimmung, Vorkommen und Beeinflussung  
Milchwissenschaft 36, 8, 462-466
- WOOD, P.D.P., J.O.L. KING and P.G. YOUDAN (1980)  
Relationship between size, live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle  
Animal Production 31, 143-151
- WRIGHT, I.A., and A.J.F. RUSSEL (1984)  
Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows  
Animal Production 38, 23-32
- YADAVA, R.K., L.O. GILMORE and H.R. CONRAD (1970)  
Effect of body condition on feed intake in dairy cattle  
Journal of Dairy Science 53, 657-657

## 8 ANHANG

### 8.1 Deskriptive Statistiken

#### 8.1.1 Wiederholbarkeit

**Tabelle 1: Wiederholbarkeitsdaten (letzte Zahl in der Bezeichnung der Methode gibt die Nummer der Meßwiederholung an)**

Methode	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
RFD1	1158	29	91	54,0	9,71	0,05
RFD2	1158	28	92	53,8	9,69	0,02
BCS11	1158	2,00	5,00	3,92	0,56	0,00
BCS12	1158	2,25	5,00	3,93	0,56	0,00
BCS21	1158	1,5	5,00	3,79	0,66	0,00
BCS22	1158	1,75	5,00	3,8	0,65	0,00
BCS31	1158	1,5	5,00	4,51	0,49	0,00
BCS32	1158	1,75	5,00	4,51	0,48	0,00
BCS41	1158	1,25	5,00	3,99	0,59	0,00
BCS42	1158	1,25	5,00	3,99	0,57	0,00
BCS51	1158	1,25	5,00	2,95	0,71	0,00
BCS52	1158	1,25	5,00	2,92	0,69	0,00
BCS61	1158	1,25	5,00	3,76	0,98	0,00
BCS62	1158	1,25	5,00	3,73	0,99	0,00
BCS71	1158	1,5	5,00	3,81	0,62	0,00
BCS72	1158	1,5	5,00	3,78	0,61	0,00
BCS81	1158	1,25	5,00	3,76	0,66	0,00
BCS82	1158	1,25	5,00	3,75	0,65	0,00
BCS91	1158	1,25	5,00	3,73	0,86	0,00
BCS92	1158	1,25	5,00	3,71	0,86	0,00
KKI1	1158	1,58	5,00	3,80	0,58	0,00
KKI2	1158	1,61	5,00	3,79	0,57	0,00
RadspS1	708	1	6	3,0	1,29	0,00
RadspS2	708	1	6	3,0	1,30	0,00
Rpalp1	708	1,25	5,00	3,6	0,93	0,00
Rpalp2	708	1,5	5,00	3,6	0,97	0,00
SAAdspS1	708	2	7	5,4	1,26	0,00
SAAdspS2	708	2	7	5,3	1,26	0,00
SAPalp1	708	1,5	5,00	3,7	0,75	0,00
SAPalp2	708	1,5	5,00	3,7	0,76	0,00
HD1	1157	4	13	7,3	1,24	0,00
HD2	1157	4	12	7,3	1,20	0,00
KD1	1157	8	21	13,2	2,10	0,00
KD2	1157	8	20	13,0	1,96	0,00
KF1	1157	1	15	5,8	1,72	0,00
KF2	1157	-3	13	5,7	1,62	0,00

## Fortsetzung Tabelle 1

Methode	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
BU1	1158	179	241	201,5	8,67	0,00
BU2	1158	176	240	201,6	8,78	0,00
TS1	978	2	24	7,6	3,66	0,00
TS2	978	2	27	7,6	3,68	0,00
TG1	978	5	26	14,3	3,20	0,00
TG2	978	6	25	14,2	3,01	0,00
TH1	978	2	17	6,1	1,91	0,00
TH2	978	2	17	6,1	1,88	0,00
TR1	978	2	24	9,0	3,60	0,00
TR2	978	3	26	8,8	3,52	0,00
TL1	978	6	28	14,0	3,03	0,00
TL2	978	6	25	14,0	3,00	0,00
SS1	978	0	23	7,0	4,52	0,00
SS2	978	0	23	6,9	4,42	0,00
SH1	978	0	16	4,0	2,32	0,00
SH2	978	0	12	4,0	2,22	0,00
SR1	978	0	20	6,8	3,85	0,00
SR2	978	0	20	6,5	3,68	0,00
WS1	708	1	7	3,6	1,80	0,00
WS2	708	1	7	3,6	1,82	0,00

**Tabelle 2: Differenzen zwischen zwei Untersuchungsdurchgängen**

Methoden	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
DRFD	1158	-22	27	0,2	3,83	0,00
DBCS1	1158	-1,00	0,75	-0,01	0,20	0,00
DBCS2	1158	-1,00	1,00	-0,01	0,23	0,00
DBCS3	1158	-1,00	1,25	-0,00	0,21	0,00
DBCS4	1158	-1,25	1,00	0,01	0,26	0,00
DBCS5	1158	-1,25	1,25	0,03	0,31	0,00
DBCS6	1158	-1,25	2,00	0,02	0,31	0,00
DBCS7	1158	-1,00	1,00	0,03	0,25	0,00
DBCS8	1158	-0,75	1,00	0,02	0,24	0,00
DBCS9	1158	-1,25	1,00	0,02	0,28	0,00
DKKI	1158	-0,50	0,42	0,01	0,12	0,00
DRADSPS	708	-4	4	-0,0	0,83	0,00
DRPALP	708	-1,50	2,25	0,0	0,38	0,00
DSAADSPS	708	-3	2	0,1	0,64	0,00
DSAPALP	708	-1,50	1,50	0,0	0,32	0,00
DHD	1157	-5	7	0,0	0,99	0,00
DKD	1157	-7	6	0,2	1,38	0,00
DKF	1157	-8	7	0,2	1,50	0,00
DBU	1158	-14	17	-0,1	2,33	0,00
DTS	978	-11	10	-0,0	2,33	0,00
DTG	978	-11	9	-0,1	2,79	0,00
DTH	978	-6	9	-0,0	1,65	0,00
DTR	978	-15	12	0,2	2,64	0,00
DTL	978	-9	11	-0,0	2,59	0,00
DSS	978	-12	9	0,1	1,94	0,00
DSH	978	-4	9	0,1	1,39	0,00
DSR	978	-8	8	0,2	1,87	0,00
DWS	708	-2	3	-0,1	0,76	0,00

## 8.1.2 Verlaufsuntersuchungen

**Tabelle 3: Untersuchungsgrößen getrennt nach Untersuchungsterminnummer**

Methoden	T	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
RFD	gesamt	2105	28	88	53,6	8,91	0,00
	T0	421	28	88	59,3	8,80	0,48
	T1	421	29	87	53,3	8,22	0,21
	T2	421	31	78	51,1	8,24	0,02
	T3	421	30	77	51,5	8,15	0,29
	T4	421	31	80	53,0	8,70	0,22
BCS1	gesamt	2105	2,25	5,00	3,97	0,54	0,00
	T0	421	2,75	5,00	4,29	0,42	0,00
	T1	421	2,25	5,00	3,91	0,56	0,00
	T2	421	2,25	5,00	3,82	0,55	0,00
	T3	421	2,25	4,75	3,87	0,51	0,00
	T4	421	2,50	5,00	3,95	0,50	0,00
BCS2	gesamt	2105	1,50	5,00	3,83	0,65	0,00
	T0	421	2,50	5,00	4,20	0,29	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,76	0,46	0,00
	T2	421	1,50	5,00	3,64	0,45	0,00
	T3	421	2,25	4,75	3,70	0,41	0,00
	T4	421	2,25	5,00	3,83	0,37	0,00
BCS3	gesamt	2105	1,75	5,00	4,57	0,41	0,00
	T0	421	3,00	5,00	4,75	0,29	0,00
	T1	421	1,75	5,00	4,5	0,46	0,00
	T2	421	2,75	5,00	4,47	0,45	0,00
	T3	421	2,25	5,00	4,52	0,41	0,00
	T4	421	2,75	5,00	4,59	0,37	0,00
BCS4	gesamt	2105	1,50	5,00	4,03	0,54	0,00
	T0	421	2,25	5,00	4,39	0,45	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,94	0,54	0,00
	T2	421	2,00	5,00	3,88	0,54	0,00
	T3	421	2,00	5,00	3,93	0,49	0,00
	T4	421	2,25	5,00	3,99	0,50	0,00
BCS5	gesamt	2105	1,25	5,00	2,96	0,69	0,00
	T0	421	1,50	5,00	3,34	0,72	0,00
	T1	421	1,25	5,00	2,98	0,66	0,00
	T2	421	1,50	4,75	2,86	0,65	0,00
	T3	421	1,25	4,75	2,80	0,64	0,00
	T4	421	1,25	4,75	2,82	0,62	0,00

### Fortsetzung Tabelle 3

Methoden	T	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
BCS6	gesamt	2105	1,25	5,00	3,80	1,01	0,00
	T0	421	2,00	5,00	4,60	0,63	0,00
	T1	421	1,25	5,00	3,85	0,91	0,00
	T2	421	1,25	5,00	3,55	0,99	0,00
	T3	421	1,25	5,00	3,48	1,00	0,00
	T4	421	1,25	5,00	3,52	0,99	0,00
BCS7	gesamt	2105	1,50	5,00	3,79	0,59	0,00
	T0	421	2,75	5,00	4,25	0,48	0,00
	T1	421	1,75	5,00	3,67	0,57	0,00
	T2	421	1,50	5,00	3,60	0,54	0,00
	T3	421	1,50	4,75	3,64	0,55	0,00
	T4	421	2,00	4,75	3,74	0,54	0,00
BCS8	gesamt	2105	1,25	5,00	3,78	0,63	0,00
	T0	421	2,25	5,00	4,26	0,51	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,73	0,60	0,00
	T2	421	1,25	5,00	3,58	0,61	0,00
	T3	421	1,25	5,00	3,62	0,60	0,00
	T4	421	1,25	4,75	3,70	0,57	0,00
BCS9	gesamt	2105	1,25	5,00	3,80	0,85	0,00
	T0	421	2,50	5,00	4,54	0,55	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,83	0,75	0,00
	T2	421	1,50	5,00	3,56	0,80	0,00
	T3	421	1,25	5,00	3,54	0,81	0,00
	T4	421	1,50	5,00	3,58	0,84	0,00
KKI	gesamt	2105	1,83	5,00	3,84	0,55	0,00
	T0	421	2,94	5,00	4,29	0,39	0,02
	T1	421	1,97	4,97	3,80	0,52	0,10
	T2	421	1,83	4,83	3,66	0,53	0,29
	T3	421	2,08	4,75	3,68	0,52	0,12
	T4	421	2,08	4,75	3,75	0,51	0,07
RAdspS	gesamt	2105	1	6	3,1	1,27	0,00
	T0	421	2	6	3,7	1,33	0,00
	T1	421	1	6	3,1	1,22	0,00
	T2	421	1	6	2,9	1,19	0,00
	T3	421	1	6	2,8	1,14	0,00
	T4	421	1	6	3,0	1,25	0,00
RPalp	gesamt	2105	1,50	5,00	3,7	0,94	0,00
	T0	421	2,00	5,00	4,2	0,80	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,8	0,91	0,00
	T2	421	1,50	5,00	3,5	0,94	0,00
	T3	421	1,50	5,00	3,5	0,94	0,00
	T4	421	1,50	5,00	3,6	0,96	0,00

### Fortsetzung Tabelle 3

Method	T	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
SAAdspS	gesamt	2105	1	8	5,3	1,34	0,00
	T0	421	1	8	5,9	1,15	0,00
	T1	421	2	8	5,3	1,34	0,00
	T2	421	1	7	5,1	1,33	0,00
	T3	421	2	7	5,0	1,36	0,00
	T4	421	2	8	5,2	1,32	0,00
SAPalp	gesamt	2105	1,50	5,00	3,8	0,78	0,00
	T0	421	2,50	5,00	4,5	0,59	0,00
	T1	421	1,50	5,00	3,8	0,73	0,00
	T2	421	1,50	5,00	3,6	0,72	0,00
	T3	421	1,50	5,00	3,5	0,72	0,00
	T4	421	1,75	5,00	3,5	0,70	0,00
BU	gesamt	2105	178	230	201,0	8,29	0,00
	T0	421	182	230	205,0	8,48	0,31
	T1	421	178	221	199,7	7,93	0,31
	T2	421	181	225	199,2	7,96	0,07
	T3	421	181	220	199,9	7,85	0,14
	T4	421	181	221	201,1	7,92	0,29
HD	gesamt	2105	4	12	7,4	1,23	0,00
	T0	421	4	12	7,3	1,18	0,00
	T1	421	4	12	7,0	1,17	0,00
	T2	421	4	12	7,4	1,27	0,00
	T3	421	5	12	7,5	1,22	0,00
	T4	421	5	12	7,7	1,22	0,00
KD	gesamt	2105	8	21	13,1	1,78	0,00
	T0	421	8	21	13,3	1,83	0,00
	T1	421	8	21	12,9	1,76	0,00
	T2	421	8	19	13,0	1,82	0,00
	T3	421	8	20	13,2	1,71	0,00
	T4	421	8	20	13,3	1,72	0,00
KF	gesamt	2105	1	13	5,8	1,49	0,00
	T0	421	2	11	6,1	1,48	0,00
	T1	421	2	13	5,8	1,45	0,00
	T2	421	2	11	5,7	1,48	0,00
	T3	421	2	10	5,7	1,47	0,00
	T4	421	2	12	5,6	1,53	0,00
TS	gesamt	1980	1	24	7,5	3,32	0,00
	T0	335	3	24	9,1	3,63	0,01
	T1	381	1	21	7,6	3,28	0,00
	T2	421	2	17	7,1	3,03	0,00
	T3	421	2	18	7,0	3,19	0,00
	T4	421	2	19	7,2	3,15	0,00

### Fortsetzung Tabelle 3

Methode	T	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
TG	gesamt	1980	5	25	14,2	2,98	0,00
	T0	335	5	24	14,7	3,25	0,01
	T1	381	6	22	13,7	2,94	0,00
	T2	421	7	25	13,9	2,83	0,01
	T3	421	6	24	14,4	2,91	0,00
	T4	421	7	22	14,4	2,94	0,02
TH	gesamt	1980	2	16	6,1	1,80	0,00
	T0	335	3	16	6,5	1,98	0,00
	T1	381	2	15	6,2	1,78	0,00
	T2	421	2	13	6,1	1,71	0,00
	□□□Ä2	421	2	12	6,1	1,81	0,00
	T4	421	2	16	6,0	1,68	0,00
TR	gesamt	1980	2	25	9,0	3,34	0,00
	T0	335	4	22	10,6	3,24	0,00
	T1	381	3	25	9,5	3,34	0,00
	T2	421	3	20	8,6	3,17	0,00
	T3	421	3	19	8,4	3,28	0,00
	T4	421	2	20	8,3	3,17	0,00
TL	gesamt	1980	4	27	13,8	2,93	0,00
	T0	335	7	26	14,1	2,85	0,01
	T1	381	4	27	13,7	3,02	0,01
	T2	421	6	24	13,6	2,81	0,00
	T3	421	4	23	13,6	2,99	0,00
	T4	421	7	25	14,0	2,96	0,00
SS	gesamt	1980	0	22	7,0	4,22	0,00
	T0	335	0	20	8,8	4,45	0,02
	T1	382	0	21	6,8	4,17	0,00
	T2	421	0	18	6,5	3,84	0,00
	T3	421	0	19	6,4	4,09	0,00
	T4	421	0	22	6,8	4,24	0,00
SH	gesamt	1980	0	13	4,3	2,31	0,00
	T0	335	0	13	4,9	2,37	0,00
	T1	382	0	13	4,3	2,37	0,00
	△v□□21	421	0	12	4,3	2,23	0,00
	T3	421	0	13	4,1	2,30	0,00
	T4	421	0	12	4,1	2,22	0,00
SR	gesamt	1980	0	21	6,5	3,60	0,01
	T0	335	0	19	7,3	3,5	0,00
	T1	382	0	21	6,4	3,59	0,00
	T2	421	0	18	6,0	3,40	0,00
	T3	421	0	20	6,3	3,68	0,00
	T4	421	0	20	6,8	3,68	0,01

### Fortsetzung Tabelle 3

Methode	T	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
WS	gesamt	2092	1	7	4,0	2,00	0,00
	T0	409	1	7	5,2	2,05	0,00
	T1	421	1	7	4,2	1,98	0,00
	T2	421	1	7	3,6	1,84	0,00
	T3	421	1	7	3,5	1,81	0,00
	T4	421	1	7	3,4	1,77	0,00

**Tabelle 4: Änderung der Untersuchungsgrößen zwischen den Terminnummern  
(negative Werte entsprechen einer Zunahme)**

Methode	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
RFD	D01	421	-22	47	6,0	7,35	0,00
	D02	421	-32	55	8,1	8,80	0,10
	D12	421	-29	22	2,1	6,01	0,02
	D23	421	-29	24	-0,3	5,31	0,00
	D34	421	-23	22	-1,5	4,71	0,01
BCS1	D01	421	-0,50	2,25	0,39	0,43	0,00
	D02	421	-0,75	2,25	0,47	0,46	0,00
	D12	421	-1,00	1,25	0,09	0,33	0,00
	D23	421	-1,00	1,00	-0,05	0,29	0,00
	D34	421	-1,00	0,50	-0,07	0,25	0,00
BCS2	D01	421	-1,00	2,50	0,45	0,53	0,00
	D02	421	-1,00	2,50	0,57	0,59	0,00
	D12	421	-1,25	1,50	0,12	0,40	0,00
	D23	421	-1,25	1,00	-0,07	0,34	0,00
	D34	421	-1,25	1,00	-0,12	0,32	0,00
BCS3	D01	421	-0,50	3,00	0,24	0,37	0,00
	D02	421	-0,75	2,00	0,28	0,38	0,00
	D14	421	-2,25	1,25	-0,08	0,39	0,00
	D23	421	-1,00	1,00	-0,05	0,28	0,00
	D34	421	-1,25	1,00	-0,07	0,28	0,00
BCS4	D01	421	-0,75	2,75	0,46	0,46	0,00
	D02	421	-1,00	2,25	0,52	0,50	0,00
	D12	421	-2,25	1,25	0,06	0,41	0,00
	D23	421	-1,75	1,00	-0,04	0,40	0,00
	D34	421	-1,25	1,00	-0,07	0,34	0,00
BCS5	D01	421	-1,00	2,75	0,36	0,54	0,00
	D02	421	-1,25	2,75	0,47	0,60	0,00
	D12	421	-2,00	1,50	0,11	0,44	0,00
	D23	421	-2,25	1,25	0,06	0,42	0,00
	D34	421	-1,75	2,25	-0,02	0,41	0,00
BCS6	D01	421	-0,75	3,00	0,76	0,67	0,00
	D02	421	-0,50	3,25	1,06	0,77	0,00
	D12	421	-0,75	2,25	0,30	0,50	0,00
	D23	421	-2,25	2,00	0,07	0,49	0,00
	D34	421	-1,25	1,50	-0,03	0,39	0,00
BCS7	D01	421	-0,25	2,50	0,56	0,44	0,00
	D02	421	-0,75	2,50	0,65	0,50	0,00
	D12	421	-1,00	1,00	0,09	0,36	0,00
	D23	421	-1,00	0,75	-0,03	0,31	0,00
	D34	421	-1,00	0,75	-0,10	0,30	0,00
BCS8	D01	421	-0,50	2,00	0,53	0,47	0,00
	D02	421	-0,75	2,50	0,68	0,55	0,00
	D12	421	-0,75	1,50	0,14	0,36	0,00
	D23	421	-1,25	1,00	-0,03	0,34	0,00
	D34	421	-1,25	0,75	-0,09	0,30	0,00

## Fortsetzung Tabelle 4

Methode	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
BCS9	D01	421	-0,75	3,00	0,72	0,58	0,00
	D02	421	-1,00	3,00	0,99	0,66	0,00
	D12	421	-1,00	2,25	0,27	0,45	0,00
	D23	421	-2,00	1,75	0,02	0,41	0,00
	D34	421	-1,00	1,25	-0,04	0,34	0,00
KKI	D01	421	-0,39	2,36	0,50	0,35	0,02
	D02	421	-0,44	2,11	0,63	0,41	0,04
	D12	421	-0,61	1,39	0,13	0,25	0,07
	D23	421	-1,11	0,72	-0,02	0,21	0,05
	D34	421	-0,67	0,56	-0,07	0,18	0,14
RadspS	D01	421	-4	4	0,6	1,42	0,00
	D02	421	-4	4	0,8	1,41	0,00
	D12	421	-4	4	0,2	1,14	0,00
	D23	421	-3	4	0,1	0,97	0,00
	D34	421	-4	3	-0,2	0,99	0,00
Rpalp	D01	421	-1,75	2,25	0,4	0,67	0,00
	D02	421	-2,00	2,75	0,6	0,78	0,00
	D12	421	-1,50	2,00	0,2	0,59	0,00
	D23	421	-2,00	1,50	0,0	0,50	0,00
	D34	421	-2,00	1,25	-0,1	0,48	0,00
SAAdspS	D01	421	-3	5	0,7	1,20	0,00
	D02	421	-3	5	0,9	1,29	0,00
	D12	421	-3	4	0,2	1,00	0,00
	D23	421	-4	3	0,1	0,88	0,00
	D34	421	-4	3	-0,1	0,90	0,00
SAPalp	D01	421	-1,00	2,50	0,7	0,62	0,00
	D02	421	-0,75	2,75	0,9	0,66	0,00
	D12	421	-1,00	1,50	0,3	0,51	0,00
	D23	421	-2,00	1,50	0,1	0,44	0,00
	D34	421	-1,25	1,50	-0,0	0,41	0,00
BU	D01	421	-7	21	5,2	4,43	0,02
	D02	421	-10	22	5,8	5,40	0,19
	D12	421	-13	13	0,5	3,73	0,03
	D23	421	-19	11	-0,7	3,16	0,00
	D34	421	-16	16	-1,2	3,04	0,00
HD	D01	421	-3	4	0,2	1,09	0,00
	D02	421	-4	3	-0,1	1,11	0,00
	D12	421	-6	3	-0,4	1,10	0,00
	D23	421	-4	4	-0,1	1,03	0,00
	D34	421	-6	4	-0,2	1,04	0,00
KD	D01	421	-8	7	0,4	1,80	0,00
	D02	421	-5	6	0,3	1,70	0,00
	D12	421	-6	5	-0,2	1,54	0,00
	D23	421	-6	5	-0,2	1,61	0,00
	D34	421	-6	4	-0,1	1,41	0,00

## Fortsetzung Tabelle 4

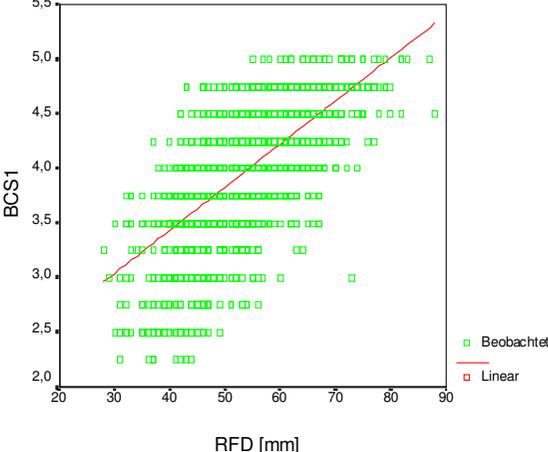
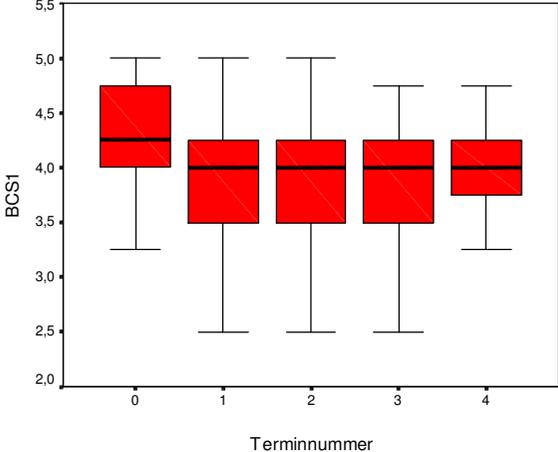
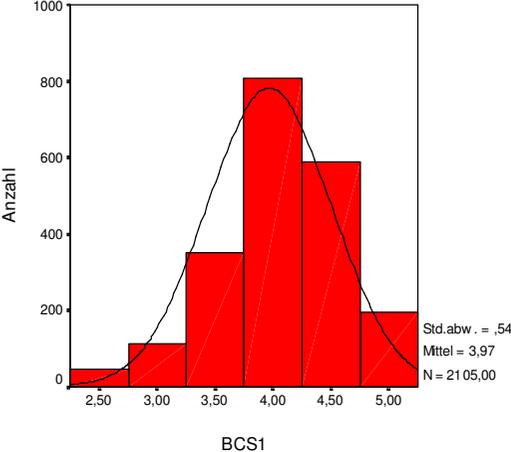
Methode	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
KF	D01	421	-5	6	0,2	1,68	0,00
	D02	421	-5	6	0,4	1,63	0,00
	D12	421	-5	6	0,2	1,53	0,00
	D23	421	-5	5	-0,1	1,61	0,00
	D34	421	-6	5	0,1	1,53	0,00
TS	D01	335	-10	11	1,5	2,96	0,00
	D02	335	-10	14	1,9	3,12	0,01
	D12	381	-7	10	0,4	2,44	0,00
	D23	421	-7	9	-0,1	2,32	0,00
	D34	421	-7	7	-0,1	2,12	0,00
TG	D01	335	-10	11	0,8	3,66	0,04
	D02	335	-10	17	0,4	3,74	0,11
	D12	381	-10	8	-0,4	3,28	0,01
	D23	421	-11	8	-0,5	3,06	0,00
	D34	421	-11	8	-0,0	3,40	0,04
TH	D01	335	-6	8	0,3	1,99	0,00
	D02	335	-7	9	0,4	2,12	0,00
	D12	381	-8	6	0,0	1,87	0,00
	D23	421	-7	6	0,1	1,85	0,00
	D34	421	-11	7	0,1	1,84	0,00
TR	D01	335	-9	11	1,1	3,18	0,02
	D02	335	-8	13	2,1	3,26	0,00
	D12	381	-9	11	0,9	3,09	0,01
	D23	421	-8	10	0,2	2,78	0,00
	D34	421	-9	9	0,1	2,67	0,00
TL	D01	335	-12	10	0,4	2,99	0,02
	D02	335	-9	9	0,4	3,03	0,07
	D12	381	-8	13	0,0	2,96	0,00
	D23	421	-10	9	-0,0	3,08	0,01
	D34	421	-13	9	-0,5	3,03	0,00
S21S	D01	335	-7	13	1,7	3,52	0,02
	D02	335	-12	13	1,8	4,03	0,18
	D12	382	-12	11	0,1	2,91	0,00
	D23	421	-13	12	0,2	2,67	0,00
	D34	421	-9	9	-0,5	2,65	0,00
S21H	D01	335	-7	7	0,4	2,12	0,00
	D02	335	-7	7	0,2	2,61	0,00
	D12	382	-7	6	-0,0	2,00	0,00
	D23	421	-7	7	0,1	1,96	0,00
	D34	421	-7	6	-0,0	1,92	0,00

### Fortsetzung Tabelle 4

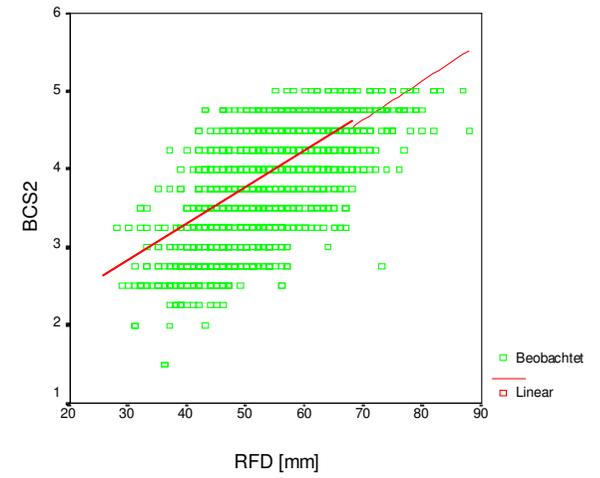
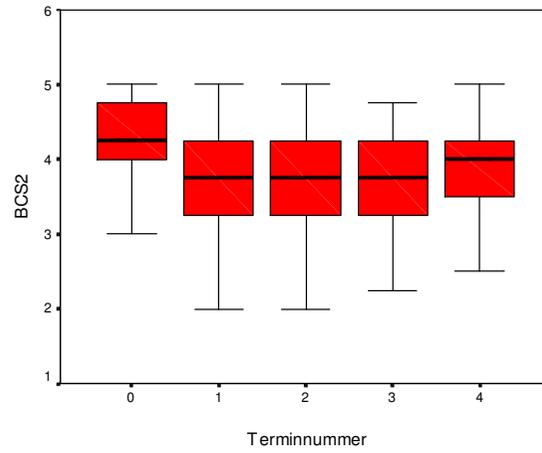
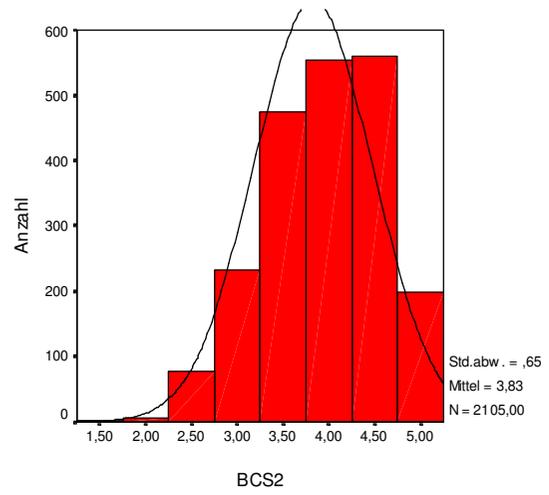
Method	D	N	Min	Max	MW	StAbw	KS
S21R	D01	335	-7	8	0,7	2,57	0,00
	D02	335	-8	11	0,8	3,26	0,03
	D12	382	-9	10	0,2	2,47	0,00
	D23	421	-8	9	-0,3	2,49	0,00
	D34	421	-10	8	-0,5	2,58	0,00
WS	D01	409	-3	6	0,9	1,48	0,00
	D02	408	-2	6	1,6	1,65	0,00
	D12	420	-3	6	0,6	1,30	0,00
	D23	420	-4	5	0,1	1,14	0,00
	D34	421	-4	3	0,0	1,05	0,00

**8.2 Graphische Darstellungen zu den verwendeten Methoden**

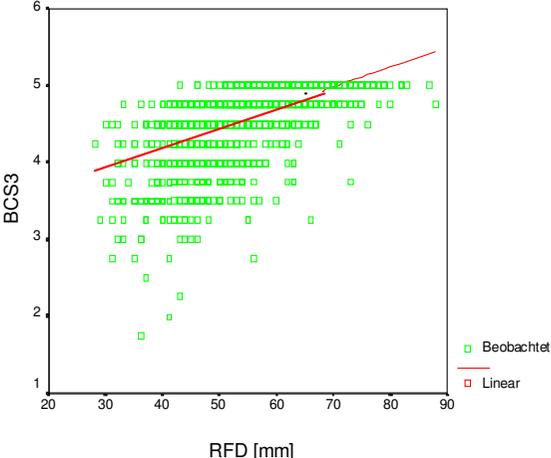
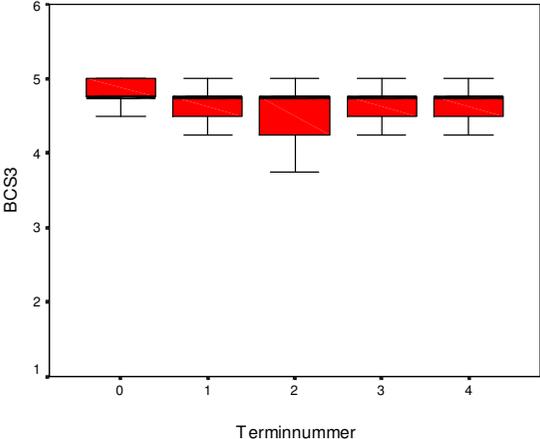
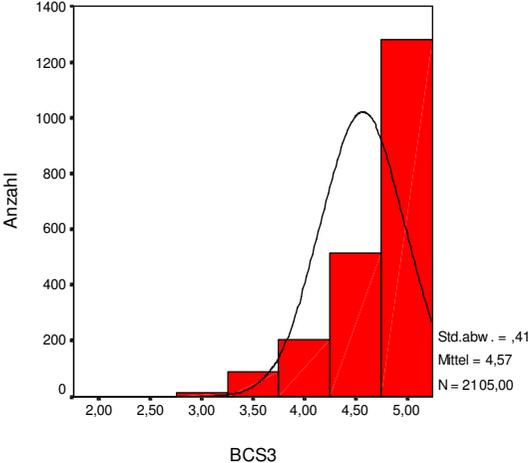
**BCS1**



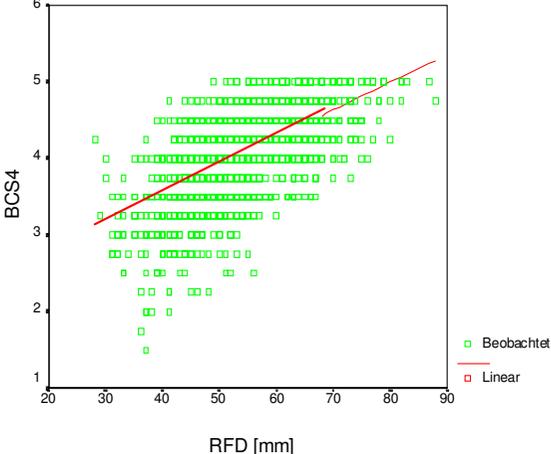
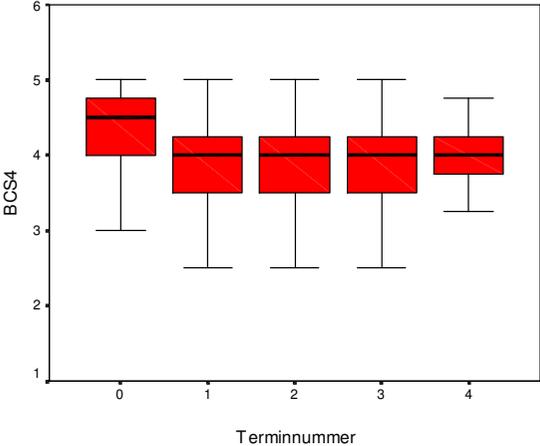
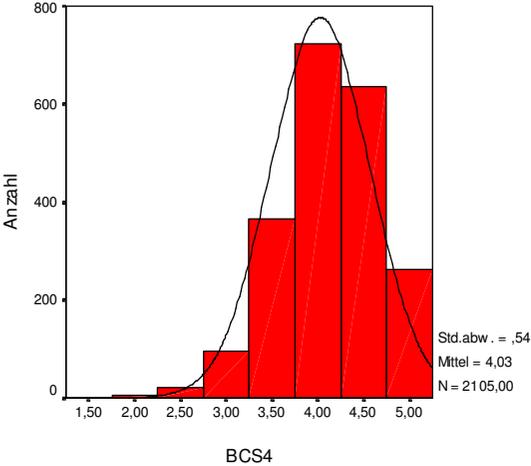
# BCS2



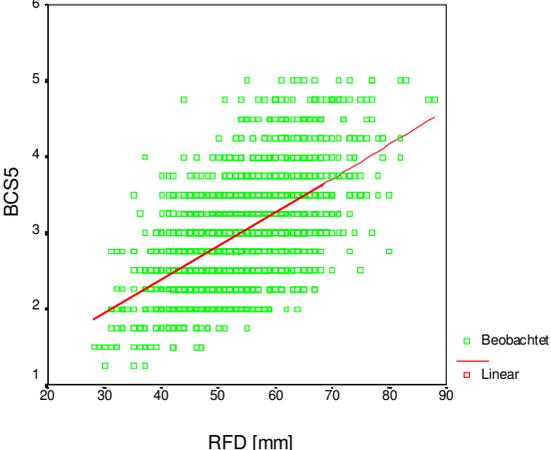
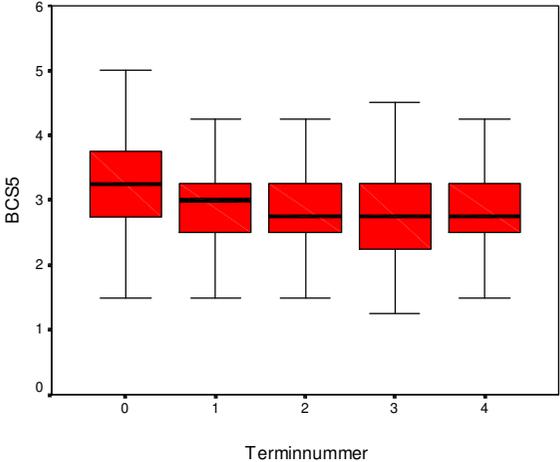
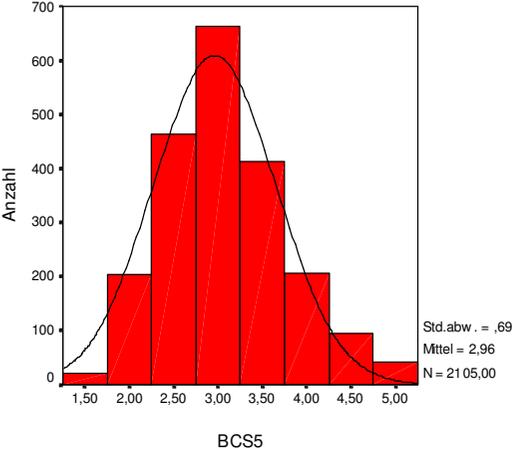
BCS3



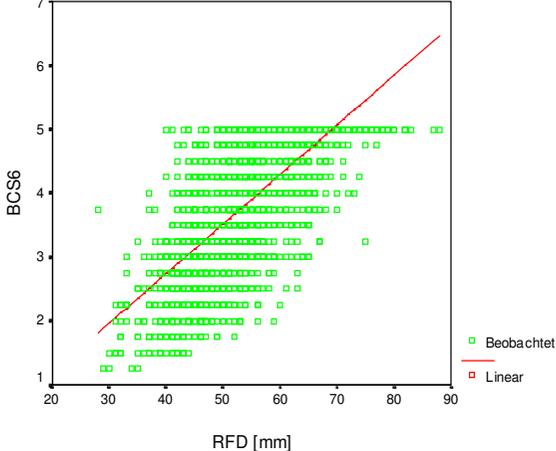
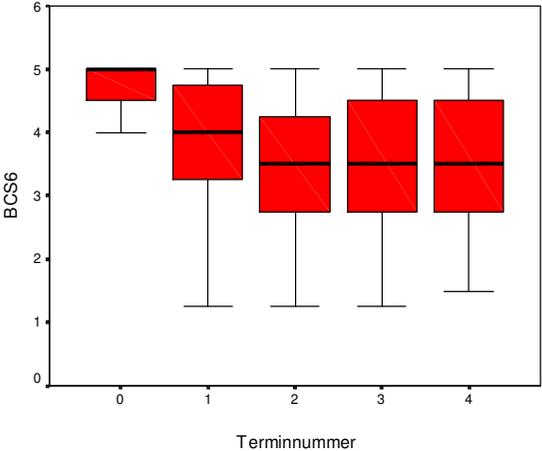
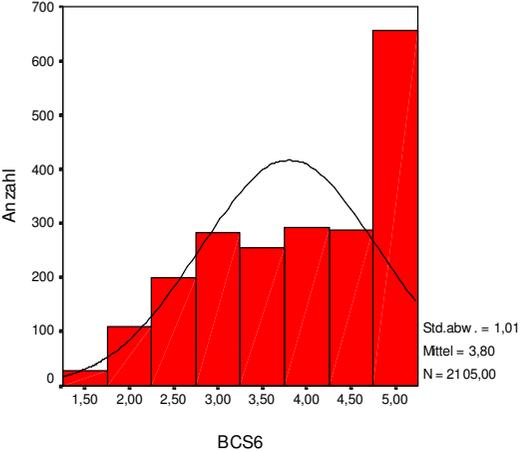
BCS4



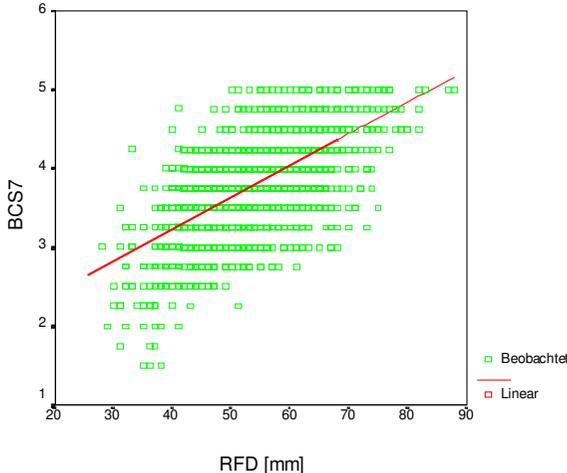
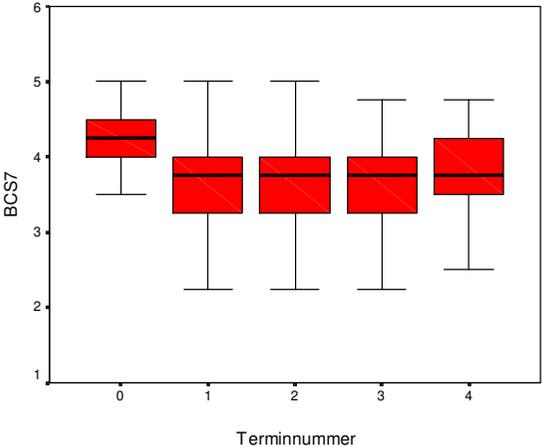
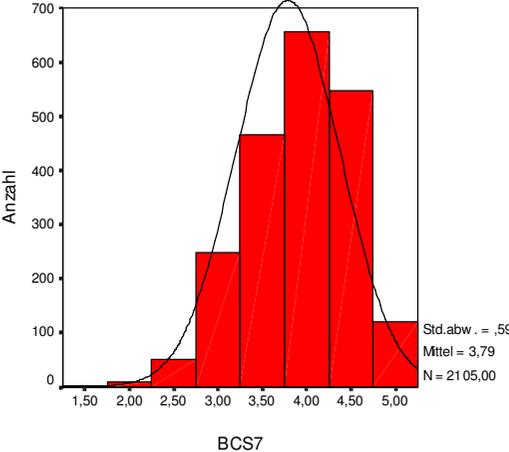
BCS5



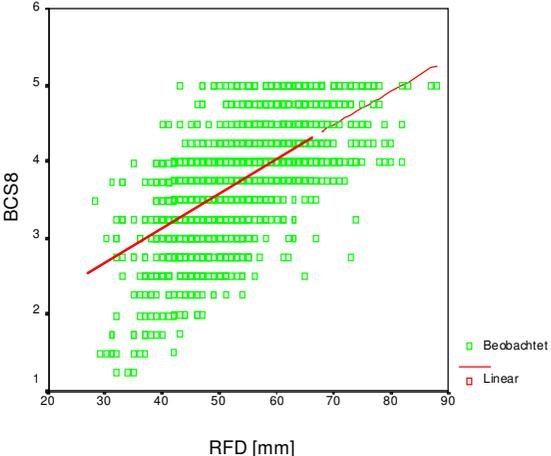
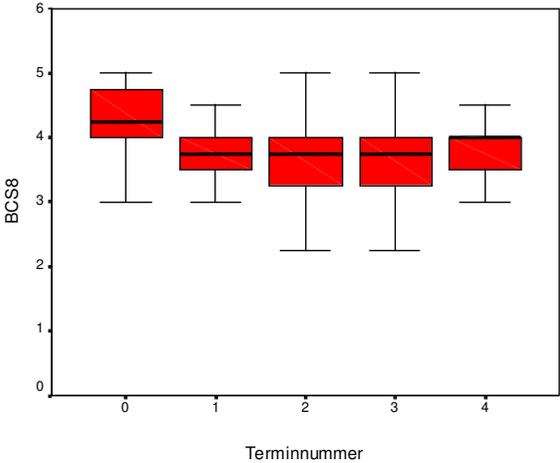
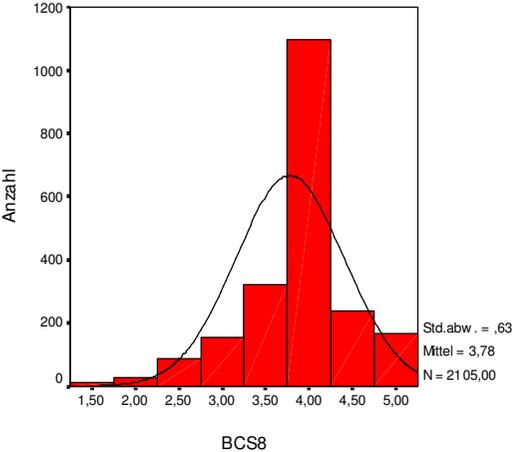
BCS6



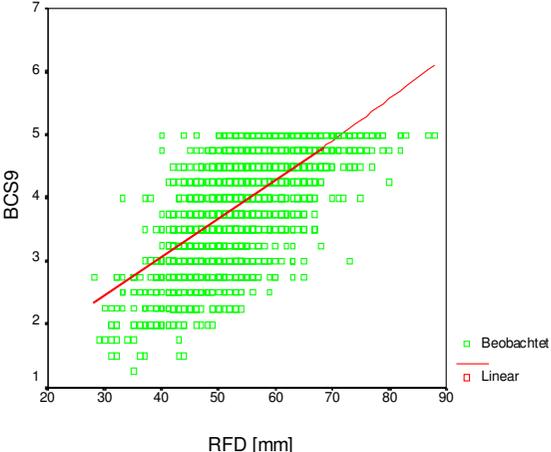
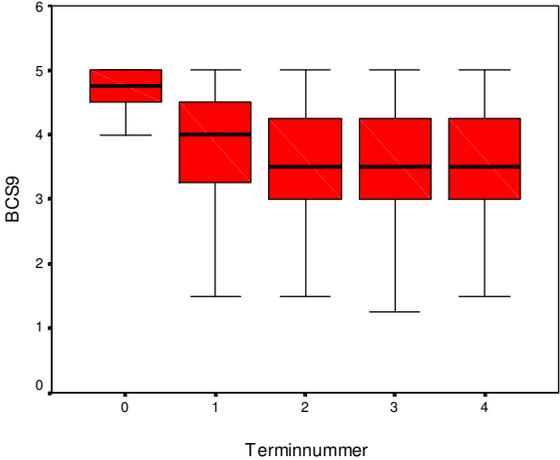
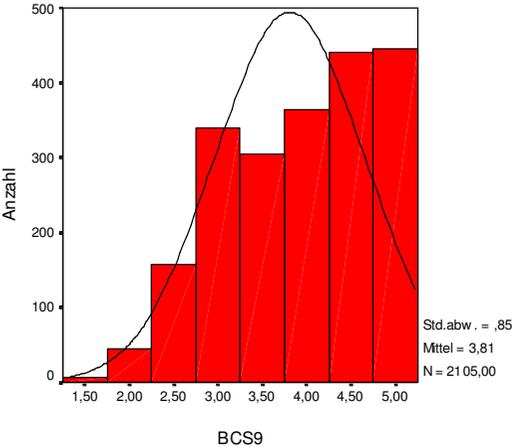
BCS7



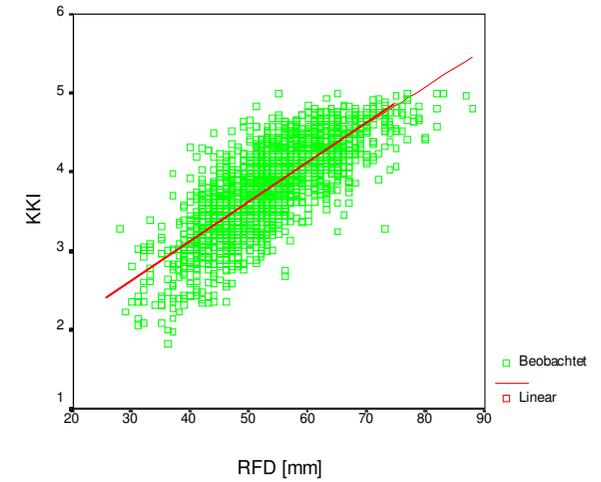
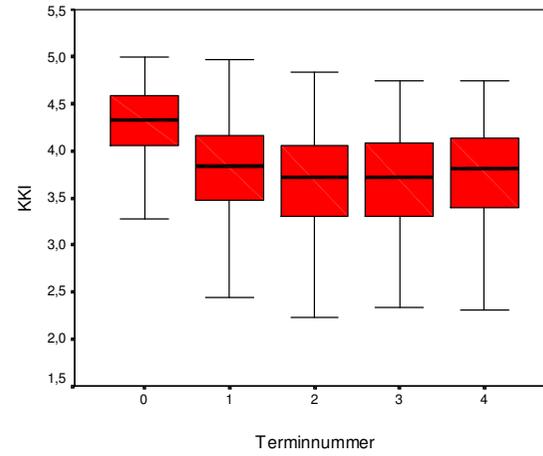
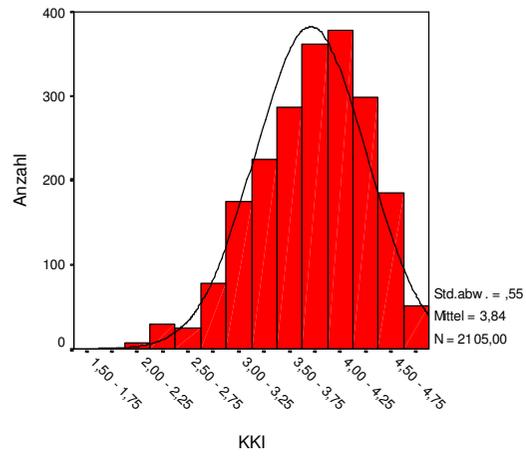
BCS8



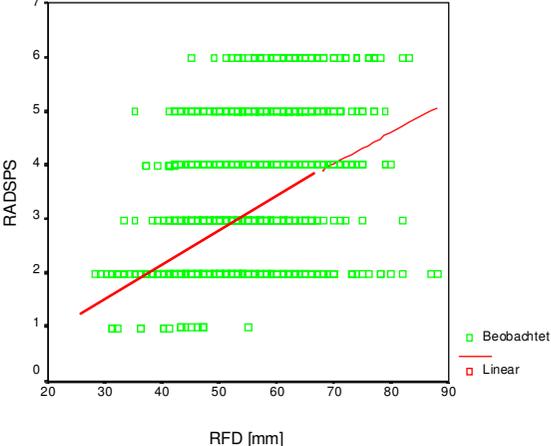
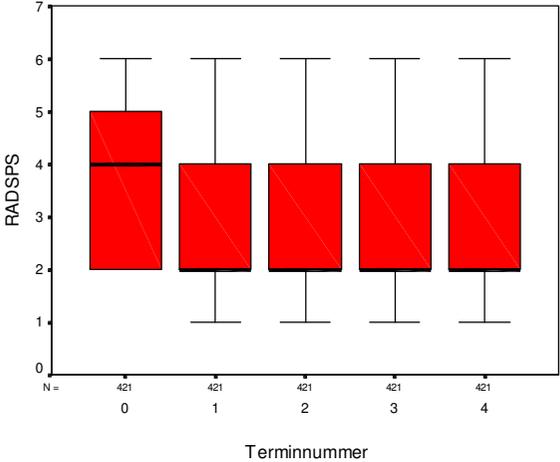
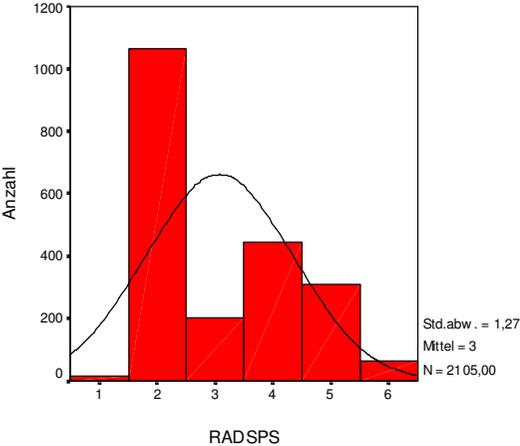
BCS9



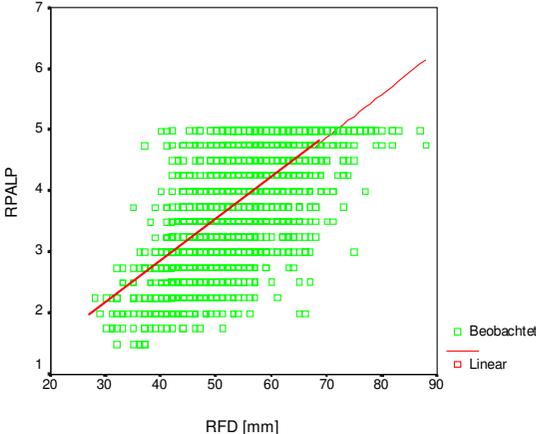
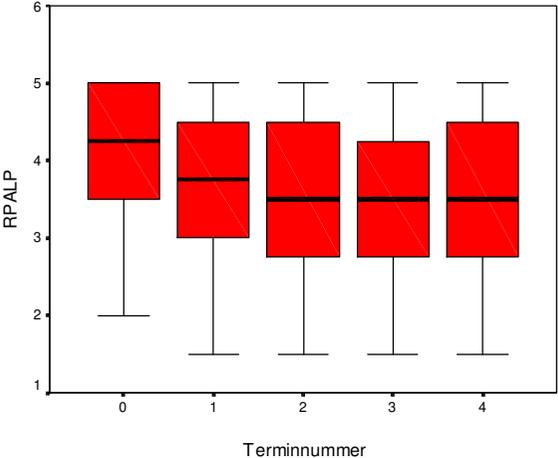
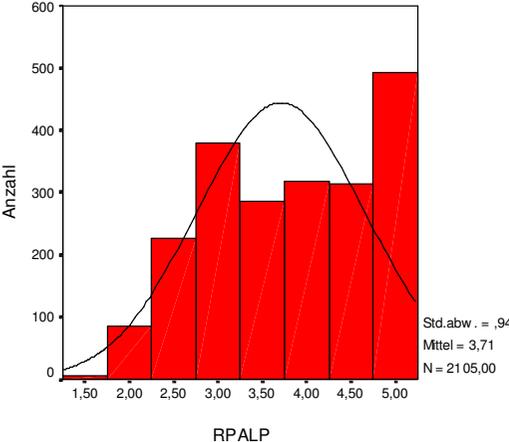
# KKI



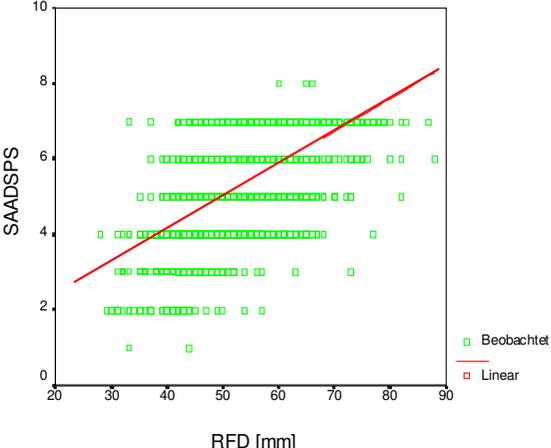
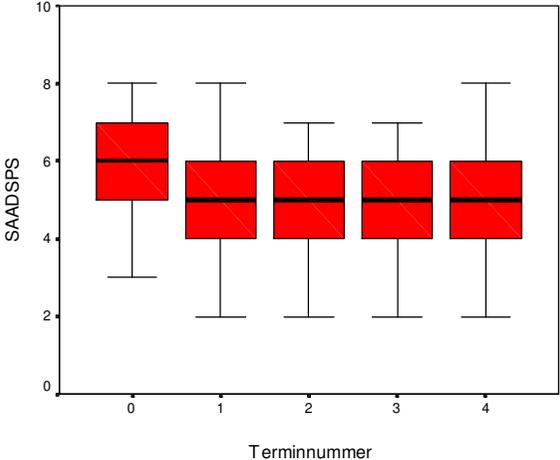
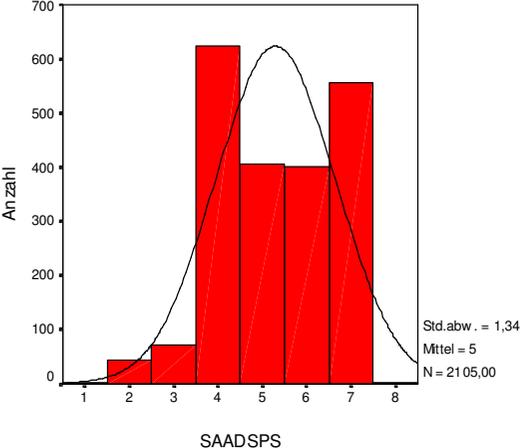
RAdspS



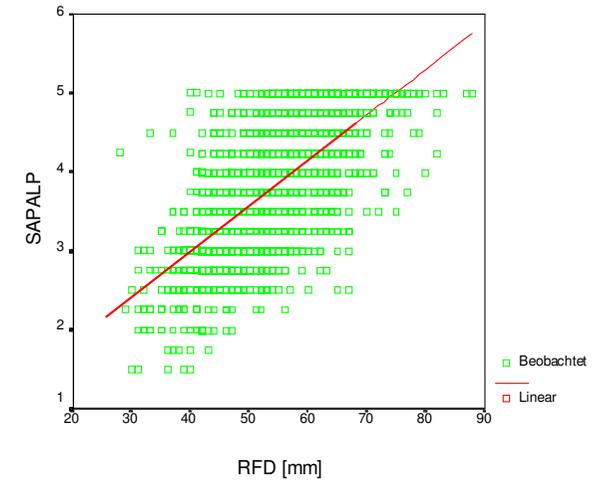
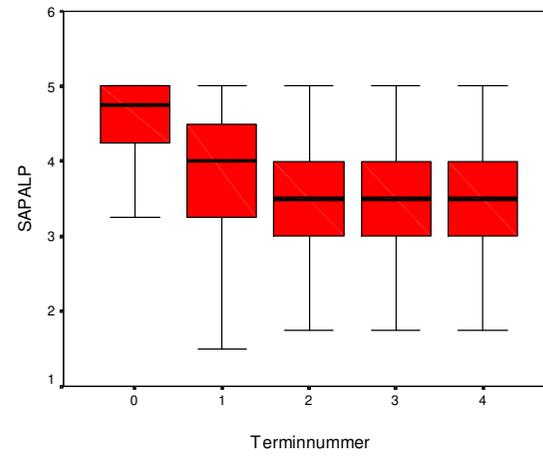
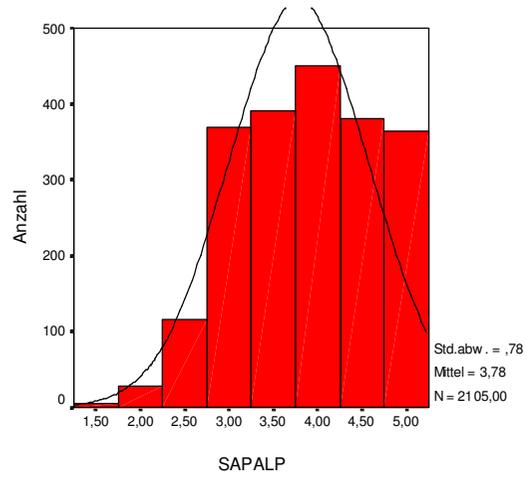
RPalp



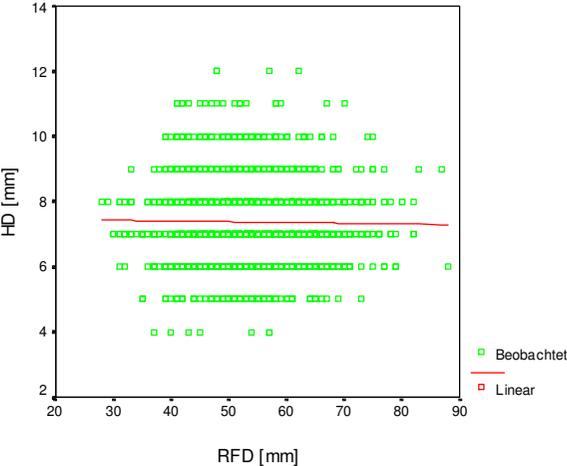
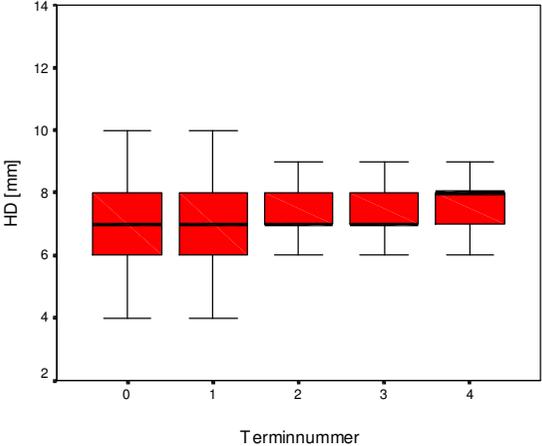
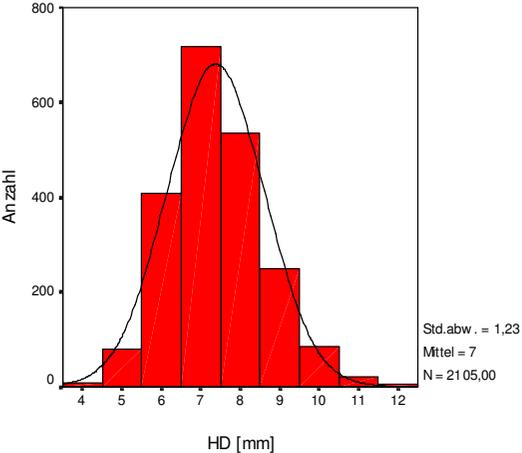
SAAdspS



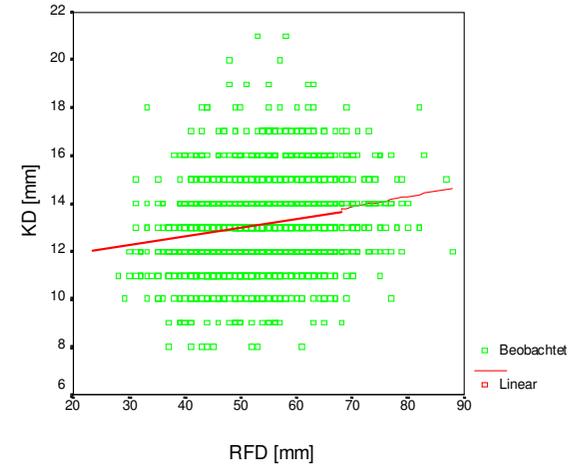
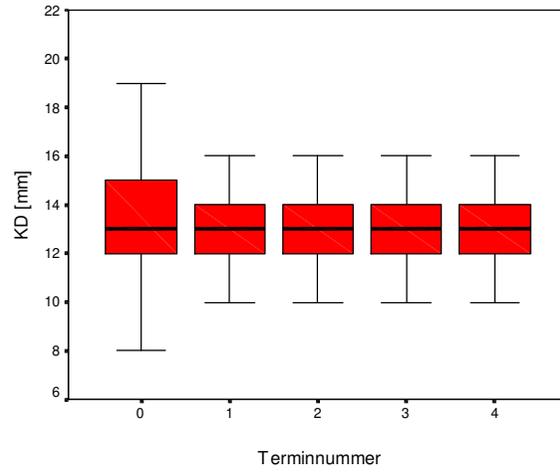
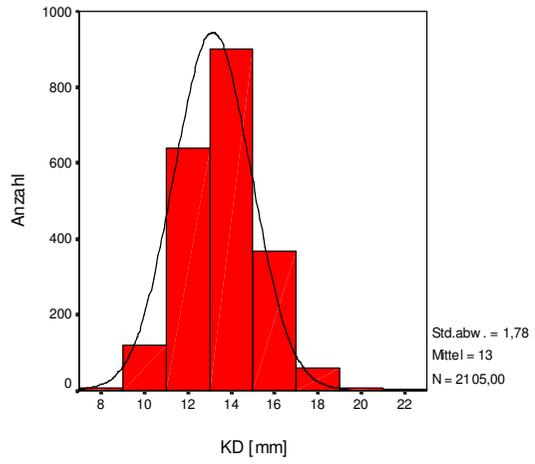
# SAPalp



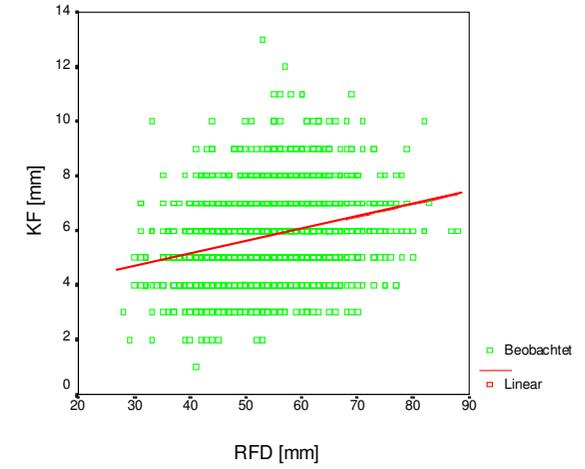
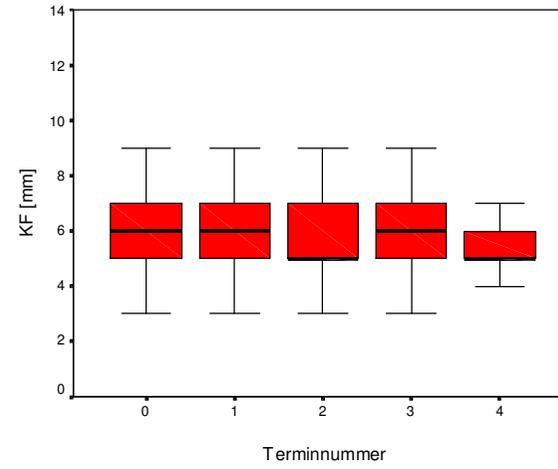
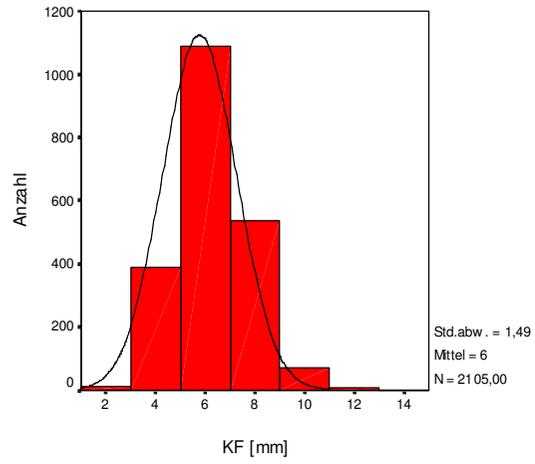
HD



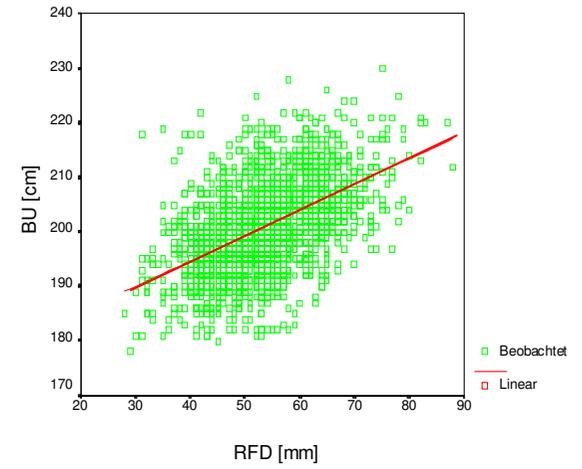
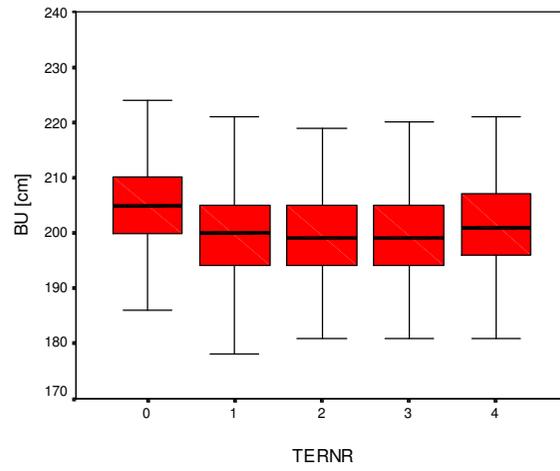
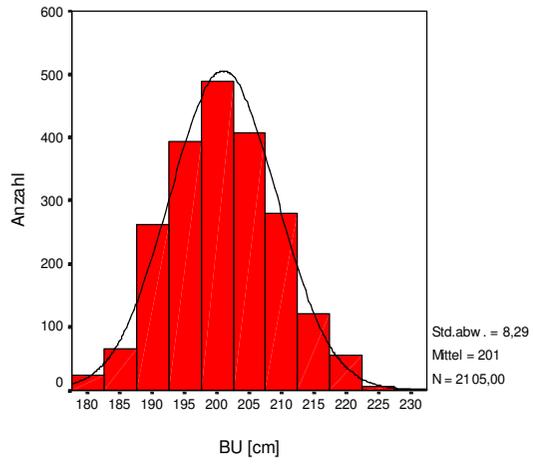
# KD



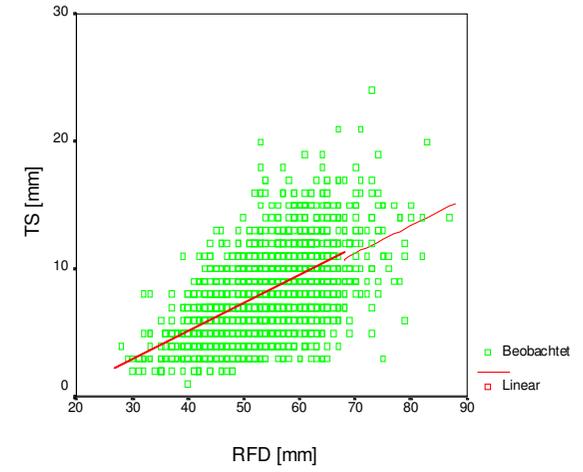
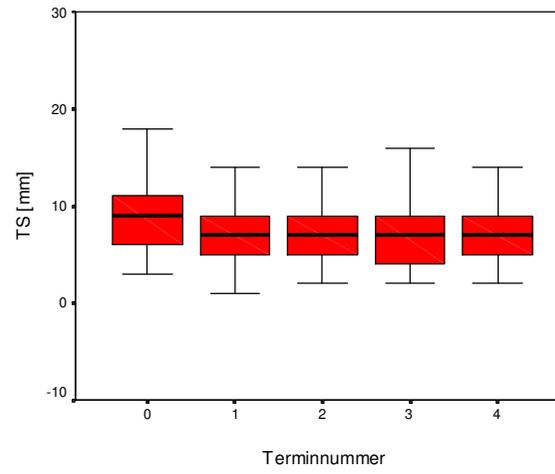
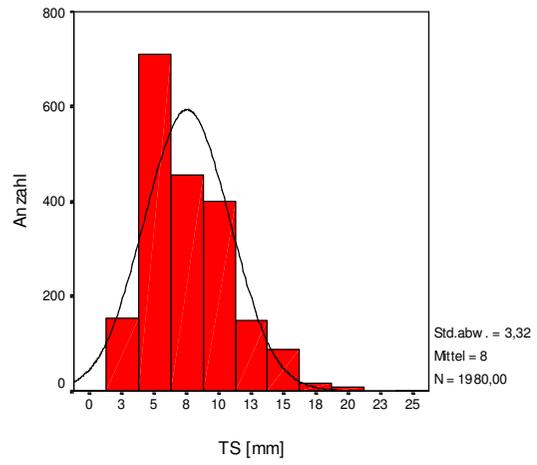
# KF



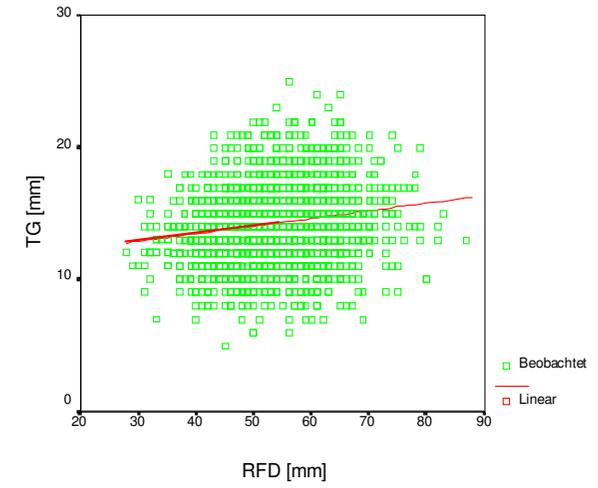
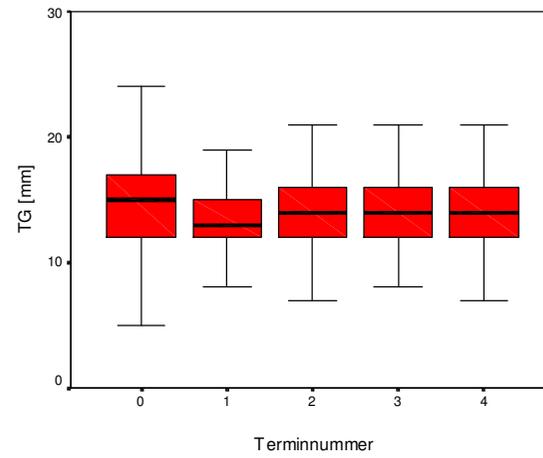
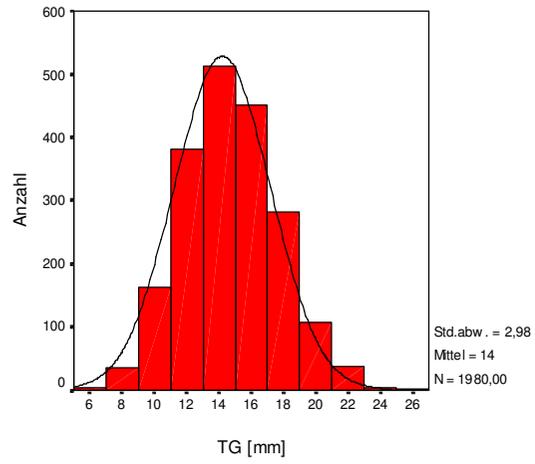
# BU



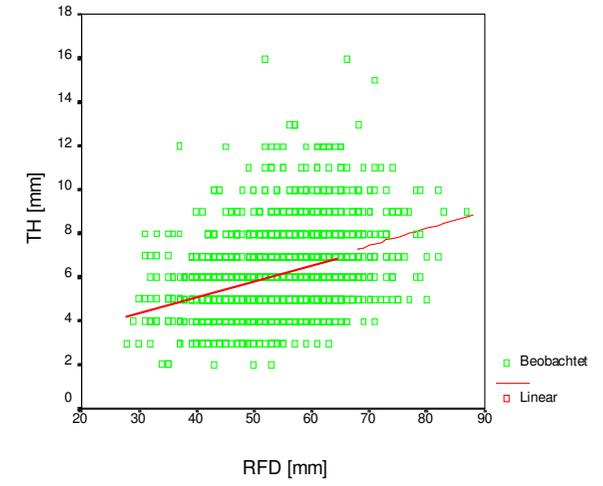
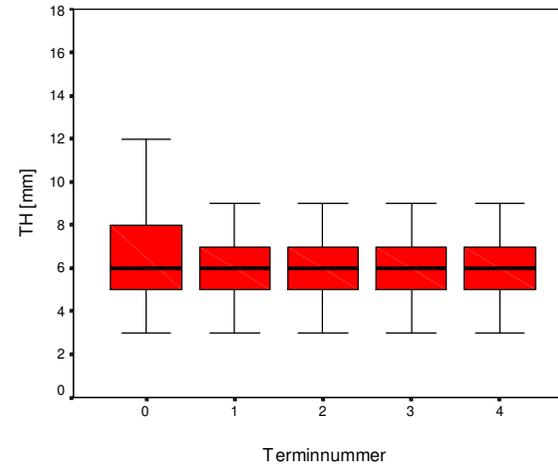
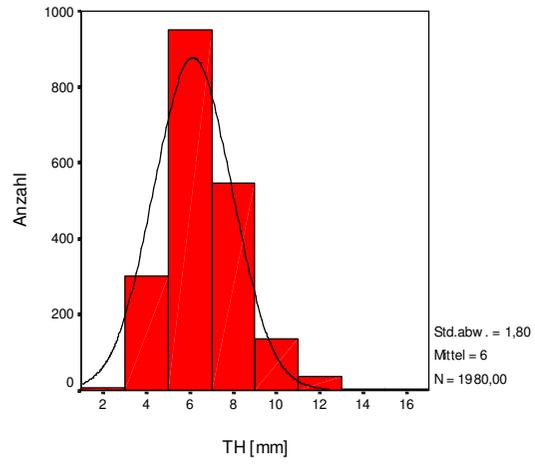
# TS



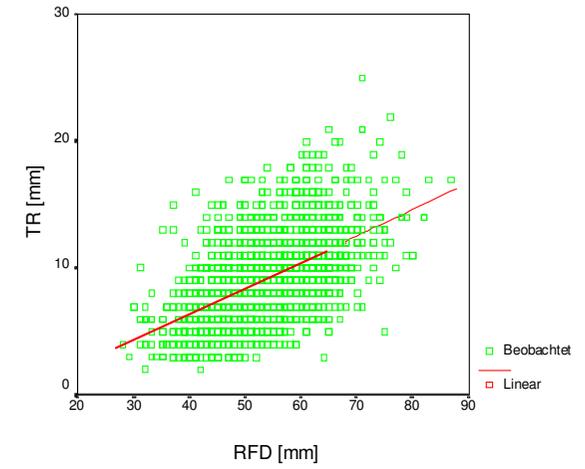
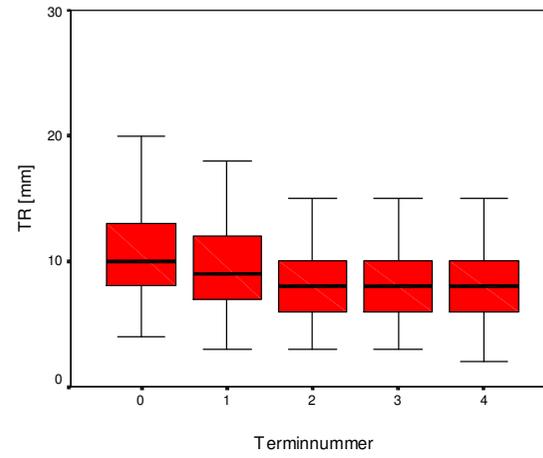
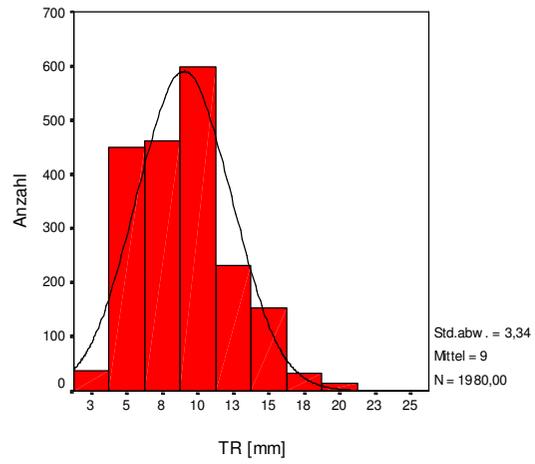
# TG



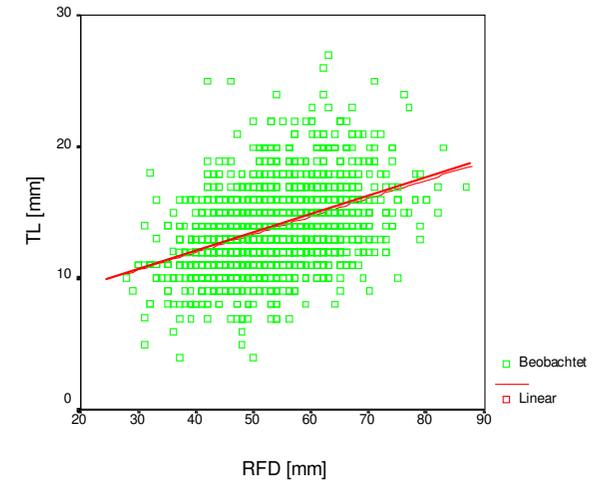
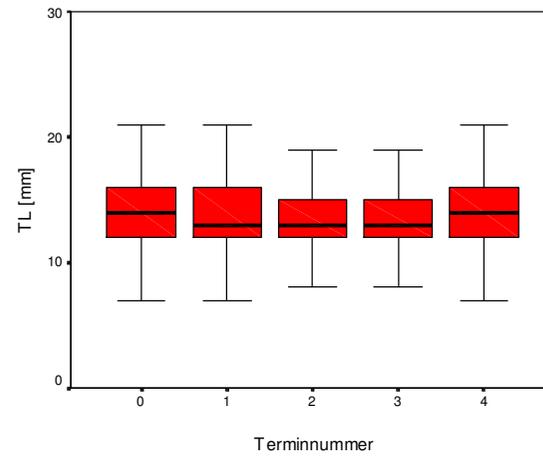
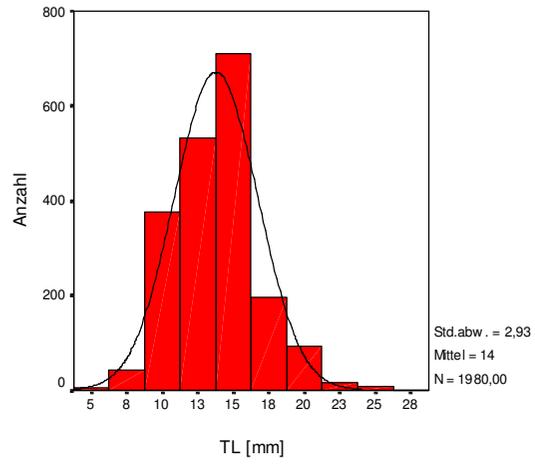
# TH



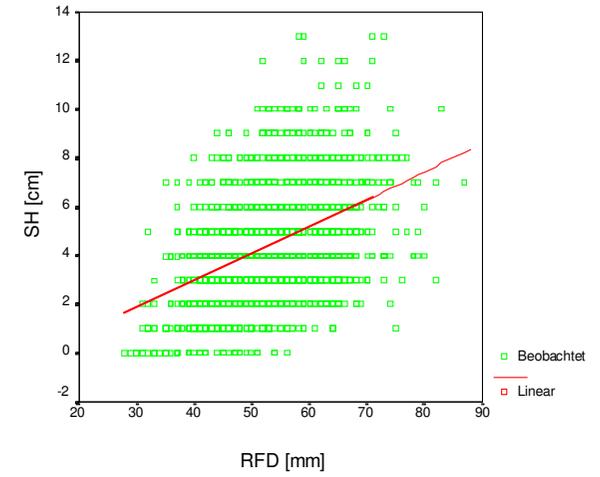
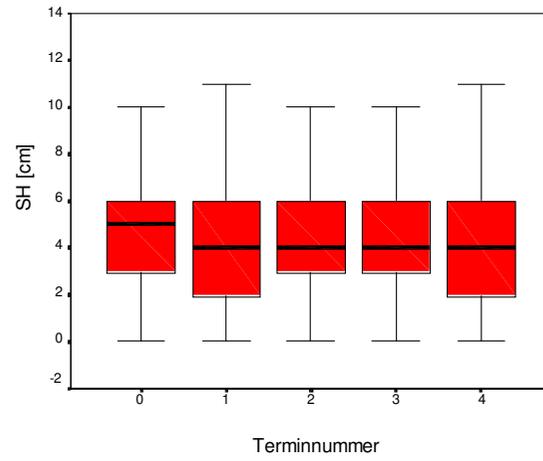
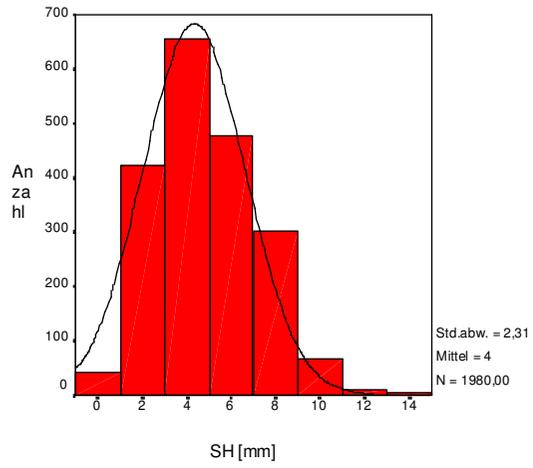
# TR



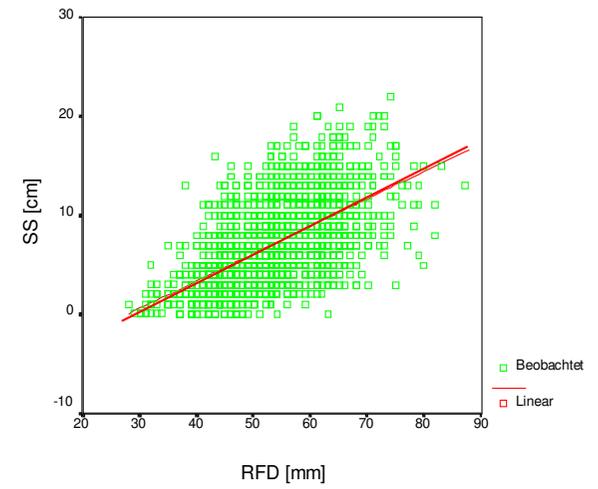
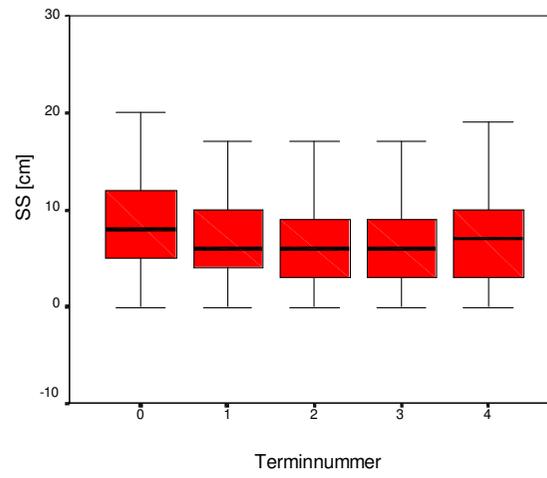
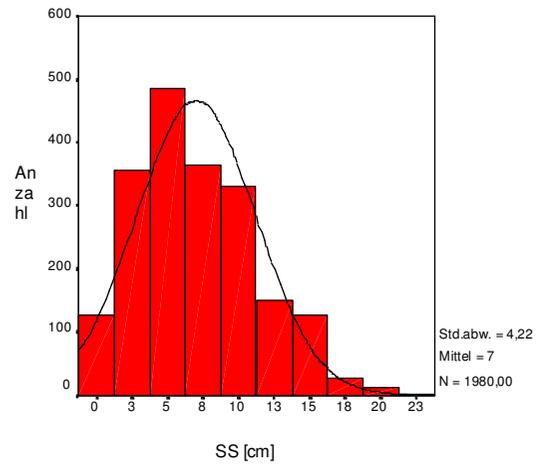
# TL



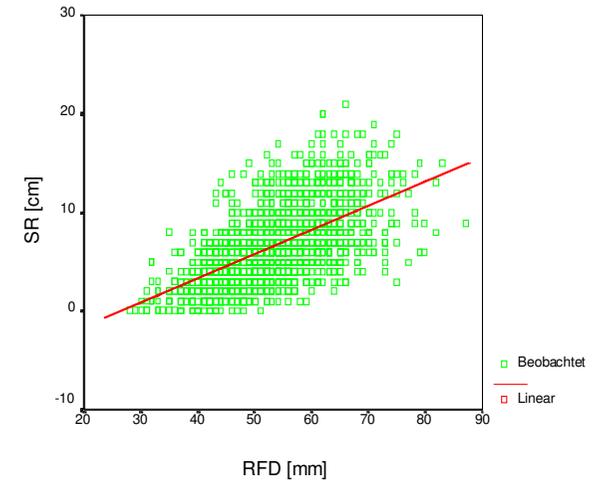
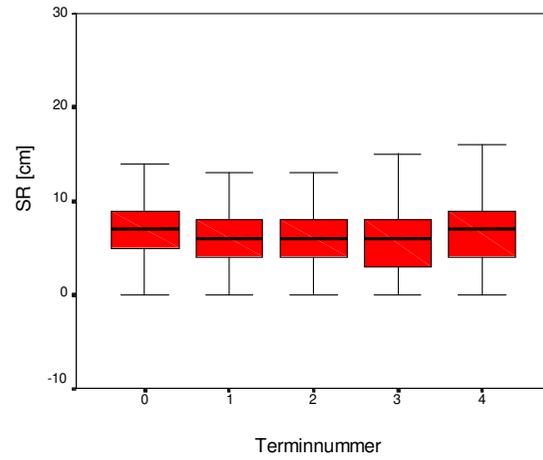
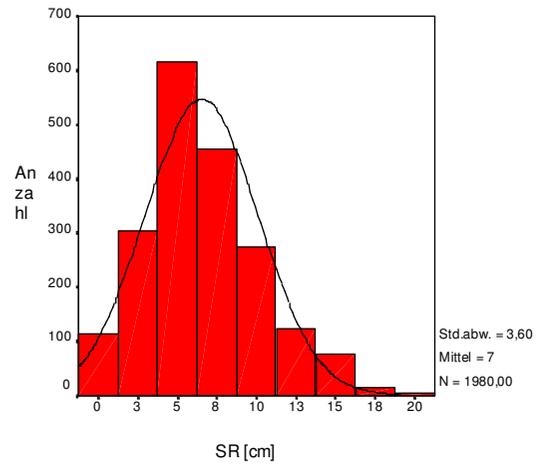
# SH



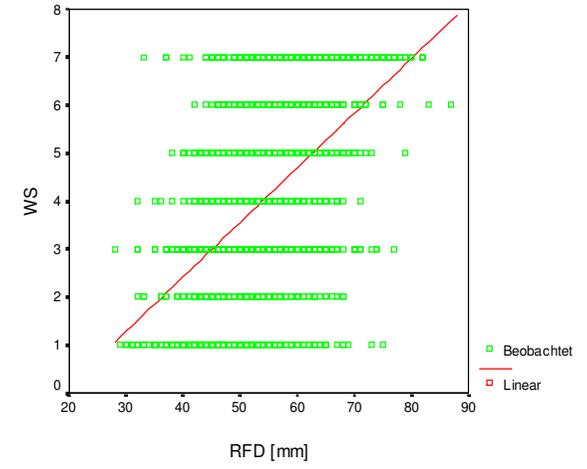
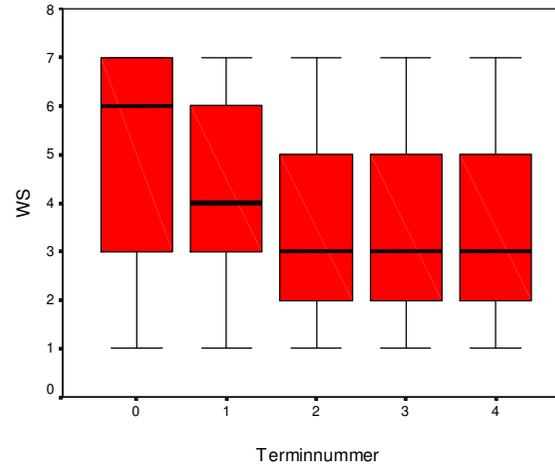
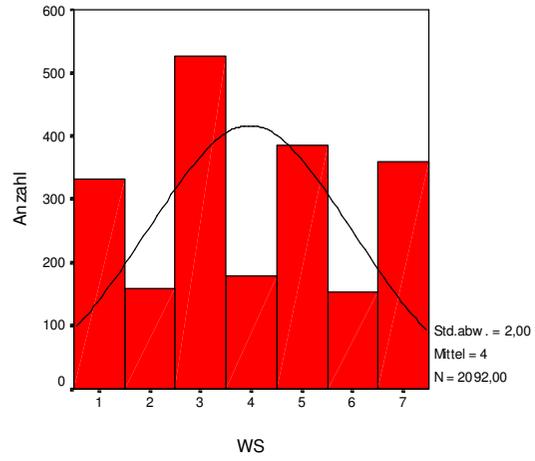
SS



# SR



# WS



### 8.3 Beispiele für verschiedene Körperkonditionen bei Fleckviehkühen

Abbildung 1: schlechte Körperkondition (KKI 2,05)



RFD	37
HD	8
KD	12
BU	196
TS	5
TG	13
TH	3

TR	2
TL	8
SS	2
SH	1
SR	1
RadspS	2
Rpalp	1,75

SAAdspS	2
SAPalp	2
WS	1
BCS1	2,5
BCS2	2,25
BCS3	3,25
BCS4	3

BCS5	1,25
BCS6	1,5
BCS7	1,75
BCS8	1,5
BCS9	1,5

Abbildung 2: mäßige Körperkondition (KKI 3.03)



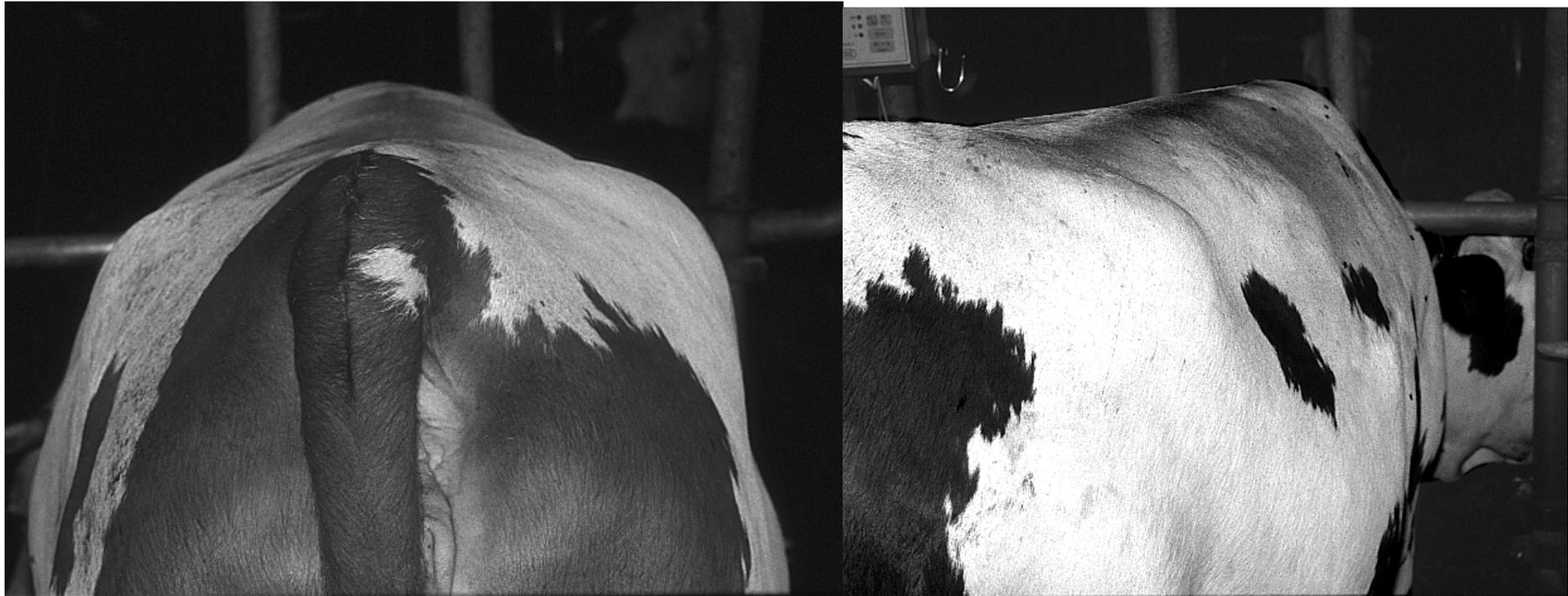
RFD	56
HD	10
KD	15
BU	203
TS	4
TG	15
TH	5

TR	6
TL	14
SS	3
SH	4
SR	6
RadspS	1
Rpalp	3

SAAdspS	4
SAPalp	3
WS	3
BCS1	3,5
BCS2	3,25
BCS3	4,25
BCS4	3,5

BCS5	2,5
BCS6	2,25
BCS7	3
BCS8	2,5
BCS9	2,5

Abbildung 3: gute Körperkondition (KKI 3,97)



RFD	58
HD	8
KD	14
BU	212
TS	8
TG	17
TH	6

TR	12
TL	18
SS	8
SH	7
SR	14
RadspS	2
Rpalp	4,75

SAAdspS	5
SAPalp	4,25
WS	6
BCS1	4
BCS2	4
BCS3	4,75
BCS4	4,5

BCS5	3,25
BCS6	3,75
BCS7	4,25
BCS8	4
BCS9	3,25

Abbildung 4: übermäßige Körperkondition (KKI 4,86)



RFD	78
HD	7
KD	19
BU	225
TS	15
TG	18
TH	7
TR	13

TL	19
SS	20
SH	3
SR	14
RadspS	5
Rpalp	5
SAAdspS	7
SAPalp	5

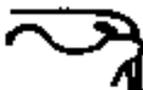
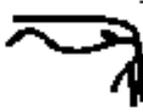
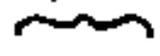
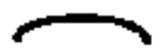
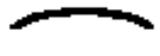
WS	4
BCS1	5
BCS2	5
BCS3	5
BCS4	5
BCS5	4,25
BCS6	5
BCS7	4,5

BCS8	5
BCS9	5



### 8.4 Vorschlag für ein verbessertes BCS-System

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungslinie Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze	Übergang zur Hungergrube
HOCHGRADIG ABGEMÄGERT (kachektisch)	1.00	treten stark hervor, 'sägezahnähnlich'	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar	deutlicher Sims, eingesenkt
	1.50				
KNOCHEN- VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	2.00	einzeln erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 Länge sichtbar	vorstehender Sims
	2.50			1/2 - 1/3 Länge sichtbar	
	3.00	deutlich hervorstehende Rückenlinie		1/3 - 1/4	mäßig vorstehend
KNOCHEN- VORSPRÜNGE GUT ABGEDECKT	3.50	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leicht konkave Linie	< 1/4 sichtbar	kaum vorstehend
	4.00	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	fast waagrecht	Querfortsätze angedeutet	deutliche Leiste, Querforts. nicht einzeln sichtbar
KNOCHEN- VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	4.50			glatte, runde Kante	nicht vorstehend
	5.00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	Kante kaum erkennbar	in Fettauflage verschwunden
HOCHGRADIG VERFETTET	5,5				vorgewölbt
EXTREM VERFETTET	6,0				

Hüfthöcker	Sitzbeinhöcker	Bereich zwischen Hüft- & Sitzbeinhöcker	Bereich zwischen Hüfthöckern	Beckenausgangsgrube
		völliger Fleischverlust	extrem ingesunken	scharf, V-förmig, Knochen stark hervortretend
				
		sehr ingesunken		rund, U-förmig, Knochen hervortretend
		dünne Fleischauflage	deutlich ingesunken	
				erste Anzeichen von Fett
		ingesunken	mäßig ingesunken	angedeutet, Knochen weich
		leicht ingesunken	leicht ingesunken	
		angedeutet	flach	ausgefüllt, Knochen abgerundet
		flach		
		abgerundet	abgerundet	ausgefüllt mit Fettfalten Knochen im Fett ingesunken
				
	NICHT MEHR EINZUORDNEN			



## Danksagung

Mein besonderer Dank richtet sich an Herrn Professor Dr. W. Klee für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Für die Entleihung des Ultraschallgerätes, ohne welches diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre, danke ich Herrn Professor Dr. R. Stolla.

Für seine harte aber konstruktive Kritik bin ich meinem Betreuer Herrn Dr. M. Metzner in besonderem Maß zu Dank verpflichtet.

Für die statistische Beratung geht mein Dank an die Herren Professoren Dr. Osterkorn und Dr. Küchenhoff und ihre Mitarbeiter Herrn Dr. Stanglmeier und Herrn Dipl. Stat. R. Wolf.

Für ihre freundschaftliche Unterstützung und immerwährende Toleranz stehe ich in der Schuld von Herrn Dr. W. Pflug und seiner Gattin Eva Pflug.

Besonderer Dank gebührt den beteiligten Landwirten, die mir ihre Tiere für die Untersuchungen zu Verfügung gestellt haben.