

**Body Condition Scores und biometrische Daten zur  
Abschätzung des Körpergewichtes bei Warmblutpferden**

**Claudia Stephanie Schramme**

Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung der  
Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Lehrstuhl für Tierernährung

Prof. Dr. Ellen Kienzle

**Body Condition Scores und biometrische Daten zur  
Abschätzung des Körpergewichtes bei Warmblutpferden**

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

von  
Claudia Stephanie Schramme  
aus  
Oettingen

München 2003

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. R. Stolla  
Referentin: Univ.-Prof. Dr. E. Kienzle  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. M. Förster

Tag der Promotion: 18. Juli 2003

# **Meinen Eltern**

---

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I. EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>II. SCHRIFTTUM</b>	<b>2</b>
<b>1. Body Condition Scores</b>	<b>2</b>
1.1 Definition	2
1.2 Body Condition Scoring-Systeme	3
1.2.1 Body Condition Scoring beim Pferd	3
1.2.2 Body Condition Scoring beim Rind	8
1.2.3 Body Condition Scoring beim Schaf	15
1.2.4 Body Condition Scoring beim Schwein	17
1.2.5 Body Condition Scoring beim Hund	18
1.2.6 Body Condition Scoring bei der Katze	19
1.3 Optimale Body Condition	20
1.3.1 Fruchtbarkeit	20
1.3.2 Sonstige Leistungsfähigkeit	22
1.3.3 Lebenserwartung	23
<b>2. Weitere semiquantitative und quantitative Bestimmungs- methoden des Körperfettgehalts im Überblick</b>	<b>24</b>
2.1 Biometrische Daten	24
2.2 Messung der Dicke des subkutanen oder des intramuskulären Fettgewebes	25
2.3 Verteilungsverfahren (Indikatorverdünnung)	28
2.4 <sup>40</sup> K-Bestimmung	28
2.5 Neutronenaktivierungsanalyse	29
2.6 Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)	29
2.7 Elektromagnetische Messung (TOBEC)	30
2.8 Absorptiometrische Verfahren	31
2.9 Kernspintomographie (magnetische Kernresonanz, NMR)	32

---

2.10	Hydrodensitometrische Messung (Unterwasserwiegen)	32
2.11	Vergleich der verschiedenen Methoden	33
<b>3.</b>	<b>Biometrische Daten zur Abschätzung des Gewichts</b>	<b>42</b>
3.1	Widerristhöhe	42
3.2	Brustumfang	42
3.3	Körperlänge	43
3.4	Abschätzung des Gewichts	43
<b>III.</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>45</b>
<b>A.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>45</b>
<b>1.</b>	<b>Versuchsplan</b>	<b>45</b>
<b>2.</b>	<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>47</b>
2.1	Erarbeitung eines Body Condition Scoring-Systems für Warmblutpferde	47
2.1.1	Beurteilung von Warmblutpferden nach dem Body Condition Scoring-System von HENNEKE et al. (1983)	47
2.1.2	Anatomische Recherche	49
2.1.3	Ultraschallmessungen	49
2.1.3.1	Allgemeine Beschreibung	49
2.1.3.2	Einzelne Messungen	51
2.1.4	Messung der Gewebedicke über den Rippen mit einer Schublehre (n=169)	51
2.1.5	Bestimmung der Fettschicht über den Rippen und hinter der Schulter mittels Messung der Hautfaltendicke (n=147)	52
2.1.6	Beobachtung von Pferden mit sich ändernder oder aus anderen Gründen erwähnenswerter Body Condition	53
2.1.7	Postmortale Untersuchungen an sechs euthanasierten Pferden	54
2.1.8	Abschätzung der Dicke der subkutanen Fettschicht am Hals	55
2.1.9	Ausarbeitung eines neuen Systems zur Beurteilung der Body Condition des Reitpferds	56

---

2.1.10	Prüfung der Reproduzierbarkeit des neuen Systems durch verschiedene Personen	56
2.2	Schätzung des Körpergewichts anhand leicht messbarer Parameter	57
2.2.1	Biometrische Daten und Body Condition Score	57
2.2.1.1	Beschreibung der Messungen	57
2.2.1.2	Auswahl der Messungen	60
2.2.2	Körpergewicht	60
2.2.3	Pferdematerial	60
2.2.4	Statistische Auswertung zur Zuordnung von Maßen, BCS und Gewicht	61
2.2.5	Erprobung der neuen Gleichung	61
<b>B.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>62</b>
<b>1.</b>	<b>Body Condition Scoring-System für Warmblutpferde</b>	<b>62</b>
1.1	Beurteilung nach dem System von HENNEKE et al. (1983)	62
1.2	Anatomische Recherche	63
1.3	Ultraschallmessungen	65
1.4	Messung der Gewebedicke über den Rippen mit einer Schublehre	67
1.5	Messung der Hautfaltendicke	67
1.6	Beobachtung von Pferden mit sich ändernder Body Condition	69
1.7	Beschreibung von Pferden mit besonderer Body Condition	72
1.8	Postmortale Untersuchungen an sechs euthanasierten Pferden	73
1.9	Messung der subkutanen Fettschicht am Hals	77
1.10	Neues System zur Beurteilung der Body Condition	78
1.11	Überprüfung des neuen Systems	92
1.12	Reproduzierbarkeit des neuen Systems	93
<b>2.</b>	<b>Neues System zur Abschätzung des Gewichts</b>	<b>95</b>
2.1	Wiederholbarkeiten und Auswahl der Biometrischen Messungen	95
2.2	Statistische Auswertung	98
2.3	Überprüfung der neuen Gleichung zur Abschätzung des Gewichts	100

---

<b>IV.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>102</b>
<b>1.</b>	<b>Body Condition Scoring-System für Warmblutpferde</b>	<b>102</b>
1.1	Auswahl der Methoden zur Abschätzung des Fettgehalts	102
1.1.1	Indirekte Bestimmung des Körperfetts	102
1.1.2	Messungen zur direkten Bestimmung des Körperfetts	103
1.1.2.1	Bestimmung des gesamten Körperfetts	103
1.1.2.2	Bestimmung des subkutanen Fettgewebes	103
1.1.2.3	Body Condition Scoring im Vergleich zu anderen Methoden zur Abschätzung des Fettgehalts	109
1.2	Entwicklung eines Body Condition Scoring-Systems für Warmblutpferde	111
1.2.1	Kritik der bestehenden Systeme	111
1.2.2	Bewertung der Body Condition	113
1.2.3	Beschreibung der einzelnen Körperregionen	114
1.2.3.1	Bewertung des Halses	114
1.2.3.2	Bewertung der Schulterregion	115
1.2.3.3	Bewertung von Widerrist, Rücken und der Kruppe	116
1.2.3.4	Bewertung der Brustwand	117
1.2.3.5	Bewertung der Hüfte	117
1.2.3.6	Bewertung des Schweifansatzes	118
1.2.3.7	Bewertung des Bauches	118
1.2.4	Bewertung des Systems	119
1.2.5	Vorschlag für idealen BCS	120
1.2.6	Grenzen des Systems	121
<b>2.</b>	<b>Abschätzung des Gewichts</b>	<b>122</b>
2.1	Auswahl der Messungen	122
2.2	Genauigkeit der Abschätzung	123
<b>V.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>127</b>
<b>VI.</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>130</b>

---

<b>VII. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>133</b>
<b>VIII. ANHANG</b>	<b>144</b>
1. Tabellen	144
2. Abbildungen	166
<b>IX. DANKSAGUNG</b>	<b>172</b>
<b>X. LEBENSLAUF</b>	<b>173</b>

## Verzeichnis der Tabellen

<b>Tabellen</b>		<b>Seite</b>
<b>Tab. 1:</b>	Einteilung der Body Condition nach dem prozentualen Körperfettgehalt von MURRAY (1919)	2
<b>Tab. 2:</b>	Body Condition Scoring-System für Pferde von HENNEKE et al. (1983)	4
<b>Tab. 3:</b>	Body Condition Scoring-System für Pferde von CARROLL & HUNTINGTON (1988)	5
<b>Tab. 4:</b>	Body Condition Scoring-System für Pferde von MARTIN-ROSSET (1990)	6
<b>Tab. 5:</b>	Body Condition Scoring-System für Pferde von WRIGHT et al. (1998)	7
<b>Tab. 6:</b>	Body Condition Scoring-System für Milchkühe von WILDMAN et al. (1982)	9
<b>Tab. 7:</b>	Body Condition Scoring-System für Milchkühe von FERGUSON et al. (1994)	10
<b>Tab. 8:</b>	Body Condition Scoring-System für Herefordkühe von WAGNER et al. (1988)	11
<b>Tab. 9:</b>	Body Condition Scoring-System für Fleischrinder von HARDIN (1990)	13
<b>Tab. 10:</b>	Body Condition Scoring-System für Fleckviehrinder von SCHÄFERS (2000)	14
<b>Tab. 11:</b>	Body Condition Scoring-System für Schafe von RUSSEL et al. (1969)	16
<b>Tab. 12:</b>	Einteilung für Schweine von JOHNSTON et al. (1987)	17
<b>Tab. 13:</b>	Body Condition Scoring-System für Hunde von LAFLAMME (2001)	18
<b>Tab. 14:</b>	Body Condition Scoring-System für Katzen von LAFLAMME (2001)	19
<b>Tab. 15:</b>	Zusammenhang zwischen BCS und Dauer bis zum ersten Östrus post partum beim Fleischrind (HARDIN, 1990)	21
<b>Tab. 16:</b>	Vergleich verschiedener Methoden zur Messung von Vorratsfett am lebenden Tier	34
<b>Tab. 17:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Pferd, vergleichend	35
<b>Tab. 18:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Rind, vergleichend	36
<b>Tab. 19:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Schaf, vergleichend	38
<b>Tab. 20:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Schwein, vergleichend	38
<b>Tab. 21:</b>	Genauigkeit von Ultraschallmessungen zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Hund	39
<b>Tab. 22:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts bei der Katze, vergleichend	39
<b>Tab. 23:</b>	Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Menschen, vergleichend	39
<b>Tab. 24:</b>	Multiple Regressionsgleichungen für die Abschätzung des Fettgehalts im Körper bei verschiedenen Spezies	40

<b>Tab. 25:</b>	Multiple Regressionsgleichungen für die Abschätzung der fettfreien Masse im Körper bei verschiedenen Spezies	41
<b>Tab. 26:</b>	System nach HENNEKE et al. (1983), in die verschiedenen Körperregionen aufgeteilt	48
<b>Tab. 27:</b>	Fettdicke auf der Kruppe (2), mit Ultraschall gemessen	65
<b>Tab. 28:</b>	Ergebnisse der zwei Messungen auf der Kruppe (2) an zwei Pferden	65
<b>Tab. 29:</b>	Messung vor und nach Ausscheren der Messstelle	66
<b>Tab. 30:</b>	Ultraschallmessungen und direkte Messungen der Fettdicke	66
<b>Tab. 31:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit der Messung der Gewebedicke über der 12., 14., 16. und 18. Rippe durch Doppelmessungen (n=15)	67
<b>Tab. 32:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit der Hautfaltenmessung über der 13. und 16. Rippe durch Doppelmessungen (n=15)	68
<b>Tab. 33:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit der Hautfaltenmessung hinter dem Ellbogen und hinter der Trizepsmuskulatur durch Doppelmessungen (n=15)	68
<b>Tab. 34:</b>	Messung der subkutanen Fettschicht am Hals, Dicke in mm	73
<b>Tab. 35:</b>	Fettdicke in mm über der Trizepsmuskulatur, auf halber Höhe des Brustkorbs	73
<b>Tab. 36:</b>	Fettdicke in mm über der 6. Rippe, ventral der höchsten Stelle des Widerristes, 25 cm lateral der Medianen	74
<b>Tab. 37:</b>	Fettdicke in mm über der 6. Rippe, ventral der höchsten Stelle des Widerristes, auf halber Höhe des Brustkorbs	74
<b>Tab. 38:</b>	Fettdicke in mm über der 7. Rippe, ventral des Kaudalendes des Widerristes, 25 cm lateral der Medianen	74
<b>Tab. 39:</b>	Fettdicke in mm über der 7. Rippe, ventral des Kaudalendes des Widerristes, auf halber Höhe des Brustkorbs	74
<b>Tab. 40:</b>	Fettdicke in mm über der 9. Rippe, am kaudalen Ende des kranialen Drittels der Sattellage	74
<b>Tab. 41:</b>	Fettdicke in mm über der 11. Rippe, auf halber Höhe des Brustkorbs	75
<b>Tab. 42:</b>	Fettdicke an der Brustwand	75
<b>Tab. 43:</b>	Fettdicke in mm auf der Kruppe, 8 mm lateral der Medianen	75
<b>Tab. 44:</b>	Fettdicke in mm auf der Kruppe, 20 cm lateral der Medianen	75
<b>Tab. 45:</b>	Fettdicke in mm am Schweifansatz, direkt kranial des Übergangs zum Schweif, 8 cm lateral der Medianen	76
<b>Tab. 46:</b>	Messung der subkutanen Fettschicht im Bereich der Linea alba, 5 cm kranial des Nabels, Dicke in mm	76
<b>Tab. 47:</b>	Fettdicke in mm über dem Tuber coxae, an Pferd 5 gemessen	76
<b>Tab. 48:</b>	Fettdicke in mm 10 cm dorsal des Tuber ischiadicum	76
<b>Tab. 49:</b>	Hautdicke an verschiedenen Körperstellen bei 6 Pferden	76
<b>Tab. 50:</b>	Ergebnisse der Doppelmessungen der Kammfetthöhe in cm bei aufrechter entspannter gerader Kopfhaltung A1, A2) im Vergleich zu den Ergebnissen bei gesenkter Kopfhaltung (G1, G2) (n=17);	78
<b>Tab. 51:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für das Bandmaß	95
<b>Tab. 52:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für das Stockmaß	95
<b>Tab. 53:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für den Brustumfang	95
<b>Tab. 54:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für die Körperlänge	96
<b>Tab. 55:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für den Körperumfang	96

<b>Tab. 56:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für die Halslänge	97
<b>Tab. 57:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für den Halsumfang	97
<b>Tab. 58:</b>	Prüfung der Wiederholbarkeit für den Röhrebeinumfang	97
<b>Tab. 59:</b>	Mittelwerte, Standardabweichungen und minimale und maximale Werte von Gewicht, biometrischen Messungen und BCS von 181 Pferden	98
<b>Tab. 60:</b>	Korrelationen zwischen Messungen und dem Gewicht, ausgedrückt durch den Korrelationskoeffizienten (r)	98
<b>Tab. 61:</b>	Partielle Regressionskoeffizienten und multiples Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) für multiple Regressionsgleichungen zur Abschätzung des Gewichts	99
<b>Tab. 62:</b>	In der Literatur angegebene Fettdicken für verschiedene Tierarten	104
<b>Tab. 63:</b>	Mit Ultraschall gemessene mittlere Fettdicken in mm in verschiedenen Versuchen (WESTERVELT et al., 1976)	105
<b>Tab. 64</b>	Einseitige Zusammenfassung des in dieser Arbeit entwickelten Body Condition Score Systems für Warmblutpferde	129
<b>Tab. 65</b>	One-page summary of the body condition score system for standardbred horses developed in this study	132

**Verzeichnis der Abbildungen**

<b>Abbildungen</b>		<b>Seite</b>
<b>Abb. 1:</b>	Abschätzung des Gewichts durch die Formel $KG = BU^2 * KL / 11900$ (n=75)	44
<b>Abb. 2:</b>	Versuchsplan für die Entwicklung eines BCS-Systems für Warmblutpferde	46
<b>Abb. 3:</b>	Messstellen der Ultraschalluntersuchungen am Schweifansatz und auf der Kruppe	50
<b>Abb. 4:</b>	Darstellung der biometrischen Messungen	59
<b>Abb. 5:</b>	Mittlere Body Condition Scores nach dem System von HENNEKE et al. (1983); n = 40; $\mu = 5,9$ ; $\sigma = 1,0$	62
<b>Abb. 6:</b>	Ultraschallbild der Messung am Schweifansatz gemessene Dicke der subkutanen Fettschicht: 2,06 cm	66
<b>Abb. 7:</b>	„Episode“ mit BCS 1	70
<b>Abb. 8:</b>	„Episode“ mit BCS 7	70
<b>Abb. 9:</b>	Knochenpunkte an Becken und Wirbel, modifiziert nach NICKEL et al. (1984)	90
<b>Abb. 10:</b>	Knochenpunkte am Skelett, modifiziert nach NICKEL et al. (1984)	91
<b>Abb. 11:</b>	Mittlere Body Condition Scores nach dem neuen System; n = 95; $\mu = 5,9$ ; $\sigma = 0,5$	92
<b>Abb. 12:</b>	Vergleich der Bewertungen durch 5 unabhängigen Personen nach dem neuen System und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) mit der eigenen Bewertung; n = 12	94
<b>Abb. 13:</b>	Vergleich der Bewertungen durch 6 unabhängigen Personen nach dem neuen System und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) mit der eigenen Bewertung; n = 7	94
<b>Abb. 14:</b>	Korrelation zwischen geschätztem und realem Gewicht bei 181 adulten Warmblutpferden	99
<b>Abb. 15:</b>	Abschätzung des Gewichts durch die neue Gleichung an Warmblutpferden	100
<b>Abb. 16:</b>	Abschätzung des Gewichts durch die neue Formel	101
<b>Abb. 17:</b>	Korrelation zwischen der Bewertung aller Körperregionen und abschließlicher Bewertung von Rücken und Schweifansatz	113
<b>Abb. 18:</b>	Abweichungen der Bewertungen nach den verschiedenen Systemen in Abhängigkeit vom BCS an 19 Pferden	120
<b>Abb. 19:</b>	Abschätzung des Gewichts nach der Gleichung $KG = BU^2 * KL/11900$	124
<b>Abb. 20:</b>	Abschätzung des Gewichts durch die Gleichung $KG = -1160 + 2,594*BM + 1,336*BU + 1,538*KU + 6,226*RB + 1,487*HU + 13,63*BCS$	125
<b>Abb. 21:</b>	Abschätzung des Gewichts durch die Gleichung $KG = -854 + 2,753*KU + 2,456*HU$	126
<b>Abb. I bis XXII</b>	Abbildungsanhang	166

---

## Verzeichnis der Abkürzungen

BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
BU	Brustumfang
DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
DPA	Dual Photon Absorptiometry
FS	Fettschicht
HM	Hautmuskel
HU	Halsumfang
ICR	Interkostalräume
in	inches
KG	Körpergewicht
KL	Körperlänge
KU	Körperumfang
lb	englische Pfund
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
n	Umfang einer Stichprobe
NMR	Kernspintomographie
r	Pearsonscher Korrelationskoeffizient
$r^2$	Bestimmtheitsmaß
R	Resistanz
RB	Röhrbeinumfang
Z	Reaktanz
$\mu$	Mittelwert
$\sigma$	Standardabweichung
-	nicht durchgeführt (in Tabellen)

## I. EINLEITUNG

Mit zunehmender Unerfahrenheit der Pferdehalter, aber auch durch traditionsbewusste „Betriebsblindheit“, kommt es in der Praxis häufig zu Fehleinschätzungen des Ernährungszustandes und des Körpergewichts beim Pferd. Ein „Heubauch“ wird oftmals als Übergewicht eingestuft, während andererseits erhebliche Fettdepots als rasse-, nutzungs- oder geschlechtstypisch empfunden werden. Da keine standardisierten Normalgewichte vorliegen, ist eine Objektivierung des Ernährungszustandes durch Wiegen nur möglich, wenn man über längere Zeit hinweg den Verlauf von Gewichtsveränderungen beobachtet. Deshalb bietet sich hierfür das Body Condition Scoring an, eine adspektorische und palpatorische Methode zur semi-quantitativen Abschätzung der oberflächlich liegenden Fettdepots. HENNEKE et al. (1983) erarbeiteten ein entsprechendes System für Quarterhorses. Sofern dieses System in der Praxis auch für andere Rassen angewandt werden soll, werden regelmäßig von Tierbesitzern die folgenden Fragen gestellt:

- Wie ist ein Hengsthals einzuordnen?
- Sind verschiedene Rassen unterschiedlich zu beurteilen, z.B. passt das System von HENNEKE et al. (1983) auch an den Hüfthöckern von Warmblutpferden?
- Welche Rolle spielt der Trainingszustand und damit die Ausprägung der Muskulatur?
- Ist eine gespaltene Kruppe immer ein Zeichen von Übergewicht?
- Wie sind alte Pferde einzuordnen?

Im Hinblick auf diese Fragen wurde in der vorliegenden Arbeit das System von HENNEKE et al. (1983), insbesondere für die einheimischen Warmblutpferde, überarbeitet.

Im Zuge dieser Arbeit wurde eine große Anzahl von Pferden vermessen und gewogen. Daher bot es sich an, zu prüfen, ob auch die bestehenden Schätzformeln für das Körpergewicht des Pferdes anhand von Körpermaßen verbessert werden können.

## II. SCHRIFTTUM

### 1. Body Condition Scores

#### 1.1. Definition

„Body Condition“ bedeutet das Verhältnis von Fettmasse zu fettfreier Masse im Körper eines lebenden Tieres (MURRAY, 1919) und ist ein Maß für das Vorratsfett im Körper eines Tieres (HENNEKE et al., 1983).

Die deutsche Übersetzung „Körperkondition“ wird meist eher als Beschreibung des Trainingszustandes als des Ernährungszustandes gebraucht. Um Missverständnissen vorzubeugen, wurde in dieser Arbeit daher der englische Begriff verwendet.

Die Beurteilung der Body Condition durch Adspektion und Palpation bestimmter Körperstellen oder Body Condition Scoring ist ein nützliches Instrument, um die Menge an gespeichertem Fett abzuschätzen (FERGUSON et al., 1994). Es handelt sich um ein subjektives, halbquantitatives Verfahren, bei welchem äußerlich zugängliche bzw. sichtbare Fettdepots, wie z.B. subkutanes Fett, beurteilt werden. Außerdem geht die von außen sichtbare Muskulatur in die Beurteilung ein.

Je nach Body Condition wird dem beurteilten Tier eine Punktzahl zugeteilt, der Body Condition Score (BCS). Für die Einteilung gibt es verschiedene Body Condition Scoring-Systeme für die verschiedenen Tierarten.

MURRAY (1919) schlug eine Einteilung der Body Condition in neun Stufen vor, die in Tabelle 1 dargestellt ist.

**Tabelle 1:** Einteilung der Body Condition nach dem prozentualen Körperfettgehalt von MURRAY (1919)

Körperfett	< 5%	5 bis 10%	10 bis 15%	15 bis 20%	20 bis 25%	25 bis 30%	30 bis 35%	35 bis 40%	40 bis 45%
Body Condition	Sehr mager	Mager	Vorrat	Guter Vorrat	Halb fett	Mäßig fett	Fett	Bedeutend	Sehr fett

---

## 1.2. Body Condition Scoring-Systeme

### 1.2.1 Body Condition Scoring beim Pferd

- **System von HENNEKE et al. (1983)**

Es gibt mehrere verschiedene Systeme zur Beurteilung der Body Condition des Pferdes. Das geläufigste System wurde von HENNEKE et al. (1983) an 20 adulten Quarterhorse-Stuten entwickelt, um den Einfluss der Body Condition auf Reproduktionsleistungen zu untersuchen. Die Pferde wurden nach Adspektion und Palpation der Fettschicht an verschiedenen Körperregionen auf einer Skala von 1 bis 9 eingeteilt, wobei 1 extrem abgemagert und 9 extrem fett bedeutete (Tabelle 2).

- **System von CARROL & HUNTINGTON (1988)**

CARROL & HUNTINGTON (1988) entwickelten im Rahmen ihrer Arbeit über die Abschätzung des Körpergewichts ein Body Condition Scoring-System für Pferde verschiedener Rassen, u. a. für Vollblut- und Warmblutpferde und für Ponys. Dabei teilten sie die Pferde auf einer 6-Punkte-Skala von 0 (kachektisch) bis 5 (adipös) ein (Tabelle 3). Die Bewertung für das Becken sollte um einen halben Punkt angepasst werden, wenn sie um mindestens einen Punkt von der des Rückens oder des Halses abwich.

Die Bewertungen von 30 Pferden durch einen der Autoren korrelierten gut mit denen einer anderen Person. Bei 65% der Pferde stimmten die Bewertungen der Pferde überein, die maximale Differenz betrug einen halben Punkt.

**Tabelle 2:** Body Condition Scoring-System für Pferde von HENNEKE et al. (1983)

<b>BCS</b>	<b>Beschreibung</b>
1. Ausgehungert	Abgemagert. Vorstehende Dornfortsätze, Rippen, Schweifansatz, Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker. Knochenstrukturen an Widerrist, Schultern und Hals erkennbar. Kein Fettgewebe fühlbar.
2. Sehr dünn	Abgemagert. Dünne Fettschicht bedeckt Basis der Dornfortsätze. Querfortsätze der Lendenwirbel fühlen sich abgerundet an. Dornfortsätze, Rippen, Schweifansatz und Hüft- und Sitzbeinhöcker vorstehend. An Widerrist, Schultern und Hals sind Knochenstrukturen schwach erkennbar.
3. Dünn	Fettschicht reicht über die halbe Höhe der Dornfortsätze, Querfortsätze sind nicht fühlbar. Dünne Fettschicht über den Rippen. Dornfortsätze und Rippen gut zu sehen. Schweifansatz vorstehend, aber optisch können keine einzelnen Wirbel abgegrenzt werden. Die Hüfthöcker erscheinen abgerundet, aber leicht erkennbar. Sitzbeinhöcker nicht abzugrenzen. Widerrist, Schultern und Hals markiert.
4. Mäßig dünn	Kontur des Rückgrats noch leicht erkennbar, Kontur der Rippen leicht durchscheinend. Schweifansatz je nach Körperbau vorstehend, in der Umgebung ist Fettgewebe fühlbar. Hüfthöcker nicht klar erkennbar. Widerrist, Schultern und Hals nicht offensichtlich dünn.
5. Normal	Rücken ist eben. Rippen können optisch nicht unterschieden werden, sind aber gut zu fühlen. Fett um Schweifansatz beginnt sich leicht schwammig anzufühlen. Dornfortsätze am Widerrist erscheinen abgerundet. Schultern und Hals gehen fließend in den Rumpf über.
6. Mäßig dick	Leichte Rinne entlang des Rückens möglich. Fett über den Rippen fühlt sich schwammig an. Fett um den Schweifansatz fühlt sich weich an. Seitlich an Widerrist und Hals sowie hinter den Schultern beginnt Fettansatz.
7. Dick	Rinne am Rücken möglich. Einzelne Rippen fühlbar, aber Interkostalräume füllen sich fühlbar mit Fett. Fett um Schweifansatz ist weich. Sichtbare Fettdepots am Widerrist, hinter den Schultern und am Hals.
8. Fett	Rinne am Rücken. Rippen sind schwierig zu fühlen. Fett um Schweifansatz sehr weich. Gebiet um den Widerrist und hinter der Schulter mit Fett ausgefüllt. Deutliche Verfettung am Hals. Fettansatz an Innenseite der Hinterbacken.
9. Extrem fett	Deutliche Rinne am Rücken. Fettwülste über den Rippen, um den Schweifansatz, entlang des Widerristes, hinter den Schultern und entlang des Halses. Fettpolster an der Innenseite der Hinterbacken reiben möglicherweise aneinander. Flanken fließend ausgefüllt.

**Tabelle 3:** Body Condition Scoring-System für Pferde von CARROLL & HUNTINGTON (1988)

<b>BCS</b>	<b>Hals</b>	<b>Rücken und Rippen</b>	<b>Becken</b>
0 sehr dünn	Deutlicher <sup>a</sup> Hirschhals; an der Basis dünn und schlaff	Haut straff über den Rippen; Dornfortsätze scharf und einfach zu sehen	Eckiges Becken – Haut straff; Tiefe Höhle unter Schweif und jeder Seite der Kruppe
1 dünn	<sup>a</sup> Hirschhals; an der Basis dünn und schlaff	Rippen einfach zu sehen; Haut auf jeder Seite des Rückgrats eingefallen; Dornfortsätze deutlich definiert	Kruppe eingefallen, aber Haut weich; Becken und Hüfte gut definiert; tiefe Einziehung unter Schweif
2 mäßig	Dünn aber kräftig	Rippen gerade noch zu sehen; Rückgrat gut bedeckt; Dornfortsätze fühlbar	Hüfte auf jeder Seite des Rückgrats flach; Kruppe gut definiert, einiges Fett; leichte Höhle unter Schweif
3 gut	Kein Kamm (außer bei Hengsten); starker Hals	Rippen gerade bedeckt – einfach zu fühlen; keine Rinne entlang des Rückens; Dornfortsätze bedeckt, aber fühlbar	Von Fett bedeckt und abgerundet; keine Rinne; Becken einfach zu fühlen
4 dick	Leichter Kamm; breit und kräftig	Rippen gut bedeckt – nur mit starkem Druck fühlbar; Rinne entlang des Rückgrats	Rinne zur Schweifwurzel; Becken durch weiches Fett bedeckt – nur mit starkem Druck fühlbar
5 sehr fett	Deutlicher Kamm; sehr breit und kräftig; Speckfalten	Rippen auch mit starkem Druck nicht fühlbar; tiefe Rinne; Rücken breit und flach	Tiefe Rinne zur Schweifwurzel; Haut gespannt; Becken begraben – nicht fühlbar

<sup>a</sup>Englisch „ewe neck“

- **System von MARTIN-ROSSET (1990)**

Das System von MARTIN-ROSSET (1990) berücksichtigt nur zwei Körperregionen, nämlich die Brustwand und den Schweifansatz. Auch hier werden die Pferde auf einer 6-Punkte-Skala von 0 bis 5 eingeteilt (Tabelle 4).

MIRAGLIA et al. (1998) bewerteten in ihrer Studie Pferde nach diesem System und führten zur Kontrolle Ultraschallmessungen an den beiden beschriebenen Stellen durch (siehe Tabelle 17).

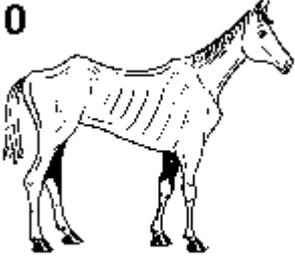
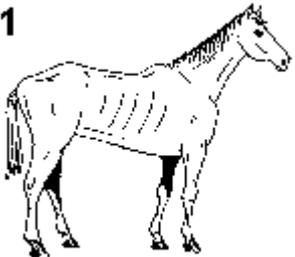
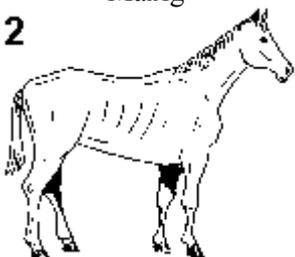
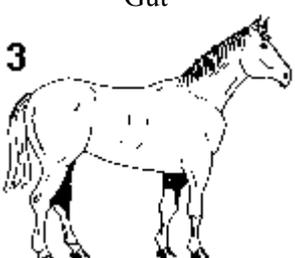
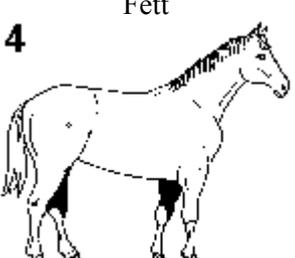
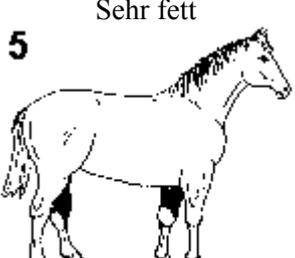
- **System von WRIGHT (1998)**

Auch WRIGHT (1998) teilte die Pferde auf einer 6-Punkte-Skala von 0 (sehr dünn) bis 5 (sehr fett) ein (Tabelle 5). Das System stützte sich auf das von CARROL & HUNTINGTON (1988) und auf das von HENNEKE (1983) und wurde für das Herdenmanagement bei Pferden verschiedener Rassen entworfen.

**Tabelle 4:** Body Condition Scoring-System für Pferde von MARTIN-ROSSET (1990)

<b>BCS</b>	<b>Stadium der Verfettung</b>	<b>Region des oberen Viertels des Rückens von der 10. bis zur 14. Rippe</b>	<b>Schweifansatzregion, 5 cm lateral des Schweifansatzes</b>
0	abgemagert	Haut gespannt und nicht verschieblich, Rippenregion „trocken“	Haut anliegend Faltenbildung schwierig
1	mager	Haut gespannt und nicht verschieblich Rippen treten hervor	Haut gespannt Faltenbildung möglich
2	ungenügend	Haut weich Rippen noch deutlich sichtbar	Haut abhebbar Leichte Fettdepots erkennbar
3	gut	Die Haut rollt zwischen Hand und Knochen, Einziehungen zwischen den Rippen	Haut weich Fettablagerungen
4	dick	Keine Einziehungen zwischen den Rippen	Haut weich Deutliche Fettablagerungen
5	fett	Eine Schicht Fett-„Matratze“ bedeckt die Rippen	Die Haut ist elastisch Erhebliche Fettablagerungen

**Tabelle 5:** Body Condition Scoring-System für Pferde von WRIGHT et al. (1998)

BCS	Hals	Widerrist	Rücken, Kruppe	Rippen	Hinterhand
<b>0</b> Sehr dünn 	Knochenstrukturen leicht zu fühlen, keine Muskulatur, Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	Knochenstruktur leicht zu fühlen	Dornfortsätze und Querfortsätze leicht zu fühlen	Jede Rippe leicht zu fühlen	Schweifansatz und Hüfthöcker vorstehend 
<b>1</b> Dünn 	Knochenstrukturen fühlbar, leichter Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	Knochenstruktur fühlbar	Dornfortsätze leicht zu fühlen, leichte Fettschicht über Querfortsätzen	Leichte Fettschicht, aber noch leicht zu fühlen	Hüfthöcker fühlbar 
<b>2</b> Mäßig 	Fettschicht über Knochenstrukturen	Fettdepots über Widerrist, je nach Körperbau	Fett über Dornfortsätzen	Rippen nicht sichtbar, aber noch fühlbar	Fettschicht über Hüfthöckern 
<b>3</b> Gut 	Fließender Übergang vom Hals zur Schulter	Hals rundet den Widerrist ab	Der Rücken ist eben	Fettschicht über den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar 
<b>4</b> Fett 	Fettansatz entlang des Halses	Fettpolster um den Widerrist	Rinne entlang des Rückens	Schwammiges Fett über und zwischen den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar 
<b>5</b> Sehr fett 	Fettpolster	Fettpolster	Tiefe Rinne	Fettpolster	Fettpolster 

## 1.2.2 Body Condition Scoring beim Rind

- **System für Milchkühe von WILDMAN et al. (1982)**

WILDMAN et al. (1982) erforschten das Verhältnis von BCS zu Milchleistung bei Milchkühen. Dafür entwickelten sie ein 5-Punkte-System, das eine Einschätzung der Body Condition unabhängig von der Rahmengröße ermöglichen sollte. Die Einteilung erfolgt ausschließlich nach dem Erscheinungsbild von Lendenwirbelsäule und Hinterhand auf einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 deutlich unterernährt bedeutet und 5 deutlich überernährt (Tabelle 6).

OTTO et al. (1991) prüften den Zusammenhang zwischen dem nach diesem System zugeteilten BCS und der Schlachtkörperzusammensetzung bei Milchkühen der Rasse Holstein. Sie fanden heraus, dass eine Einheit in der Body Condition gleichbedeutend mit 56 kg Körpergewicht waren. Die Körperzusammensetzung korrelierte hoch mit dem BCS. Das Körperfett nahm mit jeder Steigerung des BCS um eine Einheit um 12,65% zu, das Körperprotein nahm um 12,19 % ab.

- **System für Holstein-Milchkühe von FERGUSON et al. (1994)**

FERGUSON et al. (1994) untersuchten die Abhängigkeit der Zuchtleistung von Holstein-Milchkühen von der Body Condition. Basierend auf dem System von WILDMAN et al. (1982) bewerteten sie die Kühe auf einer Skala von 1 bis 5, wobei die Einzelpunkte zwischen 2,0 und 5,0 in Viertelpunkte geteilt wurden. Die Einteilung erfolgte auch hier ausschließlich nach dem Erscheinungsbild der Hüftregion, nämlich nach dem Grad ihrer Abrundung und Eckigkeit, abhängig von der Fettdicke über den jeweiligen Knochenstrukturen oder Bändern (Tabelle 7).

**Tabelle 6:** Body Condition Scoring-System für Milchkühe von WILDMAN et al. (1982)

BCS	Beschreibung
1	<b>Deutliche Unterernährung:</b> einzelne Dornfortsätze sind begrenzt von Fleisch bedeckt, vorstehend, die Enden fühlen sich scharf an, und zusammen formen die Dornfortsätze einen deutlichen Sims auf der Lendenregion. Einzelne Wirbel der Rückgrat-, Lenden- und Kruppenregion vorstehend und deutlich getrennt, Hüft- und Sitzbeinhöcker scharf mit vernachlässigbarer Fettbedeckung, deutliche Einziehungen zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker. Region unter dem Schwanzansatz und zwischen den Sitzbeinhöckern deutlich eingezogen, deshalb erscheinen die Knochenstrukturen in dieser Region extrem scharf.
2	Einzelne Dornfortsätze sichtbar, aber nicht vorstehend. Enden der Dornfortsätze fühlen sich scharf an, obwohl sie eine stärkere Fleischbedeckung haben, und die Dornfortsätze bilden keinen deutlichen Sims. Einzelne Wirbel der Rückgrat- Lenden- und Kruppenregion nicht deutlich getrennt sichtbar, aber durch Palpation einfach zu unterscheiden. Hüft- und Sitzbeinhöcker vorstehend, aber die Einziehung zwischen ihnen weniger deutlich. Die Region unter den Schwanzansatz und zwischen den Sitzbeinhöckern eingezogen, aber nicht ohne Fleischabdeckung.
3	Dornfortsätze fühlbar, wenn leichter Druck ausgeübt wird. Zusammen erscheinen sie glatt, ein Sims ist nicht erkennbar. Wirbel der Rücken-, Lenden- und Kruppenregion erscheinen als abgerundeter Dachfirst, und Hüft- und Sitzbeinhöcker sind abgerundet und glatt. Die Region zwischen den Sitzbeinhöckern und um den Schwanzansatz erscheint glatt ohne Zeichen einer Fettablagerung.
4	Einzelne Dornfortsätze können nur durch starke Palpation erkannt werden, und zusammen erscheinen die Fortsätze flach oder abgerundet und bilden keinen Sims. Der durch die Wirbelsäule des Rückens geformte Dachfirst ist abgerundet und glatt, aber die Lenden- und Kruppenregion erscheint flach. Gegend um den Schwanzansatz und um die Sitzbeinhöcker abgerundet mit offensichtlicher Ablagerung von subkutanem Fett.
5	<b>Deutliche Überernährung:</b> Die Knochenstrukturen der Wirbelsäule, der Dornfortsätze, der Hüft- und der Sitzbeinhöcker sind visuell nicht erkennbar, offensichtlich vorstehende subkutane Fettablagerung. Schwanzansatz scheint im Fettgewebe begraben zu sein.

**Tabelle 7:** Body Condition Scoring-System für Milchkühe von FERGUSON et al. (1994)

	BCS	<sup>a</sup> Kruppe	Tuber coxae	Tuber ischiadicum	Lendenwirbel		Lig. coccygeum	Lig. sacrale
					Dornfortsätze	Querfortsätze		
zu dünn	1,50	V	eckig	eckig	scharf	zu 100% sichtbar	sichtbar	sichtbar
	2,00	V	eckig	eckig	scharf	zu über 50% sichtbar	sichtbar	sichtbar
	2,25	V	eckig	eckig	scharf	zu 25 - 50% sichtbar	sichtbar	sichtbar
	2,50	V	eckig	Fettpolster fühlbar	abgerundet	zu 25 - 50% sichtbar	sichtbar	sichtbar
gut	2,75	V	eckig	abgerundet	abgerundet	zu 25 - 50% sichtbar	sichtbar	sichtbar
	3,00	V	abgerundet	abgerundet	abgerundet	zu 25 - 50% sichtbar)	sichtbar	sichtbar
	3,25	U	abgerundet	abgerundet	abgerundet	zu 10 - 25% sichtbar	sichtbar	sichtbar
	3,50	U	abgerundet	abgerundet	abgerundet	zu 10 - 25% sichtbar	gerade noch sichtbar	sichtbar
	3,75	U	abgerundet	abgerundet	abgerundet	nur Spitzen sichtbar	nicht sichtbar	gerade noch sichtbar
zu dick	4,00	U	abgerundet	abgerundet	abgerundet	nur Spitzen sichtbar	nicht sichtbar	nicht sichtbar
	4,25	U	abgerundet	abgerundet	abgerundet	Spitzen nicht sichtbar	nicht sichtbar	nicht sichtbar
	4,50	flach	abgerundet	nicht sichtbar	abgerundet	Spitzen nicht sichtbar	nicht sichtbar	nicht sichtbar
	4,75	flach	gerade noch sichtbar	nicht sichtbar	abgerundet	Spitzen nicht sichtbar	nicht sichtbar	nicht sichtbar
	5,00	abgerundet	nicht sichtbar	nicht sichtbar	abgerundet	Spitzen nicht sichtbar	Beckenbänder in Fett eingebettet	nicht sichtbar

<sup>a</sup> Form der Kruppe zwischen Tuber coxae, Tuber sacrale, Tuber ischiadicum und Trochanter maior femoris.

- **System für Herefordkühe von WAGNER et al. (1988)**

Um den Zusammenhang zwischen dem täglichen Energiebedarf und der Body Condition bei Herefordkühen zu ermitteln, erstellten WAGNER et al. (1988) ein 9-Punkte System, bei dem 1 ernsthaft abgemagert und 9 sehr fett bedeutet. Das System beschreibt nicht nur die Erscheinung von Lendenwirbel und Hinterhand, sondern auch von Hals, Brust und Rippenregion der Rinder (Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Body Condition Scoring-System für Herefordkühe von WAGNER et al. (1988)

Score	Beschreibung
1	Ernsthaft abgemagert. Alle Rippen und Knochenstrukturen leicht zu sehen und physisch schwach; Tier hat Schwierigkeiten zu stehen oder zu laufen. Kein externes Fett durch Adspektion oder Palpation erkennbar.
2	Abgemagert. Ähnlich wie 1, aber nicht geschwächt.
3	Sehr dünn. Kein palpierbares oder sichtbares Fett auf den Rippen oder auf der Brust. Einzelne Muskeln im Hinterviertel sind leicht zu sehen, die Dornfortsätze treten stark vor.
4	Dünn. Rippen und Sitzbeinhöcker sind leicht zu sehen, und Fett auf den Rippen oder den Sitzbeinhöckern ist durch Palpation nicht offensichtlich. Einzelne Muskeln im Hinterviertel sind sichtbar.
5	Mäßig. Rippen scheinen weniger durch als bei 4, und die Fettschicht darüber ist dünner als 0,5 cm. Die letzten zwei oder drei Rippen können leicht gefühlt werden. Kein Fett auf der Brust. Mindestens 1 cm Fett kann auf den Sitzbeinhöckern gefühlt werden. Einzelne Muskeln im Hinterviertel sind nicht sichtbar.
6	Gut. Überall geschmeidige Erscheinung. Einige Fettablagerungen auf der Brust. Einzelne Rippen sind nicht zu sehen. Ungefähr 1 cm Fett auf den Sitzbeinhöckern und über den letzten zwei bis drei Rippen.
7	Sehr gut. Brust ist voll, auf Schwanzansatz und Sitzbeinhöcker sind heraustretende Fettablagerungen. Rücken erscheint aufgrund des Fetts gerade. Einziehung über der Kontur der Dornfortsätze wegen des Fetts auf jeder Seite. Zwischen 1 und 2 cm Fett über den letzten zwei bis drei Rippen.
8	Fett. Rücken ist sehr gerade. Brust ist durch Fett verbreitert. Weit heraustretende Fettablagerungen an Schwanzansatz und Sitzbeinhöckern. Der Hals ist dick. Zwischen 3 und 4 cm Fett auf den letzten 2 oder 3 Rippen. Große Einziehung über der Kontur der Dornfortsätze.
9	Sehr fett. Extremer als die Beschreibung von 8.

---

- **System für Fleischrinder von HARDIN (1990)**

HARDIN (1990) entwickelte ein 9-Punkte-System im Hinblick auf das Management von Fleischviehbeständen. Auch er bewertete die Body Condition nicht ausschließlich nach der Erscheinung von Hinterhand und Lendenwirbelsäule, sondern bezog auch die Erscheinung von Brust, Schulter, Rippenregion und Rücken mit ein. Teilweise beschrieb er Bemuskelung und Fettansatz getrennt voneinander.

Er teilte die 9 Body Condition Scores in drei Basisgruppen:

Dünn: 1-3, mäßig: 4-6 und fett: 7-9.

Zusätzlich berechnete er für jede Bewertungsstufe die mittlere Gewichts Differenz zur Bewertung 5, den mittleren prozentualen Fettgehalt im Körper sowie die mittlere subkutane Fettdicke (Tabelle 9).

- **System für Fleckviehrinder von SCHÄFERS (2000)**

Das von EDMONSON et al. (1989) für Holstein-Milchkühe entwickelte 5-Punkte-System wurde zunächst von METZNER et al. (1993) übersetzt und modifiziert. SCHÄFERS (2000) modifizierte das System für die Anwendung an Fleckviehrindern, indem er die Bewertung von Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker trennte und die Skala auf 6 Punkte erweiterte (Tabelle 10).

Um die Region um Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker objektiv beurteilen zu können, wird die Konsistenz des Gewebes an diesen Stellen mit verschiedenen Punkten an der Hand des Beurteilenden verglichen (METZNER et al., 1993; SCHÄFERS, 2000).

Ein Vergleich der Konsistenz des Gewebes an Hüfthöcker, Sitzbeinhöcker und Rippen mit verschiedenen Stellen an einem Schaumstoffkeil brachte keinen großen Vorteil zum Vergleich mit verschiedenen Stellen an der Hand des Beurteilers und wurde deshalb nicht in das BCS-System aufgenommen. Die Beurteilung der Regionen um Hüfthöcker, Sitzbeinhöcker, letzte Rippe, Lende und M. gluteus durch Tonometrie mit einer Tiefenlehre wurde aufgrund der nicht akzeptablen Reproduzierbarkeiten wieder verworfen (SCHÄFERS, 2000).

Wie bei WILDMAN et al. (1982) und FERGUSON et al. (1994) beruht die Bewertung nach diesem System allein auf dem Muskel- und Fettansatz an Lendenwirbelsäule und Hinterhand.

**Tabelle 9:** Body Condition Scoring-System für Fleischrinder von HARDIN (1990)

BCS	Beschreibung	% Fett	FD in cm
1	Extrem dünn, alle Knochenstrukturen sichtbar, kein Muskelgewebe feststellbar, kein äußerliches Fett vorhanden, Gewichtsdefizit zum BCS 5: 118 kg Berteilung: Überleben in Stresssituationen zweifelhaft	0,7	0
2	Sehr dünn, Knochenstrukturen sind sichtbar, Muskelgewebe feststellbar, aber nicht reichlich, kein äußerliches Fett vorhanden, Gewichtsdefizit zu BSC 5: 92 kg	5,0	0,01
3	Dünn, Wirbel, Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker sind vorstehend, Gewichtsdefizit zu BCS 5: 64 kg	9,3	0,01
4	Mäßig, die Verbindung zwischen Brustkorb und Rückgrat wird weniger sichtbar, Hüft- und Sitzbeinhöcker werden weniger offensichtlich, reichlich Muskelgewebe, Fett bedeckt allmählich die Rippen, Gewichtsdefizit zu BCS 5: 36 kg	13,7	0,28
5	Rückgrat ist nur noch schwach sichtbar, Hüft- und Sitzbeinhöcker sichtbar, aber nicht offensichtlich, Muskelgewebe ist fast maximal, Fettablagerung hinter der Schulter ist zu erkennen, die Rippen sind leicht bedeckt Beurteilung: Mäßig genährt zum Abkalben, ideal genährt zum Trockenstellen	18,0	0,5
6	Rückgrat kaum noch zu sehen, Hüft- und Sitzbeinhöcker werden weniger vorstehend, Volumen des Muskelgewebes ist maximal, Fettablagerung hinter der Schulter ist offensichtlich, Rippen sind komplett bedeckt, Fett beginnt, die Kruppe zu bedecken, Gewichtsüberschuss zu BCS 5: 36 kg Beurteilung: Ideal genährt zum Abkalben	22,3	0,7
7	Leicht überkonditioniert für effiziente Produktion, es wird schwierig, die Knochenstrukturen zu identifizieren, Fettablagerungen hinter der Schulter und am Schwanzansatz sind offensichtlich, flache Erscheinung beginnt die Oberlinie zu dominieren, Gewichtsüberschuss zu BCS 5: 76 kg	26,7	1,0
8	Überkonditioniert, Knochenstrukturen nicht sichtbar, Fettablagerungen flachen die Kruppe ab, Fett füllt die Brust- und Schulterregion aus, Gewichtsüberschuss zu BCS 5: 117 kg	31,0	1,4
9	Fettleibig, flache Erscheinung dominiert, Brust ist schwer, Gewichtsüberschuss zu BCS 5: 163 kg	35,3	1,7

% Fett: mittlerer prozentualen Fettgehalt im Körper

FD mittlere subkutane Fettdicke

**Tabelle 10:** Body Conditin Scoring-System für Fleckviehrinder von SCHÄFERS (2000)

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungsline Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze	Übergang zur Hungergrube	Hüfthöcker	Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüft- & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüfthöckern	Beckenausgangsgrube
HOCHGRADIG ABGEMAGERT (kachektisch)	1,00	treten stark hervor, "sägezahnähnlich"	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar	deutlicher Sims, eingesunken			völliger Fleischverlust	extrem eingesunken	scharf, V-förmig, Knochen stark hervortretend
	1,50									
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	2,00	einzeln erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 Länge sichtbar	vorstehender Sims			sehr eingesunken		rund, U-förmig, Knochen hervortretend
	2,50			1/2 - 1/3 Länge sichtbar				dünne Fleischauflage	deutlich eingesunken	erste Anzeichen von Fett
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT ABGEDECKT	3,00	deutlich hervorstehende Rückenlinie	leicht konkave Linie	1/3 - 1/4	mäßig vorstehend					
	3,50	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leichte Neigung	< 1/2 sichtbar	kaum vorstehend			eingesunken	mäßig eingesunken	angedeutet, Knochen weich
KNOCHEN-VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	4,00	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	fast waagrecht	Querfortsätze angedeutet	deutliche Leiste, Querforts. nicht sichtbar			leicht eingesunken	leicht eingesunken	
	4,50			glatte, runde Kante	nicht vorstehend			angedeutet	flach	ausgefüllt, Knochen abgerundet
HOCHGRADIG VERFETTET	5,00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	Kante kaum erkennbar	in Fettauflage verschwunden			flach		ausgefüllt mit Fettfalten, Knochen im Fett eingesunken
	5,50									
EXTREM VERFETTET	6,00							abgerundet	abgerundet	
										NICHT MEHR EINZUORDNEN

### 1.2.3 Body Condition Scoring beim Schaf

- **System für Schottische Schwarzkopfschafe von RUSSEL et al. (1969)**

In der Studie von RUSSEL et al. (1969) wurde die Body Condition von Schottischen Schwarzkopfschafen auf einer 6-Punkte-Skala von 0 bis 5 in 0,5-Punkte-Stufen durch drei verschiedene Personen bewertet. Das verwendete Body Condition Scoring-System ist in Tabelle 11 dargestellt. Die Einordnung erfolgte vorwiegend durch Palpation der kranialen Lendenwirbel. Dabei wurde beurteilt, wie stark die Dornfortsätze hervorstanden, inwieweit die lateralen Enden der Querfortsätze von Fett bedeckt waren, und wie dick der M. longissimus dorsi und dessen subkutane Fettabdeckung waren.

In 70% der Fälle stimmten die Bewertungen der verschiedenen Personen überein, in weniger als 20% der Fälle wichen sie um 0,5 Punkte voneinander ab, und in weniger als 10% der Fälle wichen sie um eine ganze Punktstufe voneinander ab.

RUSSEL et al. (1976) verwendeten das System, um jahreszeitliche Veränderungen der Body Condition und mögliche Auswirkungen auf die Reproduktion bei Schafböcken zu beobachten. GUNN et al. (1969) und RUSSEL (1984) beobachteten damit den Zusammenhang von Body Condition und Fruchtbarkeit bei Mutterschafen.

**Tabelle 11:** Body Condition Scoring-System für Schafe von RUSSEL et al. (1969)

<b>BCS</b>	<b>Beschreibung</b>
Grad 0	Extrem abgemagert, dem Tode nahe
Grad 1	Dornfortsätze vorstehend und scharf, Querfortsätze auch scharf, Finger können leicht unter ihre Enden geschoben werden; es ist möglich, den Zwischenraum zwischen den einzelnen Fortsätzen zu fühlen; der M. longissimus dorsi ist flach und hat tatsächlich keine subkutane Fettabdeckung
Grad 2	Dornfortsätze vorstehend, aber glatt, einzelne Fortsätze können nur als feine Wellen gefühlt werden; Querfortsätze glatt und abgerundet, Finger können mit leichtem Druck unter ihre Enden geschoben werden; der M. longissimus dorsi ist mäßig dick und hat eine leichte subkutane Fettabdeckung
Grad 3	Dornfortsätze haben nur eine kleine Erhebung und sind glatt und abgerundet, einzelne Fortsätze können nur mit Druck gefühlt werden; Querfortsätze sind glatt und gut bedeckt; starker Druck ist erforderlich, um die Enden zu fühlen; der M. longissimus dorsi ist dick und hat eine mäßige subkutane Fettabdeckung
Grad 4	Dornfortsätze können mit Druck als harte Kanten zwischen den Enden ausgemacht werden; der M. longissimus ist mit subkutanem Fett verbunden; Querfortsätze sind nicht zu fühlen; M. longissimus dorsi ist dick und hat eine dicke subkutane Fettabdeckung
Grad 5	Dornfortsätze sind auch mit starkem Druck nicht fühlbar; es gibt eine Einziehung im subkutanen Fett, wo normalerweise die Dornfortsätze fühlbar sind; Querfortsätze sind nicht zu fühlen; der M. longissimus dorsi ist sehr dick mit sehr dicker subkutaner Fettabdeckung; über der Kruppe und am Schwanzansatz können sich große Fettablagerungen befinden.

### 1.2.4 Body Condition Scoring beim Schwein

- **Beschreibung von JOHNSTON et al. (1987)**

Um den Zusammenhang von Ernährungszustand und Zuchtleistung zu ergründen, teilten JOHNSTON et al. (1987) die Schweine auf einer Skala von 1 bis 9 ein, wobei 1 dünn und 9 fett bedeutete (Tabelle 12). beschrieben dabei nicht nur Hüftregion und Lendenwirbelregion, sondern das ganze Tier. Die Autoren geben allerdings nicht für jede Stufe eine detaillierte Beschreibung an.

**Tabelle 12:** Einteilung für Schweine von JOHNSTON et al. (1987)

<b>BCS</b>	<b>Beschreibung</b>
1. Dünn	Deutliches Vorstehen des Schwanzansatzes, der Schulterblätter, des Tuber sacrale, des Tuber ischiadicum und der Dornfortsätze. Rippen leicht zu unterscheiden.
2.	Nicht näher beschrieben.
3.	Schulterblätter, Hüften, Sitzbeinhöcker und Rückgrat zu unterscheiden; Rippen aber schwierig zu erkennen.
4. Wünschenswert	Schulterblätter unterscheidbar, Rückgrat und Hüftknochen aber kaum zu sehen. Rippen nicht sichtbar.
5. Wünschenswert	Nicht näher beschrieben.
6. Wünschenswert	Kleine Fettablagerungen über dem Ende der Lende und am Ellbogen. Keiner der vorher genannten anatomischen Punkte sichtbar.
7. Fett	Exzessive Fettablagerungen in der Ellbogentasche und in den hinteren Flanken, über dem Ende der Lende und an der Wange.
8. Fett	Wie 7
9. Fett	Wie 7

### 1.2.5 Body Condition Scoring beim Hund

- System von LAFLAMME (2001)

Bei der Beurteilung nach dem System von LAFLAMME (2001) werden die Hunde durch Adspektion von der Seite und von oben sowie durch Palpation verschiedener Körperregionen auf einer 9-Punkte-Skala eingeteilt, wobei 1 abgemagert und 9 fettsüchtig bedeutet (Tabelle 13).

**Tabelle 13:** Body Condition Scoring-System für Hunde von LAFLAMME (2001)



BCS	Beschreibung
1. Abgemagert	Rippen, Lendenwirbel, Beckenknochen und alle Knochenvorsprünge aus der Entfernung sichtbar. Kein Körperfett erkennbar. Offensichtlicher Muskelschwund.
2. Sehr dünn	Rippen, Lendenwirbel und Beckenknochen leicht sichtbar. Kein Fett fühlbar. Andere Knochenvorsprünge erkennbar. Minimaler Muskelschwund.
3. Dünn	Rippen leicht zu fühlen und vielleicht sichtbar, ohne fühlbares Fett. Spitzen der Lendenwirbel sichtbar. Beckenknochen beginnen vorzustehen. Offensichtliche Taille und abdominale Einziehung.
4. Untergewichtig	Rippen leicht fühlbar, mit minimaler Fettabdeckung. Taille von oben gesehen leicht festzustellen. Abdominale Einziehung erkennbar.
5. Ideal	Rippen ohne übermäßige Fettabdeckung fühlbar. Taille von oben gesehen hinter den Rippen zu beobachten. Abdomen von der Seite gesehen eingezogen.
6. Übergewichtig	Rippen fühlbar mit etwas übermäßiger Fettabdeckung. Taille von oben gesehen schwach erkennbar, aber nicht vorstehend. Abdominale Einziehung sichtbar.
7. Schwer	Rippen unter Schwierigkeiten fühlbar, schwere Fettabdeckung. Erkennbare Fettablagerungen über der Lendengegend und dem Schwanzansatz. Keine oder kaum sichtbare Taille. Abdominale Einziehung kann fehlen.
8. Fett	Rippen unter schwerer Fettabdeckung nicht oder nur mit starkem Druck fühlbar. Schwere Fettablagerungen über der Lendengegend und am Schwanzansatz. Keine Taille. Keine abdominale Einziehung. Offensichtliche abdominale Vorwölbung möglich.
9. Sehr fett	Massive Fettablagerungen über Thorax, Rückgrat und Schwanzansatz. Hüfte und abdominale Einziehung fehlen. Fettablagerungen an Hals und Beinen. Offensichtliche abdominale Vorwölbung.

### 1.2.6 Body Condition Scoring bei der Katze

- System von LAFLAMME (2001)

Auch Katzen werden für die Beurteilung nach LAFLAMME (2001) von der Seite und von oben betrachtet. Außerdem werden die Rippen palpiert. Die Einteilung erfolgt auch hier auf einer Skala von 1 bis 9, wobei 1 abgemagert und 9 fettsüchtig bedeutet (Tabelle 14).

**Tabelle 14:** Body Condition Scoring-System für Katzen von LAFLAMME (2001)



BCS	Beschreibung
1. Abgemagert	Rippen bei kurzhaarigen Katzen sichtbar; kein Fett fühlbar; deutliche abdominale Einziehung; Lendenwirbel und Darmbeinflügel leicht fühlbar.
2. Sehr dünn	Zwischen der Beschreibung von BCS 1 und 3.
3. Dünn	Rippen leicht zu fühlen mit minimaler Fettabdeckung; Lendenwirbel deutlich sichtbar; offensichtliche Taille hinter den Rippen; minimales abdominales Fett.
4. Untergewichtig	Zwischen der Beschreibung von BCS 3 und 5.
5. Ideal	Gut proportioniert; Taille hinter den Rippen zu beobachten; Rippen mit leichter Fettabdeckung fühlbar; minimales abdominales Fettkissen.
6. Übergewichtig	Zwischen der Beschreibung von BCS 5 und 7.
7. Schwer	Rippen nicht leicht fühlbar, mit mäßiger Fettabdeckung; Taille sehr schwach zu sehen; offensichtliche Abrundung des Abdomens; gemäßigt abdominales Fettkissen.
8. Fett	Zwischen der Beschreibung von BCS 7 und 9.
9. Sehr fett	Rippen unter schwerer Fettabdeckung nicht fühlbar; schwere Fettablagerungen über Lendenregion, Gesicht und Beinen. Vorwölbung des Abdomens ohne Taille; extensive abdominale Fettablagerungen.

### 1.3. Optimale Body Condition

#### 1.3.1 Fruchtbarkeit

- **Mensch**

Frauen brauchen eine bestimmte Menge an gespeichertem Fettgewebe für die Reproduktion. FRISCH & MCARTHUR (1974) fanden in einer Studie heraus, dass ein Minimum von 22% Körperfett erforderlich war, um einen regulären Menstruationszyklus zu erhalten. Sie nahmen an, dass diese Menge an leicht mobilisierbarer Energie für eine Schwangerschaft und für die anschließende Laktation benötigt wird.

- **Pferd**

HENNEKE et al. (1983) entwickelten ihr BCS-System im Hinblick auf die Fruchtbarkeit von Quarterhorsestuten. Es zeigte sich, dass Stuten mit schlechterer Body Condition verminderte Konzeptionsraten hatten und mehr Zyklen für die Konzeption benötigten als dickere Stuten (HENNEKE, 1981).

- **Rind und Schaf**

Bei beiden Spezies war die Fruchtbarkeit besser, wenn es bereits zu einer merklichen, aber nicht exzessiven Anlage von Fettreserven gekommen war.

Beim Rind korrelierte die Trächtigkeitsrate positiv mit dem BCS (DONALDSON, 1969; LAMOND, 1969).

Der BCS zum Zeitpunkt des Abkalbens bestimmte bei Fleischrindern den Zeitpunkt des Wiedereinsetzens der Ovarienaktivität (RICHARDS et al., 1986).

Bei Kühen mit Body Condition Scores von mindestens 5 auf einer Skala von 1 bis 9 hatte die postpartale Fütterung keine Auswirkung auf die Dauer bis zum Östrus und bis zur Trächtigkeit, auch Gewichtsverluste wurden ohne eine Verminderung der Trächtigkeitsraten verkraftet. Bei Kühen mit Body Condition Scores unter 5 war die Fruchtbarkeit von der Futterauf-

nahme abhängig, Gewichtsverluste wirkten sich negativ auf die Trächtigkeitsraten aus (WILTBANK et al., 1962; WILTBANK et al., 1964; RICHARDS et al., 1986;).

SELK et al. (1988) fanden bei Fleischrindern mit einem Durchschnittsscore von 6,6 auf einer 9-Punkte-Skala eine Konzeptionsrate von 91%, bei Fleischrindern mit einem Durchschnittsscore von 4,9 hingegen eine Konzeptionsrate von 42% und stellten fest, dass die Body Condition um den Abkalbetermin zu den Hauptfaktoren für die Trächtigkeitsrate gehört.

Dies wird von HARDIN (1990) bestätigt, der zu dem Ergebnis kam, dass bei Fleischrindern mit Body Condition Scores zwischen 4 und 7 auf einer 9-Punkte-Skala die Trächtigkeitsrate mit jeder Score-Einheit stieg und dass die Body Condition zum Abkalbetermin die Zeit bis zum ersten Östrus post partum beeinflusst (Tabelle 15).

**Tabelle 15:** Zusammenhang zwischen BCS und Dauer bis zum ersten Östrus post partum beim Fleischrind (HARDIN, 1990)

BCS	Anteil der Kühe, die in den Östrus kamen innerhalb von		
	50 Tagen	70 Tagen	90 Tagen
<b>Dünn (1 – 3)</b>	34%	55%	66%
<b>Mäßig (4 – 6)</b>	45%	79%	92%
<b>Fett (7 – 9)</b>	42%	96%	100%

Übereinstimmend fanden OSORO & WRIGHT (1992) heraus, dass sich bei Hereford x Friesian und Blue-Grey Kühen die Zwischenkalbezeit um durchschnittlich 11,2 Tage verkürzte, wenn ihr BCS auf einer 6-Punkte-Skala um eine Einheit stieg.

GUNN et al. (1969) erforschten den Zusammenhang von Body Condition und Fruchtbarkeit beim Schottischen Schwarzkopfschaf. Der BCS zur Zeit der Belegung hatte einen signifikant positiven Effekt auf die Ovarienfunktion und damit auf die Trächtigkeitsrate und auf die Anzahl der geborenen Lämmer. Bei Mutterschafen mit einem BCS von 3 auf einer Skala von 0 bis 5 hatte die Futteraufnahme keinen Effekt auf die Fruchtbarkeit, während sich die Fruchtbarkeit bei Mutterschafen mit Body Condition Scores von 1,5 mit höheren Energieaufnahmen verbesserte.

POLLIOT & KILKENNY (1976) bestätigten den Zusammenhang zwischen BCS und Fruchtbarkeit innerhalb verschiedener Schafrassen. Die Body Condition der Mutterschafe korrelierte nicht mit der Größe der Lämmer, aber sie korrelierte signifikant mit der Anzahl lebend gebo-

rener Lämmern. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Anzahl lebend geborener Lämmer pro 100 Mutterschafen stieg, wenn die Mutterschafe in besserer Body Condition waren.

Auch RUSSEL (1984) kam zu dem Ergebnis, dass die Ovulationsrate und damit die Anzahl der Lämmer mit der Body Condition der Mutterschafe stieg und schlug für die Fruchtbarkeit bei Schafen einen optimalen BCS von 3,5 auf einer 0 bis 5 Skala vor.

- **Schwein**

Auch die Arbeit von JOHNSTON et al. (1987) wurde im Hinblick auf die Fruchtbarkeit durchgeführt. Sie stellten einen engen Zusammenhang zwischen der Rückenfettdicke der Sauen und dem Zeitintervall bis zum ersten Östrus nach dem Absetzen fest. Wenn das Intervall länger als zehn Tage war, erhöhte sich die Anzahl der Tage bis zum ersten Östrus mit sinkender Rückenfettdicke.

### 1.3.2 Sonstige Leistungsfähigkeit

- **Pferd**

GARLINGHOUSE & BURRILL (1998) und GARLINGHOUSE et al. (1999) untersuchten im Rahmen zweier „Tevis Cup“-Ausdauerrennen den Einfluss der Body Condition auf die Ausdauerleistung von Pferden. Sie stellten einen signifikanten Zusammenhang fest.

Die Body Condition Scores der teilnehmenden Pferde lagen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) zwischen 1,5 und 5,5. Pferde, die das Rennen erfolgreich beenden konnten, hatten mit durchschnittlich 4,5 deutlich höhere Body Condition Scores als Tiere, die wegen metabolischer Beschwerden, nämlich Zwerchfellflattern, herabgesetzte Darmperistaltik, Dehydratation, Überhitzung, Belastungsmiopathie und Tying-up, disqualifiziert wurden und Body Condition Scores von durchschnittlich 3,5 aufwiesen.

Die höchste Erfolgsquote hatten Pferde mit Body Condition Scores von 5,0 und 5,5.

Pferde in guter Body Condition konnten die 160 km leichter zurücklegen als dünne Pferde, obwohl ihre Gewichtsbelastung größer war.

- **Milchkuh**

Bei Milchkühen der Rasse Holstein hängt die ideale Body Condition vom Stand der Laktation ab. Für maximale Laktationsleistungen sollte die Body Condition von trockenstehenden Kühen auf einer 5-Punkte-Skala bei 3,25 bis 3,50 liegen, in den ersten 100 bis 120 Tagen der Laktation bei 2,75 bis 3,25 (FERGUSON, 1996).

### **1.3.3 Lebenserwartung**

KEALY et al. (2002) fanden in einer Studie heraus, dass die mittlere Lebensdauer von Labradorretrievern verlängert und der Gesundheitszustand besser war, wenn sie um 25% weniger Futter bekamen.

Der durchschnittliche BCS der restriktiv gefütterten Hunde lag auf einer 9-Punkte-Skala bei 4,6, der durchschnittliche BCS der Hunde aus der Kontrollgruppe lag bei 6,7.

Die fettfreie Körpermasse und die Fettmasse wurden mit dem DEXA-Verfahren bestimmt. Der durchschnittliche Körperfettanteil betrug im Alter von 6 bis 9 Jahren 16,8% bei den restriktiv gefütterten Hunden und 29,9% bei der Kontrollgruppe.

Für die Gesundheit und Langlebigkeit von Hunden wurde ein idealer BCS von unter 5 vorgeschlagen.

## 2. Weitere semiquantitative und quantitative Bestimmungsmethoden des Körperfettgehaltes im Überblick

Es sind verschiedene Techniken in Gebrauch, um die Körperzusammensetzung an lebenden Tieren zu messen.

Die Verfahren unterscheiden sich durch die zugrunde liegenden Theorien, die Einfachheit der Anwendung, die Schnelligkeit der Ergebnisse, die Kosten, den Schaden am Patienten und die Genauigkeit der bewerteten Zusammensetzung.

Verfahren, die die Körperzusammensetzung in vivo bewerten, versuchen, einige Charakteristika oder Parameter zu messen, die mit Mengen oder Verhältnissen der Körperzusammensetzung in Beziehung gesetzt werden können.

Die Grundannahme vieler Bestimmungsmethoden der Körperzusammensetzung ist, dass alles Wasser im Körper in fettfreien Geweben enthalten ist, und dass sich der Anteil an Körperfett reziprok zum Prozentsatz des gesamten Körperwassers verhält (BURKHOLDER, 2001).

### 2.1 Biometrische Daten

Anhand von linearen Messungen wie Widerristhöhe oder Brustumfang wird das Volumen abgeschätzt. Durch das Verhältnis von Gewicht zu Volumen wird das spezifische Gewicht geschätzt und damit auf das Verhältnis von leichterem Körperfett zu schwererer fettfreier Körpermasse geschlossen.

Anthropometrische Indizes (VON RESTORFF, 2000):

- Broca-Index (BI) =  $KG \text{ [in kg]} / (G \text{ [in cm]} - 100) * 100$
- Quetelet-Index (Body Mass Index, BMI) =  $KG \text{ [in kg]} / G \text{ [in m]}^2$ ,

wobei KG: = Körpergewicht, G: = Größe

Innerhalb gleichmäßiger Populationen, z. B. bei Rindern gleicher Rasse und gleichen Alters, haben auch einzelne Messungen eine gewisse Aussagekraft bzgl. des Anteils an gespeichertem Körperfett (siehe Tabelle 18).

## 2.2 Messung der Dicke des subkutanen oder des intramuskulären Fettgewebes

Diese Verfahren lassen intraabdominale Fettdepots unberücksichtigt.

- **Ultraschall**

Prinzip: Im Schallkopf werden durch einen piezoelektrischen Kristall Schallwellen erzeugt und die vom Gewebe reflektierten Schallwellen empfangen. Die Zeitdifferenz zwischen ausgesandtem Impuls und empfangenem Echo ist proportional zur Tiefenlage einer reflektierenden Schicht. Die Echoimpulse werden in elektrische Impulse umgewandelt, verstärkt und auf einem Bildschirm dargestellt (GODDARD, 1995; WHITTAKER et al., 1992).

Es gibt viele Arbeiten über die Darstellung von subkutanem Fettgewebe beim Tier mittels Ultraschalltechnik. Meist werden Ultraschallgeräte mit B-Mode und Linearschallköpfe mit 2,0-MHz (LEYMASTER et al., 1985), 2,2 MHz (BAILEY et al., 1986), 3,0-MHz (STOUFFER 1985; MCLAREN et al., 1989; FAULKNER et al., 1990; MCLAREN et al., 1991; PERKINS et al., 1992a; ROBINSON et al., 1992; SMITH et al., 1992a; SMITH et al., 1992b), 3,5-MHz (PERKINS 1992b; ROBINSON et al., 1992; HERRING et al., 1994), 5-MHz (EDWARDS et al., 1989; BRETHOUR, 1992; SCHÄFERS, 2000) oder 7,5-MHz (MIRAGLIA et al., 1998) verwendet. HOUGHTON & TURLINGTON (1992) schlugen 5,0-MHz als ideale Wellenlänge für Messungen der Fettdicke bei Rindern, Schafen und Schweinen vor. Bei Schafen wurden die entsprechenden Stellen ausgeschoren (LEYMASTER et al., 1985; EDWARDS et al., 1989; RAMSEY et al., 1991), für die Messungen an Rinder wurden sie bei einem Teil der Studien ausgeschoren (MCREYNOLDS & ARTHAUD, 1971; HAMLIN et al., 1995; GREINER et al., 2003) und bei einem Teil nicht (BRETHOUR, 1992; PERKINS et al., 1992a; PERKINS et al., 1992b).

Die Genauigkeit der Messungen hängt von der Genauigkeit des Geräts und von der Geschicklichkeit und Erfahrung des Anwenders ab (KEMPSTER et al., 1982; HOUGHTON & TURLINGTON, 1992; ROBINSON et al., 1992; HERRING et al., 1994, SCHÄFERS, 2000).

Ultraschallmessungen tendieren dazu, die Fettschichten bei dünnen Kühen zu überschätzen und bei dicken Kühe zu unterschätzen (SMITH et al., 1992b; WALDNER et al., 1992). Bei Rindern ist die Messung der Fettdicke ungenauer, wenn sie dicker als 1,0 cm ist (BRETHOUR, 1992; WALDNER et al., 1992) bzw. wenn die Rinder dicker sind (PERKINS

---

et al., 1992a; SMITH et al., 1992b). Bei den von GREINER et al. (2003) untersuchten Rindern war die am Schlachtkörper direkt gemessene maximale Fettdicke um 40 % größer als das maximale Ultraschallergebnis.

WESTERVELT et al. (1976) untersuchten den Zusammenhang zwischen der mit Ultraschall gemessenen Fettdicke und der tatsächlichen Fettdicke am Schlachtkörper und des Fettanteils im Schlachtkörper beim Pferd.

Dafür wurden an folgenden Stellen Ultraschallmessungen durchgeführt:

- a) direkt hinter der Skapula,
- b) 5 cm lateral der Dornfortsätze zwischen der 12. und 13. Rippe,
- c) auf der Kruppe 5 cm lateral der Medianen in der Mitte des Beckens.

Auf der Kruppe waren die Fettschichten dicker als an der Schulter und über den Rippen.

Die Zusammenhänge zwischen Ultraschallmessungen und Referenzmessungen sind in Tabelle 17 dargestellt.

In den letzten Jahren wurde die Ultraschalltechnik auch für die Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes im M. longissimus bei lebenden Schweinen (VILLÉ et al., 1997) und Rindern (WHITTAKER et al., 1992) verwendet.

- **Nadelbiopsie**

Nach Vollnarkose oder Teilanaesthesie wird an einer bestimmten Körperstelle eine Biopsie von etwa 100 mg (VILLÉ et al., 1992) bis 500 mg (VILLÉ et al., 1997) aus Haut, Unterhautfettgewebe und darunterliegender Muskulatur entnommen.

Durch Ermittlung des spezifischen Gewichts, chemische Analyse oder Infrarotspektroskopie wird der Fettanteil der Biopsie bestimmt. Daraus kann auf den intramuskulären bzw. auf den Gesamtfettgehalt geschlossen werden.

- **Messung der Gewebedicke mit einer Nadel**

Eine Nadel wird an einer bestimmten anatomischen Stelle, normalerweise in der Rippenregion, durch Haut, Unterhaut und Muskulatur gestochen, bis sie an Knochen anstößt. Dann wird

sie in der Position der Hautoberfläche mit Daumen und Zeigefinger gefasst, herausgezogen und die Dicke von Haut plus Weichgewebe an der Nadel mit einem Lineal gemessen (RAMSEY et al., 1991).

- **Hautfaltenmessung (Calipermetrie)**

Bei konstanter Dicke der Kutis kann beim Menschen mit der Hautfaltenmessung die doppelte subkutane Fettdicke bestimmt werden. Mit einem Caliper, einem einfachen Gerät aus Plastik oder Metall mit zwei „Armen“, wird an verschiedenen Stellen des Körpers, meist am Trizeps, am Abdomen und unter der Skapula (LOHMAN, 1981), die Dicke der Hautfalten gemessen und unter Berücksichtigung von Körpergewicht, Körpergröße, Geschlecht, Alter und Körpertyp das Gesamtkörperfett kalkuliert. Bei korrekter Anwendung hat die Methode beim Menschen einen Fehler von 5%.

Die Hautfaltenmessung wird bei Hunden durch die stärkere Adhärenz von subkutanem Fett an den Muskel als an die Haut (BURKHOLDER, 2001) in Frage gestellt.

SCHÄFERS (2000) versuchte, den Fettansatz bei Fleckviehrindern durch Messung der subkutanen Fettschicht in der Kniefalte mit einer Schublehre abzuschätzen. Aufgrund der geringen Reproduzierbarkeit ( $r = 0,60$ ) wurde diese Messmethode nicht übernommen.

- **Infrarotreflektionsspektrometrie (NIR)**

Bei der Infrarotreflektionsspektrometrie (engl. near infra red reflexion spectrometry, NIR) kann man durch das Maß an Reflektion von Infrarotlicht einer bestimmten Wellenlänge auf die Dicke von Muskulatur bzw. Fettgewebe schließen. Auf diese Weise wird die Fettschicht an einer bestimmten Stelle, beim Menschen meist am M. biceps brachii, gemessen, und damit wie bei der Calipermetrie anhand spezifischer Formeln der Gesamtkörperfettgehalt kalkuliert.

### 2.3 Verteilungsverfahren (Indikatorverdünnung)

Verteilungsverfahren basieren auf dem konstanten Wasseranteil im fettfreien Raum.

Durch die Messung der Verdünnung eines applizierten Indikators wird die Menge an Gesamtkörperwasser bestimmt, in der der Indikator verteilt ist, und damit die fettfreie Körpermasse berechnet. Die Fettmasse wird indirekt aus der fettfreien Körpermasse und aus dem KG berechnet.

- **Harnstoffverteilung**

Eine 20%ige Harnstoff-Lösung wird infundiert (beim Rind 130 mg/kg KG) (BARTLE et al., 1983; VELAZCO et al., 1997).

Im Abstand von einigen Minuten werden mehrere Blutproben genommen, aus denen die jeweilige Plasmakonzentration des Harnstoff-Stickstoffs bestimmt wird.

- **Verteilung von Wasserstoff-Isotopen**

Nach Infusion einer Deuteriumoxidlösung (beim Rind 1 ml/4,5 kg KG, LUNT et al., 1985) oder einer Tritiumoxidlösung werden zwei bis drei Tage lang mehrere Blutproben in verschiedenen Abständen genommen. Die Deuteriumkonzentration im Blut wird durch Massenspektroskopie oder durch Infrarotspektrophotometrie gemessen, die Tritiumkonzentration durch Szintillationsverfahren (LUNT, et al., 1985; BURKHOLDER et al., 2001).

### 2.4 <sup>40</sup>K-Bestimmung

Natürliches Kalium enthält einen konstanten Anteil an dem radioaktiven Isotop <sup>40</sup>K, welches mit einem Szintillator-Zählgerät gemessen werden kann. Durch <sup>40</sup>K-Bestimmung im Körper kann so auf den Gesamtkaliumgehalt geschlossen werden. Weil die intrazelluläre Kaliumkonzentration in der Muskelzelle konstant ist, kann daraus die fettfreie Masse berechnet werden (FRAHM et al., 1971; VON RESTORF, 2000).

## 2.5 Neutronenaktivierungsanalyse

Der gesamte Stickstoffgehalt N wird vom Hals zu den Knien gemessen, indem Neutronen aus einer Neutronenquelle durch  $^1\text{H}$ - und  $^{14}\text{N}$ -Kerne im Körper eingefangen werden. Die resultierende schnelle Emission von 2,23 MeV bzw. 10,83 MeV-Gammastrahlen ist messbar. So kann auf den gesamten Stickstoffgehalt im Körper geschlossen werden. Daraus wird der Proteingehalt errechnet (HEYMSFIELD et al., 1989).

## 2.6 Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Physikalisches Prinzip: der Wechselstrom-Widerstand bei 50 kHz ändert sich in Abhängigkeit der Körperzusammensetzung aus Wasser, Fett und fettfreiem Gewebe, sodass Wasser- und Fettgehalt berechnet werden können.

Diese Methode basiert auf der im Vergleich zu stärker wasserhaltigen Gewebearten schlechten elektrischen Leitfähigkeit von Fettgewebe.

Ein konstanter Wechselstrom von 800  $\mu\text{A}$  bei 50 kHz, der ein tiefes homogenes elektrisches Feld im Körper erzeugt, wird durch zwei Transmitterenden in den Körper geleitet und von zwei Detektorenden empfangen (MARCHELLO & SLANGER, 1994; BERG et al., 1997). Widerstand (Resistanz) und Blindwiderstand (Reaktanz) werden gemessen. Neuere Geräte messen bei mehreren verschiedenen Frequenzen und erreichen damit eine höhere Genauigkeit.

Die Leitfähigkeit bzw. der Widerstand ist abhängig von der geometrischen Konfiguration und dem Volumen des biologischen Leiters, der Stärke des Signals und der Frequenz des Stroms. Bei konstanter Geometrie ist die Leitfähigkeit des elektrischen Stroms durch den Organismus abhängig von dessen Zusammensetzung. Intra- und extrazelluläre Flüssigkeiten, Elektrolyte und Mineralien fungieren als Leiter und zeigen einen großen Anteil am Magergewebe im Körper an. Die Zellmembranen fungieren als Kondensatoren und halten den Strom, bis eine Schwelle erreicht ist, bevor der Strom fließt. Fett fungiert als Isolator und verhindert oder vermindert den Stromfluss (SWANTEK et al., 1992). So kann auf die gewebemäßige Zusammensetzung des Körpers geschlossen werden.

Die Umgebungstemperatur muss bei der Messung konstant gehalten werden, da die elektrische Leitfähigkeit proportional zur Temperatur ist (BERG et al., 1997).

Beim Menschen werden Elektroden an den Extremitäten befestigt und ein Strom geringer Stärke durch den Körper geleitet.

Beim Tier werden die Elektroden entweder auf die rasierte, gesäuberte Haut aufgeklebt, oder eine Nadel wird etwa 1,5 cm tief durch die Haut gestochen. Letzteres stellte sich beim Schwein als die praktikablere und genauere Methode heraus (SWANTEK et al., 1992).

Beim Pferd wurden die Elektroden um Karpus und Tarsus gelegt (ADKINS, 1996; BARTHOLOMEUSSEN, 1996).

DEURENBERG et al. (1989c) konnten bei Menschen nach einer Diät keine signifikanten Korrelationen zwischen den Veränderungen der fettfreien Masse (mit Densitometrie gemessen, siehe 2.10) und der Veränderung der Körperimpedanz feststellen.

DIAZ et al. (1989) verglichen die Abschätzung des Körperfettgehalts beim Menschen durch BIA und durch lineare Messungen mit den aus Densitometrie erhaltenen Ergebnissen. Dabei stellten sie fest, dass die BIA-Messung die Genauigkeit von Gleichungen, die Größe, Gewicht und Alter verwendeten, nicht verbessern konnte.

VON RESTORFF (1995) kam bei der Berechnung des prozentualen Körperfettes aus BIA-Messungen je nach der dafür herangezogenen Formel zu negativen Werten. Außerdem stellte er fest, dass eine mit der Calipermethode nachweisbare Abnahme des Körperfettes und Zunahme der fettfreien Masse beim Menschen mit der BIA-Methode weniger deutlich angezeigt wurde und dass die Streubreiten der täglichen Schwankungen bei der BIA-Messung mit 12,8 % +/- 1,9 fast doppelt so hoch war wie bei der Hautfaltenmessung. Die Berechnung des Fettgehalts mit BIA überschätzte im unteren Bereich, oberhalb von 10% Fett unterschätzte sie.

## **2.7 Elektromagnetische Messung (TOBEC)**

Auch die elektromagnetische Messung (engl. Total Body Electrical Conductivity, TOBEC) basiert auf der Theorie, dass die elektrische Leitfähigkeit in wasserhaltigem Gewebe wie Muskulatur höher ist als in Fett, einem grundsätzlich wasserfreiem Gewebe. Die elektromagnetische Messkammer besteht aus einer Kupferdrahtspule, die um eine Plexiglasröhre gewickelt ist. Durch einen Wechselstrom von 2,5 MHz wird in der Messkammer ein elektromag-

---

netisches Feld erzeugt. Körper, die sich durch die Röhre bewegen, absorbieren Energie (BERG et al. 1997). Ein elektromagnetischer Sensor misst die Energieabsorption. So wird die gesamte elektrische Leitfähigkeit im Körper abgeschätzt. Die Messergebnisse werden von Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflusst (WISHMEYER et al. 1996).

## 2.8 Absorptiometrische Verfahren

Absorptiometrische Verfahren sind radiographische bildgebende Verfahren. Das Prinzip der Verfahren ist die Tatsache, dass die Intensität eines monochromatischen Strahls exponentiell abnimmt, wenn er ein Gewebe durchläuft. Gemessen wird die Strahlungstransmission bzw. der Abschwächungskoeffizient. Bei bekannten Absorptionsraten der verschiedenen Gewebearten kann so ihre Masse bestimmt werden. Neuere Geräte verwenden zwei monochromatische Strahlen mit unterschiedlichen Energiequellen, die den ganzen Körper abtasten. Anhand der unterschiedlichen Absorptionsraten kann so die Masse an Knochenmineralien, fettfreiem Gewebe und Fett bestimmt werden (BURKHOLDER et al., 2001).

Die Verfahren tragen je nach der Strahlungsquelle unterschiedliche Namen.

- **Dual-Photon-Absorptiometrie (DPA)**

Als Photonen werden Gammastrahlen aus dem Radioisotop  $^{153}\text{Gadolinium}$  verwendet, das beim Zerfall zwei Photonenpeaks produziert, nämlich eines bei 44 keV und eines bei 100 keV (HEYMSFIELD et al. 1989).

- **Dual-Energy X-ray-Absorptiometry (DXA, DEXA)**

DEXA wurde aus DPA entwickelt (MITCHELL et al., 1996). Die Strahlenquelle sind Photonen aus Röntgenstrahlung. Gemessen wird die Strahlungstransmission von schwachen Röntgenstrahlen aus zwei verschiedenen Quellen (38keV und 70 keV). DEXA gilt als eine sehr exakte Messmethode, welche nicht nur den Gesamtfettgehalt, sondern auch die Verteilung des Fettes im Körper anzeigt (BURKHOLDER et al., 2001).

## **2.9 Kernspintomographie (magnetische Kernresonanz, NMR)**

Kernspintomographie (engl.  $^1\text{H}$  nuclear magnetic resonanz, NMR) ist ein bildgebendes Verfahren, anhand dessen man zwischen intra- und extraabdominalem Fettgewebe unterscheiden kann.

Wasserstoffkerne sind von einem Magnetfeld umgeben. In einem von außen angelegten Magnetfeld richten sie sich entsprechend aus. Sie absorbieren elektromagnetische Wellen definierter Frequenzen. Dabei wird die Ausrichtung im Magnetfeld gestört. Bei der Rückkehr in den ursprünglichen Zustand senden sie ihrerseits elektromagnetische Signale aus, die gemessen werden können. Beim Schwein wurde dieses Verfahren zur Bestimmung des intramuskulären Fettgewebes im *M. biceps brachii* (GEERS et al., 1995) und im *M. longissimus dorsi* (VILLÉ et al., 1997) eingesetzt. Die Tiere wurden für die Messung anästhesiert.

## **2.10 Hydrodensitometrische Messung (Unterwasserwiegen)**

Diese Methode macht sich die Tatsache zunutze, dass Knochen-, Organ- und Muskelgewebe eine höhere Dichte hat als Fettgewebe. Das spezifische Gewicht des Gesamtkörpers wird ermittelt. Daraus errechnet sich der Fettgehalt des Körpers. Hierfür wird das Unterwassergewicht mit dem normalen Gewicht verglichen. Diese Methode gilt als sehr zuverlässig mit einer Genauigkeitsrate von 98% und zählt als „Goldstandard“ beim Menschen (VON RESTORFF, 2000). Für die Unterwasserwägung muss der Mensch nach maximaler Expiration etwa 30 Sekunden ganz unter Wasser tauchen. Sie ist sehr aufwändig und beim Tier aufgrund mangelnder Kooperation nicht durchführbar.

## 2.11 Vergleich der verschiedenen Methoden

Die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung des Vorratsfetts im Körper werden in Tabelle 16 qualitativ verglichen. Ihre Vor- und Nachteile bzgl. Kosten, Zeitaufwand, Einfachheit der Anwendung und Schaden am Patienten werden gegenübergestellt. Soweit Literatur vorlag, sind die Tierarten aufgelistet, an denen die jeweiligen Methoden angewandt wurden.

Die Tabellen 17 bis 23 ermöglichen einen quantitativen Vergleich zwischen den Genauigkeiten der verschiedenen Verfahren zur Bestimmung des Körperfetts, ausgedrückt durch den Pearsonschen Korrelationskoeffizienten ( $r$ ). Dieser beschreibt das Verhältnis zwischen der jeweiligen Messung und einer Referenzmessung. In Tabelle 17 werden die Messmethoden für das Pferd verglichen, in Tabelle 18 für das Rind, in Tabelle 19 für das Schaf, in Tabelle 20 für das Schwein, in Tabelle 21 für den Hund, in Tabelle 22 für die Katze und Tabelle 23 für den Menschen.

Die von verschiedenen Autoren durchgeführten Untersuchungen unterscheiden sich zum Teil in Versuchsdurchführung, technischer Ausrüstung, Anzahl und Auswahl der untersuchten Tiere, Auswertung der Ergebnisse und Genauigkeit der Referenzmessung. Daher können die einzelnen Ergebnisse nur bedingt miteinander verglichen werden.

Tabelle 24 zeigt die Genauigkeiten verschiedener multipler Regressionsgleichungen zur Abschätzung des Körperfettgehalts bei den verschiedenen Spezies. Die Gleichungen kombinieren biometrische Daten mit Messungen aus einem anderen Verfahren. Teilweise werden zusätzlich Informationen über die gemessene Population verwendet, z. B. Spezies, Alter oder Geschlecht.

Die Genauigkeit der jeweiligen Abschätzung des Fettgehaltes im Vergleich zur Referenzmessung wird durch das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) ausgedrückt. Als Referenzmessung diente beim Nutztier der chemisch bestimmte Fettgehalt im Schlachtkörper, bei der Katze der durch DEXA bestimmte, beim Hund der durch postmortale histologische Untersuchungen bestimmte und beim Menschen der durch Hydrodensitometrie bestimmte Körperfettgehalt.

In einigen Studien wurde nicht die Fettmasse, sondern ausschließlich die fettfreie Masse oder die Muskelmasse bestimmt. Die Genauigkeit der dafür aufgestellten Regressionsgleichungen werden in Tabelle 25 gegenübergestellt. Als Referenzmessung diente beim Tier eine chemische Analyse des Schlachtkörpers, wenn nicht anders angegeben, und beim Menschen Hydrodensitometrie.

**Tabelle 16:** Vergleich verschiedener Methoden zur Messung von Vorratsfett am lebenden Tier

System	Vorteile	Nachteile	durchgeführt an Spezies
<b>BCS</b>	Billig, schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv, gesamtes subkutanes Fett wird erfasst	Subjektiv, Erfahrung erforderlich	Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund, Katze
<b>Biometrische Daten</b>	Billig, schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv	Populationsspezifische Formel erforderlich	Rind, Schaf, Hund, Katze
<b>Ultraschall</b>	Schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv	Teuer, hoher technischer Aufwand, Erfahrung erforderlich, nur definierte Körperstellen werden untersucht	Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund
<b>Nadelbiopsie</b>	Billig, schnell, leicht durchführbar	Anästhesie erforderlich, Gefahr der Infektion, nur definierte Körperstellen werden untersucht	Schaf, Schwein
<b>Nadelmessung</b>	Billig, schnell, leicht durchführbar	Keine Unterscheidung zwischen Muskulatur und Fett, Infektionsgefahr, Gefahr der Perforation der Pleurahöhle, nur definierte Körperstellen werden untersucht	Schaf
<b>Hautfaltenmessung mittels Caliper</b>	Billig, schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv	Erfahrung erforderlich, nicht an allen Spezies und nicht an allen Körperstellen durchführbar	Rind, Hund
<b>Infra-rotreflektionsspektrometrie</b>	Schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv	Teuer	Schwein (Schlachtkörper)
<b>Harnstoff-Verteilung</b>	Billig, schnell	Indirekte Messung, Auswertung der Blutproben aufwändig, Venenpunktion erforderlich	Rind
<b>Isotopenverteilung</b>	Leicht durchführbar	Indirekte Messung, Auswertung der Blutproben teuer und aufwändig, großer Zeitaufwand, Venenpunktion erforderlich	Rind, Hund, Katze
<b><sup>40</sup>K-Bestimmung</b>	Schnell, leicht durchführbar, nicht invasiv	Indirekte Messung, teuer	Rind
<b>BIA</b>	Schnell, leicht durchführbar	Indirekte Messung, teuer, Punktion durch die Elektroden erforderlich	Pferd, Schwein
<b>TOBEC</b>	Schnell, nicht invasiv	Indirekte Messung, teuer, aufwändige Technik und Sedation erforderlich	Schaf
<b>DEXA</b>	Nicht invasiv	Sehr teuer, Strahlenbelastung, aufwändige Technik und Vollnarkose erforderlich.	Hund, Katze
<b>Kernspintographie (NMR)</b>	Nicht invasiv	Sehr teuer, aufwändige Technik und Vollnarkose erforderlich	Schwein

**Tabelle 17:** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Pferd, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung			Autoren
	chemisch bestimmter Gesamtfettgehalt	direkt gemessene Fettdicke am SK	andere	
BCS	-	-	<sup>a</sup> 0,81	HENNEKE et al. (1983)
			<sup>b</sup> 0,91/ <sup>c</sup> 0,81	MIRAGLIA et al. (1998)
<b>Biometrische Daten</b>				
KG:H	-	-	<sup>a</sup> 0,66	HENNEKE et al. (1983)
BU:H			<sup>a</sup> 0,66	
<b>Ultraschall</b>				
<sup>d</sup> Kruppe	<sup>g</sup> 0,93/ <sup>h</sup> 0,80	<sup>i</sup> 0,85	-	WESTERVELT et al. (1976)
<sup>e</sup> Schulter	<sup>g</sup> 0,71/ <sup>h</sup> -0,27			
<sup>f</sup> Rücken	<sup>g</sup> 0,35/ <sup>h</sup> 0,57			

<sup>a</sup> Referenzmessung: Gesamtfettgehalt, abgeschätzt aus Ultraschallmessungen auf der Kruppe nach der Gleichung von WESTERVELT et al. (1976)

<sup>b</sup> Referenzmessung: Ultraschallmessung im oberen Viertel des Rückens von der 10. bis zur 14. Rippe

<sup>c</sup> Referenzmessung: Schweifansatzregion, 5 cm lateral des Schweifansatzes

<sup>d</sup> 5 cm lateral der Medianen, in der Mitte des Beckenknochens

<sup>e</sup> direkt hinter der Skapula

<sup>f</sup> 5 cm lateral der Dornfortsätze, zwischen der 12. und der 13. Rippe

<sup>g</sup> Anzahl der Pferde, an denen die Methode getestet wurde: n=8

<sup>h</sup> Anzahl der Pferde, an denen die Methode getestet wurde: n=11

<sup>i</sup> Anzahl der Pferde, an denen die Methode getestet wurde: n=15

KG:H            Körpergewicht zu Widerristhöhe

BU:H            Brustumfang zu Widerristhöhe

**Tabelle 18:** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Rind, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung			Autoren
	chemisch bestimmter Gesamtfettgehalt	direkt gemessene Fettdicke am Schlachtkörper	andere	
BCS	0,77	-	-	DUNN et al. (1983)
	-	-	<sup>a</sup> 0,66	THOMPSON et al. (1983)
	<sup>c</sup> 0,95 / 0,93			WRIGHT & RUSSEL (1984a)
	0,95			WRIGHT & RUSSEL (1984b)
	0,71	0,74	-	GRESHAM et al. (1986)
	0,91	-	-	WAGNER et al. (1988)
	0,89	-	-	BULLOCK et al. (1991)
	0,75	-	-	OTTO et al. (1991)
<b>Biometrische Daten</b>				
KG:H	-	-	<sup>a</sup> 0,58	THOMPSON et al. (1983)
KG	0,95			WRIGHT & RUSSEL (1984b)
BU	0,72	-	-	GRESHAM et al. (1986)
HB	0,68			
TC:TI	0,58			
KG:H	0,83	-	-	WAGNER et al. (1988)
KG	0,68	-	--	BULLOCK et al. (1991)
BU	0,72			
KG:H	0,78			
KG	0,93	-	-	VELAZCO et al. (1997)
<b>Ultraschall</b>				
Rücken	-	<sup>b</sup> 0,05 / 0,21 / 0,33 / 0,52 / 0,44 / 0,50 / 0,22 / 0,28 / 0,61 / 0,38	-	MCREYNOLDS & ARTHAUD (1971)
Rücken	0,89			WRIGHT & RUSSEL (1984b)
Kruppe	-	0,53	-	STOUFFER (1985)
Rücken		0,78		
Rücken	<sup>b</sup> 0,31/0,18/0,36	-	-	BAILEY et al. (1986)
Rücken	0,79	0,85	-	GRESHAM et al. (1986)
Rücken	0,81	<sup>c</sup> 0,89/0,81/0,44/0,73	-	FAULKNER et al. (1990)
Rücken	0,82	-	-	BULLOCK et al. (1991)
Kruppe	0,78			
Schulter	0,75			
Rücken	-	<sup>d</sup> 0,12/-0,08	-	MCLAREN et al. (1991)
Rücken	-	<sup>e</sup> 0,90/0,92	-	BRETHOUR (1992)
Rücken	-	0,75	-	PERKINS et al. (1992a)
Rücken	-	<sup>f</sup> 0,86/0,87	-	PERKINS et al. (1992b)
Rücken	-	0,81	-	SMITH et al. (1992b)
Rücken	<sup>g</sup> 0,65/ <sup>h</sup> 0,20/ <sup>i</sup> 0,72	<sup>g</sup> 0,86/ <sup>h</sup> 0,67/ <sup>i</sup> 0,74	-	WALDNER et al. (1992)
Rücken	-	0,91	-	PERRY & FOX (1997)
Kruppe	0,41	-	-	WILLIAMS et al. (1997)
Rücken	0,49			

## Fortsetzung Tabelle 18

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung			Autoren
	chemisch bestimmter Gesamtfettgehalt	direkt gemessene Fettdicke am Schlachtkörper	andere	
D <sub>2</sub> O - Verteilung	0,037	-	-	LUNT et al. (1985)
	<sup>l</sup> 0,91	-	-	ARNOLD et al. (1985)
	<sup>m</sup> 0,77			
Harnstoff - Verteilung	<sup>n</sup> 0,36	-	<sup>n,p</sup> 0,35	BARTLE et al. (1983)
	<sup>o</sup> 0,09		<sup>o,p</sup> 0,17	
	0,84	-	-	VELAZCO et al. (1997)

<sup>a</sup> Referenzmessung: Deuteriumoxidverteilung

<sup>b</sup> verschiedene Korrelationen für verschiedene Rindergruppen

<sup>c</sup> verschiedene Korrelationen für verschiedene Rassen

<sup>d</sup> verschiedene Korrelationen für unterschiedlich ermittelte Durchschnittswerte von Messungen durch mehrere verschiedene Personen

<sup>e</sup> zwei Versuchsreihen

<sup>f</sup> verschiedenen Korrelationen für Messungen durch zwei verschiedene Personen

<sup>g</sup> Gruppe von 16 Monate alten Rindern

<sup>h</sup> Gruppe von zwischen 4 und 24 Monate alten Rindern

<sup>i</sup> Gruppe von 12 Monate alten Rindern

<sup>l</sup> Berechnung nach der 1-Kompartiment-Methode

<sup>m</sup> Berechnung nach der 2-Kompartiment-Methode

<sup>n</sup> für Fleischrinder

<sup>o</sup> für Milchkühe

<sup>p</sup> Referenzmessung: Spezifisches Gewicht des Schlachtkörpers

KG Körpergewicht

H Höhe, gemessen an Widerrist oder Hüfte

KG:H Körpergewicht zu Höhe

BU Brustumfang

HB Hüftbreite, Abstand zwischen rechtem und linkem Tuber coxae

TC:TI Abstand von Tuber coxae zu Tuber ischiadicum

**Tabelle 19:** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Schaf, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung		Autoren
	chemisch bestimmter Gesamtfettgehalt	direkt gemessene Fettdicke am SK	
<b>BCS</b>	0,94	-	RUSSEL et al. (1969)
<b>Biometrische Daten</b>			
KG	0,81	-	RUSSEL et al. (1969)
	0,86	-	WISHMEYER et al. (1996)
<b>Ultraschall</b>			
Schwanzansatz	<sup>a</sup> 0,42 <sup>b</sup> 0,59	-	LEYMASTER et al. (1985)
Rücken	-	0,64	HAMBY et al. (1986)
Rücken	-	0,59	EDWARDS et al. (1989)
Schwanzansatz		0,36	
Rücken	-	<sup>c</sup> 0,19/0,42	MCLAREN et al. (1991)
Rücken	0,80	0,87	RAMSEY et al. (1991)
<b>TOBEC</b>	0,73	-	WISHMEYER et al. (1996)
<b>Dickenmessung mit einer Nadel</b>	0,67	0,80	RAMSEY et al. (1991)

<sup>a</sup> Multiple Regressionsgleichung aus Ultraschallmessung am Schwanzansatz und Gewicht

<sup>b</sup> Multiple Regressionsgleichung aus Ultraschallmessungen an Schwanzansatz, Brustbein und Rücken und Gewicht

<sup>c</sup> verschiedene Korrelationen für unterschiedlich ermittelte Durchschnittswerte von Messungen durch verschiedene Personen

**Tabelle 20:** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Schwein, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung		Autoren
	chemisch bestimmter Körperfettgehalt	direkt gemessene Fettdicke am SK	
<b>Ultraschall</b>			
Rücken	-	0,55	MCLAREN et al. (1989)
Rücken	-	<sup>a</sup> 0,85/0,87	MCLAREN et al. (1991)
Rücken	-	<sup>b</sup> 0,91/ <sup>c</sup> 0,63	SMITH et al. (1992a)
<sup>d</sup> M. longissimus	0,66/0,56/0,62	-	VILLÉ et al. (1997)
<b>Nadelbiopsie</b>	-	-	VILLÉ et al. (1992)
<b>BIA</b>	0,64	-	SWANTEK et al. (1992)
<b>DEXA</b>	0,92		MITCHELL et al. (1996)
<sup>d</sup> <b>NMR</b>	0,90		VILLÉ et al. (1997)

<sup>a</sup> verschiedene Korrelationen für unterschiedlich ermittelte Durchschnittswerte von Messungen durch mehrere verschiedene Personen

<sup>b</sup> Messung in Höhe der letzten Rippe

<sup>c</sup> Messung in Höhe der 10. Rippe

<sup>d</sup> Messung des intramuskulären Fettgehaltes im M. longissimus, Referenzmessung: chemisch bestimmter intramuskulärer Fettgehalt im M. longissimus

**Tabelle 21:** Genauigkeit von Ultraschallmessungen zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Hund

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung Histologie	Autoren
Ultraschall Lendenregion	0,87	WILKINSON & MCEVAN (1991)

**Tabelle 22:** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts bei der Katze, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung DEXA	Autoren
BCS	0,85	HAWTHORNE & BUTTERWICK (2000)
<b>Biometrische Daten</b>		
Brustumfang	0,91	
Taille	0,88	
KG	0,82	

**Tabelle 23** Genauigkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung des Körperfettgehalts beim Menschen, vergleichend

System	Korrelation (r) zur Referenzmessung		Autoren
	durch Hydrodensitometrie bestimmter Gesamtfettgehalt	durch DPA bestimmter Gesamtfettgehalt	
<b>Biometrische Daten</b>			
Größe <sup>2</sup>	0,49	-	LUKASKI et al. (1985)
KG	<sup>a</sup> 0,61/ <sup>b</sup> 0,91	-	DIAZ et al. (1989)
Größe, KG	<sup>a</sup> 0,68		
BMI	<sup>a</sup> 0,63/ <sup>b</sup> 0,66	-	WANG & DEURENBERG (1996)
<b>Hautfaltendicke</b>	<sup>a</sup> 0,36/ <sup>b</sup> 0,59	-	WANG & DEURENBERG (1996)
<b>BIA</b>	0,45		LUKASKI et al. (1985)
	-0,45		
	<sup>a</sup> 0,39/ <sup>b</sup> 0,63	-	WANG & DEURENBERG (1996)
<b>T<sub>2</sub>O-Verteilung</b>	-	0,83	HEYMSFIELD et al. (1989)
<b><sup>40</sup>K-Messung</b>	-	0,87	HEYMSFIELD et al. (1989)
<b>Neutronenaktivierung</b>	-	0,94	HEYMSFIELD et al. (1989)
<b>Hydrodensitometrie</b>	-	0,92	HEYMSFIELD et al. (1989)

<sup>a</sup> Männer<sup>b</sup> Frauen

**Tabelle 24:** Multiple Regressionsgleichungen für die Abschätzung des Fettgehalts im Körper bei verschiedenen Spezies

Verwendete Variablen	Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ )		Autoren	
KG, Harnstoffverteilung	<sup>a</sup> 0,66/ <sup>b</sup> 0,62	Rind	BARTLE et al. (1983)	
KG, BCS	0,95		WRIGHT & RUSSEL (1984b)	
KG, US <sup>Rücken</sup>	0,94			
KG, D <sub>2</sub> O	0,93			
KG, H, KL, HB	0,87			
US <sup>Rücken</sup> , H, KL, HB	0,82			
BCS, H, KL, HB	0,94			
KG, US <sup>Rücken</sup> , D <sub>2</sub> O	0,96			
BCS, US <sup>Rücken</sup> , D <sub>2</sub> O	0,97			
KG, H, KT, HB, BU	<sup>c</sup> 0,61 / 0,37 / 0,39			BAILEY et al. (1986)
KG, H, KT, HB, BU, US <sup>Rücken</sup>	<sup>c</sup> 0,70 / 0,48 / 0,55			
KG, US <sup>Rücken</sup> , H	0,74		GRESHAM et al. (1986)	
KG, BCS, RG				
KG US <sup>Kruppe</sup> , BCS, RG	0,77		HOLLOWAY et al. (1990)	
KG, US <sup>Schw</sup>	0,18	Schaf	LEYMASTER et al. (1985)	
KG, US <sup>Schw</sup> , US <sup>Rücken</sup> , US <sup>Brust</sup>	0,35			
KG, BU, Tobec	<sup>d</sup> 0,79/ <sup>e</sup> 0,82		WISHMEYER et al. (1996)	
KG, US <sup>Rücken</sup>	0,95	Schwein	PERRY & FOX (1997)	
BU, Hinterbeinlänge	0,85	Katze	HAWTHORNE & BUTTERWICK (2000)	
KG	<sup>f</sup> 0,37/ <sup>g</sup> 0,82	Mensch	DIAZ et al. (1989)	
KG, G	<sup>f</sup> 0,46/ <sup>g</sup> 0,84			
KG, G, G <sup>2</sup> / R	<sup>f</sup> 0,46/ <sup>g</sup> 0,84			
Hautfalten, Alter, Fettlevel	<sup>f</sup> 0,70/ <sup>g</sup> 0,82		WANG & DEURENBERG (1996)	
BIA, Alter, Fettlevel	<sup>f</sup> 0,69/ <sup>g</sup> 0,83			
BMI, Alter, Fettlevel	<sup>f</sup> 0,62/ <sup>g</sup> 0,82			

<sup>a</sup> Fleischrind<sup>b</sup> Milchkuh<sup>c</sup> verschiedene Korrelationen für verschiedene Gewichtsklassen<sup>d</sup> gefüttert<sup>e</sup> ungefüttert<sup>f</sup> Männer<sup>g</sup> Frauen

US Ultraschallmessungen

US<sup>Schw</sup> Ultraschallmessungen am SchwanzansatzUS<sup>Rücken</sup> Ultraschallmessungen am RückenUS<sup>Brust</sup> Ultraschallmessungen an der BrustUS<sup>Kruppe</sup> Ultraschallmessungen auf der Kruppe

H Höhe, gemessen an Widerrist oder Hüfte

KG Körpergewicht

KL

Körperlänge

KT Körpertiefe

HB

Hüftbreite

BU Brustumfang

RG

Rahmengröße

G Größe (Mensch)

R

Resistenz

**Tabelle 25:** Multiple Regressionsgleichungen für die Abschätzung der fettfreien Masse im Körper bei verschiedenen Spezies

Verwendete Variablen	Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ )	Spezies	Autoren
BIA	<sup>a</sup> 0,90	Pferd	BARTHOLOMEEUSSEN (1996)
<sup>40</sup> K-Bestimmung	0,76	Rind	FRAHM et al. (1971)
BIA	<sup>b</sup> 0,90		MARCHELLO & SLAN-GER (1994)
KG, R, Z, Detektorenabstand	0,82	Schwein	SWANTEK et al. (1992)
TOBEC	0,80		
KG	<sup>c</sup> 0,81/ <sup>d</sup> 0,92	Mensch	DEURENBERG et al. (1989b)
KL	<sup>c</sup> 0,58/ <sup>d</sup> 0,86		
KL <sup>2</sup> / R	<sup>c</sup> 0,64/ <sup>d</sup> 0,96		
BIA	<sup>c</sup> 0,18/ <sup>d</sup> 0,66		
KL <sup>2</sup> / R, Geschlecht	0,80		DEURENBERG et al. (1989a)
KL <sup>2</sup> / R, Geschlecht, KG	0,89		
Geschlecht, KG, KL	0,82		

<sup>a</sup> Abschätzung des Körperwassers, Referenzmessung: Deuteriumoxidverteilung

<sup>b</sup> Abschätzung der Gesamtmuskulatur; Referenzmessung: am Schlachtkörper bestimmte Werte

<sup>c</sup> männlich

<sup>d</sup> weiblich

### **3. Biometrische Daten zur Abschätzung des Gewichts**

#### **3.1 Widerristhöhe**

HICKMAN & COLLES (1984) erforschten die Messung der Widerristhöhe beim Pferd. Sie gaben an, dass der höchste Punkt des Widerristes bei den meisten Pferden direkt über dem Dornfortsatz des 5. Brustwirbels liegt.

Sie forderten, dass die Pferde für die Messung so hingestellt werden sollten, dass die Vorderbeine möglichst senkrecht zum Boden und möglichst parallel zueinander stehen. Die vorderen Hufe sollten auf gleicher Linie sein, die maximale Verschiebung sollte 1,5 cm betragen. Beide Hinterbeine sollten Gewicht aufnehmen und möglichst senkrecht zum Boden stehen. Die Hufe sollten um nicht mehr als 15 cm versetzt stehen. Der Kopf sollte in natürlicher Position in Relation zum Hals gehalten werden.

Die Widerristhöhe war in der Inspirationsphase um 0,2 bis 0,4 cm größer als in der Expirationsphase.

#### **3.2 Brustumfang**

MILNER & HEWITT (1969) verwendeten in ihrer Studie ohne Angabe eines Grundes den halben Brustumfang. Das Maßband wurde hinter dem Widerrist angelegt und in der Gurtlage auf Höhe der Medianen abgelesen. Sie gaben an, dass die Mediane leicht zwischen der Pectoralmuskulatur zu ertasten war und im Zweifelsfall am unterschiedlichen Muster des Haarwuchses an dieser Stelle identifiziert werden konnte. Für die Angabe des Brustumfangs wurde dieser Messwert verdoppelt.

CARROL & HUNTINGTON (1988) legten das Maßband direkt hinter dem Ellbogen um den ganzen Brustkorb. Die Messung wurde nach der Expirationsphase gemacht.

### 3.3 Körperlänge

Die Körperlänge wird entweder als Abstand vom Humeruskopf zur Pars cranialis des Trochanter major femoris (MILNER & HEWITT, 1969) oder als Abstand vom Humeruskopf zum Tuber ischiadicum (CARROL & HUNTINGTON, 1988) gemessen.

### 3.4 Abschätzung des Gewichts

MILNER & HEWITT (1969) untersuchten eine Gruppe von 108 Pferden, die sowohl Fohlen als auch adulte Pferde und sowohl Shetlandponys als auch Shire horses enthielt. Über die Gewichte machten sie keine Angaben. An dieser Gruppe erstellten sie folgende Gleichung aus Brustumfang (BU) und Körperlänge (KL) für die Abschätzung des Körpergewichts (KG):

$$\text{KG [lb]} = \text{BU [in]}^2 * \text{KL [in]} / 228,1 [\text{lb} / \text{in}^3],$$

was der Gleichung

$$\text{KG [kg]} = \text{BU [cm]}^2 * \text{KL [cm]} / 6316 [\text{kg} / \text{cm}^3]$$

entspricht. Die Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht lag bei  $r = 0,99$ , wobei sie zu bedenken gaben, dass die Gewichte aufgrund der großen Unterschiede zwischen den Rassen und Altersstufen eine sehr große Spannweite hatten.

Sie erhielten für diese Gleichung eine durchschnittliche prozentuale Abweichung vom tatsächlichen Gewicht von 5,6 %, für eine Gewichtsabschätzung anhand des Brustumfangs alleine ergab sich 10 %.

CARROL & HUNTINGTON (1988) untersuchten die Korrelationen verschiedener biometrischer Daten zum Gewicht an 281 Pferden mit Gewichten zwischen 160 kg und 680 kg. Eine Regressionsgleichung aus Brustumfang und Körperlänge korrelierte nur wenig besser mit dem Gewicht ( $r^2 = 0,837$ ) als eine Regressionsgleichung aus Widerristhöhe und BCS ( $r^2 = 0,825$ ). Die Standardabweichungen betragen 37,2 bzw. 42,7. CARROL & HUNTINGTON (1988) schlugen folgende Gleichung vor:

$$\text{KG [kg]} = \text{BU [cm]}^2 * \text{KL [cm]} / 11877,4 [\text{kg} / \text{cm}^3].$$

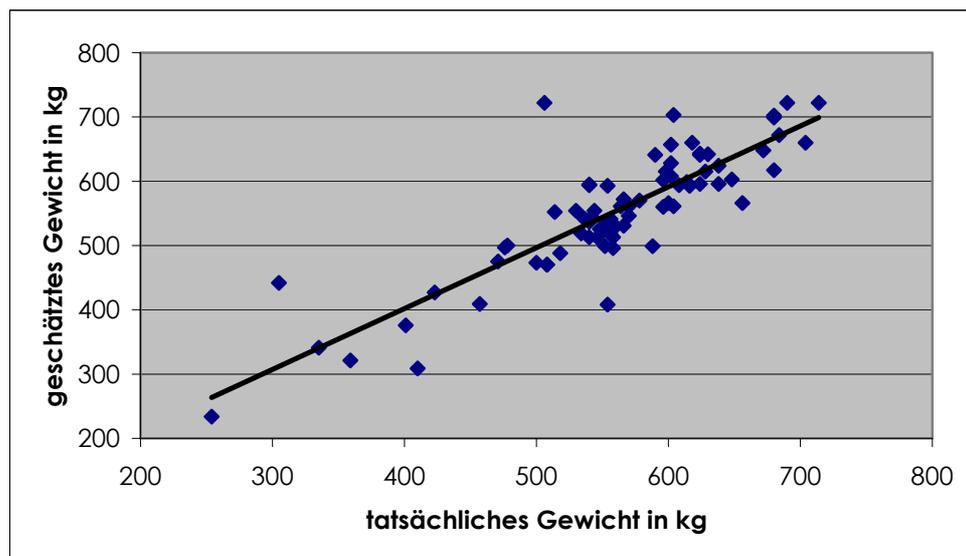
Bei 20 Vollblutstuten mit etwa gleicher Widerristhöhe korrelierte der BCS gut ( $r^2 = 0,70$ ) mit dem Gewicht.

DOBBERTHIEN (2002) berichtete von einer Studie über 75 Pferde, die gewogen und vermessen wurden. Die Spannweite der Gewichte reichte von 254 kg bis 714 kg.

Der Zusammenhang zwischen den in dieser Arbeit angegebenen tatsächlichen und den vom Autor durch die Gleichung

$$KG [kg] = BU [cm]^2 * KL [cm] / 11900 [kg / cm^3]$$

geschätzten Gewichte ist in Abb. 1 als Diagramm dargestellt.



**Abbildung 1:** Abschätzung des Gewichts durch die Formel  $KG = BU^2 * KL / 1190$  (CARROL & HUNTINGTON, 1988)  $n=75$ ; Daten aus DOBBERTHIEN (2002)

Geradengleichung:  $f(x): y = 0,95 x + 23$ ,  
wobei  $y$ : = geschätztes Gewicht,  $x$ : = tatsächliches Gewicht

Bestimmtheitsmaß:  $r^2 = 0,74$

Standardfehler: 50

### **III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN**

#### **A. Material und Methoden**

##### **1. Versuchsplan**

Im ersten Teil der Studie sollte das von HENNEKE et al. (1983) für Quarterhorsestuten entwickelte BCS-System an verschiedenen Reitpferden überprüft und ggf. angepasst werden. Dazu wurde zunächst das bestehende System auf 40 Warmblutpferde angewandt und die Übereinstimmung der Beurteilung der verschiedenen Körperpartien überprüft. Für Stellen, an denen sich Diskrepanzen ergaben, wurde die Beschreibung in den nächsten Schritten gezielt angepasst.

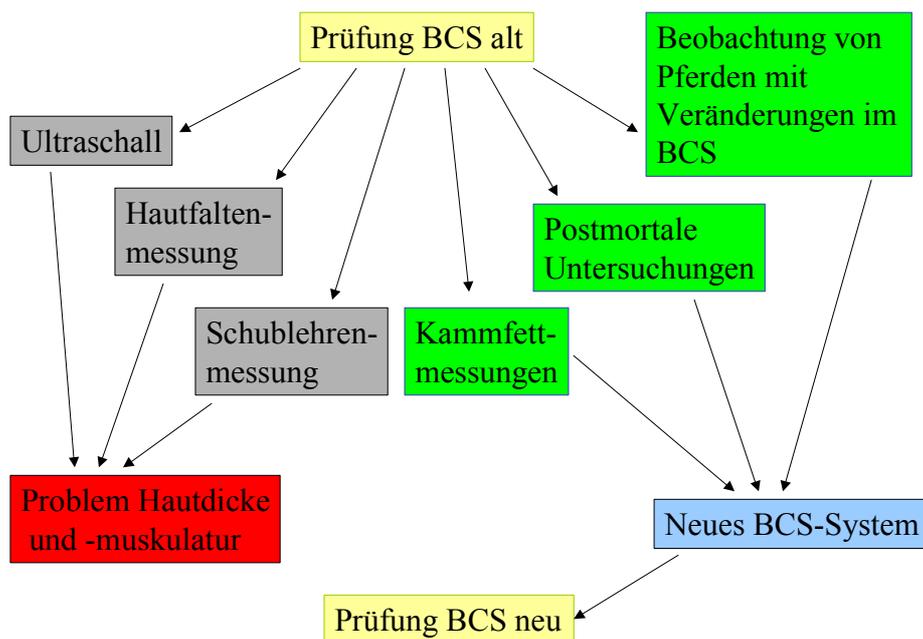
Um einzelne Aspekte der Body Condition beim Pferd zu klären, wurde zunächst in der anatomischen Literatur nach Angaben über Fettansatz und bestimmte Muskeln und Strukturen gesucht<sup>a</sup>. Im nächsten Schritt wurde versucht, eine Quantifizierung verschiedener subkutaner Fettdepots durch Ultraschalluntersuchungen vorzunehmen. Es folgten Versuche zur Messung der subkutanen Fettdepots über den Rippen und im Schulterbereich durch Tonometrie mit Hilfe einer Schublehre bzw. durch Bestimmung der Hautfaltendicke. Um sichere Angaben über den Fettansatz an verschiedenen Körperstellen machen zu können, wurden gezielte postmortale Untersuchungen an euthanasierten Klinikpatienten vorgenommen. Danach wurde eine Methode zur semiquantitativen Einschätzung des Kammfettes durch biometrische Vermessung erarbeitet. Zusätzlich ergab sich die Gelegenheit, die Veränderung sämtlicher fraglicher Körperpartien bei mehreren Pferden, deren Ernährungszustand im Laufe der Zeit erheblichen Veränderungen unterworfen war, gezielt zu beobachten.

<sup>a</sup> Dieser Abschnitt wurde bewusst nicht in den Literaturteil eingefügt, da es sich jeweils um sehr spezifische Fragestellungen handelt, die sich im Verlauf der Untersuchungen stellten.

Soweit die Untersuchungen einen deutlichen Zusammenhang mit dem Ernährungszustand bzw. dem BCS-System erkennen ließen, flossen sie in die Aufstellung eines neuen Systems ein (siehe Abbildung 2).

Dieses neue System wurde an 95 Pferden überprüft. Zusätzlich wurde seine Reproduzierbarkeit durch verschiedenen Personen getestet.

Im zweiten Teil der Studie wurden verschiedene biometrische Messungen an 181 Pferden vorgenommen und die Pferde gewogen. Die Korrelationen der Messungen mit dem Gewicht der Pferde wurde errechnet. Aus diesen Daten und dem BCS der Pferde wurde eine Regressionsgleichung für die Abschätzung des Gewichts aufgestellt. Diese wurde an 209 Pferden überprüft.



**Abbildung 2:** Versuchsplan für die Entwicklung eines BCS-Systems für Warmblutpferde

## **2. Versuchsdurchführung**

### **2.1 Erarbeitung eines Body Condition Scoring-Systems für Warmblutpferde**

#### **2.1.1 Beurteilung von Warmblutpferden nach dem Body Condition Scoring-System von HENNEKE et al. (1983)**

40 Warmblutpferde wurden nach dem System von HENNEKE et al. (1983) bewertet.

Um Körperstellen herauszufinden, welche

- a) beim Warmblutpferd anhand des Systems nicht eindeutig bewertet werden konnten, weil sie für eine klare Zuordnung in eine definierte Punktstufe nicht genau genug beschrieben waren, oder
- b) bei vielen Pferden stark vom Gesamtscore abwichen,

wurde das System zunächst nach den elf beschriebenen Regionen, nämlich Hals, Widerrist, Schulter, Dornfortsätze, Rippen, Querfortsätze der Lendenwirbelsäule, Tuber coxae, Flanken, Tuber ischiadicum, Innenseite der Oberschenkel und Schweifansatz, aufgeteilt (siehe Tabelle 26).

Der Einfachheit halber wurden Dornfortsätze und Querfortsätze der Lendenwirbelsäule für die Bewertung unter „Rücken“ zusammengefasst und Tuber coxae, Tuber ischiadicum, Flanken und Innenseite der Oberschenkel unter „Hüfte“, so dass insgesamt sieben Körperregionen einzeln bewertet wurden:

Hals, Widerrist, Schulter, Rücken, Rippen, Hüfte und Schweifansatz.

Diese sieben Körperregionen wurden unabhängig voneinander bei jedem einzelnen Pferd nach dem System von HENNEKE et al. (1983) auf einer Skala von 1 bis 9 bewertet, wobei 1 extrem mager und 9 extrem fett bedeutete. Dazu wurde die Menge an Fettgewebe durch Adspektion und Palpation abgeschätzt. Für jedes Pferd wurde der Gesamtscore als Durchschnittswert der einzelnen Bewertungen der sieben Regionen errechnet.

Außerdem wurde überprüft, inwieweit Geschlecht, Alter, Trainingszustand und Rasse die Erscheinung der einzelnen Regionen bei gleichem Ernährungszustand beeinflussten.

**Tabelle 26:** System nach HENNEKE et al. (1983), in die verschiedenen Körperregionen aufgeteilt

Score	Hals	Widerrist	Schulter	Dornfortsätze	Rippen	Querfortsätze der Lendenwirbelsäule	Tuber coxae	Flanken	Tuber ischiadicum	Oberschenkel	Schweifansatz
1	Knochenstrukturen erkennbar	Knochenstrukturen erkennbar	Knochenstrukturen erkennbar	vorstehend	vorstehend	gut fühlbar an Lendenwirbelsäule	vorstehend		vorstehend		vorstehend
2	leicht durchscheinend	leicht durchscheinend	leicht durchscheinend	vorstehend, Basis bedeckt	vorstehend	abgerundet	vorstehend		vorstehend		vorstehend
3	markiert	markiert	markiert	halb bedeckt, gut sichtbar	dünne Fettschicht, gut sichtbar	nicht fühlbar	abgerundet, gut sichtbar		nicht abgrenzbar		vorstehend, keine Wirbel sichtbar
4	nicht offensichtlich dünn	nicht offensichtlich dünn	nicht offensichtlich dünn	Kontur sichtbar	leicht durchscheinend		nicht durchscheinend				Fett fühlbar vorstehend
5	weicher Übergang in Rumpf	abgerundet	weicher Übergang in Rumpf	Rücken eben	nicht sichtbar, gut fühlbar						beginnt schwammig zu werden
6	seitlich beginnt Fettansatz	seitlich beginnt Fettansatz	Fettansatz beginnt hinter Schulter	leichte Rinne	Fett schwammig						Fett weich
7	Fettpolster sichtbar	Fettpolster sichtbar	Fettpolster sichtbar hinter Schulter	leichte Rinne	einzelne Rippe fühlbar, ICR ausgefüllt						Fett weich
8	deutliche Verfettung	Region prall mit Fett gefüllt	Region hinter Schulter fließend ausgefüllt	ausgeprägte Rinne	schwierig zu fühlen					Fettansatz an der Innenseite	Fett sehr weich
9	Fettwülste	Fettwülste	Fettwülste hinter Schulter	Rinne offensichtlich	Fettwülste			fließend ausgefüllt		reiben aneinander	Fettwülste

## **2.1.2 Anatomische Recherche**

Aufgrund der in 2.1.1 durchgeführten Untersuchungen ergaben sich gezielte Fragen zu Knochenstrukturen, Bändern, Muskulatur und Fettansatz an Hals, Rücken, Kruppe und Hüfte sowie zu Hautmuskulatur, die anhand der verfügbaren anatomischen Literatur recherchiert wurden.

## **2.1.3 Ultraschallmessungen**

### **2.1.3.1 Allgemeine Beschreibung**

An einem frisch euthanasierten und insgesamt 6 lebenden Pferden wurde die Dicke der subkutanen Fettschicht an verschiedenen Stellen durch Ultraschallmessungen bestimmt.

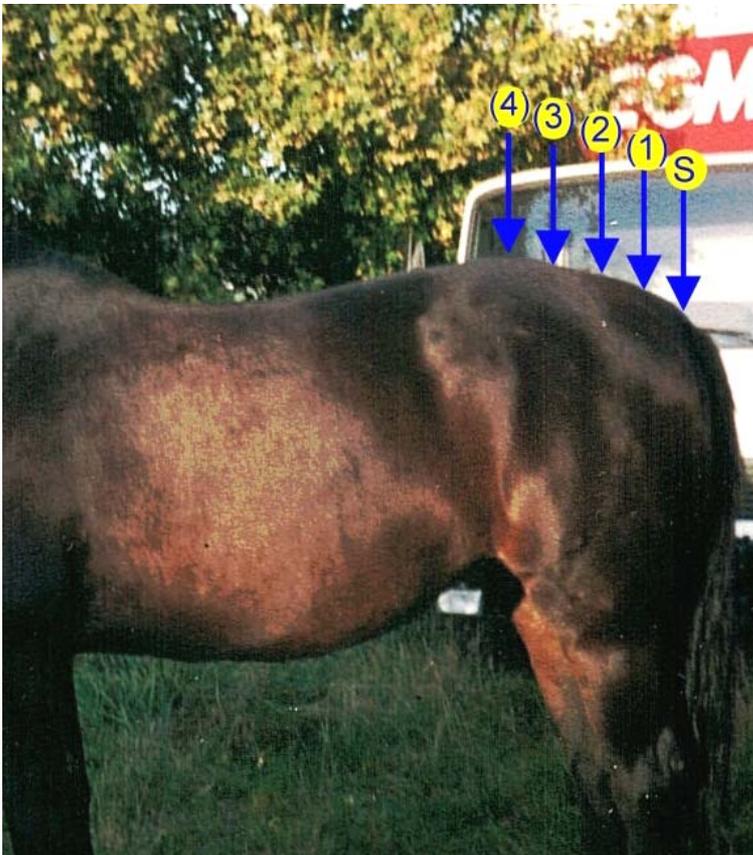
Dazu wurde ein Gerät der Firma Pie Medical Model „Scanner 480“ mit einer internen Messvorrichtung und einem auf wahlweise 5,0 oder 7,5 MHz einstellbaren Linearschallkopf und eine Vorlaufstrecke verwendet. Um den akustischen Kontakt sicherzustellen, wurde das Fell vor der Messung an der Messstelle mit einer Alkohollösung eingesprüht, und reichlich Ultraschallgel wurde einige Minuten lang einmassiert, wie von GODDARD (1995) vorgeschlagen. Zum Schutz des Geräts wurden die Pferde für die Messungen in einen Untersuchungsstand gestellt.

Die Messungen wurden am Bauch, am Schweifansatz und an drei verschiedenen Stellen in gleichen Abständen auf der Kruppe, jeweils parallel zur Linea alba bzw. zur Wirbelsäule durchgeführt.

Aufgrund individueller Unterschiede in Größe und Körperbau der gemessenen Pferde variierten die absoluten Entfernungen zwischen den Messstellen auf der Kruppe und am Schweifansatz innerhalb der verschiedenen Pferde etwas.

Die Lokalisation der Messungen an Kruppe und Schweifansatz wird in Abbildung 3 verdeutlicht.

- **am Bauch:** Über der Linea alba, 5 cm kranial des Nabels
- **am Schweifansatz:** Direkt am Übergang von der Kruppe zum Schweif, in Höhe des 3. Schwanzwirbels, 8 cm lateral der Medianen
- **auf der Kruppe:** Die Messungen auf der Kruppe erfolgten jeweils 8 cm lateral der Medianen.
  - (1) 8 bis 10 cm kranial des Schweifansatzes,
  - (2) 16 bis 20 cm kranial des Schweifansatzes,
  - (3) 24 bis 30 cm kranial des Schweifansatzes,
  - (4) Auf Höhe des Tuber sacrale.



**Abbildung 3:** Messstellen der Ultraschalluntersuchungen am Schweifansatz und auf der Kruppe

### 2.1.3.2 Einzelne Messungen

- a) Um die Wiederholbarkeit zu testen, wurde die Fettdicke an der Messstelle Kruppe (2) an zwei Pferden zweimal und an zwei Pferden sechsmal gemessen. Diese Pferde wurden für die Messung nicht geschoren.
- b) Um den Effekt des Haarkleids auf das Ultraschallbild zu prüfen, wurde ein Pferd vor und nach Ausscheren an der Messstelle Kruppe (2) gemessen.
- c) Ein Pferd wurde ungeschoren am Bauch gemessen.
- d) Ein direkt zuvor aus tierschützerischen Gründen euthanasiertes Pferd wurde an den Messstellen Kruppe (1), (2) und (3) und am Schweifansatz ausgeschoren, rasiert und mit dem Ultraschallgerät jeweils mit 5,0 und mit 7,5 MHz gemessen. Die Bilder wurden ausgedruckt. Unmittelbar danach wurden an den Messstellen mit einem Skalpell Schnitte durch Haut und Unterhautfettgewebe geführt. Die tatsächliche Dicke der Haut und der subkutanen Fettschicht wurden mit einem Lineal gemessen.

### 2.1.4 Messung der Gewebedicke über den Rippen mit einer Schublehre (n=169)

An insgesamt 169 Pferden wurde die Dicke der Gewebeschicht über der 12., 14., 16. und 18. Rippe auf der Linie Buggelenk-Hüfthöcker mittels einer auf 9 Newton geeichten Schublehre gemessen.

Der Stift zur Tiefenmessung hatte eine Auflagefläche von  $0,25 \text{ mm}^2$  und war leicht abgerundet. Um genauere Ergebnisse zu bekommen, wurde die Schublehre nicht direkt auf die Haut aufgesetzt, denn durch die Elastizität des Gewebes würde die Basis der Schublehre in eine mehr oder weniger starke Eindellung geraten. Statt dessen wurde eine Messplatte aus Plastik mit 1 mm Dicke zwischen Haut und Schublehre gehalten. Der Stift wurde durch ein Loch in der Platte geschoben.

Zur Gewebedickenmessung wurde die Schublehre mit herausgezogenem Stift auf der Linie Buggelenk – Hüfthöcker an der jeweiligen Rippe aufgesetzt und genau so fest aufgedrückt, bis der Stift nicht mehr weiter zurückgeschoben, sondern die Messplatte eingedrückt wurde. Die Eindrücktiefe wurde von der Skala abgelesen und um die Messplattendicke berichtigt, indem 1 mm subtrahiert wurde.

Die Wiederholbarkeit der Messungen wurde durch Doppelmessungen an 15 Pferden getestet.

Danach wurde die Body Condition der Pferde bestimmt. Bei der Gruppe D1 (n=92) wurde dafür das Henneke-System benutzt, bei der Gruppe D2 (n=77) das neue System (siehe S. 80 bis 92).

Für jedes Pferd wurde ein Mittelwert aus den Ergebnissen der Messungen der Gewebedicke über der 12. bis 18. Rippe berechnet. Die Beziehungen zwischen den Mittelwerten der Messungen zum BCS der Region „Brustwand“ und zum Gesamtscore wurden berechnet.

### **2.1.5 Bestimmung der Fettschicht über den Rippen und hinter der Schulter mittels Messung der Hautfaltendicke (n=147)**

Bei den Pferden der Gruppe F1 (n=88) wurden auf der Linie Buggelenk – Hüfthöcker über der 13. und 16. Rippe Falten aus Haut und Unterhaut genommen und deren Dicke mit einem Caliper bestimmt. Dann wurde ihr BCS nach dem Henneke-System bestimmt.

Bei den Pferden der Gruppe F2 (n=59) wurde auf die gleiche Weise die Dicke der Hautfalte an zwei verschiedenen Stellen über der 6. Rippe bestimmt, nämlich eine Handbreit über und kurz hinter dem Ellbogen und direkt hinter der Trizepsmuskulatur auf halber Höhe des Brustkorbs. Die Body Condition dieser Pferde wurde mit dem neuen System bestimmt.

Die Wiederholbarkeit der Messungen wurde durch Doppelmessungen an 15 Pferden getestet.

Bei den Pferden der Gruppe F1 wurden die Beziehungen der Einzelmessungen und der Mittelwerte der Hautfaltendicken zum BCS der Region „Brustwand“ und zum Gesamtscore berechnet. Bei den Pferden der Gruppe F2 wurden die Beziehungen der Einzelmessungen und der Mittelwerte der Hautfaltendicken zum BCS der Region „Schulter“ und zum Gesamtscore berechnet.

### **2.1.6 Beobachtung von Pferden mit sich ändernder oder aus anderen Gründen erwähnenswerter Body Condition**

An sieben Warmblutpferden wurde verfolgt, wie sich eine Verbesserung im Ernährungszustand auf das adspektorische und palpatorische Erscheinungsbild auswirkte und an einem, wie sich eine Verschlechterung auswirkte. Folgende Pferde wurden in unterschiedlichen Zeitabständen nach ihrer Body Condition beurteilt:

- eine zwölfjährige kachektische Oldenburger Warmblutstute,
- eine neunjährige kachektische Araberstute,
- ein dreijähriger Bayerischer Warmbluthengst, der nach der Aufzucht auf der Weide eingestallt wurde,
- ein vierjähriger Bayerischer Warmbluthengst, der im Laufe dieser Arbeit kastriert wurde,
- ein 19-jähriger Westfälischer Warmblutwallach,
- eine vierjährige Bayerische Warmblutstute,
- fünfjähriger Bayerischer Warmbluthengst,
- ein 13-jähriger Hessischer Warmblutwallach.

Außerdem wurden zwei ältere Pferde, zwei Pferde, bei denen die Fettverteilung von dem bei anderen Pferden beobachteten Muster abwich, und zwei adipöse Pferde genauer untersucht:

- ein 27-jähriger Westfälischer Warmblutwallach und ein 26-jähriger Bayerischer Warmblutwallach,
- ein zwölfjähriger Hannoveranerwallach und ein 16-jähriger Bayernwallach,
- eine fünfzehnjährige Warmblutstute,
- 4-jährige Bayerische Warmblutstute.

### 2.1.7 Postmortale Untersuchungen an sechs euthanasierten Pferden

Sechs Pferde, welche aus tierschutzrelevanten Gründen euthanasiert werden mussten, wurden zur Beurteilung der Menge an subkutanem Fettgewebe postmortal an den kritischen Punkten untersucht.

Folgende Punkte sollten geklärt werden:

- der Fettansatz am Hals, inklusive Hengsthals und Axthieb
- die Differenzierung zwischen Fett und Muskulatur an der Wirbelsäule
- die Dicke des Hautmuskels in Relation zum subkutanen Fett an verschiedenen Stellen
- der Fettansatz in der Pectoralisregion
- der Fettansatz in der Semimembranosus-/Semitendinosusregion
- der Fettansatz am Bauch
- der Anteil an Muskulatur bzw. Fett um den Tuber coxae
- der Fettansatz im Bereich der Kruppenmuskulatur, insbesondere bei gespaltener Kruppe
- der Fettansatz am Schweifansatz

Die Pferde wurden unmittelbar im Anschluss an die Euthanasie untersucht.

Dabei wurden mit einem Skalpell Schnitte von 5 bis 10 cm Länge durch Haut und Unterhaut geführt. Anschließend wurde die Dicke der Haut, des subkutanen Fettgewebes sowie gegebenenfalls des Hautmuskels mit einem Lineal gemessen.

Die Messungen wurden an folgenden Stellen durchgeführt:

- in Abständen von 15 cm entlang der Wirbelsäule, jeweils 5 cm, 20 bis 25 cm und 40 cm lateral der Medianen, vom Atlas bis zum Schweifansatz
- über der Pektoralis- und der Trizepsmuskulatur
- über der 6., 7., 9., 10., 11. und 12. Rippe, auf halber Höhe des Brustkorbs
- über der 12. Rippe, auf Höhe des Ellbogens
- über der 16. Rippe, 50 cm neben der Medianen (Linie Sitzbeinhöcker-Buggelenk)
- um den Tuber ilei
- in der Semimembranosus-/Semitendinosusregion
- über der medialen Oberschenkelmuskulatur
- an der Linea alba, 10 cm kranial des Nabels

### 2.1.8 Abschätzung der Dicke der subkutanen Fettschicht am Hals

Es wurde nach einer Methode gesucht, um das Fett am Hals semiquantitativ bestimmen zu können. Dazu wurden folgendes versucht:

- Unterscheidung zwischen Muskel- und Fettgewebe durch palpatorische Prüfung der Festigkeit der Gewebes
- Faltenbildung durch Verschiebung von Haut und subkutanem Fettgewebe unter sanftem Druck mit den Fingerkuppen
- Messung der Höhe des Kammfetts als Abstand zwischen Dorsalkante des Nackenbandes und der Dorsalkante des gesamten Halses mit einer Schublehre.

Zunächst wurde an 17 Pferden bei aufrechter, entspannter Kopfhaltung versucht, das Nackenband zu palpieren. Das Kammfett wurde am Übergang vom distalen Drittel des Halses zum proximalen Teil gemessen. Die Wiederholbarkeit wurde durch Doppelmessungen getestet.

Als nächstes wurde die Höhe des Kammfetts bei gesenkter Kopfhaltung gemessen. Dazu wurde den Pferden eine Schüssel mit Futter auf den Boden gestellt (Abbildung I). In dieser Dehnungshaltung wurde das Kammfett an der höchsten Stelle, etwa in Höhe des 4. Halswirbels, gemessen. Die untere Begrenzung stellten die Dorsalkanten des M. trapezius bzw. des darunter liegenden M. rhomboideus cervicis und des M. splenius dar, die in dieser Haltung hervortreten und gut vom schmälere Kammfett abzugrenzen sind (Abbildungen II und III). Die Wiederholbarkeit der Messung wurde durch Doppelmessungen an 17 Pferden getestet.

### **2.1.9 Ausarbeitung eines neuen Systems zur Beurteilung der Body Condition des Reitpferdes**

Körperstellen, deren Beschreibung für die Übertragung auf Warmblutpferde zu ungenau waren oder bei denen sich fortwährend große Abweichungen vom Durchschnittscore ergaben, wurden näher beschrieben.

Dabei sollten Bemuskelung und Fettansatz möglichst unabhängig voneinander erfasst werden. Folgende sechs Körperstellen wurden getrennt bewertet: Hals, Schulter, Rücken, Brustwand, Hüfte und Schweifansatz. Der Gesamtscore wurde für jedes Pferd als Durchschnittswert der Einzelbewertungen berechnet.

95 Pferde wurden mit dem neuen System beurteilt.

### **2.1.10 Prüfung der Reproduzierbarkeit des neuen Systems durch verschiedene Personen**

Um die Reproduzierbarkeit des neuen Systems zu prüfen, wurden in Versuch I zwölf Pferde von sechs Testpersonen bewertet und in Versuch II sechs andere Pferde von fünf anderen Testpersonen. Keine der Personen hatte Erfahrung mit Body Condition Scoring. Sie wurden gebeten, den Ernährungszustand der Pferde zunächst nach dem System von HENNEKE et al. (1983) und danach nach dem neuen System zu beurteilen. Sie erhielten dazu Exemplare von beiden Systemen (S. 4 bzw. S. 78 bis 90) sowie eine Skizze mit den darin beschriebenen Knochenpunkten (S. 90, 91) und eine kurze Einweisung in die Messung des Kammfetts.

Die Ergebnisse der verschiedenen Bewertungen der Testpersonen und die eigenen Bewertungen der Pferde wurden verglichen.

## 2.2 Schätzung des Körpergewichts anhand leicht bestimmbarer Parameter

### 2.2.1 Biometrische Daten und Body Condition Score

#### 2.2.1.1 Beschreibung der Messungen

- **Widerristhöhe**

Bei der Messung der Widerristhöhe wurde darauf geachtet, dass die Pferde auf ebenem und geradem Boden standen und alle Gliedmaßen gleichmäßig belasteten. Die Vorder- und Hinterbeine sollten parallel nebeneinander stehen.

Die Widerristhöhe der Pferde wurde auf zwei Arten gemessen:

- Bei der Bestimmung des **Stockmaßes** wurde ein zusammenschiebbarer Messstab mit rechtwinklig angebrachtem Querarm (ein sog. „Stockmaß“ verwendet) kurz hinter dem Vorderfuß senkrecht auf den Boden gestellt und mit seinem waagrechteten Arm auf der höchsten Stelle des Widerristes aufgesetzt. Hierfür wurde es ein spezielles Gerät, ein. Die Skala reichte bis 180 cm.
- Das **Bandmaß** wurde mit einem Maßband genommen, an dessen Messpunkt 0 ein Metallstück befestigt war, welches man beim Messen mit dem Fuß fixieren konnte. Das Maßband wurde kurz hinter dem Vorderfuß aufgesetzt, unter Spannung nach oben gezogen, auf der höchsten Stelle des Widerristes angelegt und abgelesen.

- **Brustumfang**

Das Pferd sollte für die Messung des Brustumfangs alle Gliedmaßen gleichmäßig belasten und geradegerichtet stehen. Ein Maßband wurde so um den Brustkorb gelegt, dass es dorsal direkt hinter dem Widerrist lag und ventral in der Gurtlage, etwa eine Handbreit hinter dem Ellbogen. Es wurde so weit gespannt, dass es gleichmäßig anlag, aber die Haut nicht eindrückte. Abgelesen wurde nach der Expirationsphase.

Besonders bei Pferden mit Gurtzwang, die sich bei der Berührung mit dem Band verspannten, wurde darauf geachtet, dass erst abgelesen wurde, wenn sie die Schulter- und Hautmuskulatur entspannten.

- **Körperlänge**

Für die Bestimmung der Körperlänge wurde eine Hilfsperson benötigt, die das Maßband an einem Ende hielt. Gemessen wurde am geradestehenden, alle vier Gliedmaßen gleichmäßig belastenden und mit beiden Beinpaaren parallel stehenden Pferd, von der Pars cranialis des Tuberculum majus humeri bis zum kaudalen Ende des Tuber ischiadicum.

- **Körperumfang**

Aus praktischen Erwägungen wurde zusätzlich ein in der Literatur nicht beschriebenes Maß, nämlich der Körperumfang genommen. Für die Messung des Körperumfangs wurde ein Rollmaßband aus Metall von 5 m Länge verwendet. Das Pferd sollte auch bei dieser Messung gerade und mit beiden Beinpaaren parallel stehen und alle Gliedmaßen belasten. Eine Hilfsperson fixierte den Anfang des Maßbandes.

Bei schreckhaften Pferden wurde ein Stoffmaßband entsprechender Länge benutzt, um die Pferde nicht durch klappernde Geräusche zu erschrecken. Die Identität der Messungen mit den verschiedenen Maßbändern wurde an fünf Pferden überprüft.

Die Messung des Körperumfangs orientierte sich an denselben Knochenpunkten wie die der Körperlänge, führte aber ganz um das Pferd herum. Gemessen wurde von der Pars cranialis des Tuberculum majus humeri der linken Seite auf gerader Linie zum linken Tuber ischiadicum, außen um die Schweifrübe herum zum rechten Tuber ischiadicum, auf gerader Linie zur Pars cranialis des Tuberculum majus humeri der rechten Seite und wieder zum Anfang des Maßbandes.

Wenn ein Pferde bei der ungewohnten Berührung den Rücken aufwölbte, wurde solange gewartet, bis es sich wieder entspannte, um eine Abweichung des Messergebnisses nach unten zu verhindern.

- **Halslänge**

Die Halslänge wurde mit einem Maßband als Abstand vom Atlasflügel bis zum Vorderrand der Schulter auf halber Länge der Schulter gemessen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Pferd in sich geradegerichtet stand und normale (entspannte, aufrechte) Kopfhaltung einnahm.

- **Halsumfang**

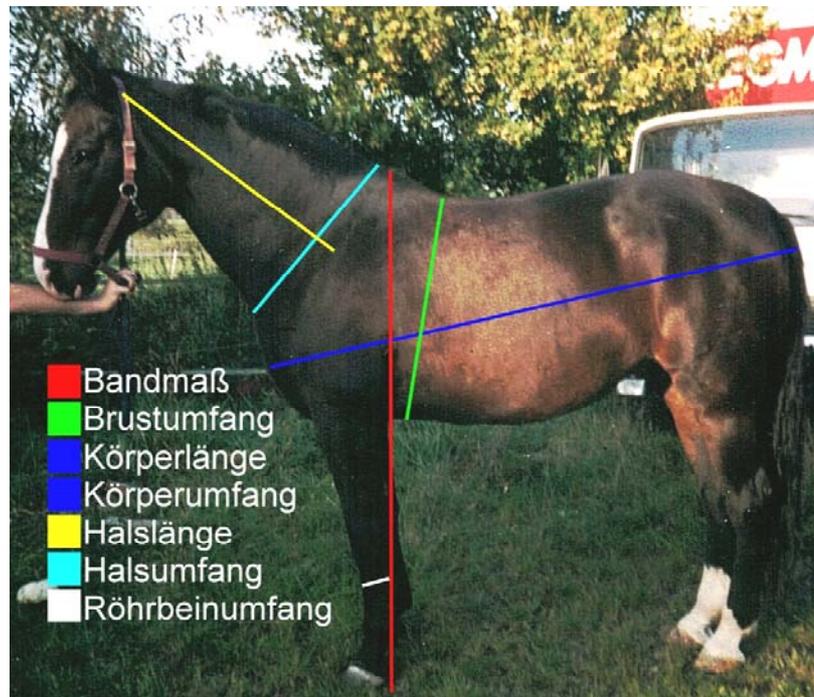
Auch der Halsumfang wurde mit dem Maßband bestimmt, das knapp vor dem Widerrist um den Hals gelegt und zum Ablesen leicht gespannt wurde. Beim Ablesen sollte das Pferd den Hals gerade und den Kopf in normaler Höhe halten.

- **Röhrbeinumfang**

Am belasteten Vorderfuß wurde mit einem Maßband oberhalb der Mitte des Metacarpus an der dünnsten Stelle der Umfang von Os metacarpale, M. interosseus und Beugesehnen gemessen.

Die Messung des Röhrbeinumfangs wurde auf halbe cm gerundet, die anderen Messungen auf ganze cm.

Die Messungen von Bandmaß, Brustumfang, Körperlänge und Körperumfang, Halslänge, Halsumfang und Röhrbeinumfang werden in Abbildung 4 dargestellt.



**Abbildung 4:** Darstellung der biometrischen Messungen

- **Body Condition Score**

Die Body Condition wurde nach dem neuen System beurteilt, welches auf den Seiten 78 bis 90 beschrieben ist.

### **2.2.1.2 Auswahl der Messungen**

Die Wiederholbarkeit der biometrischen Messungen wurde durch Doppelmessungen an jeweils 10 Pferden getestet. Die Pferde wurden nach der ersten Messung einige Schritte geführt und für die zweite neu aufgestellt.

Für die Regressionsanalyse wurden nur Messungen mit sehr guten Wiederholbarkeiten verwendet.

### **2.2.2 Körpergewicht**

Zur Messung des Körpergewichts wurden verschiedenen Waagen verwendet:

- Pfister Waage, Typ AW 100, Höchstgewicht 15 000 kg, Genauigkeit: 5 kg
- Brückenwaage, Putz und Leitz, Höchstgewicht, Genauigkeit: 1 kg
- Laufgewichtswaage, Höchstgewicht 1000 kg, Genauigkeit: 1 kg
- Neigungswaage mit Zeigerkopfanzeige, Höchstgewicht 10 000 kg, Genauigkeit: 1 kg
- Transportable Waage mit 4-Punkt-Messfelder-Methode, Bodenplattform und Digitalanzeige; Höchstgewicht: 2000 kg, Genauigkeit: 1 kg

Alle Waagen waren amtlich geeicht.

### **2.2.3 Pferdmaterial**

Von Januar 2001 bis Juni 2002 wurden in drei staatlichen Betrieben (Bayerisches Haupt- und Landesgestüt Schwaiganger, Staatsgut Achselschwang, Hessisches Landgestüt Dillenburg) und in sieben privaten Reitställen 181 Warmblutpferde und Englische Vollblüter gewogen,

vermessen und nach ihrer Body Condition bewertet. Ihre Gewichte rangierten zwischen 400 und 744 kg.

Nicht aufgenommen wurden Pferde, die

- a) jünger als 24 Monate waren,
- b) länger als 6 Monate tragend waren,
- c) sowie ein Tier, das sich weigerte, auf die Waage zu gehen.

#### **2.2.4 Statistische Auswertung zur Zuordnung von Maßen, BCS und Gewicht**

An insgesamt 181 Pferden wurden die Korrelationen zwischen Gewicht und biometrischen Messungen bzw. BCS berechnet.

Mit schrittweiser multipler Regressionsanalyse wurde mit SAS (Version 6.12) eine Regressionsgleichung für die Abschätzung des Gewichts in Abhängigkeit von den ausgewählten biometrischen Daten erstellt.

#### **2.2.5 Erprobung der neuen Gleichung**

Die entworfene Regressionsgleichung wurde an insgesamt 209 Pferden getestet, die mindestens 24 Monate alt waren.

140 Pferde davon waren Warmblutpferde inklusive Englische Vollblutpferde, 69 Pferde gehörten folgenden Rassen an:

18 Haflinger, 18 Kaltblüter, 14 Quarterhorses, 7 Knabstrupper, 6 Araber, 5 Appaloosas, 1 Tinker

Die Gleichung wurde gesondert für die 140 Warmblutpferde und für alle 209 Pferde verschiedener Rassen getestet.

Die Pferde wurden gewogen und vermessen und ihr BCS wurde bestimmt.

Aus den gemessenen Daten wurden die Korrelationen zwischen geschätztem und gemessenem Gewicht ermittelt.

## B. Ergebnisse

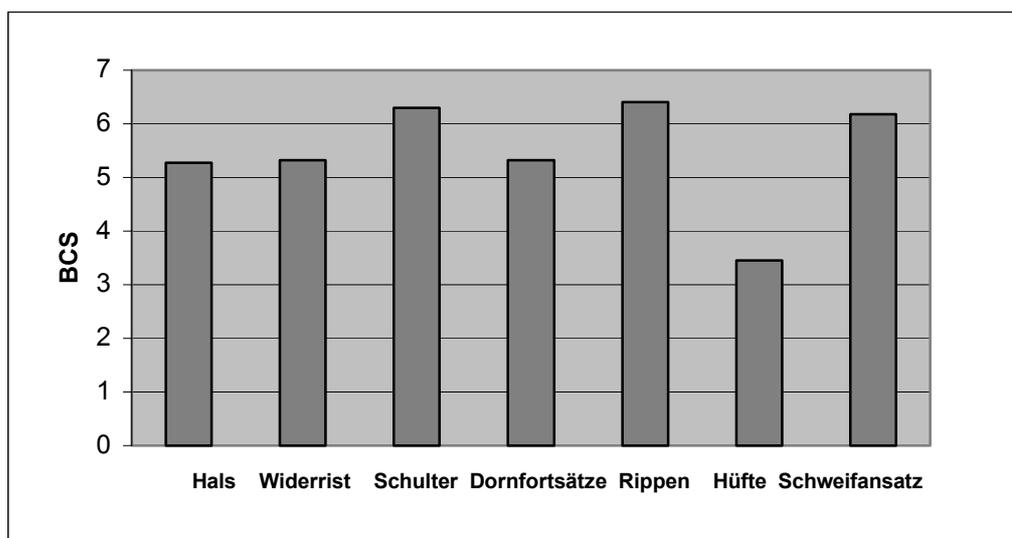
### 1. Body Condition Scoring-System für Warmblutpferde

#### 1.1 Beurteilung nach dem System von HENNEKE et al. (1983)

Die durchschnittlichen Bewertungen der sieben einzelnen Körperregionen nach dem Body Condition Scoring-System von HENNEKE et al. (1983) an 40 Warmblutpferden sind in Abbildung 5 dargestellt. Es ergaben sich hohe Differenzen zwischen den Bewertungen der einzelnen Körperregionen jedes Pferdes. Die maximale Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Punktzahl für die einzelnen Körperregionen lag bei einem Pferd bei 6, die minimale bei 2, der Mittelwert der Differenzen innerhalb der Bewertung eines Pferdes war 3,6.

Besonders auffällig war die Beurteilung der Region „Hüfte“, welche mit einer Punktzahl von 2 bis 4 und einem Mittelwert von 3,5 bei den 40 bewerteten Pferden meist stark nach unten abwich. Die Abweichungen nach oben waren weniger markant. Sie traten meist bei den Regionen „Rippen“ mit einem Mittelwert von 6,5, „Schulter“ mit einem Mittelwert von 6,3 und bei „Schweifansatz“ mit einem Mittelwert von 6,2 auf. Mittlere Punktzahlen wurden auf „Hals“, „Widerrist“ und „Dornfortsätze“ gegeben, hier lag der Mittelwert jeweils bei 5,3.

Der Mittelwert der Gesamtscores der 40 Pferde lag bei 5,9, die Standardabweichung war 1,0.



**Abbildung 5:** Mittlere Body Condition Scores für die einzelnen Körperregionen nach dem System von HENNEKE et al. (1983)

$n = 40$ ;  $\mu = 5,9$ ;  $\sigma = 1,0$

## 1.2 Anatomische Recherche

### • Fettansatz

Aus einigen Abbildungen geht hervor, dass sich zwischen Nackenstrang und Haut Kammfett befindet; die Abgrenzung ist jedoch im Hinblick auf die eigene Fragestellung nicht detailliert beschrieben. Es werden ausschließlich Pferde dargestellt, die bei guter Bemuskelung wenig Fettansatz aufweisen und dementsprechend nur eine dünne Schicht Kammfett haben. Pferde mit hohem Kamm sind nicht erwähnt.

Subkutaner Fettansatz an anderen Körperstellen wird in der angegebenen Literatur nicht näher beschrieben (NICKEL et al., 1984; ASHDOWN & DONE, 1988; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001; WISSDORF et al., 2002).

### • Hals

Das Nackenband (Lig. nuchae) besteht aus

- dem paarigen Nackenstrang (Funiculus nuchae), der an der Protuberantia occipitalis externa entspringt, sich über dem 3. Halswirbel mit der Nackenplatte verbindet, am Proc. Spinosus des 4. Brustwirbels inseriert, dort zum paarigen Rückenband, dem Lig. supraspinale wird, am breitesten in der Widerristgegend ist und so die „Widerristkappe“ bildet;
- der paarigen Nackenplatte (Lamina nuchae), die vom Kamm des Axis und den Tubercula dorsalia bzw. Processus spinosi des 3. bis 7. Halswirbels zum Nackenstrang, zum Dornfortsatz des 1. Brustwirbels und zu den Seitenflächen der Dornfortsätze des 3. und 4. Brustwirbels zieht (NICKEL et al., 1984; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

Der M. splenius entspringt in der Widerristgegend an der Fascia spinocostotransversalis und am Lig. nuchae und inseriert am 3. bis 5. Halswirbel, an der Crista nuchae und am Proc. mastoideus des Schläfenbeins. Er liegt direkt ventral und lateral des Funiculus nuchae.

Der M. rhomboideus entspringt zwischen dem 2. Halswirbel und dem 6. Brustwirbel am Funiculus nuchae und inseriert medial am Schulterblattknorpel. Er liegt dem M. splenius im kaudalen Bereich des Halses lateral auf.

Der M. trapezius entspringt zwischen dem 2. Halswirbel und dem 9. Brustwirbel am Lig. nuchae bzw. am Lig. supraspinale und zieht zur Spina scapulae. Er ist beim Pferd sehr dünn und liegt dem M. rhomboideus lateral auf (NICKEL et al., 1984; ASHDOWN & DONE, 1988; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

- **Widerrist**

Der Widerrist wird von den langen Dornfortsätzen des 3. bis 12 Brustwirbels gebildet (WISSDORF et al., 2002).

- **Thoraxwand und Schulterregion**

- Der Rumpf- oder Bauchhautmuskel (*M. cutaneus trunci*)  
hat vorwiegend horizontalen Faserverlauf,  
endet beim Pferd in einer schräg vom Widerrist zur Kniefalte verlaufenden Linie,  
entspringt in der Gegend des *M. pectoralis profundus*,  
steht in Verbindung zum *M. cutaneus omobrachialis*,  
endet nach ventral etwa auf Höhe der *Vena thoracica superficialis*,  
wird nach kranial vom Kaudalrand des *M. triceps brachii* begrenzt,  
erreicht hinter der Schulter eine Dicke von 1,0 bis 1,5 cm.
- Der Schulterhautmuskel (*M. cutaneus omobrachialis*)  
ist dünner als der *M. cutaneus trunci*,  
hat vertikalen Faserverlauf,  
entspringt an der Schulterblattbasis,  
verbindet sich im Bereich des *Angulus kaudalis scapulae* mit dem *M. cutaneus trunci* (NICKEL et al., 1984; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

- **Rücken**

Der *M. longissimus lumborum et thoracis* entspringt an den *Processus spinosi* des Kreuzbeins, der Lendenwirbel und der Brustwirbel und am Darmbein und inseriert an den Gelenk-, Zitzen- und Querfortsätzen der Brustwirbelsäule und proximal an den Rippen (KÖNIG & LIEBICH, 2001).

- **Kruppenmuskulatur**

Der *M. gluteus medius* ist ein sehr kräftiger Muskel, der dem Darmbeinflügel lateral aufliegt. Er entspringt an der *Crista iliaca*, an der *Linea glutea*, ab dem ersten Lendenwirbel am *M. longissimus lumborum*, am Kreuzbein und am breiten Beckenband und inseriert am *Trochanter major femoris*.

Der M. gluteus superficialis liegt dem M. gluteus medius auf, zieht über den Trochanter major und inseriert am Trochanter tertius und an der Fascia femoris (NICKEL et al., 1984; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

- **Hüfte**

Die Stellung des Tuber coxae ist schräg nach ventrokaudal. Kranial am Tuber coxae inseriert der M. obliquus internus abdominis, ventral entspringt der M. tensor fasciae latae (NICKEL et al., 1984; KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

- **Schweifansatz**

Der 3. Schwanzwirbel bildet den Übergang zum Schweif.

Der M. coccygeus entspringt an der Innenseite des breiten Beckenbandes und inseriert an den Querfortsätzen der ersten Schwanzwirbel (KOCH & BERG, 1992; KÖNIG & LIEBICH, 2001).

### 1.3 Ultraschalluntersuchungen

- a) Tabelle 27 zeigt die Ergebnisse der Ultraschallmessungen auf der Kruppe (2) an den beiden sechsmal gemessenen Pferden, Tabelle 28 zeigt die an den beiden zweimal gemessenen.

**Tabelle 27:** Fettdicke auf der Kruppe (2), mit Ultraschall gemessen

<b>Pferd</b>	<b>Radieschen</b>	<b>Roodepoort</b>
1. Messung in mm	25	17
2. Messung in mm	15	16
3. Messung in mm	17	15
4. Messung in mm	16	13
5. Messung in mm	18	11
6. Messung in mm	12	10
<b>Variationsquotient</b>	<b>25,4%</b>	<b>20,5%</b>

**Tabelle 28:** Ergebnisse der zwei Messungen auf der Kruppe (2) an zwei Pferden

<b>Pferd</b>	<b>Piroschka</b>	<b>Racoon</b>
1. Messung in mm	17	6
2. Messung in mm	12	4

- b) Das Ergebnis der Messung auf der Kruppe (2) an einem Pferd vor und nach dem Ausscheren wird in Tabelle 29 dargestellt.

**Tabelle 29:** Messung vor und nach Ausscheren der Messstelle

Pferd	Dingi, nicht geschoren	Dingi, geschoren
Messung in mm	9	18

- c) Das Ultraschallbild der Messung an der Linea alba an einem nicht ausgeschorenen Pferd war nicht auswertbar.

- d) Die Ergebnisse der Ultraschallmessungen und der direkten Messungen der Fettdicke an dem euthanasierten Pferd sowie die Differenzen zwischen den Messungen sind in Tab. 30 dargestellt.

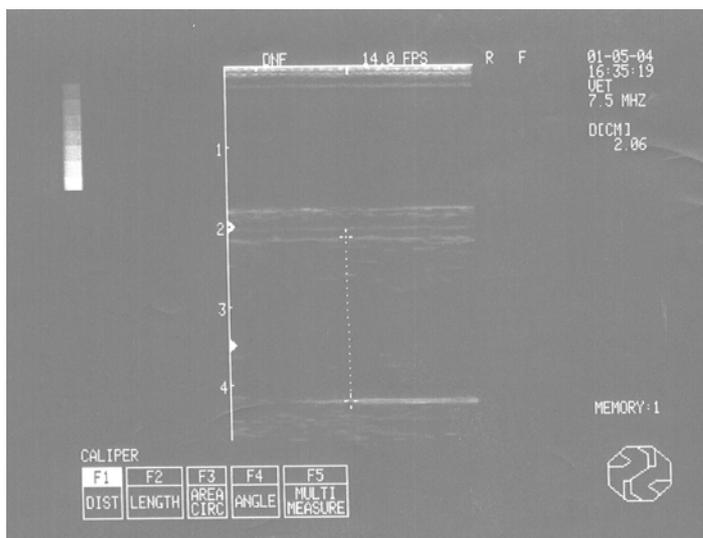
Die Hautdicke betrug am Schweifansatz 0,3 cm und an allen Messstellen auf der Kruppe 0,4 cm.

Die Ultraschallwerte wichen verglichen mit den direkt gemessenen Fettdicken mit 0,4 cm bis 0,9 cm um durchschnittlich 0,6 cm oder 29 % nach unten ab.

Abbildung 6 zeigt das Ultraschallbild der Messung am Schweifansatz.

**Tabelle 30:** Ultraschallmessungen und direkte Messungen der Fettdicke

	Kruppe (3)	Kruppe (2)	Kruppe (1)	Schweifansatz
Ultraschallmessung in mm	10	13	17	21
Direkte Messung in mm	15	20	21	30
Differenz in mm	5	7	4	9



**Abbildung 6:** Ultraschallbild der Messung am Schweifansatz  
Gemessene Dicke der subkutanen Fettschicht: 2,06 cm

## 1.4 Messung der Gewebedicke über den Rippen mit einer Schublehre

Die Wiederholbarkeit der Messung der Gewebedicke über der 12., 14., 16. und 18. Rippe wurde durch Doppelmessungen an 15 Pferden getestet. Die Messergebnisse und die Korrelationen ( $r$ ) der Messpaare sind in Tabelle 31 gezeigt.

Durchführbarkeit der Messung:

Es stellte sich heraus, dass bei Messung bei sehr sensiblen Pferden aufgrund von Abwehrbewegungen nicht durchführbar war.

**Tabelle 31:** Prüfung der Wiederholbarkeit der Messung der Gewebedicke über der 12., 14., 16. und 18. Rippe durch Doppelmessungen (n=15)

Messung	12-I	12-II	14-I	14-II	16-I	16-II	18-I	18-II
<b>Pferd</b>								
Rasby	1,3	1,5	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3
Dingi	0,9	0,9	1,1	1	1,3	1,2	1,8	1,7
Belle	1,2	1,5	1	0,9	1,1	1,5	1,1	1,1
Bally	1	0,9	1,1	0,9	1,1	1,3	1,1	1,5
Raskan	1,3	1,5	1,3	1,6	1,2	1,5	1,1	1,7
Racoon	0,7	0,7	1	1	0,8	0,8	1,2	1
Roodepoort	1,4	1,1	1,4	1,2	1,3	1,5	1,3	1,5
Rawey II	1	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,5	2,3
Rabano	1,1	1,3	1	0,9	1,2	1,4	1,5	1,7
Maccaro	1	0,9	1,2	1	1,2	1,1	1,3	1,2
Daiquirri	1,4	1,8	1,3	1,2	0,9	0,8	0,8	0,8
Rawey I	1,6	1,4	1,4	1,6	1,8	1,6	1,5	1,8
Ti Amo	2	1,7	1,4	1,6	1,5	1,8	1,7	1,9
Radieschen	1,6	1,3	1,3	1,2	1,7	1,6	1,6	1,5
Piroschka	1,2	1,1	1,2	1,4	1,1	1,3	1,5	1,7
<b>r</b>	<b>0,74</b>		<b>0,79</b>		<b>0,76</b>		<b>0,67</b>	

12 (14, 16, 18)-I Erste Messung über der 12. (14., 16., 18.) Rippe

12 (14, 16, 18)-II Zweite Messung über der 12. (14., 16., 18.) Rippe

## 1.5 Messung der Hautfaltendicke

Die Wiederholbarkeit der Messungen der Hautfaltendicken wurde durch Doppelmessungen an jeweils 15 Pferden getestet. In Tabelle 32 sind die Messergebnisse und die Korrelationen ( $r$ ) der Messpaare für die Messung über der 13. und 16. Rippe, in Tabelle 33 die für die Messungen hinter der Trizepsmuskulatur und hinter dem Ellbogen dargestellt.

Durchführbarkeit der Messung:

Die Messung der Hautfaltendicke wurde von allen Tieren gut toleriert, allerdings spannten einige Pferde dabei die Hautmuskulatur an. In diesen Fällen wurde die Faltenbildung erschwert.

**Tabelle 32:** Prüfung der Wiederholbarkeit der Hautfaltenmessung über der 13. und 16. Rippe durch Doppelmessungen (n=15)

Messung \ Pferd	13. Rippe-I	13. Rippe-II	16. Rippe-I	16. Rippe-II
Rasby	1,8	2,2	0,8	1,2
Dingi	3	3,2	1,6	2
Belle	1,9	3,4	0,9	1
Bally	1,7	3,4	1	0,9
Raskan	2,5	4,5	1	3
Racoon	3	5	1,1	2,1
Roodepoort	3	3,9	0,8	1,2
Rawey II	1,9	3	1	2
Rabano	3	5	2,2	3,4
Maccaro	2,1	2,8	1,5	2,5
Daiquirri	2,1	2,1	0,9	1,3
Rawey I	1,8	2,8	2,3	2,6
Ti Amo	3,2	3,8	1,8	2,9
Radieschen	2,6	3,4	1	1,6
Piroschka	2,4	3	1,9	2,1
<b>r</b>	<b>0,66</b>		<b>0,72</b>	

13. (16.) Rippe-I Erste Messung über der 13. (16.) Rippe  
 13. (16.) Rippe-II Zweite Messung über der 13. (16.) Rippe

**Tabelle 33:** Prüfung der Wiederholbarkeit der Hautfaltenmessung hinter dem Ellbogen und hinter der Trizepsmuskulatur durch Doppelmessungen (n=15)

Messung \ Pferd	Trizeps-I	Trizeps-II	Olecranon-I	Olecranon-II
Reinhardswald	4,5	6,5	4	5
Rochman	6,5	7,5	5	6
Rhetor	5,5	7,5	3,5	4,5
Sunrise	7	8	5,5	6,5
Unhold	4	5	3	3
Frisbee	7,5	6,5	3,5	5,5
Tizian	5	6	4	5
Aargau	5,5	6,5	4,5	5,5
Freibeuter	6,5	8,5	4	6
Leader	4,5	6,5	4,5	3,5
Burlaj Bej	4,5	5,5	3,5	5,5
Rasby	5,5	7	4,5	6
Schnecke	4,5	4,5	2,5	3,5
Ramon	4,5	4	3	4
Piscator	4,5	5,5	3	4
<b>r</b>	<b>0,72</b>		<b>0,71</b>	

Trizeps (Olecranon)-I: Erste Messung hinter der Trizepsmuskulatur (hinter dem Ellbogen)  
 Trizeps (Olecranon)-II: Zweite Messung hinter der Trizepsmuskulatur (hinter dem Ellbogen)

## 1.6 Beobachtung von Pferden mit sich ändernder Body Condition

- **Zwölfjährige Oldenburger Warmblutstute „Episode“**

Als die Stute in die Studie aufgenommen wurde, war sie kachektisch (Abbildung 7). Die Halswirbel waren deutlich zu sehen, das Nackenband war direkt unter der Haut zu fühlen. Sie hatte eine tiefen „Axthieb“, eine Einziehung vor dem Widerrist (Abbildung IV im Abbildungsanhang). Das Brustbein stand scharf hervor (Abbildung VI), ebenso die Spina Scapulae. Das Schulterblatt zeichnete sich deutlich unter der Haut ab (Abbildung VIII). Ab dem 4. Brustwirbel standen alle Dornfortsätze spitz heraus, alle Rippenansätze an den Wirbeln waren hinter der Skapula deutlich zu sehen, ebenso alle Querfortsätze in ganzer Breite (Abbildungen X, XII und XIV). Die Rippen standen auf ihrer ganzen Länge hervor. Die Hüfthöcker standen vor und waren nur von Haut bedeckt (Abbildung XVI). Die Fläche über der Kruppenmuskulatur war stark konkav (Abbildung XVIII), ebenso die Fläche über der Oberschenkelmuskulatur. Die Sitzbeinhöcker standen heraus, und am stehenden Pferd befand sich zwischen den Oberschenkeln ein etwa 15 cm breiter Spalt.

Um die Body Condition zu verbessern, wurde die Stute mit Heu und Hafer gefüttert. Sie stand in einer Offenstallhaltung und durfte sich nach Belieben bewegen, wurde aber nicht geritten oder longiert.

Nach neun Monaten hatte sie eine Body Condition von 7 und war gut bemuskelt, obwohl sie nicht trainiert worden war (Abbildung 8). Sie hatte eine konvexe Halsoberlinie bekommen, der „Axthieb“ war verschwunden (Abbildung V, Abbildung IX). Das Brustbein war ganz von Muskulatur eingedeckt (Abbildung VII), die Spina Scapulae war kaum noch zu erkennen (Abbildung IX). Hinter dem Widerrist stand kein Dornfortsatz mehr hervor, die Kontur der Wirbelsäule war nicht mehr erkennbar (Abbildung XIII, Abbildung XV). Der Rücken hatte, von hinten betrachtet, ein flachrunde Form. Die Rippen waren nur noch schwer zu ertasten (Abbildung XI). Die Hüfthöcker standen nicht mehr hervor (Abbildung XVII), die Kruppe war flachrund (Abbildung XIX), die Sitzbeinhöcker waren nicht mehr zu fühlen, die Oberschenkel stießen zusammen und am Schweifansatz standen Fettpolster vor.



Abbildung 7: „Episode“ mit BCS 1



Abbildung 8: „Episode“ mit BCS 7

---

- **Neunjährige Anglo-Araberstute**

Die Araberstute war ebenfalls abgemagert, hatte aber noch etwas mehr Muskulatur als die Warmblutstute. Ihr BCS lag zwischen 1 und 2. Die beschriebenen Knochenpunkte standen auch bei ihr stark vor. Sie wurde ebenfalls mit Hafer und Heu gefüttert und nicht gearbeitet. Nach sechs Monaten war sie bei einem BCS von 5 gut bemuskelt.

- **Dreijähriger Bayerischer Warmbluthengst „Rabano“**

Der Hengst kam von einer Jungtierweide. Er hatte eine Body Condition von 4. Zu diesem Zeitpunkt war schon deutlich eine sog. „gespaltene Kruppe“ zu sehen.

Ein Jahr später lag seine Body Condition bei 6. Die Kruppe war bei dieser besseren Body Condition nicht stärker gespalten als bei der Body Condition von 4.

- **Vierjähriger Warmbluthengst „Roodepoort“**

Der Hengst hatte eine Body Condition von 4, der Hals war gut bemuskelt, die Höhe des Kammfetts betrug 4 cm. Das Pferd wurde täglich geritten.

Nach der Kastration wurde das Pferd um einiges ruhiger. Nach vier Monaten lag seine Body Condition bei 6. Die Halsmuskulatur hatte sich nicht merklich verändert, das Kammfett war 8 cm hoch.

- **19-jähriger Westfälischer Warmblutwallach „Calimero“**

Dieses Pferd hatte eine Body Condition von etwa 4,5. Nach Umstellung der Haltung von Dauerweidegang in Kleingruppe auf Einzelpaddockbox nahm er zu und erreichte eine Body Condition von etwa 6. Während der gesamten Beobachtungszeit änderte sich am täglichen etwa einstündigen Training nichts. Besonders auffallend waren hier Veränderungen im Bereich von Kruppe und Rücken. Trotz Training war dieser Bereich vorher relativ wenig bemuskelt, während sich nach Verbesserung des Ernährungszustandes der Trainingseffekt auch dort widerspiegelte.

- **4-jährige Bayerische Warmblutstute „Arizabella“ und 5-jähriger Bayerischer Warmbluthengst „Racoon“**

Beide Pferde waren sehr großrahmig und hatten Body Condition Scores von 4. Die Kontur von Wirbelsäule und Tuber sacrale war zu erkennen. Die Kruppe war, von hinten gesehen, dachförmig. Ein Jahr später hatten sie eine Body Condition von 5, Wirbelsäule und Tuber sacrale waren von Muskulatur umgeben, Rücken und Kruppe hatten eine runde Form bekommen. Am Training hatte sich auch hier nichts geändert.

- **13-jähriger Hessischer Warmblutwallach „Romio“**

Der Wallach hatte einen BCS von 5 und war gut bemuskelt, als er von Boxenhaltung auf Koppelhaltung umgestellt wurde. Ein halbes Jahr später war der BCS auf 3 gesunken, einzelne Halswirbel waren fühlbar, die Kontur der Dornfortsätze und andere Knochenstrukturen war gut zu erkennen. An diesem Pferd wurde der Abbau von Muskelprotein im Hungerzustand deutlich.

## 1.7 Beschreibung von Pferden mit besonderer Body Condition

- **27-jähriger Westfälischer Warmblutwallach „Bajazzo“, 26-jähriger Bayerischer Warmblutwallach „Pipo“**

Beide Wallache wurden noch täglich geritten und hatten trotz ihres Alters Body Condition Scores von 6,5. Keine Knochen standen vor, bei beiden Pferde waren Rücken, Kruppe und Hinterhand gut bemuskelt und abgerundet.

- **12-jähriger Hannoveranerwallach „Tango“ und 16-jähriger Bayernwallach „Ti Amo“**

An diesen Pferden war eine unregelmäßige Fettverteilung zu beobachten. Der BCS für Hals, Schulter, Brustwand, Hüfte und Schweifansatz lag bei beiden Pferden bei 6. Hinter der Sattellage, auf Höhe der 14. bis 18. Rippe, und 25 cm lateral der Medianen, befand sich ein gut abgegrenztes Fettpolster, dessen Dicke auf über 3 cm geschätzt wurde. Auch mit viel Druck konnten die Rippen an dieser Stelle nicht gefühlt werden.

- **5-jährige Warmblutstute „Campina“, 4-jährige Bayerische Warmblutstute „Ma Cherie“**

Beide Stuten hatten Body Condition Scores von 9. Die subkutanen Fettdepots in Schulter- und Hüftregion, an Thoraxwand und Rücken flossen zu einem großen Fettpolster zusammen (Abbildung XX). Die Hüfthöcker bildeten keine Vorwölbung im Gewebe (Abbildung XXI), sie waren nur noch von lateral fühlbar. Das Fettpolster am Schweifansatz überragte die Wirbelsäule. Auf halber Länge der Kruppe bildeten die Fettposter über der Wirbelsäule eine Delle (Abbildung XXII). Nach kranial nahm die Fettschicht ab, so dass die Kruppe von der Seite gesehen fast waagrecht war. Trotz diesen hohen Fettansatzes war die Kruppe bei „Ma Cherie“ nicht gespalten, bei „Campina“ war sie flachrund bis undeutlich gespalten (Abbildung XXII).

## 1.8 Postmortale Untersuchungen an sechs euthanasierten Pferden

In den Tabellen 34 bis 48 sind die Dicken der subkutanen Fettschicht an verschiedenen Körperstellen, von kranial nach kaudal und von dorsal nach ventral geordnet, aufgelistet. Die Messungen wurden an insgesamt 6 euthanasierten Pferden durchgeführt. An Hals, Schulter und Schweifansatz wurden jeweils die Stellen, an denen palpatorisch die größte Fettdicke ermittelt werden konnte, bei jedem der sechs Pferde untersucht. Aus technischen Gründen konnten nicht an jedem Pferd alle Stellen untersucht werden. Die Beschreibungen der Messstellen an Schulter und Brustwand orientieren sich an den am besten zu fühlenden Punkten der Rippen, die sich etwa auf der Linie Buggelenk – Sitzbeinhöcker befinden.

**Tabelle 34:** Fettdicke in mm am Hals

Messstelle	Pferd 1	Pferd 2	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
ventral des Nackenbands	1	1	1	1	1	1
Dorsal des Nackenbands	90	60	80	100	80	55

**Tabelle 35:** Fettdicke in mm über der Trizepsmuskulatur, auf halber Höhe des Brustkorbs

Struktur	Pferd 5	Pferd 6
Subkutane FS	0,5	0,5
Hautmuskel	2	2
FS unter HM	7	2

- Fettdicke über der 6. Rippe, ventral des höchsten Punkts des Widerristes, 8 cm lateral der Medianen: 2 mm (Pferd 5)

**Tabelle 36:** Fettdicke in mm über der 6. Rippe, ventral der höchsten Stelle des Widerristes, 25 cm lateral der Medianen

Struktur	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
subkutane FS	1	0,5	1
Hautmuskel	3	1	4
FS unter HM	13	5	4

**Tabelle 37:** Fettdicke in mm über der 6. Rippe, ventral der höchsten Stelle des Widerristes, auf halber Höhe des Brustkorbs

Struktur	Pferd 1	Pferd 2	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
subkutane FS	3	1	3	3	2	1
Hautmuskel	5	5	5	5	5	5
FS unter HM	10	15	15	15	15	10

- Fettdicke über der 6. Rippe, auf Höhe des Tuberculum maius humeri:  
Subkutane Fettschicht 1 mm, Hautmuskel 5 mm, Fettschicht unter Hautmuskel 10 mm (Pferd 5)

- Fettdicke über der 7. Rippe, ventral des Kaudalendes des Widerristes, 8 cm lateral der Medianen: 2 mm (Pferd 5)

**Tabelle 38:** Fettdicke in mm über der 7. Rippe, ventral des Kaudalendes des Widerristes, 25 cm lateral der Medianen

Struktur	Pferd 5	Pferd 6
subkutane FS	2	1
Hautmuskel	15	10
FS unter HM	10	4

**Tabelle 39:** Fettdicke in mm über der 7. Rippe, ventral des Kaudalendes des Widerristes, auf halber Höhe des Brustkorbs

Struktur	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
subkutane FS	2	1	1	1
Hautmuskel	15	15	10	10
FS unter HM	5	3	3	4

**Tabelle 40:** Fettdicke in mm über der 9. Rippe, am kaudalen Ende des kranialen Drittels der Sattellage

Messstelle	Pferd 4	Pferd 5
8 cm lateral der Medianen	1	1
30 cm lateral der Medianen	2	1
auf halber Höhe des Brustkorbs		
subkutane FS	1	1
Hautmuskel	10	10
FS unter HM	3	2

- Fettdicke über der 11. Rippe, in der Mitte der Sattellage, 8 cm lateral der Medianen:  
2 mm (Pferd 5)

**Tabelle 41:** Fettdicke in mm über der 11. Rippe, auf halber Höhe des Brustkorbs

Messstelle	Pferd 2	Pferd 4	Pferd 5
subkutane FS	0,5	0,5	0,5
Hautmuskel	10	10	10
FS unter HM	2	5	3

**Tabelle 42:** Fettdicke in mm an der Brustwand

Messstelle	Pferd 5
14. Rippe, am kaudalen Ende der Sattellage, 8 cm lateral der Medianen	2
14. Rippe, am kaudalen Ende der Sattellage, 25 cm lateral der Medianen	10
14. Rippe, auf halber Höhe des Brustkorbs	
subkutane FS	1
Hautmuskel	5
FS unter HM	1
16. Rippe, 8 cm lateral der Medianen	1
16. Rippe, 25 cm lateral der Medianen	20
16. Rippe, 40 cm lateral der Medianen	10
18. Rippe, 8 cm lateral der Medianen	5
18. Rippe, 25 cm lateral der Medianen	15
18. Rippe, 40 cm lateral der Medianen	0,5

**Tabelle 43:** Fettdicke in mm auf der Kruppe, 8 mm lateral der Medianen

Messstelle	Pferd 1	Pferd 2	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
Kruppe (1)	30	-	30	21	20	30
Kruppe (2)	20	18	20	20	15	20
Kruppe (3)	10	-	10	15	3	15
Kruppe (4)	3	1	2	5	0,5	4

- Kruppe (1): 8 bis 10 cm kranial des Schweifansatzes  
 Kruppe (2): 16 bis 20 cm kranial des Schweifansatzes  
 Kruppe (3): 24 bis 30 cm kranial des Schweifansatzes  
 Kruppe (4): Auf Höhe des Tuber sacrale

**Tabelle 44:** Fettdicke in mm auf der Kruppe, 20 cm lateral der Medianen

Messstelle	Pferd 1	Pferd 4	Pferd 5
Kruppe (5)	10	10	1
Kruppe (6)	10	-	1
Kruppe (7)	0,5	0,5	0,5

- Kruppe (5): 8 bis 10 cm kranial des Schweifansatzes  
 Kruppe (6): 16 bis 20 cm kranial des Schweifansatzes  
 Kruppe (7): Auf Höhe des Tuber sacrale

**Tabelle 45:** Fettdicke in mm am Schweifansatz, direkt kranial des Übergangs zum Schweif, 8 cm lateral der Medianen

Messstelle	Pferd 1	Pferd 2	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6
Schweif	30	30	30	30	30	30

- Fettdicke am Schweifansatz, direkt kranial des Übergangs zum Schweif, 20 cm lateral der Medianen: 10 mm (Pferd 1)

**Tabelle 46:** Messung der subkutanen Fettschicht im Bereich der Linea alba, 5 cm kranial des Nabels, Dicke in mm

Messstelle	Pferd 1	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5
Linea alba	5	5	18	10
7 cm lateral der Linea alba	1	1	3	2

**Tabelle 47:** Fettdicke in mm über dem Tuber coxae, an Pferd 5 gemessen,

Richtung, vom Tuber coxae aus gesehen	Dicke der subkutanen Fettschicht
nach dorsal	3
nach kranial	15
nach ventral	4
nach kaudal	10

**Tabelle 48:** Fettdicke in mm, 10 cm dorsal des Tuber Ischiadicum

Pferd 5	Pferd 6
5	10

Die Hautdicke an den verschiedenen Körperstellen ist in Tabelle 49 dargestellt. Sie war bei allen Pferden gleich.

**Tabelle 49:** Hautdicke an verschiedenen Körperstellen bei 6 Pferden

Körperstelle	Hautdicke in mm
Mähnenkamm	10
seitlich am Hals	2
Schulter	2
Brustwand	2
Semimembranosus-/Semitendinosusregion	2
Innenseite der Oberschenkel	1
Bauch	2
Schweifansatz und Kruppe, 8 cm lateral der Medianen	5
auf Höhe des Tuber sacrale, 8cm lateral der Medianen	5

---

### **Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse:**

- Dorsal des Nackenbandes befand sich bei allen sechs euthanasierten Pferden ausschließlich subkutanes Fettgewebe, keine Muskulatur. Die größte Dicke erreichte das Kammfett bei allen untersuchten Pferden etwa in Höhe des 5. Halswirbels.
- In der Region des M. pectoralis superficialis sowie am Hals ventral des Nackenbandes betrug die Dicke der subkutanen Fettschicht unter 1 mm.
- Auch bei Pferden, bei denen die Innenseiten der Oberschenkel deutlich zusammenstießen, war an den Oberschenkeln keine subkutane Fettschicht zu erkennen.
- Pferd 4 und Pferd 5 hatten gespaltene Kruppen. Bei beiden betrug die Fettdicke in Höhe des Tuber sacrale neben der Wirbelsäule maximal 5 mm und wurde nach lateral dünner.
- am Bauch erreichte die subkutane Fettschicht die maximale Dicke knapp kranial des Nabels.

### **1.9 Messung der subkutanen Fettschicht am Hals**

Bei aufrechter Kopfhaltung konnte am lebenden Pferd durch Adspektion und Palpation nicht zwischen subkutanem Fettgewebe und Muskulatur unterschieden werden.

Die Wiederholbarkeit der Messungen der Kammfetthöhe bei aufrechter und gesenkter Kopfhaltung wurde durch Doppelmessungen an 17 Pferden getestet. In Tabelle 50 sind die Messergebnisse und die Korrelationen ( $r$ ) der Messpaare dargestellt.

Durchführbarkeit der Messung:

Die Kammfetthöhe konnte bei allen Tieren problemlos gemessen werden.

**Tabelle 50:** Ergebnisse der Doppelmessungen der Kammfetthöhe in cm bei aufrechter entspannter gerader Kopfhaltung (A1, A2) im Vergleich zu den Ergebnissen bei gesenkter Kopfhaltung (G1, G2); n=17;

Pferd	A 1	A 2	G1	G2
Raskan	10	13	9	9
Rubinchen	10	10	7	8
China Blue	7	9	6	6,5
Rasby	10	8	7	7,5
Rawey II	10	10	7	7
Maccaro	15	13	10	10
Rabano	9	8	6	6
Darca	15	16	12	12,5
Racoon	10	11	7	7
Mallow	10	9	7	6,5
Belle	9	8	6	6
Romio	5	6	3	3
Daiquirri	6	7	6	6
Waldfuchs	7	6	3	3,5
Sheraz	9	8	6	6
Rookie	15	10	7	7,5
Stute	9	9	4	4
<b>r</b>	<b>0,78</b>		<b>0,99</b>	

## 1.10 Neues System zur Beurteilung der Body Condition

### 1.10.1 Einteilung der Body Condition auf einer Skala von 1 bis 9 beim Warmblutpferd

Sechs Körperregionen werden einzeln auf einer Skala von 1 bis 9 bewertet, wobei 1 kachektisch und 9 adipös bedeutet. Der Gesamtscore errechnet sich aus dem Durchschnitt der sechs einzelnen Scores. Die beschriebenen Knochenpunkte sind in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt.

#### (1) Hals

Am Hals kann sehr gut zwischen Muskulatur und Fettgewebe unterschieden werden. Bei dünnen Pferden, die keinen Fettansatz am Hals aufweisen, wird der Ernährungszustand nach der Bemuskulung eingeteilt, bei gut genährten Pferden nach der Menge an Kammfett.

Bei guter Bemuskulung ist die Halswirbelsäule ins Gewebe eingebettet, die Region zwischen Halswirbelsäule und Nackenband ist mit Muskulatur ausgefüllt, dadurch wird die Seitenfläche des Halses mehr oder weniger stark konvex.

Das Nackenband verläuft als fester Strang vom Hinterhaupt zu den Dornfortsätzen des 3. und 4. Brustwirbels, welche einen Teil des Widerristes bilden. Ventral des Nackenbandes befindet sich reine Muskulatur, dorsal davon ausschließlich Fettgewebe.

Nur bei Pferden, die sehr wenig Kammfett besitzen, ist das Nackenband auch bei aufrechter Kopfhaltung deutlich fühlbar. Hier bildet es die dorsale Kontur des Halses und ist direkt unter der Haut zu fühlen.

Bei gut genährten Pferden wird das Nackenband nach dorsal von Fettgewebe, dem sogenannten Kammfett, bedeckt. Nach lateral und ventral wird es von Muskulatur umschlossen. Somit ist sein Verlauf nur sehr schwer abgrenzbar.

Bei erhobenem Kopf stellt sich keine deutliche Stufe zwischen Kammfett und Muskulatur dar. Bei gesenkter Kopfhaltung hingegen tritt das Kammfett als mehr oder weniger hoher Wulst über Nackenband und Muskulatur hervor. Es entsteht eine deutliche Stufe zwischen Nackenband und Muskulatur einerseits und schmalerem Kammfett andererseits.

Eine gesenkte Kopfhaltung erreicht man am einfachsten, indem man dem Pferd Futter in einer Schüssel anbietet, die auf dem Boden steht.

In dieser Haltung wird die Höhe des Kamms an der größten Stelle mit einer Schublehre gemessen. Die Halsmuskulatur stellt die untere Begrenzung für die Messung dar, die Dorsalseite des Mähnenkamms die obere.

Als Axthieb bezeichnet man eine tiefe Einziehung vor dem Widerrist.

#### Auf der Skala von 1 bis 9 bei

##### Punkt 1:

Der Atlasflügel ist sichtbar, 3. bis 6. Halswirbel deutlich fühlbar, 4. und 5. Halswirbel sichtbar, die Seitenfläche des Halses ist konkav, über die ganze Halsbreite ist eine scharfe Stufe zur Schulter zu sehen.

Kammfett ist nicht vorhanden, das Nackenband ist direkt unter der Haut sichtbar, deutlicher Axthieb, die Halsoberlinie ist konkav.

##### Punkt 2:

Atlasflügel und 4. und 5. Halswirbel sind deutlich fühlbar, die Seitenfläche des Halses ist konkav, über die ganze Halsbreite deutliche Stufe zur Schulter.

Kammfett ist nicht vorhanden, das Nackenband ist direkt unter der Haut sichtbar, deutlicher Axthieb, die Halsoberlinie ist konkav.

##### Punkt 3:

4. und 5. Halswirbel sind mit leichtem Druck fühlbar, die Seitenfläche des Halses ist leicht konkav, über die ganze Halsbreite deutliche Stufe zur Schulter.

Kammfett ist nicht vorhanden, das Nackenband ist direkt unter der Haut sichtbar, deutlicher Axthieb, die Halsoberlinie ist konkav.

Punkt 4:

Halswirbel sind nur noch mit starkem Druck zu fühlen, die Seitenfläche des Halses ist gerade, über die ganze Halsbreite deutliche Stufe zur Schulter.

In der Mitte des Kamms beginnt leichter Fettansatz, die Halsoberlinie ist gerade, Axthieb wird undeutlich, das Nackenband ist deutlich zu fühlen, der Kamm ist weich und an der höchsten Stelle über dem Nackenband bis zu ca. 4 cm hoch.

Punkt 5:

Die Seitenfläche des Halses ist leicht konvex, im dorsalen Drittel ist der Übergang zur Schulter fließend.

Das Nackenband ist nicht mehr deutlich zu fühlen, die Halsoberlinie ist konvex, kein Axthieb, sondern der Hals geht fließend in den Widerrist über, der Kamm ist fest und schmal und an der höchsten Stelle über Nackenband ca. 4 – 5,5 cm hoch.

Punkt 6:

Die Seitenfläche des Halses ist leicht konvex, im dorsalen Drittel ist der Übergang zur Schulter fließend.

Der Hals geht fließend in den Widerrist über, der Kamm ist fest und an der höchsten Stelle über dem Nackenband ca. 5,5 - 7 cm hoch.

Punkt 7:

Die Seitenfläche des Halses ist leicht konvex, im dorsalen Drittel ist der Übergang zur Schulter fließend.

Der Kamm wölbt sich leicht über den Widerrist vor, der Kamm ist fest und an der höchsten Stelle über dem Nackenband ca. 7 – 8,5 cm hoch.

Punkt 8:

Die Seitenfläche des Halses ist leicht konvex, im dorsalen Drittel ist der Übergang zur Schulter fließend, im dorsalen Drittel wölbt sich der Hals seitlich über die Schulterblätter vor.

Der Kamm wölbt sich über den Widerrist vor und ist fest und an der höchsten Stelle über dem Nackenband bis zu ca. 8,5 - 10 cm hoch.

Punkt 9:

Die Seitenfläche des Halses ist konvex, im dorsalen Drittel ist der Übergang zur Schulter fließend, im dorsalen Drittel wölbt sich der Hals seitlich über die Schulterblätter vor.

Der Kamm wölbt sich deutlich nach dorsal und lateral über den Widerrist vor und ist fest und an der höchsten Stelle über dem Nackenband über 10 cm hoch.

## **(2) Schulter**

An der Schulter kann gut zwischen Muskulatur und Fettgewebe unterschieden werden. Bei dünnen Pferden, die nur geringen Fettansatz an der Schulter aufweisen, wird der Ernährungszustand nach der Bemuskulung eingeteilt, bei gut genährten Pferden nach der Menge an subkutanem Fettgewebe.

Als Spina scapulae oder Schulterblattgräte wird ein schmaler Knochenvorsprung bezeichnet, der fast über die ganze Länge des Schulterblatts zieht.

Das größte Fettdepot in der Schulterregion lagert sich direkt kaudal des M. triceps brachii an, der vom Kaudalrand des Schulterblatts zum Ellbogen zieht.

Die Menge an Fettansatz an der Schulter wird durch Palpation ermittelt. Das Pferd sollte dazu geschlossen, geradegerichtet und entspannt stehen.

Bei abgemagerten Pferden ist der Hautmuskel nur sehr dünn, die Rippen und die Skapula können direkt unter der Haut gefühlt werden. Bei gut genährten Pferden ist der in der Unterhaut verlaufende Hautmuskel an dieser Stelle etwa 0,5 cm dick und kann palpatorisch nicht genau vom Fettgewebe unterschieden werden.

Um die Menge an Fettansatz zu ermitteln, wird versucht, über der 7. Rippe auf Höhe des Buggelenks eine Falte zu bilden. Bei sehr geringem Ansatz von subkutanem Fettgewebe ist es kaum möglich, eine Falte aus Haut und Unterhaut zu bilden, weil das Gewebe in diesem Fall sehr straff ist; je mehr Fettansatz, umso leichter ist die Falte zu bilden und umso breiter ist sie.

Auf der Skala von 1 bis 9 bei

### Punkt 1:

Kraniale und dorsale Kante der Skapula in ganzer Länge sichtbar, kaudale Kante und Caput humeri zu erahnen, Spina steht auf ganzer Länge vor, Brustbein vorstehend.

Hinter dem Ellbogen ist die 6., 7. und 8. Rippe zu sehen und direkt unter der Haut zu fühlen, die 8. Rippe ist in ganzer Länge zu verfolgen, die 6. und 7. Rippe wird dorsal vom Schulterblatt verdeckt. Es ist schwierig, hier eine Falte zu bilden, die Haut ist fast nicht verschieblich.

### Punkt 2:

Kraniale Kante der Skapula sichtbar, dorsale zu erahnen, Spina sichtbar und direkt unter der Haut zu fühlen, Brustbein sichtbar.

Hinter dem Ellbogen ist die 6., 7. und 8. Rippe deutlich zu fühlen, die 7. und 8. Rippe sind sichtbar, die 8. Rippe kann visuell bis in Höhe des Sitzbeinhöckers verfolgt werden. Es ist schwierig, eine Falte zu bilden, die Haut ist fast nicht verschieblich.

Punkt 3:

Vorderkante der Skapula zu ertasten, Spina teilweise sichtbar, direkt unter der Haut zu fühlen, Brustbein fühlbar.

Hinter dem Ellbogen ist die 7. und 8. Rippe bis auf Höhe des Buggelenks zu fühlen, das Gewebe über der 7. und 8. Rippe hinter der Schulter ist fest. Es ist schwierig, eine Falte zu bilden, die Haut ist fast nicht verschieblich.

Punkt 4:

Skapula abgerundet, Spina teilweise sichtbar, direkt unter der Haut zu fühlen.

Die 7. Rippe ist eingedeckt, die 8. Rippe ist vom Ellbogen bis auf Höhe des Buggelenks zu fühlen, das Gewebe über der 7. und 8. Rippe hinter der Schulter ist fest. Die Haut ist etwas verschieblich, unter großer Spannung lässt sich eine kurze niedrige Falte bilden.

Punkt 5:

Skapula eingedeckt, Spina zu ertasten.

Die 7. Rippe ist nicht sicher abzugrenzen, das Gewebe über der 7. Rippe ist auf halber Höhe des Brustkorbs weich, die 8. Rippe ist auf Ellbogenhöhe fühlbar, die Haut ist leicht verschieblich, eine kurze niedrige Falte lässt sich unter Spannung bilden.

Punkt 6:

Skapula eingedeckt.

Das Gewebe über der 7. und 8. Rippe ist auf halber Höhe des Brustkorbs weich, die 7. und die 8. Rippe sind nicht abgrenzbar. Haut leicht verschieblich, kurze niedrige Falte lässt sich mit wenig Spannung bilden.

Punkt 7:

Skapula eingedeckt.

Das Gewebe ist von der 7. bis zur 9. Rippe auf halber Höhe des Brustkorbs weich und schwabbelig, Falte lässt sich fast spannungsfrei bilden.

Punkt 8:

Skapula eingedeckt.

Das Gewebe ist von der 7. bis zur 9. Rippe ab ca. einer Handbreit über dem Ellbogen bis eine Handbreit unter dem Dorsalrand der Skapula weich und schwabbelig, lange hohe Falte lässt sich fast spannungsfrei bilden.

Punkt 9:

Skapula eingedeckt.

Gewebe hinter der Schulter ab ca. einer Handbreit über dem Ellbogen bis zum Widerrist weich und schwabbelig, Fettdepot hinter der Schulter geht fließend in Fettdepot an Brustwand und Rücken über, lange hohe Falte lässt sich fast spannungsfrei bilden.

### **(3) Rücken**

Die Unterscheidung zwischen Muskulatur und Fettgewebe ist hier etwas schwieriger, weil die Haut dick (bis zu einem Zentimeter) und straff ist.

Der Fettsatz am Rücken beginnt am Widerrist und 20 bis 30 cm neben der Wirbelsäule in Höhe der 14. bis 18. Rippe.

Folgende Punkte müssen beim Scoring berücksichtigt werden:

- Die Ausprägung der Rückenmuskulatur ist außer vom Ernährungszustand relativ stark von Trainingszustand und Alter des Pferdes abhängig.
- Die Form der Wirbelsäule variiert von Pferd zu Pferd, und je höher der Widerrist herausragt, umso mehr Muskel- und Fettgewebe benötigt er, um eingedeckt zu sein.

Die Höhe des Widerristes hängt von der Länge des Anteils der Dornfortsätze ab, der nach dorsal über das Schulterblatt heraussteht, bzw. von Position und Länge (bis zu 18 cm) der Dornfortsätze.

Beim sogenannten Senkrücken, der vor allem bei älteren Pferden vorkommt, steht der Widerrist höher über das Niveau der anderen Brustwirbeldornfortsätze hervor.

Seitlich sind die Brustwirbelsäule und der dorsale Teil der Rippen von Muskulatur bedeckt, bei schlanken Pferden kann man die laterale Kante des M. longissimus dorsi etwa 20 cm lateral der Medianen spüren.

Zur Feststellung von subkutanem Fettgewebe werden die Verschieblichkeit der Haut und die Festigkeit des Gewebes palpatorisch geprüft.

Auf der Skala von 1 bis 9 bei

#### Punkt 1:

Über die ganze Brust-, Lenden- und Kreuzwirbelsäule sind die einzelnen Dornfortsätze sichtbar, am Widerrist in ganzer Länge bis zur Skapula.

Bei allen Brustwirbeln sind die Rippenansätze und bei allen Lendenwirbeln die Querfortsätze sichtbar, die Seitenfläche der Kruppe ist deutlich konkav.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut nicht verschieblich.

#### Punkt 2:

Über die ganze Brust-, Lenden- und Kreuzwirbelsäule sind die einzelnen Dornfortsätze sichtbar, am Widerrist fast in ganzer Länge, die Wirbelbasis ist mit Gewebe bedeckt.

Die Rippenansätze an den Brustwirbeln sind fühlbar, die Querfortsätze an den Lendenwirbeln scheinen durch, die Seitenfläche der Kruppe ist konkav.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut nicht verschieblich.

Punkt 3:

Am Widerrist ist die obere Hälfte der Dornfortsätze deutlich zu sehen, ebenso die Kontur der Dornfortsätze an Brust- und Lendenwirbeln und Kreuzbein. Der Übergang vom Widerrist zur Schulter ist fließend.

Die Querfortsätze sind eingedeckt, die Seitenfläche der Kruppe ist gerade.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut nicht verschieblich.

Punkt 4:

Am Widerrist sind die einzelnen Kappen der Dornfortsätze deutlich zu sehen, der Rest der Dornfortsätze ist bedeckt, die Seitenfläche des Widerristes ist konkav; die Kontur der Dornfortsätze an Brust- und Lendenwirbeln ist zu erahnen.

Die Seitenfläche der Kruppe ist leicht konvex, die Kontur der Kruppe von hinten gesehen spitz.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut nicht verschieblich.

Punkt 5:

Die Dornfortsätze sind ganz eingedeckt, nur am Widerrist sind einzelne Kappen erkennbar, die Seitenfläche des Widerristes ist gerade, die Kontur des Rückens ist rund, hinter der Sattellage (in Höhe der 14. bis 18. Rippe) fühlt man mit etwas Druck neben der Longissimus-Muskulatur einzelne Rippen.

Die Kontur der Kruppe ist von hinten gesehen rund oder herzförmig.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut etwas verschieblich. Das Gewebe ist fest.

Punkt 6:

Die Dornfortsätze sind ganz eingedeckt, nur am Widerrist sind einzelne Kappen erkennbar, die Seitenfläche des Widerristes ist konvex, die Kontur des Rückens ist rund, hinter der Sattellage (in Höhe der 14. bis 18. Rippe) fühlt man mit viel Druck Rippen, aber das Gewebe ist fest.

Die Kontur der Kruppe ist von hinten gesehen rund oder herzförmig.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die Haut leicht verschieblich, es lassen sich aber noch keine Falten bilden.

Punkt 7:

Die Dornfortsätze des Widerristes sind von dorsal gut fühlbar, aber nur bei Pferden mit sehr hohem Widerrist noch deutlich zu sehen. Die Seitenfläche des Widerristes ist konvex,

die Kontur des Rückens ist rund, hinter der Sattellage (in Höhe der 14. bis 18. Rippe) ist 20 bis 30 cm neben der Wirbelsäule ein Fettpolster zu fühlen, hier lassen sich mit Druck breite flache Falten bilden.

Die Kontur der Kruppe ist von hinten gesehen rund oder herzförmig.

Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist das Gewebe weich.

#### Punkt 8:

Die Dornfortsätze des Widerristes sind von dorsal noch fühlbar, aber nur bei Pferden mit sehr hohem Widerrist noch zu sehen. Die Kontur des Rückens ist flachrund, Seitlich der Brust- und Lendenwirbelsäule ist das Gewebe weich, hinter der Sattellage (in Höhe der 12. bis 18. Rippe) ist neben der Wirbelsäule ein dickes Fettpolster zu fühlen, hier lassen sich dicke Falten bilden.

Die Kontur der Kruppe ist von hinten gesehen rund oder herzförmig.

#### Punkt 9:

Die Wirbelsäule ist tief ins Gewebe eingebettet, die Dornfortsätze sind auch am Widerrist nur noch bei Pferden mit sehr hohem Widerrist zu ertasten. Schwabbeliges weiches Gewebe setzt sich von der Schulter nach dorsal vom Widerrist über die Sattellage bis zur Hüfte fort, Fettpolster bilden mit der Wirbelsäule eine ebene Fläche, so dass die Kontur des Rückens flach ist. Neben der Brustwirbelsäule lassen sich dicke Falten bilden.

Die Kontur der Kruppe ist von hinten gesehen rund oder herzförmig.

### **(4) Brustwand**

Um den Fettansatz an der Brustwand abzuschätzen, werden die Konsistenz und die Dicke des Gewebes über den Rippen beurteilt: Je mehr Fettansatz, umso weicher das Gewebe über den Rippen und umso größer die Eindrücktiefe der Fingerkuppen.

Auf der Linie Buggelenk – Hüfthöcker ist der Ansatz von Stammesmuskulatur am geringsten. Bei Pferden mit geringem Fettansatz sind die Rippen deshalb hier am deutlichsten sichtbar oder fühlbar.

An der Brustwand beträgt die Dicke des Hautmuskels bei gut genährten Pferden über der 8. Rippe etwa 1,5 cm, über der 12. Rippe 1,0 cm, über der 14. bis 18. Rippe ist sie geringer. Die Dicke der Fettschicht zwischen Haut und Hautmuskel beträgt je nach Ernährungszustand nur wenige mm; zwischen Hautmuskel und Stammesmuskulatur kann sie allerdings eine beträchtliche Dicke erreichen. Palpatorisch kann der Hautmuskel jedoch nicht vom subkutanen Fettgewebe abgegrenzt werden.

---

Auf der Skala von 1 bis 9 beiPunkt 1:

Die 6. bis 18. Rippe sind sichtbar, auch kraniale und kaudale Fläche jeder Rippe; die letzte Rippe ist in ganzer Länge, die übrigen Rippen sind vom Ansatz bis auf Ellbogenhöhe sichtbar.

Die Haut ist nicht verschieblich.

Punkt 2:

Die 7. bis 18. Rippe ist sichtbar, auch kraniale und kaudale Kante jeder Rippe, der Ansatz der Rippen an der Wirbelsäule ist nicht mehr sichtbar, nur die letzte Rippe ist in ganzer Länge zu sehen.

Die Haut ist nicht verschieblich.

Punkt 3:

Die 7. bis 18. Rippe sind sichtbar, nur seitliche Fläche jeder Rippe zu sehen, am deutlichsten stehen die Rippen auf der Linie Buggelenk – Hüfthöcker hervor.

Die Haut ist nicht verschieblich.

Punkt 4:

Am geradegerichteten Pferd sind in Ruhe etwa 4 Rippen sichtbar, meist 11. bis 14. Rippe, fühlbar sind die 9. bis 18. Rippe.

Die Haut ist etwas verschieblich, das Gewebe über der 9. bis 18. Rippe ist fest.

Punkt 5:

Am geradegerichteten Pferd sind in Ruhe keine Rippen deutlich sichtbar, bei tiefer Inspiration oder bei seitlich gebogener Brustwirbelsäule sind einige Rippen, meist 12. und 13., sichtbar, fühlbar ist die 10. – 18. Rippe.

Die Haut ist verschieblich, das Gewebe über der 9. bis 18. Rippe ist fest.

Punkt 6:

Keine Rippe ist sichtbar, 14. bis 18. fühlbar, bei der 18. Rippe ist der kaudale Rand nicht fühlbar.

Die Haut ist leicht verschieblich, das Gewebe über der 9. bis 18. Rippe ist fest, es lassen sich keine Falten bilden.

Punkt 7:

Die Rippen sind schwierig zu fühlen, am leichtesten 15. bis 17. Rippe.

Die Haut ist leicht verschieblich, das Gewebe über der 9. bis 18. Rippe ist weich, die Fingerkuppen sinken etwas ins Gewebe ein. Über der 9. bis 12. Rippe lassen sich mit viel Spannung niedrige Falten bilden.

Punkt 8:

Die Rippen sind kaum noch fühlbar.

Die Haut ist leicht verschieblich, das Gewebe über der 9. bis 18. Rippe ist weich, die Fingerkuppen sinken deutlich ins Gewebe ein. Über der 9. bis 14. Rippe lassen sich niedrige Falten bilden.

Punkt 9:

Die Rippen sind nicht fühlbar.

Die Haut ist leicht verschieblich. Schwabbeliges weiches Gewebe setzt sich von der Schulter über die ganze Brustwand, von der 6. bis zur 18. Rippe, fort. Über die ganze Brustwand lassen sich dicke hohe Falten bilden, die Fingerkuppen sinken tief ins Gewebe ein.

**(5) Hüfte**

An der Hüfte ist es v.a. aufgrund der dicken Haut schwierig, das subkutane Fettgewebe von der Muskulatur zu trennen. Als Kriterium für den Ernährungszustand dienen bestimmte Knochenstrukturen am Becken, welche je nach Bemuskelung und Fettansatz mehr oder weniger eingedeckt sind.

Die Beurteilung der Perinealregion macht besonders bei Stuten das Fehlen oder Vorhandensein von Fettgewebe deutlich.

Auf der Skala von 1 bis 9 beiPunkt 1:

Die Hungergrube ist stark eingefallen, der Hüfthöcker steht hervor; kranial, kaudal und dorsal des Hüfthöckers befinden sich Höhlen; Sitzbeinhöcker und Arcus ischiadicus sind sichtbar, die Fläche zwischen Kreuzbein und der Linie Hüfthöcker – Sitzbeinhöcker ist konkav, die Linie Kniegelenk – Hüfthöcker ist konkav,

Der After und bei Stuten die Scheide sind tief zwischen die Sitzbeinhöcker eingefallen und liegen deutlich kranial des Arcus ischiadicus, Dorsalanteil der Scheide bildet waagrechte Linie, breiter Spalt zwischen Innenschenkeln.

Punkt 2:

Die Hungergrube ist eingefallen, der Hüfthöcker steht hervor, kranial und dorsal des Hüfthöckers befinden sich Höhlen; Sitzbeinhöcker und Arcus ischiadicus sind sichtbar, Fläche zwischen Kreuzbein und der Linie Hüfthöcker – Sitzbeinhöcker eben, Linie Knie – Hüfthöcker gerade, der After und bei Stuten die Scheide sind tief zwischen die Sitzbein-

---

höcker eingefallen und liegen deutlich kranial des Arcus ischiadicus, Dorsalanteil der Scheide bildet waagrechte Linie, deutlicher Spalt zwischen Innenschenkeln.

Punkt 3:

Die Hungergrube ist eingefallen, der Hüfthöcker steht hervor, die kraniale Kante des Hüfthöckers ist scharf, der Sitzbeinhöcker ist sichtbar, der After und bei Stuten die Scheide sind leicht zwischen die Sitzbeinhöcker eingefallen und liegen etwas kranial des Arcus ischiadicus, Dorsalanteil der Scheide bildet schräge Linie, deutlicher Spalt zwischen Innenschenkeln.

Punkt 4:

Der dorsale Teil des Hüfthöckers steht hervor, die kraniale Kante ist scharf, der ganze Hüfthöcker ist fühlbar, der Sitzbeinhöcker scheint durch, bei Stuten bilden After und Scheide mit dem umliegenden Gewebe und mit dem Arcus ischiadicus in etwa eine senkrechte Gerade, die Innenschenkel berühren sich nur bei bodenenger Stellung.

Punkt 5:

Der dorsale Teil des Hüfthöckers steht leicht vor, die kraniale Kante ist abgerundet, der ganze Hüfthöcker fühlbar, der Sitzbeinhöcker abgerundet aber gut fühlbar, Arcus ischiadicus ist in perineales Gewebe eingebettet, die Innenschenkel berühren sich.

Punkt 6:

Der Hüfthöcker ist abgerundet, aber gut fühlbar, nur der dorsale Anteil scheint durch; der Sitzbeinhöcker ist schwierig zu fühlen, die Innenschenkel berühren sich.

Punkt 7:

Der Hüfthöcker ist abgerundet, aber von kranial und von dorsal fühlbar, Innenschenkel berühren sich.

Punkt 8:

Der Hüfthöcker ist eingedeckt, aber noch als Vorwölbung im Gewebe erkennbar und von kranial und von dorsal noch fühlbar, Innenschenkel berühren sich.

Punkt 9:

Der Hüfthöcker ist in weiches Gewebe eingebettet und nicht mehr als Vorwölbung erkennbar. Er ist nur noch von lateral als harte Stelle fühlbar.

## **(6) Schweifansatz**

Beurteilt wird das Gewebe um die ersten vier Schwanzwirbel, welche das hintere Ende der Kruppe bilden und in den Schweif übergehen.

Am Schweifansatz befindet sich nur wenig Muskulatur, der Ansatz von subkutanem Fettgewebe ist hier groß und macht fast allein die Konturunterschiede in den einzelnen Unterteilungen aus.

Auf der Skala von 1 bis 9 bei

### Punkt 1:

Einzelne Schwanzwirbel sind abgrenzbar, Seitenflächen der Schwanzwirbel sind direkt unter der Haut sichtbar. Die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist stark konkav.

### Punkt 2:

Keine einzelnen Schwanzwirbel abgrenzbar, Schwanzwirbel stehen als scharfer Grat über die Kruppe heraus, Seitenfläche der Wirbel sichtbar, aber von dünner Gewebeschicht bedeckt. Die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist deutlich konkav.

### Punkt 3:

Die Kontur der Schwanzwirbelsäule ist deutlich sichtbar, Seitenflächen der Schwanzwirbel sind nicht zu sehen. Die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist konkav.

### Punkt 4:

Die Kontur der Schwanzwirbelsäule scheint durch, die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist leicht konkav.

### Punkt 5:

Die Schwanzwirbel sind eingedeckt, die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist in etwa gerade. Das Gewebe um den Schweifansatz ist fest.

### Punkt 6:

Seitlich des 3. Schwanzwirbels, also direkt am Übergang von der Kruppe zum Schweif, wölbt sich ein festes Fettpolster leicht über Wirbelsäule vor, die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist konvex.

### Punkt 7:

Das Fettpolster neben dem 3. Schwanzwirbel ist weich und wölbt sich deutlich über Wirbelsäule vor, die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist deutlich konvex.

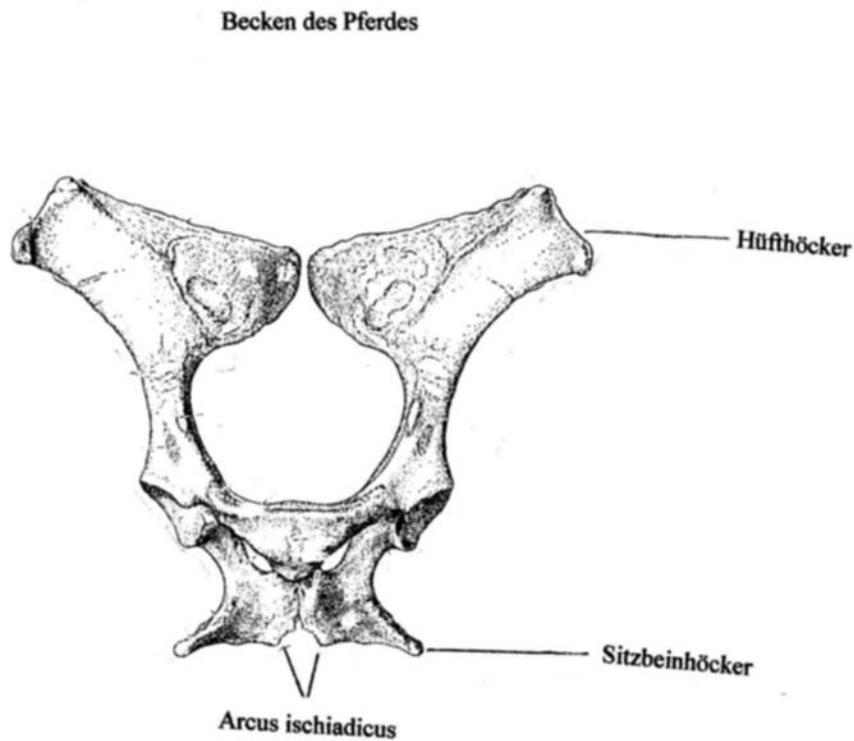
### Punkt 8:

Das Fettpolster neben den ersten drei Schwanzwirbeln ist weich und schwabbelig, median befindet sich eine leichte Rinne. Auf halber Länge der Kruppe bilden die Fettpolster eine

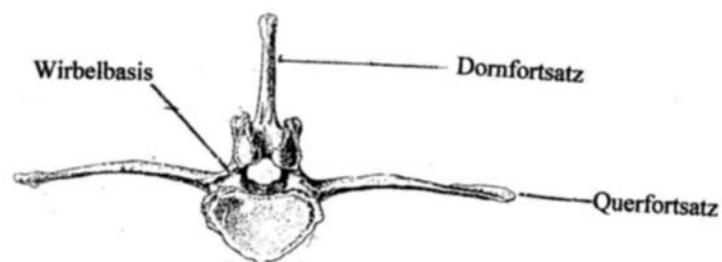
leichte Delle über der Wirbelsäule. Die Linie Sitzbeinhöcker – Schwanzwirbel ist deutlich konvex.

Punkt 9:

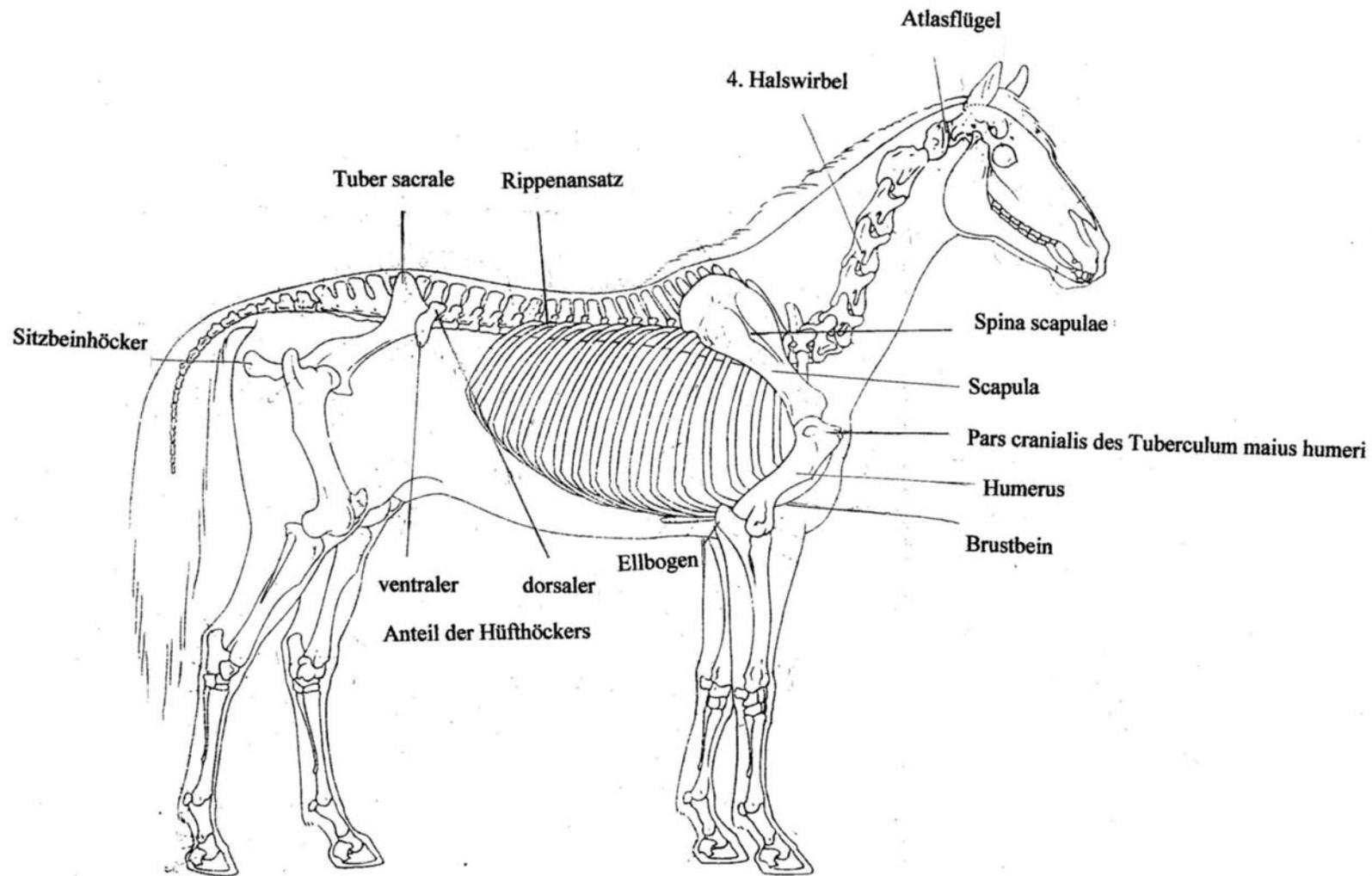
Das Fettpolster neben den ersten drei Schwanzwirbeln ist weich und schwabbelig, median befindet sich eine Rinne. Auf halber Länge der Kruppe bilden die Fettpolster eine Delle über der Wirbelsäule. Seitlich betrachtet nähert sich die Kruppe der Waagrechten an und fällt am Schweifansatz fast senkrecht ab.



**Dritter Lendenwirbel des Pferdes**



**Abbildung 9:** Knochenpunkte an Becken und Wirbel, modifiziert nach NICKEL et al. (1984)



**Abbildung 10:** Knochenpunkte am Skelett, modifiziert nach NICKEL et al. (1984)

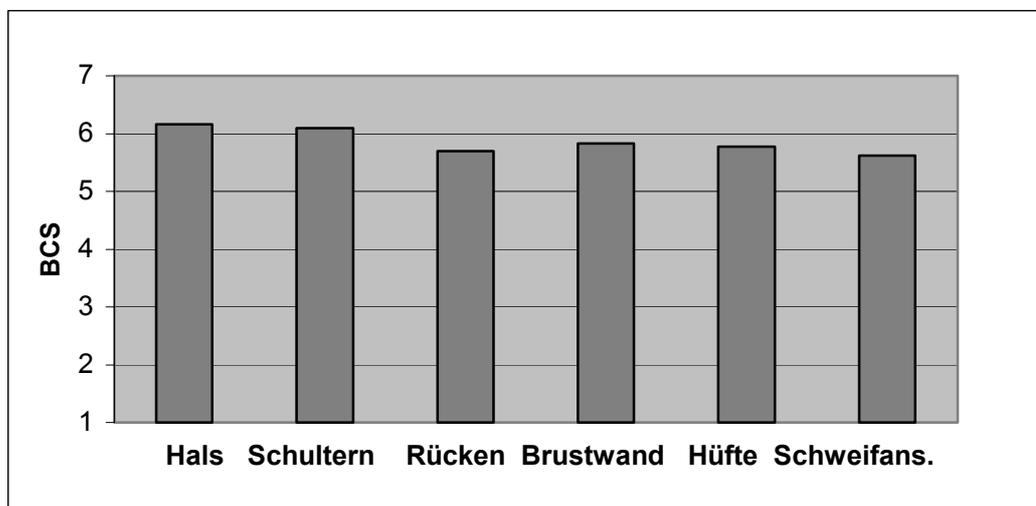
### 1.10.2 Überprüfung des neuen Systems

95 Warmblutpferde wurden mit dem neuen System beurteilt. Die durchschnittlichen Punktzahlen für die einzelnen Körperregionen sind in Abbildung 11 dargestellt.

Die Differenzen zwischen den einzelnen Körperregionen jedes Pferdes waren geringer als bei der Beurteilung nach dem System von HENNEKE et al. (1983). Die maximale Differenz zwischen den Punktzahlen für die einzelnen Körperregionen innerhalb der Bewertung eines Pferdes lag bei 4, die minimale bei 0, der Mittelwert der Differenzen war 1,48.

Die Differenz von 4 trat bei zwei Pferden auf. Eines davon war ein 20-jähriger Hengst, dessen Hals mit 8, dessen Rippenregion aber mit 4 bewertet wurde, da einige Rippen am geradestehenden Pferd leicht durchschimmerten. Das andere Pferd war ein 16-jähriger Wallach, dessen Körperregionen alle außer dem Hals mit 7 oder 8 beurteilt wurden; der Hals wurde mit 4 bewertet, weil die Kammfetthöhe nur 3,5 cm betrug.

Die Mittelwerte der einzelnen Körperregionen betragen 6,2 (Hals), 6,1 (Schultern), 5,8 (Hüften), 5,8 (Brustwand), 5,7 (Rücken) und 5,6 (Schweifansatz). Der Mittelwert der Gesamtscores lag bei 5,9, die Standardabweichung betrug 0,5.



**Abbildung 11:** Mittlere Body Condition Scores für die einzelnen Körperregionen nach dem neuen System;  $n = 95$ ;  $\mu = 5,9$ ;  $\sigma = 0,5$

### 1.10.3 Reproduzierbarkeit des neuen Systems

In Abbildung 12 sind die Body Condition Scores von Versuch 1, in Abbildung 13 die von Versuch 2 dargestellt. Die durchschnittlichen Bewertungen durch die verschiedenen Personen nach dem neuen System und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) werden jeweils mit der eigenen Bewertung verglichen.

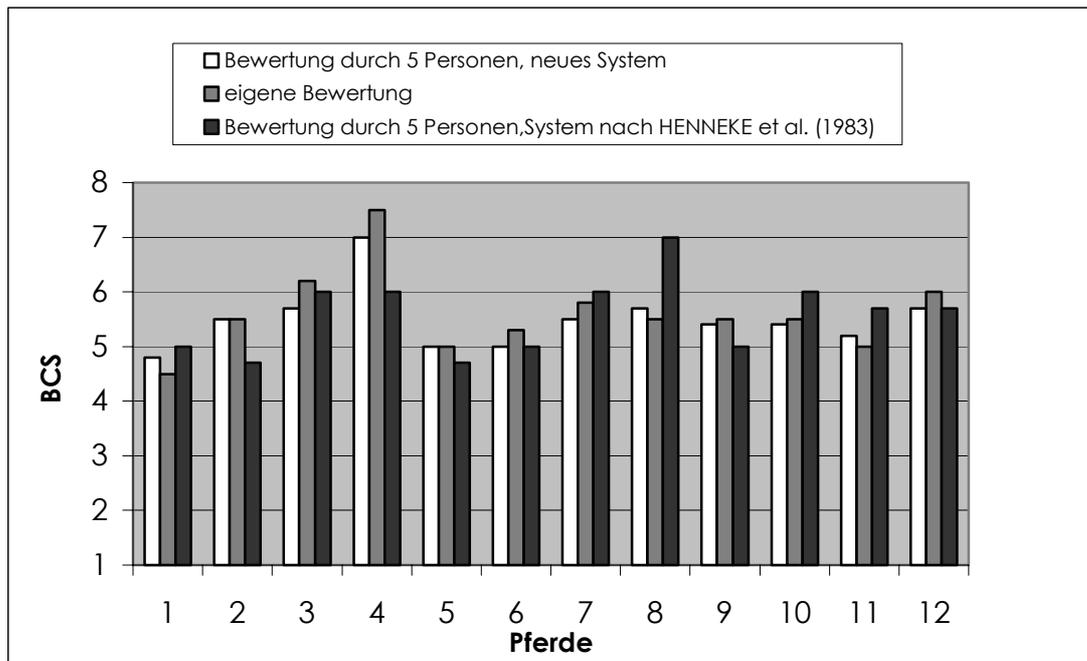
Große Unterschiede zwischen den Bewertungen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) und nach dem neuen System ergaben sich in Versuch 1 bei Pferd 4 und bei Pferd 8. Pferd 4 war ein Hengst und hatte einen hohen Fettkamm, aber auch beträchtliche Fettdepots am Rücken, hinter der Schulter und am Schweifansatz. Nach der eigenen Bewertung lag sein BCS bei 7,5 und nach der durchschnittlichen Bewertung der fünf Personen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) bei 6,0 und nach dem neuen System bei 7,0.

Pferd 8 hatte einen „Heubauch“, die subkutanen Fettdepots waren aber nicht übermäßig groß. Der BCS lag nach der eigenen Bewertung bei 5,5 und nach der durchschnittlichen Bewertung der fünf Personen bei 7,0 nach dem System von HENNEKE et al. (1983) und bei 5,7 nach dem neuen System.

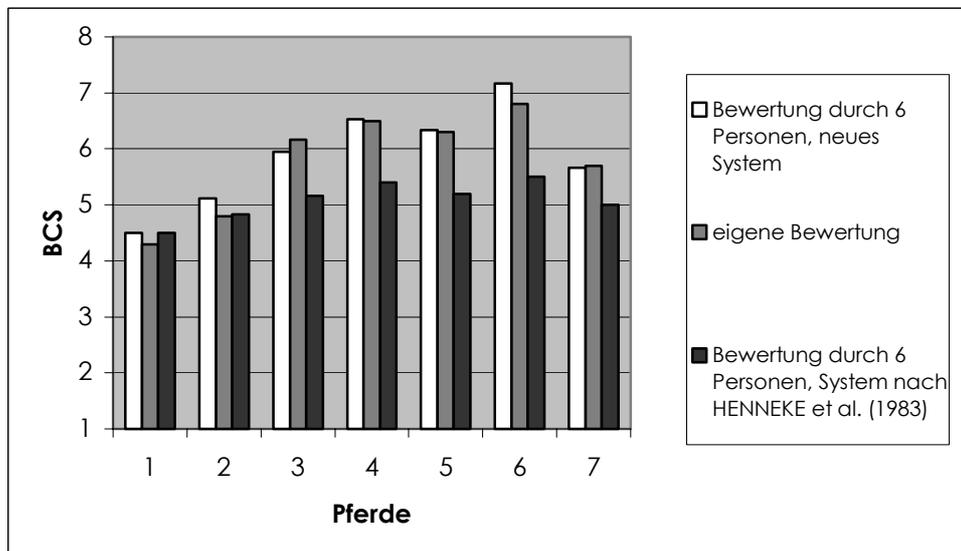
Die Differenz zwischen den einzelnen durch die Testpersonen nach dem neuen System erteilten Scores und der eigenen Bewertung betrug in Versuch I durchschnittlich 0,4 und in Versuch II 0,3 Punkte, die maximale Abweichung betrug in Versuch I einen Punkt und in Versuch II 0,9 Punkte.

Die Differenz zwischen den einzelnen durch die Testpersonen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) erteilten Scores und der eigenen Bewertung betrug in beiden Versuchen durchschnittlich 0,8 Punkte, die maximale Abweichung betrug in Versuch I 1,7 und in Versuch II 1,8 Punkte.

Die eigenen Bewertungen korrelierten in Versuch I mit den durchschnittlichen Bewertungen der Testpersonen nach dem neuen System deutlich besser ( $r = 0,96$ ) als mit den Bewertungen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) ( $r = 0,42$ ). In Versuch II war die Korrelation in beiden Fällen sehr gut ( $r = 0,98$ ).



**Abbildung 12:** Vergleich der Bewertungen durch 5 Testpersonen nach dem neuen System und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) mit der eigenen Bewertung in Versuch I; n = 12



**Abbildung 13:** Vergleich der Bewertungen durch 6 Testpersonen nach dem neuen System und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) mit der eigenen Bewertung in Versuch II; n = 7

## 2. Neues System zur Abschätzung des Gewichts

### 2.1 Wiederholbarkeiten und Auswahl der Biometrischen Messungen

Die Prüfung der Wiederholbarkeiten der Messungen durch Doppelmessungen an jeweils 10 Pferden sind in den Tabellen 51 bis 58 dargestellt.

- **Widerristhöhe**
  - **Bandmaß**

**Tabelle 51:** Prüfung der Wiederholbarkeit für das Bandmaß

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	174	178	182	186	171	177	182	173	172	180
M 2	174	178	181	186	172	177	183	173	172	179

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,991$

- **Stockmaß**

**Tabelle 52:** Prüfung der Wiederholbarkeit für das Stockmaß

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	164	168	173	176	162	168	174	163	162	170
M 2	163	168	173	175	162	168	173	164	162	170

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,991$

An 137 Pferden wurde sowohl das Bandmaß als auch das Stockmaß gemessen. Die beiden Größen korrelierten untereinander sehr gut ( $r = 0,96$ ). Das Bandmaß war durchschnittlich um 10,1 cm größer als das Stockmaß, die Standardabweichung von dieser Differenz betrug 1,5. Das Bandmaß korrelierte etwas besser mit dem Gewicht ( $r = 0,77$ ) als das Stockmaß ( $r = 0,76$ ). Für die folgenden Messungen wurde für die Bestimmung der Widerristhöhe nur noch das Bandmaß gemessen.

- **Brustumfang**

**Tabelle 53:** Prüfung der Wiederholbarkeit für den Brustumfang

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	188	198	196	210	195	199	203	186	194	201
M 2	189	197	196	211	195	198	203	186	194	200

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,994$

- **Körperlänge**

**Tabelle 54:** Prüfung der Wiederholbarkeit für die Körperlänge

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	170	163	180	172	178	174	173	172	170	163
M 2	168	166	183	177	181	172	175	169	169	167

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,877$

Die Körperlänge wurde an allen 181 Pferden gemessen. Aufgrund der im Vergleich zu den anderen Messungen schlechten Wiederholbarkeit wurde diese Messung aber nicht für die Regressionsanalyse verwendet.

Für die Korrelation zum Gewicht wurde  $r = 0,66$  berechnet.

- **Körperumfang**

**Tabelle 55:** Prüfung der Wiederholbarkeit für den Körperumfang

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	413	407	429	427	412	430	420	403	406	416
M 2	414	406	430	428	413	430	420	402	405	415

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,997$

An fünf Pferden wurde der Körperumfang mit dem Metallmaßband und, ohne die Stellung der Pferde zu verändern, mit dem Stoffmaßband gemessen. Die Messungen waren bei allen fünf Pferden identisch.

- **Halslänge**

**Tabelle 56:** Prüfung der Wiederholbarkeit für die Halslänge

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	74	72	71	91	70	70	71	70	69	71
M 2	79	69	69	84	72	72	76	66	71	74

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Aufgrund der schlechten Wiederholbarkeit ( $r = 0,782$ ) wurde im weiteren Verlauf der Arbeit auf diese Messung verzichtet.

- **Halsumfang**

**Tabelle 57:** Prüfung der Wiederholbarkeit für den Halsumfang

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	130	122	117	136	113	124	135	130	120	123
M 2	130	121	117	136	113	123	135	128	121	122

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 0,994$

- **Röhrbeinumfang**

**Tabelle 58:** Prüfung der Wiederholbarkeit für den Röhrbeinumfang

Pferd	Ramon	Rasby	Schnecke	Lamiro	Ganesha	Dingi	Racoon	Rawey	Belle	Bally
M 1	21	21	21	23	21	22	23	21	19	21
M 2	21	21	21	23	21	22	23	21	19	21

M 1: Messung 1

M 2: Messung 2

Wiederholbarkeit:  $r = 1,00$

## 2.2 Statistische Auswertung

Mittelwerte, Standardabweichungen und minimale und maximale Werte von Gewicht, biometrischen Messungen und BCS der 181 vermessenen Pferde werden in Tabelle 59 gezeigt.

**Tabelle 59:** Mittelwerte, Standardabweichungen und minimale und maximale Werte von Gewicht, biometrischen Messungen und BCS von 181 Pferden

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gewicht in kg	591	58,0	400	744
Bandmaß in cm	176	5,5	158	191
Brustumfang in cm	195	7,6	167	241
Körperumfang in cm	414	15,3	348	458
Röhrbein in cm	21,5	1,2	18	25
Halsumfang in cm	125	6,6	105	147
BCS	5,7	0,7	3,8	7,8

Die Korrelationen zwischen den biometrischen Messungen, dem BCS und dem Gewicht werden in Tabelle 60 dargestellt.

**Tabelle 60:** Korrelationen zwischen Messungen und dem Gewicht, ausgedrückt durch den Korrelationskoeffizienten (r)

	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS
Gewicht	0,77**	0,75**	0,86**	0,71**	0,62**	0,17*
Bandmaß		0,64**	0,71**	0,67**	0,38**	0,12
Brustumfang			0,69**	0,55**	0,37**	0,07
Körperumfang				0,65**	0,47**	0,02
Röhrbein					0,45**	0,09
Halsumfang						0,29**

\*  $p < 0,5$

\*\*  $p < 0,001$

Die schrittweise multiple Regressionsanalyse ist in Tabelle 61 dargestellt. Die biometrischen Messungen und der BCS waren die unabhängigen Variablen, Gewicht die abhängige. Als erste Variable ging der Körperumfang in die Gleichung ein, als nächste Halsumfang, dann Bandmaß, BCS, Brustumfang und als letztes Röhrbein. Jede Messung konnte die Abschätzung verbessern.

**Tabelle 61:** Partielle Regressionskoeffizienten und multiples Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) für multiple Regressionsgleichungen zur Abschätzung des Gewichts

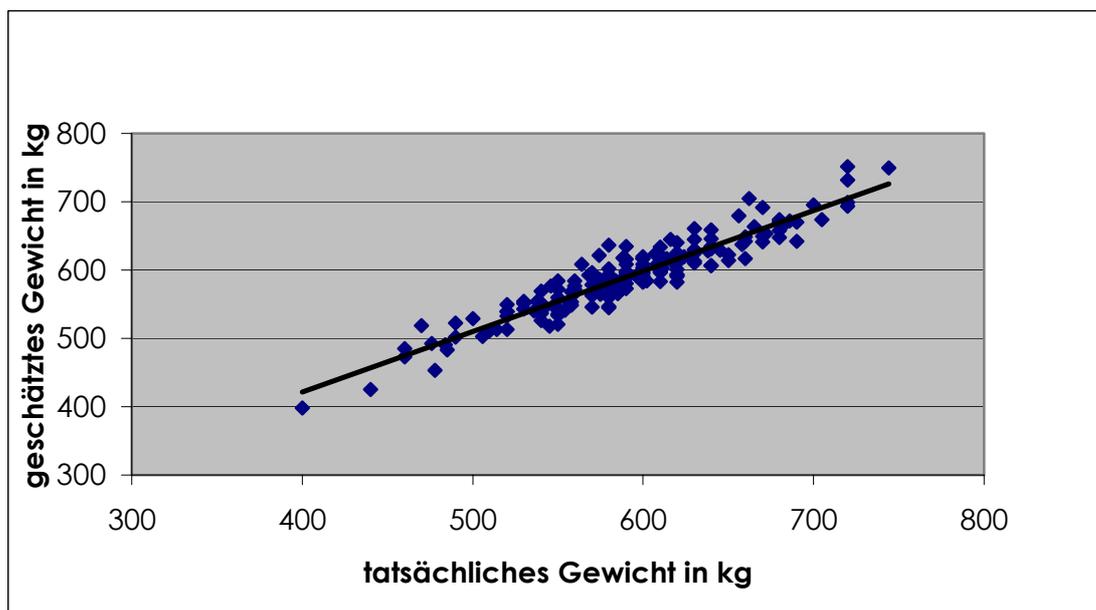
Absolutes Glied	Körperumfang	Halsumfang	Bandmaß	BCS	Brustumfang	Röhrbein	$r^2$
-752	3,247	-	-	-	-	-	0,732
-854	2,753	2,456	-	-	-	-	0,793
-1078	1,960	2,282	3,258	-	-	-	0,839
-1175	1,980	1,685	3,709	14,565	-	-	0,863
-1191	1,658	1,700	3,033	12,470	1,428	-	0,879
-1160	1,538	1,487	2,594	13,631	1,336	6,226	0,886

Die genaueste Abschätzung des Körpergewichts (KG) wurde somit durch folgender Gleichung aus Bandmaß (BM), Brustumfang (BU), Körperumfang (KU), Röhrbeinumfang (RB), Halsumfang (HU) und BCS erreicht:

**Geschätztes KG (in kg) =**

$$-1160 + 2,594 * BM + 1,336 * BU + 1,538 * KU + 6,226 * RB + 1,487 * HU + 13,63 * BCS$$

Abbildung 14 zeigt die tatsächlichen und die geschätzte Gewichte der 181 Warmblutpferde in einem Diagramm.

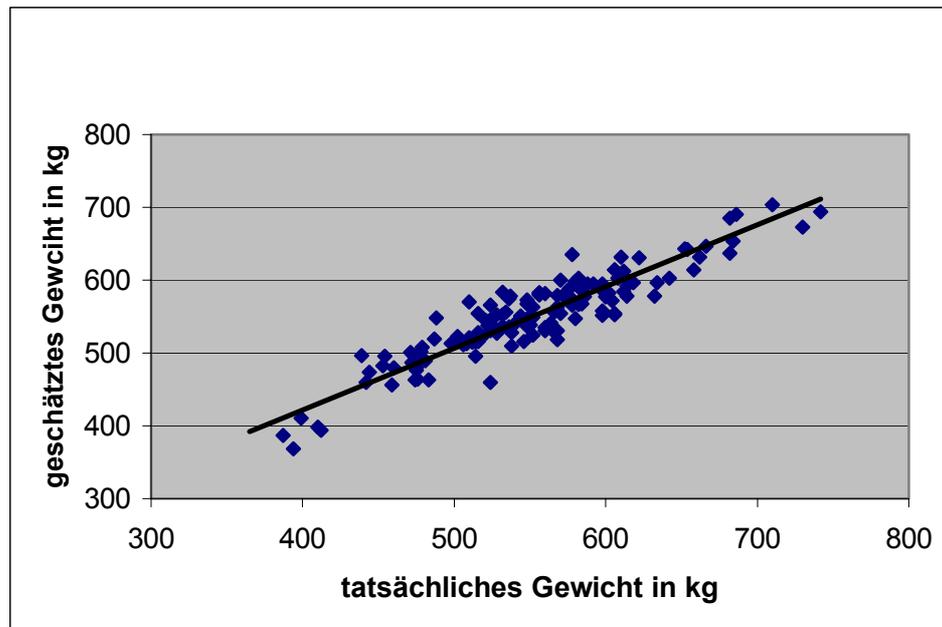


**Abbildung 14:** Korrelation zwischen tatsächlichem und nach der neuen Gleichung geschätztem Gewicht bei Warmblutpferden

Anzahl:  $n = 181$   
Geradengleichung:  $f(x): y = 0,886x + 67,5$   
wobei  $y :=$  geschätztes Gewicht;  $x :=$  tatsächliches Gewicht  
multiples Bestimmtheitsmaß:  $r^2 = 0,886$   
Multipler Korrelationskoeffizient:  $r = 0,941$   
Standardfehler: 18,5

### 2.3 Überprüfung der neuen Gleichung zur Abschätzung des Gewichts

In Abbildung 15 sind die geschätzten und die tatsächlichen Gewichte der 140 Warmblutpferde, in Abbildung 16 die aller 209 Pferde der Kontrollgruppe in einem Diagramm dargestellt. Um die Korrelation der beiden Größen zu beschreiben, wurden jeweils die Geradengleichung, der Korrelationskoeffizient ( $r$ ), das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) und der Standardfehler bestimmt.



**Abbildung 15:** Abschätzung des Gewichts durch die neue Gleichung an Warmblutpferden

Anzahl:  $n = 140$

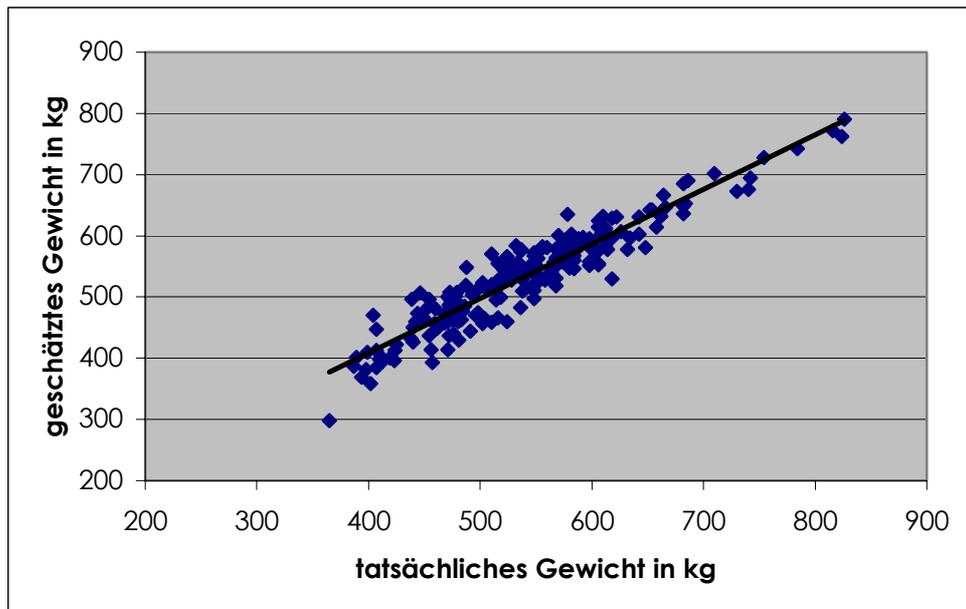
Geradengleichung:  $f(x): y = 0,846 x + 83,6$

wobei  $y :=$  geschätztes Gewicht;  $x :=$  tatsächliches Gewicht

Bestimmtheitsmaß:  $R^2 = 0,849$

Korrelationskoeffizient:  $r = 0,922$

Standardfehler: 24,5



**Abbildung 16:** Abschätzung des Gewichts durch die neue Gleichung an Pferden verschiedener Rassen

Anzahl:	$n = 209$
Geradengleichung:	$f(x): y = 0,893 x + 55,1$ wobei $y :=$ geschätztes Gewicht; $x :=$ tatsächliches Gewicht
Bestimmtheitsmaß:	$r^2 = 0,887$
Korrelationskoeffizient:	$r = 0,942$
Standardfehler:	27,2

---

## **IV. DISKUSSION**

### **1. Body Condition Scoring-System für Warmblutpferde**

#### **1.1 Auswahl der Methoden zur Abschätzung des Fettgehalts**

##### **1.1.1 Indirekte Bestimmung des Körperfetts**

In der Literatur sind zum Teil gute Ergebnisse für die Abschätzung der fettfreien Masse durch Verfahren, die auf der Abschätzung des Körperwassers basieren, beschrieben. Ein Vergleich der daraus erzielten Abschätzungen des Körperfetts mit anderen Verfahren (siehe Tabellen 17 bis 23) führt allerdings zu der Vermutung, dass einfachere Methoden, wie Body Condition Scoring oder biometrische Daten, in diesem Fall nicht bedeutend ungenauer sind.

Aufgrund der großen und variablen Wassermenge im kann beim Pferd nicht von konstantem Wasseranteil im fettfreien Raum ausgegangen werden. Allein der Blinddarm kann ein Fassungsvermögen von bis zu 68 Litern erreichen (KÖNIG & GERHARDS, 2002). Somit ist es offensichtlich, dass Methoden zur Bestimmung des Körperwassers bei dieser Spezies nur bedingt auf gespeichertes Körperfett schließen lassen.

BARTHOLOMEËUSSEN (1996) berichtete in ihrer Studie über eine gute Korrelation zwischen mit BIA und mit Deuteriumoxidverteilung bestimmtem Gesamtkörperwasser beim Pferd ( $r = 0,90$ ). Das Körperfett wurde bei zwei von zehn Pferden allerdings auf den unrealistischen Wert von 0 % geschätzt. VON RESTORFF (1995) erhielt beim Menschen durch Abschätzung mit der BIA-Methode sogar negative Werte für das Körperfett.

ADKINS (1996) und BARTHOLOMEËUSSEN (1996) fanden heraus, dass die Messergebnisse für die Abschätzung des Körperwassers beim Pferd durch BIA stark von Luft- und Hauttemperatur abhingen. Eine konstante und einheitliche Lufttemperatur zu erhalten, ist in Pferdeställen schwierig. Für aussagekräftige Messungen müssten die Pferde also an einen Ort gebracht werden, an dem entsprechende Räumlichkeiten vorhanden sind. Der Transport von Pferden ist aber mit großem Aufwand verbunden. SWANTEK et al. (1992) benutzten für Schweine Nadeln als Elektroden, die etwa 1,5 cm tief durch die Haut gestochen wurden, und konnten die Ergebnisse damit verbessern. Von den meisten Pferdebesitzern würde dies jedoch wahrscheinlich nicht akzeptiert werden.

DEURENBERG et al. (1989a), DIAZ et al. (1989) und VON RESTORFF et al. (1995) kamen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass der Körperfettgehalt beim Menschen durch BIA nicht genauer abgeschätzt werden kann als durch populationsspezifische Gleichungen, die biometrische Daten oder Hautfaltenmessungen verwendeten.

Die Bestimmung des Muskelanteils durch  $^{40}\text{K}$ -Bestimmung oder Neutronenaktivierungsanalyse lieferte beim Menschen gute Ergebnisse für die Abschätzung des Körperfetts (HEYMSFIELD et al., 1989) (siehe Tabelle 23). FRAHM et al. (1971) konnten durch  $^{40}\text{K}$ -Bestimmung beim Rind 76 % der mit chemischer Analyse bestimmten Unterschiede im Gehalt an fettfreier Masse erklären. Für den Fettanteil liegen keine Angaben vor.

Die Rechtfertigung von Kosten und Aufwand für die Abschätzung des Körperfetts beim Pferd wird auch bei diesen Verfahren durch Vergleich mit der Genauigkeit von Body Condition Scoring in Frage gestellt.

## **1.1.2 Messungen zur direkten Bestimmung des Körperfetts**

### **1.1.2.1 Bestimmung des gesamten Körperfetts**

Mit DEXA bzw. DPA und NMR kann der Körperfettgehalt in vivo sehr präzise bestimmt werden. Diese Verfahren sind jedoch sehr teuer und technisch aufwändig, zum Teil müssen die Tiere auch sediert oder anästhesiert werden. Daher kommt ihre Anwendung beim Pferd wohl nur für den wissenschaftlichen Gebrauch in Frage.

GEERS et al. (1995) bestimmten den Körperfettgehalt bei Schweinen mittels NMR-Verfahren. Trotz Vollnarkose wurden die Ergebnisse durch die Atmung der Schweine beeinflusst. Sie bewerten dieses Verfahren als praktikabel für die Zuchtarbeit und für Studien in der Tierernährung, weil es bei kleinerem Schaden am Tier höhere Genauigkeiten aufwies als die Biopsie-Methode.

### **1.1.2.2 Bestimmung des subkutanen Fettgewebes**

Die Methoden zur Bestimmung des subkutanen Fettgewebes lassen intra- und intermuskuläres, intra- und retroperitonäales Fett, Herzfett und Knochenfett unberücksichtigt.

Der intramuskuläre Fettgehalt ist beim Pferd mit durchschnittlich 2 % (SOUCI et al., 1981) vergleichsweise gering, beim Rind beträgt er bei mäßiger Marmorierung 3-5%, bei sehr starker Marmorierung steigt er auf über 10% an (KÖGEL, o. J.).

In Tabelle 62 sind einige Werte aus der Literatur für die mittleren subkutanen Fettdicken zwischen der 12. und 13. Rippe bei Rind und Schaf und in der Region der letzten Rippe beim Schwein angegeben.

**Tabelle 62:** In der Literatur angegebene Fettdicken für verschiedene Tierarten

Tierart	Fettdicke in mm	Autoren
Rind	8,5	HOLLOWAY et al. (1990)
	11	MCLAREN et al. (1991)
	9,2	PERKINS et al. (1992a)
	8,2	PERKINS et al. (1992b)
	3,7 bis 5,4	ROBINSON et al. (1992)
	14,4	SMITH et al. (1992b)
	17,1	WALDNER et al. (1992)
Schaf	0,9 bis 3,6	BERGEN et al. (1997)
	2,3 bis 4,0	HAMBY et al. (1986)
	5,9	EDWARDS et al. (1989)
	5	MCLAREN et al. (1991)
Schwein	7,7	RAMSEY et al. (1991)
	18,6 bis 22,5	FORTIN & ELLIOT (1985)
	29	MCLAREN et al. (1989)
	27	MCLAREN et al. (1991)
	2,0 bis 5,0	SMITH et al. (1992a)
	33	LO et al. (1992)

Die Untersuchungen von WESTERVELT et al. (1976) ergaben an den Schlachtkörpern von acht Ponys mit einem mittleren Körpergewicht von 150 kg eine mittlere Fettdicke von 15 mm, in der Mitte der Kruppe und 5 cm lateral der Medianen gemessen. In einem anderen Versuch lag die mit Ultraschall gemessene mittlere Fettdicke von acht Pferden auf der Kruppe bei 15 mm, hinter der Schulter bei 8 mm und auf dem Rücken zwischen der 12. und 13. Rippe bei 3 mm, der chemisch ermittelte Gesamtfettgehalt lag bei 16%, was nach MURRAY (1919) und nach HARDIN (1990) einem BCS von 4 auf einer 1 bis 9-Skala entspricht.

Bei den sechs im Zuge dieser Arbeit postmortal untersuchten Pferden lag die mittlere subkutane Fettdicke am Hals bei 78 mm, am Schweifansatz bei 28 mm, auf halber Länge der Kruppe bei 19 mm und hinter der Schulter bei 16 mm.

Diese Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass Pferde im Vergleich zu Rindern, Schafen und Schweinen weniger intramuskuläres und mehr subkutanes Fett speichern.

SCHMALTZ (1922) konnte bei einem euthanasierten sechsjährigen 456 kg schweren Kavalleriepferd 14 kg Fett absammeln, was 3 % des Körpergewichts entspricht. Nur 4 kg davon oder 0,9 % vom Körpergewicht kamen aus der Bauchhöhle.

Eigene Beobachtungen von Pferden intra operationem zeigten auch bei dicken Pferden wenig mesenteriale Verfettung.

Das Nierenfett ist von allen Haussäugetieren beim Pferd am schwächsten ausgebildet (NICKEL et al., 1987).

Beim Pferd ist es demnach relativ wahrscheinlich, dass das subkutane Fett den Ernährungszustand besonders gut widerspiegelt. Ob die Menge an mesenterialem Fett in Sonderfällen, z. B. bei alten Pferden, überproportional ist, kann zu diesem Zeitpunkt nicht beantwortet werden. Methoden zur Abschätzung des subkutan gespeicherten Fetts eignen sich bei dieser Spezies jedoch insgesamt gut für die Abschätzung des gesamten Körperfetts.

- **Ultraschallmessungen**

#### Auswahl der Messstelle

Bei den sechs postmortal untersuchten Pferden war die subkutane Fettschicht, abgesehen vom Kamm, am Schweifansatz mit durchschnittlich 28 mm am größten. Nach kranial nahm sie ab, auf halber Länge der Kruppe betrug sie noch 19 mm. Hinter der Schulter betrug sie 16 mm, am Rücken zwischen der 11. und 14. Rippe und 5 cm lateral der Medianen 1 mm.

Die Ergebnisse der Ultraschallmessungen von WESTERVELT et al. (1976) (siehe Tabelle 63) bestätigen den relativ hohen Fettansatz auf der Kruppe. Die Fettdicke am Schweifansatz wird nicht beschrieben.

**Tabelle 63:** Mit Ultraschall gemessene mittlere Fettdicken in mm in verschiedenen Versuchen (WESTERVELT et al., 1976)

Kruppe	Schulter	Rücken
13	8	3
12	8	2
8	4	1
9	2	1
16	8	3
15	7	5

---

Kruppe und Schweifansatz versprechen beim Pferd aufgrund des hohen Fettansatzes an diesen Stellen eine hohe Aussagekraft für die Menge an subkutan gespeichertem Fett. Zwar ist die Dicke der Haut dort mit 5 mm mehr als doppelt so hoch wie hinter der Schulter, wo sie 2 mm beträgt, aber es verläuft kein Hautmuskel in der Fettschicht. Hinter der Schulter war der Hautmuskel bei den sechs postmortal untersuchten Pferden 5 mm dick. Die Fettdicke zwischen Haut und Hautmuskel betrug maximal 3 mm, unter dem Hautmuskel dagegen 10 bis 15 mm. Die Dicke dieser tiefer gelegenen Fettschicht kann mit Ultraschallmessungen wahrscheinlich weniger genau bestimmt werden als die der direkt unter der Haut gelegenen Fettschicht.

Als Messstellen für die Fettdicke wurde von den meisten Autoren für Rinder und Schafe die Stelle zwischen der 12. und 13. Rippe, 5 cm lateral der Medianen angegeben (HAMBLY et al., 1986; FAULKNER et al., 1990; SMITH, 1992b; WALDNER et al., 1992), manchmal auch die Stelle zwischen Tuber coxae und Tuber ischiadicum (SCHÄFFERS, 2000). Schweine wurden vorzugsweise über der letzten Rippe (LO et al., 1992), manchmal auch zusätzlich 15 cm kaudal davon (FORTIN & ELLIOT, 1985), untersucht.

Wie sich aber bei eigenen postmortalen Untersuchungen und Palpation an lebenden Pferden herausstellte, ist die Fettschicht beim Warmblutpferd zwischen Widerrist und Tuber sacrale 5 cm lateral der Medianen sehr dünn. Mit zunehmender Body Condition ist bei einigen Pferden ein deutliches Fettpolster auf Höhe der 14. bis 18. Rippe zu beobachten, welches aber 25 cm lateral der Medianen liegt. Nur bei dicken Pferden dehnt es sich nach kranial und in Richtung Wirbelsäule aus (siehe „Campina“, „Ma Cherie“). Anders als an Schweifansatz und Kruppe neigen aber anscheinend nicht alle Warmblutpferde zu ausgeprägten Fettdepots an dieser Stelle.

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen erhielten WESTERVELT et al. (1976) für die Messungen auf der Kruppe weitaus bessere Korrelationen zum Gesamtfettgehalt als für die Messungen hinter der Schulter und am Rücken zwischen der 12. und 13. Rippe (siehe Tabelle 17). An acht Ponys verglichen sie die Ultraschallmessungen auf der Kruppe mit direkten Fettmessungen an den Schlachtkörpern. Die Korrelation der beiden Messungen wurde mit  $r = 0,85$  angegeben. Für die Fettschicht hinter der Schulter und am Rücken liegen keine am Schlachtkörper direkt gemessenen Daten vor.

MARTIN-ROSSET (1990) und MIRAGLIA et al. (1998) schlugen für die Bewertung der Body Condition die Stelle zwischen der 10. und 14. Rippe im dorsalen Viertel des Rückens

vor. Die Fettschicht der in dieser Arbeit untersuchten Pferde war in diesem Bereich nur wenige mm dick, weiter nach kaudal und lateral wurde sie dicker (siehe Tabellen 40 bis 42).

### Genauigkeit

In dieser Arbeit war die Wiederholbarkeit der Messungen an den vier nicht ausgeschorenen Pferden sehr niedrig (siehe Tabellen 26 und 27). Der Vergleich der Messungen an einem Pferd vor und nach dem Ausschoren zeigte, dass das Ergebnis an der nicht ausgeschorenen Stelle stark nach unten abwich (siehe Tabelle 28), obwohl vorher Ultraschallgel einmassiert worden war. Die Erklärung dafür ist wohl in der hohen Schallwellenreflexion des Haarkleids zu suchen.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erreichen, sollten die Messstellen beim Pferd also für Ultraschallmessungen der subkutanen Fettdicke ausgeschoren werden. Dies akzeptieren die meisten Pferdebesitzer aber nur ungern. Hinter der Schulter wäre das Ausschoren noch problematischer als auf der Kruppe, weil dort die Gefahr einer Hautreizung durch den Sattel bestehen würde.

Weder WESTERVELT et al. (1976) noch HENNEKE et al. (1983) noch MIRAGLIA et al. (1998) machen Angaben darüber, ob die Pferde vor den Ultraschalluntersuchungen an den Messstellen ausgeschoren wurden. Für andere Tierarten liegen in der Literatur unterschiedliche Angaben vor.

Aber sogar zwischen den Ultraschallmessungen an ausrasierten Messstellen und den tatsächlichen Fettdicken ergaben sich große Diskrepanzen (siehe Tabelle 30). Die Ultraschallwerte wichen bei dem postmortal untersuchten Pferd um durchschnittlich 29% nach unten ab, wobei die durchschnittliche tatsächliche Fettdicke 22 mm betrug. Diese große Dicke ist wahrscheinlich der Grund für die geringe Genauigkeit der Messung. Dies wird durch vorausgegangenen Studien über Ultraschallmessungen beim Rind bestätigt. Wie im Schrifttum dargelegt, sank die Genauigkeit der Messungen, wenn die Dicke der Fettschicht 10 mm überstieg

Nachdem die durchschnittliche Fettdicke aller sechs postmortal untersuchten Pferde am Schweifansatz 28 mm und in der Mitte der Kruppe 19 mm betrug, ist die Genauigkeit von Ultraschallmessungen der Fettdicke am Warmblutpferd möglicherweise generell nicht besonders hoch. Die Ultraschallmessungen auf der Kruppe von WESTERVELT et al. (1976) korrelierten gut ( $r = 0,85$ ) mit den Schlachtkörpermessungen, allerdings wurde der Versuch an 15 Ponys mit durchschnittlich 107 bzw. 151 kg KG und wahrscheinlich relativ geringer Hautdi-

cke durchgeführt. Die durchschnittliche Fettschicht der Ponys war ebenfalls relativ gering (15 bzw. 5 mm), und auch hier wichen die durchschnittlichen Ultraschallwerte der dickeren Ponys von den durchschnittlichen Schlachtkörpermessungen um 2 mm nach unten ab.

SCHÄFERS (2000) berichtete in seiner Arbeit über Rinder von einer insgesamt guten Wiederholbarkeit der Messungen ( $r = 0,93$ ), im Einzelfall ergaben sich aber beträchtliche Abweichungen (27 mm). Als Erklärung dafür verwies er auf Grenzflächen im subkutanen Fettgewebe.

Als weitere Faktoren für unterschiedliche Präzision von Ultraschallmessungen wurden in der Literatur Erfahrung der untersuchenden Person, Gerät und Tierart angegeben. Tierartspezifisch ist z. B. die Dicke der Haut, die bei den in dieser Arbeit postmortal untersuchten Pferden an der Messtelle 4 mm betrug, während RAMSEY et al. (1991) bei Schafen von durchschnittlich 2 mm berichteten.

- **Nadelbiopsie, Nadelmessung, Tonometrie**

Nadelbiopsie und Messung der Gewebedicke mit einer Nadel sind invasive Methoden und würden deshalb wahrscheinlich von den meisten Pferdebesitzern nicht akzeptiert.

Für die Abschätzung der Gewebedicke über den Rippen mittels Tonometrie wurde die Linie Buggelenk – Sitzbeinhöcker ausgewählt, weil der Muskelansatz dort relativ gering ist. Wegen der schlechten Wiederholbarkeit (0,74 / 0,79 / 0,76 / 0,67) wurde dieses Verfahren nicht in das Body Condition Scoring-System übernommen. Der Grund dafür ist in der Dicke der Hautmuskulatur zu suchen, die bei den postmortal untersuchten Pferden im Bereich der Thoraxwand 1,5 cm betrug, während die darunter liegende subkutane Fettschicht maximal 0,5 cm dick war. Einige Pferde spannten den Hautmuskel bei der Messung stärker an als andere, was auch bei dickeren Fettschichten zu höherem Tonus und damit zu kleineren Messwerten für die Gewebedicke führte.

Außerdem wurden die Messergebnisse durch die Länge und die Dichte des Haarkleides beeinflusst. Im Winter war ein Teil der Pferde geschoren, andere waren nicht geschoren, aber eingedeckt und hatten daher ein relativ dünnes Winterfell, wieder andere wurden in einem Ofenstall gehalten und hatten ein dickes, langes Fell. Diesen individuellen Unterschieden Rechnung zu tragen, würde subjektive Aspekte mit sich bringen. Somit hat diese Messung kaum mehr einen Vorteil gegenüber der subjektiven Abschätzung durch Palpation.

---

Dazu kam, dass die Messung einigen Pferden unangenehm war und durch Abwehrbewegungen erschwert wurde. Es erwies sich daher als einfacher und genauer, die Festigkeit des Gewebes durch Palpation beurteilen. Dies akzeptierten die Pferde besser, und dementsprechend entspannten sie den Hautmuskel.

- **Hautfaltenmessung (Calipermetrie)**

Der Versuch, die Faltendicken bestimmten Bewertungen für die Schulter- bzw. Thoraxwandregion zuzuordnen, scheiterte an der schlechten Korrelation der beiden Größen. Die Doppelmessungen an den verschiedenen Körperstellen ergaben mäßige Wiederholbarkeiten (0,66 / 0,71 / 0,72 / 0,72). Grund dafür ist hauptsächlich die große Dicke der Hautmuskulatur (1 bis 1,5 cm) an Schulterregion und Thoraxwand. Die Dicke der Falten steigt mit der Anspannung des Muskels und hängt stark von der genauen Stelle ab, an der die Falte genommen wird. Eine präzise Beschreibung der genauen Stelle ist besonders hinter der Schulter schwierig, weil dort normalerweise keine Rippen palpierbar sind. Alle anderen Körperstellen eignen sich aufgrund der dicken, straffen Haut oder der geringen subkutanen Fettdicke nicht für die Bestimmung der Hautfaltendicke. Die Messung wurde daher nicht in das Body Condition Scoring-System übernommen. Auch SCHÄFERS (2000) verwarf die Messung der subkutanen Fettschicht in der Kniefalte aufgrund der geringen Reproduzierbarkeit.

### **1.1.2.3 Body Condition Scoring im Vergleich zu anderen Methoden zur Abschätzung des Fettgehalts**

Mit den genannten Verfahren zur quantitativen Bestimmung der subkutanen Fettschicht wird das Fett an definierten Stellen, meistens nur an einer Stelle, gemessen. Die Verteilung des subkutanen Fetts ist aber individuell sehr unterschiedlich. Zum einen sind die Fettdepots nicht bei allen Pferden zu gleichen Teilen auf die verschiedenen Körperregionen verteilt, zum anderen sind die Stellen mit der maximalen Fettdicke innerhalb gleicher Körperregionen verschieden. Dazu kommt, dass manche Pferde das Fett gerade in der Schulter- und Rückenregion relativ gleichmäßig auf eine größere Fläche verteilt haben, während andere ein dickeres Fettpolster auf kleinerer Fläche haben (siehe „Tango“, „Ti Amo“). Durch Adspektion und Palpation des ganzen Pferdes kann diesen individuellen Unterschieden besser Rechnung getragen werden als durch die Messung der Fettschicht an wenigen Stellen.

Über der Linea alba direkt kranial des Nabels wäre eine Ultraschallmessung der Fettdicke sinnvoll, weil durch Palpation an dieser Stelle aufgrund der hohen Bauchdeckenspannung keine große Aussage gemacht werden kann. Aufgrund der geringen Hautdicke an dieser Stelle und der direkt unter der Fettschicht liegenden Linea alba, die für die Reflexion der Schallwellen günstig ist, könnte die Messung an dieser Stelle genaue Ergebnisse bringen. In der vorliegenden Arbeit war das Bild an dieser Stelle nicht auswertbar. Da die mittlere Fettdicke an dieser Stelle bei den postmortal untersuchten Pferden nur 9 mm betrug und nach kranial, lateral und kaudal schnell abnahm, wurde von einer weiteren Untersuchung abgesehen.

Ein Vergleich der in den Tabellen 17 bis 23 angegebenen Korrelationen zwischen den verschiedenen Methoden zur Abschätzung des Körperfetts und dem mit Referenzmethoden bestimmten Fettgehalt deutet darauf hin, dass Body Condition Scoring, von erfahrenen Leuten durchgeführt, präzise ist, obwohl es ein subjektives semiquantitatives Verfahren ist. Wie sich bei der Überprüfung der Reproduzierbarkeit herausstellte, kann das neue System auch von unerfahrenen Leuten präzise angewandt werden.

Die Ultraschalltechnik bietet den Vorteil, dass sie auch für die Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes im M. longissimus bei lebenden Schweinen (VILLÉ et al., 1997) und Rindern (WHITTAKER et al., 1992) verwendet werden kann. Da dieser beim Pferd sehr gering ist und nicht, wie bei Rind und Schwein, die Fleischqualität ermittelt werden muss, ist kann das Körperfett durch Body Condition Scoring ohne technischen und finanziellen Aufwand hinreichend genau abgeschätzt werden.

---

## 1.2 Entwicklung eines Body Condition Scoring-Systems für Warmblutpferde

### 1.2.1 Kritik der bestehenden Systeme

Die Bewertung von Warmblutpferden nach dem System von HENNEKE et al. (1983) erwies sich als schwierig, weil die Beschreibungen verschiedener Körperstellen innerhalb der gleichen Bewertungsstufe für viele Warmblutpferde nicht zusammenpassten. Nach Trennung und einzelner Bewertung der verschiedenen Körperregionen ergab sich zwischen minimaler und maximaler Punktzahl innerhalb der Bewertung eines Pferdes eine durchschnittliche Differenz von 3,6.

Die Hauptursache für diese großen Differenzen innerhalb der einzelnen Pferde war bei der Beschreibung der Region „Hüfte“ zu finden. Vorstehende Hüft- und Sitzbeinhöcker werden nach diesem System mit 2 benotet. Die Hüfthöcker werden für die Punktzahl 3 mit „abgerundet, aber leicht erkennbar“ beschrieben und für 4 mit „nicht klar erkennbar“.

Übereinstimmend beschrieben CARROL & HUNTINGTON (1988) in ihrem 0-5-System die Region um die Hüfthöcker bereits bei der Bewertung 2 als „flach“ und bei 3 als „von Fett bedeckt und abgerundet“. WRIGHT et al. (1998) schrieben bei 1 „Hüfthöcker fühlbar“, bei 2 „Hüfthöcker mit Fett bedeckt“ und bei 3 „Hüfthöcker nicht fühlbar“.

Bei Quarterhorses, für die das System von HENNEKE et al. (1983) entworfen wurde, ist die Bemuskulung der Hinterhand im Vergleich zu Warmblutpferden sehr ausgeprägt. Bei Warmblutpferden sind die Hüfthöcker häufig adspektorisch noch klar erkennbar, wenn sich an anderen Stellen schon beträchtliche subkutane Fettdepots befinden. Fühlbar sind sie auch noch bei verfetteten Pferden. Umgekehrt sind nach dem System von HENNEKE et al. (1983) aber bei einer Punktzahl von 4 die Konturen von Rückgrat und Rippen noch erkennbar.

Dementsprechend lag der Mittelwert für die Hüftregion bei den bewerteten Warmblutpferden bei 3,5, während der Mittelwert für die Region „Rippen“ bei 6,5 lag.

Die Beschreibung der Hüftregion wurde deshalb bei dem vorgeschlagenen System auf Warmblutpferde angepasst.

Auch die Beschreibung des Rückens war nicht auf Warmblutpferde anwendbar. Bei der Punktzahl 5 wird er als „eben“ beschrieben, bei 6 ist eine „leichte Rinne entlang des Rückens möglich“, bei 7 ist eine „Rinne möglich“, bei 8 und 9 ist eine „Rinne“ bzw. eine „deutliche Rinne am Rücken“ vorhanden. Pferde mit Scores von 5 haben nach dem System von HEN-

---

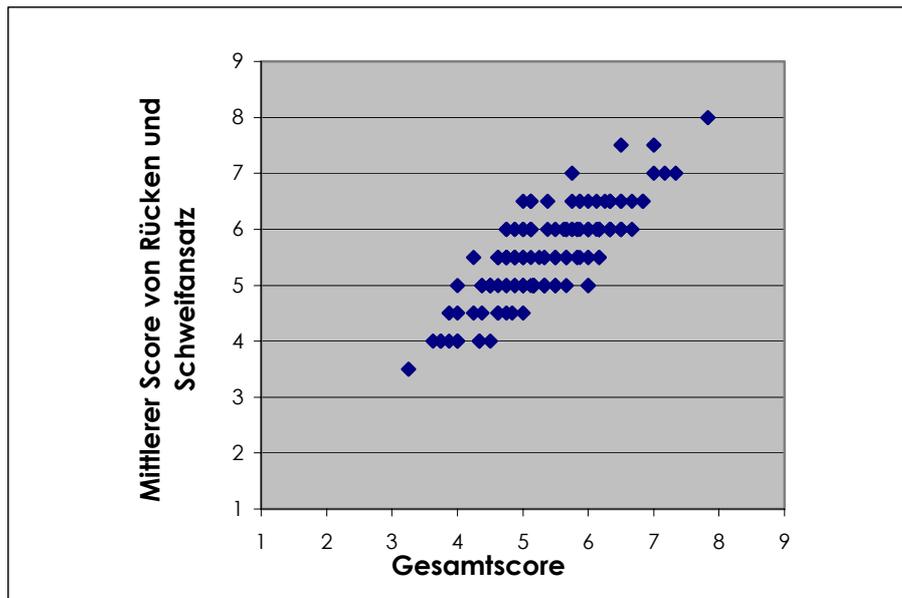
NEKE et al. (1983) also keine gespaltene Kruppe, bei Pferden mit Scores von 6 und 7 kann sie auftreten und dicke Pferde mit Scores von 8 und 9 haben in jedem Fall eine gespaltene Kruppe. Auch dies wurde von CARROL & HUNTINGTON (1988) und WRIGHT et al. (1998) bestätigt.

Da im Verlauf dieser Arbeit sowohl Warmblutpferde mit gespaltener Kruppe und Gesamtscores unter 6 als auch Warmblutpferde ohne gespaltene Kruppe, aber mit Gesamtscores über 7 beobachtet wurden, kann auch dieser Punkt nicht auf Warmblutpferde übertragen werden.

Schwierig nachzuvollziehen war beim Warmblutpferd außerdem die Beschreibung der Innenseite der Oberschenkel, die nach dem System von HENNEKE et al. (1983) erst bei einer Punktzahl von 9 aneinander reiben. Dies wird durch Fettansatz an dieser Stelle erklärt. Wie sich aber bei den eigenen postmortalen Untersuchungen herausstellte, befindet sich beim Warmblutpferd an dieser Stelle fast kein subkutanes Fett.

Die anderen oben erwähnten Autoren beschrieben diese Stelle nicht. MARTIN-ROSSET (1990) beschränkte sich bei seinem System auf die Beschreibung zweier Körperstellen, nämlich des Rückens zwischen der 10. und 14. Rippe und des Schweifansatzes. Die eigenen postmortalen Untersuchungen zeigten aber, dass die Fettdicke am Rücken zwischen der 10. und 14. Rippe nur wenige mm betrug. Diese Stelle befindet sich in der Sattellage. Bei Reitpferden kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass infolge von Druckatrophie durch den Sattel die Fettschicht gerade an dieser Stelle besonders dünn ist.

In Abbildung 17 ist der Zusammenhang zwischen dem Gesamtscore aus allen Körperregionen und dem Durchschnittsscore aus der Bewertung von Rücken und Schweifansatz dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass sich bei der alleinigen Bewertung dieser beiden Körperstellen bei einigen Pferden deutliche Diskrepanzen zur Bewertung der gesamten subkutanen Fettdepots ergeben.



**Abbildung 17:** Korrelation zwischen der Bewertung aller Körperregionen und ausschließlicher Bewertung von Rücken und Schweifansatz  
 $n = 181$   
 $r = 0,77$   
 $r^2 = 0,60$   
 Standardfehler 0,47

### 1.2.2 Bewertung der Body Condition

Im Verlauf dieser Arbeit wurden verschiedene Pferde mit ansteigender Body Condition beobachtet. Wie sich dabei herausstellte, nutzen dünne Pferde verfügbare Energie vorwiegend für den Aufbau von Muskulatur. Besonders an der bis auf BCS 1 abgemagerten Stute „Episode“ wurde deutlich, dass sich die Muskulatur beim Pferd auch ohne Training wie Reiten oder Longieren bis zu einem gewissen Grad aufbaut, wenn dem Körper dafür genügend Energie zur Verfügung steht. Ist dieser Grad erreicht, bilden sich parallel zum weiteren Muskelaufbau die ersten von außen feststellbaren subkutanen Fettdepots. Erst an diesem Punkt steht dem Pferd genügend Energie für einen trainingsbedingten Mehraufbau der Muskulatur zur Verfügung. Dies zeigte sich besonders deutlich bei den Pferden „Calimero“, „Arizabella“ und „Raccoon“. Umgekehrt wurde an dem Wallach „Romio“ der Muskelabbau im Hungerzustand offensichtlich.

Die Punktzahl 4 beschreibt eine Body Condition, bei der die Muskulatur bei minimalen subkutanen Fettdepots zum großen Teil aufgebaut ist. Weitere verfügbare Energie wird sowohl

für weiteren Muskelaufbau als auch für subkutane Fettdepots verwendet, bis ein BCS von 5 erreicht ist. Ein Anstieg auf die Punktzahl 6 bringt noch eine weitere Steigerung der Bemuskelung mit sich, die Vermehrung des Fettgewebes überwiegt allerdings. An diesem Punkt ist die Muskulatur dem Pferdetyp und dem Training entsprechend voll aufgebaut, Steigerungen des BCS auf 7 oder mehr bringen keinen offensichtlichen Muskelaufbau mehr mit sich.

Die Beurteilung der Body Condition erfolgt in erster Linie nach den subkutanen Fettdepots; nur bei dünnen Pferden wird die Muskulatur berücksichtigt.

Weil das Speicherfett oft ungleichmäßig auf die verschiedenen Körperregionen verteilt ist und beträchtliche individuelle Unterschiede bestehen (siehe „Tango“, „Ti Amo“), wurden sechs Körperregionen einzeln beschrieben. Der Gesamtscore wurde als Mittelwert aus den Punktzahlen für die einzelnen Regionen berechnet.

### **1.2.3 Beschreibung der einzelnen Körperregionen**

#### **1.2.3.1 Bewertung des Halses**

Wie aus Anatomierecherche und postmortalen Untersuchungen hervorging, kann am Hals sehr genau zwischen Muskulatur und Fettgewebe unterschieden werden. Dorsal des Nackenstranges befindet sich ausschließlich Kammfett, lateral und ventral hingegen Muskulatur, die nur von einer sehr dünnen subkutanen Fettschicht bedeckt wird.

Bei Hengsten ist die Halsmuskulatur meistens weitaus stärker ausgeprägt als bei Stuten und Wallachen. Kräftige Halsmuskulatur bewirkt eine Vergrößerung der laterolateralen Dimension des Halses. Deshalb haben Hengste meist einen relativ „breiten“ Hals mit konvexer Lateralfläche.

Die dorsoventrale Dimension oder die „Höhe“ des Halses kann durch die Bemuskelung nicht maßgeblich beeinflusst werden, denn der Verlauf des Nackenstranges als dorsale Begrenzung für die Halsmuskulatur ist festgelegt. Sie hängt von der Höhe des Fettkamms und damit von der Body Condition des Pferdes ab.

Wenn der Nackenstrang von einigen cm Kammfett bedeckt ist, ist sein Verlauf als Grenze zwischen Muskulatur und Kammfett bei erhobenem Kopf kaum erkennbar, denn in dieser Haltung zeichnet sich keine deutliche Stufe zwischen Muskulatur und Fettgewebe ab. Auch

palpatorisch kann keine sichere Unterscheidung erreicht werden. Aus diesem Grund, und weil die Kammfetthöhe bei leichten Unterschieden in der Kopfhaltung stark variierte, war die Reproduzierbarkeit der Messung des Kammfettes bei erhobenem Kopf gering ( $r = 0,78$ ).

Bei gesenkter Kopfhaltung hingegen entsteht eine deutliche Stufe zwischen Nackenstrang und Muskulatur (ventral) und schmalerem Kammfett (dorsal). Auf diese Weise kann die Muskulatur adspektorisch und palpatorisch leicht vom Kammfett getrennt und dessen Höhe mit wenig technischem und zeitlichem Aufwand und guter Reproduzierbarkeit ( $r = 0,99$ ) gemessen werden.

Pferde mit Body Condition Scores von höchstens 4 für die Halsregion haben wenig Kammfett, der Nackenstrang ist daher gut fühlbar. Aus den Abbildungen in der angegebenen anatomischen Literatur geht hervor, dass die dorsale Kontur des Nackenstranges, von lateral betrachtet, konkav ist. Bei geringem Ansatz von Kammfett ist deshalb auch die Oberlinie des Halses konkav, es besteht eine als „Axthieb“ bezeichnete Einziehung vor dem Widerrist. Diese verschwindet, wenn sich eine entsprechend dicke Fettschicht zwischen Nackenstrang und Haut befindet. Mit steigender Höhe des Fettkamms wird die Halsoberlinie immer stärker konvex, da der Kamm seine maximale Höhe etwa in der Mitte des Halses erreicht.

Die Tendenz zu großen Kammfettdepots ist je nach Verwendungszweck der Pferde aus optischen Gründen durchaus erwünscht und bei bestimmten Zuchtlinien oder Rassen viel ausgeprägter als bei anderen, z. B. haben Friesenpferde bei gleicher Body Condition deutlich mehr Kammfett als Vollblutpferde. Innerhalb gleicher Rassen neigen Hengste meistens, aber nicht grundsätzlich, stärker zu ausgeprägtem Fettansatz am Kamm als Wallache und Stuten. Als Beispiel für ausgeprägtes Kammfett bei einem Wallach wäre „Roodepoort“ zu nennen, dessen Kammfetthöhe erst nach der Kastration mit der gesamten Body Condition zunahm.

Ein hoher Kamm resultiert also auch bei Hengsten aus einer entsprechenden Verteilung des subkutanen Fetts und muss daher, ebenso wie das subkutane Fett an anderen Körperstellen, bei der Bewertung der Body Condition berücksichtigt werden.

### **1.2.3.2 Bewertung der Schulterregion**

Auf Höhe der 7. und 8. Rippe und auf halber Höhe des Brustkorbs befindet sich bei Pferden mit einem Score von 5 oder mehr ein gut palpierbares Fettpolster unter dem Hautmuskel, der

an dieser Stelle etwa 1 cm dick ist. Bei Pferden mit einem BCS von mindestens 6 erreicht es eine Dicke von mindestens einem Zentimeter. Die Dicke und die Ausdehnung ist anhand der Konsistenz des Gewebes durch Palpation leicht abzuschätzen.

Mit steigender Body Condition nimmt das Fettdepot an Dicke und Fläche zu.

### **1.2.3.3 Bewertung von Widerrist, Rücken und der Kruppe**

#### **Widerrist**

Das Kammfett läuft in die Widerristregion aus, hier zieht die Fettschicht nach lateral. Daher ist auch bei Pferden mit höherem Widerrist dieser bei einem BCS von mindestens 6 seitlich abgerundet. Die Widerristkappen sind von dorsal auch bei dicken Pferden zu fühlen.

#### **Rücken**

Am Rücken wird besonders deutlich, wie stark der Aufbau von Muskulatur mit dem Ernährungszustand zusammenhängt. Die Rückenmuskulatur (M. longissimus lumborum et thoracis) erreicht ihre maximale Ausprägung erst bei einer Body Condition von 5,5 bis 6, wie sich bei den Pferden „Calimero“, „Arizabella“, „Racoon“ und „Roodepoort“ herausstellte. Ein zusätzlicher Muskelaufbau kann dann durch Training erreicht werden.

Beim Body Condition Scoring am Rücken sollte besonders die Region kaudal der Sattellage und lateral des M. longissimus thoracis, also auf Höhe der 14. bis 18. Rippe und 20 bis 30 cm lateral der Medianen, palpiert werden. Bei Pferden mit Scores für die Rückenregion von höchstens 6 sind an dieser Stelle mit mehr oder weniger Druck die Rippen zu fühlen. Pferde mit Rücken-Scores von 7 bis 8 (siehe „Tango“, „Ti Amo“) haben an dieser Stelle ein lokal begrenztes dickes Fettpolster, und bei Pferden mit Scores von 9 zieht das Fettpolster vom Widerrist bis zur Hüfte über den ganzen Rücken (siehe „Campina“, „Ma Cherie“).

#### **Kruppe**

Aus den postmortalen Untersuchungen ergab sich, dass die Fettschicht auf der Kruppe bei den untersuchten Pferden ihre größte Dicke 5 bis 10 cm lateral der Medianen erreichte. Weiter nach medial oder lateral wurde sie schnell sehr dünn. Die Dicke nahm von kaudal nach kranial ab, so dass sie auf Höhe des Tuber sacrale auch bei Pferden mit deutlich gespaltener Krup-

pe 8 cm lateral der Medianen nur wenige mm betrug und weiter nach lateral kaum noch zu sehen war.

Eine gespaltene Kruppe ist die Folge von guter Ausprägung der Kruppenmuskulatur, besonders des *M. gluteus medius*. Ihre Ausbildung hängt von der Rasse oder Zuchtlinie sowie in gewissen Grenzen vom Training ab. Dementsprechend wurden einerseits Pferde mit Body Condition Scores von 5 beobachtet, die eine deutlich gespaltene Kruppe hatten, und andererseits Pferde mit Body Condition Scores von 8 und darüber, bei denen dies nicht der Fall war.

Eine gespaltene Kruppe ist demnach kein Zeichen von Fettansatz, sondern von gut ausgebildeter Muskulatur.

#### **1.2.3.4 Bewertung der Brustwand**

Für die Bewertung der Brustwand werden die Dicke und die Konsistenz des Gewebes über der 9. bis 18. Rippe beurteilt.

#### **1.2.3.5 Bewertung der Hüfte**

Bei der postmortalen Untersuchung eines Pferdes stellte sich heraus, dass sich dorsal und ventral des *Tuber coxae* nur eine dünne subkutane Fettschicht befand (3 bzw. 4 mm), kranial und kaudal davon hingegen eine Fettschicht von 1,5 bzw. 1,0 cm. Daraus kann gefolgert werden, dass die Eindeckung der dorsalen und ventralen Kante bei Pferden mit Body Condition Scores von 5 bis 7 in erster Linie auf Muskulatur hindeutet, die Eindeckung der kranialen und kaudalen Kante hingegen auf Fettgewebe.

Dementsprechend stehen die Hüfthöcker bei Warmblutpferden mit einer Body Condition von 5 bis 6 nach dorsal je nach Bemuskelung leicht vor, nach ventral sind sie von Muskulatur eingeschlossen. Die kraniale Kante zeichnet sich bei der Note 4 scharf unter der Haut ab bei 5 steht sie noch leicht vor, ist aber abgerundet. Bei einem BCS von 6 ist sie in Fettgewebe eingebettet.

Bei Scores von 8 und 9 ist auch die dorsale Kante von subkutanem Fett bedeckt und steht selbst bei Pferden mit weniger ausgeprägter Muskulatur nicht mehr vor. Von lateral bleibt der Hüfthöcker aber fühlbar.

Bei Rassen wie z.B. Quarterhorses ist die Bemuskelung der Hinterhand weitaus stärker ausgeprägt als bei Vollblütern oder Warmblütern. Deshalb sind die Hüfthöcker bei Quarterhorses schon bei einem BCS von 5 ganz von Muskulatur eingedeckt; beim Vollblüter sind sie erst ab einem BCS von 6 oder 7 ganz eingedeckt, wenn der Fettansatz an dieser Stelle so stark ist, dass die Hüfthöcker in subkutanes Fettgewebe eingebettet sind. Bei Pferden mit einem BCS von mindestens 5 sind die Sitzbeinhöcker in Muskulatur eingebettet. Erst ab einem BCS von 6 findet man geringen Fettansatz zwischen Sitzbeinhöcker und Schweifansatz.

Ob die Innenseiten der Oberschenkel aneinander reiben, ist von der Bemuskelung abhängig, denn hier war bei den postmortalen Untersuchungen fast kein subkutanes Fettgewebe zu finden. Direkt unter der Haut, die an dieser Stelle sehr dünn ist (1 mm), konnte auch bei dicken Pferden die feste Muskulatur gefühlt werden.

#### **1.2.3.6 Bewertung des Schweifansatzes**

Am Schweifansatz ist der Fettansatz durch Adspektion und Palpation gut einzuordnen.

#### **1.2.3.7 Bewertung des Bauches**

Kranial des Nabels befand sich bei den postmortal untersuchten Pferden über der Linea alba eine mehr oder weniger dicke subkutane Fettschicht (0,5 bis 1,8 cm).

Aufgrund der hohen Bauchdeckenspannung ist die Fettschicht an dieser Stelle adspektorisch und palpatorisch sehr schwer zu bewerten. Deshalb wurde diese Stelle im vorgeschlagenen System nicht berücksichtigt. Nachdem die Fettschicht bei den untersuchten Pferden nach lateral, kranial und kaudal schnell bis auf wenige mm zurückging, fällt der subkutane Fettansatz in der Nabelregion bei Pferden mit Body Condition Scores bis 7 wohl nicht ins Gewicht. Dickere Pferde standen für postmortale Untersuchungen nicht zur Verfügung.

### 1.2.4 Bewertung des Systems

Die Mittelwerte der einzelnen Körperregionen der 95 nach dem neu entworfenen System bewerteten Pferde lagen nah beieinander. Der Mittelwert von „Hals“ war mit 6,2 relativ hoch, was wohl damit zusammenhängt, dass viele Hengste bewertet wurden. Für „Schultern“ ergab sich ein Mittelwert von 6,1, für „Hüften“ und für „Rippen“ 5,8, für „Rücken“ 5,7 und für „Schweifansatz“ 5,6.

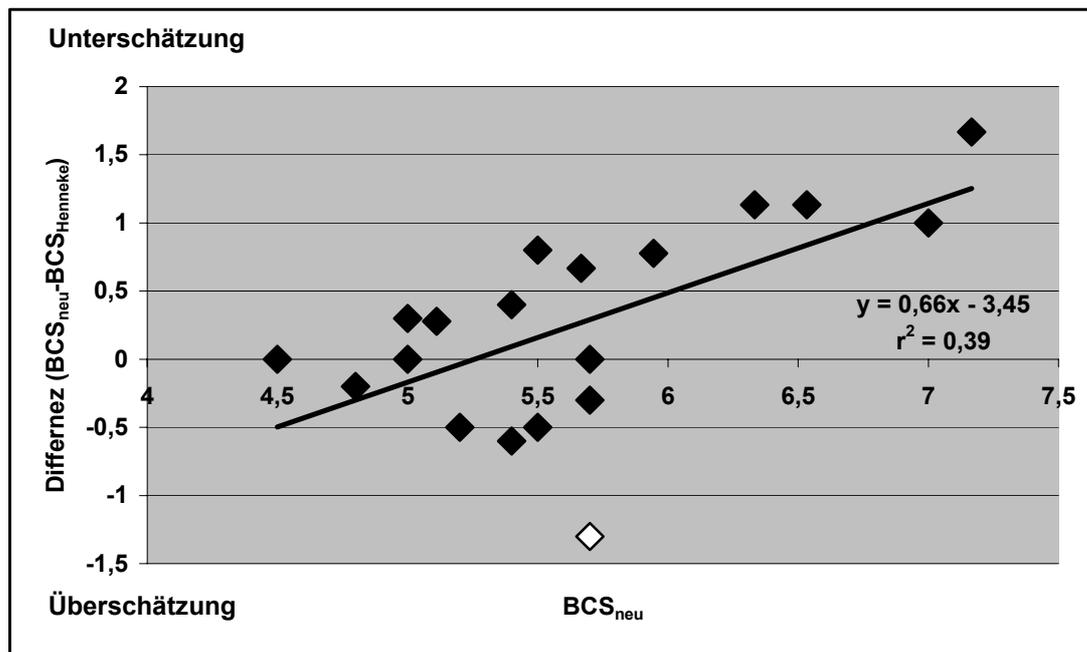
Bei der Prüfung der Reproduzierbarkeit ergaben sich in Versuch I systematische Abweichungen, da die Bewertungen einer Person für alle Pferde um eine Punktstufe niedriger und die einer anderen Person um eine Punktstufe höher lagen als die eigenen Bewertungen.

Das Übergewicht von Pferd 4 in Versuch I wurde mit dem neuen System besser erkannt als mit dem System von HENNEKE et al. (1983). Auch an den Pferden 3, 4, 5, 6 und 7 in Versuch II stellte sich heraus, dass höherer Body Condition mit dem neuen System besser Rechnung getragen werden kann. In dem Diagramm in Abbildung 18 sind die mittleren Bewertungen der 19 Pferde durch die Testpersonen nach dem neuen System gegen die Differenz aus den mittleren Bewertungen nach dem neuen und nach dem System von HENNEKE et al. (1983) aufgetragen. Es wird ersichtlich, dass die Abweichungen mit der Body Condition steigen.

Umgekehrt konnten die Testpersonen ein Pferd mit „Heubauch“, aber normaler Body Condition in Versuch I nach dem neuen System besser einstufen.

Ein Vergleich der Differenzen zwischen den Ergebnissen des alten und des neuen Systems (Abbildung 18) zeigt, dass nach HENNEKE et al. (1983) Pferde, die nach dem neuen System höhere Body Condition Scores aufweisen, im Ernährungszustand systematisch unterschätzt werden. Alle vier Tiere, die nach dem neuen System einen BCS von mindestens 6 aufwiesen, wurden nach HENNEKE et al. (1983) um wenigstens einen BCS-Punkt niedriger eingestuft.

Durch den Versuch, Fettdepots möglichst genau und unabhängig von der Muskulatur zu beschreiben, scheint das neue System Pferdebesitzern die Einschätzung der Body Condition zu erleichtern.



**Abbildung 18:** Abweichungen der Bewertungen nach den verschiedenen Systemen in Abhängigkeit vom BCS an 19 Pferden; offenes Symbol := Pferd mit Heubauch

### 1.2.5 Vorschlag für idealen BCS

KEALY et al. (2002) schlugen für eine längere Lebensdauer für Hunde einen idealen BCS von unter 5 vor. GARLINGHOUSE & BURRILL (1996) und GARLINGHOUSE et al. (1998) legten aber eine geringere Belastungsfähigkeit von Pferden mit Scores unter 5 dar. Da körperliche Belastungsfähigkeit bei Pferden ein sehr wichtiges Kriterium ist, sollten keine Scores unter 5 angestrebt werden.

Bei einem BCS von 5 ist die Muskulatur gut ausgeprägt, während sich die zusätzliche Gewichtsbelastung durch subkutane Fettreserven noch in Grenzen hält. Diese Body Condition ist ideal für Pferde, von denen hohe körperliche Leistungen verlangt werden, z. B. für Springpferde oder Vielseitigkeitspferde. GARLINGHOUSE & BURRILL (1996) und GARLINGHOUSE et al. (1998) stellten fest, dass für Ausdauerrennen Body Condition Scores von 5 bis 5,5 ideal waren, wobei aber keine Pferde mit höherem BCS an den Rennen teilgenommen hatten.

---

Dressurpferde brauchen sehr viel Kraft in Hinterhand und Rücken, müssen aber keine extremen Ausdauerleistungen vollbringen. Um maximalen Muskelansatz zu ermöglichen, wird für sie ein BCS von bis zu 6 vorgeschlagen. Auf diese Weise erscheinen die Pferde „rund“ und haben meistens schon einen beträchtlichen Fettkamm; dies ist für Dressurpferde aus ästhetischen Gründen erwünscht.

Für Zuchtstuten wird wegen der im Schrifttum erwähnten Verbesserung der Fruchtbarkeit ein BCS von 6 vorgeschlagen.

Body Condition Scores von 7 und mehr sollten im Hinblick auf die Gesundheit vermieden werden. In der Arbeit von EILMANS (1991) stellte sich zufallsbedingt heraus, dass die Glukosetoleranz der Ponys mit steigendem Übergewicht sank. Ein Zusammenhang zwischen Übergewicht und Typ II-Diabetes ist beim Pferd also nicht auszuschließen. Außerdem sollte man eine unnötig hohe Gewichtsbelastung von Sehnen, Bänder und Gelenke durch Übergewicht vermeiden.

### **1.2.6 Grenzen des Systems**

Im Alter können Pferde Senkrücken bekommen; in diesem Fall ragt der Widerrist weiter über das Niveau der Dornfortsätze der kaudalen Brustwirbel heraus. Auch die Bemuskulung kann abnehmen. In diesen Fällen kann das System, zumindest für die Rückenregion, nicht vorbehaltlos angewandt werden. Wie sich an den Pferden „Bajazzo“ und „Pipo“ zeigte, muss nicht bei jedem Pferd im Alter eine Konformationsänderung stattfinden. Umgekehrt kann dies aber auch bei jüngeren, nicht trainierten Pferden im Einzelfall nicht ausgeschlossen werden. Ältere Pferde generell mit anderen Maßstäben zu bewerten, würde daher keinen Vorteil mit sich bringen. Da sich die Bewertung der Body Condition nach den feststellbaren subkutanen Fettdepots richtet, können auch Pferde mit unterschiedlichem Körperbau hinreichend genau beurteilt werden.

---

## 2. Abschätzung des Gewichts

### 2.1 Auswahl der Messungen

- **Widerristhöhe**

Bandmaß und Stockmaß sind unterschiedliche Messtechniken für dieselbe Größe, nämlich die Widerristhöhe. Die Wiederholbarkeiten von beiden Messungen waren sehr gut ( $r = 0,99$ ), die Korrelation untereinander war ebenfalls sehr hoch ( $r = 0,96$ ). Das Bandmaß korrelierte etwas besser ( $r = 0,77$ ) mit dem Gewicht als das Stockmaß ( $r = 0,76$ ). Die Messungen hatten sich damit als gleichwertig erwiesen. Weil das Maßband von sensiblen Pferden besser toleriert wurde als der Messstab und außerdem weitaus billiger und für die meisten Pferdebesitzer leichter greifbar ist als ein Messgerätgerät zur Bestimmung des Stockmaßes, wurde im weiteren Verlauf nur noch das Bandmaß für die Bestimmung der Widerristhöhe herangezogen.

- **Brustumfang**

Die Messung des Brustumfangs war sehr gut wiederholbar ( $r = 0,994$ ). Bei der Durchführung traten keine praktischen Probleme auf. Daher wurde kein Grund dafür gesehen, die von MILNER & HEWITT (1969) vorgeschlagene Messung des halben Brustumfangs zu verwenden.

- **Körperlänge, Körperumfang**

Bei der Bestimmung der Körperlänge wurde die von CARROL & HUNTINGTON (1988) vorgeschlagene Messung vom Humeruskopf bis zum Tuber ischiadicum verwendet. Die Messung vom Humeruskopf bis zur Pars cranialis des Trochanter major femoris (MILNER & HEWITT, 1969) erwies sich als schwierig, weil diese bei gut bemuskelten Pferden schlecht identifizierbar war. Außerdem hängt diese Messung stärker von der Stellung der Hinterbeine des Pferdes ab als die Messung bis zum Tuber ischiadicum.

Die Wiederholbarkeit des Körperumfangs war besser ( $r = 0,997$ ) als die der Körperlänge ( $r = 0,877$ ). Dies hängt wohl mit der relativ großen Fläche der Körperpunkte zusammen, die als Anfangs- und Endpunkt der Messung der Körperlänge verwendet werden. Auf diese Weise ist

---

es schwierig, das Band bei jeder Messung an derselben Stelle anzulegen oder abzulesen. Bei der Messung des Körperumfangs tritt dieses Problem nicht auf. Außerdem stellte sich im Verlauf der Arbeit heraus, dass das Messergebnis der Körperlänge stärker von Stellung und Haltung des Pferdes abhing als das des Körperumfangs.

Der Körperumfang korrelierte besser mit dem Gewicht ( $r = 0,86$ ) als die Körperlänge ( $r = 0,66$ ).

Aus diesen Gründen wurde in der Regressionsgleichung für die Gewichtsschätzung der Körperumfang verwendet.

Die Messung des Körperumfangs wurde von allen Pferden gut toleriert. Es sollte selbstverständlich sein, dass man beim Herumführen des Maßbandes um die Hinterhand vorsichtig ist, um sich nicht der Gefahr eines Huftritts auszuliefern.

- **Halslänge, Halsumfang**

Die Messung der Halslänge wurde aufgrund ihrer schlechten Reproduzierbarkeit ( $r = 0,78$ ) ausgeschlossen.

Die Messung des Halsumfangs war gut reproduzierbar ( $r = 0,99$ ) und wurde in der Regressionsgleichung verwendet.

## 2.2 Genauigkeit der Abschätzung

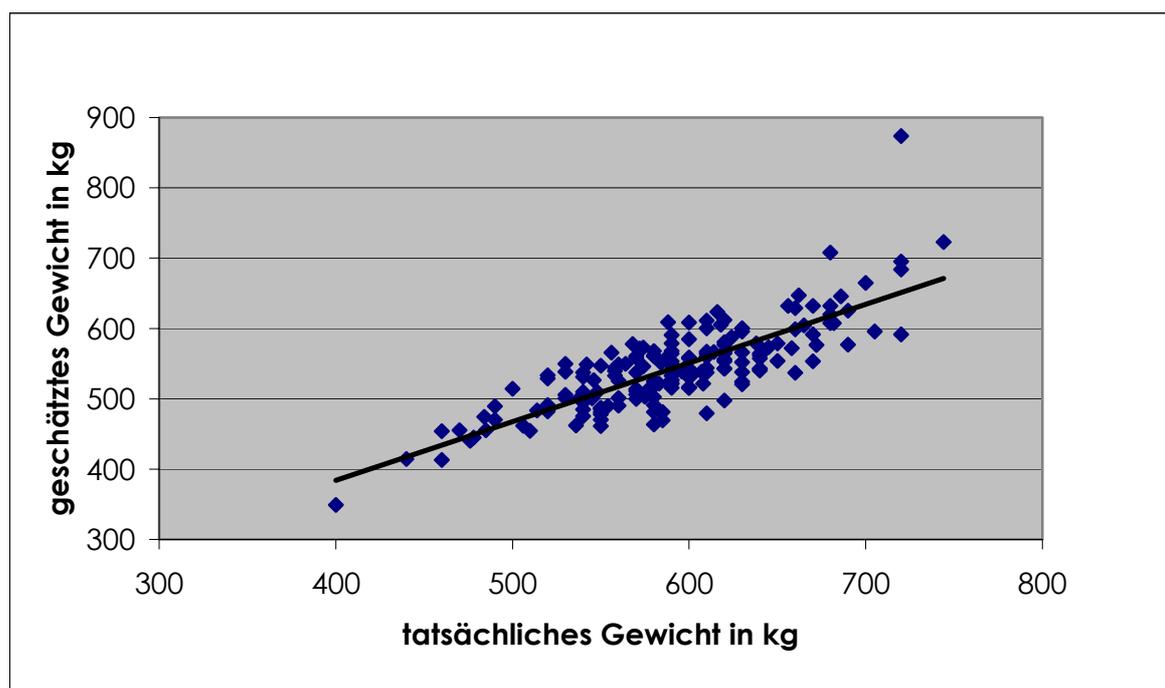
MILNER & HEWITT (1969) berichteten von einer hervorragenden Korrelation ( $r^2 = 0,98$ ) zwischen dem tatsächlichen Gewicht und dem durch eine Gleichung aus Brustumfang und Körperlänge abgeschätzten. Sie wiesen allerdings auf die große Spannweite der Gewichte der untersuchten Pferdegruppe hin, die bei insgesamt 108 Pferden von Shetlandponys bis Shire Horses reichte und auch Fohlen enthielt. CARROL & HUNTINGTON (1988) erreichten mit einer Gleichung aus Brustumfang und Körperlänge bei 281 Pferden mit Gewichten zwischen 160 kg und 680 kg eine Korrelation zum Gewicht mit  $r^2 = 0,84$ .

DOBBERTHIEN (2002) berichtete von einer Studie über 75 Pferde mit Gewichten zwischen 254 kg und 714 kg. Das Bestimmtheitsmaß der Korrelation zwischen der durch die Gleichung

von CARROL & HUNTINGTON (1988) abgeschätzten und den tatsächlichen Gewichten war  $r^2 = 0,74$ .

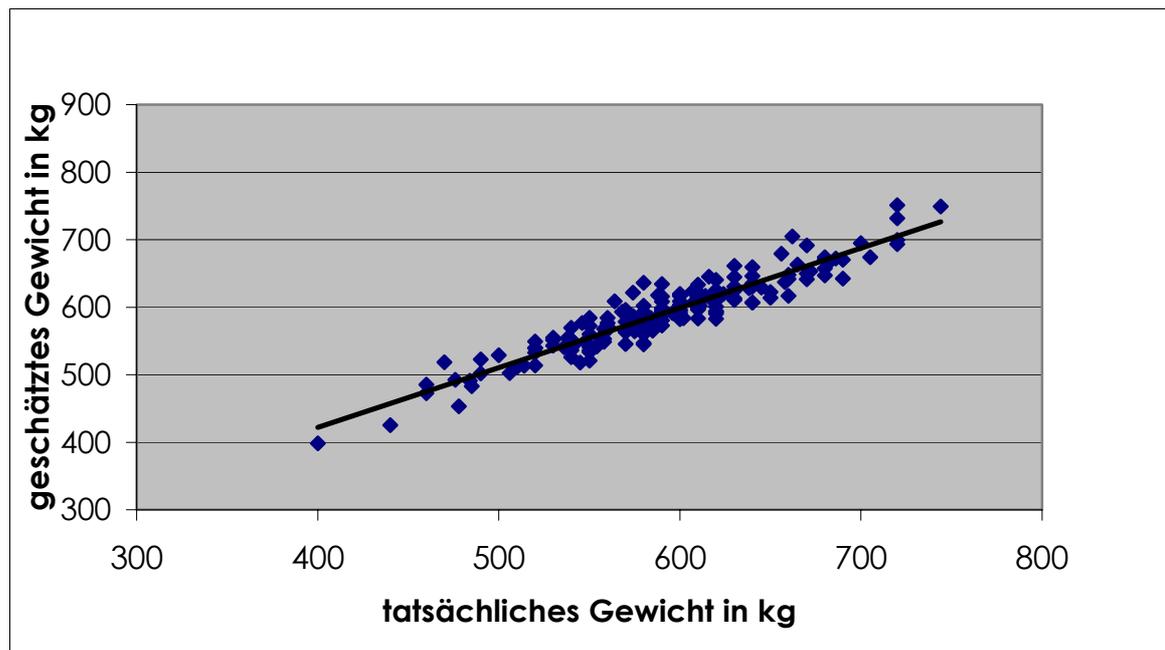
Die Abbildungen 19 bis 21 liefern einen Vergleich verschiedener Schätzformeln für die im Rahmen dieser Arbeit vermessenen 181 Pferde. Im Diagramm in Abbildung 19 ist die Abschätzung durch die Gleichung von CARROL & HUNTINGTON (1988) gegen das tatsächliche Gewicht aufgetragen, im Diagramm in Abbildung 20 die Abschätzung durch die neu entworfene Gleichung. Ein Vergleich der beiden Diagramme, der Bestimmtheitsmaße und der Standardfehler zeigt die höhere Genauigkeit der neuen Gleichung, die nicht zwei, sondern sechs verschiedene Parameter für die Abschätzung verwendet.

Abbildung 21 zeigt die Abschätzung aus nur zwei Körpermaßen, nämlich Körperumfang und Halsumfang. Die Genauigkeit dieser Gleichung liegt zwischen der aus Brustumfang und Körperlänge und der aus allen sechs vorgeschlagenen Maßen und bildet vielleicht einen Kompromiss aus beiden, wenn sechs Messungen zu viel Zeit in Anspruch nehmen.



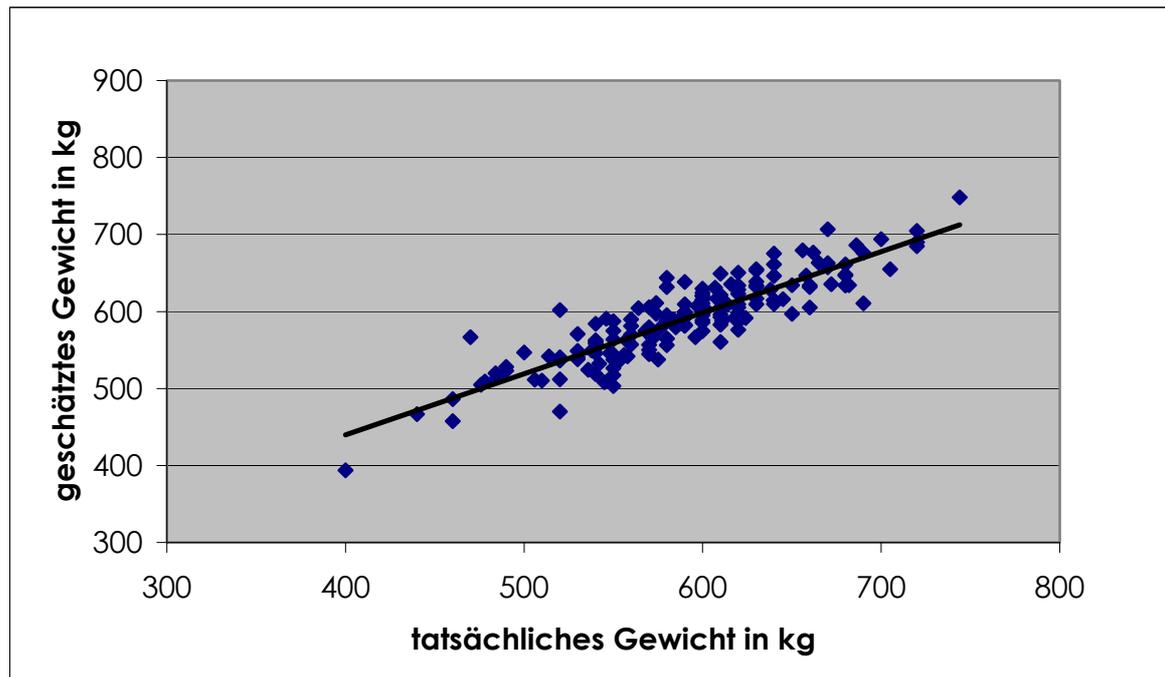
**Abbildung 19:** Abschätzung des Gewichts nach der Gleichung  $KG = BU^2 * KL/11900$

Anzahl:	n = 181
Geradengleichung:	$f(x): y = 0,83x + 49,9$
Bestimmtheitsmaß:	$r^2 = 0,65$
Standardfehler:	34,5
KG	Körpergewicht
BU	Brustumfang
KL	Körperlänge



**Abbildung 20:** Abschätzung des Gewichts durch die Gleichung  
 $KG = -1160 + 2,594 \cdot BM + 1,336 \cdot BU + 1,538 \cdot KU + 6,226 \cdot RB + 1,487 \cdot HU + 13,63 \cdot BCS$

Anzahl:	$n = 181$
Geradengleichung:	$f(x): y = 0,89 x + 55,1$ , wobei $y :=$ geschätztes Gewicht; $x :=$ reales Gewicht
Bestimmtheitsmaß:	$r^2 = 0,89$
Standardfehler:	18,5
KG	Körpergewicht
BM	Bandmaß
BU	Brustumfang
KU	Körperumfang
RB	Röhrbeinumfang
HU	Halsumfang



**Abbildung 21:** Abschätzung des Gewichts durch die Gleichung  
 $KG = -854 + 2,753 \cdot KU + 2,456 \cdot HU$

Anzahl:	$n = 181$
Geradengleichung:	$f(x): y = 0,79 x + 112,6$ wobei $y :=$ geschätztes Gewicht; $x :=$ reales Gewicht
Bestimmtheitsmaß:	$r^2 = 0,79$
Standardfehler:	26,4
KG	Körpergewicht
KU	Körperumfang
HU	Halsumfang

## V. ZUSAMMENFASSUNG

### **Stephanie Schramme: Body Condition Scores und biometrische Daten zur Abschätzung des Körpergewichts bei Warmblutpferden**

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Body Condition Scoring-System für Warmblutpferde entwickelt. Als Anhaltspunkt diente das für Quarterhorses entwickelte System von HENNEKE et al. (1983). Außerdem wurde eine neue Gleichung für die Abschätzung des Körpergewichts aus leicht messbaren biometrischen Parametern entwickelt. Als nicht in der Literatur angegebene Parameter gingen der Körperumfang, gemessen von der Pars cranialis des Tuberculum maius humeri zum Tuber ischiadicum, um den Schweif herum zum Tuber ischiadicum der anderen Seite, zur Pars cranialis des Tuberculum maius humeri der anderen Seite und wieder zum Anfang des Maßbandes, und der Umfang der Halsbasis in die Gleichung ein. Der Körperumfang hatte eine sehr gute Wiederholbarkeit ( $r = 0,997^{**}$ ) und korrelierte sehr gut mit dem Körpergewicht ( $r = 0,86^{**}$ ).

Zunächst wurden an 40 Pferden die Körperstellen herausgestellt, deren Bewertungen nach dem System von HENNEKE et al. (1983) deutliche Diskrepanzen aufwiesen. Um diesen Stellen einen passenden BCS zuordnen zu können, wurde versucht, den Fettansatz durch anatomische Recherche, Ultraschallmessungen, Calipermetrie, Tonometrie, Beobachtungen von Pferden mit Veränderungen in der Body Condition und postmortalen Untersuchungen zu quantifizieren. Ultraschallmessungen, Calipermetrie und Tonometrie brachten keinen Vorteil für die Bestimmung des Fettansatzes.

Nach dem neuen Body Condition Scoring-System werden sechs Körperregionen einzeln auf einer Skala von 1 bis 9 bewertet, wobei 1 kachektisch und 9 adipös bedeutet. Der Gesamtscore wird als Mittelwert aus den einzelnen Scores berechnet. Eine wesentliche Eigenschaft dieses Systems ist es, dass zwischen Muskulatur und subkutanem Fett differenziert wird. Bei dünnen Pferden fließt vor allem der Verlust von Muskelmasse, bei dicken Pferden die Ansammlung subkutanen Fettgewebes in die Bewertung ein. Eine einseitige Zusammenfassung des Systems findet sich in Tabelle 64. Für eine detailliertere Beschreibung siehe Seite 78-91.

Es stellte sich heraus, dass ein hoher Kamm entweder aus insgesamt hohen Fettreserven oder aus einer entsprechenden Verteilung des subkutanen Fetts resultiert. Daher muss er auch bei Hengsten, ebenso wie das subkutane Fett an anderen Körperstellen, bei der Bewertung der Body Condition berücksichtigt werden. Eine gespaltene Kruppe eignet sich nicht als Kriterium für Fettansatz, sondern resultiert aus einer gut ausgebildeten Muskulatur.

Das neue System wurde an 95 Pferden geprüft. Die mittlere Differenz zwischen den mittleren Scores für die einzelnen Körperregionen betrug 1,5 bei Beurteilung nach dem neuen System gegenüber 3,6 bei Beurteilung nach dem System von HENNEKE et al. (1983).

Danach wurde die Reproduzierbarkeit durch insgesamt elf Personen geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass einer steigenden Body Condition mit dem neuen System besser Rechnung getragen werden konnte als mit dem System von HENNEKE et al. (1983).

Für die Abschätzung des Körpergewichts wurden an 181 Warmblutpferden biometrische Daten erhoben und das Körpergewicht bestimmt. Durch die Gleichung:

$$\text{Körpergewicht (kg)} = -1160 + 2,594 \cdot \text{Widerristhöhe (Bandmaß, cm)} + 1,336 \cdot \text{Brustumfang (cm)} + 1,538 \cdot \text{Körperumfang (cm)} + 6,226 \cdot \text{Röhrbeinumfang (cm)} + 1,487 \cdot \text{Halsumfang (cm)} + 13,63 \cdot \text{BCS (Punkte)}$$
 wurde eine hohe Genauigkeit für die Abschätzung des Gewichts erreicht ( $r = 0,94^{**}$ ; Standardfehler 18,5).

Die durch diese Gleichung abgeschätzten Gewichte korrelierten sehr gut mit den tatsächlichen Gewichten einer Kontrollgruppe von 209 Pferden verschiedener Rassen ( $r = 0,94^{**}$ ; Standardfehler 27,2), darunter 140 Warmblutpferden ( $r = 0,92^{**}$ ; Standardfehler 24,5).

**Tabelle 64:** Einseitige Zusammenfassung des in dieser Arbeit entwickelten Body Condition Scoring-Systems für Warmblutpferde

BCS	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüfte	Schweifansatz
1	Seitenfläche konkav, Atlas sichtbar, 3.-6. Halswirbel fühlbar, 4.-5. sichtbar, kein Kammfett, Axthieb	Skapula komplett sichtbar, 6.-8. Rippe sichtbar, Faltenbildung nicht möglich	Dorn- und Querfortsätze und Rippenansätze sichtbar, Kruppe konkav, Haut nicht verschiebbar	6.-18. Rippe komplett sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, Sitzbeinhöcker sichtbar, über Kreuzbein konkav, After eingefallen	Einzelne Wirbel abgrenzbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
2	Seitenfläche konkav, Atlas und 4.-5. Halswirbel fühlbar, kein Kammfett, Axthieb	Skapula kranial und Spina sichtbar, 6.-8. Rippe fühlbar, 7.-8. sichtbar, Faltenbildung schwierig	Dorn- und Querfortsätze sichtbar, Rippenansätze fühlbar, Kruppe konkav, Haut nicht verschiebbar	7.-18. Rippe komplett sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, Sitzbeinhöcker sichtbar, über Kreuzbein gerade, After eingefallen	Einzelne Wirbel nicht abgrenzbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
3	Seitenfläche leicht konkav, 4.-5. Halswirbel mit leichtem Druck fühlbar, kein Kammfett, Axthieb	Spina sichtbar, 7.-8. Rippe fühlbar, Faltenbildung schwierig	Dornfortsätze sichtbar, Kruppe gerade, Haut nicht verschiebbar	7.-18. Rippe Seitenflächen sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, kraniale Kante scharf, Sitzbeinhöcker sichtbar, After etwas eingefallen	Keine einzelnen Wirbel sichtbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
4	Seitenfläche gerade, Halswirbel nur bei starkem Druck fühlbar, Kammfett bis 4 cm hoch, Axthieb undeutlich	Spina teilweise sichtbar, über 7. bedeckt, 8. Rippe fühlbar, kurze Falte unter großer Spannung möglich, Haut etwas verschiebbar	Dornfortsätze nur am Widerrist sichtbar, Kruppe leicht konvex, Haut nicht verschiebbar	11.-14. Rippe sichtbar, 9.-18. Rippe fühlbar, Haut etwas verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker prominent, kraniale Kante scharf, Sitzbeinhöcker zu erahnen	Kontur der Schwanzwirbel zu erahnen, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel leicht konkav
5	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 4-5,5 cm hoch	Spina zu erahnen, über 7. Rippe weich, 8. Rippe fühlbar, kurze Falte unter Spannung möglich, Haut leicht verschiebbar	Kruppe rund oder herzförmig, Haut etwas verschiebbar, 14.-18. Rippe bei leichtem Druck fühlbar	Rippen undeutlich sichtbar, 10.-18. Rippe fühlbar, Haut verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker leicht prominent, kraniale Kante rund, Sitzbeinhöcker fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Schwanzwirbel bedeckt, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel gerade
6	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 5,5-7 cm hoch	Über 7.-8. Rippe Gewebe weich, kurze Falte unter wenig Spannung möglich, Haut leicht verschiebbar	Kruppe rund oder herzförmig, Haut leicht verschiebbar, 14.-18. Rippe bei starkem Druck fühlbar	Rippen nicht sichtbar, 14.-18. Rippe fühlbar, Haut leicht verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker zu erahnen, Sitzbeinhöcker schwer fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Festes Fettpolster neben 3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konvex
7	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 7-8,5 cm hoch	Über 7.-9. Rippe Gewebe weich, Falte spannungsfrei möglich	Kruppe rund oder herzförmig, Gewebe weich, bei 14.-18. Rippe Fettpolster, Falten möglich	15.-17. Rippe fühlbar, Haut leicht verschiebbar, über 9.-18. Rippe weich, Fingerkuppen sinken etwas ein, Falten mit viel Spannung möglich	Hüfthöcker abgerundet, fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Weiches Fettpolster neben 3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel deutlich konvex
8	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 8,5-10 cm hoch	Über 7.-9. Rippe Gewebe weich, hohe Falte spannungsfrei möglich	Kruppe rund oder herzförmig, Gewebe weich, bei 14.-18. Rippe dickes Fettpolster, dicke Falten möglich	Rippe kaum fühlbar, Haut leicht verschiebbar, über 9.-18. Rippe weich, Fingerkuppen sinken deutlich ein, Falten möglich.	Hüfthöcker eingedeckt, fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Weiches Fettpolster neben 1.-3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel deutlich konvex
9	Seitenfläche konvex, Kammfett >10 cm hoch	Fettdepot bis Widerrist und Brust, hohe Falte spannungsfrei möglich	Durchgehendes Fettpolster	Rippen nicht fühlbar, durchgehendes Fettpolster	Hüfthöcker nicht mehr als Vorwölbung erkennbar	Durchgehendes Fettpolster

---

## VI. SUMMARY

### **Stephanie Schramme:      Body Condition Scores and biometric data for the estimation of body weight in standardbred horses**

In this study, a body condition scoring system for standardbred horses was developed, based on the system of HENNEKE et al. (1983) for quarter horses. Additionally, a new equation for the estimation of body weight, using easily measurable, biometric parameters, was developed. Two new parameters that are not described in the literature were used: The body circumference, measured from the Pars cranialis of the Tuberculum maius humeri to the Tuber ischiadicum, around the tail to the Tuber ischiadicum on the other side, to the Pars cranialis of the Tuberculum maius humeri of the other side and to the beginning of the measuring tape; and the circumference of the basis of the neck. The body circumference has a very high repeatability ( $r = 0.997^{**}$ ) and was highly correlated to the body weight ( $r=0.86^{**}$ ).

Initially, using 40 horses those body parts were identified whose evaluation resulted in distinct discrepancies using the HENNEKE et al. (1983) system. In order to develop a suitable BCS for these parts, it was attempted to quantify the fat deposits by a survey of the anatomical literature, ultrasonic measurements, calipermetry, tonometry, observations of horses with shifts in body condition, and post mortem investigations. The ultrasonic measurements, calipermetry and tonometry did not yield useful results for a quantification of fat deposits.

According to the new BCS, six body parts are evaluated individually on a scale from 1 to 9, 1 denoting a cachectic and 9 an adipose condition. The total score is the average of the six individual scores. An essential feature of this system is that it differentiates between muscle and subcutaneous adipose tissue. The evaluation of thin horses focuses mainly on the loss of muscle mass, that of horses of moderate to adipose condition mainly on their subcutaneous fat deposits. A one-page summary of the system is given in Table 65. For a more detailed description see pp. 78-91.

It was found that a high crest is either the result of generally large fat deposits or of an according distribution of subcutaneous fat. Therefore, it has to be taken into account when evaluating the body condition, even in stallions. A crease down back is not a suitable criterium for fat deposition but is a result of well-developed muscle tissue.

The new system was tested in 95 horses. The average difference between the average scores for the individual body parts was 1.5 using the new system, in contrast to a difference of 3.6 using the HENNEKE et al. (1983) system.

The reproduceability was tested using a total of eleven persons. It was observed that the new system was more apt to differentiate higher body condition states than the HENNEKE et al. (1983) system.

For the estimation of body weight, biometric data were generated from 181 standardbred horses, and the body weight was measured. The equation

Body weight (kg) = -1160 + 2.594\*wither height (tape measure, cm) + 1.336\*heart girth (cm) + 1.538\*body circumference (cm) + 6.226\*cannon bone circumference (cm) + 1.487\*neck circumference (cm) + 13.63\*BCS (points).

yielded a high accuracy for the estimation of body weight ( $r = 0.94^{**}$ ; standard error 18.5).

Body weights estimated by this equation correlated highly with the actual weights of a control group of 209 horses of different breeds ( $r = 0.94^{**}$ ; standard error 27.2), among which were 140 standardbreds ( $r = 0.92^{**}$ ; standard error 24.5).

**Table 65:** One-page summary of the body condition score system for standardbred horses developed in this study

BCS	Neck	Shoulder (ribs behind elbow)	Back	Ribcage	Hip	Tailhead (line: pinbone-tail vertebrae)
1	side area concave, atlas visible, 3.-6. vertebrae palpable, 4.-5. visible, no crest fat, shelf where neck meets shoulder	scapula completely visible, 6.-8. rib visible, not possible to form skin folds	spinous/transverse processes and onset of ribs visible, croup concave, skin not movable	6.-18. rib completely visible, skin not movable	hip bone prominent, pin bone visible, over sacrum concave, anus sunken in	individual vertebrae definable, line concave
2	side area concave, atlas and 4.-5. vertebrae palpable, no crest fat, shelf where neck meets shoulder	scapula cranial and spina visible, 6.-8. rib palpable, 7.-8. visible, difficult to form skin folds	spinous/transverse processes visible, onset of ribs palpable, croup concave, skin not movable	7.-18. rib completely visible, skin not movable	hip bone prominent, pin bone visible, over sacrum straight, anus sunken in	individual vertebrae definable, line concave
3	side area slightly concave, vertebra 4.-5. palpable with pressure, no crest fat, shelf where neck meets shoulder	spina visible, 7.-8. rib palpable, difficult to form skin folds	spinous/transverse processes visible, croup is straight, skin not movable	side area of 7.-18. rib visible, skin not movable	hip bone prominent, cranial edge sharp, pin bone visible, anus slightly sunken in	side area of vertebra not visible, line concave
4	side area straight, vertebrae palpable only under strong pressure, crest fat not higher than 4 cm, slight shelf where neck meets shoulder	spina partially visible, 7. rib covered, 8. rib palpable, possible to form short skin folds with much tension, skin slightly movable	spinous processes only at withers visible, croup slightly convex, skin not movable	11.-14. rib visible, 9.-18. rib palpable, skin a little movable	dorsal hip bone prominent, cranial edge sharp, pin bone faintly discernible	outline of vertebra faintly discernible, line slight concave
5	side area slightly convex, crest fat 4-5,5 cm	spina faintly discernible, soft tissue over 7. rib, 8. rib palpable, possible to form short skin folds with tension, skin slightly movable	croup round or crease down back, skin a little movable, 14.-18. rib palpable under slight pressure	ribs shadowy visible , 10.-18. rib palpable, skin movable	dorsal hip bone slight prominent, cranial edge rounded, pin bone palpable, inner buttocks touch each other	vertebra covered, line straight
6	side area slightly convex, crest fat 5,5-7 cm	over 7.-8. rib soft tissue, possible to form short skin folds without much tension, skin slightly movable	croup round or crease down back, skin slight movable, 14.-18. rib palpable only under strong pressure	ribs not visible , 14.-18. rib palpable, skin slightly movable	dorsal hip bone faintly discernible, pin bone hardly palpable, inner buttocks touch each other	compact fat deposit beside tail vertebra 3, line convex
7	side area slightly convex, crest fat 7-8,5 cm	over 7.-9. rib soft tissue, possible to form skin folds without tension.	croup round or crease down back, soft tissue, over 14.-18. rib fat deposit, possible to form thick skin folds	15.-17. rib palpable, skin slightly movable, over 9.-18. rib soft tissue, finger-tips sink in a little, possible to form skin folds with much tension	hip bone round, palpable, inner buttocks touch each other	soft fat deposit beside tail vertebra 3, line distinctively convex
8	side area slightly convex, crest fat 8,5-10 cm	over 7.-9. rib soft tissue, possible to form high skin folds without tension	croup round or crease down back, soft tissue, thick fat deposit over 14.-18. rib, possible to form thick folds	ribs barely palpable, skin slight movable, over 9.-18. rib soft, finger-tips sink down distinctly, possible to form skin folds	hip bone covered, palpable, inner buttocks touch each other	soft fat deposit beside 1-3. tail vertebra, line distinctively convex
9	side area convex, crest fat >10 cm	fat deposit over withers and rib cage, high skin folds	fat deposit throughout	ribs not palpable, fat deposit throughout	hip bone discernible only as a slight curvature	fat deposit throughout

## VII. LITERATURVERZEICHNIS

ADKINS, H. A. (1996)

A preliminary study of the application of bioelectrical impedance analysis to the horse  
Thesis, Warwickshire College

ARNOLD, R. N., E. J. HENTGES & A. TRENKLE (1985)

Evaluation of the use of deuterium oxide dilution techniques for determination of body composition of beef steers  
Journal of Animal Science 60, 1188-1200

ASHDOWN, R. R., & S. DONE (1988)

Topographische Anatomie des Pferdes  
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

BAILEY, C. M., J. JENSEN & B. B. ANDERSEN (1986)

Ultrasonic scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein x Frisian bulls  
Journal of Animal Science 63, 1337-1346

BARTLE, S. J., J. R. MALES & R. L. PRESTON (1983)

Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows  
Journal of Animal Science 56, 410-417

BARTHOLOMEEUSSEN, L. (1996)

Estimation of body composition by deuterium dilution and bio-electrical impedance analysis in equids  
Thesis, University of Aberdeen

BERG, E. P., M. K. NEARY, J. C. FORREST, D. L. THOMAS & R. G. KAUFFMAN (1997)

Evaluation of electronic technology to assess lamb carcass composition  
Journal of Animal Science 75, 2433-2444

BERGEN, R. D., J. J. MCKINNON, D. A. CHRISTENSEN, N. KOHLE & A. BELANGER (1997)

Use of real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls  
Journal of Animal Science 75, 2300-2307

BRETHOUR, J. R. (1992)

The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle  
Journal of Animal Science 70, 1039-1044

BULLOCK, K. D., J. K. BERTRAND, L. L. BENYSHEK, S. E. WILLIAMS & D. G. LUST (1991)

Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores  
Journal of Animal Science 69, 3908-3916

- BURKHOLDER, W. J. (2001)  
Precision and practicality of methods assessing body composition of dogs and cats  
Supplement to Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian  
23, No. 9(A), 1-10
- CARROLL, C. L., & P. J. HUNTINGTON (1988)  
Body condition scoring and weight estimation of horses  
Equine Veterinary Journal 20, 41-45
- DEURENBERG, P., H. E. SMIT & C. S. L. KUSTERS (1989a)  
Is the bioelectrical impedance method suitable for epidemiological field studies?  
European Journal of Clinical Nutrition 43, 647-654
- DEURENBERG, P., K. VAN DER KOOY, A. PALING & P. WITMAGEN (1989b)  
Assessment of body composition in 8-11 year old children by bioelectrical impedance  
European Journal of Clinical Nutrition 43, 623-629
- DEURENBERG, P., J. A. WESTSTRATE & K. VAN DER KOOY (1989c)  
Body composition changes assessed by bioelectrical impedance measurements  
American Journal of Clinical Nutrition 43, 647-654
- DIAZ, E. O., J. VILLAR, M. IMMINK & T. GONZALES (1989)  
Bioimpedance or anthropometry?  
European Journal of Clinical Nutrition 43, 129-137
- DOBBERTHIEN, U. (2002)  
Waagemut  
Cavallo, Scholten Verlag, Stuttgart (1-2002) S. 36-41
- DONALDSON, L. D. (1969)  
Relationship between body condition, lactation and pregnancy in beef cattle  
Australian Veterinary Journal 45, 577-581
- DUNN, T. G., M. L. RILEY, W. J. MURDOCH & R. A. FIELD (1983)  
Body condition score and carcass energy content in postpartum beef cows  
Journal of Animal Science 57 (Supplement 1), 391
- EDMONSON, A. J., I. J. LEAN, L. D. WEAVER, T. FARVER & G. WEBSTER (1989)  
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows  
Journal of Dairy Science 72, 68-78
- EDWARDS, J. W., R. C. CANNELL, R. P. GARRETT, J. W. SAVELL, H. R. CROSS & M. T. LONGECKER (1989)  
Using ultrasound, linear measurements and live fat thickness estimates to determine the carcass composition of market lambs  
Journal of Animal Science 67, 3322-3330
- EILMANS, I. (1991)  
Fettverdauung beim Pferd sowie die Folgen einer marginalen Fettversorgung  
Diss. Vet. Med., Hannover

- FAULKNER, D. B., D. F. PARRETT, F. K. MCKEITH & L. L. BERGER (1990)  
Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements  
Journal of Animal Science 68, 604-610
- FERGUSON, J. D., D. T. GALLIGAN & N. THOMSEN (1994)  
Principal descriptors of body condition score in Holstein cows  
Journal of Dairy Science 77, 2695-2703
- FERGUSON, J. D. (1996)  
Implementation of a body condition scoring program in dairy herds  
Online im Internet: URL: <http://cahpwww.vet.upenn.edu/pc96/impbcprog.html> [Stand 14.01.02]
- FORTIN, A., & J. I. ELLIOT (1985)  
Relationships between backfat thickness and chemical composition of the body and components of swine  
Journal of Animal Science 61, 158-164
- FRAHM, R. R., L. E. WALTERS & C. R. MCLELLAN, JR. (1971)  
Evaluation of 40K count as a predictor of muscle in yearling beef bulls  
Journal of Animal Science 32, 463-469
- FRISCH, R. E., & J. W. MCARTHUR (1974)  
Menstrual cycles: Fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset  
Science 185, 949-951
- GARLINGHOUSE, S. E., & M. J. BURRILL (1998)  
Relationship of body condition score to completion rate during 160-km endurance races  
Online in Internet: URL: <http://shady-acres.com/susan/tevis95-96.shtml> [Stand 18.01.02]
- GARLINGHOUSE, S. E., R. E. BRAY, E. A. COGGER & S. J. WICKLER (1999)  
The influence of body measurements and condition score on performance results during the 1998 Tevis Cup  
Online in Internet: URL: <http://shady-acres.com/susan/tevis98.shtml> [Stand 18.01.02]
- GEERS, R., C. DECANNIERE, H. VILLÉ, P. VAN HECKE & L. BOSSCHAERTS (1995)  
Variability within intramuscular fat content of pigs as measured by gravimetry, FTIR and NMR spectroscopy  
Meat Science 40, 373-378
- GODDARD, P. J. (1995)  
Veterinary ultrasonography  
CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK
- GREINER, S. P., G. H. ROUSE, D. E. WILSON, L. V. CUNDIFF & T. L. WHEELER (2003)  
Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live measures  
Journal of Animal Science 81, 466-473
- GRESHAM, J. D., J. W. HOLLOWAY, W. T. BUTTS, JR & J. R. MCCURLEY (1986)  
Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements  
Journal of Animal Science 63, 1041-1048

- GUNN, R. G., J. M. DONEY & A. J. F. RUSSEL (1969)  
Fertility in Scottish Blackface ewes as influenced by nutrition and body condition at mating  
*Journal of Agricultural Science* 73, 289-294
- HAMBY, P. L., J. R. STOUFFER & S. B. SMITH (1986)  
Muscle metabolism and real-time ultrasound measurement of muscle and subcutaneous adipose tissue growth in lambs fed diets containing a beta-agonist  
*Journal of Animal-Science* 63, 1410-1417
- HAMLIN, K. E., R. D. GREEN, T. L. PERKINS, L. V. CUNDIFF & M. F. MILLER (1995)  
Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: I. Description of age and weight effects  
*Journal of Animal Science* 73, 1713-1724
- HARDIN, R., 1990  
Using body condition scoring in beef cattle management  
<http://www.ces.uga.edu/pubcd/c762-w.html> [14.01.02]
- HAWTHORNE, A., & R. F. BUTTERWICK (2000)  
Predicting the body composition of cats: Development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in cats  
*Journal of Internal Medicine* 14, 365, Abstract 149
- HENNEKE, D. R. (1981)  
Body condition and reproductive efficiency of mares  
In: Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares  
HENNEKE, D. R., G. D. POTTER, J. L. KREIDER & B. F. YEATES (1983)  
*Equine Veterinary Journal* 15, 371-372
- HENNEKE, D. R., G. D. POTTER, J. L. KREIDER & B. F. YEATES (1983)  
Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares  
*Equine Veterinary Journal* 15, 371-372
- HENNEKE, D. R. (1985)  
A Condition Score System for Horses  
*Equine Practice*, Vol.7, No. 8, Page 13-15
- HERRING, W. O., D. C. MILLER, J. K. BERTRAND & L. L. BENYSHEK (1994)  
Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle  
*Journal of Animal Science* 72, 2216-2226
- HEYMSFIELD, S. B., J. WANG, S. HESHKA, J. J. KEHAYIAS & R. N. PIERSON (1989)  
Dual-photon absorptiometry: Comparison of bone mineral and soft tissue mass measurements in vivo with established methods  
*American Journal of Clinical Nutrition* 49, 1283-1289
- HICKMAN, J., & C. COLLES (1984)  
Measurement of horses  
*The Veterinary Record* 114, 491-493

- HOLLOWAY, J. W., J. W. SAVELL, P. L. HAMBY, J. F. BAKER & J. R. STOUFFER (1990)  
Relationships of empty-body composition and fat distribution to live animal and carcass measurements in *Bos Indicus-Bos Taurus* crossbred cows  
Journal of Animal Science 68, 1818-1826
- HOUGHTON, P. L., & L. M. TURLINGTON (1992)  
Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A Review  
Journal of Animal Science 70, 930-941
- JOHNSTON, L. J., D. E. ORR, JR., L. F. TRIBBLE & J. R. CLARK (1987)  
Effekt of body condition and floor material on sow performance  
Journal of Animal Science 64, 36-42
- KEALY, R. D., D. F. LAWLER, J. M. BALLAM, S. L. MANTZ, D. N. BIERY, E. H. GREELEY, G. LUST, M. SEGRE, G. K. SMITH & H. D. STOWE (2002)  
Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs  
Journal of the American Veterinary Medical Association 220, 1315-1320
- KOCH, T., & R. BERG (1992)  
Lehrbuch der Veterinär-Anatomie, Band I, 5. Auflage  
BERG, R. (Hrsg.)  
Gustav Fischer Verlag Jena / Stuttgart
- KÖNIG, H. E., & H. GERHARDS (2002)  
Verdauungsorgane und Milz  
In: Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 2. Auflage, 657-688 (668)  
WISSDORF, H., H. GERHARDS, B. HUSKAMP & E. DEEGEN  
Verlag M. & H. Schaper Alfeld-Hannover
- KÖNIG, H. E., & H.-G. LIEBCH (2001)  
Anatomie der Haussäugetiere, Band I, 2. Auflage  
Schattauer, Stuttgart / New York
- KÖGEL, J. (o. J.)  
Mutterkuhhaltung  
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub (Hrsg.)  
Druckhaus Kastner, Wolznach
- KEMPSTER, A. J., D. ARNALL, J. C. ALLISTON & J. D. BARKER (1982)  
An evaluation of two ultrasonic machines (Scanogram and Danscanner) for predicting the body composition of live sheep  
Journal of the British Society of Animal Production 34, 249-255
- LAFLAMME, D. P. (2001)  
Challenges with weigh-loss studies  
Supplement to Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian  
23, No. 9(A), 45-50
- LAMOND, D. R. (1969)  
Sources of variation in reproductive performance in selected herds of beef cattle in north-eastern Australia  
Australian Veterinary Journal 45, 50-58

- LEYMASTER, K. A., H. J. MERSMANN & T. G. JENKINS (1985)  
Prediction of the chemical composition of sheep by use of ultrasound  
Journal of Animal Science 61, 165-172
- LO, L. L., D. G. MCLAREN, F. K. MCKEITH, R. L. FERNANDO & J. NOVAKOFSKI (1992)  
Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: I. Breed effects  
Journal of Animal Science 70, 2373-2386
- LOHMAN, T. G. (1981)  
Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review  
Human Biology 53, 181-225
- LUKASKI, H. C., P. E. JOHNSON, W. W. BOLONCHUK & I. G. LYKKEN (1985)  
Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body  
American Journal of Clinical Nutrition 41, 810-817
- LUNT, D. K., G. C. SMITH, F. K. MCKEITH, J. W. SAVELL, M. E. RIEWE, F. P. HORN & S. W. COLEMAN (1985)  
Techniques for predicting beef carcass composition  
Journal of Animal Science 60, 1201-1207
- MARCHELLO, M. J., & W. D. SLANGER (1994)  
Bioelectrical impedance can predict skeletal muscle and fat-free skeletal muscle of beef cows and their carcasses  
Journal of Animal Science 72, 3118-3123
- MARTIN-ROSSET, W. (1990)  
L'alimentation des chevaux  
In: *Condizione corporea nel cavallo atleta: Relazione tra il Body Condition Score e la tecnica ultrasonografica*  
MIRAGLIA, N., D. GAGLIARDI, M. POLIDORI & D. BERGERO (1998)  
Obiettivi & Documenti Veterinari 11, 59-65
- MCLAREN, D. G., F. K. MCKEITH & J. NOVAKOFSKI (1989)  
Prediction of carcass characteristics at market weight from serial real-time ultrasound measurements of backfat and loin eye area in the growing pig  
Journal of Animal Science 67, 1657-1667
- MCLAREN, D. G., J. NOVAKOFSKI, D. F. PARRETT, L. L. LO, S. D. SINGH, K. R. NEUMANN & F. K. MCKEITH (1991)  
A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs  
Journal of Animal Science 69, 54-66
- MCREYNOLDS, W. E., & V. H. ARTHAUD (1971)  
Estimating fat depth and longissimus muscle area by use of ultrasonics in beef cattle  
Journal of Animal Science 30, 503-506
- METZNER, M., W. HEUWIESER & W. KLEE (1993)  
Die Beurteilung der Körperkondition (Body condition scoring) im Herdenmanagement  
Der Praktische Tierarzt 11, 991-998

- MILNER, J., & D. HEWITT (1969)  
Weight of horses: Improved estimates based on girth and length  
The Canadian Veterinary Journal 10, 314-316
- MIRAGLIA, N., D. GAGLIARDI, M. POLIDORI & D. BERGERO (1998)  
Condizione corporea nel cavallo atleta: Relazione tra il Body Condition Score e la tecnica ultrasonografica  
Obiettivi & Documenti Veterinari 11, 59-65
- MITCHELL, A. D., J. M. CONWAY & W. J. E. POTTS (1996)  
Body composition analysis of pigs by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry  
Journal of Animal Science 74, 2663-2671
- MURRAY, J. A. (1919)  
Meat production  
Journal of Agricultural Science 9, 174-178
- NICKEL, R., A. SCHUMMER & E. SEIFERLE (1984)  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I, 5. Auflage  
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- NICKEL, R., A. SCHUMMER & E. SEIFERLE (1987)  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band II, 6. Auflage, S. 301  
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- OSORO, K. & I. A. WRIGHT (1992)  
The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows  
Journal of Animal Science 70, 1661-1666
- OTTO, K. L., J. D. FERGUSON, D. G. FOX & C. J. SNIFFER (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
- PERKINS, T. L., R. D. GREEN & K. E. HAMLIN (1992a)  
Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle  
Journal of Animal Science 70, 1002-1010
- PERKINS, T. L., R. D. GREEN, K. E. HAMLIN, H. H. SHEPARD & M. F. MILLER (1992b)  
Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: Evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area  
Journal of Animal Science 70, 2758-2765
- PERRY, T. C., & D. G. FOX (1997)  
Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size  
Journal of Animal Science 75, 300-307
- POLLIOU, G. E., & J. B. KILKENNY (1976)  
A note on the use of condition scoring in commercial sheep flocks  
Journal of the British Society of Animal Production 23, 261-264

- RAMSEY, C. B., A. H. KIRTON, B. HOGG & J. L. DOBBIE (1991)  
Ultrasonic, needle, and carcass measurements for predicting chemical composition of lamb carcasses  
*Journal of Animal Science* 69, 3655-3664
- VON RESTORFF, W., K.-H. BACH, W. KLOPS, S. ZICKGRAF & D. ARHILGER (1995)  
Bestimmung des Ernährungszustandes mit der Impedanzmethode  
*Wehrmedizinische Monatsschrift* 39, 6-15
- VON RESTORFF, W. (2000)  
Messung des Fettgehaltes des menschlichen Körpers  
In: AWMF-Leitlinien-Register, Nr. 002/018  
Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V.  
Online im Internet: URL: <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/II/fettgehalt.htm>  
[Stand: 19.09.02]
- RICHARDS, M. W., J. C. SPITZER & 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
- ROBINSON, D. L., C. A. MCDONALD, K. HAMMOND & J. W. TURNER (1992)  
Live animal measurement of carcass traits by ultrasound: Assessment and accuracy of sonographers  
*Journal of Animal Science* 70, 1667-1676
- RUSSEL, A. J. F. (1984)  
Body condition scoring of sheep  
*Veterinary Record* 114, 91-93
- RUSSEL, A. J. F., J. M. DONEY & R. G. GUNN (1969)  
Subjective assessment of body fat in live sheep  
*Journal of Agricultural Science* 72, 451-454
- RUSSEL, A. J. F., A. J. MACDONALD, C. D. KERR & B. RUDD (1976)  
Changes in live weight and body condition of rams of three breeds throughout the year  
*Journal of the British Society of Animal Production* 23, 73-80
- SCHÄFERS, M. (2000)  
Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse "Fleckvieh" unter den  
Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns  
Diss. Vet. Med, München
- SCHMALTZ, R. (1922)  
Messungen und Wägungen am Pferd  
Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz
- SELK, G. E., R. P. WETTEMANN, K. S. LUSBY, J. W. OLTJEN, S. L. MOBLEY, R. J. RASBY &  
J. C. GARMENDIA (1988)  
Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef  
cows  
*Journal of Animal Science* 66, 3153-3159

- SMITH, B. S., W. R. JONES, J. D. HOUGH, D. L. HUFFMAN, W. B. MIKEL & D. R. MULVANEY (1992a)  
Prediction of carcass characteristics by real-time ultrasound in barrows and gilts slaughtered at three weights  
Journal of Animal Science 70, 2304-2308
- SMITH, M. T., J. W. OLTJEN, H. G. DOLEZAL, D. R. GILL & B. D. BEHRENS (1992b)  
Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers  
Journal of Animal Science 70, 29-37
- SOUCI, S. W., W. FACHMANN & H. KRAUT (1981)  
Pferdefleisch, im Durchschnitt  
Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Band 2, S. 1964  
SCHERZ, H., & G. KLOOS (Hrsg.)  
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- STOUFFER, J. R. (1985)  
Evaluation of beef cattle with real time linear array ultrasound  
Journal of Animal Science 61, Supplement 1, 266, Abstract 144
- SWANTEK, P. M., J. D. CRENSHAW, M. J. MARCHELLO & H. C. LUKASKI (1992)  
Bioelectrical impedance: A non-destructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcass  
Journal of Animal Science 70, 169-177
- THOMPSON, W. R., D. H. THEUNINCK, J. C. MEISKE, R. D. GOODRICH, J. R. RUST & F. M. BYERS (1983)  
Linear measurements and visual appraisal as estimators of percentage empty body fat of beef cows  
Journal of Animal Science 56, 755-760
- VELAZCO, J., J. L. MORRILL, D. H. KROPF, R. T. BRANDT, JR., D. L. HARMON, R. L. PRESTON & R. CLARENBURG (1997)  
The use of urea dilution for estimation of carcass composition of Holstein steers at 3, 6, 9, and 12 months of age  
Journal of Animal Science 75, 139-147
- VILLÉ, H., G. MAES, R. GEERS, V. GOEDSEELS, P. PARDUYNS, J. VAN BAELE, S. JANSSENS & P. DEKEMPENEER (1992)  
A technique for muscle biopsy sampling on pigs to assess intramuscular fat  
Meat Science 32, 123-129
- VILLÉ, H., G. ROMBOUITS, P. VAN HECKE, S. PERREMANS, G. MAES, G. SPINCEMAILLE & R. GEERS (1997)  
An evaluation of ultrasound and nuclear magnetic resonance spectroscopy to measure in vivo intramuscular fat content of longissimus muscle of pigs  
Journal of Animal Science 75, 2942-2949
- WAGNER, J. J., K. S. LUSBY, J. W. OLTJEN, J. RAKESTRAW, R. W. WETTEMANN & L. E. WALTERS (1988)  
Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter  
Journal of Animal Science 66, 603-612

- WALDNER, D. N., M. E. DIKEMAN, R. R. SCHALLES, W. G. OLSON, P. L. HOUGHTON, J. A. UNRUH & L. R. CORAH (1992)  
Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age  
*Journal of Animal Science* 70, 3044-3054
- WESTERVELT, R. G., J. R. STOUFFER, H. F. HINTZ & H. F. SCHRYVER (1976)  
Estimating fatness in horses and ponies  
*Journal of Animal Science* 43, 781-785
- WANG, J., & DEURENBERG, P. (1996)  
The validity of predicted body composition in Chinese adults from anthropometry and bioelectrical impedance in comparison with densitometry  
*British Journal of Nutrition* 76, 175-182
- WHITTAKER, A. D., B. PARK, B. R. THANE, R. K. MILLER & J. W. SAVELL (1992)  
Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat  
*Journal of Animal Science* 70, 942-952
- WILDMAN, E. E., G. M. JONES, P. E. WAGNER, R. L. BOMAN, H. F. TROUTT, JR., & T. N. LESCH (1982)  
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics  
*Journal of Dairy Science* 65, 495-501
- WILKINSON, M. J. A., & N. A. MCEVAN (1991)  
Use of ultrasound in the measurement of subcutaneous fat and prediction of total body fat in dogs  
*The Journal of Nutrition* 121, Supplements, 47-50
- WILLIAMS, R. E., J. K. BERTRAND, S. E. WILLIAMS & L. L. BENYSHEK (1997)  
Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses  
*Journal of Animal Science* 75, 7-13
- WILTBANK, J. N., W. W. ROWDEN, J. E. INGALLS, K. E. GREGORY & R. M. KOCH (1962)  
Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows  
*Journal of Animal Science* 21, 219-225
- WILTBANK, J. N., W. W. ROWDEN, J. E. INGALLS & D. R. ZIMMERMAN (1964)  
Influence of post-partum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving  
*Journal of Animal Science* 23, 1049-1053
- WISHMEYER, D. L., G. D. SNOWDER, D. H. CLARK & N. E. COCKETT (1996)  
Prediction of live lamb chemical composition utilizing electromagnetic scanning (ToBEC)  
*Journal of Animal Science* 74, 1864-1872
- WISSDORF, H., H. GERHARDS, B. HUSKAMP & E. DEEGEN (2002)  
Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 2. Auflage  
Verlag M. & H. Schaper Alfeld-Hannover

WRIGHT, B. (1998)

Body condition scoring

Online im Internet: URL:

<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/horses/facts/bodycon.htm> [Stand 14.01.02]

WRIGHT, I. A., & A. J. F. RUSSEL (1984a)

Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows

Journal of the British Society of Animal Production 38, 23-32

WRIGHT, I. A., & A. J. F. RUSSEL (1984b)

Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows

Journal of the British Society of Animal Production 38, 33-44

## VIII. ANHANG

### 1. Tabellen

**Tab. I:** BCS für die sieben einzelnen Körperregionen und Gesamt-BCS nach dem System von HENNEKE et al. (1983) (n=40)

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Widerrist	Schultern	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Radieschen	Bayer	8	Stute	6	6	7	7	9	6	7	6,9
Dingi	Bayer	12	Stute	6	5	6	5	7	4	5	5,4
Piroschka	Bayer	4	Stute	5	5	7	5	4	4	7	5,3
Raskan	Bayer	8	Hengst	6	6	8	6	8	6	8	6,9
Rawey II	Bayer	4	Wallach	5	5	6	5	5	4	5	5
Rawey I	Bayer	5	Wallach	6	6	7	5	8	6	7	6,4
Leo	Bayer	5	Wallach	6	6	7	5	8	6	7	6,4
Racoon	Bayer	4	Hengst	4	5	5	4	4	3	4	4,1
Ti Amo	Dt. Reitpferd	16	Wallach	6	6	8	6	9	3	8	6,6
Roodepoort	Bayer	4	Hengst	4	5	5	4	4	3	5	4,3
Elliot	Bayer	5	Wallach	5	5	6	6	5	4	5	5,1
Ammersee	Bayer	11	Hengst	5	5	6	5	5	3	5	4,9
Rautenstein	Bayer	14	Hengst	5	6	6	5	6	3	6	5,3
Grandioso	Hannoveraner	24	Hengst	5	3	6	4	4	2	4	4
Champion	Bayer	14	Hengst	5	6	7	5	6	3	6	5,4
Pilotek	Bayer	8	Hengst	6	6	7	6	6	3	7	5,9
Adlergrund	Bayer	15	Hengst	5	6	6	6	5	3	6	5,3
Asti Spum.	Oldenburger	6	Hengst	5	3	5	4	5	3	4	4,1
Edson	Holländer	5	Hengst	5	5	6	5	8	3	7	5,6
Legendär	Holsteiner	7	Hengst	5	6	7	5	6	3	7	5,6
Acord'sCha.	Holsteiner	4	Hengst	5	5	6	5	8	3	6	5,4
Rivero II	Bayer	8	Hengst	6	7	7	6	6	3	6	5,9
Pour Plaisir	Bayer	5	Hengst	5	5	6	5	6	3	6	5,1

## Fortsetzung Tab. I

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Widerrist	Schultern	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Feuerglut	Westfale	13	Hengst	5	5	6	6	6	3	7	5,4
Tempeltanz	Vollblut	15	Hengst	5	5	6	5	6	3	6	5,1
Regen	Westfale	15	Hengst	6	6	6	5	8	3	6	5,7
Mattheis	Bayer	15	Hengst	5	5	6	5	6	3	6	5,1
Livinio	Bayer	4	Hengst	5	5	6	5	7	3	6	5,3
Sir Tom	Holsteiner	9	Hengst	6	6	6	5	6	3	7	5,6
Wetten Daß	Bayer	7	Hengst	5	5	6	6	7	3	7	5,6
Grauspecht	Bayer	17	Hengst	6	6	7	6	7	4	7	6,1
Geronimo	Moritzburger	14	Hengst	7	6	7	6	9	4	7	6,6
Landstallm.	Bayer	4	Hengst	5	5	6	6	6	3	6	5,3
Quando	Bayer	4	Wallach	5	5	6	6	7	3	6	5,4
Samba Bra- zil	Bayer	4	Wallach	5	5	6	5	6	3	6	5,1
Rex Rubin	Bayer	4	Wallach	5	5	6	5	8	3	7	5,6
Solist	Bayer	4	Hengst	5	6	6	6	7	3	6	5,6
Lindford	Bayer	4	Wallach	5	5	6	6	7	3	6	5,4
Budweiser	Bayer	4	Wallach	5	5	7	6	5	3	6	5,3
Leroy	Bayer	4	Wallach	5	5	6	5	6	4	7	5,4
Mittelwert				5,3	5,3	6,3	5,3	6,4	3,4	6,2	5,5

**Tab. II:** BCS für die sechs einzelnen Körperregionen und Gesamt-BCS nach dem neuen System (n=95)

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Leader	Hesse	7	Hengst	7	5	6	5	6	5	5,7
Anjou	Hesse	15	Hengst	7	7	7	7	7	7	7
Alpenkönig	Hesse	20	Hengst	7	6	5	6	6	6	6
Aargau	Hesse	12	Hengst	7	6	6	6	6	6	6,2
Chasseur II	Hesse	13	Hengst	8	6	6	6	6	6	6,3
Tizian	Hesse	6	Wallach	7	6	6	7	6	7	6,5
Reinh.wald	Hesse	4	Hengst	7	7	7	7	7	6	6,8
Cyrano	Hesse	11	Hengst	6	6	5	6	6	5	5,7
Fulminant	Hesse	9	Hengst	7	7	6	6	6	6	6,3
Trend	Hesse	14	Hengst	6	6	6	6	6	6	6
Davignon	Hesse	10	Hengst	9	7	7	7	7	7	7,3
Frisbee	Hesse	20	Hengst	8	5	5	4	6	5	5,5
Unhold xx	Vollblut	16	Hengst	6	5	5	5	5	5	5,2
Gropius	Hesse	5	Wallach	6	6	6	6	6	6	6
VonRhetor	Hesse	3	Hengst	6	5	6	5	6	5	5,5
Rabanus	Holstein	17	Hengst	8	5	5	5	5	5	5,5
Gorbi	Hesse	15	Hengst	6	5	6	5	6	6	5,7
Pianist	Hesse	11	Wallach	5	7	6	7	6	6	6,2
Amfortus	Hesse	19	Hengst	7	6	6	5	6	5	5,8
Folkwang	Hesse	11	Wallach	5	6	6	6	6	6	5,8
Accept	Hesse	8	Hengst	8	6	6	6	5	5	6
D online	Hesse	4	Hengst	5	6	6	6	6	6	5,8
Dartagnon	Hesse	7	Hengst	8	6	6	6	6	7	6,5
Don Stefano	Hesse	9	Hengst	6	6	6	6	6	6	6
Epernay	Hesse	3	Hengst	5	5	5	5	5	5	5

## Fortsetzung Tab. II

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Logarithmus	Hesse	8	Hengst	8	6	5	6	6	5	6
Reflektor	Hesse	16	Hengst	8	6	6	6	7	6	6,5
Fabioso	Hesse	13	Hengst	7	6	6	6	6	6	6,2
Doge	Hesse	25	Hengst	6	6	6	5	6	5	5,7
Rossignol	Hesse	4	Hengst	5	5	5	5	5	4	4,8
FulmiPikBube	Hesse	3	Hengst	7	6	6	6	6	6	6,2
Rudolf	Hesse	4	Hengst	7	7	6	7	7	6	6,7
Albano	Hesse	5	Wallach	5	6	6	6	6	5	5,7
Freibeuter	Hesse	8	Wallach	5	8	6	7	7	6	6,5
Recke	Hesse	5	Hengst	7	6	6	6	6	6	6,2
Reverend	Hesse	12	Hengst	8	6	6	6	6	6	6,3
Rhodium	Hesse	6	Hengst	6	6	6	6	6	6	6
Fuego	Hesse	15	Hengst	8	6	6	6	6	6	6,3
Ricardo	Hesse	4	Wallach	6	5	5	6	5	5	5,3
Corelli	Hesse	16	Hengst	8	6	5	6	6	5	6
Tenno	Hesse	10	Hengst	6	6	6	6	6	6	6
Germane	Hesse	11	Hengst	6	5	5	6	5	5	5,3
Contrast	Hesse	6	Hengst	6	6	6	6	6	6	6
Radius	Hesse	15	Hengst	8	6	6	6	6	6	6,3
BurlajBej	Hesse	13	Hengst	6	7	6	6	6	6	6,2
Sunrise	Hesse	10	Hengst	7	7	6	6	6	6	6,3
Rochman	Hesse	7	Hengst	7	7	6	6	6	6	6,3
Rhetor	Hesse	7	Hengst	6	6	5	5	5	5	5,3
Rondo	Hesse	7	Hengst	6	5	5	5	5	5	5,2
Zentgraf	Hesse	11	Wallach	5	5	5	5	6	5	5,2
Georg	Hesse	14	Wallach	5	5	5	6	5	5	5,2

## Fortsetzung Tab. II

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Wilhelmus	Hesse	6	Hengst	6	5	5	4	5	5	5
Donnerglanz	Hesse	5	Wallach	5	6	6	6	5	6	5,7
Fiskus	Hesse	4	Wallach	6	5	5	5	5	5	5,2
Piscator	Hesse	10	Wallach	5	6	6	5	6	6	5,7
Alto	Hesse	9	Wallach	6	6	6	6	5	6	5,8
Fridericus	Hesse	12	Wallach	6	6	5	4	5	5	5,2
V.Fulminant	Hesse	3	Hengst	6	5	5	4	5	5	5
V.Aleman	Hesse	3	Hengst	5	6	6	5	6	6	5,7
Speedy	Württemberg	14	Wallach	5	5	5	6	6	5	5,3
Esmeralda	Württemberg	10	Stute	6	6	6	7	6	7	6,3
Michel	Trakehner	5	Wallach	6	5	5	6	5	5	5,3
Sedrik	Württemberg	12	Wallach	5	5	5	6	5	5	5,2
Djakarta	Hannoveraner	10	Stute	6	5	5	5	5	6	5,3
Mr. Bean	Württemberg	10	Wallach	6	6	5	5	5	5	5,3
Wolkentänzer	Hannoveraner	7	Wallach	7	7	6	7	5	6	6,3
Monarch	Württemberg	18	Wallach	5	5	4	4	5	4	4,5
Weltano	Hannoveraner	3	Wallach	4	6	5	5	5	5	5
Walt Disney	Württemberg	14	Stute	6	6	7	6	6	5	6
Sirius	Bayer	16	Wallach	4	8	8	7	8	7	7
Grille	Württemberg	22	Stute	7	6	4	4	4	5	5
Perfect Lady	Württemberg	12	Stute	6	6	5	6	5	5	5,5
Wilma	Württemberg	12	Stute	6	5	5	6	5	5	5,3
Carlos	Württemberg	12	Wallach	6	6	5	5	5	5	5,3
Veran	Pole	12	Wallach	5	5	5	6	5	6	5,3
Lanzelot	Württemberg	12	Wallach	6	8	7	8	7	7	7,2
Lord Windsor	Württemberg	12	Wallach	7	9	8	8	7	8	7,8

## Fortsetzung Tab. II

Name	Rasse	Alter	Geschlecht	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüften	Schweifansatz	Gesamt
Suleika	Knabstrupper	12	Stute	6	8	5	6	6	6	6,2
Scilla	Knabstrupper	7	Stute	5	5	5	5	6	5	5,2
Victor	Bayer	20	Wallach	5	6	6	6	7	5	5,8
Lamin	Oldenburger	9	Wallach	5	8	7	7	7	6	6,7
Asterix	Westfale	24	Wallach	6	8	7	6	5	5	6,2
Cordial	Oldenburger	8	Wallach	6	7	7	7	7	5	6,5
Larissa	Hannoveraner	22	Stute	6	9	7	7	6	6	6,8
Gwendy	Hannoveraner	12	Stute	6	8	6	6	6	5	6,2
Lequito	Hannoveraner	9	Wallach	5	5	4	4	4	4	4,3
Leinemann	Hannoveraner	14	Wallach	5	5	4	5	3	4	4,3
Marvin	Hannoveraner	7	Wallach	6	6	6	6	7	7	6,3
Tip Top	Bayer	4	Wallach	6	6	6	7	6	6	6,2
Lugano	Hannoveraner	11	Wallach	6	7	6	7	7	6	6,5
Sunny	Württembergischer	15	Stute	6	7	5	5	6	7	6
Urban	Württembergischer	12	Wallach	5	6	5	5	5	5	5,2
Leonie	Württembergischer	7	Stute	5	6	6	8	6	7	6,3
Lucky	Württembergischer	21	Stute	7	8	6	6	6	6	6,5
Quentina	Württembergischer	12	Stute	5	6	5	6	5	5	5,3
Mittelwert				6,2	6,1	5,7	5,8	5,8	5,6	5,9

**Tab. III:** Biometrische Messungen (in cm), BCS (in Einheiten), Abschätzung nach der neuen Formel und Gewicht (in kg) bei Warmblutpferden (n=181)

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Daiquirri	Oldenburg	180	198	417	22	170	123	4,8	599	610
Rawey I	Bayer	181	201	437	23	178	128	5,8	663	665
Ti Amo	Dt. Reitpferd	179	199	414	21	169	123	6	602	611
Landstallm.	Bayer	180	195	430	22	179	129	5,8	637	658
Samba Brazil	Bayer	175	192	397	22	165	138	5,7	580	576
Rex Rubin	Bayer	173	189	400	21	167	123	6,2	554	538
Solist	Bayer	170	197	410	22	169	128	6	584	584
Lindford	Bayer	175	194	420	22	165	128	6	608	608
Leroy	Bayer	174	189	390	21	154	124	6	541	536
Chicco	Bayer	171	188	399	20	160	126	6,7	551	540
Nagual	Bayer	179	196	435	22	174	135	6,3	659	640
Wikinger	Bayer	183	200	450	23	176	131	5,8	692	670
Angelo	Vollblut	171	190	395	20	155	120	5,5	523	490
Gummi	Bayer	169	193	380	20	145	108	5,8	485	460
Aligander	Andalusier	169	195	365	20	167	130	7	514	520
Roodie	Bayer	185	203	433	23	172	129	6	674	705
Wax	Bayer	168	181	386	19	150	113	5,5	473	460
Wumm	Bayer	172	194	412	20	168	115	5,7	552	540
Wilder	Bayer	176	200	428	22	169	130	6,2	636	580
Pongraz	Bayer	182	205	434	24	172	125	6	671	680
Pomuchl II	Bayer	191	215	445	24	179	130	6	732	720
Poker	Bayer	181	205	438	22	179	126	4,8	647	680
Wildflug	Bayer	183	200	415	22	169	125	5,3	616	590
Wembley	Bayer	181	198	423	23	163	120	5,2	617	660
Carthago	Bayer	187	203	448	25	192	128	4,7	695	700
Romio	Bayer	181	193	426	22	172	127	5,5	623	607

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Hirius	Traber	163	187	390	21	155	120	4,5	483	485
Julius	Bayer	171	205	426	23	179	140	5,7	641	670
Village	Vollblut	171	192	400	21	166	122	4,5	529	500
Charly	Araber	160	179	386	20	154	105	4,2	425	440
Posaunist	Bayer	185	241	434	24	179	140	6,2	751	720
Pomuchel	Bayer	180	201	435	23	174	120	5	634	590
Galeriana	Vollblut	171	189	395	21	163	118	3,8	502	490
Royanna	Bayer	169	190	403	21	162	126	5,5	545	580
Grandessa	Bayer	178	197	430	23	173	130	4,3	622	610
Kaiserin	Bayer	174	190	404	20	159	115	5,7	539	520
Bionika	Vollblut	168	184	400	20	160	130	4,7	518	470
Diabola	Bayer	174	207	420	22	170	125	5,8	616	620
Gwendoline	Bayer	166	193	420	19	169	122	5,5	549	520
Riana	Bayer	172	191	415	20	165	115	5,8	555	530
Dingi	Bayer	177	199	430	22	174	124	5,5	623	650
Radieschen	Bayer	177	197	410	21	165	122	6,7	596	600
Raspbärli	Bayer	175	190	398	21	162	120	5,2	540	520
Piroschka	Bayer	174	190	394	21	165	113	5	518	545
Belle de jour	Bayer	172	194	406	19	170	121	5	536	540
Ballyporeen	Oldenburger	180	201	416	21	163	123	4,7	593	590
Legende	Bayer	176	201	411	21	171	126	5,7	593	620
Mallow	Trakehner	176	197	408	21	172	117	5,3	565	570
Wumboxa	Bayer	172	204	425	21	174	122	6,2	609	600
Pamina	Bayer	178	200	420	21	174	120	5,8	604	600
Wolga	Bayer	171	194	412	21	164	125	6,2	577	580
Romana	Bayer	180	220	438	22	174	120	6,2	674	680

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Wilde I	Bayer	185	212	443	22	181	132	6	699	720
Polamba	Bayer	176	208	430	23	173	123	6,3	648	660
Amadou	Bayer	178	196	422	21	168	122	4,8	591	597
Byrd	Oldenburger	179	197	430	20	172	123	4,2	593	580
Seiline	Bayer	177	206	439	21	181	135	6,7	672	686
Ammersee	Bayer	177	197	421	22	173	126	5,3	607	640
Rautenstein	Bayer	179	196	423	22	171	131	5,7	626	630
Grandioso	Hannoveraner	180	195	414	23	174	123	4,7	594	620
Champion	Bayer	175	190	411	22	164	129	6	590	620
Pilotek	Bayer	178	190	405	22	158	131	6,3	597	610
Adlergrund	Bayer	175	187	400	20	157	121	5,7	541	550
Asti Spuma.	Oldenburger	176	188	398	21	156	128	4,8	547	580
Edson	Holländer	175	191	401	21	160	125	6,2	567	560
Legendär	Holstein	181	198	418	22	174	130	6	629	645
Acord' sCha.	Holstein	173	188	410	22	158	124	6	574	585
Rivero II	Bayer	179	195	420	22	163	135	6	630	630
Pour Plaisir	Bayer	177	194	394	22	159	125	5,7	564	575
Feuerglut	Westfale	171	188	410	21	162	126	6	565	585
Tempeltanz	Vollblut	173	188	407	22	162	121	5,7	560	550
Regen	Westfale	181	191	425	22	171	138	6,2	645	630
Mattheis	Bayer	175	195	416	22	177	135	5,8	612	620
Livinio	Bayer	179	188	416	21	173	128	5,8	596	570
Wetten Daß	Bayer	181	196	413	22	168	135	6,3	631	640
Geronimo	Moritzburger	175	200	435	24	176	147	7	694	720
Santa Claus	Bayer	171	187	408	22	171	130	5,5	566	580
Raskan	Bayer	181	203	420	22	179	135	6,8	658	680

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Racoon	Bayer	182	203	420	22	173	135	5,5	642	660
Roodepoort	Bayer	180	194	410	21	166	130	5,2	591	580
Rawey II	Bayer	173	186	403	21	172	129	4,8	546	570
Rumpel	Bayer	174	191	410	22	157	118	5,2	560	580
Maccaro	Trakehner	177	194	414	21	175	130	6	601	620
First Time	Bayer	178	194	420	22	172	130	5,8	617	610
Rookie	Bayer	173	197	411	21	160	127	5	572	583
Pionir	Bayer	175	200	426	22	168	135	6,3	640	620
Leader	Hesse	174	188	413	21	177	125	5,7	572	560
Anjou	Hesse	174	189	408	21	167	127	6,8	584	560
Alpenkönig	Hesse	174	187	410	21	165	126	5,8	569	540
Aargau	Hesse	175	188	391	20	164	120	6,2	533	550
Chasseur II	Hesse	179	192	430	22	180	135	6,3	646	640
Tizian	Hesse	180	202	405	21	175	122	6,5	600	610
Reinh.wald	Hesse	175	192	416	22	180	134	6,8	620	600
Cyrano	Hesse	178	190	415	21	170	125	5,7	588	590
Fulminant	Hesse	174	194	403	21	160	120	6,3	566	570
Trend	Hesse	176	196	406	22	174	135	6	602	580
Davignon	Hesse	159	167	348	18	149	118	7,3	398	400
Frisbee	Hesse	175	192	423	22	183	125	5,5	599	610
Unhold xx	Vollblut	175	190	406	21	168	120	5,2	552	540
Gropius	Hesse	175	195	411	21	171	130	6	592	590
VonRhetor	Hesse	177	197	410	22	173	125	5,5	591	590
Rabanus	Hesse	183	200	438	23	186	132	5,5	670	690
Gorbi	Hesse	176	193	412	21	185	130	5,7	589	590
Pianist	Hesse	172	190	386	20	160	120	6,2	521	550

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Amfortus	Hesse	174	194	414	21	170	125	5,8	583	610
Folkwang	Hesse	176	192	411	21	165	123	5,8	578	570
Accept	Hesse	177	191	403	21	170	135	6	587	580
D online	Hesse	173	185	396	21	172	115	5,8	526	540
Dartagnon	Hesse	174	195	414	21	170	126	6,5	595	600
Don Stefano	Hesse	173	191	410	21	170	125	6	573	590
Epernay	Hesse	179	190	398	21	160	110	5	533	520
Logarithmus	Hesse	176	190	407	21	170	130	6	582	600
Reflektor	Hesse	182	194	433	21	175	130	6,5	650	670
Fabioso	Hesse	181	205	423	22	173	120	6,2	633	610
Doge	Hesse	178	187	412	23	160	120	5,7	584	550
Rossignol	Hesse	181	193	420	23	167	125	4,8	608	590
FulmiPikBub	Hesse	174	197	429	22	165	127	6,2	624	630
Rudolf	Hesse	172	193	395	20	160	124	6,7	551	530
Albano	Hesse	176	195	420	20	165	118	5,7	580	590
Freibeuter	Hesse	182	204	425	22	165	120	6,5	642	690
Recke	Hesse	173	190	421	20	170	130	6,2	592	600
Reverend	Hesse	178	192	414	22	170	121	6,3	598	590
Rhodius	Hesse	170	181	393	21	165	115	6	511	510
Fuego	Hesse	175	197	418	22	177	135	6,3	624	620
Ricardo	Hesse	177	195	408	22	170	125	5,3	583	620
Corelli	Hesse	177	195	420	22	170	135	6	625	620
Tenno	Hesse	175	195	410	22	172	130	6	597	590
Germane	Hesse	181	193	420	24	177	120	5,3	614	650
Contrast	Hesse	177	194	392	21	170	130	6	567	570
Radius	Hesse	177	192	423	21	172	130	6,3	617	600

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
BurlajBej	Hesse	174	188	394	20	161	125	6,2	543	550
Sunrise	Hesse	174	190	416	20	175	130	6,3	589	600
Rochman	Hesse	179	195	429	21	170	130	6,3	635	640
Rhetor	Hesse	180	198	422	21	164	123	5,3	607	640
Rondo	Hesse	183	194	420	22	179	125	5,2	613	630
Zentgraf	Hesse	172	196	411	21	173	122	5,2	563	570
Georg	Hesse	185	203	436	23	172	125	5,2	661	630
Wilhelmus	Hesse	177	202	420	22	175	128	5	610	630
Donnerglanz	Hesse	177	199	424	22	168	125	5,7	617	600
Fiskus	Hesse	180	202	416	22	165	125	5,2	610	620
Piscator	Hesse	178	193	417	21	165	120	5,7	587	600
Alto	Hesse	171	188	397	22	164	117	5,8	536	550
Fridericus	Hesse	173	195	404	21	172	115	5,2	543	530
V.Fulminant	Hesse	180	196	412	21	170	118	5	577	560
V.Aleman	Hesse	169	191	405	21	165	116	5,7	537	540
Speedy	Württemberg	182	198	427	22	172	117	5,3	617	614
Esmeralda	Württemberg	176	200	412	21	172	120	6,3	593	568
Michel	Trakehner	178	188	422	21	180	120	5,3	584	602
Sedrik	Württemberg	177	192	415	21	181	121	5,2	575	588
Djakarta	Hannoveraner	184	203	425	22	180	130	5,3	645	616
Mr. Bean	Württemberg	173	188	394	22	165	125	5,3	541	554
Wolkentänzer	Hannoveraner	184	200	441	22	188	130	6,3	679	656
Monarch	Württemberg	183	192	418	25	185	128	4,5	621	574
Weltano	Hannoveraner	175	192	415	22	170	123	5	577	546
Walt Disney	Württemberg	176	200	418	23	180	120	6	610	618
Sirius	Bayer	181	198	425	22	175	130	7	653	672

## Fortsetzung Tab. III

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Körperlänge	Halsumfang	BCS	Berechnung	Gewicht
Grille	Württemberg	167	181	391	22	160	115	5	493	476
Perfect Lady	Württemberg	165	184	400	21	170	120	5,5	513	514
Wilma	Württemberg	191	210	458	24	195	139	5,3	749	744
Carlos	Württemberg	179	190	411	21	180	130	5,3	587	574
Veran	Pole	178	192	418	22	172	123	5,3	594	590
Lanzelot	Württemberg	171	195	412	22	172	132	7,2	609	564
Lord Windsor	Württemberg	158	183	389	20	164	120	7,8	502	506
Suleika	Knabstrupper	162	185	392	19	165	120	6,2	491	484
Scilla	Knabstrupper	160	176	397	19	171	110	5,2	453	478
Victor	Bayer	184	199	411	22	183	125	5,8	618	588
Lamin	Oldenburger	184	201	430	23	179	124	6,7	666	682
Asterix	Westfale	186	204	440	25	185	130	6,2	705	662
Cordial	Oldenburger	175	190	404	21	167	125	6,5	574	572
Larissa	Hannoveraner	170	200	406	21	170	123	6,8	579	572
Gwendy	Hannoveraner	171	192	407	20	172	120	6,2	553	558
Lequito	Hannoveraner	182	196	401	20	170	115	4,3	545	542
Leinemann	Hannoveraner	188	201	418	23	173	120	4,3	620	624
Marvin	Hannoveraner	176	199	427	22	174	125	6,3	628	638
Tip Top	Bayer	177	195	400	21	169	120	6,2	568	558
Lugano	Hannoveraner	176	196	409	22	167	120	6,5	591	596
Sunny	Württemberg	170	194	412	21	173	125	6	572	550
Urban	Württemberg	177	190	405	21	168	116	5,2	550	548
Leonie	Württemberg	172	193	406	20	172	116	6,3	552	530
Lucky	Württemberg	170	199	405	20	170	115	6,5	554	556
Quentina	Württemberg	172	194	408	20	172	120	5,3	549	558

**Tab. IV:** Prüfung der entworfenen multiplen Regressionsgleichung für die Abschätzung des Gewichts:  
Biometrische Messungen (in cm), BCS, geschätztes Gewicht (in kg) und tatsächliches Gewicht (in kg) (n=209)

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Madonna	Bayer	173	196	411	21	129	5,3	578	614
Dolce Vita	Bayer	171	191	408	20	117	4,4	525	552
Mathexe	Bayer	173	197	428	21	130	4	589	576
Wilde Sommerin	Bayer	174	195	425	20	130	3,7	573	578
Gina Ginelli	Bayer	174	195	419	20,5	122	5,3	578	632
Arabella	Bayer	171	195	418	20	116	5,2	554	606
Diesonne	Bayer	174	195	422	20	124	4,6	572	604
Santasena	Bayer	170	192	407	20	127	4,3	536	564
Pilotina	Bayer	169	198	396	20	128	4,7	530	568
Rebellige	Bayer	169	197	424	20	131	5,2	583	532
Jucathe	Bayer	170	191	408	20	124	3,3	518	568
Adika	Bayer	176	194	402	20	130	4,2	549	488
Dynastie	Bayer	171	191	386	19	124	4,5	496	439
Allüre	Bayer	173	192	409	20	125	3,2	528	516
Sandy	Bayer	172	196	408	20	128	4,6	553	606
Polliaster	Bayer	172	195	404	19,5	131	5,2	555	570
Adlerschwinge	Bayer	170	188	408	19,5	122	4,8	528	538
Arabella	Bayer	173	197	419	19	134	5,2	584	612
Grace Kelly	Bayer	171	194	413	20,5	136	5,5	583	602
Garonne	Bayer	175	200	424	20	144	5,8	631	662
Edelweiß	<b>Bayer</b>	177	205	439	21,5	145	5,5	673	730
Philadelphia	Bayer	179	199	418	20	140	5	614	606
Gräfin	Bayer	169	203	414	20	134	6	592	614
La Plume	Bayer	179	204	437	21	138	5	653	684
Cheez Nouz	Bayer	178	200	423	20	144	5,7	635	578

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Weißer Lady	Bayer	174	208	433	21	135	5,8	646	666
Dina	Bayer	167	190	412	20	130	3,8	531	560
Eime	Bayer	167	190	419	21	126	5	558	598
Cora	Bayer	171	194	401	19,5	137	4,9	552	598
Shila	Bayer	163	185	394	19	133	4,7	496	514
24601	Bayer	165	175	380	21	115	5	456	459
60960	Bayer	159	163	362	18,5	108	4,8	369	394
Bayernbrand 523	Bayer	157	171	364	19,5	115	4,3	387	387
Bayernbrand 260	Bayer	162	170	355	20	113	5	394	412
Bayern 068	Bayer	158	173	362	20,5	111	5	399	410
60860	Bayer	161	173	370	19	110	5,2	410	399
Roger	Bayer	171	192	392	19,5	128	5,3	527	528
Tabor	Bayer	173	197	407	21	132	5,3	578	537
Prinz	Bayer	163	183	395	18,5	121	4,7	474	444
70532	Bayer	174	200	410	21	130	5,3	586	584
Syrius	Bayer	168	191	406	21	130	5,5	554	516
Jessica	Bayer	173	129	404	19,5	123	5,3	459	524
Maika	Bayer	168	186	390	19,5	130	5,3	512	506
Arktis	Hannoveraner	168	192	401	20,5	124	5	529	566
Linkia	Hannoveraner	165	201	403	19	130	5,2	538	550
St. Tropez	Hannoveraner	172	205	426	20,5	139	6,8	643	652
Queen	Hannoveraner	174	206	427	21	138	5,7	636	682
Shuna	Hannoveraner	170	205	400	19,5	137	6	577	586
Wanda	Hannoveraner	170	212	408	20	135	5,8	596	618
Wilde Hilde	Hannoveraner	175	201	420	21	136	5,3	614	658
Santa Maria	Hannoveraner	182	207	444	21,5	146	5	691	686

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Wendelin	Bayer	174	190	400	22	133	4,5	556	566
Worlan	Bayer	162	180	382	19,5	123	5,2	463	483
White Point	Bayer	171	192	408	21	136	5	569	578
Diva	Bayer	170	194	405	20	138	5,3	565	578
68379	Bayer	169	191	405	20	134	5,2	551	544
88809	Bayer	169	203	418	21	135	5,3	597	634
40323	Bayer	169	191	396	20,5	148	5,7	568	548
24085	Bayer	171	192	402	20	127	5,3	544	546
35620I	Bayer	172	187	402	20,5	141	4,5	553	532
35620II	Bayer	174	189	395	21	129	5,5	549	552
37216I	Bayer	171	182	387	20,5	138	4,8	521	510
37216II	Bayer	169	190	397	20,5	138	5,5	551	550
43300I	Bayer	179	193	406	22	142	4,7	598	580
43300II	Bayer	182	201	410	22	141	5,3	631	622
41053I	Bayer	178	187	400	21,5	143	4,8	579	572
41053II	Bayer	179	192	411	21,5	136	4,8	595	598
43032	Bayer	171	187	397	21,5	133	4,5	537	532
68148	Bayer	174	190	411	21	134	5,5	582	556
43032	Bayer	171	193	410	21,5	129	4,8	564	568
27043I	Bayer	169	184	394	20	133	4,7	516	514
27043II	Bayer	170	193	395	20,5	132	4,8	536	526
60753	Bayer	173	197	402	20	129	4,8	552	528
12337	Bayer	167	184	383	19	128	5,5	492	474
43726I	Bayer	170	182	392	20,5	134	4,3	513	508
43726II	Bayer	177	193	380	21	134	4,7	535	560
35264I	Bayer	177	190	410	21,5	134	4,7	580	556

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
35264II	Bayer	175	197	394	21,5	133	5,3	567	584
37192I	Bayer	176	187	396	20,5	141	4,7	556	534
37192II	Bayer	177	195	410	21	142	5	600	570
89369I	Bayer	171	185	380	21	133	4,8	510	538
89369II	Bayer	174	197	407	21,5	134	4,8	580	556
87632I	Bayer	170	189	384	21	138	5,2	530	524
87632II	Bayer	171	190	396	21	129	5	537	548
29852	Bayer	175	186	411	21	137	4,8	575	536
24100	Bayer	172	184	404	20,5	135	4,7	545	524
38506	Bayer	173	187	405	21	141	5	570	510
36700	Bayer	168	175	386	20	130	4,5	482	453
29852	Bayer	174	195	407	22	138	5,5	595	592
43611	Bayer	172	202	392	20,5	129	5,3	551	550
38500	Bayer	174	194	382	21	133	5,5	542	564
36700	Bayer	170	182	395	20	124	4,5	502	478
24100	Bayer	176	193	402	20	135	5,5	573	548
14534	Bayer	167	189	382	18,5	122	5,2	480	475
54214I	Bayer	168	176	394	20	135	4,8	508	479
54214II	Bayer	170	184	398	20,5	127	4,8	521	518
36751	Bayer	170	185	385	19,5	127	5,2	501	471
37341I	Bayer	169	180	380	20	130	4,3	480	460
37341III	Bayer	173	191	390	20	120	5	515	512
39929	Bayer	181	216	433	21	145	5,5	685	682
7197	Bayer	172	196	415	21,5	135	5	589	596
41551	Bayer	178	199	406	22	135	5,3	602	608
45551	Bayer	170	179	392	21	135	5	523	518

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
19517	Bayer	180	198	418	23	130	4,7	614	606
39309I	Bayer	177	193	421	21,5	141	4	603	582
39309II	Bayer	180	199	422	22	144	4,3	632	610
12619I	Bayer	171	184	400	21	135	4,5	537	522
43261I	Bayer	166	175	387	21	120	4	463	474
37612	Bayer	168	193	397	21,5	132	4,8	540	540
43261III	Bayer	169	187	400	20,5	123	4,3	513	498
12619II	Bayer	174	197	406	21	139	4,8	582	556
37612	Bayer	175	195	402	21	138	5,2	579	568
43148I	Bayer	170	185	390	20,5	133	4,8	519	487
43148II	Bayer	170	191	396	20,5	137	5	545	521
39155	Bayer	168	190	395	20	127	5,3	523	502
81972	Bayer	171	192	404	21	135	5,2	563	552
42305I	Bayer	167	177	383	20,5	124	4,8	477	475
42305II	Bayer	170	188	390	20,5	125	5,2	516	516
33038I	Bayer	172	190	402	21,5	140	4,8	566	524
33038II	Bayer	172	201	400	21,5	135	5,3	577	600
88883	Bayer	171	188	378	19	128	5,3	497	473
89458I	Bayer	165	179	392	19,5	132	4,5	489	481
89458II	Bayer	169	187	394	20	127	4,8	513	508
53818	Bayer	180	196	405	20,5	135	5,5	595	588
Zadara	Vollblut	166	179	390	18	121	4,3	459	442
Traumgräfin	Oldenburger	178	204	431	19,5	144	5,1	642	654
Kordula	Oldenburger	176	197	407	19,5	140	4,8	581	560
Donski I	Trakehner	170	186	397	20	140	4,7	536	536
Donski II	Trakehner	168	189	374	19,5	138	4,8	496	454

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Deiwis I	Trakehner	173	182	390	20	132	4,7	516	546
Deiwis II	Trakehner	172	185	406	20	134	4,8	547	580
Melli I	Trakehner	167	180	380	18	125	5	464	476
Melli II	Trakehner	165	182	390	18	130	5,2	487	472
Dora	Trakehner	179	212	442	22	143	5,7	694	742
Mira	Trakehner	171	195	410	19	135	5,3	566	582
Momo	Trakehner	174	203	414	19	137	6,7	612	612
Lobby	Trakehner	173	202	410	19	139	6,5	603	642
Reseda	Westfalen	178	196	422	20,5	131	5,2	605	612
Roman	Warmblut	143	164	346	18,5	111	4,1	298	365
Lamiro	Holsteiner	186	210	428	23	136	7	702	710
Lady	Appaloosa	175	200	420	21	128	3,8	580	648
Smartie	Appaloosa	165	190	382	19,5	132	5,2	497	548
Spotti	Appaloosa	154	188	380	18	134	5,3	459	510
Rosi	Appaloosa	160	185	372	19	129	5,5	459	471
Lacie Touch	Appaloosa	160	196	400	19	133	6	530	618
Dshasur	Araber	155	172	362	18	120	4,8	385	407
Dshohara v. Dahab	Araber	163	187	382	17,5	122	5,8	470	496
Sahira v. Dahab	Araber	165	190	376	17,5	125	6	477	484
Gamila	Araber	158	188	377	17	131	6,7	472	468
Diama	Araber	161	185	360	17	120	5,8	422	425
Kasar	Shagya Araber	158	177	362	18	116	5	396	423
Optima	Haflinger	155	183	378	19	133	5,8	463	450,5
Otella	Haflinger	150	181	378	18,5	123	5,8	430	481
53751	Haflinger	155	179	362	20	129	5,7	432	438

## Fortsetzung Tabelle IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Only Number One	Haflinger	153	175	374	19,5	124	5,5	427	440
23335	Haflinger	154	170	364	20	119	5,3	401	419
63824	Haflinger	154	172	361	19	130	5,7	413	407
Winnie	Haflinger	146	166	360	18	118	5,7	359	402
40618	Haflinger	152	167	360	20	118	5,2	381	398
55470	Haflinger	152	172	362	19	128	5,3	402	411
Natascha	Haflinger	156	189	395	19	129	5	483	536
Narena	Haflinger	151	176	378	18	122	5,3	414	471
Wanja	Haflinger	154	198	403	19,5	128	5,8	515	542
Limona	Haflinger	158	200	404	18,5	126	5,2	511	548
Perle	Haflinger	150	195	382	18,5	132	5,7	466	516
Oxana	Haflinger	162	190	410	20	137	6,2	557	574
Orietta	Haflinger	154	175	389	18,5	124	5,3	444	491
Olanda	Haflinger	154	181	376	18	131	6,2	450	440
Odessa	Haflinger	154	181	384	18,5	125	5,5	448	461
Dundee	Quarter	154	175	382	18,5	127	5,5	440	476
Rainy Day Marie	Quarter	152	176	376	17	114	5,2	393	457
Santacha	Quarter	163	181	373	17,5	125	4,7	437	472
Royal Steel Magnolia	Quarter	152	181	382	19	115	4,5	414	456
Miss Zansabelle	Quarter	159	191	393	18,5	125	4,5	474	498
Miss Toni Quixote	Quarter	157	185	397	18,5	121	4,2	457	502
Nancys Cheraty	Quarter	163	188	397	19	126	4	485	486
Miss Jaccy Bar	Quarter	160	197	392	19	135	4,3	499	518
Miss Rio Chichotte	Quarter	156	178	389	17	124	4,8	437	454

## Fortsetzung Tab. IV

Name	Rasse	Bandmaß	Brustumfang	Körperumfang	Röhrbein	Halsumfang	BCS	Schätzung	Gewicht
Joe	Quarter	160	176	380	18,5	128	5,8	460	480
Lena's Glowing Star	Quarter	154	178	369	17	124	4,8	401	389
Pearl	Quarter	155	182	394	18	129	5,5	470	404
Lady	Quarter	156	184	414	19	130	5	507	446
Donna	Quarter	159	193	399	19	130	5	504	493
Inka	Tinker	163	199	412	20	150	6,2	594	612
Savanna	Knabstrupper	159	180	371	18	136	5,7	455	460
Bonita	Knabstrupper	159	182	390	18	121	5,7	465	504
Little Indian Summer	Knabstrupper	163	188	407	19	129	5,7	527	558
Little Isabo I	Knabstrupper	165	179	388	18,5	119	4,5	457	468
Little Isabo II	Knabstrupper	168	182	394	19,5	127	5,3	508	473
Little Fantaghiro I	Knabstrupper	158	174	374	19	115	4,8	413	424
Little Fantaghiro II	Knabstrupper	161	180	381	19	121	4,8	447	407
53292	Süddt. Kaltblut	170	199	419	23	146	5,3	624	606
63921	Süddt. Kaltblut	169	188	408	22	130	4,3	546	584
43471	Süddt. Kaltblut	165	190	418	23	143	5	589	594
40022	Süddt. Kaltblut	168	194	424	25	142	5,7	631	642
39679	Süddt. Kaltblut	165	195	415	25	136	5,3	597	592
55404	Süddt. Kaltblut	169	193	420	24	133	5,7	607	626
56200	Süddt. Kaltblut	169	192	413	24	140	4,7	591	590
48384	Süddt. Kaltblut	167	189	414	24	131	5,2	577	582
48956	Süddt. Kaltblut	165	189	406	24	136	4,7	560	584
56849	Süddt. Kaltblut	177	200	425	23,5	145	6,2	666	664
55448	Süddt. Kaltblut	172	194	412	24,5	145	6	629	618

## Fortsetzung Tab. IV

<b>Name</b>	<b>Rasse</b>	<b>Bandmaß</b>	<b>Brustumfang</b>	<b>Körperumfang</b>	<b>Röhrbein</b>	<b>Halsumfang</b>	<b>BCS</b>	<b>Schätzung</b>	<b>Gewicht</b>
Ranka	Süddt.Kaltblut	175	216	448	23	156	5,9	727	754
Ranela	Süddt.Kaltblut	179	226	455	22,5	150	6,8	762	824
Nora	Süddt.Kaltblut	176	215	456	23	158	5,8	743	784
Rosine	Süddt.Kaltblut	177	212	435	22	146	5,2	676	740
Ratuna	Süddt.Kaltblut	183	233	444	24	156	7,3	790	826
Ramona	Süddt.Kaltblut	173	224	460	25	162	5,8	772	816
Ramira	Süddt.Kaltblut	175	202	438	23	140	4,4	649	682

## 2. Abbildungen



Abbildung I



Abbildung II



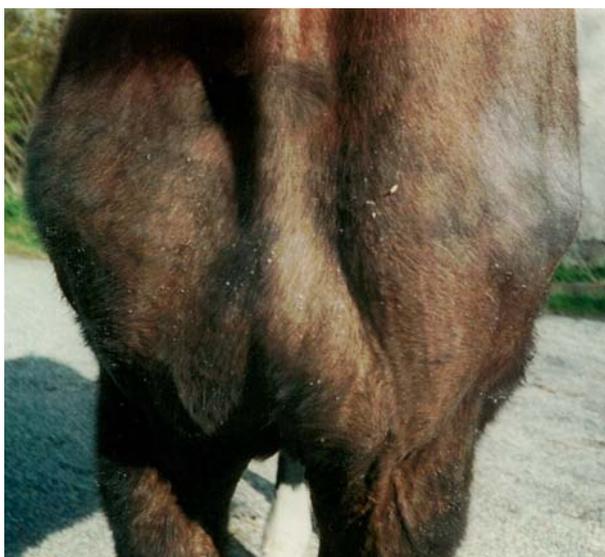
Abbildung III



**Abbildung IV**



**Abbildung V**



**Abbildung VI**



**Abbildung VII**



**Abbildung VIII**



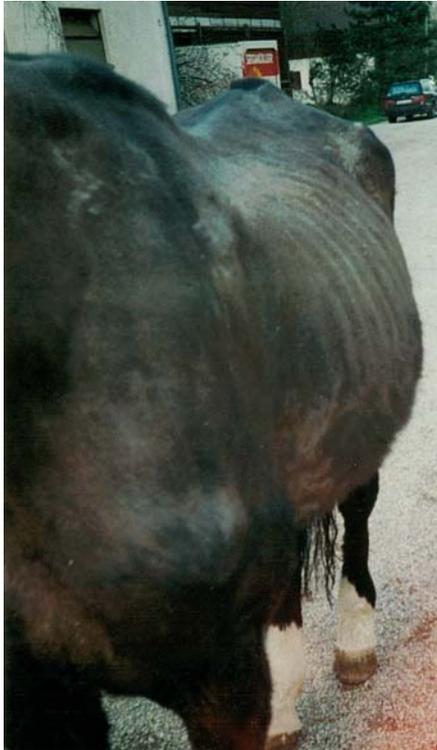
**Abbildung IX**



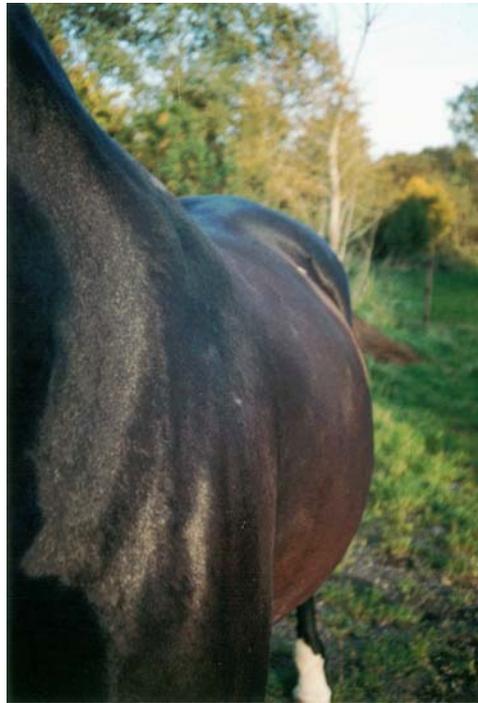
**Abbildung X**



**Abbildung XI**



**Abbildung XII**



**Abbildung XIII**



**Abbildung XIV**



**Abbildung XV**



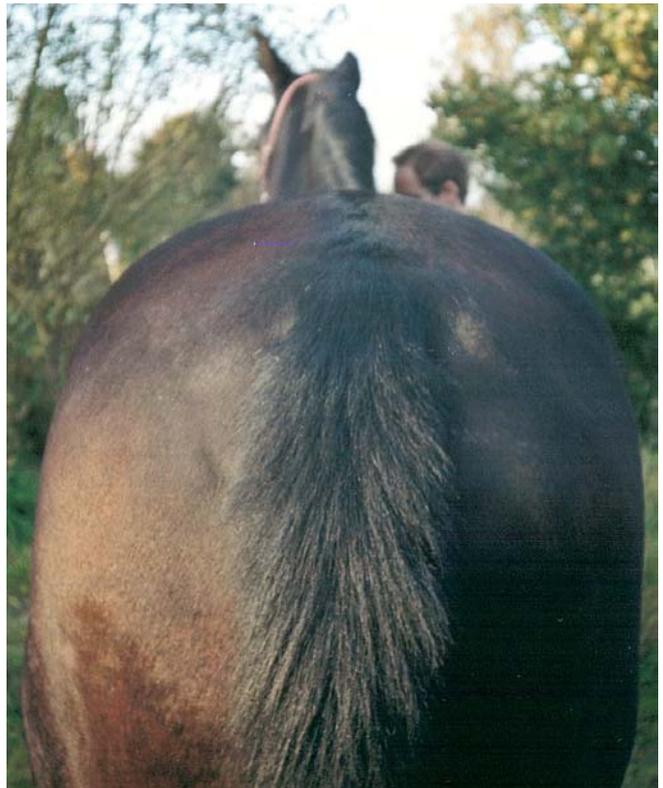
**Abbildung XVI**



**Abbildung XVII**



**Abbildung XVIII**



**Abbildung XIX**



**Abbildung XX**



**Abbildung XXI**



**Abbildung XXII**

---

## X. LEBENS LAUF

Name: Claudia Stephanie Schramme

Geburtsdatum: 26. Juni 1974

Geburtsort: Oettingen

Eltern: Hans-Jürgen Schramme, Apotheker  
Ilse Schramme, Apothekerin

Schulbildung: 1980-1984 Grundschule in Oettingen  
1984-1988 Albrecht-Ernst-Gymnasium Oettingen  
1988-1993 Wernher-von-Braun-Gymnasium Friedberg,  
Allgemeine Hochschulreife

Ausbildung 1993-1994 Ausbildungsstelle als Datenverarbeitungskauffrau

Studium: 1994-2000 Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Approbation: 19. April 2000

Dissertation: Seit 2000 Anfertigung der vorliegenden Doktorarbeit am Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

