

Aus dem Institut  
für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Lehrstuhl: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

---

**SUBSTANTIELLE QUALITÄTSPARAMETER BEI  
KAMELFLEISCH (*Camelus dromedarius*) -  
PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UND SENSORISCHE  
UNTERSUCHUNGEN**

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

von  
Céline Patricia Finke  
aus  
Konstanz

München 2005

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Referent: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. W. Rambeck

Tag der Promotion: 11. Februar 2005

Meiner Familie

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	13
2	Literatur .....	14
<b>2.1</b>	<b>Hintergrundinformationen zu Kameliden .....</b>	<b>14</b>
2.1.1	Zoologische Stellung.....	14
2.1.2	Abstammung und Domestikation .....	15
2.1.3	Weltweite Verbreitung.....	17
2.1.4	Das Dromedar als Fleischlieferant.....	20
2.1.4.1	Allgemeines .....	20
2.1.4.2	Fleisch .....	20
<b>2.2</b>	<b>Bedeutung von Fleisch für den Menschen .....</b>	<b>23</b>
2.2.1	Ernährungsphysiologische Bedeutung.....	23
2.2.1.1	Allgemeines .....	23
2.2.1.2	Eiweiß .....	24
2.2.1.3	Fett .....	26
2.2.1.4	Wasser.....	27
2.2.1.5	Vitamine.....	27
2.2.1.6	Mineralstoffe .....	28
2.2.1.7	Kohlenhydrate.....	30
2.2.1.8	Sonstige Inhaltsstoffe .....	30
2.2.2	Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland.....	31
2.2.2.1	Fleischproduktion in Deutschland .....	31
2.2.2.2	Verbrauch und Verzehr pro Kopf .....	32
<b>2.3</b>	<b>Fleischkonsum im Wandel .....</b>	<b>33</b>
2.3.1	Einflussfaktoren .....	33
2.3.2	Verbrauchererwartung früher und heute .....	36
<b>2.4</b>	<b>Fleischqualität .....</b>	<b>39</b>
2.4.1	Definitionen.....	39
2.4.2	Anatomisch-physiologische Grundlagen.....	43
2.4.2.1	Muskelgewebe.....	43
2.4.2.2	Fettgewebe .....	44
2.4.2.3	Bindegewebe .....	45
2.4.3	Postmortale Vorgänge in der Muskulatur.....	46
2.4.3.1	Allgemeines .....	46
2.4.3.2	Zustandekommen des pH-Wertes .....	46
2.4.3.3	Rigor mortis .....	47
2.4.3.4	Fleischreifung .....	47
2.4.4	Einflussfaktoren der Fleischqualität .....	48
2.4.4.1	Rasse .....	49
2.4.4.2	Geschlecht.....	50
2.4.4.3	Alter .....	51
2.4.5	Qualitätsabweichungen bei Fleisch.....	52
2.4.5.1	Abnorme Muskelverkürzung .....	52
2.4.5.2	Beschleunigte Glykolyse: PSE-Fleisch .....	53
2.4.5.3	Verzögerte/Unvollständige Glykolyse: DFD/DCB-Fleisch .....	54

<b>2.5</b>	<b>Substantielle Qualitätsparameter bei Fleisch</b>	<b>56</b>
2.5.1	Physikalisch-chemische Parameter	56
2.5.1.1	Chemische Zusammensetzung	56
2.5.1.2	pH-Wert	59
2.5.1.3	Brennwert	61
2.5.1.4	Fleischfarbe	62
2.5.1.5	Wasserbindungsvermögen	64
2.5.1.6	Zartheit	67
2.5.2	Sensorische Parameter	69
2.5.2.1	Allgemeines	69
2.5.2.2	Sinneswahrnehmungen	70
2.5.2.3	Prüfmethoden	72
2.5.2.3.1	Unterschiedsprüfungen	72
2.5.2.3.2	Beschreibende Prüfungen	73
2.5.2.3.3	Bewertende Prüfungen	74
<b>2.6</b>	<b>Fleisch vom Dromedar</b>	<b>74</b>
2.6.1	Schlachtung	74
2.6.1.1	Technik	74
2.6.1.2	Lebendgewicht und Schlachtagter	76
2.6.1.3	Schlachtertrag	76
2.6.1.4	Lagerung	78
2.6.2	Eigenschaften	78
2.6.2.1	Allgemeines	78
2.6.2.2	Chemische Eigenschaften	79
2.6.2.3	Physikalische Eigenschaften	82
2.6.2.4	Sensorik	83
<b>2.7</b>	<b>Einfuhr von Fleisch aus Drittländern</b>	<b>84</b>
<b>3</b>	<b>Eigene Untersuchungen</b>	<b>87</b>
<b>3.1</b>	<b>Material</b>	<b>87</b>
3.1.1	Allgemeines	87
3.1.2	Probenauswahl	87
3.1.2.1	Tierkollektiv	87
3.1.2.2	Probennahme	88
3.1.2.3	Lagerung und Transport	89
<b>3.2</b>	<b>Methoden</b>	<b>91</b>
3.2.1	Allgemeines	91
3.2.2	Chemische Untersuchung	91
3.2.2.1	Probenvorbereitung	92
3.2.2.2	Vollanalyse	92
3.2.2.2.1	Wasser	92
3.2.2.2.2	Asche	92
3.2.2.2.3	Fett	93
3.2.2.2.4	Rohprotein	93
3.2.2.2.5	Bindewebe	94
3.2.3	Physikalische Untersuchung	95
3.2.3.1	pH-Wert	95
3.2.3.2	Kalorimetrie	95
3.2.3.3	Farbmessung	96

3.2.3.4	Auspressbare Gewebeflüssigkeit.....	97
3.2.3.5	Bratsaftverlust.....	98
3.2.4	Sensorik.....	99
4	Ergebnisse .....	100
4.1	<b>Allgemeine Erläuterungen .....</b>	<b>100</b>
4.2	<b>Chemische Untersuchungen.....</b>	<b>101</b>
4.3	<b>Physikalische Untersuchungen .....</b>	<b>108</b>
4.3.1	pH-Wert .....	108
4.3.2	Kalorimetrie.....	109
4.3.3	Farbmessung.....	110
4.3.4	Auspressbare Gewebsflüssigkeit.....	114
4.3.5	Bratsaftverlust.....	115
4.4	<b>Sensorik .....</b>	<b>117</b>
4.5	<b>Signifikanzen und Korrelationen .....</b>	<b>120</b>
4.5.1	Allgemeines .....	120
4.5.2	Chemische Untersuchungen.....	120
4.5.3	Physikalische Untersuchungen.....	123
5	Diskussion .....	125
5.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>125</b>
5.2	<b>Vergleich eigener Ergebnisse mit Daten aus der Literatur.....</b>	<b>126</b>
5.2.1	Vergleich eigener Ergebnisse mit Fremddaten vom Kamel .....	126
5.2.2	Vergleich eigener Ergebnisse mit Fremddaten von Rindfleisch .....	133
5.3	<b>Richtwerte .....</b>	<b>137</b>
5.4	<b>Kamelfleisch als zusätzliche Fleischsorte in der Angebotspalette Deutschlands.....</b>	<b>138</b>
6	Schlussfolgerungen.....	142
7	Zusammenfassung.....	144
8	Summary .....	145
9	Literaturverzeichnis .....	146
10	Anhang .....	169

# Anhang

Anhang 1

Anhang 2

Anhang 3

Anhang 4

Anhang 5

Anhang 6

Anhang 7

Anhang 8

Anhang 9

Anhang 10

Anhang 11

Anhang 12

Anhang 13

Anhang 14

Anhang 15

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab.1:</b> Klassifizierung d. Kameliden .....	14
<b>Tab.2:</b> Übersicht über die Domestikation verschiedener Tierarten .....	16
<b>Tab. 3:</b> Schätzungen der Population in verschiedenen Ländern im Jahr 2003 .....	17
<b>Tab. 4:</b> Anteil der Kamelpopulation (Stand 1988) in Ostafrika .....	18
<b>Tab. 5:</b> Population der Neuweltkameliden .....	19
<b>Tab. 6:</b> Reproduktionsdaten verschiedener Tierarten .....	21
<b>Tab. 7:</b> Jährliche Fleischproduktion verschiedener Tierarten in Kenia .....	22
<b>Tab. 8:</b> Biologische Wertigkeit einiger Nahrungsproteine .....	25
<b>Tab. 9:</b> Eisengehalte in Fleisch .....	29
<b>Tab. 10:</b> Fleischverzehr in Deutschland 1998-2003 .....	33
<b>Tab. 11:</b> Vier Verlaufstypen im pH-Wert-Abfall beim Schwein .....	55
<b>Tab. 12:</b> Einteilung der Qualitätsfaktoren bei Fleisch .....	56
<b>Tab. 13:</b> Beispielwerte für den Wassergehalt in Muskel- und Fettgewebe .....	57
<b>Tab. 14:</b> Beispielwerte für den Aschegehalt in Fleisch .....	57
<b>Tab. 15:</b> Beispielwerte für den Fettgehalt in Fleisch .....	58
<b>Tab. 16:</b> Beispielwerte für den Rohproteingehalt in Fleisch .....	59
<b>Tab. 17:</b> Beispielwerte für den Gehalt an Bindegewebeisweiß im Muskel .....	59
<b>Tab. 18:</b> Verschiedene Tropfsaftverluste bei Fleisch unterschiedlicher Qualität .....	65
<b>Tab. 19:</b> Richtwerte Braunschweiger Gerät .....	66
<b>Tab. 20:</b> Verschiedene Methoden der sensorischen Prüfung .....	72
<b>Tab. 21:</b> Werte zum Schlachtertrag .....	77
<b>Tab. 22:</b> Durchschnittswerte der chemischen Analyse von Fleisch .....	80
<b>Tab. 23:</b> Mineralstoffgehalte in verschiedenen Teilstücken der Kamelmuskulatur .....	81
<b>Tab. 24:</b> Cholesteringehalt beim Dromedar .....	82
<b>Tab. 25:</b> Übersicht über die bekannten Daten der beprobten Tiere .....	88
<b>Tab. 26:</b> Temperaturspannen aller Teilstücke insgesamt .....	90
<b>Tab. 27:</b> Englische und deutsche Bezeichnung der Teilstücke .....	100
<b>Tab. 28:</b> Mittelwerte chemischer Parameter für verschiedene Teilstücke .....	101
<b>Tab. 29:</b> Vergleich chemischer Parameter nach Geschlecht .....	103
<b>Tab. 30:</b> Vergleich chemischer Parameter nach Alter .....	106
<b>Tab. 31:</b> pH-Mittelwerte der verschiedenen Teilstücke im zeitlichen Verlauf .....	108
<b>Tab. 32:</b> Mittlerer Energiegehalt in J/g auf der Basis aller untersuchten Tiere .....	109



<b>Tab. 33:</b> Durchschnittliche $L^*a^*b^*$ -Werte für die einzelnen Teilstücke .....	110
<b>Tab. 34:</b> Mittelwerte der Parameter $L^*a^*b^*$ vergleichend nach Alter .....	112
<b>Tab. 35:</b> Mittelwerte der Parameter $L^*a^*b^*$ vergleichend nach Geschlecht.....	112
<b>Tab. 36:</b> Mittelwerte des Quotienten "Q" für die verschiedenen Teilstücke.....	114
<b>Tab. 37:</b> Mittelwerte des Bratsaftverlustes (in %) für die verschiedenen Teilstücke	115
<b>Tab. 38:</b> Bratsaftverlust der verschiedenen Teilstücke (in %) vergleichend.....	116
<b>Tab. 39:</b> Abweichungen vom Farbeindruck.....	118
<b>Tab. 40:</b> Abweichungen von der Konsistenz auf Druck.....	118
<b>Tab. 41:</b> Abweichungen von der Beschaffenheit der Anschnittsfläche.....	118
<b>Tab. 42:</b> Abweichungen im Geruch.....	119
<b>Tab. 43:</b> Abweichungen im Geschmack.....	119
<b>Tab. 44:</b> Abweichungen der Konsistenz im Biss .....	119
<b>Tab. 45:</b> Irrtumswahrscheinlichkeit $p$ und ihre Bedeutung für die Signifikanz .....	120
<b>Tab. 46:</b> Abstufungen der verbalen Beschreibung .....	120
<b>Tab. 47:</b> Übersicht der Signifikanzen bei den chemischen Parametern.....	121
<b>Tab. 48:</b> <i>Pearson</i> -Korrelationskoeffizient $r$ und die jeweilige Signifikanz .....	121
<b>Tab. 49:</b> Altersabhängigkeit: <i>Anova</i> -Test auf Signifikanz.....	122
<b>Tab. 50:</b> Geschlechtsabhängigkeit: Test auf Normalverteilung und Signifikanz.....	123
<b>Tab. 51:</b> Test auf Signifikanz von Mittelwertsunterschieden beim Energiegehalt....	123
<b>Tab. 52:</b> Absteigende Rangfolge.....	126
<b>Tab. 53:</b> Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Energiegehalt .....	129
<b>Tab. 54:</b> Rangfolge der Teilstücke für die Parameter $L^*a^*b^*$ .....	130
<b>Tab. 55:</b> Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Q.....	132
<b>Tab. 56:</b> Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Bratsaftverlust.....	132
<b>Tab. 57:</b> Chemische Parameter bei verschiedenen Teilstücken des Rindes .....	134
<b>Tab. 58:</b> $L^*a^*b^*$ -Werte beim Rind.....	136
<b>Tab. 59:</b> Richtwerte chemischer Parameter bei Dromedarfleisch .....	138
<b>Tab. 60:</b> Richtwerte physikalischer Parameter bei Dromedarfleisch .....	138

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Verbreitung von <i>C. dromedarius</i> und <i>C. bactrianus</i> .....	19
<b>Abb. 2:</b> Bruttoeigenerzeugung von Rind- und Kalbfleisch in der EU-15 .....	32
<b>Abb. 3:</b> Fleischverbrauch in Deutschland (1997-2003).....	32
<b>Abb. 4:</b> pH-Verlauf in Fleisch p.m. bis zum Verderb .....	60
<b>Abb. 5:</b> Schema eines Bombenkalorimeters.....	62
<b>Abb. 6:</b> Entbluten eines Dromedars in Somalia .....	75
<b>Abb. 7:</b> Marktstand für Kamelfleisch in Kenia .....	78
<b>Abb. 8:</b> Offizielles Hinweisschild für Reisende.....	85
<b>Abb. 9:</b> Zerlegung beim Rind .....	89
<b>Abb. 10:</b> a*b*-Farbraum.....	97
<b>Abb. 11:</b> Wassergehalt der untersuchten Teilstücke (in %) und Erläuterung.....	101
<b>Abb. 12:</b> Rohprotein- und Fettgehalt der untersuchten Teilstücke (in %) .....	102
<b>Abb. 13:</b> Asche- und BE-Gehalt der untersuchten Teilstücke (in %) .....	103
<b>Abb. 14:</b> Wassergehalt verschiedener Teilstücke (in %) .....	104
<b>Abb. 15:</b> Rohprotein- und Fettgehalt verschiedener Teilstücke (in %).....	104
<b>Abb. 16 :</b> Asche- und BE-gehalt der verschiedenen Teilstücke (in %)......	105
<b>Abb. 17:</b> Wassergehalt der Teilstücke (%) vergleichend nach Alter .....	106
<b>Abb. 18:</b> Rohprotein- und Fettgehalt der verschiedenen Teilstücke (in %).....	107
<b>Abb. 19:</b> Asche- und BE-gehalt der verschiedenen Teilstücke (in %)......	107
<b>Abb. 20:</b> pH-Wert-Verlauf im Gesamtdurchschnitt.....	109
<b>Abb. 21:</b> Energiegehalt der Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere.....	110
<b>Abb. 22:</b> L*- und a*-Werte der verschiedenen Teilstücke .....	111
<b>Abb. 23:</b> b*-Werte der verschiedenen Teilstücke.....	111
<b>Abb. 24:</b> L*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter .....	113
<b>Abb. 25:</b> a*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter .....	113
<b>Abb. 26:</b> b*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter .....	114
<b>Abb. 27:</b> Q-Werte der verschiedenen Teilstücke .....	115
<b>Abb. 28:</b> Bratsaftverluste der einzelnen Teilstücke.....	116
<b>Abb. 29:</b> Bratsaftverluste (in %) vergleichend nach Geschlecht .....	117

## Abkürzungsverzeichnis

a	„alt“ (älter als drei Jahre)
Abl.	Amtsblatt
a.m.	ante mortem
Abb.	Abbildung
AS	Aminosäure
BE	Bindegewebeeiweiß
BGBI.	Bundesgesetzblatt
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
C.	Camelus
ca.	circa
CACIA	Central Australian Camel Industry Association
cm	Zentimeter
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
CVRL	Central Veterinary Research Laborator
et al.	et altera
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FS	Fettsäure
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
g	Gramm
h	Stunde
HP	Hydroxyprolin
Inc.	Incorporated
j	jung (drei Jahre und jünger)
J	Joule
Jhds.	Jahrhunderts
kJ/g	Kilojoule pro Gramm
KbE	Kolonienbildende Einheit
kg	Kilogramm
LMBG	Lebensmittel und Bedarfsgegenstände-Gesetz
%	Prozent
m	Meter
min	Minute(n)
ml	Milliliter
mm	Millimeter
modifiz.	modifiziert

---

n.	nach
o.g.	oben genannt
RL	Richtlinie
RP	Rohprotein
sec	Sekunde(n)
s.o.	siehe oben
Std.	Stunde
t	Zeit
Tab.	Tabelle
TLU	Tropical Livestock Unit
u.ä.	und ähnliche
v.a.	vor allem
V.A.E.	Vereinigte Arabische Emirate
v. Chr.	vor Christus
VO	Verordnung
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
♂	männlich
♀	weiblich
<	kleiner als
>	größer als

# 1 Einleitung

Die Tierart „Kamel“ wurde im Vergleich zu anderen Haustieren lange Zeit kaum wissenschaftlich untersucht. Erst in den letzten Jahren haben wissenschaftliche Arbeitsgruppen vermehrt damit begonnen, sich der Bedeutung dieser Spezies bewusst zu werden.

Das Dromedar zeichnet sich durch eine vielseitige Nutzbarkeit und seine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaextremen aus. Daher wird oft eine größere Wertschätzung des Dromedars, gerade in einer Welt mit schwindenden Nahrungs- und Energiereserven, gefordert. Heute wendet man sich dieser Spezies in klimatisch problematischen Regionen wieder zu, in der Hoffnung, durch geeignete Programme und Forschungsprojekte sein vorhandenes Potential besser ausschöpfen zu können.

Die Bevölkerung verschiedener Länder nutzt das Dromedar zum einen als Arbeitstier und zum anderen zur Gewinnung von Produkten wie Milch und Wolle, aber auch von Fleisch. Das Fleisch als ergiebige Nährstoffquelle, stellt nach wie vor einen wichtigen Bestandteil der menschlichen Ernährung dar. In hochentwickelten Ländern wie Deutschland gilt Fleisch nicht heimischer Tierarten als exotisch, hat jedoch, wenn auch in geringem Umfang, bereits in Form von Straussenfleisch Eingang auf dem Deutschen Markt gefunden. Inwiefern sich das Fleisch weiterer Tierarten in Deutschland etablieren wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Im Zuge des Tourismus und der zunehmenden Globalisierung kommen beispielsweise viele Verbraucher mit exotischen Nahrungsmitteln in Kontakt. Darüber hinaus führen Lebensmittelskandale, ausgelöst durch Tierkrankheiten wie BSE, MKS oder die Geflügelpest, zu großer Verunsicherung in der deutschen Bevölkerung. Dadurch kann, zumindest temporär, eine Veränderung des Kaufverhaltens ausgelöst werden. Die Bereitschaft in Deutschland auf vermeintlich unbelastete Fleischsorten zurückzugreifen, steigt mit dieser Unsicherheit. Auch spielt das heutige gesteigerte Ernährungsbewusstsein bei der Auswahl der Fleischsorte eine Rolle. Der Trend geht hin zum fett- bzw. cholesterinarmen Fleisch. Im Übrigen sucht der Verbraucher beim Essen, soweit möglich, immer auch den Genuss und die Abwechslung. So ist Deutschland z.B. ein Land, in dem eine große Vielfalt an Wurstsorten und Fleischwaren, oft in Form regionaler Spezialitäten, Tradition hat.

In der Fachliteratur findet sich im Vergleich zu anderen Haustierarten wenig Datenmaterial über die qualitativen Eigenschaften von Dromedarfleisch. Neben dem Potential des Dromedars als Nahrungslieferant in der Welt und vor dem Hintergrund einer zunehmenden Globalisierung, stellt sich die Frage einer möglichen Nutzung des Fleisches auch in Deutschland. Daher sollen in dieser Studie verschiedene substantielle Eigenschaften von Dromedarfleisch untersucht und der Versuch einer Einschätzung seiner Marktchancen in Deutschland vorgenommen werden.

## 2 Literatur

### 2.1 Hintergrundinformationen zu Kameliden

#### 2.1.1 Zoologische Stellung

AHNE et al. (2000) bezeichnen die Systematik des Tierreiches als den Versuch, die Tiere als Gruppen in einem natürlichen System einzuordnen. Dabei werden sowohl ihre gemeinsamen Merkmale, als auch ihre stammesgeschichtliche Entwicklung berücksichtigt. Es handelt sich um ein hierarchisches System mit der Art (Spezies) als grundlegende Einheit (AHNE et al., 2000).

Kameliden bzw. Kamelartige werden gemäß der zoologischen Klassifizierung als *Tylopoda* (Schwielensohler) bezeichnet. Sie stellen eine der drei Unterordnungen der Ordnung *Artiodactyla* (Paarhufer) dar (LEGEL, 1990). Die anderen beiden Unterordnungen werden durch die *Suiformes* (Schweineartigen) und die *Ruminantia* (Wiederkäuer) gebildet (FOWLER, 1998).

Es werden bei der Familie der Kamelartigen (*Camelida*) zwei Gattungen unterschieden, nämlich zum einen die Altweltkameliden (*Camelus*) und zum anderen die Neuweltkameliden (*Lama*). Zur Gattung der „Altweltkameliden“ gehören zwei Spezies (Arten). Das einhöckrige Kamel (*Camelus dromedarius*) ist auch bekannt unter dem Namen „Dromedar“ oder Arabisches Kamel. Das zweihöckrige Kamel (*Camelus bactrianus*) oder auch Baktrianisches Kamel bildet die zweite Spezies und wird mitunter auch Trampeltier genannt (TEKA, 1991 a; SCHWARTZ, 1992 b; FOWLER, 1998).

Bei der Einordnung der Neuweltkameliden (Lamoiden bzw. Lamaartige) existieren verschiedene Systeme (FOWLER, 1998). Die folgende Klassifizierung ergibt sich nach HIENDLEDER und KESSLER (1997) und FOWLER (1998):

Klasse	Mammalia	
Ordnung	Artiodactyla (Paarhufer)	
Unterordnung	Tylopoda (Schwielensohler)	
Familie	Camelida (Kamelartige)	
Genus (Gattung)	Altweltkameliden ( <i>Camelus</i> )	Neuweltkameliden ( <i>Lama</i> )
Spezies (Art)	<i>Camelus dromedarius</i> : Dromedar Einhöckriges Kamel	<b>Wildlebende Spezies</b>
		<i>Lama guanicoe</i> (Guanako)
	<i>Camelus bactrianus</i> : Trampeltier Zweihöckriges Kamel	<i>Vicugna Vicugna</i> (Vicuña)
		<b>Domestizierte Spezies</b>
		<i>Lama glama</i> (Lama)
		<i>Lama pacos</i> (Alpaka)

Tab.1: Klassifizierung d. Kameliden (modifiz. n. HIENDLEDER und KESSLER, 1997 und FOWLER, 1998)

Der Name „Dromedar“ entstand aus der griechischen Bezeichnung „Dromos“, was übersetzt „rennend“ bzw. „Straße“ bedeutet. Das zweihöckrige *Camelus bactrianus* wurde aus ungeklärten Gründen nach einem Gebiet namens Baktria bzw Baktriana im Norden Afghanistans benannt (FOWLER, 1998). Das Wort „Alpaka“ soll sich aus der Indianersprache Aymara, das Wort „Lama“ dagegen aus dem Quechua ableiten (GERKEN, 1997).

## 2.1.2 Abstammung und Domestikation

### Abstammung

Die frühesten Hinweise auf kamelähnliche Tiere wurden in den Schichten des Jungeozän in Nordamerika gefunden. Das deutet auf den Beginn ihrer Entwicklung vor etwa 40 bis 50 Millionen Jahren hin (FOWLER, 1998). Der Ursprung des Genus *Camelus* wies in die Zeit des Pleistozän vor ca. drei Millionen Jahren datiert. Diese Tiere waren etwa hasengroß, besaßen 4 Zehen und entwickelten sich über die Jahrmillionen über Zwischenformen zu den heutigen Kamelartigen (LEGEL, 1990).

Während des späten Tertiär vor ca. zwei Millionen Jahren, wanderten die frühen Kamelvorfahren über die damals bestehende Landbrücke von Nordwestamerika nach Nordostasien und weiter in große Teile Eurasiens. In vielen Gebieten, so auch in Europa, starben sie aus, während sich später in den übrigen Teilen der Welt Haustierformen entwickelten. Auch im Ursprungsgebiet Nordamerika starben die Kamelartigen am Ende der Eiszeit bzw. vor etwa 10.000 Jahren aus. Es wird vermutet, dass die damaligen Ureinwohner durch intensive Bejagung dazu beigetragen haben könnten (PAYNE, 1990; FOWLER, 1998; WERNERY und WERNERY, 2000). Die Vorfahren der heutigen höckerlosen Neuweltkameliden (Lamaartige) wanderten im Pleistozän über die Landbrücke von Mittel- und Südamerika in den heutigen südamerikanischen Subkontinent ein (FOWLER, 1998).

### Domestikation

Die ersten einhöckrigen Hauskamele traten im Süden der arabischen Halbinsel ca. 3000-4000 Jahre v. Chr. in der Gegend des heutigen Jemen und des Oman auf (ZEUNER, 1967; SCHWARTZ, 1992 b, FOWLER, 1998). Durch den Gewürzhandel soll das Dromedar dann nach Nordafrika und an das Horn von Afrika gelangt sein (SCHWARTZ, 1992 b).

Aus dem Wildkamel oder wilden Trampeltier (*Camelus ferus*) mit zwei relativ weit voneinander entfernt stehenden Höckern, ist vermutlich das Baktrianische Kamel oder auch Hauskamel (*Camelus ferus bactrianus* oder *Camelus ferus forma variatio* oder *domestica*) hervorgegangen. Die Domestikation datieren FOWLER (1998) und SCHWARTZ (1992 b) in etwa denselben Zeitraum, wie die der Dromedare, also vor

etwa 3000-4000 Jahren. Der genaue Zeitpunkt und der exakte Ort sind jedoch ungewiss. Räumlich fand die Domestikation wahrscheinlich im Bereich des heutigen Turkmenistan und Nordpersien bzw. dem Iran und auf der östlichen Seite des Kaspischen Meeres statt. Die zweihöckrigen Kamele verbreiteten sich von dort aus westwärts nach Anatolien und ostwärts bis in den Norden Chinas (SCHWARTZ, 1992 b; FOWLER, 1998). Etwa 300 Jahre v. Chr. wurden sie auf der Seidenstraße eingesetzt, dann aber gegen Kreuzungen mit Dromedaren, welche heute „Tulus“ genannt werden, eingetauscht (FOWLER, 1998; WERNERY und WERNERY, 2000). Es wird über das Vorkommen derartiger einhöckriger Hybriden auch in der Mongolei berichtet (PAYNE, 1990).

Tierart	Jahre (x 1000)	Tierart	Jahre (x 1000)
Renntier	14	Lama und Alpaka	6-7
Hund	12-15	Pferd	5,5
Ziege	11,5	Dromedar	5
Schaf	11	Baktrianisches Kamel	4,5
Rind	9	Asiatischer Elefant	4
Schwein	9	Katze	3-4

**Tab.2:** Übersicht über die Domestikation verschiedener Tierarten nach Jahren (in Tausend) geordnet (modifiziert nach FOWLER, 1998)

Vom einhöckrigen Dromedar (*Camelus dromedarius*) existiert heute nur noch die Haustierform. Es wurde lange Zeit angenommen, das zweihöckrige Wildkamel sei der direkte gemeinsame Vorläufer vom ein- und zweihöckrigen Kamel. Die Annahme begründete sich darauf, dass alle einhöckrigen Kamele embryonal eine zweihöckrige Phase durchlaufen (LEGEL, 1990). Zudem spricht die Tatsache, dass die Kreuzung von ein- und zweihöckrigen Kamelen fertile Nachkommen hervorbringt, ebenfalls für diese Vermutung. Heute existiert jedoch, basierend auf neueren osteologischen Untersuchungen am postkranialen Skelett von *C. dromedarius* und *C. bactrianus*, die Hypothese, dass die beiden Arten von zwei unterschiedlichen Spezies abstammen (WERNERY und WERNERY, 2000).

Zu den Neuweltkameliden werden Alpaka und Lama (domestizierte Spezies), sowie Guanako und Vicuña (Wildformen) gezählt. Lama und Alpaka wurden in präkolumbianischer Zeit ca. 2250-1250 v. Chr. aus dem Guanako gezüchtet. Als Domestikationsmerkmal weisen Alpakas kleinere Gehirne auf als die Guanakos. Sie besitzen jedoch wiederum größere und schwerere Gehirne als die Vicuñas (*Lama vicugna*), die zweite Wildform. Dies spricht gegen eine Abstammung des Alpaka vom Vicuña (LEGEL, 1990; FOWLER, 1998). Als Domestikationszentrum des Lama gilt die Puña der Anden auf 4000-4900 Metern Höhe. Der Ausgangspunkt für die Entwicklung der Haustierform der Alpakas wird in der Gegend von Telemachay vermutet. Die Domestikation vollzog sich etwa 4000-5000 Jahre v. Chr., in deren Folgezeit sich die Bedeutung von Lama und Alpaka auch auf tiefer gelegene Ebenen ausweitete. Das Volk der Inka war in vielerlei Hinsicht vom Lama abhängig und



sorgte für ein stetiges Wachstum der Tierpopulation. Nach der spanischen Invasion (1532) bewirkte die Einfuhr europäischer Haustierrassen einen starken Rückgang der Neuweltkameliden. Eine vollständige Verdrängung gelang allerdings nicht, da die Lamaartigen bis heute die verlässlichste Quelle für Nahrung, Kleidung, Transport etc. für die Bevölkerung hochandiner Regionen darstellen. Bis zur Agrarreform (1970) in Peru befanden sich große Herden im Besitz von Großgrundbesitzern. Heute befindet sich der Großteil der Neuweltkameliden-Population aufgrund von Enteignungen und Neuverteilungen im Besitz traditioneller Hirten (FOWLER, 1998).

### 2.1.3 Weltweite Verbreitung

Als domestizierte Haustiere hatten die Kameliden einen wesentlichen Einfluss auf die Kulturen der Alten und der Neuen Welt. Ihre Population schrumpfte während des späten 19. und frühen 20. Jhds. unter anderem durch die Bemühungen der Regierungen, die Bestände durch andere Haustierarten zu ersetzen. Die Kameliden galten lange Zeit als unbedeutend. Erst in den letzten Jahrzehnten wandelte sich das Bild und man begann, die Kameliden als wertvolle Ressource, gerade in unwirtlichen Gegenden, anzuerkennen (FOWLER, 1998).

#### Altweltkameliden

Heute wird die Zahl der Altweltkameliden insgesamt auf etwa 20 Millionen Tiere geschätzt (WERNERY und WERNERY, 2000). Die Verteilung auf die verschiedenen Länder gibt die FAO für das Jahr 2003 wie folgt an:

Altweltkameliden-Population 2003			
<b>Algerien</b>	245.000	<b>Mali</b>	470.000
<b>Ägypten</b>	120.000	<b>Mauretanien</b>	1.292.000
<b>Äthiopien</b>	326.500	<b>Mongolei</b>	352.000
<b>Bahrain</b>	920	<b>Marokko</b>	36.000
<b>Burkina Faso</b>	15.000	<b>Niger</b>	420.000
<b>Tschad</b>	730.000	<b>Nigeria</b>	18.000
<b>China</b>	264.000	<b>Oman</b>	124.700
<b>Djibouti</b>	69.000	<b>Pakistan</b>	800.000
<b>Eritrea</b>	75.000	<b>Qatar</b>	51.000
<b>Gaza Streifen</b>	0	<b>Saudi Arabien</b>	260.000
<b>Indien</b>	900.000	<b>Senegal</b>	4.008
<b>Iran</b>	146.000	<b>Sudan</b>	3.200.000
<b>Jemen</b>	264.000	<b>Syrien</b>	13.500
<b>Jordanien</b>	18.000	<b>Tunesien</b>	231.000
<b>Kenia</b>	830.000	<b>Türkei</b>	900
<b>Kuwait</b>	9.000	<b>V.A.E.</b>	220.000
<b>Libanon</b>	440	<b>West Bank</b>	0
<b>Libyen</b>	165.000	<b>West Sahara</b>	107.000

**Tab. 3:** Schätzungen der Population in verschiedenen Ländern im Jahr 2003 durch die FAO (N.N., 2004 a)

Die meisten Werte beruhen lediglich auf Schätzungen, denn durch die Art der Haltung (vorwiegend Nomadentum) gestaltet sich eine Zählung oft als schwierig und viele Tiere werden nicht berücksichtigt, so dass die tatsächliche Anzahl viel größer sein dürfte (NEGATU, 2002). In Tabellen der FAO der letzten 10 Jahre (1994-2003) ist in Ländern mit überwiegender Dromedar-Haltung insgesamt ein leichtes Wachstum der Population um ca. 5,9% feststellbar (**Anhang 1**). Dabei sind allerdings nicht alle Länder mit Kamelhaltung, wie z.B. Australien, die Kanarischen Inseln oder Israel, berücksichtigt und die verfügbaren Zahlen aus o.g. Gründen nur bedingt zuverlässig (N.N., 2004 a). Die Population der Dromedare in Australien wurde an anderer Stelle für das Jahr 2001 auf etwa 500.000 Tiere geschätzt (N.N., 2002).

Bei etwa 90% der Weltpopulation des Genus *Camelus* handelt es sich um Dromedare (TEKA, 1991 a; WERNERY und WERNERY, 2000). Davon entfallen allein ca. 15-16 Millionen Tiere auf Afrika, den Mittleren Osten und den indischen Subkontinent (SCHWARTZ, 1992 a). Das Habitat des Dromedars erstreckt sich über Nordafrika und dort hauptsächlich entlang der Mittelmeerküste, der Staaten der Sahelzone im Westen Afrikas, des Sudans, Äthiopiens, Somalias und Nordkenias. Desweiteren umfasst ihr Verbreitungsgebiet den Nahen Osten und West-Zentralasien (TEKA, 1991 a). Der Großteil der Dromedar-Weltpopulation lebt in Afrika und bevölkert dort hauptsächlich aride und semi-aride Gebiete im Osten des Kontinents, wie z.B. die Länder Somalia, Sudan, Kenia, Äthiopien oder Djibouti (TEKA, 1991 a; SCHWARTZ, 1992 a). Die Haltung erfolgt durch verschiedene ethnische Gruppen (TEKA, 1991 a). So ist beispielsweise in Ostafrika der größte Anteil der Dromedare im Besitz von umherziehenden Nomaden (SCHWARTZ, 1992 b). Die Dromedar-Population erweist sich, im Gegensatz zu der von Rind und Schaf, als vergleichbar unempfindlich gegenüber extremen Dürreperioden. Somit fallen die Verluste bei den Kamelen relativ gering aus (SCHWARTZ, 1992 b). Dennoch bildet in Ostafrika die Kamelpopulation im Vergleich zur Population der Wiederkäuer die Minderheit (TEKA, 1991 a).

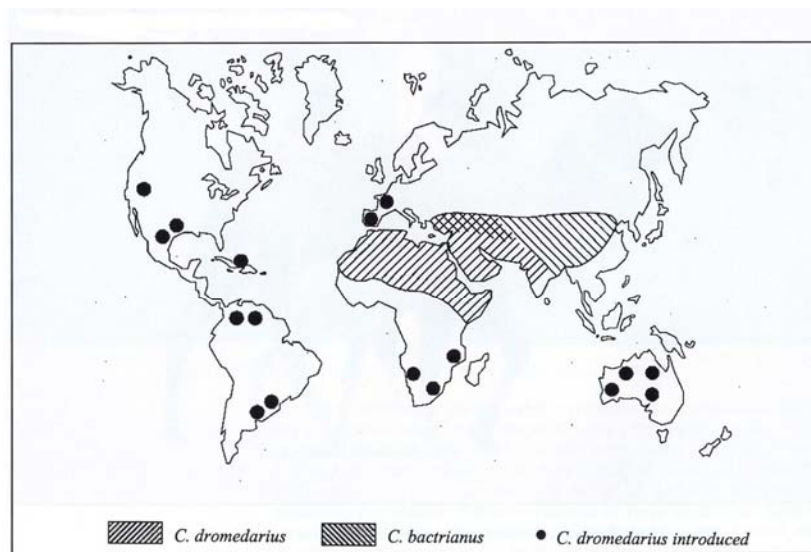
	<b>Rind</b>	<b>Schaf</b>	<b>Ziege</b>	<b>Kamel</b>
Anteil in %	33	31	29	7

**Tab. 4:** Anteil der Kamelpopulation (Stand 1988) in Ostafrika (nach TEKA, 1991 a)

Zweihöckrige Kamele leben heute in den kalten Wüsten und semi-ariden Gebieten vom kaspischen Meer über Zentralasien bis in die Mandchurei. Etwa 2 Millionen Tiere sollen entsprechende Gebiete in Südrussland, der Mongolei, Ost-Zentralasien und China bevölkern (WILSON, 1984; SCHWARTZ, 1992 b; WERNERY und WERNERY, 2000). Es existieren noch einige wenige wilde Herden in der Wüste Gobi, wobei jedoch vermutet wird, dass diese die Überreste einstiger Nutztiere der früheren Ureinwohner Asiens und Osteuropas darstellen (PAYNE, 1990).

Die Verbreitungsgebiete der beiden Altweltkameliden-Spezies überlagern sich, wie in **Abb. 1** ersichtlich, nur wenig. Es existieren in den entsprechenden Gebieten

Hybriden, über deren Zahl jedoch Unklarheit herrscht. Die jeweiligen ursprünglichen Wildformen gelten als ausgestorben (SCHWARTZ, 1992 b).



**Abb. 1:** Verbreitung von *C. dromedarius* und *C. bactrianus* (nach WERNERY und WERNERY, 2000)

### Neuweltkameliden

Die Zahl der Neuweltkameliden wird auf ca. 8 Millionen Tiere geschätzt (WERNERY und WERNERY, 2000). Seit einigen Jahren ist eine beständige Zunahme der Lama- und Alpakapopulation außerhalb Südamerikas zu beobachten (GAULY, 1997). FOWLER (1998) beziffert die Population in Nordamerika auf ca. 100.000-120.000 Lamas und 5.000-7.000 Alpakas. Diese Tiere befinden sich meist in Freizeithaltungen. In den USA haben sich die beiden Spezies am stärksten verbreitet. Aber auch in Australien, Neuseeland, England, Schottland, Frankreich und Deutschland werden steigende Zahlen beobachtet (GAULY, 1997; FOWLER, 1998).

**Tab. 5** zeigt eine Einschätzung der Neuweltkameliden-Population:

Land	Lama	Alpaka	Guanako	Vicuña
Argentinien	75.000	2.000	550.000	23.000
Bolivien	2.500.000	300.000	k.A.	12.000
Chile	85.000	5.000	20.000	28.000
Peru	900.000	3.020 000	1.400	98.000
Australien	<5.000	>5.000	einige in Zoos	0
Kanada	>6.000	>2.000	<100 in Zoos	>10
Europa	<2.000	<1.000	<100 in Zoos	<100 in Zoos
Vereinigte Staaten	>110.000	>9.500	145 v.a. in Zoos	0
Zoos	343	303	397	100
<b>Gesamt</b>	<b>3.683 343</b>	<b>3.344 803</b>	<b>572,142</b>	<b>161.210</b>
<b>Insgesamt</b>	<b>7.761.498</b>			

**Tab. 5:** Population der Neuweltkameliden (nach WERNERY und WERNERY, 2000); k.A.= keine Angabe

## 2.1.4 Das Dromedar als Fleischlieferant

### 2.1.4.1 Allgemeines

In den folgenden Ausführungen ist unter der Bezeichnung „Kamel“, wenn nicht anders vermerkt, das Dromedar zu verstehen.

Das Dromedar ist ein wichtiger Teil der Kultur der nomadischen Völker Afrikas, Asiens und des Mittleren Ostens und wird bereits seit Jahrhunderten für verschiedene Zwecke eingesetzt. Es wurden schon früh Aufzeichnungen über die wichtige Rolle des Dromedars im Alltag der asiatischen und afrikanischen Völker angefertigt. Seine Anpassung an das heiße und trockene Wüstenklima führte zu einer intensiven Nutzung durch nomadische Beduinen für den Transport, als Nahrungsquelle und als Begleittier. Das Kamel als Solches liefert Nahrung in Form von Milch und Fleisch, Brennmaterial, Leder und Faser für Kleidung, Seile oder andere Gebrauchsgegenstände. Außerdem dient es als Reit-, Pack-, und Zuchtier (TEKA, 1991 a; SCHWARTZ und WALSH, 1992; SALTIN und ROSE, 1994; FOWLER, 1998; KURTU, 2004). Dadurch besteht von Seiten der Nomaden eine tiefe Verbundenheit mit dem Kamel und es spielt eine wichtige Rolle in ihrer Folklore (TEKA, 1991 a). Das Geschenk eines Kamels gilt als große Ehre und festigt Beziehungen. Auch der Brautpreis und sogar Blutgeld wird beispielsweise bei den Somalis mit Kamelen bezahlt (NEGATU, 2002). In Ostafrika sichern die weiblichen Dromedare das Überleben und eine gewisse Kontinuität, die männlichen Tiere ermöglichen Mobilität, Kontakt und Handel (TEKA, 1991 b). In der Golfregion verlagerte sich ihre Bedeutung jedoch immer mehr in Richtung Sport und Wettkampf (WERNERY und KAADEN, 1995). Milch und Fleisch vom Kamel ist in Ländern wie den Vereinigten Arabischen Emiraten (V.A.E.) zwar nach wie vor beliebt, das Dromedar wird jedoch nur noch in unzugänglichen Regionen Saudi Arabiens von den einheimischen *Bedu* als Hauptquelle dafür genutzt (WERNERY und WERNERY, 2000).

### 2.1.4.2 Fleisch

Neben der Milch ist das Fleisch ein wichtiges Produkt der Kamelhaltung. Für die Nomadenvölker stellt das Dromedar, vor allem während der Trockenperioden, bis heute einen verlässlichen Lieferanten dieser Nahrungsmittel dar. Aufgrund verbreiteter Probleme in der Landwirtschaft, besonders bezüglich der Überweidung, wuchs aufgrund ihrer relativ genügsamen Ernährungsweise in den letzten Jahren der Anteil der einhöckrigen Kamele in vielen semi-ariden Gebieten. Auch für die ariden Gebiete Afrikas sagen FARAH und FISCHER (2004) eine wachsende Bedeutung der Kamelhaltung und somit auch für die Gewinnung seiner Produkte voraus.

Der Konsum von Kamelfleisch ist in den verschiedenen Ländern und ihren Volksgruppen unterschiedlich stark ausgeprägt. In den V.A.E. stellten die Kamele vor dem Ölboom die Hauptquelle für Fleisch dar. Durch die sozio-ökonomischen Veränderungen wird Kamelfleisch heute v.a. bei gesellschaftlichen Zeremonien

verzehrt (HASHIM, 2003). Prinzipiell wird Kamelfleisch von einigen Nomadenstämmen konsumiert. In manchen Gebieten dient es als Ersatz für Rind- und Hammelfleisch, obwohl es als weniger schmackhaft angesehen wird. Es stellt eine wichtige Quelle für tierisches Protein dar und auch das Fettdepot der Höcker findet Verwendung beim Kochen (SHALASH, 1979). Bei den meisten Nomaden werden Kamele aus verschiedenen Gründen dennoch eher selten geschlachtet. Ein Grund ist die niedrige Reproduktionsrate des Dromedars (**Tab. 6**) (SCHWARTZ und WALSH, 1992).

ø		Kamel	Rind (Zebu)	Ziege	Schaf
Lebenserwartung (Jahre)	männl.	28,5			
	weibl.	30		9-10	8-9
Geschlechtsreife (Jahre)	männl.	3-4			
	weibl.	ca. 4-5			
Zuchtreife (Jahre)	männl.	ca. 6-7			
	weibl.	ca. 5	3-4	8-12 Mon.	1
Tragezeit (Monate)		12-13	9	6	6
Laktation (Monate)		8-24	5		
Zwischenkalbezeit (Jahre)		1-4 (je n. Futter u. Klima)	10 Monate-1 Jahr (z.T. 2 Jahre)	0,5	0,5-1
Nachkommen/ Weibchen		8-12 (selten bis 20)		8-11	

**Tab. 6:** Reproduktionsdaten verschiedener Tierarten unter ähnlichen Bedingungen (Äthiopien und Sudan) (nach GEBRE-MARIAM, 1991; KÖHLER-ROLLEFSON et al., 1991; WOSENE, 1991; SCHWARTZ und WALSH, 1992)

Als weitere Gründe für die Ablehnung bzw. für den relativ geringen Konsum nennt TEKA (1991 a) wirtschaftliche Faktoren. Für die Nomadenstämme Ostafrikas spielte die Schlachtung von Kamelen für den eigenen Gebrauch bis dato eine untergeordnete Rolle (SHALASH, 1979; TEKA, 1991 a; SCHWARTZ, 1992 a), da das Kamel für die dortigen Nomaden eine Art „Guthaben“ bzw. „Wertdepot“ darstellt (MOHAMED und AHMED, 1991; TEKA, 1991 a), was eine kommerzielle Nutzung des Kamels als Schlachttier erschwert (ABUSIN, 1991). Auch der Einkauf von lebenden Tieren für den Weiterverkauf für die Schlachtung findet dort laut SCHWARTZ (1992 a) nur in begrenztem Ausmaß statt. Kamele zu besitzen, gilt als ein Zeichen von Wohlstand. Im Übrigen macht sie ihre Milch und ihre Funktion als Lasttier für die Aufrechterhaltung des Haushaltes unabkömmlich. Das geht sogar soweit, dass der Verlust eines Kamels bei den *Afar* schwerer wiegt, als der Verlust eines Sohnes (TEKA, 1991 a). Ein weiterer Grund für den geringen Konsum ist das Bestehen von Präferenzen für andere Fleischsorten, aufgrund zarterer Alternativen (MOHAMED und AHMED, 1991; TEKA, 1991 a) und eine Abneigung gegen den Geschmack (SALHAB und AL-MERESTANI, 2002). Zusätzlich bestehen in manchen Volksgruppen, wie z.B. in Indien, Tabus gegen den Verzehr von Kamelfleisch. Zudem ist die Aufbewahrung auch nach dem Trocknen oder Erhitzen aufgrund des hohen Anteils an ungesättigten Fettsäuren ohne Kühlung problematisch. Daher wird auch im Sudan kaum für den Hausgebrauch, sondern mehr zu besonderen Anlässen geschlachtet (MOHAMED und AHMED, 1991; N.N., 2003), so z.B. in Zeiten grosser Hungersnot, um Gäste zu bewirten oder für rituelle Zwecke (SHALASH, 1979;

TEKA, 1991 b). Selten kaufen mehrere Personen zusammen ein Tier und teilen sich das Fleisch. Im Falle einer Schlachtung werden v.a. alte, kranke und unproduktive Tiere ausgewählt (TEKA, 1991 b). Diese Praxis ist generell bei den Nomaden im ostafrikanischen Raum üblich, da gesunde Tiere üblicherweise für den eigenen Haushalt benötigt werden. Die älteren oder unfruchtbaren Tiere werden an sesshafte Gruppen gegen Geld oder Naturalien verkauft (SCHWARTZ und WALSH, 1992). Bestimmte Volksgruppen, wie z.B. die *Somalis*, konsumieren das Fleisch häufiger. So gibt es in Städten mit somalischer Bevölkerung spezielle Geschäfte in denen Kamelfleisch angeboten wird. Ein Grund ist eine höhere Kaufkraft und ein größerer Kamelbestand der *Somalis*. Sie schlachten v.a. männliche oder unrentable weibliche Tiere. Im städtischen Bereich wird Kamelfleisch gerne von der muslimischen Bevölkerung mit geringem Einkommen erworben, da sie relativ viel Fett für relativ wenig Geld erhalten. Der Verzehr von Blut, Leber und Magen wird bei den *Arsi* und den *Somalis* ausgegrenzten Gruppen überlassen. Frauen konsumieren weder Herz noch Hoden und Männer nicht die Füße. Der Höcker wird zuerst den Männern angeboten (TEKA, 1991 b). Von den meisten Nomaden wird das Fleisch von Jungtieren im Alter von 4-6 Monaten bevorzugt, da es in Geschmack und Textur Rindfleisch sehr ähneln soll (SHALASH, 1979).

KING (1983) spricht von einer wachsenden Nachfrage für Kamelfleisch in Afrika, insgesamt jedoch ist der Kamelfleischmarkt bzw. -konsum in Ostafrika, wie bereits oben beschrieben, mit Ausnahme des Sudan nicht sehr ausgeprägt (SCHWARTZ und WALSH, 1992). Im Jahr 1983 lag im Sudan der Anteil der Kamele an etwa 7,7 Millionen in offiziellen Schlachthäusern geschlachteten Tieren bei 8,8% (TEKA, 1991 a). In Somalia betrug der Anteil von Kamelfleisch an der Gesamtfleischproduktion im Jahr 1989 etwa 149.313 Tonnen (12,6%), der Anteil der geschlachteten Rinder lag bei 86,6% und beim Schaf bei 18,8% (ELMI, 1991). In einem Land wie Syrien, mit einer relativ kleinen Kamelpopulation (2001: 13.200 Tiere), lag der Anteil von Kamelfleisch an der Gesamtfleischproduktion bei 0,09% (Stand 2001) (SALHAB und AL-MERESTANI, 2002). Die Schlachtung von Dromedaren zur Fleischgewinnung wird in Australien seit 1988 praktiziert. Im Jahr 1994 handelte es sich z.B. um ca. 300 Tiere mit steigender Tendenz (N.N., 1997). Die folgende Tabelle stellt die jährliche Fleischproduktion bei verschiedenen Tierarten in Nordkenia dar:

	RIND	KAMEL	SCHAF	ZIEGE
Fleischproduktion/ Jahr (kg/ TLU*)	40-50	30-60	180-200	200-220

**Tab. 7:** Jährliche Fleischproduktion verschiedener Tierarten in Kenia (SCHWARTZ und WALSH, 1992)

\* TLU (tropical livestock unit) = tropische Großvieheinheit= 250 kg Lebendgewicht  
(1 TLU= 1 Rind= 0,7 Kamele= 10 Schafe= 11 Ziegen)

Auf dem Afrikanischen Kontinent wird die jährliche Kamelfleischproduktion derzeit (Stand: 2003) auf 248.000 Tonnen und die Weltproduktion auf 300.000 Tonnen

geschätzt. Dabei wird ein jährlicher Zuwachs von 1,3% in den nächsten 25 Jahren angenommen (DAOUDI, 2003).

Eine geringe Anzahl kastrierter Bullen wird gezielt für die Schlachtung aufgezogen (SCHWARTZ und WALSH, 1992), was sich allerdings ebenfalls länderabhängig gestaltet. In Ländern wie z.B. Kenia, Äthiopien, Somalia, dem Sudan und einigen Nachbarländern werden Kamele sogar in beträchtlicher Anzahl für die spätere Schlachtung gezüchtet. In anderen Ländern wiederum existieren keine Rassen speziell für die Fleischproduktion und es handelt sich bei den Kamelen, die für die Fleischgewinnung geschlachtet oder verkauft werden, wie bereits oben erwähnt, um alte, kranke oder unfruchtbare Tiere (PAYNE, 1990, SALHAB und AL-MERESTANI, 2002; KURTU, 2004) Im Übrigen existiert aus ostafrikanischen Ländern ein einträglicher Export nach Ägypten, Libyen, Saudi Arabien und in die Golfregion (SCHWARTZ und WALSH, 1992). So wurden im Jahr 1980 338.102 Schlachtkamele aus dem Sudan in die arabischen Länder und die Golfstaaten exportiert (TEKA, 1991 a).

Das Blut der Kamele dient manchen nicht-islamischen Völkern Ostafrikas, wie den *Turkana*, *Rendille* und *Gabre* in Nordwest- und Nordkenia als Nahrung (WILSON, 1984). Das Blut wird entweder frisch oder mit Milch vermischt und fermentiert konsumiert. Je nach Konstitution der Tiere werden etwa 5-7 Liter pro Vorgang, etwa 2-3 Mal jährlich, gewonnen (SCHWARTZ und WALSH, 1992). WILSON (1984) schätzt den Durchschnittsertrag pro Kamel jährlich auf 6-12 Liter Blut, wobei nur etwa 10% jeder Herde für die regelmäßige Blutgewinnung geeignet sind (PAYNE, 1990). Die erwachsenen männlichen Kamele werden gegen Ende der Trockenzeit entblutet. Der Ertrag liegt laut KING (1983) bei etwa 35 Litern Blut pro Jahr. Andere Quellen sprechen bei einer zweimalig im Monat stattfindenden Blutgewinnung von jeweils 5,5 Litern (SHALASH, 1979).

Aus den langen Knochen können Knochenmehl und Schmuckartikel hergestellt werden, allerdings stehen darüber keine detaillierten Daten zur Verfügung (SALHAB und AL-MERESTANI, 2002).

## **2.2 Bedeutung von Fleisch für den Menschen**

### **2.2.1 Ernährungsphysiologische Bedeutung**

„Vorbehalte gegen Fleisch sind Mode, sie finden aber in den chemischen Hintergründen keine Unterstützung.“ (HONIKEL, 2003)

#### **2.2.1.1 Allgemeines**

Für eine ausgewogene Ernährung sind Lebensmittel erforderlich, die alle notwendigen Nährstoffe in ausreichender, aber nicht übermäßiger Konzentration enthalten. Da in den verschiedenen Lebensmitteln die Nährstoffe jedoch in unterschiedlichen Konzentrationen vorhanden sind, kann über einen sinnvollen

Verzehr die gesunde Ernährung beeinflusst werden (SEUSS-BAUM, 1998). Fleisch spielt hierbei hauptsächlich eine Rolle als Eiweißlieferant, dessen Aminosäuremuster eine sehr hohe ernährungsphysiologische Wertigkeit aufweist (HAMBÜCHEN, 1998 a). Neben Protein, Fett und Wasser (HONIKEL, 2002), sind auch Vitamine, dabei vor allem die des B-Komplexes und lebenswichtige Mineralstoffe, wie Eisen und Zink, in Fleisch enthalten. Somit spielt Fleisch für eine bedarfsgerecht zusammengesetzte Mischkost beim Menschen eine wichtige Rolle (HAMBÜCHEN, 1998 a). In Deutschland tragen Fleisch und Fleischwaren durch ihre hohe Nährstoffdichte entscheidend zur Versorgung mit Protein, Eisen, Vitamin A und B-Vitaminen bei, sind aber auch an der häufig hohen Zufuhr an Fett, Purinen und Cholesterin beteiligt (SEUSS-BAUM, 1998).

Mengenmäßig teilt man Nährstoffe in Makro- und Mikronährstoffe ein. Makronährstoffe sind Proteine, Fette, Kohlenhydrate und Wasser. Zu den Mikronährstoffen gehören Vitamine und Mineralstoffe, einschließlich der Spurenelemente. Der Bedarf des Menschen an Nährstoffen ist, abhängig vom Alter, der Körpergröße und der körperlichen Aktivität, sehr unterschiedlich (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002). Fleisch hat einen bestimmten Nähr- und Genusswert. Der Nährwert eines Lebensmittels wird dabei nicht nur durch seinen Kaloriengehalt bestimmt, sondern umfasst auch den Gehalt an allen Nährstoffen und deren Relation zueinander (ROGOWSKI, 1974).

HONIKEL (2002) bezeichnet Aussagen, wie Fleisch sei prinzipiell fett- und kalorienreich, die Fette im Fleisch seien hauptsächlich gesättigt und damit ungesund sowie Fleisch sei hochgradig mit Schadstoffen belastet, als unzutreffend. Mageres Muskelfleisch besteht zu etwa 75% aus Wasser, zu 21% aus Eiweiß, zu 1-2% aus Fett, zu 1% aus Mineralstoffen und zu <1% aus Kohlenhydraten. Die Zusammensetzung kann je nach Teilstückzuschnitt erheblich variieren (Fettgewebsanteil etc.), aber auch Rasse, Fütterung und Mastintensität spielen eine Rolle für den Nährwert.

Im Prinzip kann mageres Fleisch als eiweißreiches, kohlenhydratarmes und je nach Fettanteil auch fettarmes Lebensmittel bezeichnet werden. Die Energiegehalte liegen je nach Fettanteil bei ca. 500-750 kJ/100g Rohgewicht (SEUSS-BAUM, 1998). Reines Fett hat einen Brennwert von 37 kJ/g, Protein 17 kJ/g und Kohlenhydrate 17 kJ/g (SOUCI et al., 2000).

### **2.2.1.2 Eiweiß**

Den wichtigsten Bestandteil des Fleisches bildet das Eiweiß (Protein), das der menschliche Körper für den Aufbau von körpereigenem Eiweiß benötigt. Dafür sind 20 verschiedene Aminosäuren (AS) nötig, von denen 8 beim Erwachsenen und 10 beim Kleinkind unbedingt über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Diese werden als essentielle Aminosäuren bezeichnet und die biologische Wertigkeit eines Nahrungsproteins wird durch sie bestimmt (SEUSS-BAUM, 1998). Fleischeiweiß gilt als biologisch besonders wertvoll, da es einen prozentual hohen Gehalt an essentiellen



Aminosäuren aufweist. Tierische Proteine haben allgemein eine hohe biologische Wertigkeit im Gegensatz zu pflanzlichen Proteinen (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002). Das Aminosäuremuster, also der Gehalt und das Verhältnis der verschiedenen essentiellen Aminosäuren zueinander, sind für den Bedarf des Menschen nahezu optimal und die Ausnutzbarkeit des Fleischeiweißes durch den Organismus ist sehr hoch. Da Vollei-Protein am wertvollsten für den Menschen ist, wird die AS-Zusammensetzung als Maßstab für andere Nahrungsproteine verwendet (**Tab. 8**). Bindegewebe dagegen hat durch den geringen Gehalt an essentiellen AS einen besonders niedrigen Tryptophan-Gehalt und eine geringe Verdaulichkeit im Rohzustand, einen geringen biologischen Wert (ROGOWSKI, 1974).

	Vollei	Schweinefleisch	Rindfleisch	Milch	Soja	Reis	Bohnen	Weizen
Biologische Wertigkeit	100	86	83	85	84	83	72	56

**Tab. 8:** Biologische Wertigkeit einiger Nahrungsproteine (modifiziert nach SEUSS-BAUM, 1998)

Im Vergleich zum Vollei-Protein enthält Fleischeiweiß weniger Methionin, zeigt aber ansonsten ein ähnliches AS-Muster. Auch Sojaprotein ist dem Fleischprotein ähnlich, wird aber im Verdauungstrakt weniger gut aufgeschlossen. Insgesamt ist Fleischeiweiß für den Menschen nach Vollei-Protein und neben dem Protein von Fisch und Milch das beste Nahrungsprotein (ROGOWSKI, 1974).

Fleischproteine setzen sich aus Muskelproteinen (myofibrilläre und sarkoplasmatische Proteine) und Bindegewebsproteinen (Kollagen, Elastin) zusammen. Der Bindegewebsanteil im Muskelfleisch liegt bei ca. 0,5-3%, wobei der Anteil je nach Teilstück erheblich schwanken kann. Durch die relativ ungünstige biologische Wertigkeit von Kollagen sinkt die biologische Wertigkeit von Fleisch mit steigendem Bindegewebsanteil ab. Allerdings gilt generell, dass die Mischung verschiedener Proteine häufig den biologischen Wert steigert. Daher empfiehlt auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) gemischte Kost (pflanzliche und tierische Nährstoffquellen). Das Fleisch schlachtreifer (erwachsener) Tiere ist höherwertig, als das Fleisch jüngerer Tiere und das Eiweiß aus Innereien ist dem von Muskelfleisch, dem biologischen Wert nach, gleichwertig. Der Proteingehalt liegt in beiden Fällen bei ca. 16-20% (SEUSS-BAUM, 1998). Der Proteingehalt ändert sich umgekehrt proportional zum Fettgehalt. Je fetter das Fleisch ist, desto niedriger sein Proteingehalt. Dieser kann beispielsweise von 22-23% auf 15-18% absinken (HONIKEL, 2002).

Es ist zu beachten, dass Hitzeeinwirkung, abhängig von Dauer und Intensität, den Nährwert beeinflusst. So verursacht z.B. die Erhitzung von Schweinefleisch für 2 Std. auf 113°C durch die Schädigung der AS eine Abnahme der biologischen Wertigkeit um ca. 35% (ROGOWSKI, 1974).

### 2.2.1.3 Fett

Fett kommt im Fleisch als Fettgewebe vor. Es kann sichtbar als Auflage- bzw. Depotfett zwischen Muskeln eingelagert (intermuskuläres Fett) und als Marmorierung im Muskel (intramuskuläres Fett) vorhanden sein (SEUSS-BAUM, 1998). Fett liefert dem Körper Energie und ist Träger der fettlöslichen Vitamine A, D und E. Je nach Herkunft, sind im Fett mehr oder weniger viele essentielle Fettsäuren (Linol- und Arachidonsäure) enthalten (ROGOWSKI, 1974). Das Fettgewebe der Schlachttiere setzt sich aus reinem Fett (50-85%), Wasser und Eiweiß zusammen. Der Fettanteil am Fettgewebe variiert je nach Tierart (Schwein/Schaf > Rind) und Mastzustand. Den größten Fettanteil hat Fettgewebe zur Körpermitte hin, so z.B. das Depotfett der Nieren und das Flomen (LENGERKEN et al., 1998). Der Fettgehalt liegt bei den Nutztierarten in der Regel über dem der Wildtierarten (HONIKEL, 2002). Die Beschaffenheit des Fettgewebes ist sowohl technologisch, ernährungsphysiologisch, als auch sensorisch von Bedeutung. So ist z.B. intramuskuläres Fett in begrenztem Ausmaß erwünscht, da marmoriertes Fleisch hinsichtlich Zartheit und Geschmack, verglichen mit sehr magerem Fleisch, besser abschneidet (SEUSS-BAUM, 1998). Der Fettgehalt variiert je nach Teilstück und mit ihm steigt der Energiegehalt des Fleisches. Jede Tierart besitzt fettere, wie z.B. Schweinebauch mit bis zu 30% Fett, und weniger fette Teilstücke (< 3%). Betrachtet man alle Teilstücke insgesamt, hat Kalbfleisch den geringsten Fettgehalt gefolgt von Pute, Rind, Hähnchen und Schwein (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002).

Je weiter das Fettgewebe außen im Körper liegt, desto höher ist der Anteil an ungesättigten Fettsäuren (FS) (ROGOWSKI, 1974). Insgesamt enthält das Fett in Hähnchen- und Putenfleisch je nach Fütterung 65-70% ungesättigte Fettsäuren (v.a. Ölsäure), Fett in Schweinefleisch 60% (davon 50% Ölsäure) und das Fett in Rind- und Kalbfleisch ca. 51% ungesättigte Fettsäuren. Reines Depotfett liegt ca. 3-4% darunter. Somit liegt der Anteil der ungesättigten FS (v.a. einfach ungesättigte Ölsäure) prinzipiell über dem der gesättigten FS (HONIKEL, 2002). Die Empfehlung der DGE lautet, dass aufgenommene Fette zu je 1/3 aus gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach-ungesättigten Fettsäuren bestehen sollten (SEUSS-BAUM, 1998). Auch die Konsistenz und die Oxidationsstabilität von Fett sind von der Fettsäurezusammensetzung abhängig (LENGERKEN et al., 1998). Mit einer steigenden Anzahl von Doppelbindungen bei den mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (Polyenen), sinkt der Schmelzpunkt einer Fettsäure ab und die Oxidationsneigung steigt sprunghaft an. Dies wiederum beeinflusst die Verarbeitungseignung des Fettgewebes. So ist z.B. ein hoher Polyengehalt aufgrund der geringen Oxidationsstabilität bei Produkten mit langer Reifungszeit und ohne Räucherung (Oxidationsschutz) ungeeignet (LENGERKEN et al., 1998). In Teilstücken, in denen für das bloße Auge kein Fett, auch nicht als Fettadern (Marmorierung), sichtbar ist, liegt der Fettgehalt in der Regel unter 3% (HONIKEL, 2002). Dieses Fett enthält ca. 15%, Fett aus Schweineleber enthält ca. 25% essentielle Fettsäuren. Prinzipiell sind die meisten Pflanzenöle (z.B. Soja- und Maisöl) reicher an essentiellen FS, als tierische

Fette (ROGOWSKI, 1974). Kennzeichnend für das Fett von Wiederkäuern ist die Fettsäurezusammensetzung mit ihrem relativ hohen Anteil an kurzkettigen, gesättigten Fettsäuren und die, im Vergleich zum Schwein, härtere Konsistenz (ENDER UND AUGUSTINI, 1998). Speziell bei Schweine- und Geflügelfett wird immer wieder auf den Einfluss der Futterfettzusammensetzung auf das Fettsäuremuster hingewiesen (LENGERKEN et al., 1998; SEUSS-BAUM, 1998).

Das Erhitzen von Fett über 100°C bewirkt deutliche Verluste an essentiellen FS, die Spaltung der Triglyceride und Bildung eventuell gesundheitsschädlicher, hochmolekularer Substanzen. Die Lagerung über längere Zeit führt zur Oxidation der FS. Man spricht davon, dass das Fett ranzig wird, was auch bei eingefrorenem oder gefriergetrocknetem Material bei Zutritt von Luftsauerstoff geschehen kann (ROGOWSKI, 1974).

#### **2.2.1.4 Wasser**

Wasser gilt neben Eiweiß und Fett als Makroinhaltsstoff und macht mengenmäßig einen großen Anteil aus. Der Wassergehalt steht in enger Beziehung zum Fettgehalt. Insgesamt machen Wasser, Protein und Fett über 98% der Inhaltsmengen von Fleisch aus (HONIKEL, 2002).

#### **2.2.1.5 Vitamine**

Vitamine gehören, wie die Mineralstoffe und Spurenelemente, zu den Mikronährstoffen, die im Fleisch relativ reichlich vorhanden sind (SEUSS-BAUM, 1998). In Fleisch finden sich hauptsächlich wasserlösliche B-Vitamine wieder. Fettlösliche Vitamine sind auch in Innereien enthalten, wobei in der Leber zusätzlich gewisse Mengen an Vitamin C zu finden sind (ROGOWSKI, 1974).

#### **Wasserlösliche Vitamine**

Die Vitamingehalte in den verschiedenen Fleischarten sind zum Teil sehr unterschiedlich. Das gilt v.a. für die Vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>6</sub> bei verschiedenen Tierarten. Während die Vitamine B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> in Schweinefleisch, gefolgt von Ente und Gans, in relativ hoher Konzentration vorliegen, sind die Werte bei Rind, Pute und Huhn geringer (HONIKEL, 2002).

Der beste Träger von **Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamin)** ist Schweinefleisch. Neben Vollkornbrot ist es einer der wichtigsten Vitamin-B<sub>1</sub>-Lieferanten (SEUSS-BAUM, 1998). Weitere gute Quellen hierfür sind Innereien und Fleischwaren mit einer entsprechenden Zusammensetzung. Der Tagesbedarf wäre mit ca. 150g Schweinefleisch oder 800g Vollkornbrot gedeckt (ROGOWSKI, 1974). Besonders in Leber, aber auch in anderen Innereien ist **Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin)** enthalten. Schon 50g Leber decken den Tagesbedarf eines Menschen. Muskelfleisch enthält, ähnlich wie Brot oder Milch, deutlich weniger Vit. B<sub>2</sub>. (ROGOWSKI, 1974) Muskelfleisch enthält etwa soviel **Niacin (Nicotinsäure u. Nicotinsäureamid)** wie Vollkornbrot. Innereien wie Leber, stellen

eine gute Niacinquelle dar, sodass ca. 50g Rinderleber den Tagesbedarf des Menschen decken können. Insgesamt sind Muskelfleisch und Innereien reich an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und Niacin, ferner an Vitamin B<sub>12</sub> und **Pantothensäure**. Leber speichert dabei die höchsten **Vitamin-B<sub>12</sub>** Gehalte, die Niere besitzt ein tierartlich unterschiedliches Speicherpotential und der Gehalt in Muskelfleisch liegt gleichauf mit dem von Eiern und Milchprodukten (HONIKEL, 2002). Vitamin-B<sub>12</sub> kommt fast ausschließlich in tierischen Lebensmitteln vor. Die Bioverfügbarkeit von **Folsäure** (v.a. in Eiern und Leber) wiederum ist eng an das Vitamin-B<sub>12</sub>-Angebot geknüpft (SEUSS-BAUM, 1998). Der Gehalt an **Vitamin-B<sub>6</sub> (Pyridoxin)** ist mäßig (ROGOWSKI, 1974), liegt aber im Gegensatz zu pflanzlichen Lebensmitteln, wo es an Glukose gebunden ist, an Protein gebunden vor und ist damit für den Menschen leichter verfügbar (SEUSS-BAUM, 1998). Abgesehen von Leber, insbesondere Kalbsleber, ist kein **Vitamin-C (Ascorbinsäure)** im Fleisch enthalten. Leber weist Werte von 20-25 mg/100g Rohware auf, so dass z.B. ca. 200g Kalbsleber oder Apfelsine den Tagesbedarf decken können. In Form von Ascorbat wird Vit. C häufig Fleischwaren zugesetzt (ROGOWSKI, 1974; HONIKEL, 2002).

Wasserlösliche Vitamine können beim Zubereitungsvorgang durch den Austritt von Flüssigkeit verloren gehen und sind wenig hitzestabil (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002). Auch durch Kühlung geht z.B. der Niacingehalt zurück. Gefrieren führt zu einem mäßigen Abbau von Vit. B<sub>1</sub> in Schweinefleisch und über den Tropfsaft beim Auftauen zu Verlusten über 10% der B-Vitamine. Hitze (Sterilisieren > 100°C) hat je nach Einwirkungsdauer deutliche Auswirkungen (Zerstörung) auf den Vitamingehalt und auch Verfahren wie Pökeln und Wässern führen zu Vitaminverlusten (ROGOWSKI, 1974). HONIKEL (2002) geht bei einem normalen Zubereitungsvorgang von Vit.B-Verlusten von ca. 40% aus.

### **Fettlösliche Vitamine**

In tierischen Produkten kommen die fettlöslichen Vitamine A, D und E vor. Vitamin A und E werden dabei häufig dem Tierfutter zugesetzt (HONIKEL, 2002). **Vitamin A** ist in Leber und Wiederkäuerniere und Fettgewebe in seiner wirksamen Form (Retinol) enthalten. 10-20g Leber können den Tagesbedarf des Menschen decken, allerdings kann der Mensch auch pflanzliches Provitamin A (Carotinoide) in der Leber selber in Vitamin A umwandeln. Die Versorgung mit **Vitamin E** und **D** durch Fleisch spielt eine eher untergeordnete Rolle (SEUSS-BAUM, 1998; ROGOWSKI, 1974). Allerdings führt die Supplementation von Vitamin E beim Schwein (s.o.) zu einer Erhöhung des Gehaltes im Muskelgewebe und im Speck und schützt v.a. Fettsäuren vor Oxidationsvorgängen (HONIKEL, 2002).

#### **2.2.1.6 Mineralstoffe**

In Fleisch und Innereien sind fast alle für den Menschen relevanten Mineralstoffe enthalten (ROGOWSKI, 1974; SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002). Die Konzentrationen sind mit denen der meisten Gemüsearten und Getreideerzeugnisse

vergleichbar, allerdings sind Mineralstoffe in Fleisch, im Gegensatz zu pflanzlicher Nahrung, nicht an Phytat gebunden, das eine optimale Resorption im Magen-Darm-Trakt verhindert (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002).

Eine besondere Rolle in der menschlichen Mineralstoffversorgung spielt **Eisen**. Besonders Frauen in der Menstruation haben einen hohen Bedarf. Die Nahrung des Menschen stellt insgesamt zwar mengenmäßig genug Eisen zur Verfügung, die Ausnutzung durch den Körper ist jedoch je nach Eisenquelle unterschiedlich. (ROGOWSKI, 1974) Die Bioverfügbarkeit von Eisenverbindungen (Hämeisen) aus tierischen Lebensmitteln ist relativ hoch. Die Resorptionsrate liegt bei etwa 20%, wohingegen die ionisierte Form des Eisens (nicht an Häm gebunden) aus pflanzlichen Lebensmitteln zu lediglich 7-9% aufgenommen wird (N.N., 2004 f). Die Leber stellt eine wichtige Eisenquelle, gefolgt von anderen Innereien und Fleischwaren, dar (ROGOWSKI, 1974). Die Eisengehalte in verschiedenen Muskelgeweben unterschiedlicher Tierarten schwanken, wie in **Tab. 9** ersichtlich, sehr:

	Eisengehalt (mg/100g)
<b>Kalbsleber</b>	7,9
<b>Rinderfilet</b>	2,3
<b>Schweineschnitzel</b>	1,7
<b>Putenbrust</b>	1,0

**Tab. 9:** Eisengehalte in Fleisch (modifiziert nach Honikel, 2002)

Fleisch ist als zelluläres Gewebe ein guter Lieferant für **Kalium** (300-400mg/100g), liefert aber nur eine mäßige Mengen an **Natrium** (50-80mg/100g), **Kalzium** und **Phosphat**, es sei denn, diese Mineralstoffe werden Fleischerzeugnissen zugesetzt (ROGOWSKI, 1974; HONIKEL, 2002). Das Verhältnis von Natrium zu Kalium ist jedoch günstig (SEUSS-BAUM, 1998). In Leber wiederum sind relativ hohe Mengen an Spurenelementen wie **Kupfer**, **Kobalt** und **Zink** vorhanden (ROGOWSKI, 1974). Die Zinkversorgung wird zu etwa 33% durch Fleisch und Fleischerzeugnisse gedeckt. Die Eisen- und Zinkgehalte steigen etwa parallel zur roten Farbe der Gewebe. Weitere wichtige Spurenelemente stellen **Selen** und **Mangan** dar. Die Anreicherung von Tierfutter mit Mineralstoffen, aber auch mit Vitaminen, hat einen Einfluss auf die Mineralstoff- bzw. die Vitaminkonzentration im Fleisch. Wie bei den Vitaminen decken viele Mineralstoffe aus Fleisch einen erheblichen Teil des Bedarfs (HONIKEL, 2002).

Mineralstoffverluste entstehen v.a. durch auslaugende Vorgänge wie Wässern oder Kochen des Fleisches (ROGOWSKI, 1974).

### 2.2.1.7 Kohlenhydrate

Der Anteil an Kohlenhydraten ist in tierischen Lebensmitteln sehr gering (ca. 0,2%) und ist daher bei der ernährungsphysiologischen Beurteilung zu vernachlässigen. In Leber sind größere Mengen Glykogen enthalten. Vor allem bei Rinderleber kann der Gehalt ca. 6% und bei Kalbsleber sogar bis zu 10% betragen. Auch schlachtfrisches Fleisch enthält Kohlenhydrate. Durch die natürliche Fleischreifung wird das Glykogen aus dem Muskel jedoch zu Milchsäure abgebaut (ROGOWSKI, 1974; SEUSS-BAUM, 1998)

### 2.2.1.8 Sonstige Inhaltsstoffe

Tierische Fette enthalten grundsätzlich mehr **Cholesterin** als Pflanzenfette (ROGOWSKI, 1974). Einerseits ist das Cholesterin ein essentieller Bestandteil von Zellmembranen und Lipoproteinen und notwendig für die Biosynthese von Steroidhormonen und Gallensäuren. Als Faktor bei der Entstehung von Arteriosklerose (LDL-Cholesterin), Bestandteil von Gallensteinen und anderen Erkrankungen, hat das Cholesterin jedoch auch eine pathologische Bedeutung für den Menschen (N.N., 1998 c). Cholesterin kommt, je nach Größe der Zelloberfläche pro Gewichtseinheit, in unterschiedlichen Mengen im Fleisch vor. Der Cholesteringehalt bei Fleisch beträgt im Mittel 50-85mg/100g Rohgewicht (SEUSS-BAUM, 1998). Die Cholesteringehalte steigen bei steigendem Fettgehalt nur mäßig an. Der Wert von Rindfleisch liegt gleichauf mit dem von Hähnchenteilen und leicht über dem von Schweine- und Putenteilstücken. Besonders hoch erweisen sich die Werte von Hähnchenflügeln (ca. 90mg/100g) und Innereien (HONIKEL, 2002). Die Herkunft und die Zusammensetzung von Nahrungsfett im Hinblick auf den Serumcholesterinspiegel scheint langfristig unbedeutend zu sein, denn nach ROGOWSKI (1974) finden sich Anzeichen dafür, dass sich ein erhöhter Cholesterinspiegel nach Umstellung von linolsäurereichen Pflanzenölen auf tierisches Fett, nach einigen Monaten wieder auf den ursprünglichen Wert einpendelt. Bei gesunden normalgewichtigen Personen wird die Plasmacholesterinkonzentration nur unwesentlich durch die Menge des Nahrungscholesterins beeinflusst, da durch einen Rückkopplungsmechanismus die körpereigene Produktion gedrosselt wird. Auch bei der diätetischen Behandlung von Fettstoffwechselstörungen steht weniger der Cholesteringehalt der Nahrung, sondern vielmehr die Reduzierung der Gesamtfettzufuhr im Vordergrund (SEUSS-BAUM, 1998). Man nimmt eine durchschnittliche Aufnahme von ca. 90-130mg Cholesterin/Tag aus Fleisch und Fleischerzeugnissen bei einer durchschnittlichen Verzehrsmenge von ca. 150-180g Fleisch/Tag an (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002).

Auch **Purine** kommen im Fleisch vor und können in höheren Konzentrationen bei bestimmten Personengruppen gesundheitliche Probleme verursachen. Es handelt sich dabei um Abbauprodukte von Nucleotiden (ATP) und Nucleinsäurebausteinen, die im Körper zu Harnsäure abgebaut werden. Der gesunde Organismus scheidet diese über den Harn aus. Bei Personen mit Harnsäurestoffwechselstörungen kommt

es zum Anstieg der Harnsäurekonzentration im Blut und in der Gelenkflüssigkeit. Das Überschreiten einer bestimmten Konzentration führt zur Auskristallisation und Ablagerung von Harnsäure in Gelenken und der Niere. Es kommt zu schmerzhaften Gichtanfällen und unter Umständen zur Nierenschädigung. Als sehr purinreich gelten v.a. Innereien (z.B. Kalbsbries) (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002).

## **2.2.2 Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland**

Fleisch darf in seiner Bedeutung für den Menschen nicht nur vor dem Hintergrund der Ernährungsbilanz gewertet werden, sondern auch im Hinblick auf die Entwicklung von landestypischen oder regionalen Produkten mit einer großen geschmacklichen Vielfalt. Die Fleischindustrie ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor, denn der Fleischkonsum in Deutschland ist trotz verschiedener Einbrüche durch BSE und andere Lebensmittelskandale immer noch hoch (HAMBÜCHEN, 1998 b).

### **2.2.2.1 Fleischproduktion in Deutschland**

Die deutsche Fleischproduktion verzeichnete von 1990-1994 einen Rückgang um 23%. Vor allem die Rindfleischerzeugung erlitt Einbußen von bis zu 30% (BRANSCHIED et al., 1998). Auch HONIKEL (2002) bestätigt eine Abnahme der Produktion von Rindfleisch für den Zeitraum von 1991-1999. Bei Schweinefleisch hingegen betrug im Zeitraum von 1990-1994 der Rückgang ca. 23%. Einzig die Geflügelfleischproduktion zeigte ein Wachstum der Produktionsmenge um 7% (BRANSCHIED et al., 1998) und auch über den Zeitraum 1991-1999 zeigte sie eine stetige Zunahme (HONIKEL, 2002).

Im Winter 2000/2001 kam es bedingt durch die Erkrankungen BSE und MKS zu Einbrüchen im Vieh- und Fleischmarkt. Die Krise machte sich in ganz Europa durch starken Konsumverzicht, Handelssperren und Preisverfall bemerkbar. Allerdings normalisierte sich die Lage wieder im Laufe des Jahres 2002 (N.N., 2003 c).

Die Weltfleischerzeugung konnte 2002 ein Wachstum gegenüber dem Vorjahr um 3,2% (auf 245 Mio. t) verzeichnen. Dabei machte Schweinefleisch mit 38 % den größten Anteil aus, gefolgt von Geflügel- (30%), Rind- (25%), sowie Schaf- und Ziegenfleisch (5%). Sonstige Fleischsorten lagen bei lediglich 2% (N.N., 2003 c). Auch in Deutschland stieg die Gesamtfleischerzeugung im Jahr 2002 an. Der Zuwachs konzentrierte sich, bei einem Rückgang von Rind- und Kalbfleisch um  $\frac{1}{4}$  in den letzten 10 Jahren, v.a. auf Schweine- und Geflügelfleisch (N.N., 2003 b).

**Abbildung 2** zeigt die Entwicklung der Bruttoeigenerzeugung in der EU-15 für Rind- und Kalbfleisch von 2001-2003. Deutschland hielt sich diesbezüglich trotz einer zu beobachtenden Abnahme insgesamt auf dem zweiten Platz hinter Frankreich.

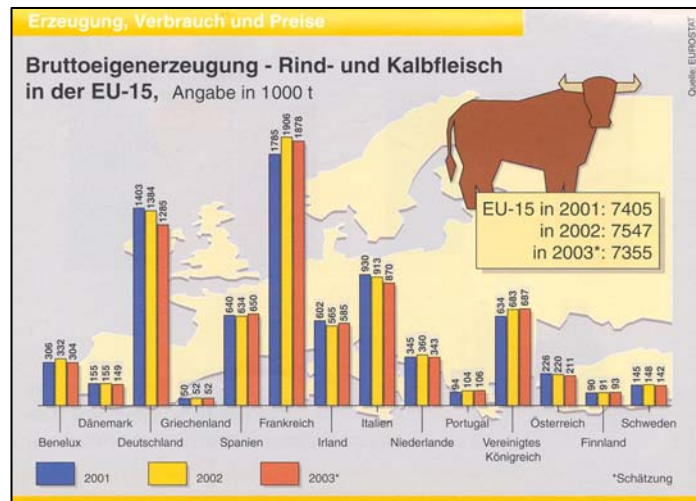


Abb. 2: Bruttoeigenerzeugung von Rind- und Kalbfleisch in der EU-15 (N.N., 2004 c)

### 2.2.2.2 Verbrauch und Verzehr pro Kopf

Sowohl der Fleischverbrauch, als auch der Fleischverzehr (in kg pro Kopf) hat in Deutschland zwischen 1990 und 1995 um fast 10% abgenommen (BRANSCHIED, et al. 1998). Unter den **Verbrauch** fällt laut Definition der Nahrungsverbrauch, Tierfutter, industrielle Verwertung und Verluste. Der **Verzehr** dagegen ist der Verbrauch abzüglich des Tierfutters, der industriellen Verwertung und der Verluste (BRANSCHIED et al., 1998).

Der deutsche **Fleischverbrauch** lag im Jahr 1988 bei 103kg/Kopf (BRANSCHIED et al., 1998). Im Vergleich lag im Jahr 2002 der Durchschnittsverbrauch der Industrieländer bei 77,5kg Fleisch pro Kopf. In der EU-15 nahm der Fleischverbrauch um 530.000 t auf 36,5 Mio. t zu und der Pro-Kopf-Verbrauch im EU-15-Durchschnitt wuchs um 1,6kg auf 96,6 kg an. Spitzenreiter war Spanien mit einem jährlichen Verbrauch von 126,9 kg/Kopf. Deutschland lag 2002 mit einem Verbrauch von 89,0 kg unter dem EU-Durchschnitt. Davon handelt es sich seit Jahren nahezu unverändert um ca. 55 kg Schweinefleisch/Kopf und Jahr (N.N., 2003 c).

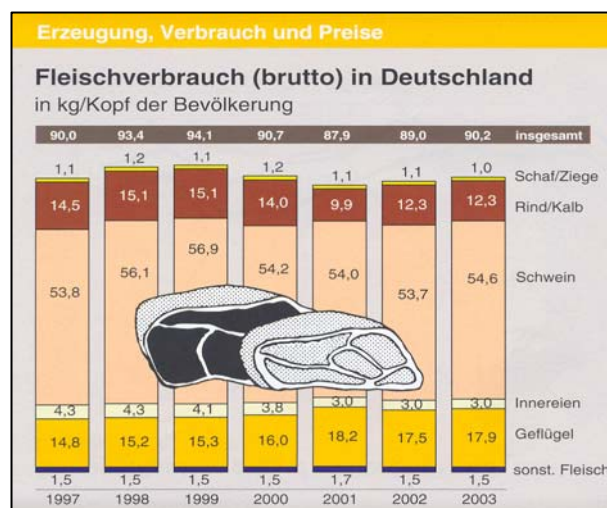


Abb. 3: Fleischverbrauch in Deutschland (1997-2003) (N.N., 2004 c)



In Europa (EU-15) konnte 2002 insgesamt ein Anstieg des **Fleischverzehrs** beobachtet werden (N.N., 2003 b). In Deutschland lässt sich von 1998-2003 ein davon abweichender Verlauf, abhängig von der Fleischsorte, feststellen. Der jährliche Gesamtverzehr von Fleisch pro Kopf sank von 1998 bis 2001 von 62,8kg auf 59,2kg ab und stieg bis 2003 wieder auf 60,8kg an. Trotz des Anstiegs lag der Verzehr von Fleisch 2002 jedoch immer noch unter dem vor der BSE-Krise (2000/2001) (N.N., 2003 b). Im Jahr 2003 lag der Verzehr bei 61,5kg/Kopf und damit im EU-15-Vergleich im Mittelfeld (WEISS, 2004). Folgende Tabelle gibt den Fleischverzehr in Deutschland in Kilogramm pro Kopf für verschiedene Fleischsorten an:

<b>Fleischsorte</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Schwein	40,4	41,0	39,1	38,9	38,7	39,3
Geflügel	9,1	9,1	9,5	10,8	10,4	10,6
Rind/ Kalb	10,4	10,4	9,6	6,8	8,4	8,4
Sonstiges Fleisch	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
Schaf/ Ziege	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
Innereien	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	0,8
Pferd*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Fleisch insgesamt</b>	<b>62,8</b>	<b>62,8</b>	<b>61,0</b>	<b>59,2</b>	<b>60,0</b>	<b>60,8</b>

**Tab. 10:** Fleischverzehr in Deutschland 1998-2003 (modifiziert nach N.N., 2003 b);

\*sehr geringer Verzehr, daher Werte hier aus statistischen Gründen = Null

Über lange Sicht stieg der Fleischverzehr in Deutschland zunächst kontinuierlich an und erreichte 1988 sein Maximum. Dabei blieben seit den 70er Jahren die Zunahmen von Rind und Kalbfleisch hinter denen von Schwein und Geflügel zurück. Nach 1988 sank dagegen das allgemeine Verzehrsniveau mit Ausnahme von Geflügelfleisch kontinuierlich ab (N.N., 2003 b).

## 2.3 Fleischkonsum im Wandel

### 2.3.1 Einflussfaktoren

Der Mensch wird nicht nur durch genetische Faktoren, Hunger, Durst und Appetit in seinem Essverhalten gesteuert, sondern auch durch das, was in seinem sozialen Umfeld vorgeht (LEONHÄUSER, 2003). Der größtenteils rückläufige Trend von Fleischverbrauch und -verzehr wirft die Frage nach den Gründen dafür auf (BRANSCHIED et al., 1998). Veränderungen der demografischen Bevölkerungsstruktur, der Verzehrsgewohnheiten und der Verbrauchereinstellungen waren die Hauptursachen dieser Entwicklung (N.N., 2003 b). Das Produkt Frischfleisch liegt in verschiedenen, leicht substituierbaren Fleischsorten vor. Es besteht eine zunehmende Präferenz für Kurzbratenware bzw. für einfach verwendbare Produkte bei einem niedrigen Preisniveau. Zudem wird Fleisch zunehmend durch andere Lebensmittel ersetzbar (BRANSCHIED et al., 1998). Beispielsweise nahm das Angebot an Mikrowellen-geeigneten Produkten und die Verzehrsalternativen (Tiefkühl- und Fertiggerichte, Pausensnacks etc.) zu (N.N., 2003 b). Diese Tatsachen und diverse

wirtschaftliche Umstrukturierungen führen zu einer Umorientierung des Marktes, weg von der Verbesserung der Produktionsmethoden und immer mehr hin zu einer Orientierung an den Verbraucheransprüchen. Sinkende Zahlen sprechen jedoch dafür, dass der Einklang von Verbraucheranspruch und Handel nicht optimal gelöst ist. Zusätzlich spricht eine zunehmende Importrate für eine ungünstige Kostenstruktur in Deutschland (BRANSCHIED et al., 1998).

Seit Mitte der 70er Jahre ist der Markt von Überschüssen der Produktion und seit Anfang der 90er Jahre von einer schwindenden Nachfrage geprägt. Schon seit den 50er Jahren ist ein Rückgang der Zuwachsraten zu beobachten. BRANSCHIED et al. (1998) schreibt dies unter anderem einer Sättigung des Marktes zu. Befragungsergebnisse zum Fleischverzehr gingen mit dem abnehmenden Trend konform. So wuchs von 1984-1994 der Anteil der Befragten, die ihren Fleischkonsum beschränkten oder beschränken wollten von 56% auf 79% an (BRANSCHIED et al., 1998). ALVENSLEBEN (1995) nennt dafür folgende Gründe:

- Die Wandlung von Fleisch, als selten erhältliches Festessen zum Alltagsgut und der Wunsch nach mehr Produktvarianten innerhalb und außerhalb des Fleischsortimentes (**Überschreitung der optimalen Reizintensität**).
- Eine fehlende Produktvielfalt, wie bei Fleischwaren und mit höherem Einkommen ein steigender Wunsch nach Abwechslung (**Diversifizierung**).
- Die Änderung der **Verbrauchermotive** und Forderungen des Zeitgeistes nach „gesünderen“ Alternativen hin zu Vollwert- und Biokost.
- Vorurteile als Entscheidungshilfe des Verbrauchers. Produkte wie Fleisch sind durch o.g. Marktsättigung einem Preisdruck unterworfen und bieten besonders viel Angriffsfläche für negativ gefärbte Vorurteile. (**Wahrnehmungspsychologische Zusammenhänge**)

BRANSCHIED et al. (1998) beschreibt ein unterschiedliches Verzehrverhalten, abhängig von der Bevölkerungsschicht. Er hebt dabei Alters- und Einkommensgruppen, sowie regionale Aspekte hervor. Bezüglich des **Alterseffektes** unterstellt er älteren Verbrauchern einen erheblich höheren Fleischverzehr, als der jüngeren Generation, wobei von den älteren Menschen konventionelle Lebensmittel im Gegensatz zu beispielsweise Bioprodukten insgesamt positiver bewertet werden. Nicht eindeutig ist die Bedeutung der jungen Generation für die Erstellung von Prognosen einzuordnen, denn einerseits scheint diese dem Fleischverzehr im Sinne des Generationeneffektes kritisch gegenüberzustehen, dessen Auswirkungen sich mit steigendem Alter verwischen, andererseits ist zusätzlich eine gemeinsame Sozialisationserfahrung einer Altersgruppe möglich, die wirksam bleibt (BRANSCHIED et al., 1998). ALVENSLEBEN et al. (1994) sind der Meinung, es wären lebenslange Gruppen gleichen Verhaltens vor allem im Zusammenhang mit dem Kaufverhalten bei Bioprodukten nachweisbar. Die Gruppe der 25-jährigen zum

Zeitpunkt von 1993 soll sich demnach unkritischer verhalten, als ältere Gruppen und sich weniger durch Bioprodukte angesprochen fühlen. Auswirkungen auf den Fleischverzehr in der Zukunft werden für wahrscheinlich gehalten (BRANSCHIED et al., 1998).

Eine ähnlich starke Rolle spielt das **Einkommen** pro Haushalt. Es konnte beobachtet werden, dass einkommenstärkere Gruppen mehr Fleisch verzehren, als weniger gut verdienende Teile der Bevölkerung, wobei der jeweilige Anteil von Frischfleisch, Wurstwaren und Geflügelfleisch in allen Einkommensschichten relativ konstant ist. Lediglich der Geflügelverzehr schwindet anteilig mit einem steigenden Haushaltseinkommen (BRANSCHIED et al., 1998).

Die **regionale Zugehörigkeit** als Einflussfaktor ist nur für Fleisch- und Wurstwaren belegt. Beispielsweise konsumiert Mitteldeutschland (v.a. Thüringen und Franken) etwa 1/5 mehr Fleischwaren als der Durchschnitt. Schlusslichter bilden die nordwestlichen Bundesländer (Niedersachsen, Schleswig-Holstein) und Nordrheinwestfalen und liegen weit unter dem Durchschnitt. In Norddeutschland wird der mindere Wurstverzehr zum Teil durch einen höheren Verzehr von Käse kompensiert (BRANSCHIED et al., 1998).

BRANSCHIED et al. (1998) erwähnt zusätzlich zu den vorher genannten internen Faktoren, die im Verbraucher selbst begründet liegen, einen bedeutenden externen Faktor. Der **Preis** ist beim Fleischeinkauf oft ein entscheidendes Kriterium und tritt nur an Festtagen zugunsten der Produktqualität in den Hintergrund. Zu diesen Anlässen wird besonders auf Teilstück und Fleischgattung geachtet, ansonsten werden Kaufentscheidungen maßgeblich vom Preis und in Verbindung damit, vom Ort des Einkaufs beeinflusst. Das hat sich in der Preisentwicklung für die edelsten Teilstücke, v.a. bei Rinderfilet, mit einer überproportionalen Erhöhung der Preise im Gegensatz zu weniger edlen Teilstücken, manifestiert. Erhöhungen des Durchschnittseinkommens sollen jedoch nicht zu proportionalen Veränderungen der Ausgaben für Fleisch führen und somit sank der Anteil der Ausgaben für Lebensmittel und Fleisch an den Gesamtausgaben in den letzten Jahrzehnten ständig. Die Wirkung von Sonderangeboten ist Ursache der Preisabhängigkeit des Verbrauchers. Der Preis kann andererseits jedoch auch zu einem Renommeeverlust beitragen und führt unter Umständen mit zu einer psychologisch begründeten Abwendung vom Fleisch (BRANSCHIED et al., 1998).

Den Einfluss, den die **Medien** auf die öffentliche Meinung und somit auch auf das Verbraucherverhalten ausüben, ist nicht zu unterschätzen. Ihre Rolle im Ursachenszenario für den Rückgang des Fleischkonsums in Deutschland ist nach BRANSCHIED et al. (1998) schwer beurteilbar, da diese nur Themen aufgreifen, die beim Verbraucher „ankommen“. Gerade im Lebensmittelbereich und dort besonders bei Fleisch, scheinen dem Autor die Medien eher als Verstärker von Verbrauchermeinungen zu fungieren. Als Beispiel führt er den Verzehrsrückgang bei

Rindfleisch im Jahr 1994 an und beschreibt diesen als von den Medien forciert. Die BSE-Diskussion bewirkte damals einen sukzessiven Rückgang bis Juli desselben Jahres auf 66% des Vormonats. Jedoch erholte sich der Wert bis zum Ende des Jahres durch das Abflauen der Diskussion. In der Folge der BSE-Krise nach 1994 erhöhte sich der Geflügelfleischverzehr und der vormals rückläufige Verzehr von Schweinefleisch konnte sich stabilisieren. Die Einbußen aufgrund einer einzelnen Medienkampagne konnten auch bei anderen Lebensmitteln nachfolgend kompensiert werden (z.B. Nematoden in Seefisch, Salmonellen in Eiern etc.). Unter bestimmten Umständen kann dieser Effekt aber auch ausbleiben, wie bei einer Serie von Kälberskandalen, in deren Folge der Kalbfleischverzehr irreparabel gemindert wurde, nämlich seit 1987 auf etwa die Hälfte des ursprünglichen Verzehrs (BRANSCHIED et al., 1998).

### 2.3.2 Verbrauchererwartung früher und heute

Der zentrale Faktor beim Fleischverzehr ist der **Verbraucher**. Der Verbraucher ist nach § 6 LMBG: „derjenige, an den Lebensmittel, Tabakerzeugnisse, kosmetische Mittel oder Bedarfsgegenstände zur persönlichen Verwendung oder zur Verwendung im eigenen Haushalt abgegeben werden.“

Aber auch Gaststätten, Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung und Gewerbetreibende, wenn sie Produkte zum Verbrauch im eigenen Betrieb erhalten, gehören dazu. Die **Verbrauchererwartung** wiederum umfasst alle Eigenschaften, die der Verbraucher mit einem Produkt verknüpft (KEIM, 1999). Der Verbraucher knüpft z.B. an Kalbfleisch die Erwartung einer besonderen Zartheit und dementsprechend wirkt sich das auch in der Akzeptanz aus. Geruch und Geschmack sind in diesem Falle zweitrangig (ENDER UND AUGUSTINI, 1998).

Für unsere Vorfahren war zunächst nur das Vorhandensein ausreichender Mengen an Nahrung von Bedeutung (HÖTZEL, 1993). Der Genusswert sollte dabei möglichst akzeptabel sein (N.N., 1996). Im weiteren Verlauf der Geschichte entwickelte die Gesellschaft eine kulinarische Kultur und damit stiegen die Ansprüche. Die Bekömmlichkeit bzw. Verträglichkeit eines Lebensmittels rückte in den Vordergrund, ohne dass in der breiten Bevölkerung Grundkenntnisse über toxikologische und mikrobiologische Gegebenheiten vorhanden waren. Erst durch Forschungsarbeiten von Mikrobiologen wie BOLLINGER und GÄRTNER kam es im Laufe des 19. Jhs. zu erweitertem Wissen (N.N., 1996). BOLLINGER erkannte einen Zusammenhang zwischen infektiösen Erkrankungen von Schlachttieren und einer Fleischvergiftung (ca. 1880) und Gärtner entdeckte *Bacillus enteritidis* als deren Verursacher (1888) (STANDFUSS, 1922). Seit Mitte des 19. Jhds. stieg das Interesse des Verbrauchers für ernährungsphysiologische Aspekte und er legte zunehmend Wert auf den Nährstoffgehalt und die Ausgewogenheit der Ernährung (N.N., 1996). Technologische Gesichtspunkte wie Wasserbindung, Konsistenz etc. erlangten erst etwa 100 Jahre später eine wachsende Bedeutung (N.N., 1996).

Alle o.g. Punkte fließen auch in die aktuelle Verbrauchererwartung mit ein. Heute wünscht der Markt z.B. ein „Fleischschwein“, welches durch jahrelange Umzüchtung nunmehr eine erhebliche Verringerung des intramuskulären Fettgehaltes zugunsten eines höheren Wasser- und Eiweißgehaltes aufweist (LENGERKEN et al., 1998). Insgesamt konnte ein starker Anstieg der Ansprüche an die Lebensmittel beobachtet werden (MATISSEK, 1996). Als Ursachen kommen ein hohes Informationsbedürfnis des heutigen Verbrauchers in Betracht, aber auch Lebensmittelskandale bei Fleisch. Angefangen in den 70er Jahren wurde das Auftreten von *Diethylstilbestrol* (DES) in Kalbfleisch und gar in Babynahrung, die BSE-Krise, Schweinepest, Tiertransporte, Massentierhaltung (Legebatterien) und der Dioxin-Skandal (1999) von der Öffentlichkeit mit großer Aufmerksamkeit verfolgt und hat das Bild von Fleisch und seinen Erzeugnissen beim Verbraucher negativ geprägt (FREY, 1997; HAMBÜCHEN, 1998 b; HONIKEL, 2002). Die Forderungen an den Handel gehen nun hin zur Nachvollziehbarkeit des Entstehungsweges eines Produktes unter der Berücksichtigung von Tier- und Umweltschutzaspekten (N.N., 1997) und seiner ausreichenden Kennzeichnung (HAMBÜCHEN, 1998 b). Besonders die jüngeren Verbraucher legen zunehmend Wert auf die Einhaltung ethischer Komponenten. Die Art der Tierhaltung und der Umgang mit dem Tier hat eine neue Bedeutung erlangt und wird in Frage gestellt. Faktoren wie Tierkrankheiten, Medikamenteneinsatz und die Benutzung von Masthilfsmitteln werden kritisch betrachtet und nicht zuletzt auch in den Medien diskutiert (HAMBÜCHEN, 1998 b). Hinzu kommt der Anspruch an die hygienische und geschmackliche Unversehrtheit, die ausreichende Menge des Lebensmittels und einen günstigen Preis (HAHN, 1996). Auch sollen Vorgaben der Ernährungswissenschaft vor dem Hintergrund eines ausgeprägten Gesundheitsbewusstseins (Wellness) eingehalten werden (MATISSEK, 1996; FREY, 1997).

Gesellschaftliche Entwicklungen prägen, wie oben erwähnt, das Verhalten des Verbrauchers. Eine Wandlung erfolgte von der scheinbar homogenen, undifferenzierten Nachfrage der Nachkriegszeit hin zu den gegensätzlichen Ansprüchen der heutigen Zeit. Das äußert sich beispielsweise auch in der Einteilung durch PUDEL (1990) in die genussorientierten, umwelt- bzw. gesundheitsbewussten oder preisbewussten Verbraucher und die mit eher verschwenderischen Qualitätsansprüchen. BRANSCHIED et al. (1998) führt einige moderne Trends mit Einfluss auf das Konsumverhalten auf:

- Polarisierung der Gesellschaft („sozial Schwache/ wirtschaftlich Satierte“, „Öko/Yuppie“ etc.)
- zunehmendes Anspruchsdenken und Vervielfältigung der Ansprüche
- wachsendes Umweltbewusstsein
- stagnierendes Bevölkerungswachstum und Überalterung der Gesellschaft
- wachsender Anteil sozial schwacher Gruppen
- wachsender Ausländeranteil

- Verlust der konventionellen Wertorientierung, Kritik an bisherigen Verhaltensnormen und Aufbau moderner Zielrichtungen
- sinkende Fortschrittsgläubigkeit, zunehmende Kritik und Technikfeindlichkeit
- Suche nach Selbstverwirklichung und Freizeit als zentrales Lebensanliegen

Die Basis für neue Einflüsse und Trends bilden **neue Lebensmaximen**, die geprägt sind von einer zunehmenden Kritik der alten Verhaltensnormen, Fortschritt und Technik und dem gleichzeitigen Wunsch nach Selbstverwirklichung. Die wachsende Bedeutung von Freizeit und eine gesicherte wirtschaftliche Situation sollen als Antrieb wirken. Zudem haben sich verschiedene **neue Lebensformen** herausgebildet, wie die Zunahme an Single-Haushalten, die veränderte Rolle der Frau und auch die Umordnung von Familienstrukturen, was sich auf das Konsumverhalten auswirkt. **Neue Lebensmittel** sollen den neuen Lebensformen entsprechen und hohen Ansprüchen genügen. Dabei soll ein minimaler Zeitaufwand für Einkauf und Zubereitung und ein hohes Maß an Frische gegeben sein. Der Trend entwickelt sich stark zum Convenience Food. Neuerungen wie Ethnic Food, Finger/Snack Food, Functional und Medical Food in Deutschland folgen dabei stark den amerikanischen Trends und werden auch in der Zukunft von Bedeutung sein. Kurzbratenware, optimierte Formfleischprodukte, Hackfleisch, Geschnetzeltes oder Mischgerichte sollen bezüglich dieser Verbraucheransprüche die höchste Anpassungsfähigkeit besitzen (BRANSCHIED et al., 1998).

Auch fand eine **Polarisierung** des Nahrungsmittelangebotes statt, die sich zahlenmäßig belegen lässt. So nahm das Segment der Spitzenqualität von 1980 bis 1995 ebenso zu, wie das Segment der Massenware, das mittlere Segment dagegen nahm um 23% ab. Moderater gestaltet sich die Polarisierung bei Fleisch- und Wurstwaren. Das Premiumsegment zeigt dort zwischen 1990 und 1995 sogar eine Abnahme. Unter anderem lässt sich das auf das für den deutschen Lebensmitteleinzelhandel typische Angebotsverhalten (Sonderangebote) bei Fleisch oder die Effekte einer Rezession zurückführen (BRANSCHIED et al., 1998). So gestaltet sich das moderne Kaufverhalten einerseits nach Gesichtspunkten wie Preis/Leistungsverhältnis, Qualität und Frische, sprich „Gute Qualität zu einem vernünftigen Preis“. Auf der anderen Seite erlangen Verbrauchermärkte oder Discounter für diejenigen Menschen zunehmende Bedeutung, die großen Wert auf Zeitersparnis und dies sowohl beim Einkaufen, als auch bei der Nahrungszubereitung sowie einen günstigen Preis legen. Der Verbraucher geht hier von durchweg guter Fleischqualität aus (N.N., 2003 c). BRANSCHIED et al. (1998) hält die Polarisierung für ein Charakteristikum einer hochindustrialisierten Gesellschaft. Im Gegensatz dazu stehen die weltweiten Trends des Lebensmittelverbrauchs, denn global betrachtet herrscht nach wie vor eine Mangelsituation v.a. an Eiweiß in einem

Großteil der Weltbevölkerung vor. Fleisch stellt für diese Menschen einen Luxusartikel dar (BRANSCHIED et al., 1998).

Der Verbraucher gibt dem Markt zwar die entscheidenden Signale, sein Verzehrsverhalten wird aber zunehmend fremdbestimmt sein. In besonderem Ausmaße sieht BRANSCHIED et al. (1998) das für Fleisch. Der Marktbestimmende Trend geht hin zu Convenience-Produkten (Bequemlichkeit beim Kauf und bei der Zubereitung). Als Gegenreaktion meint er jedoch einen Trend zur Individualisierung der Bedürfnisse zu erkennen, der Chancen für kleine Segmente und Nischen, wie z.B. „low fat“ oder „natürlich“ bieten könnte. BRANSCHIED (2003) ist der Meinung, der Genuss werde in der Zukunft hinter der Dringlichkeit des Anlieges der Sicherheit von Handel und Verbraucher, zurückbleiben.

## 2.4 Fleischqualität

### 2.4.1 Definitionen

Es ist nötig, den Begriff der *Fleischqualität* im Zusammenhang mit dieser Arbeit eindeutig zu definieren, da verschiedene Interpretationen des Begriffes Qualität existieren. Diese hängen im Wesentlichen von den unterschiedlichen Standpunkten, den jeweiligen Interessensschwerpunkten und Vorstellungen des Betrachters ab. Objektiv feststellbare Eigenschaften und Merkmale eines Produktes werden dabei häufig mit subjektiven Wertvorstellungen vermischt (KÜHNLEIN, 1993). Die verschiedenen Aspekte der Produktqualität und der Produktionsqualität bzw. die Vermischung der objektiven Qualitätsfaktoren mit der Subjektivität der Wertschätzung provozieren oft Missverständnisse (HOFMANN, 1998). Eine Vermischung von objektiven und subjektiven Aspekten der Qualität bezeichnet HOFMANN (1998) zwar als unzulässig, es bestehen jedoch sehr wohl Beziehungen untereinander. Diese sind einer gewissen Dynamik unterworfen, da sich Veränderungen und Wandlungen in einem bestimmten Bereich auf andere Bereiche auswirken können.

### Fleisch

Unter *Fleisch* wird in der Richtlinie (RL) 101/2001/EG die „für den menschlichen Verzehr geeignete Skelettmuskulatur von Tieren der Spezies „Säugetiere“ und „Vögel“ mit anhaftendem und eingelagertem Begleitgewebe (Fett-, Binde-, Nerven-, lymphatisches Gewebe, Gefäße) einschließlich der Kaumuskeln und des Zwerchfells“, verstanden.

Die Definition für Fleisch lautet nach FIHG § 4: „ Alle Teile der in § 1 genannten Tiere, die zum Genuss für Menschen geeignet sind, frisch oder in Form von Fleischerzeugnissen oder Fleischzubereitungen.“ § 1 nennt Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, andere Paarhufer, Pferde, andere Einhufer, Kaninchen, die als

Haustiere gehalten werden, Haarwild aber auch Wildschweine, Bären, Füchse, Sumpfbiber und Dachse und andere fleischfressende Tiere. Fleisch von Hunden, Katzen, anderen hundartigen und katzenartigen (Caniden und Feliden) sowie von Affen darf zum Genuss für Menschen nicht gewonnen werden.

In den LEITSÄTZEN (2003) fallen unter den Begriff „Fleisch“ „[...] alle Teile von geschlachteten oder erlegten warmblütigen Tieren, die zum Genuss für Menschen bestimmt sind.“

Der Verbraucher versteht entgegen der rechtlichen Definition unter „Fleisch“ das Muskelfleisch mit anhängendem Fettgewebe (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Auch diese Arbeit beschäftigt sich v.a. mit Fleisch im Sinne von Muskelfleisch.

## Qualität

Der Begriff *Qualität* leitet sich vom lateinischen Wort für „*qualitas*“ = Beschaffenheit ab und kann in diesem Zusammenhang völlig wertfrei gebraucht werden (HOFMANN, 1998). Entsprechend lautet auch die Definition des Deutschen Institutes für Normung: „Die Summe aller wertbestimmenden Eigenschaften ist Qualität.“ (BABEL, 2001)

Im allgemeinen Sprachgebrauch fließt jedoch immer eine Wertung mit ein, die eine hohe Erwartungshaltung impliziert (BABEL, 2001) und es wird mit „Qualität“ eine herausragende Eigenschaft bzw. eine besondere „Güte“ assoziiert. Das wird besonders bei der Verwendung von Bezeichnungen wie „Qualitätsfleisch“ oder „Qualitätserzeugnis“ deutlich. Aber auch in Redewendungen wie „Qualität statt Quantität“ oder „Das ist Qualität.“ spiegelt sich diese Bedeutung wieder. Wichtig ist eine klare Trennung der nebeneinander existierenden Bedeutungen, um Missverständnisse zu vermeiden (HOFMANN, 1998).

Die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) hat die Qualität im Allgemeinen als „die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Tätigkeit, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse beziehen“ (BABEL, 2001) definiert. Die „gegebenen Erfordernisse“ interpretiert HOFMANN (1998) als die Ansprüche der Verbraucher und sonstiger Interessenten an ein Produkt oder eine Tätigkeit. Ferner ist er der Meinung, die Bewertung der Qualität eines Produktes sei von subjektiven Maßstäben und Wertvorstellungen abhängig.

Nach der Definition HAMMONDS (1955) lässt sich das Qualitätsprodukt im Sinne von Güte verstehen, denn er definiert Qualität als „[...] das, was die Öffentlichkeit am liebsten mag und für was die Verbraucher bereit sind, mehr als den Durchschnittspreis zu bezahlen.“ Wirtschaftlicher Gewinn und Qualität sind insofern miteinander verknüpft, da die Produktion und deren Qualitätssicherung Kosten verursachen, der Preis bzw. die Einnahmen andererseits von der Nachfrage und der Wertschätzung abhängen und diese wiederum von der Qualität. Somit haben



Qualitätssteigerungen letztendlich einen positiven Einfluss auf den Gewinn (HOFMANN, 1998).

Vom Handel und vom Verbraucher wird eine konstante Qualität von den Produkten erwartet, allerdings sind Schwankungen bei Ausgangsmaterialien biologischen Ursprungs schwer zu vermeiden. Ursprünglich bedienten sich Hersteller subjektiver Beurteilungskriterien, um ein konstant hohes Qualitätsniveau zu halten. Erst im Laufe der Zeit kamen auch objektive, messbare Parameter hinzu bis hin zur Entwicklung von komplexen Qualitätsmanagement-Systemen (BABEL, 2001).

### **Lebensmittel- und Fleischqualität**

Die Qualität von Lebensmitteln bzw. die *Lebensmittelqualität* kann laut HOFMANN (1998) allgemein definiert werden, als „die Summe aller Eigenschaften und Merkmale eines Produktes, die für seine Verwendung als Lebensmittel von Bedeutung sind“. Den Begriff „Fleischqualität“ bezeichnet er im Sinne von Fleischbeschaffenheit als wertneutral. Jedoch kann der Begriff nicht ohne weiteres durch den anderen ersetzt werden, da der Autor die Bedeutung von „Fleischqualität“ als umfassender bezeichnet, genauso wie es nicht möglich sei, „Qualitätssicherung“ durch „Beschaffenheitssicherung“ zu ersetzen.

*Fleischqualität* kann als „...die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches“ verstanden werden (HOFMANN, 1973). Oder es gilt abgekürzt „Qualität ist die Summe aller Qualitätsfaktoren“ (HOFMANN, 1974). So umfasst der Begriff eine Vielzahl unterschiedlicher Eigenschaften, die sowohl durch den Produzenten, den Verarbeiter und auch den Konsumenten beeinflusst werden. Die Qualität von Fleisch umfasst vier Hauptaspekte, nämlich seine **Nährstoffqualität**, welche die chemische Zusammensetzung (Gehalt an Eiweiß, Fett, Mineralstoffe, Vitamine etc.) von Fleisch beschreibt. Für die **Verarbeitungsqualität** sind bestimmte Eigenschaften von Fleisch und auch von Fett verantwortlich. Dazu gehören z.B. die Fleischfarbe und das Saffthaltevermögen, welche das Kaufverhalten des Konsumenten direkt beeinflussen können. Beim Fettgewebe spielen Konsistenz und Fettgehalt eine wichtige Rolle für die Verarbeitung von Fleischwaren. Zur **Genussqualität** tragen Eigenschaften wie Geruch, Geschmack, Zartheit, Saftigkeit und die Konsistenz von rohem oder gekochtem Fleisch bei. Die **hygienische Qualität** ergibt sich einerseits aus dem mikrobiellen Status (Art und Anzahl von Keimen bzw. pathogener Keime), aber auch aus dem Vorhandensein von Rückständen oder anderen geruchs- und geschmacksaktiven Substanzen (N.N., 2004 d).

## Qualitätsfleisch

Der Begriff *Qualitätsfleisch* ist von positiven Vorstellungen im Sinne von Güte geprägt (HOFMANN, 1974). Qualität im Verbrauchersinne bezeichnet BRANSCHIED et al. (1998) unter den heutigen Verhältnissen, gerade bei Fleisch, als das Ergebnis eines komplexen Prozesses, der wiederum beeinflusst wird von allen Stufen der Vermarktungskaskade. Qualität wird in dem Fall gemessen an der Einhaltung von Produktionsrichtlinien, die als Basis für die Erteilung von Prüfsiegeln, wie z.B. Qualitätsfleisch der CMA oder das QS-Prüfzeichen, gelten. Betroffen von den Kontrollen ist neben der landwirtschaftlichen Urproduktion auch die gesamte folgende integrierte Kette (BRANSCHIED et al., 1998; STOLLE, 2004). Es lassen sich prinzipiell Marken für geprüftes Qualitätsfleisch nach dem Grundmodell des CMA-Prüfsiegels, Marken für Fleisch aus besonderen Haltungsverfahren in Anlehnung an die Öko-Verordnung und Marken mit alleiniger Hervorhebung der Herkunft unterscheiden (BRANSCHIED, 2001).

Die Definition für Qualitätsfleisch lautet nach HOFMANN (1998) „Qualitätsfleisch ist Fleisch, das sich auf Grund besonders positiver Eigenschaften allgemeiner Beliebtheit und Wertschätzung erfreut.“ Er bezeichnet dies als eine positive Hervorhebung aus dem Gesamtangebot Frischfleisch, wohingegen der Begriff „Fleischqualität“ (ohne Prädikat) im Allgemeinen wertungsfrei gebraucht wird und eher den übergeordneten Begriff darstellt. Dem produzierten Fleisch kann jeweils eine bestimmte Qualität zugeordnet werden. Es lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden, nämlich Fleisch normaler Qualität, Fleisch abweichender Qualität (z.B. PSE oder DFD-Fleisch) und Fleisch von hervorragender Qualität (Qualitätsfleisch) bzw. das Premiumsegment (STOLLE, 2004).

## Wertschätzung

Die *Wertschätzung*, die einem Produkt entgegengebracht wird, entwickelt sich im Gegensatz zur Qualität, ausschließlich durch Vorstellungen des Menschen und wird von den verschiedensten individuellen und sozialen Einflussfaktoren geprägt. Die Wertschätzung eines Produktes kann beispielsweise durch negative Schlagzeilen in den Medien (medienbedingter Einflussfaktor) sinken, ohne dass sich die Produktqualität geändert hat. Das wiederum kann wirtschaftliche Folgen haben, wie eine sinkende Nachfrage, Preisverfall etc. (HOFMANN, 1998). Den Preis eines Produktes betrachtet HOFMANN (1998) daher nicht als Ausdruck seiner Qualität, sondern eher als Maß seiner Wertschätzung.

## Eignungs- und Nutzungswert

Fleisch, welches z.B. für den Verkauf an der Theke aufgrund seiner abweichenden Qualität nicht geeignet ist, wie z.B. DFD-Fleisch, kann aber unter Umständen für die Verarbeitung zu bestimmten Produkten zweckmäßig sein. So weist DFD-Fleisch ein

hohes Wasserbindungsvermögen auf und eignet sich daher gut für die Herstellung von Kochschinken. Somit erachtet HOFMANN (1998) es für sinnvoll, im Hinblick auf den Eignungswert von einer für den Verwendungszweck „geeigneten“ oder „ungeeigneten“ Qualität zu sprechen, anstatt diese lediglich als „gut“ oder als „schlecht“ zu bezeichnen (HOFMANN, 1998).

## **2.4.2 Anatomisch-physiologische Grundlagen**

Gewebe ist ein Verband von gleichartig differenzierten Zellen einschließlich der vorhandenen Interzellulärsubstanz (WICKE et al., 1998).

### **2.4.2.1 Muskelgewebe**

Das Muskelgewebe umfasst Material verschiedener Genese, Struktur und physiologischen Eigenschaften. Man unterscheidet glatte Muskulatur, quergestreifte Herzmuskulatur und quergestreifte Skelettmuskulatur. Die glatte Muskulatur, als Bestandteil von Gefäßen und Hohlorganen und die Herzmuskulatur sind quantitativ für das Nahrungsmittel Fleisch eher von untergeordneter Bedeutung. Im Gegensatz dazu ist die Skelettmuskulatur für die tierische Leistung „Fleisch“ entscheidend und stellt den quantitativ größten Anteil (40-50% des Körpergewichtes) des Körpergewebes dar (WICKE et al., 1998).

Im Muskel wird chemische Energie direkt in mechanische Energie und Wärmeenergie umgewandelt. An diesem Prozess sind sowohl enzymatische, als auch strukturelle Elemente gleichermaßen beteiligt. Die morphologische Einheit des Skelettmuskels ist die Skelettmuskelzelle in Form einer Faser (Muskelfaser). Bei einem Durchmesser von etwa 10-120µm und einer Länge bis über 150mm verschmelzen die Fasern an den Enden des Muskels mit den Fibrillen der Sehnen. Zwischen den Fasern ist Fett und Bindegewebe eingelagert. Die Fasern wiederum bestehen aus parallel gelagerten Myofibrillen, die sich verkürzen und somit die Muskelkontraktion bewirken können. Diese Myofibrillen sind in das Sarkoplasma (Zytoplasma) eingebettet (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991) und werden durch sogenannte Z-Scheiben in ca. 2µm lange Bereiche (Sarkomer) unterteilt. Ein Sarkomer ist aus identischen Struktureinheiten aufgebaut und bildet die Grundeinheit der Fibrillen. Die Myofibrillen erscheinen im Lichtmikroskop durch alternierend helle und dunkle Bereiche gestreift, daher der Name „quergestreifte Muskulatur“. Myosin- und Aktinfilamente bilden die Myofilamente, die Bestandteil des Sarkomers sind. Sie überlappen sich teilweise und die hakenförmigen Enden der einzelnen Myosinmoleküle (kontraktile Substanz der Muskelfaser) bilden Köpfchen, an denen während des Kontraktionsvorganges wichtige chemische Prozesse ablaufen und die durch ihre gelenkartige Beweglichkeit die reversible Bindung des Myosins an das Aktin und damit das Filamentgleiten ermöglichen, das zur Verkürzung des Muskels führt. Dabei helfen Proteine (Tropomyosin, Troponin-Komplex), die mit dem Aktin assoziiert sind. Elektrische Signale über die Nervenfasern lösen den Kontraktionsvorgang aus, bei dem die Freisetzung von Kalzium-Ionen aus dem

sarkoplasmatischen Retikulum eine wichtige Rolle für die Interaktion zwischen Aktin und Myosin spielt (HONIKEL, 1998 b). Unter Energieverbrauch kommt es zur Verkürzung der Myofibrillen und damit auch der Muskelfaser (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991; WICKE et al., 1998). Die Energie liefern v.a. Glukose (Monogastrier) und Fettsäuren (Ruminanten). Auch post mortem setzen sich Vorgänge der chemischen Energieumwandlung in Muskeln noch solange fort, bis die energieliefernden Substanzen verbraucht sind (WICKE et al., 1998).

Die Proteine der Skelettmuskelfasern werden in unlösliche (Myofibrillenproteine ca. 60,5%) und lösliche (zytoplasmatische Proteine ca. 29%) Proteinfractionen unterteilt. Bindegewebe und Organellen sind mit etwa 10,5% am Gesamtprotein beteiligt, das Myosin hat mit 44% den höchsten Anteil am Proteingehalt. Eine hauchdünne Zellmembran (Plasmolemm) umgibt die vielkernigen Muskelzellen und wird durch eine Bindegewebshaut (Sarkolemm) abgedeckt. Die Muskelfasern werden wiederum durch ein Bindegewebshäutchen umhüllt (Endomysium). Mehrere Fasern werden durch das Perimysium gebündelt und der gesamte Muskel ist schließlich vom Epimysium, einer straffen Bindegewebsscheide, umgeben. Die Myofibrillen sind in einer Flüssigkeit (Sarkoplasma) eingebettet, welche u.a. Enzyme und den roten Muskelfarbstoff (Myoglobin) enthält. Je nach Menge dieses Farbstoffes lassen sich weiße und rote Muskelfasertypen unterscheiden. Säuger besitzen Fasern beider Typs. Je nach dem Anteil an roten oder weißen Fasern, spricht man entsprechend von „weißen“ und „roten“ Muskeln. Oft wird noch ein dritter Fasertyp (Intermediärtyp) unterschieden. Im Wesentlichen sind weiße Fasern durch eine hohe glykolytische, geringe oxidative und hohe myofibrilläre ATPase-Aktivität gekennzeichnet. Rote Fasern verfügen über einen hohen Anteil an Myoglobin und viele Mitochondrien und verfügen dadurch über ein höheres oxidatives Potential zur Energiegewinnung (WICKE et al., 1998).

#### **2.4.2.2 Fettgewebe**

Morphologisch betrachtet, stellt das Fettgewebe von Warmblütern eine Variante des lockeren Bindegewebes mit sehr starker Fettröpfcheneinlagerung dar. Fettzellen (Adipozyten) enthalten Lipide und bilden, umspinnen von einem feinen Netz aus Bindegewebsfasern, das Fettgewebe. Das in den Fettzellen gespeicherte Fett besteht v.a. aus Triglyzeriden. Ansammlungen kleinerer und größerer Fettzellgruppen befinden sich in Organen oder Bindegewebe und bilden Läppchen, die von einer Bindegewebskapsel umgeben sind. Anfangs in die Zellen eingelagerte Fettröpfchen verschmelzen zu einem großen Fetttropfen (univakuoläre Fettzellen) bis dieser Zellkern und Zytoplasma an die Zellwand drängt und das Bild der Siegelringzelle entsteht (WICKE et al., 1998).

Fettgewebe erfüllt verschiedene Funktionen im Körper, wie die Polsterung von Organen und Körperteilen, die Wärmeregulation (Unterhautfettgewebe) und als gewichtssparendes Speicherorgan (Lipidsynthese, -speicherung und Mobilisierung von gespeicherter Energie). Fettgewebe unterliegt einem dauernden Umsatz, der

von hormonalen und nervösen Reizen beeinflusst wird. Man unterscheidet weißes (=univakuoläres) Fettgewebe und braunes (=multivakuoläres) Fettgewebe. Letzteres hat bei den Haussäugetieren nur in den ersten postnatalen Wochen eine funktionelle Bedeutung, für den Schlachtkörperwert ist jedoch das weiße Fettgewebe relevant. Es lassen sich Depofett (subkutanes Fettgewebe, Körperhöhlenfettgewebe) mit einem Anteil von 80% am gesamten Fettgewebe, intermuskuläres Fett (Anteil von 1-7%) und intramuskuläres Fett (2%) unterscheiden. Das intermuskuläre Fett ist mit bloßem Auge sichtbar und ist zwischen den einzelnen Muskeln eingelagert, das intramuskuläre Fett ist innerhalb eines Muskels mehr oder weniger fein verteilt und bildet eine vom Verbraucher gewünschte Marmorierung. Subkutanes Fettgewebe besteht aus, durch Bindegewebsfaszien getrennten, Fettgewebsschichten. Das Wachstum von Fettgewebe ist durch Hyperplasie und Hypertrophie der Fettzellen gekennzeichnet. Die Hyperplasie findet je nach Tierart und Genotyp nur bis zu einem bestimmten Alter statt (beim Schwein ca. 5. Monat), danach erfolgt nur noch die Hypertrophie. Insgesamt ist das Wachstum von Fettzellen von Faktoren wie Genetik, Fütterung, Alter, Fettgewebeanteil und Fettgehalt des Fettgewebes abhängig (WICKE et al., 1998).

#### **2.4.2.3 Bindegewebe**

Bindegewebe kommt im Körper ubiquitär vor und ist ein heterogenes Gewebe mit unterschiedlichen Aufgaben. Neben der Stabilisierung und Formgebung der Organe spielt es bei der Speicherung von Wasser und Fett eine wichtige Rolle. Außerdem ist es beim Stoffaustausch beteiligt, hat eine gewisse Abwehrfunktion und regeneriert sich gut.

Der Grundaufbau des Bindegewebes besteht aus der Grundsubstanz und Faseranteilen (Interzellulärsubstanz). Allerdings gibt es funktionsbedingte Abweichungen bei der Zusammensetzung der Interzellulärsubstanz. Grundsätzlich besteht sie aus Flüssigkeiten, amorpher Grundsubstanz und Fasern. Jede Art von Bindegewebe verfügt außerdem über bestimmte Struktureigenschaften. Je nach funktioneller Beanspruchung im Gewebe entwickeln sich verschiedene Faserarten. Kollagene Fasern (griech. *Kolla* = Leim, *-gen* = bildend) weisen z.B. eine hohe Zugfestigkeit bei geringer Dehnbarkeit auf und kommen v.a. in Stützgeweben (Knorpel, Knochen, Sehnen, Haut, Zähne etc.) vor. Bei Säugetieren ist es mit 25% das am häufigsten vorkommende Protein. Es enthält Aminosäuren wie Glycin (30%), Prolin (12%) und Hydroxyprolin (10%). Hydroxyprolin kommt sonst in keinem Protein des Körpers in nennenswerter Menge vor und ist für die stabile Tripelhelixstruktur des Kollagens verantwortlich. Es wird daher auch als Kenngröße des Kollagengehaltes verwendet. Kollagen wandelt sich beim Kochen von (zähem) Fleisch in Gelatine um und macht es so zarter. Elastische Fasern dagegen weisen eine große reversible Dehnbarkeit bis 150% der ursprünglichen Länge auf. Sie setzen sich aus einem homogen erscheinenden Faserkern (Elastin), mit sich unregelmäßig verknäuelnden Fibrillen (Polypeptidmoleküle) und einer schmalen

Hülle von Mikrofibrillen zusammen. Elastische Fasern sind wichtige Strukturelemente in allen Organen mit hoher Dehnbarkeit (Lunge, Blutgefäße, Hohlorgane, Haut). Bei Bindegewebe im Fleisch handelt es sich um lockeres (umgibt Blutgefäße und Zellen), straffes (Sehnen, Faszien, obere Hautschichten) und elastisches (gelbe Bänder) Bindegewebe (WICKE et al., 1998).

## **2.4.3 Postmortale Vorgänge in der Muskulatur**

### **2.4.3.1 Allgemeines**

Bereits mit dem Tod des Tieres (intra mortem) beginnen die postmortalen Veränderungen. Die Zeitspanne der Veränderungen kann zwischen wenigen Stunden bei schlachtwarmer Verarbeitung und über 4 Wochen bei lange gereiftem Rindfleisch schwanken. Unmittelbar nach dem Schlachten kommt es u.a. aufgrund der relativ hohen Temperaturen (37-40°C) zu raschen chemisch-enzymatisch gesteuerten Abläufen im Muskel, die mit zunehmendem Erreichen des End-pH-Wertes und Kühleinwirkung langsamer vonstatten gehen und v.a. strukturelle Veränderungen zur Folge haben. Die physikalischen Eigenschaften des Muskelgewebes ändern sich. Eine Beeinflussung des Ausmaßes aller o.g. Veränderungen ist durch die Behandlung des Fleisches möglich (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

### **2.4.3.2 Zustandekommen des pH-Wertes**

Lebendes Gewebe befindet sich in einem dynamischen Gleichgewicht (steady state) zwischen Energiezufuhr durch die Aufnahme von Glukose, Fett, Aminosäuren etc., verbunden mit der Sauerstoffzufuhr für die Oxidation und dem Energieverbrauch durch Stoffwechselprozesse, Muskelarbeit etc. Bei der Oxidation wird über die Glykolyse, die Fettoxidation und die Bildung von C<sub>2</sub>-Körpern Energie aus Glukose/Pyruvat und aliphatischen Fettsäureketten gebildet. In den entsprechenden Vorgängen des Zitronensäurezyklus und der oxidativen Phosphorylierung entstehen die Energieträger ATP und NADH. Überschüssige Energie wird als Glykogen im Muskelgewebe oder im Depotfett in Form von Triglyzeriden gespeichert (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

Post mortem (p.m.) setzen sich Vorgänge der chemischen Energieumwandlung in Muskeln noch solange fort, bis die Energie liefernden Substanzen verbraucht sind. Daher können auch nach dem Schlachten noch Vorgänge mit Wirkung auf die Fleischbeschaffenheit auftreten, denn die anaerobe Energiegewinnung über Milchsäurebildung bedingt eine pH-Wert Absenkung in Blut und Muskulatur (WICKE et al., 1998). Mit dem Tod bzw. schon mit der Betäubung, wird das o.g. Gleichgewicht außer Kraft gesetzt, da die Energiezufuhr aussetzt und auch die Sauerstoffzufuhr und kurz danach die Sauerstoffreserven erschöpft sind. Der aerobe Energiestoffwechsel (Oxidation von Nährstoffen) stellt sich auf den anaeroben Energiestoffwechsel um. Hier wird Energie in Form von ATP nur noch mittels

Glykolyse erzeugt, indem Glukose aus im Muskel vorhandenem Glykogen, über Pyruvat bis zur Stufe des Laktats und Wasserstoffionen, metabolisiert wird. Dieses kann p.m. im Gegensatz zum lebenden Tier nicht über das Blut zur Leber transportiert und dort wieder zu Glukose umgewandelt werden. Folglich steigt der Laktat- und Wasserstoffionengehalt in der Muskulatur an und der pH-Wert nimmt ab. Der End-pH-Wert ist v.a. vom Glykogengehalt im Gewebe vor Eintritt des Todes abhängig (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Weitere Faktoren, die den postmortalen pH-Verlauf bestimmen, sind neben der Glykogenmenge die Temperatur, physiologische Unterschiede im Stoffwechsel, der Ausblutungsgrad sowie der Fett- und Bindegewebsgehalt (PETERS und SIELAFF, 1996). Im lebenden Tier herrscht in den Muskeln ein pH-Wert um 7,0 (WICKE et al., 1998).

Stresshormone beispielsweise erhöhen den Energieumsatz, wovon ein Teil in Wärme umgewandelt wird und die Körpertemperatur erhöht. Extremer Stress vor oder während des Zutreibens zur Betäubung kann zum Verbrauch aller Energie- und Sauerstoffreserven zum Zeitpunkt der Betäubung führen. In Ermangelung von Sauerstoff kann keine oxidative Phosphorylierung mehr stattfinden und aus Pyruvat wird Milchsäure gebildet. Erschöpfte Tiere haben durch Stress ante mortem (a.m.) oft wenig oder kein Glykogen und bei längerer Belastung auch keine Milchsäure mehr als Energiereserve im Muskel gespeichert. Setzt bei Schweinen der Stress kurz vor dem Betäuben ein, kann die Glykolyse über den Tod hinaus überstürzt und ungehindert innerhalb 1 Stunde ablaufen. Beides führt zu Einbußen bei der Fleischeschaffenheit (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

#### **2.4.3.3 Rigor mortis**

Der Gehalt an energiereichem ATP im Muskel nimmt nach dem Schlachten langsam ab (LEHNINGER et al., 1994). Das Eintreten der Totenstarre ist im Wesentlichen von der Verfügbarkeit von ATP im Muskel abhängig. Die Aktin- und Myosinfilamente liegen kurz nach dem Schlachten getrennt voneinander und ineinander verschiebbar vor. Bei Abnahme der ATP-Konzentration unter  $1\mu\text{mol/g}$  Muskelgewebe bzw. bei einem Abbau des vorhandenen ATP um 75-80%, kommt es zur Bildung einer irreversiblen Verknüpfung von Aktin und Myosin (Aktomyosinkomplex). Der Muskel wird starr und befindet sich im Rigor mortis (Totenstarre). Er tritt im Normalfall bei einem pH-Wert zwischen 6,0 und 5,8 ein. Dieser Zustand wird erst durch proteolytische Enzyme, die bei der Fleischreifung aktiv werden und die die geordneten Strukturen der Myofibrillen auflösen, aufgehoben. Die Totenstarre tritt je nach Tierart, Zustand des Muskels und Umgebungstemperatur 1 bis 30 Stunden post mortem ein (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

#### **2.4.3.4 Fleischreifung**

Sofort nach dem Schlachten setzt ein muskelzellinterner Prozess ein, der als Fleischreifung bezeichnet wird. Geschwindigkeit und Ausmaß der Fleischreifung sind relativ variabel, denn die Zunahme der Fleischzartheit ist abhängig von der Lagerzeit,

der Lagertemperatur, der Tierart, der Rasse und vom Muskeltyp. Der Vorgang findet bereits während der Kühlung nach dem Schlachten und v.a. in der Folgezeit bei  $-1$  bis  $+7^{\circ}\text{C}$  statt und dauert bei Geflügel ca. 36 Std., beim Schwein  $>60$  Std., beim Kalb 7 d und beim Rind mindestens 14 d bis zu 6 Wochen. Dabei spielen das Alter des Tieres (Quervernetzung des Kollagens) und Enzymaktivitäten, die im Verlauf von der Säuerung und der Temperatur des Fleisches abhängen, eine Rolle. (PRÄNDL et al., 1988; ENDER und AUGUSTINI, 1998; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

Der Prozess der Entwicklung von Muskulatur zu Fleisch läuft in 2 Phasen ab. Zuerst werden unter anaeroben Bedingungen die Glykogenreserven verbraucht. Dabei wird Milchsäure gebildet und es werden Wasserstoffionen freigesetzt. Dadurch entsteht ein End-pH-Wert von ca. 5,5 und es kommt durch die oben beschriebenen Prozesse zur Ausbildung der Totenstarre mit maximaler Zähigkeit der Muskulatur. Im weiteren Verlauf der postmortalen Lagerung (Phase 2) ist eine allmählich fortschreitende Verbesserung der Zartheit zu beobachten. Hauptursache dafür sind Veränderungen in der myofibrillären Struktur der Muskulatur durch Proteolyse des myofibrillären Proteins. Das führt zu einem Verlust der geordneten Strukturen und zur wachsenden Zartheit des Fleisches im Verlauf der Reifung (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). An den proteolytischen Prozessen sind verschiedene Gruppen von Proteinasen beteiligt. Sogenannte Calpaine und bestimmte Kathepsine sollen z.B. den Abbau der Z-Linien der Myofibrillen unterstützen (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Dazu kommt, dass Kollagen, Elasin und Retikulin bei der Fleischreifung zwar kaum enzymatisch abgebaut werden, die bei der Glykolyse entstehende Milchsäure jedoch zur Quellung des Kollagens führt. Im Gegensatz zu ungequollenem Bindegewebe kommt es dadurch nicht zur Schrumpfung des Bindegewebes beim Erhitzen und wirkt so einer Verhärtung (Zähigkeit) entgegen. Insgesamt bewirkt ein hoher Bindegewebsanteil jedoch eine größere Zähigkeit (PRÄNDL et al., 1988; SIELAFF and THIEMIG, 1990). Während der Fleischreifung nimmt das Wasserbindungsvermögen des Fleisches zu, seine Farbe wird heller und es entwickelt sich sein spezifisches und angenehmes Fleischaroma. Letzteres wird beeinflusst durch verschiedene Spaltprodukte des ATP-Abbaus (HECHT, 1986; PRÄNDL et al., 1988; SIELAFF und THIEMIG, 1990).

#### **2.4.4 Einflussfaktoren der Fleischqualität**

„Die Fleischqualität mit ihren Komponenten gewebliche und chemische Zusammensetzung sowie der Beschaffenheit des Muskelgewebes (d.h. der aktuellen Stoffwechsellage der Muskulatur) wird [...] durch den „Zustand“ des Systems Skelettmuskulatur zum Zeitpunkt der Schlachtung determiniert“ (WICKE et al., 1998).

Eine Möglichkeit der Einteilung unterscheidet tierspezifische Faktoren, welche Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit haben und mitunter auch als „endogene“ Faktoren bezeichnet werden. Darunter fallen nach ENDER und AUGUSTINI (1998) Faktoren wie z.B. Rasse, Geschlecht und das Alter der Tiere. Faktoren, die der Produktionstechnik zuzuordnen sind, lassen sich wiederum in exogene Faktoren wie



Fütterung und Haltungsform und in endogene Faktoren einteilen, wie z.B. eine genetisch bedingte Eignung für bestimmte Produktionsverfahren (ENDER und AUGUSTINI, 1998). Faktoren, welche die Fleischqualität beeinflussen können, teilt auch HOFMANN (1998) in zwei Gruppen ein. Eine Gruppe besteht aus den Qualitätsfaktoren des Fleisches, welche die konstituierenden Bestandteile betreffen. Andere Faktoren haben auf der Ebene der verschiedenen Produktionsstufen einen Einfluss auf die Qualität des Endproduktes Fleisch. Dazu gehören Einflussfaktoren wie Fütterung, Haltung, Transportbedingungen, Betäubung, Schlachtung der Tiere und auch die anschließende Behandlung der Schlachttierkörper. Die Zuordnung dieser Produktionsschritte und Einflüsse zur Produktionsqualität bzw. zur Prozessqualität und nicht zur eigentlichen Produktqualität begründet sich darauf, dass sie nicht Bestandteil des Produktes sind und demzufolge nicht in die Qualitätsdefinition des Produktes einbezogen werden können. Die Vermengung der Aspekte von Produkt- und Produktionsqualität geschieht häufig und birgt die Gefahr von Missverständnissen (HOFMANN, 1998). Daher wird an dieser Stelle lediglich auf tierspezifische Faktoren eingegangen.

#### **2.4.4.1 Rasse**

ENDER und AUGUSTINI (1998) bezeichnen die verschiedenen Rassen als die „genetische(n) Konstruktion des Tiermaterials“. Dieser wird ein erheblicher Einfluss auf Schlachtertrag, Schlachtkörperqualität und Fleischqualität zugesprochen. Alle Haustierarten, welche für die Fleischgewinnung genutzt werden, waren einem langen Züchtungsprozess unterworfen, bei dem auf eine starke Zunahme des Skelettmuskelanteils am Gesamtkörper selektiert worden ist. Auch innerhalb der Tierarten erfolgte eine Typendifferenzierung entsprechend den Verbrauchieranforderungen. Das hat zu Rasseunterschieden geführt, die sich teilweise auch in veränderten Hormonhaushalten und metabolischen Prozessen bemerkbar machen (ENDER und AUGUSTINI, 1998). Die Auswirkungen der Domestikation zeigen sich z.B. darin, dass es sich bei der überwiegenden Mehrheit der Muskelfasern domestizierter Tiere um weiße (und intermediäre) Fasern handelt. Man nimmt an, dass die Domestikation und die damit einhergehende Selektion auf große Muskelfülle und Schnellwüchsigkeit genetische Faktoren begünstigt, welche eine derartige Fasertransformation (anaerober Stoffwechsel) mit unphysiologischer Hypertrophie der Muskelfasern parallel mit zunehmender Stressempfindlichkeit verursachen (WICKE et al., 1998). Die Variabilität der Fleischqualität hat also auch darin einen möglichen Ursprung.

ENDER und AUGUSTINI (1998) stellen einen beachtlichen Einfluss von Rasse und Alter der Tiere zum Zeitpunkt der Schlachtung, z.B. auf die Gehaltswerte an essbarem Eiweiß und Fett der Teilstücke, fest. So weist das Fleisch von Fleischrindern im Vergleich zu Milchrassen einen höheren Eiweißgehalt, aber einen geringeren Fettgehalt auf. Bezüglich der Fleischqualität zeigt sich, dass Rasseeinflüsse beispielsweise beim Scherwert und beim intramuskulären Fettgehalt eine Rolle

spielen. Die Marmorierung ist z.B. bei frühreifen Rassen mittleren Rahmens wie z.B. Angus besser, als bei Fleisch großrahmiger Fleischrassen (Charolais etc.). Die Ausprägung eines hohen Fleischanteils geht zu Lasten von Merkmalen der Fleischbeschaffenheit und des intramuskulären Fettgehaltes. Die sensorische Bewertung des Fleisches unterschiedlicher Rinderrassen ergab jedoch kaum Unterschiede (ENDER und AUGUSTINI, 1998).

Der Umfang sowie der Verlauf des Wachstums werden beim Schwein ebenfalls durch die genetische Herkunft bzw. die Rasse beeinflusst. Eine gezielte Zuchtauswahl bewirkt unter Umständen erhebliche Unterschiede in der Gewebe- und Teilstückzusammensetzung und auch in Merkmalen der Fleischqualität. So weisen Schweinerassen mit ausgesprochen hohem Magerfleischanteil (z.B. Pietrain) häufiger Fleischqualitätsmängel in Form von PSE-Fleisch auf, als z.B. Schweine mit stärkerem Fettanteil. Es bestehen auch genetische Unterschiede in Form und Struktur bestimmter Muskeln und auch in der Muskelfaserstärke. Mit steigendem Magerfleischanteil nimmt beispielsweise sowohl Breite und Tiefe des Kotelettmuskels zu und der Muskel wird runder, da die Tiefe stärker ansteigt. Fleischreiche Tiere mit höherem Schinkenanteil besitzen weniger Muskelfasern, die dafür aber viel dicker sind. Die Zunahme des Anteils weißer Muskelfasern und die Vergrößerung aller Muskelfasern sind mit der Steigerung des Muskelfleischanteils durch Zucht eng verbunden. Es kommt zu erhöhter Stressempfindlichkeit und nachlassender Fleischqualität (LENGERKEN et al., 1998).

#### **2.4.4.2 Geschlecht**

Das Geschlecht gilt als entscheidender Einflussfaktor für Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, vor allem bei dem Schlachttier Rind. Diese Tatsache begründete auch die Einführung entsprechender Handelsklassen für Rindfleisch, eingeteilt nach dem jeweiligen Geschlecht (ENDER und AUGUSTINI, 1998).

Jungbullen zeigen z.B. sowohl eine geringere Marmorierung, als auch eine gröbere Faserstruktur, andererseits aber auch eine höhere Fleischfülle bei einer geringen Gesamtverfettung. Die Autoren ENDER und AUGUSTINI (1998) schreiben dem im Vergleich relativ dunklen Fleisch der Mastbullen eine erhöhte Neigung zur Ausbildung von DFD-Fleisch zu. Insgesamt scheint das Fleisch von Ochsen und Färsen zarter, saftiger und auch aromatischer zu sein (ENDER und AUGUSTINI, 1998).

Es bestehen auch Unterschiede im Wachstum und in der Schlachtkörperzusammensetzung zwischen weiblichen, männlichen und kastrierten männlichen Schweinen. Als Ursache nennen LENGERKEN et al. (1998) das Vorhandensein und die anabole Wirkung der Geschlechtshormone bzw. die Verfügbarkeit entsprechender Rezeptoren der Muskelzellen. Bei Kastraten wirken ausschließlich geschlechtsunabhängige Wachstumsfaktoren, wohingegen bei weiblichen Tieren Östrogene sowie eine erhöhte Sekretion von Growth Hormone (GH) und Insulin Growth Factor-I (IGF I) und bei männlichen Tieren sowohl Östrogene und Androgene

wirksam sind. Die Unterschiede liegen beim Schwein in der täglichen Zunahme, dem Ansatz an Protein und Mineralstoffen und in der Fettbildung. Am Ende der Mast bestehen deutliche Differenzen in der Gewebe- und Teilstückzusammensetzung des Schlachtkörpers. Der Proteinansatz ist bei Ebern höher als bei Sauen. Kastraten setzen am wenigsten Protein an, die dennoch hohen Zunahmen erfolgen durch eine verstärkte Fettbildung und -einlagerung. Die Unterschiede verstärken sich mit zunehmenden Alter und Eintritt der Geschlechtsreife. Der intramuskuläre Fettgehalt (Marmorierung) ist bei Ebern am geringsten. Auch besitzt ihr Fett den höchsten Anteil an polyungesättigten Fettsäuren. Bezüglich weiterer Parameter der Fleischbeschaffenheit wie pH-Wert, Wasserbindungsvermögen und Helligkeit, bestehen kaum geschlechtsspezifische Unterschiede (LENGERKEN et al., 1998).

Geruch und Geschmack zählen mit zu den Qualitätskriterien bei der Beurteilung von Fleisch und Fett. Der Geruch kann wiederum eine typische geschlechtsabhängige Eigenschaft darstellen. Bei Eberfleisch wird das mögliche Auftreten von Geschlechtsgeruch als unangenehm empfunden. Verschiedene Steroide mit Pheromonwirkung, von denen das dominante Androstenon für urin- bzw. schweissartigen Geruch im Schlachtkörper verantwortlich ist, gelten als verursachende Stoffe. Da Androstenon lipophile Eigenschaften besitzt, wird dieses besonders stark in das gesamte Körperfett eingelagert und zwischengespeichert. Die Häufigkeit des Auftretens von Ebergeruch ist wiederum beeinflussbar durch die Photoperiode (abnehmende Tageslichtdauer), Sauen als Stallgefährten und rassenabhängigen Pubertätseintritt (LENGERKEN et al., 1998).

#### **2.4.4.3 Alter**

Alle Merkmale der Schlachtkörper- und Fleischqualität sind in unterschiedlichem Maße altersabhängig. In engem Zusammenhang damit stehen wachstumsphysiologische Gesetzmäßigkeiten. Gewicht und Alter sind dabei kaum trennbare Einflussfaktoren. Merkmale, die mit der sexuellen Entwicklung verbunden sind, sind stärker an das Alter geknüpft. Desweiteren hängen beispielsweise Ernährung und Gewichtszunahme eng zusammen. Das Alter hat Auswirkungen auf die Körperproportionen, die Gewebeverhältnisse und das Verhältnis der Teilstücke im Schlachtkörper. Das Verhältnis von Vorder- zu Hinterviertel und der dazugehörigen wertvollen Teilstücke verändert sich mit zunehmendem Alter beim Rind zugunsten der Vorderviertel. Als deutlich altersabhängige Merkmale der Fleischqualität nennen ENDER und AUGUSTINI (1998) diejenigen, die mit der Fettgewebsbildung zusammenhängen. Der Anteil des inter- und intramuskulären Fettes steigt mit dem Alter und kann mitunter die zunehmende Zähigkeit des Fleisches, verursacht durch eine verstärkte Quervernetzung der Bindegewebsfasern als Folge sexueller Reifeprozesse, insbesondere bei Bullen, verschleiern. Das Saffhaltevermögen wird kaum vom Alter beeinflusst, höchstens insofern, dass mit Zunahme des intramuskulären Fettgehaltes eine Verbesserung eintritt. Die Muskelfarbe hingegen ist wieder klar altersabhängig. Je älter das Tier, desto höher

der Myoglobingehalt und desto dunkler die Muskelfarbe. Das Rot intensiviert sich und die Lichtreflexion lässt nach, da die Muskelfasern hypertrophieren (ENDER und AUGUSTINI, 1998). Auch der Anteil der Muskulatur an roten und weissen Fasertypen ist altersabhängig, da der Anteil glykolytischer Fasern bis zum Schlachttalter zu Lasten des Anteils oxidativer Fasern abnimmt (WICKE et al., 1998).

LENGERKEN et al. (1998) beschreiben den Protein-, Fett- und Mineralstoffansatz am Beispiel des Schweines als altersabhängig. Die Zunahme der Muskelmasse erfolgt nach der Geburt ausschließlich über die Zunahme der Faserdicke (Hypertrophie) und der Faserlänge, nicht mehr durch Faservermehrung (Hyperplasie). Aufbauende (anabole) und abbauende (katabole) Vorgänge sind kennzeichnend für das Wachstum. Mit fortschreitendem Alter verändert sich das Gleichgewicht von Zellteilung und -abbau und auch von Proteinsynthese und Proteinabbau. Im frühen Jugendalter überwiegt die anabole Stoffwechsellage, beim adulten Tier halten sich die Prozesse die Waage. Während des Wachstums ändern sich die Ansatzverhältnisse von Muskel- und Fettgewebe in der Form, dass mit steigendem Gewicht eine stärkere Fetteinlagerung vonstatten geht. Im Verlauf des Wachstums verändert sich die Körperzusammensetzung dahingehend, dass der Anteil der Trockenmasse und der Fettgehalt im Verhältnis zunimmt und der Eiweiß- und Mineralstoffanteil abnimmt. Bezüglich des Fettansatzes verläuft dieser beim Schwein nicht topographisch gleichmäßig, sodass die Zunahme des Seitenspecks in der Endmast höher ist als beim Rückenspeck (LENGERKEN et al., 1998).

## 2.4.5 Qualitätsabweichungen bei Fleisch

### 2.4.5.1 Abnorme Muskelverkürzung

Eine falsche Temperaturführung in den ersten 5-7 Stunden p.m. beim Schwein und 15-20 Stunden p.m. bei Rind, Kalb und Schaf kann zur Verkürzung der Muskulatur führen, die als Kältekontraktion oder **Cold shortening** bezeichnet wird. Die Temperatur im Schlachttierkörper sinkt bei entsprechender Kühlung in der Regel nach 2 Std. auf ca. 30°C, nach 7 Std. auf ca. 20°C und nach 16 Std. auf ca. 10°C ab. Bei sehr rascher Kühlung von schlachtfischem Fleisch auf Temperaturen unter 15°C noch vor Eintritt der Totenstarre, tritt eine schnelle Verkürzung der Muskulatur ein. Bei einer Kühlung von 0°C verkürzt sich der Muskel etwa auf die Hälfte seiner Länge. Grundsätzlich zeigen alle Muskeln diese Eigenschaft. In der Praxis tritt dieser Effekt v.a. bei dunkelroter Muskulatur von Rind, Schaf und Wild auf, da diese Muskeln Energiereserven langsamer abbauen, als helle Muskeln (HONIKEL, 1998 b). Voraussetzung dafür ist, dass noch kein Rigor eingetreten ist, die Temperaturen <10°C liegen und bei einem pH-Wert zwischen 5,8-6,0 noch genug ATP vorhanden ist (1 µmol/g Muskel). Es kommt durch temperaturbedingt überschüssige Kalzium-Ionen außerhalb des sarkoplasmatischen Retikulums zu einem Ineinanderschieben der Filamente, bei dem die Z-Linien durchbrochen werden und eine Wechselwirkung der dicken Filamente mit den Aktinfilamenten der

benachbarten Sarkomere auftritt. Das Myosin bildet ein Kontinuum, welches die Festigkeit und einen erhöhten Tropfsaftverlust zur Folge hat. Mit Temperaturen über 12°C vor Eintritt des Rigors, bei einem pH-Wert von 6,0-5,8, kann Cold shortening rückgängig gemacht werden (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Je nach Ausmaß der Temperaturabsenkung und der Lage des Muskels im Schlachttierkörper kann die Kälteverkürzung 10-50% betragen (HONIKEL, 1998 b).

Eine minimale Verkürzung erfolgt bei 14-20°C. Bei Temperaturen über 20°C (mangelnde Kühlung) und pH-Werten von etwa 5,7-6,0 tritt der Effekt wieder stärker zutage (Verkürzung um 10-15% der Muskellänge) und setzt normalerweise spät bzw. kurz vor Eintritt der Totenstarre ein. Dies wird als **Rigor shortening** (Rigorverkürzung) bezeichnet. Ursache ist, anders als beim Cold shortening (niedrige Temperatur), der Mangel an ATP und der niedrige pH-Wert, welches die Effektivität der Kalziumpumpe verlangsamt und dazu führt, dass sich Kalzium-Ionen im myofibrillären Raum ansammeln. Auch hier sind zähes Fleisch und ein erhöhter Tropfsaftverlust die Folge (HONIKEL, 1998 b; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

Als **Taurigor** wird eine sehr schnelle Muskelkontraktion nach dem Auftauen von rasch gefrorenem Fleisch bezeichnet. Bei sehr raschem Einfrieren von schlachtfischem Fleisch, ohne dass die postmortalen Vorgänge vorher ablaufen konnten (Abbau des Glykogens), kommen die enzymatischen Prozesse p.m. zum Stillstand. Beim Einfrieren werden jedoch Membranstrukturen zerstört und dadurch Kalzium-Ionen beim Auftauen freigesetzt. Die Folge ist extrem zähes Fleisch, welches innerhalb weniger Stunden 8-12% Tropfsaft verlieren kann (HONIKEL, 1998 b).

#### **2.4.5.2 Beschleunigte Glykolyse: PSE-Fleisch**

Einige Folgen der modernen Tierproduktion äußern sich in einem vermehrten Auftreten von Qualitätsmängeln. Die Ursache für die Zunahme von PSE und DFD-Fleisch liegt in der Züchtung fettarmer, fleischreicher Schlachttiere, allerdings verbunden mit einer gesteigerten Stressanfälligkeit (HOFMANN, 1998). Beide Mängel werden sowohl bei Rind, als auch Schwein beobachtet (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

PSE-Fleisch kommt beim Schwein häufig und beim Rind weniger häufig vor. Der Name leitet sich von der englischen Bezeichnung **pale** (blaß), **soft** (weich) und **exsudative** (wässrig) ab und beschreibt extrem helles, wässriges Fleisch von offener Struktur (ENDER und AUGUSTINI, 1998; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998; LENGERKEN et al., 1998).

Die Ursachen für die Entstehung von PSE-Fleisch liegen in einer erblichen Prädisposition für Stressempfindlichkeit begründet. Schweinerassen mit starker Muskelhypertrophie und wenig Fett, haben häufig eine genetische Veranlagung (autosomal rezessiv) zum Malignen-Hyperthermie-Syndrom (MHS). Das ist eine

Störung der  $\text{Ca}^{++}$ -Regulation der Muskelzellen und führt beim Schwein zu einer erhöhten Stressanfälligkeit. Fehlregulationen im Stoffwechsel des Muskels und eine erhöhte Anfälligkeit des Kreislaufs und des Nervensystems sind die Folge. Bei Auftreten von Belastungssituationen, wie in Verbindung mit dem Transport oder der Schlachtung, kommt es besonders bei diesen stressanfälligen Tieren zu einem überstürzten Glykogenabbau. Dabei entsteht Wärme, welche die Fleischtemperatur erhöht und es kommt mangels Sauerstoff zur Bildung von Laktat. Der pH-Wert fällt rasch ab und es kommt zur Ausfällung bzw. zu einem Niederschlag von Sarkoplasmproteinen auf die Myofibrillen, was zu einer offenen Struktur führt und in der Folge zu einem verringerten Saffhaltevermögen. Die helle Fleischfarbe kommt durch eine verstärkte Lichtstreuung und -reflexion zustande (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998; LENGERKEN et al., 1998). Innerhalb von 45 Minuten kommt es zu einer Absenkung des pH-Wertes von 7,0 auf einen Wert unter 5,8. Die Muskeltemperatur sinkt beim Schwein 45 Minuten p.m. ebenfalls ab (von  $38^{\circ}\text{C}$  auf  $36^{\circ}\text{C}$ ), steigt jedoch bei gefährdeten Tieren an und kann im Extremfall bis  $42,5^{\circ}\text{C}$  betragen. Ein niedriger pH-Wert und relativ hohe Temperaturen kurz nach dem Schlachten führen durch partielle Denaturierung von Proteinen und Aufbrechen von Muskelzellmembranen zum Austritt von Zellflüssigkeit. Daraus resultiert ein vermindertes Wasserbindungsvermögen. Eine effiziente Kühlung (innerhalb 90 min. unter  $35^{\circ}\text{C}$ ) trägt somit, neben anderen Maßnahmen, zur Verminderung der Entstehung von PSE-Fleisch bei (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

#### **2.4.5.3 Verzögerte/Unvollständige Glykolyse: DFD/DCB-Fleisch**

Unter bestimmten Umständen kann dunkles, festes, trockenes Fleisch (engl.: **dark, firm, dry**) mit geschlossener Struktur und hohem End-pH-Wert auftreten, daher auch seine Bezeichnung als DFD-Fleisch. (ENDER und AUGUSTINI, 1998; LENGERKEN et al., 1998) Beim Rind kommt eine spezielle Variante des DFD-Fleisches mit der Bezeichnung DCB (Dark-Cutting-Beef = im Anschnitt dunkles Rindfleisch) vor, welches gehäuft bei Jungbullen nach Rankämpfen mit fremden Tieren oder bei weiblichen Tieren nach langem Stress (z.B. Transport) vor der Schlachtung v.a. im Roastbeef und in der Hinterbeinmuskulatur auftritt. Ursache bei DFD/DCB ist der Mangel an Energievorräten im Muskel (Glykogen), der durch einen erhöhten Verbrauch, beispielsweise bei belastenden Transporten, Stressbedingungen vor der Schlachtung und besonders langen Nüchternungszeiten hervorgerufen wird. Nach dem Schlachten wird über die Glykolyse keine Milchsäure mehr gebildet. Das führt zu einem mangelnden pH-Wert-Abfall und zur Entstehung von DFD-Fleisch (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Häufungen dieses Fleischfehlers bis 25% des Gesamtfleischaufkommens, besonders beim Rind, sind unter ungünstigen Umständen möglich. DFD- bzw. DCB-Fleisch ist durch eine unansehnlich dunkle Farbe, einen faden Geschmack, eine „leimige“ Konsistenz und eine verminderte Haltbarkeit (hoher pH-Wert) gekennzeichnet und nicht als Frischfleisch und auch nur eingeschränkt für die Verarbeitung geeignet (ENDER und AUGUSTINI, 1998; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Die dunkle Farbe

kommt durch die stärker gequollene Fibrillenstruktur und die bessere Bindung von Sauerstoff an Myoglobin zustande. Die Quellung sorgt für ein besseres Wasserbindungsvermögen und eine höhere Festigkeit. Auch beim Schwein entsteht DFD-Fleisch nach längeren Belastungen. Stresshormone wie die Katecholamine, motorische Belastungen und eventuelle Nüchterungseffekte führen zu o.g. Glykogenverarmung zum Zeitpunkt der Schlachtung. Post mortem kann der pH-Wert infolge der verzögerten oder unvollständigen Glykogenolyse nicht ausreichend absinken, mit der Folge einer geschlossenen Mikrostruktur bei hoher Wasserbindung und verringerter Lichtstreuung (LENGERKEN et al. 1998).

Der PSE/DFD Status lässt sich durch chemisch-physikalische Merkmale der Fleischbeschaffenheit erfassen. Dazu werden der pH-Wert, die Leitfähigkeit, die Farbe und die Wasserbindung herangezogen. Aber auch eine Vorausbestimmung von im Schlachtprozess entstehenden Fleischqualitätsmängeln, ist durch pH-Wert-Messungen und der Interpretation der typischen Verläufe möglich. Der normale Verlauf ist die allmähliche pH-Wert-Senkung von maximal 24 Stunden Dauer bis zu Endwerten von 5,6-6,0. Die Verläufe bei PSE und DFD-Fleisch sind vergleichend dargestellt (LENGERKEN et al., 1998):

	<b>Geschwindigkeit der pH-Wert Absenkung</b>	<b>Dauer der pH-Wert Absenkung</b>	<b>pH-Endwerte</b>
<b>Normale Fleischbeschaffenheit</b>	allmählich	höchstens 24 Stunden	5,6-6,0
<b>PSE-Fleisch</b>	schnell	innerhalb von 45 Minuten post mortem	sehr niedrig, ca. 5,4
<b>DFD-Fleisch</b>	mehr oder weniger schnell	höchstens 8 Stunden	> 6,2
<b>Acid meat condition</b>	langsam aber stetig	-	sehr niedrig

**Tab. 11:** Vier Verlaufstypen im pH-Wert-Abfall beim Schwein (LENGERKEN et al., 1998)

HOPPENBROCK (1994) resümiert, das Auftreten von den Qualitätsmängeln PSE- und DFD-Fleisch sei abhängig von Rasse, genetischen Faktoren und vor allem von Umwelteinflüssen. Das Geschlecht spielt seinen Ausführungen entsprechend keine Rolle. Stressbedingungen können z.B. durch den Einfluss sogenannter Stresshormone (Adrenalin) auf die Fleischqualität einwirken. So ließ sich beim Schwein experimentell bestätigen, dass durch Adrenalininjektionen 2-24h vor der Schlachtung DFD-Fleisch erzeugt werden konnte, da es durch die beschleunigte Glykogenolyse zu einer Erschöpfung der Energiereserven und damit zu einer ungenügenden Säuerung des Fleisches (hoher End-pH-Wert) zum Zeitpunkt der Schlachtung kommt. Dieselben Injektionen 15-30 Minuten vor der Schlachtung führten im Experiment zu einer Verschiebung des Zeitpunktes der erhöhten Glykolyse in die frühe postmortale Phase und zu einer für PSE-Fleisch

charakteristischen überstürzten Fleischsäuerung (niedriger End-pH-Wert 45 Min. p.m.) (WICKE et al., 1998).

PSE- und DFD-Fleisch ist hinsichtlich seiner Nährstoffzusammensetzung nahezu identisch mit Fleisch normaler Qualität und ist von ernährungsphysiologischer Seite gleichwertig. Betroffen sind vielmehr die Sensorik und die Verarbeitungseigenschaften des Fleisches (SEUSS-BAUM, 1998).

## 2.5 Substantielle Qualitätsparameter bei Fleisch

Die Fleischqualität lässt sich hinsichtlich ihrer Beschaffenheit grob in eine substantielle und eine hygienische Komponente gliedern. Bei der substantiellen Beschaffenheit können mit sensorischen Verfahren mögliche Abweichungen hinsichtlich Farbe, Struktur, Konsistenz sowie Geruch und Geschmack festgestellt werden. Weiter stehen biophysikalische Methoden für die Ermittlung von Kriterien wie Wasserbindung, Konsistenz oder Reifungsparameter zur Verfügung (STOLLE, 1987). Die Summe von Eigenschaften und Merkmalen eines Produkts, die nach HOFMANN (1998) Definition für die Verwendung dieses Produkts als Lebensmittel von Bedeutung sind, bestimmt seine Qualität. Daher können diese auch als „**Qualitätsfaktoren**“ bezeichnet werden. HOFMANN (1998) teilt sie bei Fleisch entsprechend ihrer Bedeutung für den Nähr- und Genusswert, für die Hygiene oder für die Verarbeitung, in vier Gruppen ein:

Sensorische Faktoren	Ernährungs-physiologische Faktoren	Hygienisch-toxikologische Faktoren	Verarbeitungstechnologische Faktoren
Geruch, Geschmack, Farbe etc.	Gehalt an Nährstoffen und deren Zustand	Mikroorganismen, Toxine, Rückstände	Wasserbindungsvermögen, Konsistenz, Textur etc.

Tab. 12: Einteilung der Qualitätsfaktoren bei Fleisch nach Hofmann (1998)

### 2.5.1 Physikalisch-chemische Parameter

#### 2.5.1.1 Chemische Zusammensetzung

Fleisch besteht chemisch gesehen aus heterogenem Material. Von der Vielzahl verschiedenster Verbindungen, die es enthält, stellen Wasser, Fett und Eiweiß den größten Anteil dar (Arneth, 1998). Mit Hilfe der chemischen Vollanalyse können der Proteingehalt, Fett, Wasser, Asche und der Gehalt an Bindegewebeiseiweiß erfasst, aber auch der Energiegehalt berechnet werden. Im Einzelfall finden Analysen der Fettsäuremuster (v.a. beim Schwein) Anwendung (BRANSCHIED et al., 1998).

#### Wasser

Leben ist untrennbar an das Wasser gebunden (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991). Der menschliche Körper besteht



altersabhängig zu ca. 40-70% aus Wasser (N.N., 1998 c) bzw. enthält 0,46-0,75 l/kg (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991). Es erfüllt vielerlei Funktionen im Körper, wie z.B. als Lösungsmittel, Transportvehikel, Wärmepuffer etc. und es ist Ausgangs- und Endpunkt vieler biochemischer Reaktionen (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991). Der Wassergehalt in Fleisch beeinflusst seine Haltbarkeit, seine Verarbeitungseigenschaften und sensorische Eigenschaften. Normalerweise ziehen Verbraucher saftiges Fleisch einem trockenen Stück Fleisch vor (EL-GASIM und ALKANHAL, 1992). Fleisch weist einen Wassergehalt von etwa 74-79% auf. Je jünger das Tier ist, desto höher ist der Wassergehalt. Ein hoher Fettgehalt wirkt sich dagegen negativ auf den Wassergehalt aus (HEIMANN, 1969). Wasser ist im Muskelgewebe zu 95% an Muskelprotein gebunden, die restlichen 5% liegen als Hydratwasser vor. Daraus ergibt sich ein Verhältnis von 350-360g Wasser zu 100g Protein (BELITZ und GROSCH, 1992).

Wassergehalt %	Muskelgewebe		Fettgewebe	
	Rind	Schwein	Rind	Schwein
	76,0	74,0	5,0-11,0	5,0-7,0

Tab. 13: Beispielwerte für den Wassergehalt in Muskel- und Fettgewebe (SOUCI et al., 2000)

### Asche

Asche ist „...der Rückstand, der bei der vollständigen Verbrennung der organischen Bestandteile übrig bleibt“ (BETHYIEN und DIEMAYR, 1972). In der Regel besteht er aus Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente), aber auch anderen anorganischen Substanzen, wie Verschmutzungen mit Sand oder Kohleresten nach unvollständiger Veraschung. Daher wird von Rohasche gesprochen. Durch ein Verfahren mit Salzsäure (Lösung der Mineralstoffe und Rückstand der unlöslichen Teile, wie z.B. Silikate) kann Reinasche gewonnen werden (MATISSEK et al., 1992).

Mineralstoffe setzen sich aus den Mengenelementen Kalzium, Phosphat, Natrium, Chlorid, Kalium, Magnesium und aus den Spurenelementen Eisen, Zink, Kupfer, Mangan, Jod etc. zusammen (BELITZ und GROSCH, 1992). Mengenelemente machen zusammen mit organischen Elementen Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Sauerstoff (O) und Schwefel (S) 99,5% der Materie des Körpers aus. 0,5% entfallen auf die Spurenelemente (BALTES, 2000). Mineralstoffe erfüllen wichtige Aufgaben im Körper. Dazu gehören z.B. der Skelettaufbau, die Funktion als Coenzyme, die nervale Reizweiterleitung, das Ionengleichgewicht im Intra- und Extrazellulärraum (IZR/ EZR) etc. (BALTES, 2000; BELITZ und GROSCH, 1992). Fleisch und Fett weisen relativ niedrige Asche-Werte auf (0,5-1,2%) (ROGOWSKI, 1981; SOUCI et al. 2000).

	Rindfleisch	Schweinefleisch
Aschegehalt in %	1,2	1,2

Tab. 14: Beispielwerte für den Aschegehalt in Fleisch (SOUCI et al., 2000)

## Fett

Unter Fett wird nach den Leitsätzen (2003) “[...] der von Wasser und Eiweiß befreite, durch Erhitzen, Abpressen oder Zentrifugieren gewonnene Anteil des Fettgewebes [...]“ verstanden. Das Fettgewebe wiederum ist „[...] überwiegend Fett enthaltendes Gewebe, das vom Fleisch abgetrennt worden ist oder aus dem Bereich der Körperhöhlen, jedoch nicht vom Darm oder Gekröse stammt.“

FRIES (1992) beziffert den Anteil des Fettes am Fettgewebe auf ca. 70-90%, ROGOWSKI (1974) spricht von 50-85% (Rind<Schwein/Schaf). Der Rest setzt sich aus Wasser und (Bindegewebs-)eiweiß zusammen. Histologisch wird Fettgewebe zum Bindegewebe gezählt. Die Fettzellen verteilen sich über den ganzen Körper und umgeben als Innereienfett die Organe von Bauch- und Beckenhöhle. Intermuskuläres und subkutanes Fett sind ein guter Isolierschutz gegen Kälte. Fettmoleküle transportieren niedermolekulare Verbindungen und sind Bestandteil der Zellmembranen. Hauptsächlich ist Fett jedoch für die Speicherung von Energie zuständig (KALLWEIT et al., 1988; TÄUFEL et al., 1993). Sein Brennwert (39kJ/g) ist mehr als doppelt so hoch, wie der von Kohlenhydraten und Protein (17kJ/g) (SOUCI et al., 2000). Fett ist hydrophob und löst sich nur in organischen Lösungsmitteln. Es ist selber Lösungsmittel für lipophile Stoffe. Das können schädliche Substanzen sein wie z.B. polychlorierte Kohlenwasserstoffe und Insektizide, aber auch fettlösliche Vitamine und viele Geruchs- und Geschmacksstoffe (FRIES, 1992). Die Konsistenz des Fettgewebes variiert je nach Lokalisation im Körper (weicheres Fett im Bauchraum, festere Konsistenz z.B. subkutan), ist aber auch tierartlich (z.B. Rind und Schwein) unterschiedlich (BELITZ und GROSCH, 1992).

	Rindfleisch	Schweinefleisch
Fettgehalt in %	6,0	21,0

**Tab. 15:** Beispielwerte für den Fettgehalt in Fleisch (SOUCI et al., 2000)

## Protein

Proteine übernehmen im Körper wichtige Aufgaben, wie die Bereitstellung von Energie und den Aufbau von Körpersubstanz (Haare, Sehnen, Knorpel, Zellmembranen, Bindegewebe etc.). Die Muskelproteine Aktin und Myosin sind für die Umwandlung von Nahrungsenergie in Bewegungsenergie beteiligt (HOFMANN, 1981; MATISSEK et al., 1992).

Der Begriff Rohprotein (RP) umfasst alle stickstoffhaltigen Verbindungen. In Muskelfleisch ist in der Regel kein Fremdeiweiß vorhanden, daher ist der Anteil an fleischeigenen Proteinen gleich dem Rohprotein. Fleisch enthält im Durchschnitt ca. 20% Rohprotein (SOUCI et al., 2000).

	Rindfleisch	Schweinefleisch
Rohproteingehalt in %	18,0	22,0

Tab. 16: Beispielwerte für den Rohproteingehalt in Fleisch (Souci et al., 2000)

### Bindegewebeseiweiß (BE)

Die Leitsätze (2003) definieren Bindegewebeseiweiß (BE) als „[...] die aus Bindegewebe stammenden Eiweißstoffe.“

Bindegewebe besteht aus dem Hauptanteil Kollagen, ferner Elastin und Retikulin. Etwa 20-25% des Gesamtproteins im Körper sind Kollagen. Es ist nicht wasserlöslich, quillt aber in Salzlösungen und Säuren auf und verleiht beim Erhitzen. Elastin dagegen besitzt eine feste Struktur, quillt weder auf, noch verleiht es beim Erhitzen und ist v.a. in Sehnen und Bändern zu finden. Retikulin kommt nur in der Muskulatur vor (Aufbau von Zellmembranen) (KALLWEIT et al., 1988; BELITZ und GROSCH, 1992). In Kollagen und Elastin ist neben den herkömmlichen Aminosäuren auch die Aminosäure 4-Hydroxyprolin (HP) vorhanden. Diese Eigenschaft wird analytisch zur Bestimmung des Bindegewebsanteiles genutzt. Der Anteil des HP am Bindegewebe liegt bei ca. 12-13% (HOFMANN, 1981; BALTES, 2000). KALLWEIT et al. (1988) sprechen von einem Anteil von 14,6% im Kollagen und 1,6% im Elastin.

	Rindfleisch (unzerteilt)	Rindfleisch (entseht)
Bindegewebeseiweiß in %	13	6

Tab. 17: Beispielwerte für den Gehalt an Bindegewebeseiweiß im Muskel (Souci et al., 2000)

#### 2.5.1.2 pH-Wert

Der pH-Wert übt einen direkten oder indirekten Einfluss auf Eigenschaften und somit auf Qualitätsfaktoren des Fleisches aus. Er beeinflusst die Farbe, die Zartheit, den Geschmack, das Wasserbindungsvermögen und die Haltbarkeit (HOFMANN, 1986).

Der pH-Wert ist definiert als der „[...] negativ dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-Konzentration ( $H^+$ )“ (KARLSON et al., 1994).

$$pH = -\lg[H^+]$$

Das bedeutet, dass beispielsweise ein pH-Wert von 7 einer Wasserstoffionen-Konzentration von  $0,0000001 (=10^{-7})$  g pro Liter Wasser entspricht. Je mehr Wasserstoffionen sich in einem Medium befinden, desto niedriger ist der pH-Wert und umgekehrt. Der pH-Wert 7 wird als neutral bezeichnet, Werte darunter als sauer und Werte darüber als alkalisch (HOFMANN, 1986). Reines Wasser hat z.B. bei 25°C einen pH-Wert von 7,0 (KOOLMANN und RÖHM, 1998).

Der pH-Wert des lebenden Muskels liegt etwas oberhalb des Neutralpunktes bei 7-7,2. Nach dem Schlachten fällt dieser pH-Wert normalerweise auf 5,5-5,8 ab

(HOFMANN, 1986; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Rind- und Schweinefleisch erreicht nach Abschluss der Fleischreifung einen pH-Wert zwischen 5,6 und 6,2 (BABEL, 2001). HONIKEL (1998 b) spricht bei Rind, Schwein, Schaf und Wild von End-pH-Werten zwischen 5,4 und 5,6, bei manchen Muskeln auch von 5,8. Sogar PSE-Fleisch kann einen normalen End-pH-Wert aufweisen, der Wert bei DFD-Fleisch liegt jedoch höher (HONIKEL, 1998 b). Nach Erreichen des End-pH-Wertes, d.h. nach Ende der Glykolyse, bleibt der pH-Wert einige Zeit konstant. Im Verlauf der Lagerung bzw. Reifung steigt er wieder geringfügig um ca. 0,1 pH-Einheiten an. Bei längerer Lagerung kommt es zum bakteriellen Verderb und der pH-Wert steigt durch die Bildung von basisch wirkenden Stoffen wie z.B. Aminen und Ammoniak weiter an und kann Werte über 6,4 erreichen (HOFMANN, 1986).

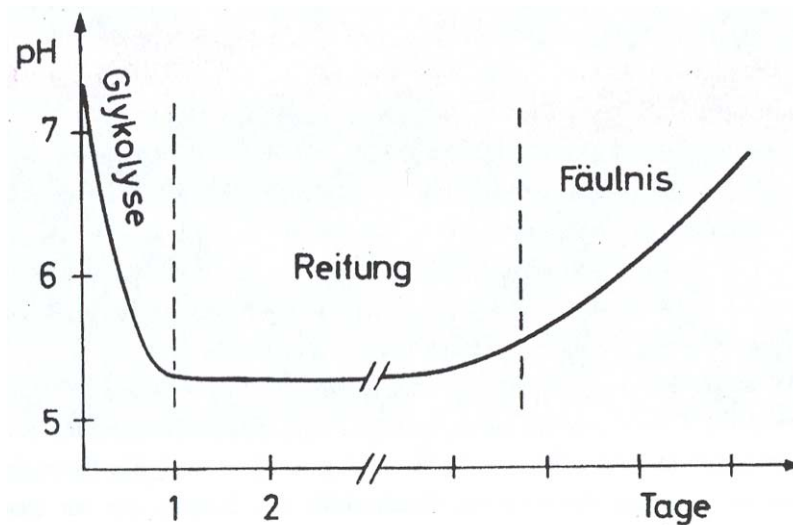


Abb. 4: pH-Verlauf in Fleisch p.m. bis zum Verderb (nach HOFMANN, 1986)

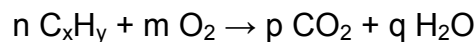
Neben dem End-pH-Wert ist auch die Geschwindigkeit mit der dieser erreicht wird, für Qualitätsmerkmale wichtig. Die Geschwindigkeit bzw. der Verlauf der Abnahme ist z.B. bei Rind und Schwein unterschiedlich. Beim Schwein dauert es in der Regel 8-10 Stunden, beim Rind 36-48 Stunden und bei PSE-Fleisch jedoch nur eine Stunde bis der End-pH-Wert erreicht ist (HONIKEL, 1998 b; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Am günstigsten für die Ermittlung von PSE-Fleisch hat sich die Messung des pH-Wertes nach 45 Min. p.m. erwiesen. Der jeweilige Verlauf des pH-Wertes während der Lagerung eines bestimmten Fleisches wird z.B. durch die Temperatur und den bakteriellen Status beeinflusst. Kühlen verlangsamt die Veränderungen p.m. im Fleisch (HONIKEL, 1998 b).

Der pH-Wert hat für die resultierende Fleischqualität eine große Bedeutung und seine Messung ist sowohl am Schlachtband, als auch beim Fleisch vor der Be- und Verarbeitung sinnvoll. Die Verwendung von Farbindikatoren zu diesem Zweck konnte sich für Fleisch nicht durchsetzen. Vielmehr wird eine Glas-pH-Elektrode verwendet, durch die der pH-Wert durch einen physikalischen Vorgang bestimmt werden kann. Das Prinzip besteht in der Ausbildung eines elektrischen Potentials an der Oberfläche der Glasmembran durch den Austausch zwischen Wasserstoffionen und

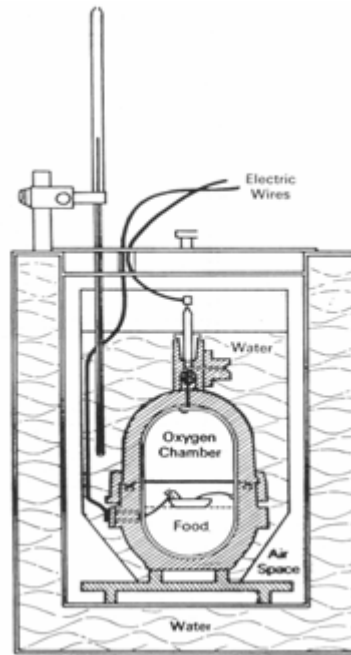
anderen Kationen. Dieses wird durch eine Vergleichselektrode, welche meist in dieselbe Glaselektrode integriert ist, gemessen. Dabei muß darauf geachtet werden, dass kein Fettfilm auf der Glaselektrode den Stromfluss behindert und die Werte verfälscht. Bestimmte Messzeiten müssen durch eine gewisse Trägheit der Messung eingehalten und die Elektrode regelmäßig abgespült werden. Auch ist bei dieser Methode eine regelmäßige Kalibrierung des Gerätes mit zwei Puffern unter Beachtung der Temperatur notwendig (HONIKEL, 1998 b).

### 2.5.1.3 Brennwert

Der physikalische Brennwert beschreibt die Eigenschaft eines Stoffes oder Stoffgemisches und ist definiert als die Energie (Einheit kJ/kg), die bei einer vollständigen Verbrennung abgegeben wird (N.N., 2004 b). Ein Joule ist die Energiemenge, die benötigt wird, um 1kg mit einer Kraft von 1 Newton um 1m zu bewegen (VOLKERT, 2004). Bei der Verbrennung reagieren die Bestandteile des Energieträgers nach dem zündenden Funken mit Sauerstoff aus der zugeführten oder bereitstehenden Luft. Es handelt sich um eine exotherme chemische Reaktion, d.h. es wird Wärme freigesetzt. Reagieren Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff (= Verbrennung) gilt die Formel (N.N., 2004 b):



Dabei entstehen Wasser und Kohlendioxid (N.N., 2004 b) Der physikalische Brennwert kann im Bombenkalorimeter (Oxidation zu CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O und NO<sub>2</sub>) bestimmt werden. Der physiologische Brennwert von Nahrungsmitteln beinhaltet Absorptionsverluste, sowie energiereiche Ausscheidungsprodukte (z.B. Harnstoff). Die Bombenkalorimetrie ist auch zur Bestimmung des Brutto-Energiegehaltes der Nahrung geeignet. Das Prinzip ist die vollständige Verbrennung einer genau bekannten Menge Substrat durch elektrische Zündung in einer O<sub>2</sub>-gefüllten Kammer. Die Verbrennungswärme wird auf einen Wassermantel übertragen und der Temperaturanstieg mit Präzisionsthermometern gemessen. Daraus lässt sich der Energiegehalt berechnen (VOLKERT, 2004). Das Schema eines Bombenkalorimeters ist in **Abb. 5** dargestellt.



**Abb. 5:** Schema eines Bombenkalorimeters (nach VOLKERT, 2004)

#### 2.5.1.4 Fleischfarbe

Die Farbe ist dasjenige visuelle Merkmal bei Fleisch, wodurch der Konsument den kritischen ersten Eindruck gewinnt (HONIKEL, 1998 a). Mit einer ansprechenden Farbe verbindet der Käufer ein hohes Maß an Frische, Zartheit und Schmackhaftigkeit, obwohl zwischen diesen Merkmalen und der Farbe keine unmittelbare Beziehung bestehen muss (POTTHAST, 1986). Fleisch, wie das vom Rind, soll eine kräftig rote Farbe besitzen und hellere Fleischsorten (z.B. Schwein) sollen nicht zu blass sein. Es gibt bei der Fleischfarbe viele Farbschattierungen, sowohl bezüglich der Helligkeit, als auch beim Farbton (HONIKEL, 1998 b). Sie ist sowohl subjektiv, als auch objektiv messbar (HONIKEL, 1998 a). Es gibt drei Faktoren, welche die Farbe im Fleisch bestimmen:

- Der Gehalt an Muskelfarbstoff (Myoglobin) im Muskel erzeugt die Farbe des Fleisches und ist abhängig von primären Produktionsfaktoren wie Tierart, Rasse, Alter und Ernährungszustand.
- Der Zeitraum vor der Schlachtung, der Schlachtprozess an sich und die Folgebehandlung des Fleisches beeinflusst die Farbe je nach Ausmaß des pH-Wert- und Temperaturabfalls.
- Während der Lagerung, Auslieferung und Präsentation im Laden beeinflussen Vorgänge unter dem Einfluss von Luftsauerstoff und der Oxidation des Myoglobins die Farbe (HONIKEL, 1998 a; HONIKEL, 1998 b).

Für die Farbe des Fleisches sind vor allem die Chromoproteide Myoglobin (Muskelfarbstoff) und Hämoglobin (Blutfarbstoff) verantwortlich. Dabei ist Myoglobin

mengenmäßig dominant. Der Hämoglobingehalt hängt von der Menge des nach dem Schlachten und Ausbluten im Muskel verbliebenen Blutes ab und ist im Fleisch in der Regel eher gering (BÜNNIG und HAMM, 1974; PETERS und SIELAFF, 1996). Myoglobin besteht aus einer Proteinkomponente, dem Globin und der farbgebenden Komponente, dem Häm. In der Häm-Gruppe befindet sich ein Eisen-Ion, welches in zwei Oxidationsstufen vorkommen kann ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) und die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff zu binden. Je roter der Muskel ist, desto mehr Myoglobin ist enthalten und umso größer ist prinzipiell die Sauerstoffbindungskapazität. Im Schlachttierkörper findet man in körperlich stärker beanspruchten Muskeln, wie Gliedmaßenmuskulatur, das meiste Myoglobin und den am tiefsten roten Farbton. Auch besitzen Tiere, bei welchen die Ausdauer eine große Rolle spielt, Muskulatur von einem tieferen Rot, als beispielsweise das Schwein (HONIKEL, 1998 b). Myoglobin kann Sauerstoff binden und wird dann zu Oxymyoglobin ( $\text{MbO}_2$ ). Außerdem kommt im lebenden Organismus noch das Myoglobin ohne gebundenen Sauerstoff (Mb) vor, je nach Sauerstoffangebot aus dem Blutkreislauf. Beide Formen besitzen in ihrem Häm-Molekül das Eisenion in seiner zweiwertigen Form. Die hellrote Farbe des Oxymyoglobins ist intensiver und wird vom Verbraucher mit Frische assoziiert. Nimmt der Sauerstoffgehalt, z.B. durch Verpackung oder im Muskelinneren, nach der Schlachtung ab, wird das Eisen-II-Ion im Oxymyoglobin zu einem Eisen-III-Ion oxidiert und Metmyoglobin gebildet. Dieses hat eine braune Farbe und lässt in Kombination mit dem hellroten Oxymyoglobin die Farbe des Muskels von hellrot in dunkelrot mit einem Brauntönen umschlagen. Zusätzlich tragen Mikroorganismen zu Farbveränderungen bei (POTTHAST, 1986). Werden bei nicht frischem Myoglobin schwefelhaltige Verbindungen gebunden, entsteht durch die Bildung von Sulfmetmyoglobin ein grüner Farbton, der den beginnenden Verderb signalisiert. Farbton und Helligkeit sind also ein Hinweis auf den Frischezustand von Fleisch (HAMM, 1975; HONIKEL, 1998 b).

Der subjektive Farbeindruck wird durch Faktoren, wie die Art der Lichtquelle, das individuelle Farbempfinden, die Objektgröße, den Objekthintergrund und den Betrachtungswinkel, beeinflusst. Jede Farbe setzt sich aus den Attributen Farbton, Helligkeit und Sättigung zusammen. Durch spezielle Farbmessgeräte ist eine objektive Farbmessung möglich (N.N., 2002). Herkömmlicherweise wurde die Farbhelligkeit von Fleisch mittels des sogenannten *Göttinger Fotometers* (GöFo) geprüft, wobei nur Hell-/Dunkeltöne erfasst wurden (STOLLE, 2004). Genormte Farbmaßsysteme wie z.B. der  $L^*a^*b^*$ -Farbraum, welcher 1976 von der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) entwickelt wurde, erlauben heute die Kennzeichnung der Farbe eines Objektes mit Hilfe von Zahlenwerten (N.N., 2002). Die Messung ist beispielsweise mit Hilfe des handelsüblichen Gerätes der Firma *Minolta* möglich (STOLLE, 2004).

Innerhalb eines Schlachtkörpers kommen unterschiedliche Helligkeiten und Farbtöne vor. Gliedmaßenmuskulatur ist z.B. dunkler als Filet. Die Farbe kann jedoch auch vom Ernährungszustand abhängen. Durch einen futterbedingten Eisenmangel bei Kälbern wurde lange Zeit weißes Fleisch erzeugt, was heute in der EU nicht mehr zulässig ist. Die Farbe nimmt mit zunehmendem Alter zu, bis der Myoglobingehalt mit der Geschlechtsreife sein Maximum erreicht. Vorgänge während und nach der Schlachtung können die Farbe ebenfalls beeinflussen (HONIKEL, 1998 b). Auch der pH-Wert hat einen Einfluss auf die Fleischstruktur und damit auch auf die Farbe, wie es bei PSE- und DFD-Fleisch zu beobachten ist. Die  $L^*a^*b^*$ -Werte fielen im Experiment beim Rind bei höheren pH-Werten niedriger aus, als bei niedrigen pH-Werten (ABRIL et al., 2001). Bei PSE-Fleisch wird das Myoglobin in den ersten Stunden nach der Schlachtung denaturiert, sodass die Proteine ausfallen und das Fleisch blass erscheint. DFD-Fleisch erscheint durch die veränderte Muskelstruktur und die verbesserte Sauerstoffbindung roter, aber auch dunkler (ABRIL et al., 2001) als Fleisch mit normalem pH-Wert. Bei vakuumverpacktem Fleisch wird Sauerstoff aus der Umgebung beseitigt. Das führt entweder zur Bildung von Myoglobin ohne Sauerstoffbindung oder von Metmyoglobin. Die Folge ist oft eine unansehnliche Fleischfarbe (HONIKEL, 1998 b).

Untersuchungen beim Schwein ergaben, dass Veränderungen in der Farbhelligkeit ( $L^*$ -Wert) während der Kühllagerung v.a. vom Abtrocknungsgrad der Muskeloberfläche abhängen. Bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit bleiben die  $L^*$ -Werte gleich oder nehmen zu. Der Rotanteil ( $a^*$ -Wert) der Fleischfarbe verändert sich während der Kühlung zumindest in den ersten 7 Tagen p.m. nur geringfügig. Der Gelbanteil ( $b^*$ -Wert) nimmt bis ca. zwei Tage p.m. zu und bleibt dann bis 7 Tage relativ konstant. Parallel dazu nehmen bis ca. zwei Tage p.m. auch die Oxymyoglobin- und Metmyoglobinwerte zu (FELDHUSEN, 1989). Die Lagerungstemperatur spielt ebenfalls eine Rolle, denn bei 5-6°C treten Farbveränderungen schon nach drei Tagen auf. Bei 10 Tagen bei -1°C bleibt die Farbe jedoch stabil (POTTHAST, 1986). Beim Erhitzen denaturiert der rote Muskelfarbstoff Myoglobin. Die Farbe des Fleisches ist, abhängig von der auf das Myoglobin einwirkenden Temperatur, rot bzw. blutig (55-60°C), rosa (65°C) oder grau (70-75°C) (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

#### **2.5.1.5 Wasserbindungsvermögen**

In Fleisch wird das Wasser einerseits durch Proteine und andererseits durch die Myofibrillen gebunden. Die Bindung des Filament-gebundenen Wassers zwischen den Molekülen im Muskelfilament ist nicht so stark, wie beim Protein und die Menge ist vom pH-Wert des Fleisches abhängig. Zusätzlich befindet sich pH-Wert abhängig immobilisiertes Wasser zwischen den Fibrillen und Filamenten des Muskels (Fibrillen-gebundenes Wasser). Weiterhin existiert relativ frei bewegliches Wasser im sarkoplasmatischen Raum der Muskelzelle und extrazelluläres Wasser außerhalb der Zellen in Kapillaren. Der Anteil des extrazellulären Wassers beträgt in lebenden



Muskeln weniger als 10% (Anstieg auf 15% durch p.m. Veränderungen möglich) (HONIKEL, 1986). Das Wasserbindungsvermögen (WBV) ist die Eigenschaft des Fleisches, das natürlicherweise enthaltene bzw. auch zugesetzte Wasser bei der Verarbeitung und Behandlung festzuhalten. Dabei besteht keine Beziehung zwischen dem Wassergehalt des Fleisches und dem WBV (HAMM, 1972). Seine Messung ist auf verschiedene Weise möglich (HONIKEL, 1998 b):

- Im unerhitzten Zustand kann der **Tropfsaftverlust** (TSV) bestimmt werden. Dabei beschleunigen Zentrifugier- bzw. Saugmethoden den Saftaustritt und führen rasch zu einem Ergebnis.
- Pressen auf Papier (**Filterpapierpressmethode**) führt ebenfalls schnell zu einem Ergebnis.
- Beim Erhitzen wird Wasser durch Schrumpfung der myofibrillären Proteine und des Kollagens freigesetzt und kann als **Kochverlust** bestimmt werden.

Die Denaturierung von Proteinen (Verlust nativer Struktur) hat nur einen geringen Einfluss auf das WBV. Die verschiedenen Methoden führen zu unterschiedlichen Ergebnissen, da durch unterschiedliche Verfahren ganz unterschiedliche Bereiche des Wassers im Fleisch betroffen sind. Wie oben erwähnt hängt die Fähigkeit der myofibrillären Proteine im Fleisch, Wasser festzuhalten vom pH-Wert ab. Fleisch mit Werten über den End-pH-Werten von normalem Fleisch (5,4-5,6) haben ein besseres WBV (z.B. DFD-Fleisch pH>6,2). PSE-Fleisch (niedriger pH) verliert dagegen viel Wasser (HONIKEL, 1998 b).

Verluste in 100g Scheibe (%)	15h p.m.	24h p.m.	5d p.m.	7d p.m.	14d p.m.
Normal		1-2	3-6		7-10
PSE		5-12	15-20		
Cold shortening				7-10	
Taurigor	8-12				

**Tab. 18:** Verschiedene Tropfsaftverluste bei Fleisch unterschiedlicher Qualität (nach HONIKEL, 1998 b)

Der **Tropfsaftverlust** ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Fleisch. Tropfsaft ist die aus dem Fleisch ohne Anwendung von Zwang austretende Flüssigkeit und wird aus den Kapillaren des extrazellulären Raumes freigesetzt. Mit ihm gehen Mineralstoffe, Vitamine und andere niedermolekulare Substanzen verloren. Bei Normalfleisch steigt der Tropfsaftverlust nur langsam an, da die Zellmembran noch intakt ist. Mit ansteigendem Tropfsaftverlust tritt Myoglobin durch Membranläsionen aus dem Zellinneren aus und färbt den Saft rot. Üblicherweise erfolgt die Messung im rohen Fleisch unter Benutzung eines Plastikbeutels oder geeigneter Behältnisse. Die Ein- und Auswaage (nach 24 oder 48 Stunden) wird bestimmt und aus der Differenz der prozentuale Tropfsaftverlust errechnet. Schnellere Methoden sind Verfahren wie die

Bestimmung des Zentrifugierverlustes, das Kapillarvolumeter und die Filterpapierpressmethode, stehen jedoch nur in mäßigem Zusammenhang mit dem Tropfsaftverlust (HONIKEL, 1998 b).

Bei der Bestimmung der **auspressbaren Gewebeflüssigkeit** (Filterpapierpressmethode) aus Muskelproben nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV, 2002), handelt es sich um ein grobquantitatives (STOLLE, 1987), weitgehend definiertes Druckverfahren, mit dem die Menge der austretenden Gewebeflüssigkeit mit Hilfe eines standardisierten Filterpapiers aufgefangen wird, wie es in der AVV (2002) beschrieben ist. GRAU und HAMM (1954) entwickelten die ursprüngliche Methode, welche später durch die Berliner Arbeitsgruppe HÄUSSERMANN und REUTER (1982) modifiziert wurde. Diese erarbeitete für das zu verwendende sogenannte „Braunschweiger Gerät“ eine Kontrolle des erforderlichen Pressdruckes durch eine standardisierte Silikonscheibe und eine Auswerteschablone (REUTER, 1982; STOLLE, 1987). Außer bei Geflügel weist eine große auspressbare Flüssigkeitsmenge auf eine schlechte Wasserbindung des Fleisches hin. Aus den sichtbaren Flächenanteilen  $f$  = zentrale Fläche der Fleischzone und  $F$  = Gesamtpressfläche, wird der Quotient  $Q$  ( $Q = f / F$ ) gebildet. In der AVV finden sich für  $Q$ , bei Messungen unmittelbar im Anschluss an die Probennahme (eine Stunde), für Rind- und Schweinefleisch folgende Richtwerte:

<b>Auspressbares Gewebewasser*</b>	<b>Schwein</b>	<b>Rind</b>
hochgradig erhöht	≤ 0,4	-
mäßig erhöht	≤ 0,5	≤ 0,5
mäßig reduziert	≥ 0,64	≥ 0,6
hochgradig reduziert	≥ 0,72	-

**Tab. 19:** Richtwerte Braunschweiger Gerät (modifiziert nach AVV, 2002);

\* eine Std. nach Probennahme

Niedrige Quotientenwerte sprechen für eine große auspressbare Flüssigkeitsmenge und zeigen eine geringe Wasserbindung des Fleisches an. Hohe Werte lassen auf eine reduzierte auspressbare Flüssigkeitsmenge und auf eine hohe Wasserbindung schließen. Diese Methode ergänzt Methoden, wie z.B. Kochproben oder pH-Wert-Messungen, zur Beurteilung einer abweichenden Fleischbeschaffenheit (AVV, 2002).

Die Bestimmung des **Grillverlustes** bzw. auch des **Kochverlustes** im Wasserbad ist eine relativ praxisnahe Verfahrensweise, denn Frischfleisch wird üblicherweise vor dem Verzehr erhitzt. Das angewandte Verfahren bei der Ermittlung von Erhitzungsverlusten bei Fleisch muss an die zu erwartende Vorgehensweise in der Praxis angepasst werden. Der Zusammenhang der Ergebnisse mit denen des Tropfsaftverlustes ist dabei gering, da bei der Erhitzung Zellmembranen zerstört und Proteine denaturiert werden (HONIKEL, 1998 b). Je nach Tierart, Teilstück und Zubereitungsart liegen die Temperaturen beim Braten, Schmoren oder Grillen

zwischen 50/55°C (blutig) und 85°C (durchgegart). Erhitzen zerstört die Zellmembranen ab ca. 38°C, denaturiert lösliche Proteine ab 42°C, erhöht die Beweglichkeit der Wassermoleküle und führt ab 55°C zu Schrumpfungsvorgängen der fibrillären Strukturen von Muskelfibrillen und Bindegewebe, was zu Wasser- bzw. Kochsaftverlust führt. Hohe Wasserverluste bis 40-45% des Gesamtgewichts sind möglich (HONIKEL, 1998 b). Beim Erhitzen auf 50-55°C ist der Verlust noch gering, da das Wasser noch in den erst teilweise denaturierten und noch nicht geschrumpften myofibrillären Proteinen gehalten wird. Dabei erhöht sich jedoch die Scherkraft durch die erhöhten internen Wechselwirkungen denaturierter Proteine. Bei der Denaturierung und Schrumpfung des Bindegewebes ab Temperaturen von 60-65°C kommt es bis 75°C zu einer Erhöhung der Scherkraft, um dann bei langem Erhitzen in wässriger Umgebung wieder abzunehmen. Fleisch mit hohem pH-Wert schrumpft weniger und verliert auch weniger Wasser (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998), da der Quellungszustand der myofibrillären Proteine höher ist, als bei Fleisch mit einem normalem End-pH-Wert von etwa 5,5. Das Prinzip besteht aus der Einwaage rohen Fleisches vor dem Erhitzungsprozess (Grill oder im Plastikbeutel im Wasserbad). Die Erhitzungstemperatur ist vorgegeben und wird während des Versuches kontrolliert (HONIKEL, 1998 b).

Da nach unterschiedlichen Methoden erhaltene Ergebnisse bestenfalls bedingt vergleichbar sind, muss ein Verfahren angewandt werden, welches im Prinzip und in den Untersuchungsbedingungen der vorgesehenen Fleischbehandlung am nächsten kommt (PETERS, 1996). Bei allen genannten Methoden handelt es sich jedoch um grob orientierende Arbeitsverfahren als Ergänzung zur Beurteilung von Schlachttierkörpern (STOLLE, 2004).

#### **2.5.1.6 Zartheit**

Ein sehr wichtiges sensorisches Merkmal beim Verzehr von Fleisch ist seine Zartheit. Durch Quervernetzungen und auch durch den Rigor mortis ist die fibrilläre Struktur des Fleisches, bestehend aus Myofibrillen und Bindegewebe, streng geordnet. Während der oben beschriebenen Reifung werden diese Quervernetzungen der Myofibrillen durch muskelleigene Enzyme z.T. gelöst und das Fleisch wird zarter (HONIKEL, 1998 b). Eine längere Reifungsdauer hat einen positiven Einfluss auf die Zartheit (AUGUSTINI und SPINDLER, 2000). Der sogenannte permanente Teil der Zähigkeit, der durch das extrazellulär befindliche Bindegewebe verursacht wird, ist davon jedoch kaum betroffen. Die Quervernetzungen des Kollagens sind säurelabil und können durch zugeführte Genuss säuren (z.B. Essig-, Zitronensaft-, Buttermilchbeize) gelöst werden. Aber auch hitzelabile Quervernetzungen können durch Erhitzen zerstört werden, wobei jedoch mit zunehmendem Alter des Tieres die Hitzestabilität der Vernetzungen steigt. Beim Rind z.B. wird das Zartheitsoptimum bei Temperaturen zwischen 50 und 65°C (= blutig bis medium) erreicht. Danach steigt die Festigkeit zunächst wieder an, um bei Temperaturen über 85°C in Anwesenheit von Wasser wieder abzunehmen (HONIKEL, 1998 b). Die Zartheit wird ebenfalls durch

Faktoren wie Alter, Geschlecht, Muskeltyp, Lagerungstemperatur etc. beeinflusst (AL-SHEDDY und AL-OWAIMER, 2000).

Die instrumentelle Ermittlung der Zartheit soll hier der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Messungen der Zartheit erfolgen in der Regel mit Hilfe von stumpfen oder konischen Messköpfen zur Simulation der Zahnwirkung. Dabei wird das Fleisch nicht geschnitten, sondern geschert. Man spricht auch von der Scherkraftmessung. Ein bekanntes Instrument für diesen Zweck ist z.B. die Warner-Bratzler-Schere, welche den Kraftanstieg beim Scheren mit fortschreitender Eindringtiefe misst. Dazu werden die maximale Kraft, der dafür benötigte Weg und/oder die Scherenergie angegeben (HECHT, 1986). Kalb-, Schweine- und Geflügelfleisch ist aufgrund des jungen Schlachalters meist zarter, als das vom Rind oder anderen älteren Nutztieren. Wie oben erwähnt, können Fehler beim Kühlen (Cold/Rigor shortening) oder bei der Zubereitung (Erhitzen unzureichend oder zu hoch) bei jeder Tierart die Zartheit des Fleisches vermindern. Keine der nachfolgend genannten Methoden kann ein vollständiges Bild über das Qualitätsmerkmal Zartheit im sensorischen Sinne liefern. Da es sich bei den verschiedenen Messverfahren nicht um international anerkannte Referenzmethoden handelt, muss die Ausgangslage (Teilstück, Tierart, Zustand, pH-Wert, Behandlung des Fleisches etc.) klar definiert werden. In der Regel wird das Fleisch vor der Messung erhitzt und die Scherkraft dann bei Zimmertemperatur senkrecht zur Längsachse der Muskelfasern bestimmt (HONIKEL, 1998 b).

Am weitesten ist die Messung mit der **Warner-Bratzler-Schere** in einem Instron-Gerät verbreitet. Mit konstanter Geschwindigkeit wird dabei ein stumpfes, dünnes Scherblatt durch ein Fleischstück gedrückt und die dazu notwendige Kraft und Energie (Kraft x Weg) bestimmt. Dabei treten große Unterschiede bei Tieren unterschiedlichen Alters auf (CHRYSTALL, 1994).

Weniger für den Vergleich mit sensorischen Daten, sondern mehr zum Zweck der Erfassung von Strukturunterschieden, wird die Messung mit der **Streckmethode** durchgeführt. Das i.d.R. erhitzte Material wird bis zu dem Punkt gedehnt, bei dem die Struktur auseinanderreißt. Mit einem Messgerät (z.B. Instron) wird die bei einer gleichmäßigen Geschwindigkeit notwendige Kraft gegenüber dem Weg aufgezeichnet. Dabei werden die maximale Kraft und die notwendige Energie erfasst (HONIKEL, 1998 b).

Bei der **Penetrometermessung** wird ein mehr oder weniger spitzer Stab in der Regel 80% tief in eine etwa 1cm dicke, erhitzte Fleischprobe mit einer bestimmten Geschwindigkeit hindurchgedrückt (CHRYSTALL, 1994). Dabei werden Parameter wie Festigkeit (maximale Kraft bei der ersten Deformation), Zusammenhalt (Verhältnis aufgewendeter Energie des 2. Versuchs zum 1. Versuch) und Gummiartigkeit (Härte x Zusammenhalt) bestimmt. Diese Messungen haben eine relativ gute Korrelation mit den sensorisch erfassten Daten (HONIKEL, 1998 b).

Zartmacher sind proteolytisch wirkende Stoffe, welche auf oder in Fleisch die Reifung beschleunigen. Es handelt sich dabei meist um pflanzliche Proteasen (Enzyme), wie z.B. Papain aus Papaya oder um Stoffe, die von Mikroorganismen stammen. Derartige Stoffe sind jedoch derzeit in Deutschland nicht erlaubt. Mechanische Einwirkungen, z.B. durch Geräte mit stumpfen Noppen oder kleinen Messerchen haben eine zartmachende Wirkung durch Zerreißen oder Zerschneiden des Bindegewebes. In der Industrie arbeitet man mit hohem Druck (> 500 bar) oder Schockwellen und Ultraschall als Zartmacher (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

## **2.5.2 Sensorische Parameter**

### **2.5.2.1 Allgemeines**

Unter der Sensorik wird „die Beschreibung und/oder Bewertung von Eigenschaften eines Lebensmittels mit den menschlichen Sinnen“ verstanden (FRICKER, 1984). Allerdings existieren parallel die Ausdrücke „Organoleptik“ und „Sinnenprüfung“, die synonym verwendet werden (KRAUSSE und KOTTER, 1989).

Wissenschaftliche Bedeutung erlangte die Sensorik, ausgehend von Skandinavien in den 40er Jahren, erst allmählich. Die ursprüngliche Arbeit mit einfachen Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen entwickelte sich weiter zu einer fundierten und eigenständigen wissenschaftlichen Analysemethode. Es wurden einheitliche Prüfverfahren und Begriffe erarbeitet, die es ermöglichen, statistische Auswertungen durchzuführen. Die entsprechenden Normen entwickelte der Arbeitskreis „Sensorik“ des Deutschen Instituts für Normung (DIN), welche z.T. in die Methodensammlung des § 35 LMBG einfließen (FLIEDNER und WILHELMI, 1989).

Mittlerweile ist die Sensorik ein etabliertes Instrument zur Ermittlung der Lebensmittelqualität in Bereichen, wie der amtlichen Lebensmittelüberwachung, betrieblichen Qualitätskontrollen, Qualitätsvergleichen, Neuentwicklung und Überprüfung von Rezepturen, Beliebtheitsprüfungen etc. (PAULUS und KOCH, 2000). Die Durchführung erfolgt durch geeignete Prüfpersonen. Laien werden meist zur Ermittlung der Verbraucherakzeptanz herangezogen, wohingegen geschulte Prüfer oder Gutachter sich mit den komplexeren Untersuchungen beschäftigen (NEUMANN und MOLNÁR, 1991). Die sensorische Prüfung ist entweder objektiver oder subjektiver Natur. Bei der objektivierten Form gelten genaue Vorgaben, die von den ausgebildeten Prüfern beachtet werden müssen. Die subjektivierten (hedonische) Prüfungen lassen das Einfließen von persönlichen Vorlieben in die Bewertung zu (KRAUSSE und KOTTER, 1989). Die Sensorik als wichtiges Mittel zur Qualitätsprüfung bei Fleischerzeugnissen darf in dem Zusammenhang nicht mit der Beliebtheitsprüfung (Organoleptik) verwechselt werden. Geschulte Prüfer führen die Sensorik anhand objektiver Beurteilungskriterien durch und verwenden die Sinne des Menschen als „biologische Messinstrumente“ (JELLINEK, 1981; HOFMANN, 1998; BUSCH-STOCKFISCH, 2004). Auch die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) führt umfangreiche sensorische Untersuchungen mit Hilfe von

ausgebildeten Prüfpersonen für eine Vielzahl von Lebensmitteln durch und verfügt über eine Akkreditierung nach EN 45011 für die Zertifizierung von Lebensmitteln bei (jährlichen) Qualitätswettbewerben (JELLINEK, 1981; N.N., 1998 b; HOFMANN, 1998).

Das Fleischaroma wird durch Art, Rasse und Geschlecht der Schlachttiere, ihrem Alter, der Fütterung, der Behandlung vor und während der Schlachtung, den Bedingungen bei der Fleischreifung und der Art der Zubereitung beeinflusst (PETERS und SIELAFF, 1996)

### **2.5.2.2 Sinneswahrnehmungen**

Die für die Sensorik relevanten Sinneswahrnehmungen sind der Gesichtssinn, Geruchs- und Geschmackssinn, Tastsinn, aber auch der Hörsinn (BABEL, 2001).

#### **Gesichtssinn**

Der Gesichtssinn umfasst alle Eindrücke, die mit dem „unbewaffneten“ Auge wahrgenommen werden. Vom Menschen können so etwa 30.000 Empfindungen unterschieden werden (FRICKER, 1984). Der Gesichtssinn liefert Informationen über Farbe, äußere und innere Beschaffenheit eines Lebensmittels und führt zu einer ersten Beurteilung der Qualität, da beispielsweise bestimmte Farbveränderungen auf den Frischezustand schließen lassen (NEUMANN und MOLNÁR, 1991).

#### **Geruchssinn**

Der Geruchssinn soll aus evolutionsbiologischer Sicht die Aufnahme gesundheitsschädlicher Substanzen verhindern, indem er z.B. Informationen über den Frischegehalt eines Lebensmittels vermittelt (FLIEDNER und WILHELMI, 1989). Positive Eindrücke regen wiederum die Sekretion von Speichel und Magensaft an (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991). Instrument des Geruchssinnes ist die Nase. Olfaktorische Sinneseindrücke werden durch flüchtige chemische Substanzen auf den Sinneszellen der Riechschleimhaut im oberen Bereich der Nasenhöhle hervorgerufen. Es handelt sich um eine kleine Fläche (*Regio olfactoria*) mit ca.  $10^7$  Riechzellen, überzogen von einem dünnen Schleimfilm. Inspiratorisches Riechen wird der Vorgang des Einatmens von Geruchsstoffen über die Nase genannt, beim expiratorischen Riechen (gustatorischer Geruch) werden diese Stoffe während des Kauens gelöst und gelangen über die Nasen-Rachenverbindung zum Riechepithel. Für die Wahrnehmung durch die Sinneszellen müssen die Geruchsstoffe in dem Flüssigkeitsfilm auf der Riechschleimhaut gelöst sein. Ein Geruchsstoff reizt eine ganz bestimmte Rezeptorpopulation, deren gemeinsame Erregung den Geruch im ZNS „abbildet“. Durch das Zusammenspiel vieler verschiedener (100-500) Aromastoffe kommt auch der Gesamteindruck im Lebensmittel zustande. Als aromareich gilt Kaffee, Zucker hingegen als aromafrei (FLIEDNER und WILHELMI, 1991). Da durch normales Atmen nur etwa 2-4% der Stoffe zum Riechepithel gelangen, wird eine Verbesserung der Wahrnehmung durch

„Schnüffeln“ angestrebt (FRICKER, 1984; NEUMANN und MOLNÁR, 1991; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991).

### **Geschmackssinn**

Die Aufgaben des Geschmackssinnes sind z.B. die Nahrungskontrolle, d.h. ein schlechter Geschmack löst z.B. den Würgereflex aus oder ein bitterer Geschmack dient als Warnung, da es oft ein Zeichen für Toxizität ist. Desweiteren wird die Speichel- und Magensaftsekretion für eine optimale Nahrungsverwertung ausgelöst (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991).

Der Geschmackssinn befindet sich im Bereich von Zunge, Gaumen und Rachen, wobei die Zunge die bedeutendste Rolle für die gustatorischen Sinneswahrnehmungen spielt. Sie besitzt die größte Anzahl an Geschmackssinneszellen, die zu den leicht erhabenen Geschmacksknospen (Papillen) gebündelt sind. Sie unterscheiden vier unterschiedliche Geschmacksqualitäten, wobei die jeweiligen Rezeptoren dafür unterschiedlich verteilt liegen. „Süß“ wird hauptsächlich an der Zungenspitze und im vorderen Gaumenbereich wahrgenommen, „salzig“ am vorderen Rand der Zunge, der Zungenmitte und am vorderen Gaumen, „sauer“ am hinteren Zungenrand und am hinteren Gaumen und „bitter“ an der Zungenbasis und auch am hinteren Gaumen. Im Rachenraum besteht dagegen keine klare Unterteilung. Weitergehende Unterscheidungen des Geschmacks geschehen durch den o.g. Geruchseindruck. Die Konzentration des Geschmacksstoffes bestimmt jeweils, ob der Geschmack als angenehm oder unangenehm empfunden wird. Für jede Geschmacksqualität gibt es einen Schwellenwert der angibt, bei welcher Konzentration ein Geschmacksstoff gerade noch registriert wird. Die Schwelle für „süß“ liegt z.B. höher als die für „bitter“. Die relativ weite Verteilung der Sinneszellen macht ein gutes Zerkauen und Einspeicheln bei der Prüfung einer Probe notwendig. Geschmacksstoffe müssen für die Wahrnehmung auch hier in gelöster Form vorliegen (JELLINEK, 1981; FRICKER, 1984; FLIEDNER und WILHELMI, 1989; NEUMANN und MOLNÁR, 1991; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991).

Auch die Temperatur eines Lebensmittels löst Empfindungen aus. Chemische (chemästhetische) Eindrücke wie z.B. adstringierende, metallische oder stechende Eigenschaften werden mitunter auch als Schmerz empfunden (KRAUSSE und KOTTER, 1989).

### **Tastsinn**

Über den ganzen Körper sind etwa 600.000 Sinneszellen verteilt. Die höchste Dichte dieser Zellen befindet sich an den Fingerspitzen mit 23 Sinneszellen/mm<sup>2</sup>. Es sind hier sehr differenzierte Wahrnehmungen möglich (FRICKER, 1984). Der Tastsinn wird auch als haptischer Sinneseindruck oder Mechanozeption bezeichnet. Man

unterscheidet taktile Eindrücke durch statische Einflüsse wie die Berührung und kinästhetische Empfindungen durch dynamische Einwirkungen (Muskel- oder Kraftsinn). Auch Temperatur und Schmerzempfindungen werden zu den kinästhetischen Empfindungen gezählt (JELLINEK, 1981). Der Tastsinn informiert über Konsistenz, Struktur und Textur eines Lebensmittels. Dabei sagt die Konsistenz etwas über die Festigkeit und Verhalten bei Formveränderung durch Krafeinwirkung aus. Das innere Gefüge und die Zusammensetzung eines Produktes werden durch die Betrachtung seiner Struktur deutlich. Die Textur wiederum fasst alle taktilen und kinästhetischen Sinneswahrnehmungen zusammen, die sich im Mund durch Berührung, Kauen etc. ergeben, so z.B. die Zartheit, Faserigkeit, Dichte usw (FLIEDNER und WILHELMI, 1989).

### Hörsinn

Bei der Sensorik spielt der Hörsinn lediglich eine geringe Rolle. Allerdings kann die Kaufähigkeit und Bissfestigkeit mit Hilfe des Gehörs geprüft werden (KRAUSSE und KOTTER, 1989). Ein typisches Beispiel stellt laut BABEL (2001) die Knackprobe beim Wiener Würstchen dar, da im warmen Zustand beim Aufbrechen ein lautes und knackendes Geräusch zu hören sein muss, das wiederum auf die Qualität des Produktes schließen lässt.

#### 2.5.2.3 Prüfmethoden

Die Voraussetzung für eine ordnungsgemäße sensorische Prüfung ist ein geeigneter Raum ausreichender Größe, ohne störende Geräusche und Gerüche. Zudem sollten die Prüfpersonen genaue Angaben über die Aufgabenstellung erhalten (N.N., 1993). Die gebräuchlichsten Verfahren stellt folgende Tabelle dar:

Unterschiedsprüfungen	Beschreibende Prüfungen	Bewertende Prüfungen
Paarmethode	Einfach beschreibende Prüfung	Rangordnungsprüfung
Dreiecksmethode	Profilprüfung	Bewertende Prüfung mit Skala
Duo-Trio-Methode	Verdünnungsmethode	
Tetradenmethode	Verdünnungsprofilmethode	

**Tab. 20:** Verschiedene Methoden der sensorischen Prüfung (modifiziert nach BABEL, 2001)

##### 2.5.2.3.1 Unterschiedsprüfungen

Bei der Unterschiedsprüfung geht es um die Feststellung häufig nur minimaler Unterschiede zwischen zwei und mehr Proben (KIERMEYER und HAEVECKER, 1972).



**Paarmethode**

Zwei Proben werden durch eine Prüfperson miteinander verglichen. Die Aufgabenstellung umfasst das Prüfen, ob ein Unterschied besteht oder in welchem Kriterium sie voneinander abweichen (KIERMEYER und HAEVECKER, 1972).

**Dreiecksprüfung**

Diese Prüfung wird auch Triangel-Test genannt. Drei Proben, davon zwei identische (Doppelprobe) Proben und eine abweichende Probe (Einzelprobe) werden der Prüfperson vorgelegt. Letztere ist von ihr zu ermitteln (KIERMEYER und HAEVECKER, 1972).

**Duo-Trio-Methode**

Es werden drei Proben vorgegeben, von denen eine den Standard darstellt. Die anderen Proben werden mit diesem verglichen, um dann die Unterschiede und Übereinstimmungen festzustellen (NEUMANN und MOLNÁR, 1991).

**Tetradenmethode**

Von vier Proben sind jeweils zwei identisch. Durch die Untersuchung unterschiedlicher Dreierkombinationen soll die jeweilig abweichende Probe ermittelt werden (NEUMANN und MOLNÁR, 1991).

**2.5.2.3.2 Beschreibende Prüfungen**

Da die **einfach beschreibende Prüfung** auch in dieser Arbeit angewendet wurde, wird diese bei der Beschreibung der angewandten Untersuchungsmethoden erläutert.

**Profilprüfung**

Alle Sinneswahrnehmungen werden in der Reihenfolge ihres Auftretens und der Intensität durch entsprechende Begriffe beschrieben (JELLINEK, 1981; FRICKER, 1984).

**Verdünnungsmethode**

Hier wird der Schwellenwert merkmalsbestimmender Geruchs- und Geschmackskomponenten mit Hilfe von Verdünnungsreihen aus der Probe bestimmt (JELLINEK, 1981; FRICKER, 1984).

**Verdünnungsprofilmethode**

Es handelt sich um eine Kombination der beiden o.g. Methoden, bei der in jeder Verdünnungsstufe ein Profil ermittelt wird. So werden auch Noten erfasst, die nur in bestimmten Verdünnungen auftreten (JELLINEK, 1981; FRICKER, 1984).

### 2.5.2.3.3 Bewertende Prüfungen

Es soll mit Hilfe der bewertenden Prüfungen ein Urteil über die Qualität eines Produktes abgegeben werden (KIERMEYER und HAEVECKER, 1972).

#### **Rangordnungsprüfung**

Es erfolgt der Vergleich von maximal 12 Proben auf ein oder mehrere Kriterien hin und die Anordnung in auf- oder absteigender Reihenfolge. Eine vereinfachte Form durch Unterschiedsprüfung ist möglich (KIERMEYER und HAEVECKER, 1972).

#### **Bewertende Prüfung mit Skala**

Eine Notenskala (meist 1-9; DLG 0-5 bei Qualitätswettbewerben) ermöglicht eine differenziertere Bewertung von vorher festgelegten Merkmalen. Es handelt sich jedoch nicht um starre Zahlen, sondern um Beurteilungsbereiche. Je höher der Wert, desto besser ist die Qualitätsstufe (FLIEDNER und WILHELMI, 1989; N.N., 2000).

## **2.6 Fleisch vom Dromedar**

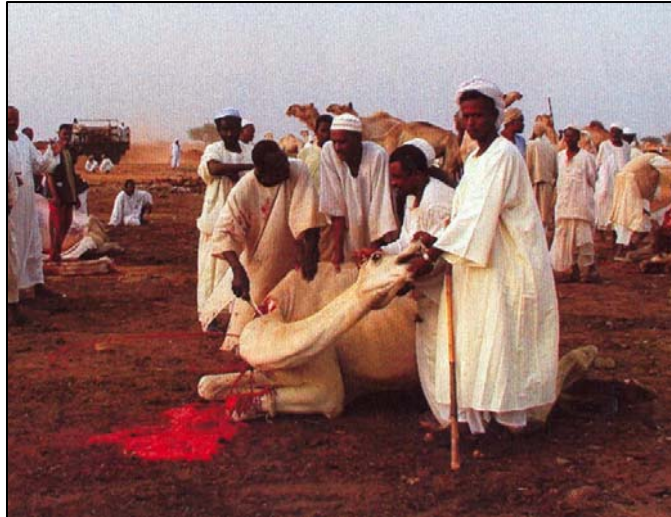
SCHWARTZ und WALSH (1992) zufolge liegen wenig gesicherte Ergebnisse über die Fleischproduktion beim Dromedar vor und viele Zahlen beruhen häufig lediglich auf Schätzungen. In der Literatur der letzten Jahre findet man jedoch einige Untersuchungen über die Fleischgewinnung und die Fleischeigenschaften vom Dromedar. Dabei werden Aspekte wie Produktivität, der Fleischverbrauch in verschiedenen Ländern und auch die Zusammensetzung des Fleisches betrachtet (KURTU, 2004). Neuere Forschungsarbeiten beschäftigen sich zusätzlich mit der Entwicklung vermarktbarer Verarbeitungsprodukte im Hinblick auf eine Verbesserung der wirtschaftlichen Produktivität des Dromedars, mit der Verbesserung der hygienischen Bedingungen und auch unter den Aspekten des Tierschutzes (FARAH und FISCHER, 2004).

### **2.6.1 Schlachtung**

#### **2.6.1.1 Technik**

In den Herkunftsländern des Kamels wird die Schlachtung nach islamischen Regeln durchgeführt, welche als „Halal“ bezeichnet werden. Das arabische Wort „Halal“ bedeutet soviel wie „erlaubt“ oder „gesetzmäßig“ und umfasst alle Vorschriften bezüglich der täglichen Lebensgestaltung gläubiger Muslime. Dazu gehört u.a. auch der gesamte Vorgang der Lebensmittelgewinnung und impliziert die Schlachtung eines Tieres nach festgesetzten Regeln. So kommen beispielsweise nur bestimmte Tiere für eine Halal-Schlachtung in Frage, die schlachtende Person muss männlichen Geschlechts, gesund, volljährig und Muslim sein. Von dieser müssen während der Schlachtung Gebete gesprochen werden. Mit einem scharfen Messer wird die Kehle des Tieres so durchtrennt, dass dies einen ausreichenden Blutverlust und einen schnellen Tod zur Folge hat. Die Tiere werden vor dem Entbluten nicht

betäubt, wobei dies unter bestimmten Voraussetzungen durchaus erlaubt ist. Es werden zwei Kategorien von Tieren unterschieden. Bei der Gruppe der Kühe, Ochsen, Ziegen, Schafe und Geflügel wird die Kehle lediglich angeschnitten (*Dhabh*), wohingegen für Kamele und für Giraffen die vollständige Durchtrennung der Kehle (*Nahr*) vorgeschrieben ist. Der Vorgang wird in beiden Fällen auch als Schächten bezeichnet (OZARI, 1984; RAHIM, 2003; RIAZ und CHAUDRY, 2003).



**Abb. 6:** Entbluten eines Dromedars in Somalia (WERNERY, 2002)

Das Entbluten geschieht durch die horizontale Eröffnung der grossen Gefäße (*V. carotis* und *V. jugularis*) an der Basis des Halses. Das Tier wird dazu nach Mekka ausgerichtet und in sterno-abdominal kauender Position fixiert. Der Hals wird zu diesem Zweck zum Rumpf gebeugt. Nach dem Entbluten werden Kopf und Hals abgesetzt und die Haut ausgehend von der dorso-lumbalen Linie zum Bauch hin abgezogen. Der Höcker und die Zehenglieder werden vollständig entfernt. Wenn möglich, wird der Schlachtkörper zum Ausweiden aufgehängt. Das Euter oder andere externe Geschlechtsorgane werden abgetrennt, die Bauchhöhle eröffnet und die inneren Organe entfernt. Danach wird der Schlachtkörper in Hälften oder Viertel zerteilt. (HIDANE et al., 2002; DAOUDI, 2003; ULMER und FISCHER, 2004). Es soll laut HIDANE et al. (2002) zumindest in öffentlichen Schlachthäusern (ULMER und FISCHER, 2004), eine p.m. Untersuchung des Schlachtkörpers und der Organe auf Abweichungen durchgeführt werden. Eine Feinzerlegung findet in der Regel nicht statt, vielmehr wird das Fleisch traditionell direkt von den Knochen abgetrennt (ULMER und FISCHER, 2004).

Es ist zu beachten, dass in ländlichen Gegenden meist keine oder keine geeigneten Schlachteinrichtungen vorhanden sind. Die Schlachtung wird meist im Freien auf der blanken Erde, ohne Schutz gegen Staub und Sonneneinstrahlung, durchgeführt. Oft werden die Schlachtkörper zum weiteren Bearbeiten an Bäumen oder einfachen Gerüsten aufgehängt (ULMER und FISCHER, 2004).

### 2.6.1.2 Lebendgewicht und Schlachtalter

Das durchschnittliche Geburtsgewicht liegt für männliche Dromedare bei 38,19 kg und für weibliche Tiere bei 37,19 kg. Allerdings bestehen erhebliche Schwankungen sowohl bei Tieren derselben Rasse, als auch abhängig vom Herkunftsland und den dortigen Gegebenheiten. Die männlichen Kälber tendieren zu schnellerem Wachstum. Die täglichen Zunahmen werden abhängig von der Milchversorgung (Konkurrenz durch den Menschen) mit 222 bis 655g angegeben (SHALASH, 1979). Auch das Lebendgewicht erwachsener Tiere ist relativ variabel. Abhängig von Alter, Geschlecht, Rasse, Ernährungszustand und Füllungszustand des Magens, aber auch von Herdenmanagement und Gesundheitsüberwachung (TANDON et al., 1988) können sie ein Gewicht von 320-750 kg erreichen. Bei traditioneller Haltung ist das bei männlichen Tieren in der Regel mit ca. 6-7 Jahren, bei weiblichen Tieren mit ca. 7-8 Jahren der Fall (SHALASH, 1979; SCHWARTZ und WALSH, 1992; N.N., 2002). Das Gewicht der Baktrianischen Kamele liegt dabei etwas über dem der Dromedare (SHALASH, 1979).

DAOUDI (2003) gibt das durchschnittliche Schlachtalter von Kamelen mit 4-10 Jahren an. In Australien beträgt das Schlachtalter ebenfalls 3-10 Jahre. Das Lebendgewicht soll dabei 400-600 kg betragen (WILLIAMS, 2002). In der Literatur wird jedoch aufgrund qualitativer Überlegungen häufig zur Schlachtung im Alter von 2,5-3 Jahren bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von ca. 300 kg geraten (DAOUDI, 2003). Es besteht die Möglichkeit, den Ernährungszustand des Kamels durch Betrachtung des Höckers (Körperfettdepot) einzuschätzen. So zeigt die Höckerform eine gute Korrelation mit dem vorhandenen Gesamtkörperfett. Die Schlachtkamele in Australien sollen einen „Hump score“ (Höcker-Wert) von 3-4 aufweisen (N.N., 2001). Eine diesbezügliche Tabelle zur Einteilung der Kamele nach dem Hump score befindet sich im **Anhang 15**.

### 2.6.1.3 Schlachtertrag

Das Schlachtkörpergewicht (warm), aber auch der Fleischertrag hängen vom Lebendgewicht, von der Fütterung, vom Geschlecht, vom Gesundheitszustand und vom Alter des Tieres ab (N.N., 2001; DAOUDI, 2003; N.N., 2003 a). Die Angaben in der Literatur schwanken zum Teil beträchtlich und sind daher in folgender Tabelle getrennt aufgeführt:

Quelle	Schlachtausbeute (%)	Gewicht Schlachtkörper (kg)	Anteil Fleisch (kg)	Anteil Knochen (%)	Anteil Fett (%)	Anteil Blut (%)
1)	56-70					
2)						9,1
3)	55-70		125-480			
4)	55-65	300-400				
5)	50-55					
6)	52,8-76,6			15,9-38,1	0-4,8	
7)	50-60	130-250 bei 2 Jahren Intensivmast				
8)	52,1-56,1	127,1-141,2 (warm)				
9)	45-55					
10)	53♂>7a 48♀>7a					

**Tab. 21:** Werte zum Schlachtertrag (nach verschiedenen Autoren)

<sup>1)</sup> KULAEVA (1964) <sup>2)</sup> SHALASH (1979) <sup>3)</sup> BABIKER und TIBIN (1989) <sup>4)</sup> TANDON et al. (1988)

<sup>5)</sup> PAYNE (1990) <sup>6)</sup> MOHAMED und AHMED (1991) <sup>7)</sup> SALHAB und AL-MERESTANI (2002)

<sup>8)</sup> EL-GASIM und EL-HAG (1992) <sup>9)</sup> SCHWARTZ und WALSH (1992) <sup>10)</sup> N.N. (1997 b)

Männliche und besonders die kastrierten Tiere, zeigen ein höheres Schlachtkörpergewicht (>400 kg) und weisen prinzipiell einen höheren Schlachtertrag als weibliche Tiere auf (250-350 kg) (DAOUDI, 2003; N.N., 2003 a). Das Dromedar liegt bezüglich des Ausschachtungsgrades vor dem einheimischen Rind. Die Schlachtausbeute beim Baktrianischen Kamel soll, bei einem relativ hohen Schlachtkörpergewicht von bis zu 650 kg, etwa 35-52% betragen (SHALASH, 1979; EL-GASIM und EL-HAG, 1992, N.N., 2003 a).

MOHAMED und AHMED (1991) beschreiben das Knochen-Muskel-Verhältnis beim Kamel als relativ hoch. Sie geben die Schlachtkörperzusammensetzung mit einem Fleischanteil von 52,8%-76,6%, einem Knochenanteil von 15,9-38,1% und einem Fettanteil 4,8% bzw. bis zu 18% an (HIDANE et al., 2002). DAOUDI (2003) unterscheidet dabei Vorderviertel mit 59,3% Fleisch-, 4,5% Fett- und 36% Knochenanteil und Hinterviertel mit entsprechenden Anteilen von 66,5%, 14,5% und 17,3%. Das Fett der Höcker soll etwa 2-5% des bearbeiteten Schlachtkörpers ausmachen (PAYNE, 1990). Im Durchschnitt wird das Gewicht des Höckerfettes mit 40 kg angegeben (N.N., 1997 b).

Untersuchungen zum Einfluss des Alters auf den Fettanteil und die Fettverteilung im Schlachtkörper des Kamels ergaben einen Anstieg des Fettanteils (männliche Tiere) von 17,3% bei 8 Monate alten Tieren, auf 27,1% bei 26 Monate alten Tieren. Der Anstieg fällt jedoch geringer aus, als bei Rind und Schaf. Mit dem Heranwachsen steigt somit der Fettanteil des Körpers, wobei der Körper langsam wachsender Tierarten, wie etwa das Dromedar, einen geringeren Fettgehalt aufweist, als der von

Tieren, die früher ausgewachsen sind (z.B. Schaf und Rind). Während des Wachstums entwickelt sich je nach Teilstück die Aufteilung des Fettes auf die verschiedenen Fettdepots unterschiedlich. Es bestehen tierartige und rassebedingte Unterschiede bezüglich der Verteilung und der Zusammensetzung der verschiedenen Fettdepots bei vergleichbarem Gesamtfettgehalt der Tierkörper. Das größte Fettdepot stellt beim Dromedar, wie beim Rind, das intermuskuläre Fett dar, gefolgt vom subkutanen Fett und schließlich dem intramuskulären Fett. Auch besteht das Fettgewebe von Jungtieren zu einem größeren Teil aus Wasser und Bindegewebe, als das von älteren Tieren (ABOUHEIF et al., 1991).

#### 2.6.1.4 Lagerung

Die Lagerung von frischem Fleisch stellt in vielen Entwicklungsländern aufgrund mangelnder Kühlmöglichkeiten und aufgrund eines mangelnden Schutzes vor Verschmutzung ein Problem dar (ULMER und FISCHER, 2004).

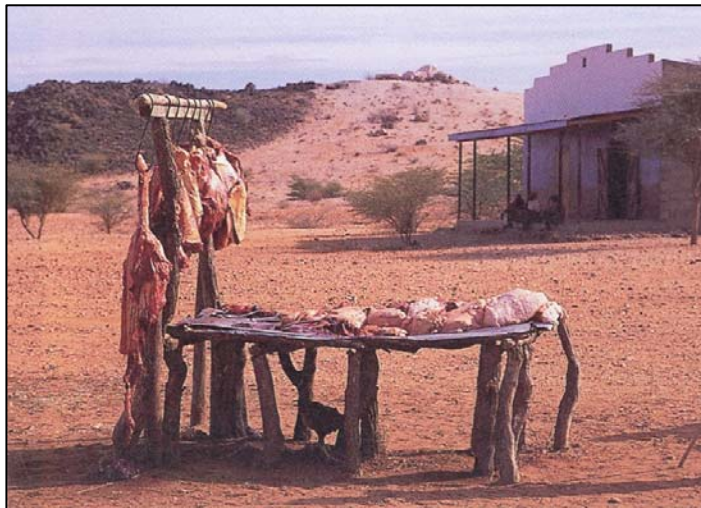


Abb. 7: Marktstand für Kamelfleisch in Kenia (SCHWARTZ und WALSH, 1992)

In Saudi Arabien beispielsweise wird ein Großteil des Kamelfleisches direkt frisch und ungekühlt im Fleisch-Einzelhandel verkauft. Aufgrund der vorherrschenden Umweltbedingungen und ohne Kühlmöglichkeit ist eine verminderte Haltbarkeit des Fleisches zu erwarten. Auch eine mögliche mikrobiologische Kontamination reduziert die Qualität und die Haltbarkeit und bringt wirtschaftliche Verluste, aber auch gesundheitliche Risiken mit sich (AL-SHEDDY et al., 1999).

### 2.6.2 Eigenschaften

#### 2.6.2.1 Allgemeines

Dromedarfleisch ist nach Literaturangaben mit dem roten Fleisch anderer Haustierarten vergleichbar, wobei berücksichtigt werden muss, dass diese im Gegensatz den Kameliden meist gezielt auf Fleischleistung selektiert worden sind (EL-GASIM und EL-HAG, 1992). Meist wird Dromedarfleisch in Aussehen, Farbe, Textur und Geschmack am ehesten mit Rindfleisch verglichen (SHALASH, 1979;

TEKA, 1991 b; WILLIAMS, 2002). Das soll auch für den Mineralstoffgehalt und den Nährwert gelten (TEKA, 1991 a). Bei einem geringeren intramuskulären Fettgehalt soll der essbare Anteil etwa so groß, wie beim Rind und der Proteingehalt sogar größer sein (BABIKER und TIBIN, 1989; TEKA, 1991 b). TEKA (1991 b) weist auf das große Potential der Kamelschlachtung durch eine Steigerung der Nutzung für mit Protein unterversorgte Länder Afrikas und Asiens hin. Die Fleischqualität ist laut SCHWARTZ und WALSH (1992) sehr vom Alter abhängig. Somit sollen junge Tiere eine vergleichbar gute Qualität liefern. Aufgrund der sich teilweise widersprechenden Angaben der Autoren über verschiedene Eigenschaften von Kamelfleisch wurden in den folgenden Abschnitten Ergebnisse verschiedener Versuche aus der Literatur zusammengestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Angaben auf unterschiedlichen Untersuchungsmethoden basieren können.

### 2.6.2.2 Chemische Eigenschaften

Das Kamel verfügt über wenig subkutanes, inter- sowie intramuskuläres Fett, sodass die **Analyseergebnisse** einen sehr niedrigen Fettgehalt, abgesehen von bestimmten Teilstücken wie Lende, Brust und Teile der Schulter, zeigen. Allerdings weisen die Autoren auf die Abhängigkeit der Analyseergebnisse von der Zusammensetzung des Probematerials hin, das wieder abhängig ist von Faktoren, wie der Schnittführung bei der Gewinnung der Teilstücke, der Rasse und dem Alter der Tiere (HERRMANN und FISCHER, 2004). Die Zusammensetzung von Fleisch hängt grundsätzlich von der Art des Gewebes und dem Fettgehalt ab. So soll der Wassergehalt mit steigendem Fettgehalt abnehmen (DAWOOD und ALKANHAL, 1995). Auch das Teilstück und die Fütterung können die chemische Zusammensetzung beeinflussen. Innerhalb der Teilstücke sollen sogar erhebliche Unterschiede bestehen (SHALASH, 1979; EL-GASIM und ALKANHAL, 1992). Bezüglich des **Alters** soll das Fleisch junger Kamele (<5 Jahre) einen höheren Wassergehalt aufweisen, als das Fleisch älterer Tiere (SHALASH, 1979; DAWOOD und ALKANHAL, 1995), der Protein-, Fett-, und Aschegehalt soll bei jungen Tieren jedoch niedriger ausfallen. Das **Geschlecht** soll bei gleichem Alter keine signifikante Rolle bei der chemischen Zusammensetzung unterschiedlicher Teilstücke spielen. Lediglich der Fettgehalt fiel bei älteren weiblichen Tieren mitunter höher aus (SHALASH, 1979).

Im Vergleich mit den sogenannten roten Fleischsorten anderer Tierarten beschreiben HERRMANN und FISCHER (2004) die Ähnlichkeit der Werte der Hauptnährstoffe. Im **Vergleich zu Rindfleisch** weist Dromedarfleisch nach ihren Untersuchungen einen höheren Wassergehalt und einen etwas niedrigeren Proteingehalt auf. Im Vergleich mit Rindfleisch ergaben die chemischen Analysen von Dromedarfleisch in der Literatur keine signifikanten Unterschiede. Höhere Werte beim Wassergehalt und ein geringerer Fettgehalt wurden beobachtet (BABIKER und TIBIN, 1989; EL-FAER et al., 1991; MANSOUR und AHMED, 2000). EL-FAER et al. (1991) geben den Wassergehalt beim Kamelfleisch je nach Teilstück mit 5-8% über dem Gehalt beim Rind an. Der Proteingehalt vom Fleisch der älteren Kamele (>5 Jahre) liegt etwas

über dem des Rindes (SHALASH, 1979). Ansonsten liegt der Proteingehalt, abgesehen von Fisch, etwas unter dem von anderen Fleischsorten. (EL-GASIM und ALKHANAL, 1992):

%	Wassergehalt	Protein	Fett	Asche
<b>Schulter</b>	77,3	19,6	1,1	1,1
<b>Oberschale</b>	78,2	18,8	1,1	1,1
<b>Lende</b>	73,2	18,5	6,6	1,0
<b>Ø</b>	76,2	19,0	2,9	1,1
nach HERRMANN und FISCHER (2004)				
<b>Kamel (&lt;5 J.)</b>	78,3	20,1	0,9	0,8
<b>Kamel (&gt;5 J.)</b>	76,2	22,0	1,0	0,9
<b>Bulle</b>	76,4	20,9	1,2	1,0
<b>Kuh</b>	75,5	21,2	4,0	1,0
<b>Stier</b>	73,0	20,4	4,9	1,0
nach SHALASH (1979) z.T. gerundete Werte				
<b>Longissimus dorsi</b>	75,9	21,6	1,4	1,1
<b>Semitendinosus</b>	75,8	21,4	1,4	1,4
<b>Triceps brachii</b>	75,2	22,1	1,4	1,2
BABIKER und YOUSIF (1990), gerundete Werte				
<b>Bug</b>	78,3	19,5	1,2	1,1
<b>Oberschenkel</b>	78,4	18,9	1,4	1,1
<b>Rippen</b>	78,9	18,7	1,9	1,0
<b>Hals</b>	78,5	19,2	1,6	1,1
<b>Höcker</b>	11,5	1,9	86,9	0,2
EL-FAER et al. (1991) z.T. gerundete Werte				
<b>Kamel</b>	77,2	19,3	2,6	0,9
<b>Rind</b>	73,4	20,4	4,7	1,5
<b>Lamm</b>	72,2	20,1	6,2	1,5
<b>Ziege</b>	74,5	19,8	3,3	1,4
<b>Huhn</b>	73,2	21,2	5,4	1,3
<b>Fisch</b>	78,7	17,8	2,3	1,3
EL-GASIM und ALKHANAL (1992)				
<b>Kamel &lt;3 Jahre</b>	68,8-76,0	19,4-20,5	4,1-10,6	1,0-1,1
DAWOOD und ALKHANAL (1995)				

**Tab. 22:** Durchschnittswerte der chemischen Analyse von Fleisch verschiedener Tierarten

Auch der **Mineralstoffgehalt** ist bei Kamel- und Rindfleisch sehr ähnlich. Die mengenmäßig größte Bedeutung kommt dem Kalium zu, gefolgt von Phosphor, Natrium und Magnesium (EL-FAER et al., 1991). Der Gehalt an Natrium liegt beim Kamel höher liegen, als beim Rind (EL-GASIM und ALKHANAL, 1992). Der Kalzium-Gehalt ist beim Kamelfleisch dagegen relativ gering (DAOUDI, 2003). HERRMANN und FISCHER (2004) halten Kamelfleisch für eine gute Quelle für Eisen und Zink. Je nach Teilstück, Futter und Gewicht des Schlachtkörpers kommt es jedoch zu unterschiedlichen Konzentrationen der verschiedenen Mineralstoffe.



mg/100g	K	P	Na	Mg	Ca	Fe
<b>Schulter</b>	357,4	195,7	69,1	20,6	5,1	1,2
<b>Schenkel</b>	360,5	199,0	70,4	21,0	5,4	1,4
<b>Rippen</b>	324,0	181,1	84,1	18,5	4,7	1,2
<b>Hals</b>	338,1	180,7	87,3	18,5	5,6	1,4
<b>Höcker</b>	17,94	14,77	36,11	1,1	1,8	0,3
modif. nach EL-FAER et al. (1991)						
<b>Schulter</b>	293,0	-	58,2	23,6	6,5	-
<b>Schenkel</b>	274,7	-	63,9	21,6	6,5	-
<b>Lende</b>	270,6	-	70,0	20,9	7,5	-
modif. nach HERRMANN und FISCHER (2004)						
<b>Rind (ø)</b>	358,0	190,0	66,0	23,0	5,7	2,1
modif. nach SOUCI et al. (2000)						

**Tab. 23:** Mineralstoffgehalte in verschiedenen Teilstücken der Kamelmuskulatur  
(modif. nach EL-FAER et al., 1991; SOUCI et al., 2000)

Wie DAWOOD und ALKANHAL (1995) bei der **Aminosäurezusammensetzung** feststellen konnten, enthält Kamelfleisch-Protein im Vergleich zu anderen roten Fleischsorten eine relativ große Menge der AS Prolin und wenig Tryptophan, Aspartat und Tyrosin.

Die **Fettsäurezusammensetzung** des Fleisches besteht bei männlichen Dromedaren (<3 Jahre) zu 51,5% aus gesättigten Fettsäuren (FS) und liegt damit über dem Wert von echten Wiederkäuern, wie Rind und Schaf (ca. 40%). Einfach ungesättigte FS schlagen mit 29,9% und die mehrfach ungesättigten FS mit 18,6% zu Buche. Dabei macht die Palmitinsäure (26,0%) mengenmäßig den größten Anteil aus, gefolgt von der einfach ungesättigten Ölsäure (18,9%) und der Linolsäure (12,1%). Verschiedene weitere Fettsäuren (C<sub>14</sub>-C<sub>22</sub>) bilden jeweils nur einen geringen Anteil (RAWDAH et al., 1994).

Prinzipiell ist der **Cholesteringehalt** von Faktoren wie Futter, Alter, Geschlecht und Analyseverfahren abhängig. Der Cholesteringehalt im Fettgewebe des Kamels liegt unter dem vom Rind und vom Lamm und steigt mit zunehmendem Alter leicht an (ABU-TARBOUSH, 1993). WILLIAMS (2002) spricht von einem geringen Cholesteringehalt bei einem relativ hohen Proteingehalt, sodass Kamelfleisch von der National Heart Foundation in Australien sogar als „Diät-Lebensmittel“ bzw. „Health Food“ bezeichnet wird:

<b>Alter (Monate) bzw. Fettart</b>	<b>Cholesterin (mg/100g Fettgewebe)</b>
8	135
16	148
26	150
Höcker-Fett	139
Perirenales Fett	161
Subkutanes Fett	138

**Tab. 24:** Cholesteringehalt beim Dromedar (modifiz. nach ABU-TARBOUSH, 1993)

### 2.6.2.3 Physikalische Eigenschaften

Der **pH-Wert** bei Dromedarfleisch sinkt mit dem Anstieg des Laktatgehaltes während der Lagerung ab (EL-GASIM, 1999). Der durchschnittliche pH-Wert wird von EL-GASIM und EL-HAG (1992) 40 Minuten nach der Schlachtung mit etwa 6,8 angegeben. Innerhalb 72 Stunden p.m. ist der Wert bei einer Kühltemperatur von 2 - 3°C auf ca. 5,6 - 5,7 abgesunken. Die Werte unterscheiden sich den Autoren zufolge gegenüber Vergleichswerten beim Kalb und beim Lamm kaum.

Die **Farbe** von Kamelfleisch reicht von hellrot nach braunrot und sein Fettgewebe ist weiß (SHALASH, 1979; HIDANE et al., 2002). Das Fleisch sehr junger Tiere soll heller sein, als das ausgewachsener Tiere. Zusätzlich sollen die Muskeln männlicher Tiere einen etwas dunkleren Farbton aufweisen (HIDANE et al., 2002). Untersuchungen von BABIKER und YOUSIF (1990) haben gezeigt, dass zwischen verschiedenen Teilstücken farbliche Unterschiede bestehen. Andere Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Werte für Helligkeit ( $L^*$ ) und für den Gelbanteil ( $b^*$ ) zu verschiedenen Zeitpunkten der Lagerung höher waren, als die entsprechenden Werte bei Rindfleisch. Die  $a^*$ -Werte (Rotanteil) lagen beim Dromedar am Ende der Lagerung ebenfalls über denen vom Rind. EL-GASIM (1999) hält es für möglich, dass eine längere Oxygenierung des Myoglobins beim Kamel im Gegensatz zum Rind möglich ist. Das könnte sich wiederum günstig auf die Verbraucherakzeptanz auswirken. Nach einer Lagerung von 9 Tagen unter Kühlbedingungen, wurde die Farbe von Kamelfleisch dunkler bewertet (EL-GASIM, 1999). Die rote Farbe des Kamelmuskels wird von BABIKER und TIBIN (1989) als insgesamt blasser beurteilt, als bei Rindfleisch. Die Intensität lässt während der Lagerung nach (EL-KADY und FAHMY, 1984). Stress verursacht beim Kamel dunkleres Fleisch, aber auch die sensorische Qualität und die Haltbarkeit soll beeinflusst werden (WILLIAMS, 2002).

Kamelfleisch wird mitunter als eine der zähesten Fleischsorten bezeichnet. Dabei spielen jedoch das Teilstück, der Faserdurchmesser und die Anzahl der Fasern eine Rolle. Die **Zähigkeit** wird als ein Grund für den relativ geringen Konsum von Kamelfleisch angesehen (SHALASH, 1979). Die Schlachtung von Kamelen für den menschlichen Verzehr findet durchschnittlich im Alter zwischen 4 und 10 Jahren statt, da das Fleisch älterer Tiere zäher, weniger schmackhaft und von minderer Qualität sein soll (TANDON et al., 1988; DAOUDI, 2003). Es wird jedoch auch eine

Schlachtung im Alter von 2,5 - 3 Jahren mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von ca. 300 kg empfohlen. Die Tiere sind zu dem Zeitpunkt noch nicht voll ausgewachsen und ihr Fleisch soll zarter sein. In der Regel werden traditionell jedoch meist alte oder kranke Tiere geschlachtet, welches die Nachfrage und qualitative Einordnung durch die Bevölkerung nachteilig beeinflusst. Kamelfleisch wird auch aus diesem Grund häufig zu einem sehr niedrigen Preis angeboten (SHALASH, 1979; TANDON et al., 1988). Es wird auch von MOHAMED und AHMED (1991) als zäh beschrieben. Sie führen das auf das hohe Maß an körperlicher Beanspruchung und das relativ hohe Schlachtalter (5 - 7 Jahre) zurück. Andere Quellen machen eine geringere Löslichkeit der Proteine, einen größeren Muskelfaserdurchmesser und den hohen Gehalt an Bindegewebe dafür verantwortlich (EL-KADY und FAHMI, 1984). Die Zartheit nimmt bei gekühlter Lagerung (7 Tage bei 4°C) durch Vorgänge der Fleischreifung zu (EL-KADY und FAHMY, 1984). In der Literatur finden sich verschiedene Versuche die Zartheit durch unterschiedliche Methoden und Zartmacher zu verbessern und das Fleisch so für die Bevölkerung attraktiver zu machen. In einem Versuch von AL-SHEDDY und AL-OWAIMER (2000) erwies sich beispielsweise die Injektion von Kalziumchlorid-Lösung in die Muskulatur von geschlachteten Kamelen als effektive Methode, die Zartheit zu verbessern. Derartige Maßnahmen der Zartheitsverbesserung sind jedoch derzeit nach geltendem EU-Reglement verboten (STOLLE, 2004).

Während kühler Lagerung (7 Tage bei 4°C) sinkt die Wasserbindungskapazität leicht ab (EL-KADY und FAHMY, 1984). Nach dem Auftauen ist die Wasserbindungskapazität Versuchen von DAWOOD (1995) zufolge signifikant erniedrigt. Der **Bratsaftverlust** von Dromedarfleisch soll höher, als bei Rindfleisch ausfallen (BABIKER und TIBIN, 1989). Bei gegrilltem Dromedarfleisch liegt ein relativ grosser Bratsaftverlust (36,4%) vor (HASHIM, 2003). BABIKER und YOUSSEF (1990) bestimmten den Kochsaftverlust (1 h im Wasserbad bei 80°C) für die Muskeln *Longissimus dorsi* mit 37,95%, *Semitendinosus* mit 33,23% und *Triceps brachii* mit 37,07%. DAWOOD (1995) stellte einen signifikanten Einfluss des Alters und der Art des Teilstücks auf den Koch- bzw. Bratsaftverlust fest. Gegrillt ergaben die Teilstücke hier Bratsaftverluste zwischen 37,23 und 40,57%. Das Fleisch sehr junger Tiere (8 Monate) wies in denselben Versuchen die höchsten Verluste auf.

#### 2.6.2.4 Sensorik

Dromedarfleisch wird zum einen als schmackhaft und von groberer Struktur als Rindfleisch beschrieben. Dem Geschmack, aber auch der Textur nach soll besonders Fleisch von jüngeren Tieren dem Rindfleisch ähneln. Vergleichbar wie bei Pferdefleisch soll es einen hohen Glykogengehalt aufweisen und daher einen süßlichen Geschmack haben (SHALASH, 1979; TANDON et al., 1988; DAOUDI, 2003). TANDON et al. (1988) führen die Ablehnung in manchen Volksgruppen Ostafrikas auf die grobe Struktur und den wässrigen-süßlichen Geschmack zurück. SALHAB und AL-MERESTANI (2002) machen den angeblich salzigen Geschmack dafür

verantwortlich. Ferner zeigt das Fleisch vom Dromedar eine geringe Marmorierung und eine im Vergleich zum Rind grobere Faserung (DAOUDI, 2003). Zartheit und Geschmack hängen Untersuchungen zufolge vom jeweiligen Teilstück ab (DAWOOD, 1995). In der Literatur finden sich einige Versuche, die Attraktivität von Kamelfleisch zu erhöhen (N.N., 2003 a). So soll die Verarbeitung von Kamelfleisch einen günstigen Einfluss auf Zartheit und Geschmack haben (MANSOUR und AHMED, 2000). Die Methode der Zubereitung (Rösten, Grillen, Dämpfen, Mikrowelle) hat HASHIM (2003) zufolge jedoch keinen signifikanten Effekt auf den Fettgehalt, das Aussehen, die Farbe, den Geruch oder den Geschmack des gegarten Kamelfleisches, wohingegen Untersuchungen in Äthiopien gezeigt haben, dass die Akzeptanz mit der Länge der Zubereitungszeit steigt (ZEGEYE, 1999). Versuche mit proteolytischen Enzymen wie Papain, Pepsin und Bromelin sollen eine Verbesserung der Zartheit, des Geschmacks und der Saftigkeit von Kamelfleisch zur Folge gehabt haben (ABDALLAH et al., 1978). Auch die Verarbeitung von Kamelfleisch zu Wurstwaren soll die Zartheit verbessern und die Garzeit verkürzen (SHALASH, 1979).

## 2.7 Einfuhr von Fleisch aus Drittländern

Die Besorgnis über eine mögliche Einschleppung von ansteckenden Tierseuchen in das eigene Land ist groß. Die wachsende Mobilität der Weltbevölkerung, der immer liberalere weltweite Warenfluss mit tierischen Produkten und auch lebenden Tieren erhöht die Gefahr der Einschleppung von Krankheitserregern aus allen Teilen der Welt nach Europa und nach Deutschland (MOENNIG, 2003). Zahlreiche gesetzliche Regelungen haben die Einfuhr von Lebensmitteln tierischen Ursprungs in die Europäische Union zum Inhalt. So sind z.B. auch Reisende nach der Verordnung **745/2004/EG** von Einfuhrvorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs zum persönlichen Verbrauch betroffen (**Abb. 8**).

Es existieren EU-einheitliche Regelungen zur Einfuhr lebender Tiere und von frischem Fleisch aus Drittländern, welche tierseuchenrechtliche, fleischhygienerechtliche und allgemeine hygienische Fragestellungen behandeln. Allerdings sind die strengen Vorschriften derzeit vielen Änderungen und Neuerungen auf EU-Ebene unterworfen (KLEEBERG-RUPPERT, 2004). Die Tiergesundheitsvorschriften für die Einfuhr von Fleisch und Fleischerzeugnissen waren bislang in der Richtlinie (RL) **72/462/EWG** geregelt. Nach Aufhebung durch die RL **2004/68/EG**, werden diese in Zukunft durch Vorschriften der RL **99/2002/EG** zur Festlegung von tierseuchenrechtlichen Vorschriften für das Herstellen, die Verarbeitung, den Vertrieb und die Einfuhr von Lebensmitteln tierischen Ursprungs ersetzt. Diese neue Richtlinie tritt am 1. Januar 2005 in Kraft. In diesem Zusammenhang ist auch die nationale Binnenmarkt-Tierseuchenschutzverordnung (BmTierSSchutzV) zu nennen, die das innergemeinschaftliche Verbringen, sowie die Einfuhr und die Durchfuhr von Tieren und Waren beinhaltet. Die Entscheidung **212/2004/EG** regelt seit Mai 2004 die Veterinärbedingungen für die Einfuhr von

frischem Fleisch und Fleischerzeugnissen auch für Paarhufer (Artiodactyla), zu denen die Kamele gehören. Der Rat stellt auf Vorschlag der Kommission Listen von Ländern oder Teilgebieten von Ländern auf, aus denen die Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung der tierseuchenrechtlichen Lage der betreffenden Länder, gesundheitlichen Aspekten und der Rückstandssituation bestimmte Einfuhren von Fleisch zulassen können. Diese Drittländer müssen angemessene Garantien für eine Einhaltung des Gemeinschaftsrechts bieten und sind in Tabellenform der Entscheidung angefügt. Bezüglich frischem Fleisch oder Fleischerzeugnissen gibt es daneben eine Liste von Betrieben aus o.g. Ländern, aus denen die Einfuhr in EU-Staaten zugelassen werden kann, soweit diese dafür bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Kontrollen an Ort und Stelle sollen die Einhaltung der Bestimmungen überprüfen (72/462/EWG; 2004/212/EG). Eine Voraussetzung ist beispielsweise die Einhaltung der Vorschriften nach der RL **96/23/EG** über Kontrollmaßnahmen hinsichtlich bestimmter Stoffe und ihrer Rückstände in lebenden Tieren und tierischen Erzeugnissen, welche die Erstellung eines Rückstandskontrollplanes vorsehen. Hinzu kommen u.a. noch Anforderungen im Hinblick auf die Tötung der Tiere, welche in der RL **93/119/EG** über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung, geregelt sind. Frisches Fleisch wird, soweit die Einfuhr aus dem jeweiligen Drittland genehmigt ist, an einer EU-Grenzkontrollstelle abgefertigt und muss von einer nach dem entsprechenden Muster ordnungsgemäß ausgestellten Veterinärbescheinigung begleitet sein (212/2004/EG).



**Abb. 8:** Offizielles Hinweisschild für Reisende (N.N., 2004 g)

Seitens der veterinärrechtlichen Anforderungen gibt es keine Unterschiede zwischen den nicht kommerziellen und kommerziellen Einfuhren von Fleisch, Milch und daraus hergestellten Erzeugnissen aus Drittländern. Prinzipiell dürfen im privaten Reiseproviant grundsätzlich keine Milch, kein Fleisch und daraus hergestellte Erzeugnisse aus Drittländern in die EU mitgebracht werden oder aus Drittländern

stammen, die die Europäische Gemeinschaft dafür zugelassen hat. Derartige Lebensmittel müssen ebenfalls von gemeinschaftsrechtlich festgelegten Gesundheitsbescheinigungen begleitet sein. Außerdem muss die Einfuhr über eine Zollstelle erfolgen, der eine veterinärrechtlich vorgeschriebene Grenzkontrollstelle zugeordnet ist (N.N., 2004 e).

## 3 Eigene Untersuchungen

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Allgemeines

Alle untersuchten Fleischproben stammten aus Dubai/ Vereinigte Arabische Emirate (V.A.E.). Sie wurden am örtlichen Schlachthof „*Al-Kazna Camel Slaughterhouse*“ gewonnen. Dieser Betrieb besteht aus einer überdachten Halle mit provisorischen Wänden und einem Betonboden. Dort werden täglich etwa 10-30 Kamele geschlachtet. Zu Beginn der Untersuchungen musste unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Möglichkeiten in Dubai ein Konzept vorbereitet werden, um die Probengewinnung unter möglichst einheitlichen Bedingungen zu gewährleisten. Da eine persönliche Anwesenheit zur Überprüfung nicht möglich war, wurden nach einer kurzen Einweisung schriftliche Anweisungen bzw. Beschreibungen der benötigten Proben erstellt und Formblätter (in englischer Sprache) für eine einheitliche Beschreibung des Tierpools und zur Dokumentation von pH-Wert- und Temperaturmessungen in Dubai angefertigt. Letztere wurden von entsprechenden Mitarbeitern vor Ort für jedes beprobte Tier ausgefüllt und zurückgesandt. In eines der Formblätter (**Anhang 13**) wurden Daten über das jeweilige Kamel (Alter, Geschlecht, Gewichte etc.) soweit bekannt und Messergebnisse (pH-Wert, Temperatur) eingetragen.

#### 3.1.2 Probenauswahl

##### 3.1.2.1 Tierkollektiv

Bei den beprobten Tieren handelte es sich ausschließlich um einhöckrige Kamele (*Camelus dromedarius*) verschiedenen Geschlechts und unterschiedlichen Alters. Bei der Auswahl der Tiere wurde versucht, für jede der folgenden Gruppen eine entsprechende Anzahl zu gewinnen. Aufgrund des vor Ort bestehenden Angebotes am Schlachthof war eine gleichmäßige Auswahl jedoch nicht immer möglich. Es erfolgte für die Auswertung eine Einteilung der Tiere in Gruppen, welche nach Geschlechtszugehörigkeit und Alter sortiert wurden. Die Tiere 1-4 wurden der Gruppe „alt (älter als 3 Jahre = **a**) und weiblich“ zugeordnet. Tier 5 ist das einzige Tier der Gruppe „alt und männlich“, die Tiere 6-10 entsprachen den Kriterien „jung (3 Jahre oder jünger = **j**) und weiblich“ und die Tiere 11-15 waren „jung und männlich“. Die Gruppenbildung nach dem Alter kam dadurch zustande, dass für die Untersuchungen Tiere bis 3 Jahre und ab 6 Jahre zur Verfügung standen. Die Geschlechtsreife dürfte bei männlichen und weiblichen Tieren bis 5 Jahre eingetreten sein (**Tab. 6**), sodass diesbezüglich ein Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen vorausgesetzt wurde. Zudem liegt das empfohlene Schlachalter bei 2,5-3 Jahren, das durchschnittliche Schlachalter üblicherweise jedoch bei 4-10 Jahren (DAOUDI, 2003).

Nr.	Kamel	Alter	alt/ jung	♂♀	Gewicht (kg)	Schlachtkörper (kg)	Hump score	Sonstiges
1	C7	6	a	♀	400	198	2,5	
2	C1	7			450	200-220	2,5-3	
3	C3	8			450	221	3,0-4	
4	C6	8			400-450	222	3,5	laktierend
∅	4	7	a	♀	433	214	3	
5	C2	8	a	♂	550-600	285	4	in Brunst
∅	1	8	a	♂	550-600	285	4	
6	C5	1	j	♀	150-200	94	2,5	
7	C8	1			180-200	100	2,5	
8	C9	1			180-200	90	2	gestresst
9	C10	2			220	105	3,5-4	
10	C11	2			220-240	113	3	
∅	5	1,2	j	♀	220	100	2,5	
11	C4	1	j	♂	150-200	100	3	
12	C14	1			150-170	84	2,5	
13	C15	1			220-240	131	2,5	
14	C12	2			250	119	2,5-3	
15	C13	3			250-300	167	2,5-3,5	
∅	5	1,6	j	♂	250	120	2,7	

**Tab. 25:** Übersicht über die bekannten Daten der beprobten Tiere

Desweiteren finden sich in **Tab. 25** Angaben über das jeweilige Lebendgewicht und das Zweihälftengewicht wieder. Letzteres wurde nach der Entfernung von Kopf, Hals, Eingeweiden und Höckerfett bestimmt. Die Einordnung der Tiere je nach Ernährungszustand (Hump score) erfolgte unter Verwendung des Bewertungsschemas „Hump score“ auf der Basis der Höckerform, welches im **Anhang 15** einzusehen ist. Unter der Rubrik „Sonstiges“ (**Tab. 25**) sind weitere Angaben vermerkt.

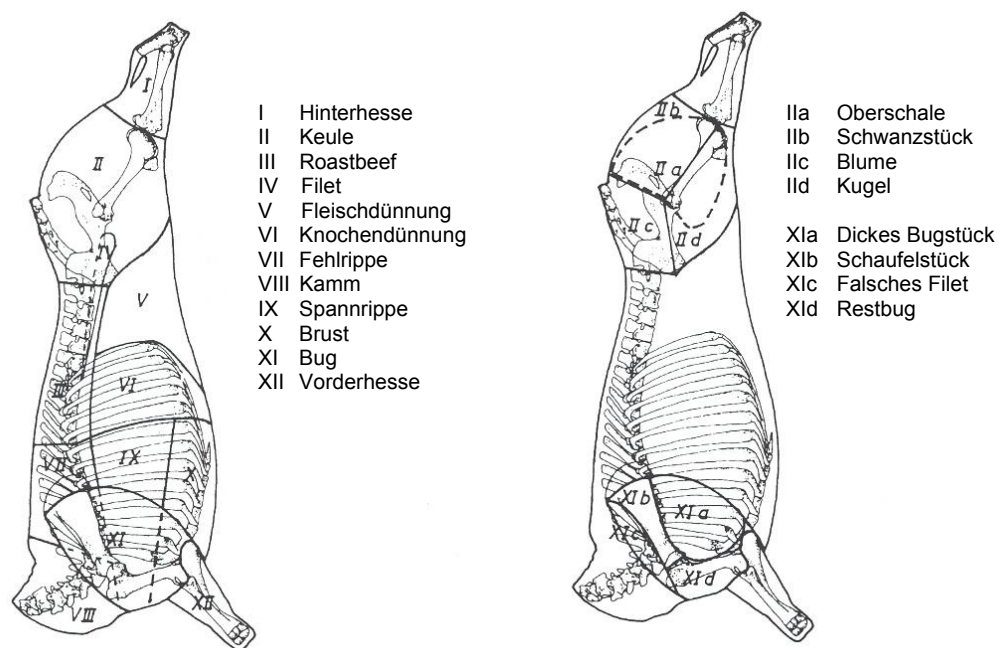
Es wurden keine Tiere aus Gründen wie Krankheit, Alter o.ä., sondern alle Kamele zum Zweck der Fleischgewinnung geschlachtet. Die älteren weiblichen und männlichen Tiere wurden a.m. in der Zucht eingesetzt, über die Vorgeschichte der jüngeren weiblichen und männlichen Tieren konnten keine Angaben gemacht werden bzw. sie war aufgrund des jungen Alters unerheblich. Über infektiöse Erkrankungen, Parasitosen und Vorbehandlungen mit Medikamenten (Antibiotika etc.) ist ebenfalls nichts bekannt bzw. wurden keine Angaben im Erhebungsbogen gemacht. Das gilt auch für Informationen über die Haltung und Fütterung. Unter den weiblichen Tieren befand sich eines in Laktation (Nr.4) und von den männlichen Tieren war eines in Brunst (Nr.5).

### 3.1.2.2 Probennahme

Die Schlachtung und Zerlegung der beprobten Tiere erfolgte nach dem islamischen „Halal“ am örtlichen Schlachthof in Dubai. Die Entnahme der Proben erfolgte durch



Mitarbeiter des in Dubai ansässigen Central Veterinary Research Laboratory (CVRL). Für die Untersuchung der Fleischqualität wurden ausschließlich Teilstücke von Muskelfleisch ausgewählt. Diese sollten mit den in Deutschland für den menschlichen Verzehr geeigneten, verzehrs- und handelsüblichen Teilstücken heimischer Haustierrassen vergleichbar sein. Es wurden Teilstücke unterschiedlicher Körperregionen zur Beprobung gewonnen, um gegebenenfalls Unterschiede bei verschiedenen Parametern nachzuweisen zu können. Sie wurden in Anlehnung an das Zerlegungsschema beim Rind in Deutschland gewählt. Die DLG hat insbesondere für Zwecke der Leistungsprüfung eine Schnittführung empfohlen, welche im nationalen Bereich gültig ist (ENDER und AUGUSTINI, 1998).



**Abb. 9:** Zerlegung beim Rind (modifiziert nach ENDER und AUGUSTINI, 1998)

Die genaue Lokalisation der Teilstücke und die zugehörigen Muskeln der Kamelfleischproben sind in **Anhang 14** abgebildet. Die für die praktische Arbeit gewählten Bezeichnungen der Teilstücke in englischer Sprache wurden beibehalten.

### 3.1.2.3 Lagerung und Transport

Nach der Schlachtung wird der Schlachtkörper in Dubai normalerweise für die Dauer von 24 Stunden in einen Kühlraum (Temp. ca. 15°C; stille Kühlung ohne Gebläse) verbracht. Im Ausnahmefall, v.a. beim direkten Transport des Fleisches in ein Geschäft durch lokale Metzger, erfolgt die sofortige Zerlegung in kleinere Stücke.

Der Transport der Proben vom Schlachthof zum Labor des CVRL (ca. 250 km) erfolgte unter Temperaturkontrolle in mit Kühlelementen bestückten Kühlboxen bei ca. 4°C. Danach wurden die Proben am o.g. Institut bis zum Versand per Luftfracht im Kühlschrank bei ca. 4°C (hohe Außentemperaturen) aufbewahrt und nur für die pH-Wert-Messungen durch ein pH-Meter (*NWK binar pH-K21 pH-Meter*, NWK Binar

GmbH, Deutschland) und Temperaturkontrollen unter Verwendung des Thermometers *Digital thermo* für Fleisch (-50°C - +50°C, Alla, Frankreich) entnommen.

Die Teilstücke wurden für den Transport nach Deutschland zusammen mit eingeschweissten Teilstückbeschriftungen in Plastikbeutel verpackt. Zum Schutz gegen Flüssigkeitsaustritt und für eine bessere Zuordnung der Proben wurden die Teilstücke desselben Tieres zusammen in einen weiteren Plastikbeutel verbracht und dieser nochmals beschriftet. Für den Versand erfolgte die Verpackung des Untersuchungsmaterials in Kühlboxen mit Kühlelementen und Styroporflocken (Isolierschutz). Die Untersuchungsbögen wurden zusammen mit für die Einfuhr relevanten Unterlagen ebenfalls in Plastikbeutel verpackt und der Sendung beigelegt. Anschließend wurde die Kühlbox transportsicher verschlossen und adressiert. Der Transport nach Deutschland (Dauer ca. 6 Std.) erfolgte per Luftfracht durch Emirates Cargo als Kühlgut am auf die Schlachtung folgenden Tag. In Deutschland wurde die Eingangstemperatur und die laufende Kühlung der Proben unter Verwendung eines Infrarot-Thermometers kontrolliert. Für die Einfuhr nach Deutschland lag eine Tierseuchenrechtliche Einfuhrgenehmigung von Kamelfleisch aufgrund der Binnenmarkt-Tierseuchenschutzverordnung für wissenschaftliche Zwecke vor.

Die Abholung (Zollabfertigung, Veterinärbeschau etc.) erfolgte am Flughafen München am Tag der Ankunft. Nach Messung der Eingangstemperatur (Infrarot-Thermometer) und des pH-Wertes am eigenen Institut wurde das Material bei <7°C im Kühlschrank/Kühlraum bis zur weiteren Untersuchung gelagert. Die Messung der Temperatur erfolgte zur Überprüfung der Einhaltung der Kühlkette und zur Dokumentation der Untersuchungsbedingungen der Proben. Der Zeitpunkt der Messungen wurde zuvor definiert, sodass die erste Messung bereits in Dubai ca. 2 Stunden p.m., die zweite Messung ca. 6 Stunden p.m. und die dritte Messung ca. 24 Stunden p.m. bzw. kurz vor dem Versand vorgenommen wurde. Dabei kam es z.T. zu leichten zeitlichen Schwankungen der Messungen, aufgrund örtlich gegebener organisatorischer Umstände. Die Messungen einschließlich der Messungen in Deutschland ergaben folgende Temperaturspannen:

°C	19,3-34,6	10,2-27,7	2,7-10,9	-0,3-6,2	0-7,2	2,7-10,7	1,8-8,8
h	2	6	24	56	72	97	124

**Tab. 26:** Temperaturspannen aller Teilstücke insgesamt während Transport und Lagerung

## 3.2 Methoden

### 3.2.1 Allgemeines

Alle in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen, bis auf Messungen am Ort der Probengewinnung (Ausgangs-pH-Wert, Temperatur, Gewichte etc.) in Dubai, V.A.E., fanden in einem deutschen Prüflaboratorium statt, welches für die Bereiche Chemie und Umweltanalytik, Mikrobiologie, Sensorik, Serologie und Histologie akkreditiert ist. Das zugrunde liegende Qualitätsmanagementsystem wurde nach DIN EN 45001 eingeführt. Damit wird das Labor der Richtlinie 93/99/EWG gerecht, die das für amtliche Laboratorien und für Laboratorien von Gegenprobensachverständigen (nach Art. 7 der RL 89/397/EWG) vorschreibt. Ein/eine Qualitätsmanagementbeauftragte/r überwacht nach den Grundsätzen der *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (OECD) für die *Gute Laborpraxis* (GLP), Nr. 2 und 7 durch Stichprobennahme die Einhaltung der RL 93/99/EWG (BABEL, 2001).

Wenn nicht gesondert vermerkt, wurden Methoden nach § 35 LMBG „Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren“ angewandt, welche im Sinne einer guten Laborpraxis (GLP) gelegentlich abgewandelt, jedoch im QM-Handbuch festgelegt wurden. In Verbindung damit wurde, im Gegensatz zur üblichen Verfahrensweise bei Dissertationen, auf eine Auflistung aller verwendeten Geräte, Chemikalien und anderer Hilfsstoffe verzichtet. Diese sind ebenfalls im Handbuch aufgeführt und eindeutig beschrieben. Das Ziel dieser Arbeit war nicht die genaue Erläuterung und Verfeinerung der einzelnen Verfahren, daher werden nachfolgend nur deren Grundprinzipien dargelegt. Für detailliertere Informationen ist unter der an der entsprechenden Stelle genannten Verfahrensnummer die „Amtliche Sammlung“ heranzuziehen.

Im Folgenden soll auf die Fleischbeschaffenheit eingegangen werden. Diese stellt die Gesamtheit aller das Magerfleisch charakterisierenden Eigenschaften dar. Diese Eigenschaften beeinflussen maßgeblich den Genuss-, Gesundheits- und Verarbeitungswert (BRANSCHIED et al., 1998).

### 3.2.2 Chemische Untersuchung

In der vorliegenden Arbeit wurde die chemische Untersuchung als chemische Vollanalyse durchgeführt. Sie umfasst die Bestimmung des Gehaltes von Wasser, Asche, Fett und Rohprotein, außerdem kann der Bindegewebsanteil über die Aminosäure 4-Hydroxyprolin bestimmt werden. Wasser, Asche, Fett und Rohprotein sind die Hauptbestandteile von Fleisch und die Summe der einzelnen Gehalte in % ergibt  $100 \% \pm 0,5 \%$ . Die ermittelten Werte geben Auskunft über die Zusammensetzung von Fleisch. Für alle Proben wurden Doppelbestimmungen durchgeführt.

### 3.2.2.1 Probenvorbereitung

Die Vorbereitung der Proben erfolgte nach dem Verfahren L 06.00-1: *Vorbereitung von Fleisch und Fleischerzeugnissen zur chemischen Untersuchung*.

100-200g des Probenmaterials wurden von Schwarten und groben Sehnen befreit und in kleine Würfel geschnitten. Diese wurden im Homogenisator fein zerkleinert und gründlich durchmischt. Eventuell ausgetretene Flüssigkeit musste vor dem Homogenisieren zugefügt werden. Die Aufbewahrung des Homogenisates erfolgte in einem inerten, gut schließenden Probengefäß. Die Lagerung erfolgte so, dass keine nachteilige Beeinflussung (Austrocknung, Verderb, etc.) möglich war. Falls sich die Weiterverarbeitung nicht sofort anschloss, war eine erneute, ausreichende Vermengung des Materials im Probengefäß notwendig, um den Flüssigkeitsabsatz in die Untersuchung mit einbeziehen zu können.

### 3.2.2.2 Vollanalyse

#### 3.2.2.2.1 Wasser

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgte indirekt über die Ermittlung der Trockenmassen nach dem Verfahren L 06.00-3 der Amtlichen Sammlung nach § 35.

Nach der Einwaage in eine Abdampfschale wurde die homogenisierte Probe mit Hilfe eines Glasstabes mit Seesand verrieben und bei  $+103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  im Trockenschrank getrocknet. Nach 4 Stunden erfolgte das Abkühlen im Exsikkator und das Auswiegen der Schale. Die Formel für die Berechnung des Gehaltes der Trockenmasse  $w$  in g/100g lautet:

$$w = \frac{(m-a) \times 100}{m}$$

$m$  = Probeneinwaage in g

$a$  = Massenabnahme in g

Der Wassergehalt in g/100 g wurde aus der Differenz von 100 und des Gehaltes an Trockenmasse ermittelt.

#### 3.2.2.2.2 Asche

Für die Bestimmung des Aschegehaltes wurde Methode L 06.00-4 (§ 35) herangezogen.

Die homogenisierte Probe wurde in einen Quarztiegel eingewogen und im Trockenschrank bei  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  vorgetrocknet. Anschließend wurde die Probe im Muffelofen bei  $600^{\circ}\text{C}$  verascht. Es erfolgte eine Differenzwägung und die Ermittlung des prozentualen Aschegehaltes  $w$  mit Hilfe der folgenden Formel:

$$w = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0}$$

$m_1$  = Masse des Quarztiegels in g

$m_2$  = Masse des Quarztiegels inklusive der Asche in g

$m_0$  = Einwaage in g

#### 3.2.2.2.3 Fett

Der Fettgehalt wurde nach der Methode L 06.00-6 (§ 35) bestimmt.

Im ersten Schritt wurde Probenmaterial eingewogen, mit Salzsäure unter Kochen aufgeschlossen und im Anschluss im noch heißen Zustand abfiltriert. Es war nötig, die Filter mit dem Filtrerrückstand dann vollständig abtrocknen zu lassen, um eine Verfälschung des Ergebnisses zu vermeiden. Der zweite Schritt bestand aus der Fettextraktion mittels Soxhlet-Apparatur. Dazu wurde ein Glaskolben mit einigen Siedesteinchen gewogen, anschließend mit Petroleumbenzin gefüllt und der getrocknete Filter in eine Extraktionshülse verbracht. Nach dem Zusammenstecken der Apparatur und seiner Positionierung auf einer Heizplatte verdampfte das erhitzte Petroleumbenzin während der Extraktion und wurde an den durch Wasser gekühlten Wendeln des Soxhlet-Aufsatzes kondensiert. Dieses Kondensat tropfte auf das im Filter befindliche Fett und löste es. Bei Erreichen eines bestimmten Volumens der Lösung floss diese über eine Glasrohrverbindung in den Glaskolben zurück. Das Fett wurde auf diese Weise vom Filter in den Kolben überführt und dort gesammelt. Nach Abschluss der Extraktion wurde das Benzin möglichst vollständig abgezogen und der Kolben zur Entfernung der letzten Lösungsmittelreste im Trockenschrank bei  $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  getrocknet. Es erfolgte die Abkühlung im Exsikkator. Die abschließende Berechnung des Gesamtfettgehaltes  $w$  in g/100g basierend auf der Differenzwägung erfolgte durch folgende Formel:

$$w = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0}$$

$m_1$  = Masse des leeren Kolbens inklusive der Siedesteinchen in g

$m_2$  = Masse des Kolbens mit Fett in g

$m_0$  = Einwaage in g

#### 3.2.2.2.4 Rohprotein

Die Ermittlung des Rohproteingehaltes erfolgte nach L 06.00-7 (§ 35). Das dort beschriebene Verfahren wird auch als Kjeldahl-Verfahren bezeichnet.

Zuerst wurde die homogenisierte Probe eingewogen, um dann den Probenaufschluss mit konzentrierter Schwefelsäure bei  $+400^\circ\text{C}$  bis  $+410^\circ\text{C}$  durchzuführen. Dabei wurde der organisch gebundene Stickstoff in Ammoniumsulfat überführt. An das Abkühlen und Verdünnen mit Wasser (Aqua dest.) schloss sich die

Wasserdampfdestillation an. Der Aufschluss wurde dazu mit Natronlauge (NaOH) im Überschuss versetzt, so dass es zu einer Freisetzung des Stickstoffs in Form von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) kam. Mit Hilfe von Wasserdampf wurde dieses NH<sub>3</sub> dann ausgetrieben und in einer gesättigten Borsäure-Lösung aufgefangen. Durch Titration der resultierenden Borsäure-Lösung mit Salzsäure bis zum Farbumschlag konnte auf den Gesamtstickstoffgehalt  $w_N$  nach folgender Berechnung rückgeschlossen werden:

$$w_N = \frac{a \times 0,0014007 \times 100}{m}$$

$a$  = Verbrauch an Salzsäure in ml

$m$  = Einwaage in g

Dadurch erhält man zunächst den Stickstoffgehalt der untersuchten Probe. Da Eiweiß 16% Stickstoff enthält, wurde dieser Wert mit dem Faktor 6,25 multipliziert, um den Rohproteingehalt der Ausgangsprobe zu erhalten.

### 3.2.2.2.5 Bindegewebe

Bei der Ermittlung des prozentualen Gehaltes an Bindegewebe handelt es sich um eine indirekte Methode über die Ermittlung des Hydroxyprolingehaltes und wird in der Amtlichen Sammlung nach § 35 unter der Nummer L06.00-8 geführt.

Die vorbereitete Probe wurde nach der Bestimmung der Einwaage mit Salzsäure unter schwachem Sieden nass verascht um eine Freisetzung des Hydroxyprolins aus dem Bindegewebeeiweiß zu erreichen. Nach dem Abkühlen und dem Auffüllen mit Wasser auf ein bestimmtes Volumen, folgte nach guter Vermengung die Filtration der Flüssigkeit zur Entfernung des Fettes. Im Anschluss an eine weitere Verdünnung wurde dem Filtrat Chloramin T als Oxidationsreagenz und 4-Dimethylaminobenzaldehyd als Farbreagenz zugesetzt. Dieses Farbreagenz bildete mit dem oxidierten Hydroxyprolin einen Farbkomplex. Bei einer Wellenlänge von 558nm ließ sich die Extinktion der Farblösung im Photometer messen. Es erfolgte parallel zum Probenmaterial die Erstellung einer Eichgeraden mit Hilfe einer standardisierten Verdünnungsreihe. Über diese konnte der Hydroxyprolingehalt  $w$  berechnet werden:

$$w = \frac{12,5 \times x}{mV}$$

$x$  = Hydroxyprolinkonzentration bestimmt nach der Eichgeraden

$m$  = Einwaage in g

$V$  = Volumen des Hydrolysates nach der zweiten Verdünnung

Da Bindegewebeseiweiß im Durchschnitt zu 12,4 % aus Hydroxyprolin besteht, ließ sich durch Multiplikation von  $w$  mit dem Faktor 8 der Gehalt an Bindegewebeseiweiß (BE) berechnen.

### **3.2.3 Physikalische Untersuchung**

#### **3.2.3.1 pH-Wert**

Die pH-Wert-Messung erfolgte elektrometrisch gemäß der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1980) L 06.00-2.

Die pH-Elektroden wurden mit Standard-Pufferlösungen im Zweipunktverfahren, einmal mit pH 4,00 und einmal mit pH 7,00 bei Zimmertemperatur kalibriert. Nach Erreichen der Anzeigenkonstanz wurde der pH-Wert mit zwei Stellen nach dem Komma abgelesen. Bei jedem Teilstück wurden jeweils Messungen an drei verschiedenen Stellen vorgenommen und die Messergebnisse gemittelt. Die eigenen Ergebnisse wurden mit vorherigen Messungen aus Dubai ergänzt, um eine zeitliche Einordnung des pH-Verlaufs zu ermöglichen.

#### **3.2.3.2 Kalorimetrie**

Die Ermittlung des Brennwertes erfolgte durch das IKA<sup>®</sup>-Kalorimetersystem C 2000 basic der IKA<sup>®</sup>-Werke. Das Gerät entspricht gemäß Betriebsanleitung (2002) den Bestimmungen der Richtlinien 89/336/EWG; 98/392/EWG und 73/23/EWG und stimmt mit folgenden Normen und normativen Dokumenten überein: EN 61 010; EN 50082; EN 55 014; EN 60 555.

Das Gerät wird zur routinemäßigen Brennwertbestimmung fester und flüssiger Substanzen eingesetzt. Das Laborzubehör wurde individuell an die Laboraufgaben (Messung der Brennwerte in Fleisch und Fleischerzeugnissen) angepasst. Eine genaue Auflistung der Einzelteile findet sich in der Betriebsanleitung für das o.g. Kalorimetersystem, Version 02.09.02.

Die Arbeitsweise des Gerätes erfolgte im isoperibolen Arbeitsmodus (25°C = Starttemperatur des Innenkesselwassers) bei einer Kühlwassertemperatur von 12°C - 23°C. Vor Beginn der Messreihe wurde das Kalorimetersystem zur Einhaltung der Messgenauigkeit kalibriert und dabei die Wärmekapazität bestimmt. Zu diesem Zweck wurde eine bestimmte Menge einer Bezugssubstanz im Aufschlussgefäß unter Versuchsbedingungen verbrannt. Da deren Brennwert bekannt ist, war es möglich nach der Verbrennung anhand der Temperaturerhöhung die Wärmekapazität des Systems zu berechnen. Bezugssubstanz für die Kalorimetrie auf internationaler Ebene ist die Benzoesäure des National Bureau of Standards (NBS-Standard Sample 39) mit garantiertem Brennwert. Während eines Versuchs wurden alle Phasen des Messablaufs durch das Gerät gesteuert und überwacht. Im Display wurden die aktuellen Systemzustände und Versuchsdaten angezeigt, die

Versuchsergebnisse zusammen mit den Versuchsparametern abgespeichert und ausgedruckt. Die Ergebnisse wurden in Joule/g angegeben.

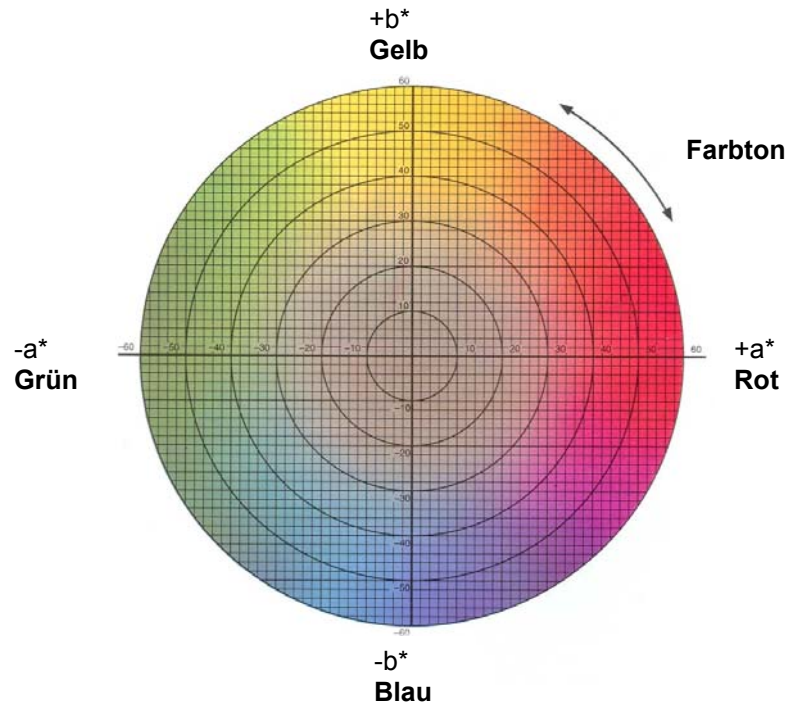
In der Messzelle fand der kalorimetrische Versuch (Verbrennung der Brennstoffprobe) unter genau definierten Bedingungen statt. Hierzu wurde das Aufschlussgefäß mit einer ausgewogenen Brennstoffprobe beschickt, die Brennstoffprobe gezündet und die Temperaturerhöhung des Kalorimetersystems gemessen. Der spezifische Brennwert berechnet sich aus dem Gewicht der Brennstoffprobe, der Wärmekapazität (C-Wert) des Kalorimetersystems und der Temperaturerhöhung des Wassers im Innenkessel der Messzelle.

Zur Optimierung des Verbrennungsablaufs wurde das Aufschlussgefäß mit reinem Sauerstoff (99,95%) bis maximal 30 bar befüllt. Der Brennwert wird aus dem Quotient aus der bei vollständiger Verbrennung eines festen oder flüssigen Brennstoffs freiwerdenden Wärmemenge und dem Gewicht der Brennstoffprobe gebildet. Hierbei müssen die wasserhaltigen Verbindungen des Brennstoffes nach der Verbrennung in flüssigem Zustand vorliegen. Zur Optimierung der Verbrennung wurden die Proben zusammen mit einem Brennhilfsmittel verbrannt. Zu diesem Zweck wurde das Brennhilfsmittel in Form eines Verbrennungstüchens zuerst gewogen und dann mit der Probe in einen speziellen verbrennbaren Tiegel (ebenfalls mit Brennhilfefunktion) gegeben. Aus dem Gewicht des Brennhilfsmittels und seinem bekannten spezifischen Brennwert ließ sich die damit zugeführte Wärmemenge bestimmen und das Versuchsergebnis um diesen Wert korrigieren. Nach jedem Versuch wurden der Tiegel und alle festen Rückstände auf Anzeichen unvollständiger Verbrennung untersucht. Für jede Probe wurden drei bis fünf Verbrennungsversuche durchgeführt und die Ergebnisse gemittelt.

### 3.2.3.3 Farbmessung

Das  $L^*a^*b^*$ -Farbsystem, auch CIELAB-System genannt, ist heute das gebräuchlichste System für die Farbmessung und hat sich weltweit für Fleisch etabliert (HONIKEL, 1998 b; N.N., 2002). Es wurde daher auch in dieser Arbeit verwendet. Die Durchführung der Messung der Oberflächenfarbe des Fleisches erfolgte mit dem Farbmessgerät Minolta Chromameter CR 300. Ausgehend von einem dreidimensionalen Koordinatensystem ist sein Farbraum durch die Helligkeit  $L^*$  und die Farbkoordinaten  $a^*$  und  $b^*$  gekennzeichnet (N.N., 2002) **Abb. 10** zeigt eine zweidimensionale Darstellung des  $a^*b^*$ -Farbraums:





**Abb. 10:**  $a^*b^*$ -Farbraum (modifiziert nach N.N., 2000)

$L^*$  zeigt die Helligkeit der Farbe an und liegt in einem Bereich von 0 für Schwarz bis 100 für Reinweiß. Die  $a^*b^*$ -Werte zeigen gleichzeitig den Farbton und die Buntheit (vergleichbar mit der Farbsättigung) an. Die Vorzeichen lassen die Farbrichtung erkennen. Ein negativer  $a^*$ -Wert kennzeichnet den Grünton einer Farbe, ein positiver  $a^*$ -Wert den Rotton. Der  $b^*$ -Wert zeigt im positiven Bereich den Gelbanteil und im negativen Bereich den Blauanteil einer Farbe an. Null-Werte (im Achsenschnittpunkt) bei den Werten  $a^*$  und  $b^*$  stehen für eine graue Farbe. Mit wachsenden  $a^*b^*$ -Werten (weg vom Mittelpunkt) nimmt die Sättigung der Farbe zu (WIRTH et al., 1990; N.N., 2002).

Jede Probe wurde ca. eine halbe Stunde nach der Entnahme aus der Kühlung und nach Kalibrierung des Gerätes mit einem Weißstandard bei Lichtart D65,  $2^\circ$  Normalbeobachter und Geometrie  $45/0^\circ$  gemessen. Bei jedem untersuchten Teilstück wurden Messungen an drei verschiedenen Stellen durchgeführt und die Ergebnisse gemittelt.

### 3.2.3.4 Auspressbare Gewebeflüssigkeit

Da die Bestimmung des Tropfsaftverlustes aufgrund der örtlichen Gegebenheiten kurz nach der Schlachtung nicht möglich war, wurde die Bestimmung der auspressbaren Gewebeflüssigkeit aus Muskelproben in Anlehnung an § 7 AVVFLH (2002) durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein definiertes Druckverfahren, mit dem die Menge der austretenden Gewebeflüssigkeit mit Hilfe eines standardisierten Filterpapiers aufgefangen wird. Dabei wird ein Plexiglaskompressorium mit Druckhebelmechanismus („Braunschweiger Gerät“)

verwendet, welches aus einem Metallrahmen mit Druckhebel und zwei Plexiglasplatten besteht.

Für die Messungen wurde auf die untere Plexiglasscheibe des Gerätes Filterpapier aufgelegt und aus einer nicht angetrockneten Stelle der Probe ein erbsengroßes ca. 0,3g schweres Muskelstückchen ohne Fett- und Bindegewebe entnommen. Dieses wurde auf die Mitte des Filterpapiers gelegt, die obere Plexiglasfläche aufgelegt und der Druckhebelmechanismus betätigt. Die Einwirkzeit des Pressdruckes betrug 5 Minuten und wurde mit einer Stoppuhr kontrolliert. Nach Aufheben des Druckes und Entfernen der unteren Plexiglasscheibe wurden der Umriss von Fleischfläche und auch der der Gesamtfläche mit einem Stift nachgezeichnet. Nach Entfernen des Fleischrestes erfolgte die Beschriftung und die Trocknung des Filterpapiers auf planer Oberfläche.

Für die Auswertung musste die Gesamtpressfläche  $F$ , welche begrenzt wird durch den äußeren Rand der Feuchtigkeitszone und die zentrale Fläche der Fleischzone  $f$ , bestimmt werden. Diese Flächen wurden passenden nummerierten Kreisen einer Auswerteschablone zugeordnet und aus den entsprechenden Werten der Quotient  $Q$  gebildet:

$$Q = \frac{f}{F}$$

### 3.2.3.5 Bratsaftverlust

Die Ermittlung des Brat- (bzw.) Grillfleischsaftverlustes erfolgte anhand der DLG-Prüfbestimmungen für SB-verpacktes Frischfleisch (Rindfleisch, Schweinefleisch, Geflügelfleisch, Lammfleisch) (2000). In Ermangelung einschlägiger Anweisungen für Dromedarfleisch wurde wie bei Rindfleisch verfahren. Dazu wurden von jeder Probe Fleischscheiben definierter Dicke mit Hilfe einer voreinstellbaren Schneidemaschine geschnitten. Dieses Stück wurde gewogen (Gewicht 1), in Alufolie eingeschlagen und im Kontaktgrill bei 230°C (Ober- und Unterhitze) „zubereitet“. Entsprechend den Prüfbestimmungen ist bei einer Scheibendicke von 1 cm eine bestimmte Grillzeit von 2 Minuten 26 Sekunden (Rindfleisch zum Braten) erforderlich. Die Kontaktflächen-temperatur der Grillvorrichtung wurde mittels eines Infrarot-Thermometers (Standard ST 8810) überprüft und die Zeit mit der Stoppuhr gestoppt. Nach dem Grillvorgang wurde das Probenmaterial aus dem Grill entfernt, die Alufolie aufgeschlagen und die Probe entnommen. Nach dem Abtropfen und Ausdampfen über einen Zeitraum von ca. 1 Minute wurde das Stück erneut gewogen (Gewicht 2) und die Differenz (= Bratsaftverlust in g) zur Einwaage bestimmt. Anschließend wurden die Verluste in Prozent umgerechnet:

$$\frac{[\text{Gewicht 1 (g)} - \text{Gewicht 2 (g)}] \times 100}{\text{Gewicht 1 (g)}}$$

### 3.2.4 Sensorik

Die sensorische Untersuchung erfolgte nach den Methoden L 00.90-1: *Sensorische Prüfung - Allgemeine Grundlagen* und L 00.90-6: *Sensorische Prüfung - Einfach beschreibende Prüfung* der Amlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Letztere Norm legt ein Verfahren zur verbalen Beschreibung von Merkmalen oder Merkmalseigenschaften (Merkmalskomponenten) an einer oder mehreren Prüfproben fest.

Im Vorfeld festgelegte Merkmale der Probe wurden mit charakteristischen Begriffen beschrieben, die frei gewählt sein konnten oder von einer in der Methodensammlung vorgegebenen Liste stammten. Es nahmen mindestens 3 Prüfpersonen an der Untersuchung teil, davon waren 1-2 Prüfpersonen ausgebildete Prüfer mit einem DLG-Prüferpass und langjähriger Berufserfahrung. Bei den anderen Teilnehmern handelte es sich um unterwiesene Mitarbeiter des Prüflaboratoriums. Die Untersuchung wurde als Gruppenprüfung durchgeführt, bei der die Beschreibungen gemeinsam erarbeitet wurden. Es wurden durch die Prüfpersonen Basisdaten für die verschiedenen Parameter ermittelt. Im Vergleich mit diesen konnten bei verschiedenen Proben Abweichungen von den Basisdaten festgestellt werden.

Die Entnahme der Prüfmuster (Probenmaterial) erfolgte jeweils von den verschiedenen Teilstücken. Die Probenvorbereitung orientierte sich an einer für rotes Fleisch typischen Verzehrform (gegrillt) und erfolgte wie bei der Ermittlung des Bratsaftverlustes nach den DLG-Prüfbestimmungen für SB-verpacktes Frischfleisch. Dementsprechend wurden die Proben in Scheiben gleicher Dicke (1cm) geschnitten, gewogen und ungewürzt in Alufolie eingeschlagen. Danach wurde die vorbereitete Probe auf einen handelsüblichen Kontaktgrill mit einer Kontaktflächentemperatur von 230°C verbracht und gleichzeitig beidseits gegrillt. Die Temperaturkontrolle erfolgte vor jeder Messung durch ein Infrarot-Thermometer (Standard ST 8810). Die Grillzeit betrug jeweils 2 Minuten und 26 Sekunden und wurde mit einer Stoppuhr kontrolliert. Nach Ablauf der Grillzeit wurde die Alufolie entfernt und es erfolgte die sensorische Prüfung nach folgendem Prüfplan: äußere Beschaffenheit (Farbe), Anschnittsfläche, Geruch, Geschmack sowie Konsistenz auf Druck und im Biss. Die Ergebnisse wurden in ein entsprechendes Prüfformular eingetragen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Erläuterungen

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind für die verschiedenen Parameter in % angegeben. Aus Gründen der besseren Übersicht wurden die gemittelten Daten im laufenden Text auch bei den physikalischen Untersuchungen auf eine Dezimalstelle nach dem Komma gerundet, es sei denn, es waren genauere Angaben erforderlich. Die Tabellen enthalten die Mittelwerte mit einer grösseren Genauigkeit. Da die chemischen Parameter Wasser, Rohprotein, Fett und Asche getrennt bestimmt wurden, kann sich in der Addition der untersuchten Parameter eine leichte Abweichung von den zu erwartenden 100% ergeben. Aufgrund der Menge des Datenmaterials sind die Tabellen mit den Ergebnissen der chemischen und physikalischen Messungen, einschließlich der wichtigsten statistischen Kenngrößen, im **Anhang** aufgelistet. Es stand lediglich Fleisch eines einzigen männlichen Tieres der Gruppe „Alt“ (>3 Jahre) zur Verfügung. Zur Vermeidung verfälschter Ergebnisse wurde aus diesem Grund für die Betrachtung eines möglichen Geschlechtseinflusses auf verschiedene Parameter, die Tiergruppe „Jung“ (≤3 Jahre) herangezogen. Auch bei der Ermittlung eines möglichen Alterseinflusses wurden aus demselben Grund die Betrachtungen auf die Gruppe der weiblichen Tiere beschränkt.

Da die Bezeichnung der Teilstücke für die Zusammenarbeit mit den V.A.E. in englischer Sprache vorgenommen wurde, soll dies auch in dieser Arbeit aus Gründen der Eindeutigkeit und der Praktikabilität beibehalten werden. Die genaue Lokalisation der Teilstücke und die zugehörigen Muskeln der Kamelfleischproben sind in **Anhang 14** abgebildet. Zum besseren Verständnis gibt jedoch die folgende Tabelle die jeweils deutsche Bezeichnung für die Teilstücke an:

<i>Englisch</i>	→	<i>Deutsch</i>
<b>Brisket</b>	=	<b>Brust</b>
<b>Fillet</b>	=	<b>Filet</b>
<b>Forerib</b>	=	<b>Hochrippe</b>
<b>Knuckle</b>	=	<b>Kugel</b>
<b>Rump</b>	=	<b>Hüfte</b>
<b>Shoulder</b>	=	<b>Bug</b>
<b>Topside</b>	=	<b>Oberschale</b>

**Tab. 27:** Englische und deutsche Bezeichnung der Teilstücke

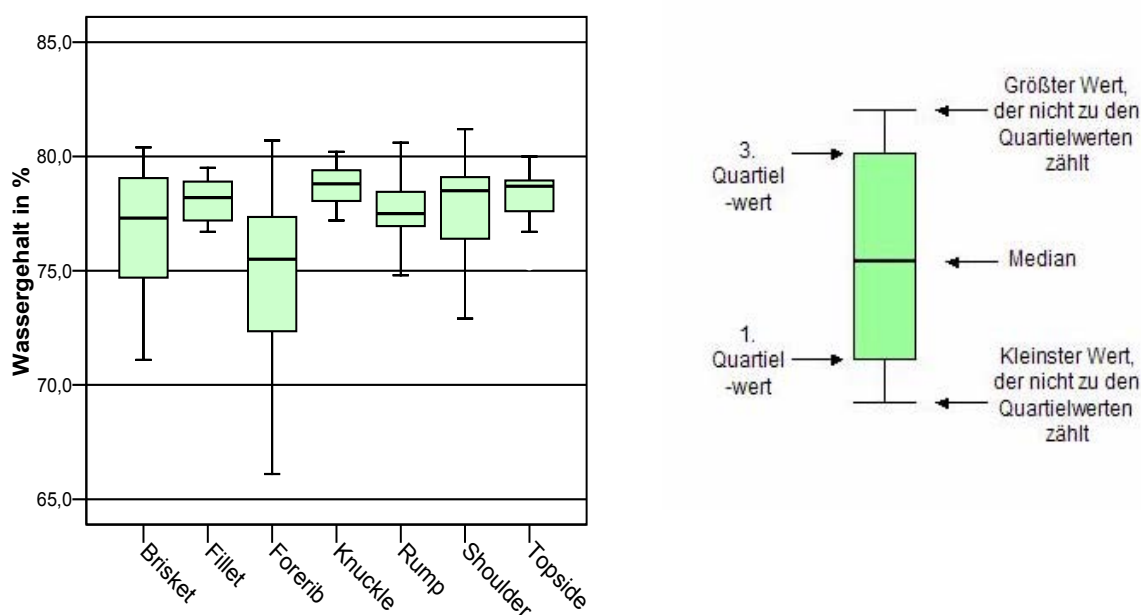
## 4.2 Chemische Untersuchungen

Die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse für die Parameter Wasser, Rohprotein, Fett, Asche und Bindegewebe-eiweiß (BE) bezogen auf die verschiedenen Teilstücke sind in **Tab. 28** wiedergegeben:

Mittelwert					
Muskel	Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	Bindegewebe-eiweiß
Brisket	76,6533	18,2333	3,9133	,9867	1,2400
Fillet	78,1000	19,2467	1,8133	1,1000	,3800
Forerib	74,3000	17,4867	6,9000	,9467	,9000
Knuckle	78,7467	19,2533	1,0067	1,0067	1,0867
Rump	77,1667	18,9600	2,9400	1,0200	,7733
Shoulder	77,6200	19,5533	1,9733	1,0267	,9133
Topside	78,4533	19,3000	1,7467	1,0333	1,0133
Insgesamt	77,2914	18,8619	2,8990	1,0171	,9010

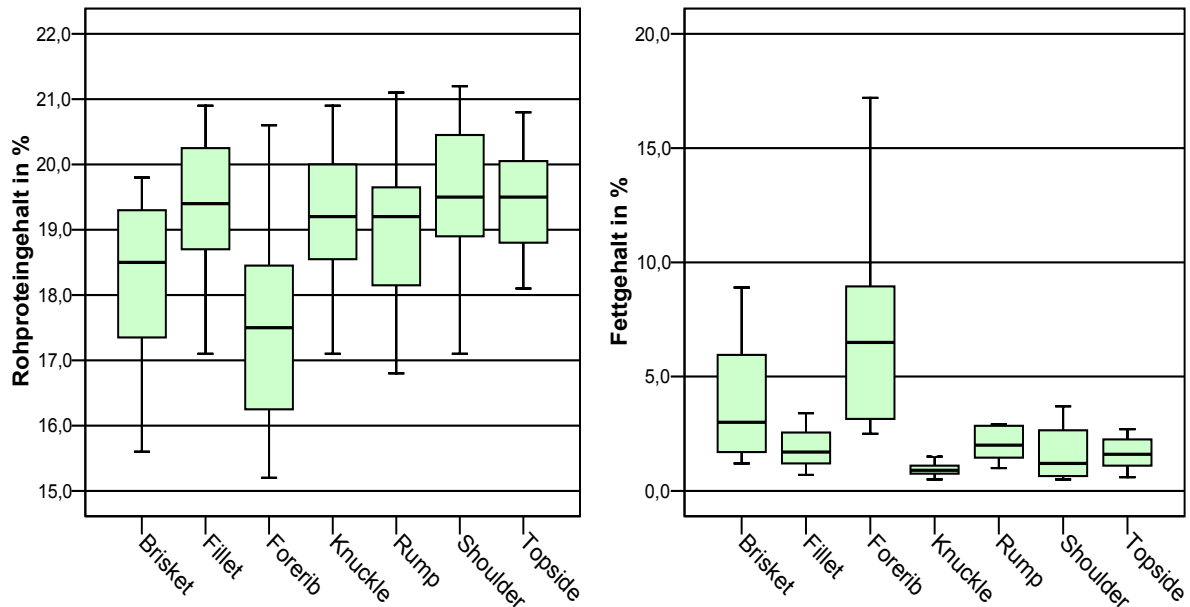
**Tab. 28:** Mittelwerte chemischer Parameter für verschiedene Teilstücke unter Berücksichtigung aller untersuchten Tiere (in %)

Die chemische Untersuchung des Probenmaterials ergab einen durchschnittlichen **Wassergehalt** von 77,3%. Dabei wurden die Mittelwerte der verschiedenen Teilstücke unter Einbeziehung aller untersuchten Tiere berücksichtigt. Den niedrigsten durchschnittlichen Wassergehalt ergab das Teilstück *Forerib* mit 74,3%, den höchsten Wert wies *Knuckle* mit 78,7% auf. In **Abb. 11** werden die verschiedenen Wassergehalte der Teilstücke in Form eines Boxplot-Diagrammes dargestellt:



**Abb. 11:** Wassergehalt der untersuchten Teilstücke (in %) und Erläuterung zum Boxplot-Diagramm

Wie in **Tab. 28** ersichtlich, lag der **Rohproteingehalt** im Gesamtdurchschnitt bei 18,9%. Ein besonders niedriger durchschnittlicher Wert konnte bei *Forerib* mit 17,5% beobachtet werden, wohingegen *Shoulder* mit 19,6% im Vergleich zu den übrigen Teilstücken den höchsten Rohproteingehalt aufwies.

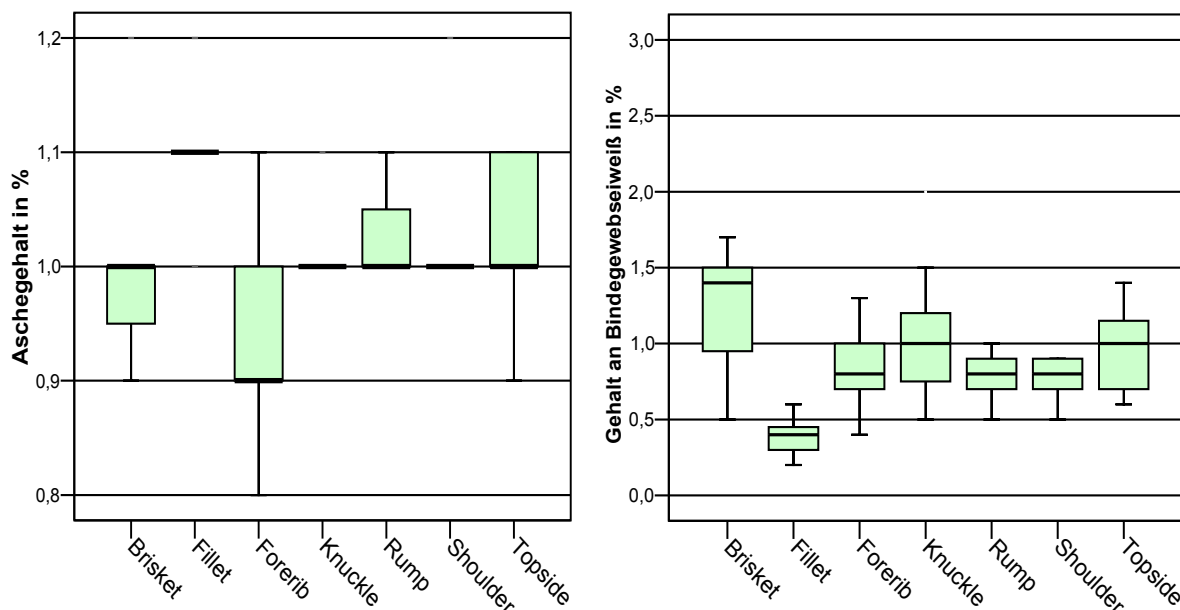


**Abb. 12:** Rohprotein- und Fettgehalt der untersuchten Teilstücke (%)

Der **Fettgehalt** zeigte zum Teil erhebliche Unterschiede abhängig vom jeweiligen Teilstück, sodass die Spanne der Mittelwerte von 1,0% bei *Knuckle* bis 6,9% bei *Forerib* reichte (**Abb. 12**). Im Gesamtdurchschnitt lag der Fettgehalt bei 2,9%.

Den niedrigsten **Aschegehalt** wies *Forerib* mit 0,9% auf, wobei zwischen den Teilstücken lediglich geringe Schwankungen der Werte im Bereich der zweiten Dezimalstelle nach dem Komma auftraten. Der Aschegehalt lag im Gesamtdurchschnitt bei etwa 1%.

Im Gesamtdurchschnitt zeigten die Teilstücke einen **Bindegewebeisweiß**-Gehalt von 0,9%. Der niedrigste durchschnittliche Wert stellte sich bei *Fillet* mit 0,4% ein. Das Teilstück *Brisket* verzeichnete den höchsten Wert mit 1,2%.



**Abb. 13:** Asche- und BE-Gehalt der untersuchten Teilstücke (in %)

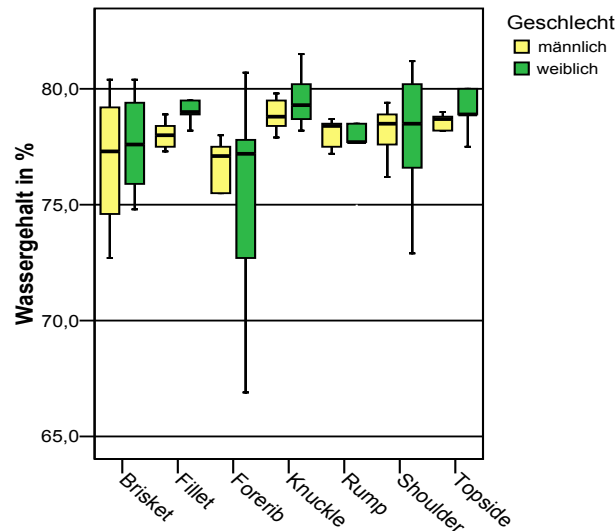
Zur Beurteilung eines möglichen Einflusses von **Geschlecht** und **Alter** auf die chemischen Parameter wurden die Ergebnisse der verschiedenen Teilstücke von Tieren bestimmter Gruppen gemittelt. Es wurden aus o.g. Gründen bestimmte Tiergruppen für die Betrachtung herangezogen. In **Tab. 29** sind zunächst die Mittelwerte der chemischen Parameter von Teilstücken männlicher und weiblicher Dromedare der Gruppe „Jung“ ( $\leq 3$  Jahre) vergleichend dargestellt.

Mittelwert						
Muskel	Geschlecht	Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	Bindegewebs-eiweiß
Brisket	männlich	76,9500	18,8167	3,1667	1,0167	1,3167
	weiblich	76,4556	17,8444	4,4111	,9667	1,1889
Fillet	männlich	77,8667	20,1500	1,3000	1,1167	,4000
	weiblich	78,2556	18,6444	2,1556	1,0889	,3667
Forerib	männlich	75,5500	18,7167	4,5667	1,0167	,9667
	weiblich	73,4667	16,6667	8,4556	,9000	,8556
Knuckle	männlich	78,7167	20,0167	,6833	1,0167	,8833
	weiblich	78,7667	18,7444	1,2222	1,0000	1,2222
Rump	männlich	77,9500	19,8500	1,4333	1,0667	,8333
	weiblich	76,6444	18,3667	3,9444	,9889	,7333
Shoulder	männlich	78,3000	20,1333	,8333	1,0167	1,1333
	weiblich	77,1667	19,1667	2,7333	1,0333	,7667
Topside	männlich	78,2833	19,9000	1,2167	1,0667	1,2333
	weiblich	78,5667	18,9000	2,1000	1,0111	,8667
Insgesamt	männlich	77,6595	19,6548	1,8857	1,0452	,9667
	weiblich	77,0460	18,3333	3,5746	,9984	,8571

**Tab. 29:** Vergleich chemischer Parameter nach Geschlecht (nur junge Tiere bis 3 Jahre)

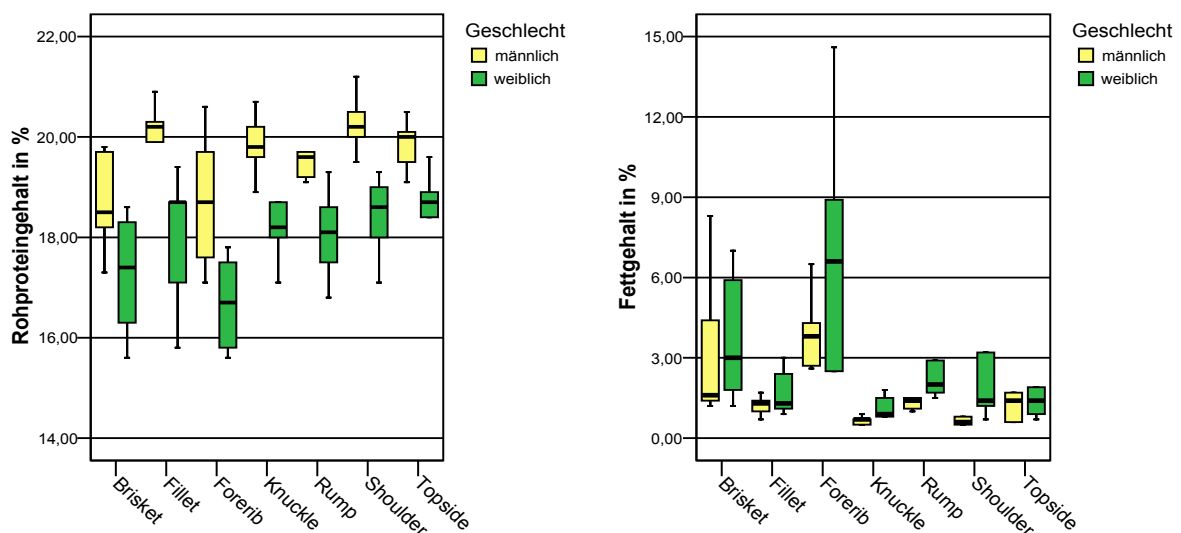
Bei der Betrachtung der verschiedenen Teilstücke bestanden bei den Mittelwerten des **Wassergehaltes** zwischen den beiden Geschlechtern geringfügige Unterschiede. Die Werte bei *Brisket*, *Fillet*, *Knuckle* und *Topside* lagen im Falle der

weiblichen Tiere etwas über denen der männlichen Tiere. Umgekehrt verhielt es sich bei den Teilstücken *Forerib*, *Rump* und *Shoulder* mit höheren Werten bei den jungen Bullen. Im Gesamtdurchschnitt erwies sich der Wassergehalt bei den weiblichen Tieren mit 78,2% etwas höher, als bei den männlichen Tieren mit 77,8%.



**Abb. 14:** Wassergehalt verschiedener Teilstücke (in %) vergleichend nach Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

Der mittlere **Rohproteingehalt** der Teilstücke lag bei den männlichen Tieren stets über dem der weiblichen Tiere. Die größte Differenz zwischen den Geschlechtern zeigte sich mit 2,1% bei *Fillet*, die geringste Differenz mit 1,4% wies *Topside* auf. Der Unterschied betrug im Gesamtdurchschnitt etwa 1,8%.



**Abb. 15:** Rohprotein- und Fettgehalt verschiedener Teilstücke (in %) vergleichend nach Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

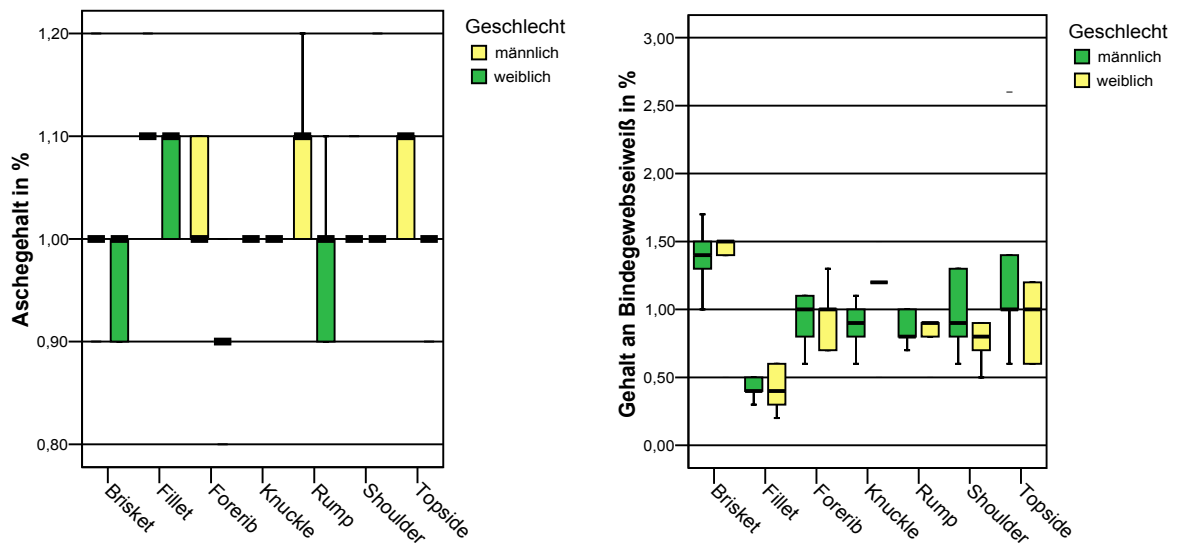
Ein gegenteiliger Effekt ließ sich bei den Durchschnittswerten des prozentualen **Fettgehaltes** beobachten. So wiesen die Teilstücke der männlichen Tiere stets einen



niedrigeren Fettgehalt auf, als die der weiblichen Tiere. Die Differenz bei *Forerib* erwies sich mit rund 3,0% als besonders groß, wohingegen die Differenz bei *Brisket* 0,4% relativ niedrig ausfiel. Die Differenz im Gesamtdurchschnitt aller Teilstücke betrug 1,2%.

Beim **Aschegehalt** fielen die Unterschiede geringer aus und betragen im Gesamtdurchschnitt lediglich 0,06%, wobei die Werte der männlichen Tiere die der weiblichen Tiere mit Ausnahme von *Knuckle* leicht überstiegen.

Auch bei den Mittelwerten des **BE-gehaltes** konnten kaum Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Die Differenz lag im Gesamtdurchschnitt bei 0,13%. Die männlichen Tiere wiesen abgesehen von *Knuckle* und *Fillet* auch hier wieder geringgradig höhere Werte auf.



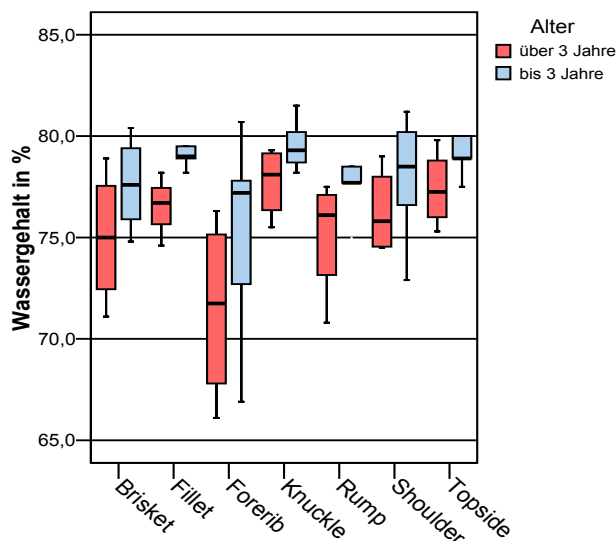
**Abb. 16** : Asche- und BE-gehalt der verschiedenen Teilstücke (in %) vergleichend nach Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

Für die Betrachtung von Unterschieden bezüglich der **Altersgruppen** wurden lediglich die Werte der weiblichen Tiere herangezogen. In **Tabelle 30** sind die Mittelwerte der chemischen Parameter für die jeweiligen Teilstücke bei beiden Altersgruppen vergleichend dargestellt:

Mittelwert		Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	Bindegewebs- eiweiß
Brisket	über 3 Jahre	75,0000	18,6000	5,2000	,9750	1,0750
	bis 3 Jahre	77,6200	17,2400	3,7800	,9600	1,2800
Fillet	über 3 Jahre	76,5500	19,5250	2,6750	1,1250	,3000
	bis 3 Jahre	79,6200	17,9400	1,7400	1,0600	,4200
Forerib	über 3 Jahre	71,4750	16,6500	10,2500	,9000	,7500
	bis 3 Jahre	75,0600	16,6800	7,0200	,9000	,9400
Knuckle	über 3 Jahre	77,7500	19,5000	1,3000	1,0000	1,3500
	bis 3 Jahre	79,5800	18,1400	1,1600	1,0000	1,1200
Rump	über 3 Jahre	75,1250	18,7500	5,3750	1,0000	,6500
	bis 3 Jahre	77,8600	18,0600	2,8000	,9800	,8000
Shoulder	über 3 Jahre	76,2750	20,1250	2,3500	1,0250	,7750
	bis 3 Jahre	77,8800	18,4000	3,0400	1,0400	,7600
Topside	über 3 Jahre	77,4000	19,5500	2,4000	1,0500	,8000
	bis 3 Jahre	79,5000	18,3800	1,8600	,9800	,9200
Insgesamt	über 3 Jahre	75,6536	18,9571	4,2214	1,0107	,8143
	bis 3 Jahre	78,1600	17,8343	3,0571	,9886	,8914

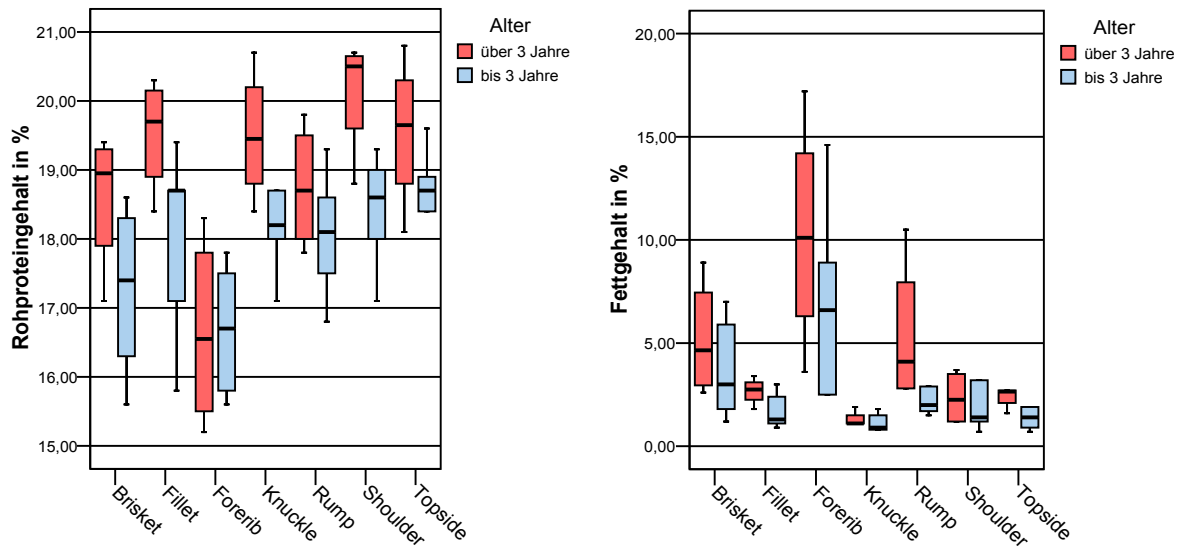
**Tab. 30:** Vergleich chemischer Parameter nach Alter (nur weibliche Tiere)

Im Hinblick auf den **Wassergehalt** weisen die Mittelwerte in **Tab. 30** auf höhere Gehalte bei Tieren der Altersgruppe bis 3 Jahre hin. Die Differenz des Wassergehaltes zwischen „Alt“ (über 3 Jahre) und „Jung“ (bis 3 Jahre) betrug unter Berücksichtigung aller untersuchten Teilstücke im Gesamtdurchschnitt 2,5%.



**Abb. 17:** Wassergehalt der Teilstücke (%) vergleichend nach Alter (nur weibliche Tiere)

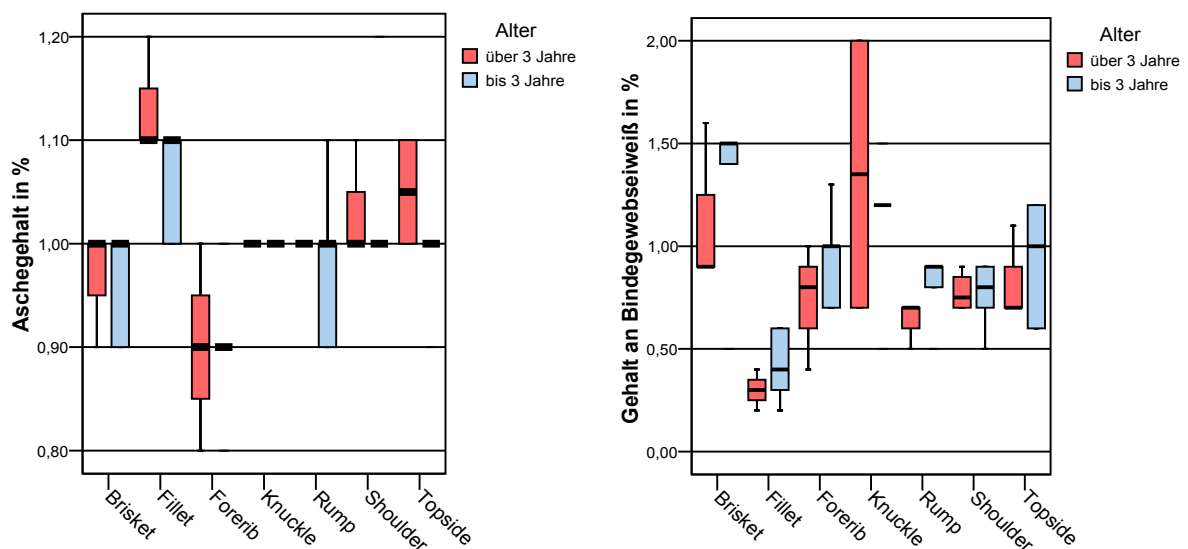
Beim **Rohproteingehalt** wiederum konnten mit Ausnahme von *Forerib* bei den Tieren über 3 Jahren höhere Durchschnittswerte ermittelt werden (**Tab. 30**). Die Differenz lag im Gesamtdurchschnitt bei 1,1%.



**Abb. 18:** Rohprotein- und Fettgehalt der verschiedenen Teilstücke (in %) vergleichend nach Alter (nur weibliche Tiere)

Abgesehen von *Shoulder* zeigten die verschiedenen Teilstücke bei den Tieren über 3 Jahren höhere Mittelwerte beim **Fettgehalt**, als die Teilstücke der jüngeren Tiere. Bei Betrachtung des Medians im Boxplot-Diagramm (**Abb. 18**) erwies sich jedoch auch bei *Shoulder* der Wert bei den Tieren über 3 Jahren als höher. Die durchschnittliche Differenz unter Berücksichtigung der Mittelwerte aller Teilstücke betrug 1,2%.

Der Unterschied zwischen den Altersgruppen betrug beim **Aschegehalt** im Gesamtdurchschnitt lediglich 0,0221%, der höhere Wert kam dabei den Tieren über 3 Jahren zu. Die Teilstücke *Brisket*, *Fillet*, *Rump* und *Topside* wiesen dabei jeweils höhere Mittelwerte bei den älteren Tieren auf, wohingegen beide Altersgruppen bei *Forerib* und *Knuckle* dasselbe Ergebnis ergaben. Einzig bei *Shoulder* wurden höhere Werte bei den jüngeren Tieren beobachtet.



**Abb. 19:** Asche- und BE-gehalt der verschiedenen Teilstücke (in %) vergleichend nach Alter (nur weibliche Tiere)

Abgesehen von den Teilstücken *Knuckle* und *Shoulder* lagen beim Gehalt an **Bindegewebeisweiß** die Mittelwerte der Teilstücke der jüngeren Tiere über denen der älteren Tiere. Die Ergebnisse resultierten im Gesamtdurchschnitt in einer Differenz von 0,0771% zwischen den Altersgruppen mit dem höheren Wert bei den Tieren bis 3 Jahren.

### 4.3 Physikalische Untersuchungen

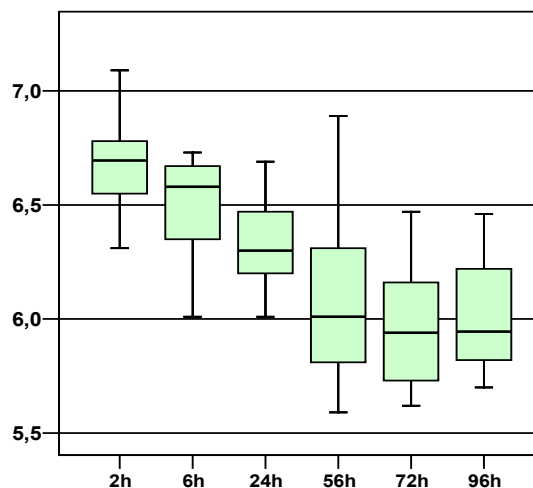
#### 4.3.1 pH-Wert

Die pH-Wert-Messungen der einzelnen Teilstücke zu unterschiedlichen Zeitpunkten ergaben im Mittel folgende Werte:

Mittelwert						
Muskel	pH2h	ph6h	pH24h	pH56h	pH72h	pH96h
Brisket	6,8347	6,6007	6,2700	5,8450	5,7975	5,7517
Fillet	6,4193	6,2547	6,1788	5,9225	5,9367	6,0300
Forerib	6,6860	6,5033	6,2725	6,0075	5,9817	6,0283
Knuckle	6,8220	6,6653	6,2513	5,9663	5,9942	6,0967
Rump	6,6740	6,3800	6,1713	5,8525	5,7600	5,8133
Shoulder	6,8407	6,6233	6,2913	5,9825	5,9858	5,9950
Topside	6,6940	6,5193	6,2575	5,9613	5,8408	5,9550
Insgesamt	6,7101	6,5067	6,2418	5,9339	5,8995	5,9529

**Tab. 31:** pH-Mittelwerte der verschiedenen Teilstücke im zeitlichen Verlauf; die jeweils niedrigsten Werte sind grau unterlegt dargestellt

Der Mittelwert des Anfangs-pH-Wertes (pH 2 h) lag im Gesamtdurchschnitt aller Teilstücke bei etwa 6,71. Bei den verschiedenen Teilstücken waren Unterschiede zwischen den niedrigsten ermittelten Mittelwerten erkennbar. Diese betrafen einerseits den pH-Wert als solches und andererseits den Zeitpunkt p.m., an dem der niedrigste Wert der Messungen ermittelt wurde. Die pH-Werte lagen zum Zeitpunkt der niedrigsten Messung zwischen 5,75 bei *Brisket* und 5,98 bei *Forerib* und *Shoulder*. Es war im Gesamtdurchschnitt ein kontinuierlicher Abfall des pH-Wertes bis 72 h p.m. auf einen Mittelwert von etwa 5,90 feststellbar. Zum Zeitpunkt der Messung 96 h p.m. war jedoch wieder ein leichter Anstieg des pH-Wertes zu verzeichnen (**Abb. 20**).



**Abb. 20:** pH-Wert-Verlauf im Gesamtdurchschnitt

Bei der Betrachtung des pH-Verlaufes der einzelnen Teilstücke ergab sich bei *Fillet*, *Knuckle* und *Shoulder* ein Abfall der jeweiligen Durchschnittswerte bis pH 56 h. Die zeitlich folgenden Messungen erbrachten dagegen wieder höhere mittlere pH-Werte. Bei *Forerib*, *Rump* und *Topside* ließ sich, wie auch beim Gesamtdurchschnitt, der Anstieg erst bei pH 96 h beobachten. Einzig bei *Brisket* war der Abfall des pH-Wertes nach 96 h p.m. noch nicht abgeschlossen (**Tab. 31**).

#### 4.3.2 Kalorimetrie

Wie in **Tabelle 32** ersichtlich, ergaben die Mittelwerte der Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere unterschiedlich hohe Energiegehalte. Der Gesamtdurchschnitt aller Teilstücke ergab einen Energiegehalt von 5073 J/g. Den höchsten mittleren Wert erbrachte *Forerib* mit 6481 J/g, *Knuckle* erwies sich dagegen mit einem Mittelwert von 4381 J/g als energieärmstes Teilstück.

Energiegehalt						
Muskel	Mittelwert	N	Median	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Brisket	5261,93	15	4965,00	4010	7656	1089,879
Fillet	4596,33	15	4382,00	3987	5685	488,704
Forerib	6481,00	14	6100,00	4512	9555	1613,397
Knuckle	4381,27	15	4433,00	2496	5293	669,837
Rump	5325,93	15	5092,00	4389	8537	1019,770
Shoulder	4981,27	15	4566,00	3876	6283	860,871
Topside	4576,33	15	4575,00	3773	5497	473,993
Insgesamt	5072,88	104	4810,50	2496	9555	1131,353

**Tab. 32:** Mittlerer Energiegehalt in J/g auf der Basis aller untersuchten Tiere

Im folgenden Boxplot-Diagramm (**Abb. 21**) sind die jeweiligen Energiegehalte der Teilstücke noch einmal grafisch dargestellt:

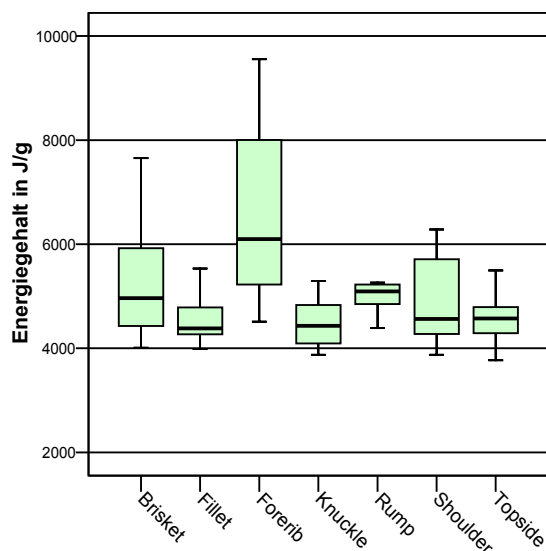


Abb. 21: Energiegehalt der Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere

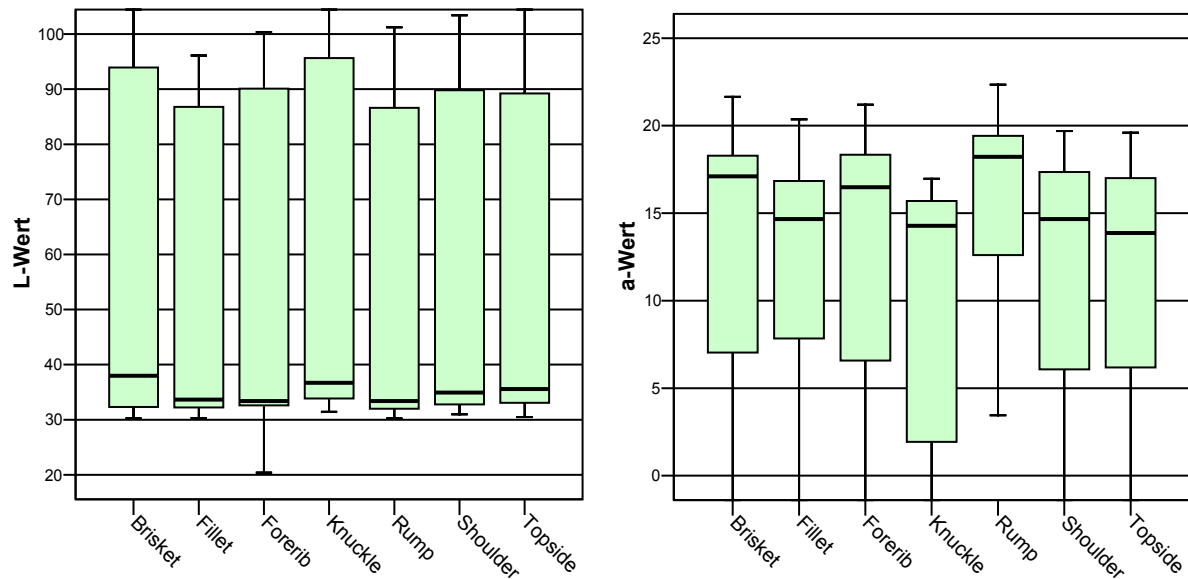
### 4.3.3 Farbmessung

Die Minolta-Farbmessung ergab für die einzelnen Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere folgende Mittelwerte der Parameter  $L^*a^*b^*$ :

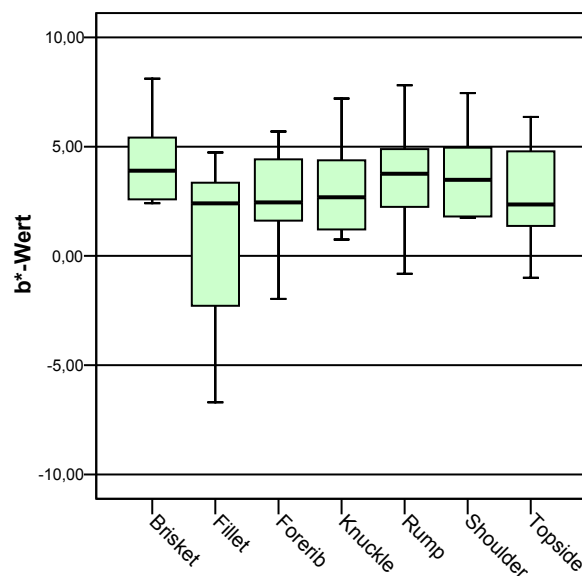
Muskel		L-Wert	a-Wert	b-Wert
Brisket	Mittelwert	55,5983	12,7017	3,5783
Fillet	Mittelwert	52,2325	11,9967	,7500
Forerib	Mittelwert	53,8055	12,7473	1,7491
Knuckle	Mittelwert	56,3192	9,1558	1,7775
Rump	Mittelwert	52,4058	15,3325	3,6092
Shoulder	Mittelwert	54,0258	11,5125	2,5117
Topside	Mittelwert	55,5750	11,1917	2,1233
Insgesamt	Mittelwert	54,2860	12,0833	2,3065

Tab. 33: Durchschnittliche  $L^*a^*b^*$ -Werte für die einzelnen Teilstücke

Bei einem Gesamtdurchschnittswert von 54,29 für Parameter  $L^*$  (Helligkeit) lag der maximale  $L^*$ -Wert bei *Knuckle* (56,32) und der minimale  $L^*$ -Wert bei *Fillet* (52,23). Der Durchschnittswert aller Teilstücke für den Parameter  $a^*$  (Rotanteil) ergab 12,08. Die Spanne reichte dabei von 15,33 bei *Rump* bis 9,16 bei *Knuckle*. Der  $b^*$ -Wert (Gelbanteil) erreichte im gesamten Mittel einen Wert von 2,31. *Rump* lag mit seinem Mittelwert von 3,61 wieder an der Spitze, wobei hier *Fillet* den niedrigsten Wert (0,75) aufwies. Zur Verdeutlichung der Ergebnisse sollen folgende Grafiken beitragen:



**Abb. 22:** L\*- und a\*-Werte der verschiedenen Teilstücke (alle untersuchten Tiere)



**Abb. 23:** b\*-Werte der verschiedenen Teilstücke (alle untersuchten Tiere)

Beim Vergleich der verschiedenen Altersgruppen (über 3 Jahre/ bis 3 Jahre) ergab sich im Gesamtdurchschnitt aller Teilstücke ein höherer Wert für die jüngeren Tiere bei Parameter L\*. Dieser lag bei den jüngeren Tieren bei 49,97, im Gegensatz zu 31,97 bei den älteren Tieren. Auch bei den einzelnen Teilstücken ließ sich dies, wie in **Tab. 34** ersichtlich, beobachten. Der umgekehrte Effekt trat bei Parameter a\* ein, wobei die älteren Tiere sowohl im Gesamtdurchschnitt, als auch bei den einzelnen Teilstücken stets die höheren Werte aufwiesen. Auch beim b\*-Wert lagen die Mittelwerte der älteren über denen der jüngeren Tiere, mit Ausnahme von *Shoulder*.

Mittelwert				
Muskel	Alter	L-Wert	a-Wert	b-Wert
Brisket	über 3 Jahre	31,8500	18,2850	6,7300
	bis 3 Jahre	49,6060	13,4840	3,9800
Fillet	über 3 Jahre	32,5100	16,5300	4,0600
	bis 3 Jahre	46,0360	12,4220	2,5320
Forerib	über 3 Jahre	31,5800	19,6750	5,6000
	bis 3 Jahre	46,7175	12,3075	2,5625
Knuckle	über 3 Jahre	31,5200	16,3700	3,3900
	bis 3 Jahre	50,1400	9,7120	3,2800
Rump	über 3 Jahre	32,6100	21,4950	6,6800
	bis 3 Jahre	45,0360	14,8080	3,5700
Shoulder	über 3 Jahre	31,4250	19,5500	4,1050
	bis 3 Jahre	48,2120	11,4600	4,5660
Topside	über 3 Jahre	32,2600	18,9800	4,7800
	bis 3 Jahre	49,7980	9,9480	2,8600
Insgesamt	über 3 Jahre	31,9650	18,6979	5,0493
	bis 3 Jahre	47,9709	12,0118	3,3585

Tab. 34: Mittelwerte der Parameter  $L^*a^*b^*$  vergleichend nach Alter (nur weibliche Tiere)

Beim Vergleich der Mittelwerte der Teilstücke bezüglich des Geschlechts auf der Basis der jungen Tiere (bis 3 Jahre) konnten beim  $L^*$ -Wert höhere Durchschnittswerte bei den männlichen Tieren beobachtet werden. Die weiblichen Tiere wiesen dagegen sowohl bei Betrachtung der einzelnen Teilstücke, als auch im Vergleich des Gesamtdurchschnitts, höhere Mittelwerte beim  $a^*$ -Wert, aber auch beim  $b^*$ -Wert auf (Tab. 35).

Mittelwert				
Muskel	Geschlecht	L-Wert	a-Wert	b-Wert
Brisket	männlich	71,0900	9,6860	1,9160
	weiblich	49,6060	13,4840	3,9800
Fillet	männlich	66,3180	9,7580	-2,3560
	weiblich	46,0360	12,4220	2,5320
Forerib	männlich	68,3660	10,3280	-,4420
	weiblich	46,7175	12,3075	2,5625
Knuckle	männlich	72,4180	5,7140	-,3700
	weiblich	50,1400	9,7120	3,2800
Rump	männlich	67,6940	13,3920	2,4200
	weiblich	45,0360	14,8080	3,5700
Shoulder	männlich	68,8800	8,3500	-,1800
	weiblich	48,2120	11,4600	4,5660
Topside	männlich	70,6780	9,3200	,3240
	weiblich	49,7980	9,9480	2,8600
Insgesamt	männlich	69,3491	9,5069	,1874
	weiblich	47,9709	12,0118	3,3585

Tab. 35: Mittelwerte der Parameter  $L^*a^*b^*$  vergleichend nach Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

In Abb. 24-26 werden die  $L^*a^*b^*$ -Werte bezogen auf Altersgruppe bzw. Geschlecht im direkten grafischen Vergleich dargestellt. Für den Vergleich der Altersgruppen



wurde ausschliesslich die Gruppe der weiblichen Tiere und für den Vergleich der beiden Geschlechter die Gruppe der Tiere bis 3 Jahre zugrundegelegt und für die jeweiligen Parameter nebeneinander dargestellt:

### L\*-Wert

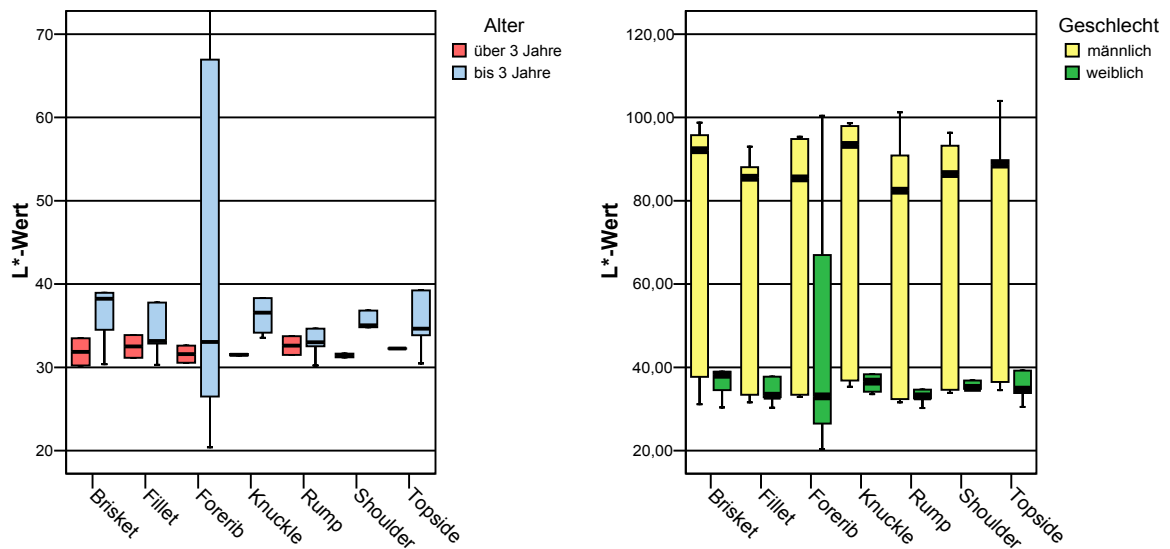


Abb. 24: L\*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter (nur weibliche Tiere) und Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

### a\*-Wert

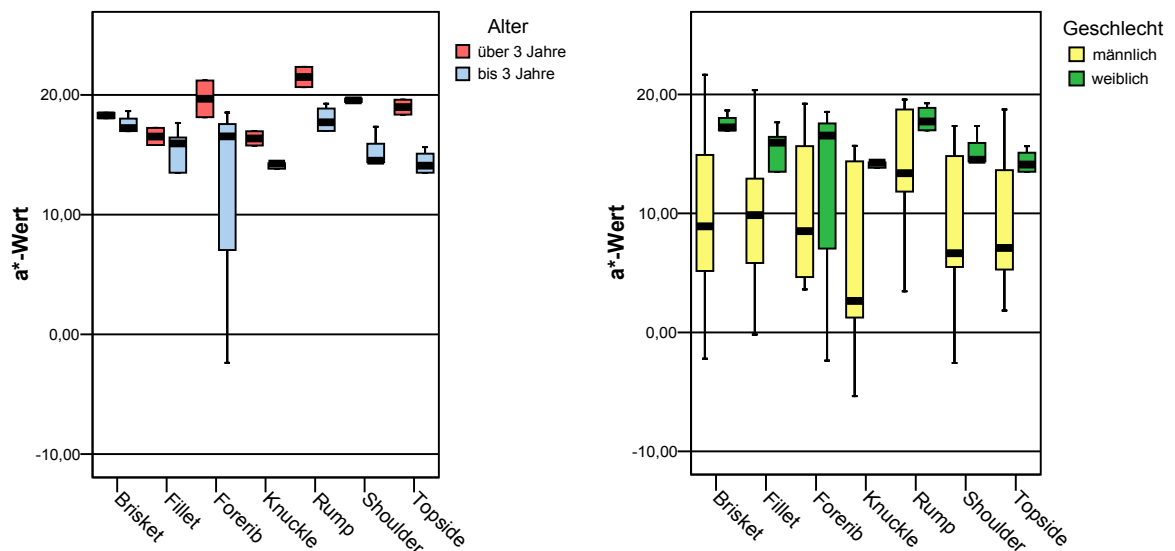
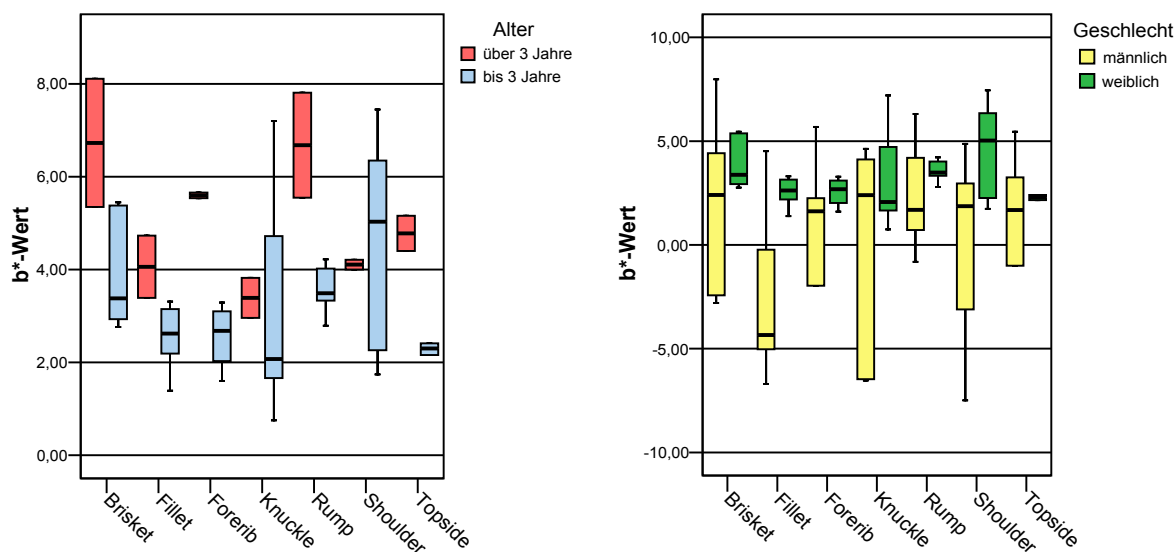


Abb. 25: a\*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter (nur weibliche Tiere) und Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

## b\*-Wert



**Abb. 26:** b\*-Werte der einzelnen Teilstücke nach Alter (nur weibliche Tiere) und Geschlecht (Tiere bis 3 Jahre)

#### 4.3.4 Auspressbare Gewebsflüssigkeit

Die Menge der auspressbaren Gewebsflüssigkeit, ausgedrückt durch den durchschnittlichen Quotienten „Q“, wird jeweils für die verschiedenen Teilstücke in **Tab. 36** aufgeführt:

Q-Wert						
Muskel	Mittelwert	N	Minimum	Maximum	Median	Standardabweichung
Brisket	,3250	12	,21	,49	,3250	,06654
Fillet	,3842	12	,25	,47	,4000	,06403
Forerib	,3258	12	,23	,44	,3300	,06543
Knuckle	,3225	12	,27	,40	,3200	,03467
Rump	,3283	12	,25	,44	,3300	,04707
Shoulder	,3708	12	,25	,44	,3800	,05401
Topside	,3092	12	,21	,42	,3050	,06082
Insgesamt	,3380	84	,21	,49	,3300	,06087

**Tab. 36:** Mittelwerte des Quotienten "Q" für die verschiedenen Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere

Es ergab sich für die Teilstücke aller untersuchten Tiere ein Gesamtdurchschnitt von 0,34. *Fillet* zeigte den höchsten Q-Wert mit 0,38, *Topside* dagegen den niedrigsten Q-Wert mit 0,31.

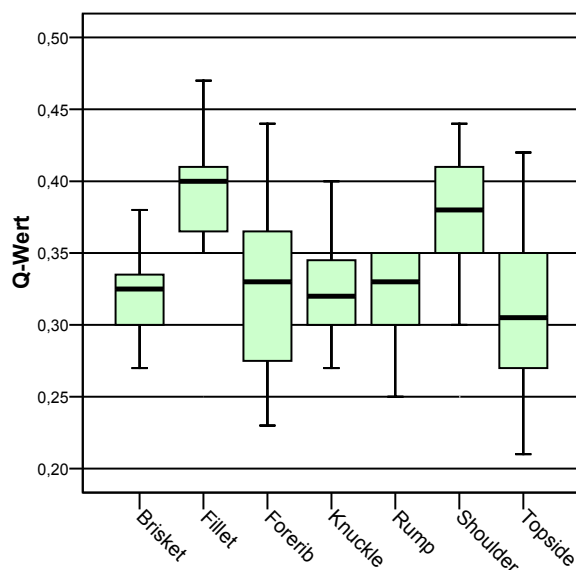


Abb. 27: Q-Werte der verschiedenen Teilstücke

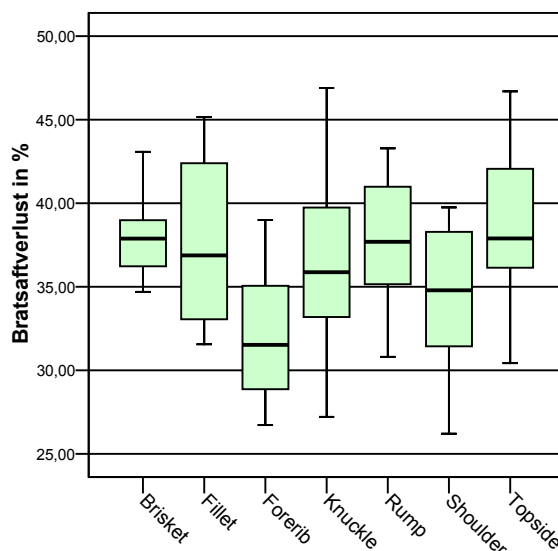
### 4.3.5 Bratsaftverlust

Tab. 37 führt die Mittelwerte der einzelnen Teilstücke unter Berücksichtigung aller untersuchten Tiere auf. Die Angabe des Bratsaftverlustes erfolgt in %.

Bratsaftverlust						
Muskel	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Brisket	11	37,8036	37,8800	31,73	43,07	3,25663
Fillet	10	37,7400	36,8750	31,56	45,16	5,31939
Forerib	10	32,1000	31,5250	26,72	38,99	4,16295
Knuckle	12	36,6667	35,8700	27,21	46,90	6,08641
Rump	11	37,9736	37,6900	30,80	43,29	4,10580
Shoulder	12	34,5183	34,7850	26,20	39,75	4,28695
Topside	11	38,6555	37,8900	30,43	46,69	4,74029
Insgesamt	77	36,5114	37,4100	26,20	46,90	4,96001

Tab. 37: Mittelwerte des Bratsaftverlustes (in %) für die verschiedenen Teilstücke auf der Basis aller untersuchten Tiere

Wie in Tab. 37 ersichtlich, ergab sich im Gesamtdurchschnitt ein Bratsaftverlust von 36,5%. Die Verluste bei den einzelnen Teilstücken fielen unterschiedlich hoch aus. Den höchsten durchschnittlichen Wert erreichte *Topside* mit 38,7%, *Forerib* wies mit 32,1% den geringsten Bratsaftverlust auf. Die folgende Grafik (Abb. 28) soll die Unterschiede zwischen den einzelnen Teilstücken verdeutlichen:

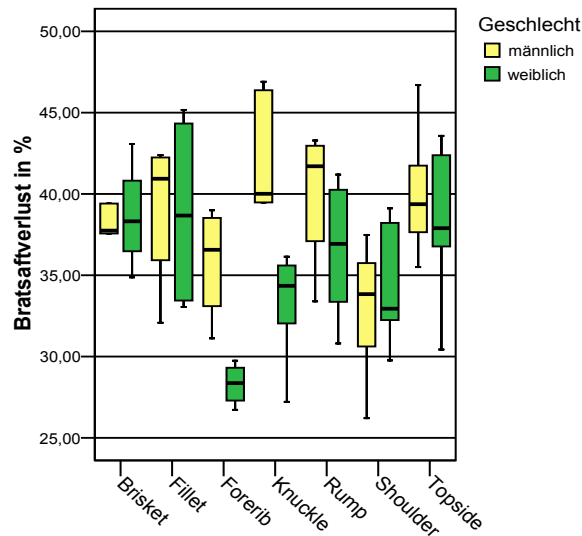


**Abb. 28:** Bratsaftverluste der einzelnen Teilstücke

Beim Vergleich der Mittelwerte aller jungen Tiere im Hinblick auf das Geschlecht ergaben sich mit Ausnahme von *Brisket* höhere Werte bei den männlichen Tieren (**Tab. 38**). Im Gesamtdurchschnitt lagen die Werte der männlichen Tiere (38,0%) um etwa 2,5% über denen der weiblichen Tiere (35,5%).

Bratsaftverlust							
Muskel	Geschlecht	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Brisket	männlich	5	37,7420	37,7400	31,73	42,26	3,85254
	weiblich	4	38,6400	38,3100	34,87	43,07	3,37495
Fillet	männlich	4	39,0800	40,9300	32,07	42,39	4,81776
	weiblich	4	38,8850	38,6650	33,05	45,16	6,33177
Forerib	männlich	4	35,8075	36,5600	31,12	38,99	3,54652
	weiblich	4	28,2975	28,3650	26,72	29,74	1,30237
Knucke	männlich	5	40,2720	40,0100	28,61	46,90	7,37953
	weiblich	5	33,0660	34,3500	27,21	36,14	3,63611
Rump	männlich	4	40,0225	41,7050	33,39	43,29	4,54616
	weiblich	5	36,5040	36,9200	30,80	41,19	4,43240
Shoulder	männlich	5	32,7720	33,8300	26,20	37,47	4,46715
	weiblich	5	34,4520	32,9400	29,76	39,11	4,03155
Topside	männlich	5	40,1860	39,3600	35,50	46,69	4,29651
	weiblich	5	38,2080	37,8900	30,43	43,57	5,21591
Insgesamt	männlich	32	37,9531	38,5250	26,20	46,90	5,16536
	weiblich	32	35,4512	35,2350	26,72	45,16	5,18795

**Tab. 38:** Bratsaftverlust der verschiedenen Teilstücke (in %) vergleichend nach Geschlecht (nur Tiere bis 3 Jahre)



**Abb. 29:** Bratsaftverluste (in %) vergleichend nach Geschlecht

Ein Vergleich der Ergebnisse bei verschiedenen Altersgruppen auf der Basis aller weiblichen Tiere musste für den Parameter des Bratsaftverlustes in Ermangelung aussagekräftigen Probenmaterials unterbleiben.

#### 4.4 Sensorik

Bei der Sensorik erfolgte jeweils die Beschreibung der einzelnen Untersuchungsparameter. Abweichungen von der jeweils zugrundegelegten Basisbeschreibung sind unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihres Auftretens in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. „Keine Abweichung“ bedeutet, dass bei den entsprechenden Proben keine Unterschiede zu der jeweils definierten Bezugsgröße der einzelnen Parameter festgestellt werden konnten.

#### Äußere Beschaffenheit

Bezüglich der Farbe wurde die grau-braune Färbung der Oberfläche, welche sich auch im Anschnitt feststellen ließ, als Basis gewählt und traf bei 22,6% der Proben zu. Ferner wiesen alle Proben dunkelbraune Grillstreifen auf, welche den Auflagepunkten der Grilloberfläche entsprachen. Das erhitzte Gewebe war von einigen glasig-weißen Faszien und Fettgewebseinlagerungen durchzogen. Die größte Abweichung davon zeigte sich in Form einer etwas helleren Färbung bei 37% der Proben.

**Farbeindruck**

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Abweichung	19	22,6
	eher bräunlich	3	3,6
	eher grau	2	2,4
	heller	37	44,0
	dunkler	23	27,4
	Gesamt	84	100,0

**Tab. 39:** Abweichungen vom Farbeindruck**Konsistenz auf Druck**

Der Konsistenz auf Druck wurde die Eigenschaft „elastisch“ zugeordnet und als Ausgangswert definiert. 89,3% der Proben wiesen keine Abweichungen davon auf. Es kam bei allen Proben zum Austritt von klarer, bräunlicher bis schwach rosa Flüssigkeit.

**Konsistenz auf Druck**

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Abweichungen	75	89,3
	derb-elastisch	2	2,4
	weich-elastisch	7	8,3
	Gesamt	84	100,0

**Tab. 40:** Abweichungen von der Konsistenz auf Druck**Anschnittfläche**

Die Anschnittsfläche erwies sich durchgehend als feucht und zu 91,7% von grau-brauner Farbe. Bei 8,3% der Proben wich die Farbe mit einer leichtend Tendenz ins Rosa davon ab.

**Anschnittfläche**

	Häufigkeit	Prozent
keine Abweichungen	77	91,7
schwach rosa	7	8,3
Gesamt	84	100,0

**Tab. 41:** Abweichungen von der Beschaffenheit der Anschnittsfläche**Geruch**

Der zugrunde gelegte Geruch wurde als „frisch nach Fleisch“ beschrieben. Zusätzlich kam noch ein leichter Grillgeruch hinzu. Diese Geruchskombination wiesen 67,9% der Proben auf. Bei den Abweichungen kam die Beschreibung des Geruchs als

„säuerlich“ mit 20,2% am häufigsten vor. Neben dem rein muffigen Geruchseindruck war die Kombination aus „säuerlich und muffig“ gleichermaßen mit jeweils 4,8% vertreten. Lediglich 2,4% der Proben wiesen einen starken Eigengeruch auf.

#### Geruch

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Abweichung	57	67,9
	muffig	4	4,8
	säuerlich	17	20,2
	starker Eigengeruch	2	2,4
	muffig und säuerlich	4	4,8
	Gesamt	84	100,0

Tab. 42: Abweichungen im Geruch

### Geschmack

Der Geschmackseindruck erwies sich zu 80% als fad in Kombination mit einem schwachen Grillgeschmack. Abweichungen traten lediglich vereinzelt auf (Tab. 43).

#### Abweichungen im Geschmack

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Abweichung	65	77,4
	fad	15	17,9
	intensives Grillaroma	1	1,2
	säuerlich	1	1,2
	trocken	1	1,2
	muffig und säuerlich	1	1,2
	Gesamt	84	100,0

Tab. 43: Abweichungen im Geschmack

### Konsistenz im Biss

Die Konsistenz im Biss wurde zu 86,9% als „fest“ beschrieben. 10,7% der Proben wurden als „eher zäh“ und lediglich 2,4% der Proben wurden als „eher mürbe“ bezeichnet.

#### Konsistenz im Biss

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Abweichung	73	86,9
	eher zäh	9	10,7
	eher mürbe	2	2,4
	Gesamt	84	100,0

Tab. 44: Abweichungen der Konsistenz im Biss

## 4.5 Signifikanzen und Korrelationen

### 4.5.1 Allgemeines

Die statistische Auswertung von Daten erfolgte mit Hilfe des Programmes SPSS Version 12.0 für Windows. Ziel war die objektive Ermittlung einer eventuellen Zufälligkeit von Mittelwertsunterschieden (Signifikanz) und eines Zusammenhanges zwischen zwei Variablen (Korrelation). Zu diesem Zweck erfolgte zunächst die Überprüfung der Mittelwerte der jeweiligen Variablen durch den *Kolmogorov-Smirnov-Test*, ob diese einer Normalverteilung folgen, oder nicht. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung besteht bei  $p < 0,05$  (s.u.). Abhängig vom Ergebnis wurden entsprechend geeignete Tests ausgewählt, um die Signifikanz der Mittelwertsunterschiede zu beurteilen. Dazu war die Berechnung der Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  erforderlich, welche die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums bei der Annahme ausdrückt, die auftretenden Mittelwertsunterschiede seien nicht rein zufällig (**Tab. 45**):

$p > 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,001$
nicht signifikant	signifikant	sehr signifikant	höchst signifikant

**Tab. 45:** Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  und ihre Bedeutung für die Signifikanz (modifiziert nach BÜHL, 2000)

Anschließend erfolgte die Beurteilung von Korrelationen. Die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei Variablen wird mit Hilfe einer Maßzahl (Korrelationskoeffizient  $r$ ) angegeben, welche zwischen +1 und -1 liegt. Je näher der Betrag des Wertes bei 1 liegt, desto stärker ist der Zusammenhang (**Tab. 46**). Ein negatives Vorzeichen steht für einen gegenläufigen Zusammenhang. Auch hier wurde abhängig vom Vorliegen einer Normalverteilung bei den Variablen ein geeigneter Test gewählt.

bis 0,2	bis 0,5	bis 0,7	bis 0,9	über 0,9
sehr geringe Korrelation	geringe Korrelation	mittlere Korrelation	hohe Korrelation	sehr hohe Korrelation

**Tab. 46:** Abstufungen der verbalen Beschreibung abhängig von der Größe des Betrages des Korrelationskoeffizienten (modifiziert nach BÜHL, 2000)

### 4.5.2 Chemische Untersuchungen

Im Verlauf der rein deskriptiven Auswertung konnte ermittelt werden, dass die Durchschnittswerte der untersuchten Parameter in Abhängigkeit zu der jeweiligen Muskelgruppe (Teilstück) zum Teil stark different waren. Daher wurde im Folgenden die Auswertung unter Berücksichtigung der einzelnen Muskelgruppen (Teilstücke) vorgenommen und auf eine Auswertung über die Gesamtheit der Muskeln verzichtet.

Eine Normalverteilung lag basierend auf dem Test nach *Kolmogorov-Smirnov* bei den Parametern Wasser, Rohprotein und Fett in den Mittelwerten der untersuchten



Muskelgruppen vor. Bei den Mittelwerten der Parameter Asche und BGE handelte es sich dagegen nicht um eine Normalverteilung, da  $p < 0,05$  war. Daher war jeweils ein unterschiedlicher Test für die Beurteilung der Signifikanzen erforderlich. Im Falle einer Normalverteilung wurde für die Ermittlung der Signifikanz der Mittelwertsunterschiede der entsprechenden Parameter der einfaktorielle ANOVA-Test auf der Basis der einfaktoriellen Varianzanalyse herangezogen. Die Überprüfung der Signifikanzen der Parameter ohne eine vorliegende Normalverteilung erfolgte durch den nicht-parametrischen H-Test nach *Kruskal und Wallis*.

Im vorliegenden Fall lieferte die Varianzanalyse bei den Parametern Wasser, Rohprotein und Fett ein höchst signifikantes Ergebnis ( $p \leq 0,001$ ) (**Tab. 47**). Die Mittelwerte der einzelnen Muskelgruppen unterschieden sich für die Parameter Wasser, Rohprotein und Fett jeweils nicht zufällig. Auch die Parameter Asche und Bindegewebeisweiß (BE) zeigten auf der Basis des o.g. nicht-parametrischen Tests ein höchst signifikantes Ergebnis.

Test	Einfaktorielle ANOVA			H-Test n. Kruskal und Wallis	
Parameter	Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	BE
Signifikanz $p$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

**Tab. 47:** Übersicht der Signifikanzen bei den chemischen Parametern ( $p \leq 0,001$ )

Zunächst wurde die Korrelation der Variablen Wasser und Fett für die einzelnen Muskeln bestimmt. Folgende Tabelle gibt die jeweiligen Korrelationskoeffizienten  $r$  und die Signifikanz (2-seitig)  $p$  an ( $n=15$ ):

Korrelation nach Pearson*	Wasser/Fett		Wasser/RP		RP/Fett	
	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$
<b>Brisket</b>	-0,879	0,000	-0,358	0,190	-0,071	0,802
<b>Fillet</b>	-0,515	0,050	-0,753	0,001	-0,069	0,807
<b>Forerib</b>	-0,919	0,000	0,037	0,895	-0,391	0,150
<b>Knuckle</b>	-0,430	0,110	-0,780	0,001	-0,026	0,925
<b>Rump</b>	-0,920	0,000	0,104	0,711	-0,422	0,118
<b>Shoulder</b>	-0,811	0,000	-0,311	0,260	-0,271	0,328
<b>Topside</b>	-0,429	0,110	-0,841	0,000	0,089	0,751

**Tab. 48:** Pearson-Korrelationskoeffizient  $r$  und die jeweilige Signifikanz der Koeffizienten; \*( $n=15$ )

Bei der Korrelation **Wasser/Fett** war für alle Teilstücke ein indirekt proportionaler Zusammenhang (je höher der Wassergehalt, desto geringer der Fettgehalt) gegeben. Eine geringe Korrelation ohne Signifikanz der Koeffizienten (**Tab. 48**) wiesen *Topside* und *Knuckle* auf. Bei *Fillet* ließ sich dagegen eine mittlere Korrelation bei gleichzeitiger Signifikanz der Koeffizienten, bei *Shoulder* und *Brisket* eine hohe und bei *Forerib* und *Rump* eine sehr hohe Korrelation bei jeweils höchster Signifikanz feststellen.

Wie in **Tab. 48** ersichtlich, zeigte sich abgesehen von *Forerib* und *Rump* auch bei der Betrachtung von **Wasser/Rohprotein** eine negative Korrelation. Die Beträge der negativen Koeffizienten der Teilstücke *Fillet*, *Knuckle* und *Topside* ließen auf eine hohe Korrelation schließen und waren mit  $p \leq 0,001$  höchst signifikant. Bei den übrigen Teilstücken konnte lediglich eine geringe bis sehr geringe Korrelation ohne Signifikanz beobachtet werden.

Auch bei **Rohprotein/Fett** zeigte sich mit Ausnahme von *Topside* ein negativer Koeffizient. Bei allen Teilstücken fiel die Korrelation jedoch gering bis sehr gering aus. Keiner der Koeffizienten lag im Bereich der Signifikanz ( $p \leq 0,05$ ).

Bei der Betrachtung aller weiblichen Tiere zur Ermittlung eines Alterseinflusses auf die chemischen Parameter bei den verschiedenen Muskeln ergab der *Kolmogorov-Smirnov-Test* stets eine Normalverteilung der jeweiligen Mittelwerte ( $p > 0,05$ ). Die daraus resultierende Anwendung der *einfaktoriellem Anova* erbrachte die in **Tab. 49** zusammengestellten Signifikanzen der Mittelwertsunterschiede zwischen den beiden Altersgruppen abhängig von Parameter und Muskel:

Ermittlung der Signifikanz nach Anova (p)					
N=9	Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	BE
<b>Brisket</b>	0,207	0,131	0,458	0,685	0,473
<b>Fillet</b>	0,024*	0,097	0,131	0,109	0,258
<b>Forerib</b>	0,325	0,971	0,394	1,000	0,297
<b>Knuckle</b>	0,116	0,040*	0,647	k.V.	0,563
<b>Rump</b>	0,149	0,312	0,204	0,652	0,170
<b>Shoulder</b>	0,430	0,023*	0,709	k.V.	0,879
<b>Topside</b>	0,128	0,186	0,518	0,079	0,520

**Tab. 49:** Altersabhängigkeit: *Anova*-Test auf Signifikanz; \*  $p \leq 0,05$ ; k.V.= keine Varianz

Bezüglich des Alterseinflusses konnten abgesehen von *Fillet/Wasser*, *Knuckle/Rohprotein* und *Shoulder/Rohprotein* keine Signifikanz der Mittelwertsunterschiede festgestellt werden (**Tab. 48**).

Bei den jungen Tieren erfolgte die Ermittlung der Signifikanz geschlechtsabhängiger Mittelwertsunterschiede nach vorheriger Überprüfung der Werte auf Vorliegen einer Normalverteilung:

Signifikanz nach Anova (p)					
N=10	Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	BE
<b>Brisket</b>	0,671	0,085	0,828	0,305	0,672
<b>Fillet</b>	0,082	0,023*	0,274	0,094	1,000
<b>Forerib</b>	0,726	0,030*	0,235	0,008*	0,589
<b>Knuckle</b>	0,334	0,004**	0,052	k.V.	0,234
<b>Rump</b>	0,843	0,017*	0,151	0,095	0,557
<b>Shoulder</b>	0,883	0,005**	0,194	0,667	0,214
<b>Topside</b>	0,227	0,043*	0,382	0,035*	0,311

**Tab. 50:** Geschlechtsabhängigkeit: Test auf Normalverteilung und Signifikanz; \*p ≤ 0,05; \*\*p ≤ 0,01  
k.V.= keine Varianz

Die Werte der Variablen wiesen eine Normalverteilung ( $p > 0,05$ ) auf. Die *einfaktorielle Anova* konnte lediglich bei Rohprotein, mit Ausnahme von *Brisket*, eine Signifikanz der Mittelwertsunterschiede zeigen. Für die Teilstücke *Knuckle* und *Shoulder* bestand eine hohe Signifikanz. Bei den Teilstücken *Forerib* und *Shoulder* traten auch für den Parameter Asche signifikante Unterschiede bezüglich des Geschlechts auf.

### 4.5.3 Physikalische Untersuchungen

#### Kalorimetrie

Die Mittelwerte der Energiegehalte der einzelnen Teilstücke folgten ohne Ausnahme einer Normalverteilung. Die Mittelwertsunterschiede zwischen verschiedenen Muskelgruppen waren höchst signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

#### ONEWAY ANOVA

Energiegehalt					
	Quadrat summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	4,4E+07	6	7276924	8,005	,000
Innerhalb der Gruppen	8,8E+07	97	909013,8		
Gesamt	1,3E+08	103			

**Tab. 51:** Test auf Signifikanz von Mittelwertunterschieden beim Energiegehalt

Der Energiegehalt war, wie im **Anhang** ersichtlich, bei den verschiedenen Teilstücken unterschiedlich stark mit dem Fettgehalt korreliert. Während die Teilstücke *Brisket*, *Forerib* und *Rump* eine sehr hohe positive Korrelation (nach *Pearson*) vorlag, fiel diese bei *Shoulder* und *Topside* mittel, bei *Fillet* gering und bei *Knuckle* sehr gering aus. Bis auf die Teilstücke *Knuckle* und *Fillet* waren die Korrelationen signifikant.

#### Farbmessung L\*a\*b\*

Unter Einbeziehung aller untersuchten Tiere wiesen die Mittelwerte der einzelnen Teilstücke eine Normalverteilung auf. Allerdings konnten keine statistisch

signifikanten Unterschiede zwischen verschiedenen Muskelgruppen festgestellt werden. Der *Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest* ergab für die Mittelwerte der Teilstücke aller weiblichen Tiere und auch aller jungen Tiere bezüglich der Parameter  $L^*a^*b^*$  eine Normalverteilung ( $p > 0,05$ ). Der Test auf Signifikanz durch *einfaktorielle Anova* erbrachte beim Vergleich der Altersgruppen auf der Basis aller weiblichen Tiere lediglich bei den  $b^*$ -Werten der Teilstücke *Forerib* und *Rump* signifikante bzw. sehr signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,01$ ). Der Unterschied der Mittelwerte der Parameter  $L^*a^*b^*$  zwischen den Geschlechtern basierend auf den jungen Tieren zeigte mit Ausnahme vom  $b^*$  Wert bei *Fillet* ( $p \leq 0,05$ ) bei keinem Teilstück eine Signifikanz. Die Einzelwerte sind im **Anhang** einzusehen.

## 5 Diskussion

### 5.1 Allgemeines

Fleisch vom Dromedar wird in der Literatur häufig als mögliche, mengenmäßig ausbaufähige Proteinquelle in wenig entwickelten Ländern bezeichnet (TEKA, 1991 b). In Anbetracht dessen, aber auch im Hinblick auf eine mögliche Einführung auf dem deutschen Markt ist es nötig, seine Qualitätsmerkmale genauer zu charakterisieren. Für den Verbraucher soll eine ausreichende Transparenz geschaffen werden, was von dieser Fleischsorte zu erwarten ist. Auch wird in der Literatur das Fleisch vom Dromedar häufig mit Rindfleisch verglichen (SHALASH, 1979; TEKA, 1991 b; WILLIAMS, 2002). Ein Vergleich der eigenen Analysen mit Daten aus der Literatur, welche jedoch zum Teil auf unterschiedlichen Untersuchungsmethoden basieren, scheint zunächst sinnvoll.

Schon allein angesichts der schwierigen gesetzlichen Lage bezüglich einer Einfuhr von Kamelfleisch aus Drittländern in die EU, wird sich ein Angebot in Deutschland schwer etablieren können. Es müssen zahlreiche Vorgaben seitens der EU erfüllt werden, um den Status eines für bestimmte Produkte einfuhrberechtigten Drittlandes zu erhalten. Dies ist unter Umständen mit nicht unerheblichen Kosten, einem grossen Verwaltungsaufwand und Umstrukturierungsmaßnahmen im jeweiligen Exportland verbunden. Da die so entstehenden Kosten auch einen Einfluss auf die preisliche Gestaltung des Produktes beim Endverbraucher erwarten lassen, wird zu prüfen sein, ob ein Import von Kamelfleisch in die EU, in Ermangelung verfügbarer Bestände in der EU selbst, aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist.

Die Frage, inwiefern im Zuge des globalen Handels neben Schwein, Rind und Geflügel vermehrt auch exotische Fleischsorten eine Bedeutung auf dem deutschen Markt erlangen können, wird in der Literatur kritisch beurteilt. Der Verzehr exotischer Fleischarten stellt danach keine Konkurrenz für den traditionellen Rind-, Schweine- und Geflügelfleischverzehr dar. Ausschlaggebend sind unter anderem der Preis und die Tatsache, dass kein grundlegender substratbezogener Unterschied zu dem besteht, was der Verbraucher bisher gewöhnt ist (BRANSCHIED, 2000).

Trotz dieser Bedenken ist es nötig, für den Fall einer Öffnung des Marktes aufgrund von EU-Entscheidungen, Vorbereitungen zu treffen. Dazu wurde zunächst der Bereich der substantiellen Qualitätsparameter überprüft.

Wie bereits oben erwähnt erfolgte im Zuge der Auswertung der Untersuchungsergebnisse eine für derartige biometrische Daten übliche statistische Überprüfung mit Hilfe von SPSS für Windows Version 12.0 (SPSS Inc., 2003). Dabei wurde jedoch deutlich, dass bei der Inhomogenität der Probenauswahl diese Form der Auswertung zwar rechnerisch korrekt ausgeführt werden konnte, die Ergebnisse aber trotz entstehender Signifikanzen sehr kritisch zu betrachten sind. Das führte

dazu, dass die Ergebnisse häufig nur gegen sich selber abgewogen werden konnten, da entsprechendes Datenmaterial vom Dromedar nur eingeschränkt zur Verfügung steht. Zudem ist eine kritiklose Übertragung von Daten anderer Tierarten, wie Rind und Schaf, auf solche vom Dromedar nicht unproblematisch. Es ist allenfalls eine orientierende Einordnung von Kamelfleisch bezüglich seiner substantiellen Zusammensetzung möglich. Die folgende Diskussion ist demnach unter Würdigung dieses Sachverhaltes zu betrachten.

## 5.2 Vergleich eigener Ergebnisse mit Daten aus der Literatur

### 5.2.1 Vergleich eigener Ergebnisse mit Fremddaten vom Kamel

#### Chemische Untersuchung

Wie es bereits in Arbeiten von SHALASH (1979) sowie DAWOOD und ALKANHAL (1995) formuliert wurde, zeigten die Ergebnisse der eigenen chemischen Untersuchungen in Übereinstimmung mit der Literatur grundsätzlich signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ) zwischen verschiedenen Muskelgruppen bei den einzelnen Parametern Wasser, Rohprotein (RP), Fett, Asche und Bindegewebsprotein (BE). Hierbei ist zu erwähnen, dass bei der Betrachtung des Gesamtdurchschnitts jeweils alle beprobten Tiere, unabhängig von Alter und Geschlecht, berücksichtigt wurden. Ursache für die so ermittelten Unterschiede zwischen den Teilstücken dürften unter anderem deren unterschiedliche Lokalisation im Körper sein. Aber auch die Schnittführung bei der Gewinnung der Teilstücke ist von Bedeutung (SHALASH, 1979; EL-GASIM und ALKANHAL, 1992; HERRMANN und FISCHER, 2004). Es bestehen unterschiedlich intensive Anforderungen des Bewegungsapparates an die einzelnen Muskelgruppen. Das resultiert in einer dementsprechend angepassten unterschiedlichen geweblichen und letztlich auch chemischen Zusammensetzung der einzelnen Muskeln.

Wird auf der Basis der ermittelten Durchschnittswerte eine **Rangfolge** gebildet, ergeben sich die Verhältnisse für die einzelnen Teilstücke wie folgt:

→							
<b>Wasser</b>	Knuckle	Topside	Fillet	Shoulder	Rump	Brisket	Forerib
<b>RP</b>	Shoulder	Topside	Knuckle	Fillet	Rump	Brisket	Forerib
<b>Fett</b>	Forerib	Brisket	Rump	Shoulder	Fillet	Topside	Knuckle
<b>Asche</b>	Fillet	Topside	Shoulder	Rump	Knuckle	Brisket	Forerib
<b>BE</b>	Brisket	Knuckle	Topside	Shoulder	Forerib	Rump	Fillet

**Tab. 52:** Absteigende Rangfolge entsprechend der Ergebnisse in **Tab. 28**

Wie in der Rangfolge (**Tab. 52**) ersichtlich, bestanden auffällige **Tendenzen**. Bestimmte Teilstücke wie *Forerib*, *Brisket* und *Rump* fielen beispielsweise durch

einen relativ hohen Fett- und Proteingehalt auf. Der Gehalt an Bindegewebeseiweiß erwies sich erwartungsgemäß beim Teilstück *Fillet* als am niedrigsten. Das Filet ist bereits bei anderen Tierarten als ausgesprochen zart, mit feiner Faserstruktur und hohem Genusswert bekannt (N.N., 1998 a). Allgemein gilt, dass durch die relativ ungünstige biologische Wertigkeit von Kollagen, die biologische Wertigkeit von Fleisch mit steigendem Bindegewebsanteil abnimmt (SEUSS-BAUM, 1998). Daneben fiel auf, dass die Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Wasser genau entgegengesetzt der Rangfolge für den Fettgehalt verlief. Die statistische Überprüfung konnte eine negative Korrelation von Wasser- und Fettgehalt und somit auch entsprechende Ausführungen von DAWOOD und ALKANHAL (1995) bestätigen. Da der Versuch einer Korrelation von RP/Fett und Wasser/RP keine eindeutigen Ergebnisse erbrachte, kann an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden.

Bezüglich der **absoluten Zahlen** der chemischen Untersuchungsergebnisse wurden im Vergleich zu den Daten aus der Literatur (**Tab. 22**) bei der Betrachtung des Gesamtdurchschnitts ähnliche Werte erzielt. Die eigenen Ergebnisse für Wasser (77,3%), Rohprotein (18,9%), Fett (2,9%) und Asche (1,0%) (gerundet) wichen nur geringfügig von den Durchschnittswerten nach HERRMANN und FISCHER (2004) oder EL-GASIM und ALKANHAL (1992) ab. Dabei ist zu beachten, dass es sich jeweils um Tiere unterschiedlicher geografischer Herkunft handelt, was unter Umständen zu leichten Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung des Fleisches führen kann, wie es schon ENDER und AUGUSTINI (1998) für das Rind beschrieben haben. Allerdings existiert beim Kamel keine vergleichbar intensive Selektion hinsichtlich einer bestimmten Nutzungsrichtung, wie beim Rind (SCHWARTZ und WALSH, 1992). Auch eine unterschiedliche Fütterung kann zu Unterschieden in der Zusammensetzung von Fleisch führen (SHALASH, 1979; EL-GASIM und ALKANHAL, 1992; HOFMANN, 1998). Zum Vergleich der eigenen Ergebnisse mit bereits vorhandenen Daten vom Dromedar bezüglich des Parameters Bindegewebeseiweiß, stand keine entsprechende Literatur zur Verfügung. Die Ergebnisse von chemischen Untersuchungen bei Kamelfleisch, gegliedert nach Teilstücken, finden sich in der Literatur nur teilweise wieder. Selbst wenn dort einzelne Teilstücke untersucht wurden ist unklar, ob diese genau den Muskelpartien der eigenen Untersuchungen entsprechen. Demnach sind Abweichungen zwischen Literaturangaben (**Tab. 22**) und den eigenen Ergebnissen (**Tab. 28**) erwartungsgemäß vorhanden.

Das Geschlecht und das Alter gehören mit zu den endogenen Faktoren mit Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit und haben nach ENDER und AUGUSTINI (1998) besonders beim Rind eine grosse Bedeutung. Bezüglich der Frage von Auswirkungen des **Geschlechts** auf die Ergebnisse der chemischen Untersuchung bei den einzelnen Teilstücken vom Dromedar ließ sich feststellen, dass bezüglich des Wassergehaltes kein geschlechtsspezifischer Unterschied bestand. Nur beim Proteingehalt zeigten sich signifikante ( $p \leq 0,05$ ) bis sehr signifikante ( $p \leq 0,01$ )

Unterschiede bei allen Teilstücken mit Ausnahme von *Brisket*. Das spricht für einen Einfluss des Geschlechts auf den Proteingehalt von Dromedarfleisch, mit höheren Werten beim männlichen, jungen Tier. Weitere eindeutig geschlechtsbeeinflusste Verhältnisse bestanden bei den übrigen chemischen Parametern den eigenen Ergebnissen zufolge nicht. Zwar zeigten die weiblichen Tiere bei allen Teilstücken höhere Mittelwerte bezüglich des Fettgehaltes, die Unterschiede erwiesen sich jedoch als nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). In Ermangelung geeigneten Tiermaterials konnte die Aussage von SHALASH (1979), ältere weibliche Tiere würden höhere Fettgehalte aufweisen, nicht verifiziert werden.

ENDER und AUGUSTINI (1998) beschreiben einen Einfluss des **Alters** beim Rind und weisen dort u.a. auf den höheren Fettgehalt des Fleisches älterer Tiere hin. LENGERKEN et al. (1998) konnten dies auch beim Schwein beobachten. Im Verlauf der eigenen Untersuchungen beim Dromedar ließen sich beim Wassergehalt stets höhere Werte bei den jüngeren weiblichen Tieren feststellen, eine Beobachtung, die jedoch abgesehen von *Fillet*, ohne Signifikanz blieb. Somit konnten dadurch entsprechende Angaben von *Shalash* (1979) sowie *Dawood* und *Alkanhal* (1995) in der Literatur nur eingeschränkt bestätigt werden. Den Aussagen derselben Autoren zufolge wären beim Protein-, Fett- und Aschegehalt niedrigere Ergebnisse bei jungen (< 5 Jahre), als bei älteren Tieren zu erwarten. Zumindest beim Protein- und Fettgehalt konnte dies infolge der eigenen Untersuchungen bei einer reinen Betrachtung der Mittelwerte bei den meisten Teilstücken beobachtet werden, die Auswertung der jeweiligen Differenzen brachte jedoch kein signifikantes Ergebnis. Der Aschegehalt zeigte keine auffälligen Tendenzen bezüglich eines Alterseinflusses, wohingegen der Gehalt an Bindegewebeseiweiß tendenziell bei den jüngeren Tieren größer ausfiel. Dies machte sich jedoch statistisch nicht bemerkbar. Der Wassergehalt der Teilstücke von Tieren unter drei Jahren erwies sich im Vergleich zu den Angaben von DAWOOD und ALKANHAL (1995) (**Tab. 22**) bei fast allen Teilstücken als höher, als deren Werte. Der Proteingehalt lag in den eigenen Untersuchungen stets und der Fettgehalt, wie auch der Aschegehalt, meist unter den Werten der o.g. Autoren. Dabei muss bedacht werden, dass bei den eigenen Untersuchungen nur weibliche Tiere berücksichtigt werden konnten, wohingegen besagte Tiere in **Tab. 22** männlichen Geschlechts waren. Unter Umständen kamen in dem Fall die geschlechtsabhängigen Unterschiede zum tragen, welche in der Statistik zwar nur zum Teil signifikant waren (s.o.), bei der deskriptiven Auswertung jedoch beobachtet werden konnten.

### pH-Wert

Der in den eigenen Untersuchungen gemessene **pH-Wert** lag nach 2 h p.m. je nach Teilstück zwischen 6,41 und 6,84. Dieses Ergebnis war in etwa mit Beobachtungen von EL-GASIM und EL-HAG (1992) vergleichbar, welche nach 40 Minuten p.m. einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,8 feststellen konnten. Wie schon bei



EL-GASIM (1999) beschrieben, sank auch im Zuge der eigenen Messungen der pH-Wert im Verlauf der Lagerung ab. Die Zeit, nach welcher der niedrigste gemessene Wert zwischen 5,75 - 5,98 erreicht wurde, lag in der Regel zwischen 56 h und 72 h p.m. Dies bestätigte z.T. die Angaben von EL-GASIM und EL-HAG (1992), die von einem Abfall des pH-Wertes innerhalb von 72 h auf Werte zwischen 5,6 und 5,7 sprechen. Die niedrigeren Werte bei o.g. Autoren könnten für einen höheren Glykogengehalt in der Muskulatur ihrer untersuchten Tiere sprechen, denn der End-pH ist abhängig vom Glykogengehalt der Muskulatur a.m. (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Letzterer kann unter Stresseinfluss a.m. verringert sein (PETERS und SIELAFF, 1996) und folglich zu höheren End-pH-Werten führen. Auch muss die Pufferwirkung von Blut bei einer möglicherweise mangelhaften Entblutung bedacht werden. Der Zeitpunkt des niedrigsten gemessenen Wertes erwies sich entsprechend den eigenen Untersuchungen als abhängig vom Teilstück, da manche bereits nach 56 h den niedrigsten Wert erreichten. Eine Erklärung könnte ein variierender Glykogengehalt in den einzelnen Muskeln sein (PETERS und SIELAFF, 1996; HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998), aber auch der Fett- und Bindegewebsgehalt soll nach PETERS und SIELAFF (1996) einen Einfluss auf den pH-Wert-Verlauf p.m. haben. Letzterer Zusammenhang konnte bei der Betrachtung der eigenen Daten nicht hergestellt werden.

### Kalorimetrie

Wie auch schon beim Fettgehalt zu beobachten war, wiesen verschiedene Muskelgruppen in den eigenen Untersuchungen signifikante Unterschiede im **Energiegehalt** auf. Auch ließ sich eine positive Korrelation zwischen dem Fettgehalt und dem Energiegehalt herstellen, wenn auch bei einer unterschiedlichen Signifikanz, welche sich wiederum als abhängig vom Teilstück erwies. Bei Erstellen der Rangfolge ergab sich für die Teilstücke eine fast identische Reihenfolge für den Energiegehalt, wie beim Fettgehalt.

→							
<b>Energie</b>	Forerib	Rump	Brisket	Shoulder	Fillet	Topside	Knuckle

**Tab. 53:** Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Energiegehalt

Einzig das Teilstück *Rump* lag vor *Brisket*, obwohl letzteres dem Fettgehalt nach, bei einer zugrundegelegten Abhängigkeit des Energiegehaltes, weiter vorne liegen müsste. Eine Ursache dafür könnte der durchschnittlich höhere Proteingehalt sein. Eine rechnerische Überprüfung ergab jedoch bezüglich der Rangfolge dasselbe Ergebnis. Die genaue Ursache für diese Gegebenheit konnte folglich nicht eruiert werden. Es muss jedoch beachtet werden, dass es sich bei den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen um Durchschnittswerte handelt, welche abhängig von der untersuchten Probenzahl beeinflusst werden können.

## Farbmessung

Die Ergebnisse der **Farbmessung** ( $L^*a^*b^*$ -Werte) warfen Probleme im Sinne der Vergleichbarkeit mit Daten aus der Literatur aufgrund abweichender Messzeitpunkte oder Messmethoden auf. Auch konnten aus der Literatur keine Daten über Farbmessungen bei exakt entsprechenden Teilstücken zum Vergleich herangezogen werden. Zudem wurde nicht der Verlauf der Farbveränderung gemessen, sondern der aktuelle Zustand der Fleischfarbe nach einer Lagerung von 3-4 Tagen unter Kühlbedingungen. Diese Daten sind lediglich als Anhaltspunkt zu werten. Ähnlich wie bei der chemischen Analyse, wurde für die Werte  $L^*a^*b^*$  jeweils zur groben Orientierung eine Rangfolge der Teilstücke gebildet, allerdings wurde dabei der gesamte untersuchte Tierpool berücksichtigt:

→							
<b>L*</b>	Knuckle	Brisket	Topside	Shoulder	Forerib	Rump	Fillet
<b>a*</b>	Rump	Forerib	Brisket	Fillet	Shoulder	Topside	Knuckle
<b>b*</b>	Rump	Brisket	Shoulder	Topside	Knuckle	Forerib	Fillet

**Tab. 54:** Rangfolge der Teilstücke für die Parameter  $L^*a^*b^*$

Davon, dass zwischen verschiedenen Teilstücken farbliche Unterschiede herrschen, berichten schon BABIKER und YOUSIF (1990). Im Gegensatz zu den Ausführungen von HONIKEL (1998 b) erwies sich in den eigenen Untersuchungen das *Fillet* als das Teilstück mit dem geringsten Helligkeitswert ( $L^*$ ), da nach den Ausführungen des o.g. Autors üblicherweise die Gliedmaßenmuskulatur dunkler erscheinen soll. Dafür gibt es bei Betrachtung der Rangfolge auf der Basis der eigenen Ergebnisse keinen Anhaltspunkt. Die positiven  $a^*$ -Werte sprachen bei allen Teilstücken für eine Farbtenenz in den roten Bereich. Es gilt prinzipiell, dass je intensiver der rote Farbton der Muskulatur erscheint, desto höher ist in der Regel der Myoglobingehalt (HONIKEL, 1998 b). Auch diesbezüglich stimmten die ermittelten Werte bei der Gliedmaßenmuskulatur (z.B. *Topside*, *Shoulder*) nicht mit Beobachtungen von HONIKEL (1998 b) aus der Literatur überein, welcher der Gliedmaßenmuskulatur aufgrund eines relativ hohen Myoglobingehaltes den intensivsten Rotton zuspricht. *Rump* wies, wie in **Tab. 54** ersichtlich, den intensivsten roten Farbton auf und war das einzige Teilstück der untersuchten Gliedmaßenmuskulatur, welches mit den o.g. Literaturangaben konform ging. Die durchweg positiven  $b^*$ -Werte gaben einen Gelbanteil an der Muskelfarbe der untersuchten Dromedare an und lagen ebenfalls beim Teilstück *Rump* am höchsten.

Bezüglich farblicher Schwankungen in der Muskulatur ist zu bedenken, dass die Fleischfarbe nicht nur vom Myoglobingehalt in der Muskulatur abhängt, welcher wiederum beeinflusst wird durch Rasse, Tierart, Alter und Ernährungszustand. Vielmehr ist sie auch abhängig vom pH-Wert, von der Lagerungstemperatur und vom Kontakt der Muskulatur mit Luftsauerstoff (HONIKEL, 1998 a; HONIKEL, 1998 b). Da die o.g. Werte lediglich auf Durchschnittswerten basieren, welche von einer

inhomogenen Tiergruppe gewonnen wurden und die Messungen aus technischen und organisatorischen Gründen nicht alle zum gleichen Zeitpunkt p.m. durchgeführt werden konnten, wären o.g. Beobachtungen erklärbar. Bei Lagerungstemperaturen von Fleisch zwischen 5 - 6°C konnten nach POTTHAST (1986) bereits Farbveränderungen nach drei Tagen beobachtet werden. Da leichte Schwankungen der Lagerungstemperatur aufgrund des weiten Transportweges nicht ausgeschlossen werden können, ist auch dieser Faktor zu bedenken. Zudem könnten aufgrund der beim Dromedar praktizierten Halal-Schlachtung, im Vergleich zur Schlachttechnik in Europa, Abweichungen bei der Entblutung aufgetreten sein. Denn ein grosser Anteil an Hämoglobin, welches bei schlechter Entblutung in der Muskulatur verbleibt, kann zu Farbabweichungen führen. Auch die Lagerung p.m. verursacht je nach Positionierung des Schlachtkörpers ein Versacken des Restblutes in jeweils unterschiedliche Körperregionen und somit farbliche Unterschiede.

Nach HONIKEL (1998 b) soll das **Alter** bei der Fleischfarbe eine Rolle spielen. Bezogen auf die Helligkeit ( $L^*$ ) wiesen die jüngeren Tiere in den Untersuchungen zwar höhere Werte als die älteren Tiere auf, jedoch ohne eine echte statistische Signifikanz. Die Beobachtung eines helleren Fleisches bei jungen Tieren findet sich auch bei HIDANE et al. (2002). Die Intensität der roten Farbe ( $a^*$ ) lag bei den älteren Tieren über der der jüngeren Tiere, wenn auch erneut ohne statistische Signifikanz. Dennoch deckt sich dies mit der Literatur, derzufolge der Myoglobingehalt der Muskulatur und daher auch die Farbsättigung mit dem Alter zunimmt (HONIKEL, 1998 b). Die  $b^*$ -Werte (Gelbanteil) lagen tendenziell bei den älteren Tieren höher, ließen jedoch keine eindeutige Aussage zu.

Auch bezüglich eines Einflusses des **Geschlechts** ließen sich nur bedingt Aussagen treffen. So zeigten sich die  $L^*$ -Werte bei den männlichen Tieren über denen der weiblichen Tiere, jedoch ohne ein statistisch signifikantes Ergebnis. Auch die Angaben bei HIDANE et al. (2002), nach welchen das Fleisch männlicher Tiere etwas dunkler sein soll, konnten demnach nicht verifiziert werden. Umgekehrt verhielt es sich bei den  $a^*$ - und  $b^*$ -Werten, bei denen die weiblichen Tiere zwar höhere Werte aufwiesen, aber keine Signifikanz gegeben war.

### **Auspressbare Gewebsflüssigkeit**

Bei der Ermittlung des auspressbaren Gewebewassers konnten signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Muskelgruppen festgestellt werden. Eindeutige Korrelationen zum Wassergehalt oder zum Bratsaftverlust der Teilstücke bestanden nicht. Dies bestätigte die Aussage von HAMM (1972), demzufolge keine Beziehung zwischen dem Wassergehalt des Fleisches und dem Wasserbindungsvermögen (WBV) vorliegt. Im Übrigen konnte ein Einfluss des Alters oder des Geschlechts schon im Ansatz ausgeschlossen werden.

→							
Q	Fillet	Shoulder	Rump	Forerib	Brisket	Knuckle	Topside

**Tab. 55:** Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Q

Die gebildete Rangfolge auf der Basis der Mittelwerte aller untersuchten Tiere ergab keinen erkennbaren Zusammenhang mit den gebildeten Rangfolgen der Teilstücke anderer Parameter.

### Bratsaftverlust

Beim Erhitzen von Fleisch sind prinzipiell hohe Wasserverluste bis zu 40 - 45% des Gesamtgewichts möglich (HONIKEL, 1998 b). Der **Bratsaftverlust** von Kamelfleisch soll jedoch höher als bei Rindfleisch ausfallen (BABIKER und TIBIN, 1989). Bei gegrilltem Kamelfleisch liegt nach HASHIM (2003) ein Bratsaftverlust von etwa 36,4% vor, welchen der Autor als relativ groß bezeichnet. DAWOOD (1995) stellte einen signifikanten Einfluss der Art des Teilstücks, aber auch des Alters und auf den Koch- bzw. Bratsaftverlust fest. Gegrillt ergaben verschiedene Teilstücke vom Dromedar in der Literatur Bratsaftverluste zwischen 37,23 und 40,57%. Das Fleisch sehr junger Tiere (8 Monate) wies dabei die höchsten Verluste auf (DAWOOD, 1995). Ähnliche Werte konnten in den eigenen Versuchen ermittelt werden und lagen mit einem Gesamtdurchschnitt von 36,5% je nach Teilstück zwischen 32,1% und 38,7%. Unterschiede zwischen verschiedenen Muskelgruppen erwiesen sich als statistisch signifikant. Teilstückabweichungen beim Bratsaftverlust kommen nach DAWOOD (1995) unter anderem durch die temperaturabhängige Denaturierung von Kollagen zustande. Durch eine unterschiedliche mechanische Beanspruchung der Muskeln ist auch die Verteilung von Bindegewebe unterschiedlich (DAWOOD, 1995). Zwischen dem BE-Gehalt der Teilstücke und der Menge des Bratsaftverlustes aus den eigenen Untersuchungen konnte jedoch kein entsprechender Zusammenhang hergestellt werden.

→							
Bratsaft	Topside	Rump	Brisket	Fillet	Knuckle	Shoulder	Forerib

**Tab. 56:** Rangfolge der Teilstücke für den Parameter Bratsaftverlust

Der zur Verfügung stehende Datenpool konnte für die Untersuchung im Hinblick auf einen möglichen **Alterseinfluss** nicht verwendet werden. In den eigenen Untersuchungen bezüglich eines Einflusses des **Geschlechts**, zeigten sich bei den meisten Teilstücken höhere Werte bei den männlichen Tieren, jedoch ohne Signifikanz. Desweiteren bestanden keine aussagekräftigen Korrelationen zwischen dem Bratsaftverlust und dem Wassergehalt einerseits, sowie dem auspressbaren Gewebewasser andererseits. In diesem Zusammenhang sei erneut auf HAMM (1972) verwiesen, nach welchem keine Beziehung zwischen dem Wassergehalt des Fleisches und dem WBV vorliegt. Die Sichtung der Literatur erbringt häufig Daten zum Kochsaft- oder zum Tropfsaftverlust. Die Werte beruhen jedoch auf einer

anderen Methode zur Ermittlung der Wasserbindung im Muskel und sind somit nicht direkt vergleichbar. Wasserverluste kommen jeweils durch verschiedene Vorgänge zustande, welche von der Bearbeitungsmethode des Fleisches abhängig sind (**Kap. 2.5.1.5**). So werden z.B. bei der Erhitzung Zellmembranen zerstört und Proteine denaturiert (HONIKEL, 1998 b).

### **Sensorik**

Die in verschiedenen Abstufungen zu beobachtende grau-braune Färbung des Probenmaterials lässt sich auf das durch die relativ grosse Hitzeeinwirkung denaturierte Myoglobin zurückführen. Die Farbe des Fleisches ist abhängig von der auf das Myoglobin einwirkenden Temperatur und fällt bei 70 - 75°C tendenziell grau aus (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998). Dazu kommen neben der Karamelisierung von Kohlenhydraten die Vorgänge der nicht-enzymatischen Bräunung, welche auch unter dem Begriff der Maillard-Reaktion zusammengefasst werden. Diese treten bei der Wärmebehandlung von Fleisch auf und beinhalten eine komplexe Umsetzung von reduzierten Zuckern mit Aminosäuren, Peptiden und/oder Proteinen. Es werden neben braunen Pigmenten auch Geruchs- und Geschmacksstoffe gebildet (SIELAFF, 1996). Die Beschreibung des Geschmackes von Dromedarfleisch reicht in der Literatur von süßlich (SHALASH, 1979; TANDON et al., 1988; DAOUDI, 2003) bis salzig (SALHAB und AL-MERESTANI, 2002). Zartheit und Geschmack hängen DAWOOD (1995) zufolge vom jeweiligen Teilstück ab, wobei die eigenen Untersuchungen keine klare Zuordnung der abweichenden Geschmacksmerkmale und der als besonders zäh empfundenen Proben zu bestimmten Teilstücken, Alters- oder Geschlechtsgruppen erkennen ließen. Insgesamt überwog ein fader Geschmack, welcher bisweilen durch das entstandene rauchige Grillaroma ergänzt wurde. Es ist zu beachten, dass das Probenmaterial ungewürzt sensoriert wurde. Der Geruchseindruck „frisch nach Fleisch“ mit einer teils schwachen Grillkomponente überwog bei den meisten untersuchten Teilstücken. Der als muffig oder säuerlich empfundene Geruch einiger Proben konnte nicht mit anderen Probeneigenschaften, wie z.B. einem hohen Fettgehalt, dem Alter oder dem Geschlecht in Verbindung gebracht werden. Das weist unter Umständen auf externe Einflussfaktoren wie z.B. chemische oder mikrobielle Veränderungen hin. Geschmacklich konnten o.g. Geruchsabweichungen jedoch nicht bestätigt werden.

## **5.2.2 Vergleich eigener Ergebnisse mit Fremddaten von Rindfleisch**

### **Chemische Untersuchung**

Ein Vergleich des eigenen Datenmaterials mit Vergleichsdaten vom Rind aus der Literatur gestaltet sich schwierig, da es sich häufig um Durchschnittswerte unklarer Herkunft, wie z.B. die Auswahl der Teilstücke etc., handelt. Auch der Vergleich der in dieser Studie ermittelten Werte mit den in Souci et al. (2000) angeführten Durchschnittswerten für die chemischen Hauptbestandteile von Rindfleisch, ergab

einen ähnlich problematischen Sachverhalt. Es sind dort zwar Werte für verschiedene Muskeln aufgeführt, es handelt sich jedoch um Durchschnittswerte von einer unbekanntem Anzahl von Rindern unbekanntem Alters und unbekanntem Geschlechts. Dennoch wurden in Ermangelung einer direkten Vergleichsmöglichkeit der Teilstücke, aufgeteilt nach entsprechenden Altersgruppen und nach dem Geschlecht, die Werte nach SOUCI et al. (2000) gewählt, da zumindest eine Aufgliederung nach Teilstücken gegeben war. Dazu wurde an dieser Stelle lediglich der Mittelwert der eigenen Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Teilstücke gebildet und mit Durchschnittswerten vom Rind, entsprechend den Angaben nach SOUCI et al. (2000) verglichen. Höhere oder niedrigere ermittelte Durchschnittswerte beim Dromedar sind in **Tab. 57** entsprechend markiert:

Teilstück-Rind	Wasser [%]	Rohprotein [%]	Fett [%]	Asche [%]	Energie [J/g]
Brisket/ Brust	66,4 ↑	18,6 ↓	14,0 ↓	1,00 ↓	8340 ↓
Fillet/ Filet	73,4 ↑	21,2 ↓	4,00 ↓	1,15 ↓	5080 ↓
Forerib/ Hochrippe	69,8 ↑	20,6 ↓	8,05 ↓	1,05 ↓	6470 ↑
Knuckle/ Kugel	-	-	-	-	-
Rump/ Hüfte	74,2 ↑	21,5 ↓	2,35 ↑	1,05 ↓	4520 ↑
Shoulder/ Bug	73,1 ↑	20,2 ↓	5,30 ↓	1,00 ↑	5400 ↓
Topside/ Oberschale	73,7 ↑	20,7 ↓	4,53 ↓	1,10 ↓	5190 ↓
Reines Muskelfleisch	74,1	22,0	1,90	1,23	4550

**Tab. 57:** Chemische Parameter bei verschiedenen Teilstücken des Rindes (nach SOUCI et al., 2000)  
 ↑ höhere Werte beim Dromedar; ↓ niedrigere Werte beim Dromedar

Bei allen Teilstücken vom Dromedar lag der **Wassergehalt** durchweg über dem der entsprechenden Teilstücke vom Rind. Diese Tatsache deckt sich mit den Beobachtungen von BABIKER und TIBIN (1989), EL-FAER et al. (1991), MANSOUR und AHMED (2000) sowie HERRMANN und FISCHER (2004). Die Unterschiede zwischen den Werten vom Dromedar und vom Rind lagen durchschnittlich bei 5,6% und erreichten je nach Teilstück 3,0%(Rump) - 10,3%(Brisket). Diese Spanne überschritt die Angaben von EL-FAER et al. (1991), der diese mit 5-8% angibt. Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf abweichende zugrundegelegte Vergleichsdaten vom Rind und die Betrachtung anderer Teilstücke zurückzuführen. Der **Proteingehalt** erwies sich dagegen beim Dromedar stets als etwas niedriger. Dies geht mit Angaben aus der Literatur konform (HERRMANN und FISCHER, 2004). Die Unterschiede bewegten sich, bei einem Durchschnitt von 1,6%, zwischen 0,4% und 3,1% und zeigten sich abhängig vom Teilstück. Die Aussage von SHALASH (1979), der Proteingehalt älterer Dromedare (> 5 Jahre) läge etwas über den Werten vom Rind, ließ sich beim Vergleich der eigenen Untersuchungen mit den Angaben nach SOUCI et al. (2000) für das Rind nicht bestätigen. Schon BABIKER und TIBIN (1989), EL-FAER et al. (1991) und MANSOUR und AHMED (2000) weisen auf einen geringeren **Fettgehalt** beim Fleisch vom Dromedar hin. Außer beim Teilstück Rump (Hüfte) lag auch in den eigenen Untersuchungen der prozentuale Fettgehalt beim Dromedar bei allen übrigen Teilstücken unter dem des Rindes. Beim **Aschegehalt** fiel der jeweilige

Anteil beim Dromedar, bis auf *Shoulder* (Bug), geringer aus, was auf einen geringeren Anteil an anorganischen Verbindungen, wie z.B. Mineralstoffen, schließen lässt. Über den Gehalt an **Bindegewebe** beim Rind ergab die Literaturrecherche keine auswertbaren Daten.

### pH-Wert

Der **pH-Wert**-Verlauf sank beim Dromedar bis zu einem gemessenen End-pH-Wert von ca. 5,75 - 5,98 ab. Der End-pH-Wert war in der Regel spätestens nach 72 h p.m. erreicht. In der Literatur werden für das Rind mitunter niedrigere End-pH-Werte angegeben, die Spanne reicht jedoch, abhängig von der Quelle, von 5,4 bis 6,2 (HONIKEL, 1998 b; BABEL, 2001). Nach HONIKEL (1998 b) hat die Art des Muskels einen Einfluss auf den End-pH-Wert. Abhängig von der Lagerungstemperatur und dem bakteriellen Status dauert der pH-Wert-Abfall beim Rind etwa 36 - 48h (Honikel, 1998 b). Der längere Zeitraum beim Dromedar ist unter Umständen auf einen höheren Glykogengehalt der Muskulatur zurückzuführen. Dieser wurde bereits von verschiedenen Autoren beschrieben (SHALASH, 1979; TANDON et al., 1988; DAUDI, 2003). Dies lässt sich jedoch zunächst schwer mit den ermittelten höheren End-pH-Werten vereinbaren, da ein höherer Glykogengehalt auch zu niedrigeren pH-Werten führen müsste. Allerdings ist der pH-Wert-Verlauf nicht nur von der verfügbaren Menge an Glykogen a.m. abhängig, sondern auch von Faktoren wie der Lagerungstemperatur, physiologischen Stoffwechselunterschieden, dem Ausblutungsgrad sowie dem Fett- und Bindegewebsgehalt der Muskulatur (PETERS und SIELAFF, 1996). Die Kühlung verursacht beispielsweise eine Verlangsamung der Vorgänge p.m.. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass es sich bei den eigenen Messungen nicht um einen echten End-pH-Wert handelt, da aus technischen Gründen eine Lücke von 24 h zwischen dem gemessenen niedrigsten pH-Wert und dem höheren pH-Wert der Folgemessung besteht. Der Unterschied zwischen diesen beiden Messungen ist jedoch so gering, dass ein weiterer bedeutender Abfall des pH-Wertes innerhalb dieser Zeitlücke unwahrscheinlich scheint. Auch deckt sich der leichte Anstieg des pH-Wertes nach der niedrigsten Messung mit der Aussage von HOFMANN (1986), welcher einen konstanten pH-Wert nach der Glykolyse und einen im Verlauf der Lagerung bzw. Reifung geringfügigen Anstieg um ca. 0,1 pH-Einheiten angibt. Auch hier sei auf die Möglichkeit einer Pufferwirkung von Restblut in der Muskulatur infolge unzureichenden Entblutens hingewiesen.

### Kalorimetrie

Da eine Abhängigkeit zwischen dem Fettgehalt der Teilstücke und ihrem **Energiegehalt** besteht, wäre beim Rind aufgrund des höheren Fettgehaltes ein höherer Energiegehalt der Teilstücke zu erwarten (SEUSS-BAUM, 1998; HONIKEL, 2002). Es traten jedoch Abweichungen bei dem Teilstück *Forerib* auf,

welches beim Dromedar trotz eines geringeren Fettgehaltes als beim Rind einen höheren Energiegehalt aufwies. Dabei muss zum einen beachtet werden, dass es sich jeweils lediglich um Durchschnittswerte handelt. Mögliche Ursachen liegen jedoch auch in der Art der Bestimmung des Energiegehaltes, da bei der routinemäßigen Bestimmung eine Berechnung üblich ist (SOUCI et al., 2000; RITTER, 2003). Aufgrund der wissenschaftlichen Neuorientierung dieser Studie, wurde jedoch eine genaue Messung mit dem Kalorimeter durchgeführt. Das Teilstück *Rump* wies sowohl einen höheren Fettgehalt, als auch einen höheren Energiegehalt auf, als das Rind, sodass sich die Aussage, Dromedarfleisch sei fettärmer als Rindfleisch (BABIKER und TIBIN, 1989, EL-FAER et al., 1991; MANSOUR und AHMED, 2000) relativierte. Dazu sei erneut auf den Einfluss der unterschiedlichen geweblichen Zusammensetzung der Teilstücke an sich und des jeweiligen Teilstück-Zuschnittes verwiesen (SHALASH, 1979; EL-GASIM und ALKANHAL, 1992; HERRMANN und FISCHER, 2004).

### Farbmessung

Bereits die Sichtung der Literatur zeigte eine Uneinigkeit darüber, welchen Farbeindruck das Fleisch vom Dromedar im Vergleich zum Rind erweckt. Dabei war es schwierig, aufgrund des mangelnden geeigneten Datenmaterials einen aussagekräftigen Vergleich vorzunehmen, da es sich in der Literatur häufig um unterschiedliche Messmethoden zu unterschiedlichen Zeitpunkten handelt und auch einflussnehmende Umstände, wie Lagerung, Einwirkzeit von Luftsauerstoff etc. uneinheitlich sind. BABIKER und YOUSIF (1990) konnten beim Dromedar unter vergleichbaren Bedingungen höhere L<sup>\*</sup>-, a<sup>\*</sup>-, b<sup>\*</sup>-Werte feststellen, als beim Rind. Das würde hellerem Fleisch mit einem intensiver roten und gelblicheren Farbton entsprechen. BABIKER und TIBIN (1989) sind jedoch der Meinung, Kamelfleisch besäße ein blässeres Rot, als Rindfleisch. Zum Vergleich mit folgender Tabelle (**Tab. 58**) eignete sich, wenn auch nur annähernd, das Teilstück *Forerib* (inkl. *M. longissimus dorsi*) bei den jungen männlichen Tieren (pH < 6,1).

Farbmessung-Rind	Muskel	L <sup>*</sup>	a <sup>*</sup>	b <sup>*</sup>
Rind 1 Jahr (♂), pH < 6,1 <sup>1)</sup>	L.dorsi	43,3	14,44	10,68
Rind 1 Jahr (♂), pH ≥ 6,1 <sup>1)</sup>	L.dorsi	38,5	11,67	6,73
Kalb 28 Wo. (♂), pH < 6,1 <sup>2)</sup>	R.abd.	45,3-56,8	19,1-20,2	-

**Tab. 58:** L<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>-Werte beim Rind <sup>1)</sup> (nach ABRIL et al., 2001) <sup>2)</sup> (nach KLONT et al., 1999)

Beim Dromedar erwies sich der Helligkeitswert L<sup>\*</sup> höher, als beim Rind. Der a<sup>\*</sup>-Wert zeigte ein niedrigeres Ergebnis, die Intensität des Rottens war beim Dromedar folglich geringer. Der b<sup>\*</sup>-Wert beim Dromedar war im Gegensatz zum Rind negativ und die Farbe lag daher leicht im blauen Bereich. Da es bislang keine gesetzlich verankerten Normen für die Farbmessung von Fleisch gibt und die Bedingungen der Messungen aus der Literatur nicht vollständig mit den Verhältnissen bei den eigenen



Untersuchungen übereinstimmten, war lediglich der Vergleich der eigenen Daten untereinander, wie bereits oben beschrieben, sinnvoll.

### **Auspressbare Gewebsflüssigkeit**

Im Vergleich zu den Richtwerten nach der AVV (2002), lagen die Ergebnisse bei allen Teilstücken unter den Werten, die dort für das Rind und das Schwein angegeben werden. Niedrige Quotientenwerte sprechen für eine grosse auspressbare Flüssigkeitsmenge und zeigen eine geringe Wasserbindung des Fleisches an (N.N., 2002). Im Vergleich mit den Werten in **Tab. 19**, lag ein höherer Grad an auspressbarem Gewebwasser bei Dromedarfleisch vor. Ursachen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit in den physiologischen tierartlichen Unterschieden begründet. Da nach dem Auftauen die Wasserbindungskapazität laut DAWOOD (1995) signifikant erniedrigt ist und beim Transport der Proben per Luftfracht ein Anfrieren und späteres Auftauen des Materials nicht ausgeschlossen werden kann, ist diese Möglichkeit bei der Betrachtung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

### **Sensorik**

Bei der **sensorischen Beurteilung** der Teilstücke wurde der Großteil der Proben als relativ fest im Biss beurteilt. Daneben trat sehr häufig ein fader Geschmack auf. Das weist gegebenenfalls auf eine mangelnde Reifung des Fleisches hin. Da schon der Abfall des pH-Wertes beim Dromedar im Vergleich zum Rind von relativ langer Dauer (ca. 52 h - 72 h) war und bei der Reifung beim Rind ein Zeitraum von 14 d bis 6 Wochen möglich ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Reifung bei den Dromedaren zum Zeitpunkt der sensorischen Bewertung (ca. 3 - 4 d p.m.) noch nicht abgeschlossen war. Die Reifung spielt jedoch eine wichtige Rolle für die Zartheit (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998) und für die Entwicklung des Aromas (HECHT, 1986; PRÄNDL et al., 1988; SIELAFF und THIEMIG, 1990)

## **5.3 Richtwerte**

Sollte sich in der Zukunft in Deutschland eine Marktnische für Dromedarfleisch etablieren, ist es für die künftige Arbeit angezeigt, im Zuge der amtlichen Beurteilung einer abweichenden Fleischqualität über Richtwerte zu verfügen. Seit Bestehen des Fleischhygienegesetzes in Deutschland (1987) hat sich diese Vorgehensweise in Form der Verwaltungsvorschriften zum Fleischhygienegesetz (VwVFIHG), welche weiterentwickelt wurden und später als Allgemeine Verwaltungsvorschriften (AVV) in die Gesetzgebung Eingang fanden, bewährt (HANEKE und STOLLE, 1989). Zu diesem Zweck wurde der Versuch unternommen, für die verschiedenen Parameter anhand der für dieses Kollektiv ermittelten Daten, Tabellen mit Richtwerten für eine Rechtsvorschrift zu erstellen:

Chem. Param.	Wasser	RP	Fett	Asche	BE
Spanne	76,7-78,74	17,5-19,6	1,0-6,9	0,9-1,1	0,4-1,2
ø	77,3	18,9	2,9	1,0	0,9

Tab. 59: Richtwerte chemischer Parameter bei Dromedarfleisch

Physikal. Param.	pH-2 h p.m.	pH-min.	Q	Bratsaftverlust	L*	a*	b*
Spanne	6,41-6,84	5,75-5,98	0,31-0,38	34,5-38,7	-	-	-
ø	6,71	5,90	0,34	36,5	-	-	-

Tab. 60: Richtwerte physikalischer Parameter bei Dromedarfleisch

Voraussetzung für die Festlegung von Richtwerten ist das Vorhandensein von standardisierten Untersuchungsmethoden. Festgelegt sind dabei Arbeitsanweisungen, Stichprobenpläne u.ä. Diese Vorgehensweise ist international üblich (MÜLLER und WEBER, 1996) und im Fleischhygienerecht verankert (BRANDES und STOLLE, 1988). Damit ist das notwendige strenge System der Erfassung von wissenschaftlichen Daten vorgegeben und wurde in dieser Untersuchung an dem Prüfmaßstab „Dromedarfleisch“ praktiziert. Generell gilt auch hier die wissenschaftliche Grunderkenntnis, dass die Auswahl einer angemessenen Analyseverfahren, die Kenntnis der damit verbundenen Theorie und die Vertrautheit mit den Messverfahren erforderlich ist.

Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse in den eigenen Untersuchungen wurden diese nicht in Tab. 60 aufgenommen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die übrigen Werte jeweils nur unter Berücksichtigung der für den jeweiligen Parameter angewendeten Untersuchungsmethode und den damit in Zusammenhang stehenden Untersuchungsbedingungen, wie die verwendeten Teilstücke, der Tierpool etc., zu betrachten sind. Desweiteren ist zur Vervollständigung der Untersuchung auf die substantielle Beschaffenheit von Kamelfleisch die Analyse weiterer Parameter, wie die der elektrischen Leitfähigkeit, der instrumentellen Zartheitsmessung (Instron) oder die Messung mit dem Rigormeter notwendig (STOLLE, 2004). Auch die Gewinnung von Daten bezüglich chemischer Parameter wie Fettsäuren, Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe, Cholesterin und eine Beurteilung der hygienischen Qualität von Dromedarfleisch sowie die Rückstandsanalyse geben Anlass zu weiterer Forschung. Diese Arbeit sieht sich in diesem Zusammenhang als eine erste Sammlung von Basisdaten.

## 5.4 Kamelfleisch als zusätzliche Fleischsorte in der Angebotspalette Deutschlands

Das Fleisch jeder Tierart besitzt seine eigenen wertbestimmenden Eigenschaften, so auch das Fleisch vom Dromedar. Ungeachtet der üblichen Kriterien wie Verkehrswert, Nährwert etc., ist der **Genusswert** eine nur schwer einschätzbare

Größe. Jeder Konsument besitzt seine eigenen sensorischen Präferenzen, welche erheblichen Schwankungen unterworfen sein können. Beispielsweise kann ein Lebensmittel während einer Urlaubsreise als wohlschmeckend empfunden werden und dessen sensorische Einstufung nach der Rückkehr in das heimische Milieu jedoch durchaus negativ sein. Dazu kommen, wie bereits in **Kap 2.3** dargelegt, verschiedenen Faktoren, wie z. B. der Preis, die Medien etc., welche auf den Verbraucher einwirken. Darüber hinaus ergaben die eigenen sensorischen Untersuchungen keine eindeutigen Befunde, welche auf eine mögliche Präferenz für Dromedarfleisch im Vergleich zu Fleischsorten wie Rind und Schwein schließen lassen, da das Fleisch weder geschmackliche Besonderheiten aufwies, noch über eine besondere Zartheit verfügte. Selbst in der Literatur werden divergierende sensorische Eindrücke beschrieben, die selbst bei der einheimischen Bevölkerung in Ländern mit traditioneller Kamelhaltung eine Ablehnung des Fleisches zur Folge haben sollen (TANDON et al., 1988; SALHAB und AL-MERESTANI, 2002). Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen ist die Akzeptanz von Dromedarfleisch in Deutschland eine völlig offene Frage.

Für den Verbraucher stellt sich heute vermehrt das Problem der Gesundheit und der Ethik (MATISSEK, 1996; FREY, 1997; HAMBÜCHEN, 1998 b). Der **Nährwert** von Dromedarfleisch ist aufgrund der eigenen Untersuchungen, trotz der durchaus nachweisbaren geringgradigen Unterschiede zunächst ähnlich dem einzuschätzen, der Rindfleisch zugrundegelegt wird. Daher ist es fraglich, ob diese relativ geringen Differenzen für eine Änderung der Verbrauchergewohnheiten ausreichen. Der geringere Fettgehalt könnte gegebenenfalls als Kriterium für eine gesunde Ernährung gelten, wobei der geringere Proteingehalt diesen Vorteil wieder relativiert, da Fleisch eine bedeutende Proteinquelle darstellt. Allerdings bedarf es zur genaueren Beurteilung des ernährungsphysiologischen Wertes von Dromedarfleisch weiterer Untersuchungen bezüglich der Mikronährstoffe und Parameter, wie beispielsweise dem Cholesteringehalt, der Fettsäurezusammensetzung oder, gerade im Bezug auf die Proteinqualität, der Aminosäurezusammensetzung.

Bezüglich **ethischer Gesichtspunkte** steht der Mensch hierzulande im Spannungsfeld der Ernährungsökologie. In diesem Zusammenhang wäre ein Import von Dromedarfleisch nach Europa und somit auch nach Deutschland abzulehnen. Zum einen ist das Fleisch traditionell nicht Bestandteil der deutschen Ernährung und ein Import mit einem hohen logistischen Aufwand, angesichts der Lebensmittelüberproduktion, wenig sinnvoll. Dazu kommt der Entzug von Eiweißressourcen, aber auch von Arbeitstieren aus den Entwicklungsländern. SCHWARTZ (1992, a) propagiert zwar aufgrund wachsender Bevölkerungszahlen bei steigender Nahrungsknappheit v.a. in Afrika eine Optimierung vormals marginaler Ressourcen. Die Kamelproduktion sollte daher durch Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen, sei es biologisch, ökologisch oder auf der Basis von Management, Wirtschaft, Behörden, Recht oder Politik zunächst für den eigenen Bedarf ausgebaut

werden. Die Rentabilität der Fleischproduktion einer Nutztierspezies hängt jedoch zum einen von seiner Reproduktionsleistung und zum anderen vom jeweiligen individuellen Wachstumspotential ab. SCHWARTZ und WALSH (1992) halten eine effiziente Fleischproduktion beim Kamel für nicht möglich, da Kamele eine niedrige Reproduktionsrate aufweisen und schon eine Entfernung von 3 - 5% der Tiere aus dem Bestand der Ursprungsländer die Population gefährden könnte (SCHWARTZ und WALSH, 1992). Das Wachstum des Individuums wird durch sein Geschlecht, das genetische Potential und v.a. durch das Nahrungsangebot und den Gesundheitszustand beeinflusst. Maßnahmen zur Optimierung des Fleischertrages wären maßgeblich die Verbesserung der Futtersituation v.a. für die Kälber und die Senkung der Mortalität durch eine verbesserte Hygiene und die Gesundheitsüberwachung der Tiere. Eine gezielte Selektion zur Beeinflussung der Leistung auf der Ebene der Genetik, gestaltet sich als schwierig (SCHWARTZ und WALSH, 1992). Eine Verbesserung der Leistung auf der Basis o.g. Faktoren ist kostenintensiv und für Entwicklungsländer daher schwer umsetzbar. Ein Entzug von Dromedaren auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit bzw. von Jungtieren wäre somit unter Umständen mit einer Verschlechterung der ohnehin angespannten Lebenssituation in problematischen Regionen verbunden.

Die traditionell übliche **Schlachtung** von alten und kranken Tieren ist im Falle eines Imports von Fleisch in die EU teils aus wirtschaftlichen und teils aus rechtlichen Gründen nicht tragbar. Auch ist die traditionelle Methode der Kamelschlachtung nach Halal-Prinzipien in Deutschland auf der Basis von *RL 93/119/EG* über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Schlachtung oder Tötung, nicht akzeptabel.

Eine denkbare Steigerung der Produktion von Schlachtkamelen durch eine **Nachzucht in Europa** lässt sich anhand relevanter Tierschutzfragen, wie z.B. eine artgerechte Haltung, oder eine mögliche Klimaunverträglichkeit diskutieren. Straußenzuchten in Deutschland verzeichnen beispielsweise im Vergleich zu Haltungen im Ursprungsland eine um ca. 50% reduzierte Eierproduktion/Weibchen und Jahr (ENGELHARDT, 2004). Aufgrund der Tatsache, dass es sich beim natürlichen Habitats des Dromedars um trockene bis halbtrockene Steppen- und Wüstengebiete mit einem entsprechenden Klima handelt, ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass eine Haltungen der Tiere im relativ kühlen und vor allem feuchten Klima Deutschlands Probleme aufwerfen kann.

Prinzipiell werden strenge Kontrollen bei der **Einfuhr** von Lebensmitteln tierischen Ursprungs nach Europa vorgenommen. Um jedoch Fleisch überhaupt in die EU bzw. nach Deutschland einführen zu dürfen, werden sehr hohe Anforderungen an Drittländer gestellt. Diese sind in entsprechenden EU-Richtlinien, Verordnungen und nationalen Vorschriften verankert. Für den Import von Dromedarfleisch gibt es derzeit kein einfuhrberechtigtes Drittland. In Anbetracht der ungenügend vorhersagbaren Akzeptanz dieser Fleischsorte in Deutschland, dürften Bemühungen von Drittländern um eine EU-konforme Einfuhrerlaubnis und eine spätere Einfuhr aufgrund des hohen

organisatorischen, technischen und auch logistischen Aufwandes eher wirtschaftliche Nachteile bergen. Dromedarfleisch würde in Deutschland vermutlich zu einem relativ geringen Anteil verzehrt werden, wie die Zahlen in **Tab. 10** bereits andeuten. Im Jahre 2003 lag der Anteil „Sonstiges Fleisch“ am gesamten Fleischverzehr lediglich bei 1,4%. Der Verzehr von Pferdefleisch ist statistisch gleich Null. Die üblichen Fleischsorten in Deutschland sind nach wie vor, trotz verschiedener Lebensmittelskandale, Schwein, Rind und Geflügel (N.N., 2003 b).

Als Folge des Tourismus und weltweit expandierender Märkte im Zuge der Globalisierung ist der Versuch der Vermarktung von Dromedarfleisch durch Drittländer auch in Deutschland, trotz der genannten Vorbehalte, lediglich eine Frage der Zeit. Diese Untersuchung soll im Vorfeld zu möglichen diesbezügliche lebensmittelrechtlichen Vorschriften einen Beitrag leisten.

## 6 Schlussfolgerungen

In Anbetracht der durchgeführten Untersuchungen konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die **chemische Zusammensetzung** von Dromedarfleisch war vom Teilstück, nicht aber vom Alter der Tiere abhängig. Für den Parameter Rohprotein konnte ein Einfluss des Geschlechts mit höheren Werten bei den männlichen Tieren beobachtet werden.
- In den Untersuchungen ergaben sich **Hinweise** auf einen höheren Fettgehalt bei weiblichen Tieren, einen höheren Wassergehalt bei männlichen Tieren, einen höheren Protein- und Fettgehalt bei Tieren über drei Jahren sowie auf einen höheren Gehalt an Bindegewebeiseiweiß bei Tieren bis drei Jahren.
- Es bestand eine eindeutige negative Korrelation zwischen dem **Wasser-** und dem **Fettgehalt**. Der Wassergehalt war in den Teilstücken mit einem hohen Fettgehalt also relativ gering.
- Beim **Energiegehalt** der Teilstücke ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Muskelgruppen.
- Zwischen den Parametern **Fett-** und **Energiegehalt** bestand eine positive Korrelation. Ein höherer Fettgehalt des Teilstückes war folglich auch mit einem höheren Energiegehalt verbunden.
- Der **End-pH-Wert** war je nach Teilstück nach spätestens 72 h erreicht. Die Dauer erwies sich als länger als beim Rind und ließ Vermutungen bezüglich eines höheren Glykogengehaltes in der Muskulatur vom Dromedar zu.
- Im Bereich der **Farbmessung** ergaben sich bei den Parametern  $L^*a^*b^*$  jeweils keine signifikanten Unterschiede zwischen verschiedenen Muskelgruppen. Auch das Alter und das Geschlecht beeinflussten die  $L^*a^*b^*$ -Werte nicht wesentlich, allerdings zeigten sich Tendenzen zu höheren Helligkeitswerten ( $L^*$ ) bei Tieren bis drei Jahren und auch bei männlichen Tieren. Weitere Hinweise auf höhere  $a^*$ -Werte (Rotanteil) ergaben sich bei älteren, aber auch bei weiblichen Tieren. Die weiblichen Tiere tendierten ebenfalls zu höheren  $b^*$ -Werten (Gelbanteil).

- Zwischen den Teilstücken der Parameter **auspressbares Gewebewasser** und **Bratsaftverlust** waren keine signifikanten Unterschiede zu erkennen. Zusätzlich konnte jeweils kein Zusammenhang zum Wassergehalt der Teilstücke und auch keine gegenseitige Abhängigkeit festgestellt werden.
- Die **Vergleichbarkeit** der eigenen Ergebnisse mit Daten über Dromedarfleisch aus der Literatur war nur bedingt gegeben. Prinzipiell wichen die Daten, basierend auf Durchschnittswerten, jedoch nur leicht voneinander ab.
- Im Vergleich zum **Rind** erzielten die Teilstücke beim Dromedar stets einen höheren Wassergehalt. Der Proteingehalt fiel dagegen niedriger aus als die Vergleichsdaten vom Rind. Es erwies sich, dass der Fettgehalt bei Dromedarfleisch unter dem vom Rind lag, dieser Sachverhalt aber, abhängig vom Teilstück, abweichen konnte. Der Aschegehalt lag beim Rindfleisch über dem des Dromedars. Der Bindegewebsgehalt war schwer vergleichbar.
- Die **sensorische Untersuchung** ergab bei gegrilltem Dromedarfleisch einen relativ faden Geschmack mit teils schwach rauchigem Grillaroma. Die Konsistenz im Biss erwies sich dabei überwiegend als fest. Maßgeblich war vermutlich die unvollständige Fleischreifung. Abweichungen bezüglich der sensorischen Komponenten ließen sich nicht mit chemischen Eigenschaften, Alter oder Geschlecht in Verbindung bringen.
- Für die meisten der untersuchten Parameter beim Dromedar konnten **Richtwerte** ermittelt werden, bei deren Betrachtung jedoch die angewandten Methoden und die entsprechenden Umstände der Untersuchung, wie z.B. die Probenanzahl, berücksichtigt werden müssen.
- Die **Einfuhr** von Dromedarfleisch in die EU und nach Deutschland ist für interessierte Drittländer aufgrund der EU-rechtlichen Lage mit zahlreichen Schwierigkeiten, aber auch mit wirtschaftlichen Risiken verbunden. Bislang ist noch kein Drittland zum Import von Dromedarfleisch berechtigt.
- In Anbetracht der Ergebnisse liegen, abgesehen vom größtenteils geringeren Fettgehalt, keine Hinweise auf besondere Vorteile von Dromedarfleisch im Vergleich zu Rindfleisch für die deutschen Verbraucher vor. Die **Perspektiven** für Dromedarfleisch in Deutschland sind insofern in der Gesamtbetrachtung als eher mäßig anzusehen.

## 7 Zusammenfassung

Im Zuge der Globalisierung, dem damit verbundenen Ferntourismus und dem Kennenlernen bislang unbekannter Produkte, die auf den Markt kommen, stellt sich die Frage einer möglichen Nutzung von Dromedarfleisch auch in Deutschland. Im Vergleich zu anderen Haustieren steht in der Fachliteratur jedoch wenig Datenmaterial über die qualitativen Eigenschaften von Fleisch dieser Spezies zur Verfügung. **Ziel der Untersuchungen** war es, im Vorfeld einer potentiellen Markteinführung erste Richtwerte für substantielle Qualitätsparameter zu erstellen. Ferner sollten mit der Einfuhr verbundene Schwierigkeiten bezüglich der EU-rechtlichen Lage aufgezeigt und neben ernährungsphysiologischen und ethischen Aspekten, mögliche Probleme der Akzeptanz seitens des Verbrauchers beleuchtet werden.

Die Proben der untersuchten Tiere stammten von einem Schlachthof in Dubai, V.A.E. Das **Tierkollektiv** bestand aus 15 Dromedaren verschiedenen Alters und unterschiedlichen Geschlechts. Aufgrund dessen wurden Gruppen gebildet, um durch den Vergleich der jeweiligen Untersuchungsergebnisse eventuelle Einflüsse von Alter oder Geschlecht auf die untersuchten Parameter feststellen zu können. Zu diesem Zweck wurden 7 verschiedene Muskelpartien (Teilstücke) aus unterschiedlichen Körperregionen für die Analyse ausgewählt.

Die **chemische Untersuchung** wurde für die Parameter Wasser-, Rohprotein-, Fett- und Aschegehalt sowie Bindegewebeisweiß durchgeführt. Hinsichtlich der **physikalischen Messungen** wurden Parameter wie der pH-Wert, der Energiegehalt, die Fleischfarbe, das auspressbare Gewebswasser und der Bratsaftverlust berücksichtigt. Bei der Betrachtung der Ergebnisse stellten sich, abhängig vom untersuchten Parameter, sowohl Unterschiede bezüglich der Teilstücke, wie auch Abhängigkeiten der Ergebnisse von Alter bzw. Geschlecht dar. Ein Vergleich der eigenen Daten mit Fremddaten vom **Rind** ergab für das Dromedarfleisch einen höheren Wassergehalt und einen geringeren Protein-, Asche- und zum Großteil auch einen geringeren Fettgehalt. In der **sensorischen Bewertung** zeigte sich gegrilltes Fleisch vom Dromedar überwiegend fade und fest im Biss.

Die Frage einer möglichen **Vermarktung** von Dromedarfleisch in Deutschland ist aufgrund verschiedener Problempunkte, wie EU-rechtlicher Belange im Hinblick auf den Import aus Drittländern, der fraglichen sensorischen Akzeptanz der Verbraucher und auch aufgrund ethischer und wirtschaftlicher Komponenten strittig.



## 8 Summary

Substantial quality parameters of camel-meat (*C. dromedarius*) - physico-chemical and sensory examinations.

In the course of globalization in combination with long-haul tourism and the emergence of foreign products on the European market, the possibility of marketing dromedary meat in Germany is to be considered. In comparison with other domestic animals the literature data on qualitative properties of meat of this species is scarce. The object of this survey was to work out preliminary guidelines concerning the substantial meat quality parameters prior to the eventual introduction of dromedary meat in the market. Additionally, difficulties concerning the legal aspects of importation into the EU were to be shown. Furthermore nutritional and ethic aspects as well as possible problems of acceptance by the consumer were examined.

The samples of the animals surveyed originated from a slaughterhouse in Dubai, V.A.E. The sampling collective of 15 dromedaries consisted of animals of different ages and sexes. For that reason groups were made in order to determine possible influences of age and sex on the parameters analysed. Seven different meat cuts from various areas of the carcass were chosen for analysis.

In the chemical examination of the samples water, crude protein, fat, ash and connective tissue content were determined. As for the physical analysis, the parameters pH-value, energy content, meat colour, free liquid water and cooking loss were considered. The evaluation of the results showed, depending on the examined parameters, differences between the meat cuts as well as several dependences of the results on age and sex. In comparing the data of this study with published data of beef, dromedary meat showed a higher water content as well as lower crude protein, and ash contents and for the most part also a lower fat content. In the sensory assessment dromedary meat was predominantly considered bland in taste and firm in consistency.

The possibility of marketing dromedary meat in Germany is still in dispute due to several problematic issues. In addition to legal problems regarding EU regulations concerning importation from third countries, the question of sensory acceptance by the consumer as well as ethic and economic aspects have to be considered.

## 9 Literaturverzeichnis

### A

ABDALLAH, N.M.; AMIN, A.I.; YOUSSEF, M.K.E. (1978):

Effect of Some Proteolytic Enzymes on Chemical, Physical and Organoleptic Characteristics of Camel Meat  
Annals of Agricultural Science **9**, 113-122

ABDEL-RAHIM, E.A. (1996):

Body Condition Scoring in Camels  
World Review of Animal Production **31** (1-2), 42-48

ABOUHEIF, M.A.; BASMAEIL, S.M.; BAKKAR, M.N. (1991):

A Standard Method for Jointing Camel Carcasses with Reference to the Effect of Slaughter Age on Carcass Characteristics in Najdi Camels  
3. Partition and Distribution of Carcass Fat  
Australasian Journal of American Studies **4** (3), 219-225

ABRIL, M.; CAMPO, M.M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; NEGUERUELA, A.I. (2001):

Beef Colour Evolution as a Function of Ultimate pH  
Meat Science **58**, 69-78

ABUSIN, M.E. (1991):

Transformation of Camel Breeding in the Sudan  
Nomadic Peoples **29**, 53-60

ABU-TARBOUSH, H.M.; DAWOOD, A.A. (1993):

Cholesterol and Fat Contents of Animal Adipose Tissues  
Food Chemistry **46**, 89-93

AHNE, W.; LIEBICH, H.G.; STOHRER, M.; WOLF, E. (2000):

Zoologie – Lehrbuch für Studierende der Veterinärmedizin und der Agrarwissenschaft  
Schattauer Verlag, Stuttgart/NewYork

AL-OWAIMER, A.N.; AL-SHEDDY, I.A. (2001):

Effect of Temperature and Storage Time on Some Characteristics of Fresh Camel Meat  
Saudi Journal of Biological Sciences **8** (1), 10-13

- AL-SHEDDY, I.A.; AL-DAGAL, M.; BAZARAA, W.A. (1999):  
Microbial and Sensory Quality of Fresh Camel Meat Treated with Organic Acid Salts and/or Bifidobacteria  
Journal of Food Science **64** (2), 336-339
- AL-SHEDDY, I.A.; AL-OWAIMER, A.N. (2000):  
Postmortem Injection of Calcium Chloride Improves Camel meat Tenderness  
Research Bulletin **98**, 5-16
- ALVENSLEBEN, R.V. (1995):  
Die Imageprobleme bei Fleisch. Ursachen und Konsequenzen.  
Berichte über Landwirtschaft **73**, 65-82
- ALVENSLEBEN, R.V.; FRICKE, A.; PLÖGER, M. (1994):  
Die Nachfrage nach Bioprodukten. Eine Anwendung der Kohortenanalyse  
Agrarwirtschaft **43**, 99-105
- ARNETH, W. (1998):  
Chemisch-physikalische Analyse von Makroinhaltsstoffen  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2, 642-654  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main
- AUGUSTINI, C.; SPINDLER, M. (2000):  
Zur frühzeitigen Erkennung der Zartheit von Rindfleisch: Scherkraftmessungen nach unterschiedlichen Reifungszeiten  
Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach **39**, 539-541
- B**
- BABEL, I. (2001):  
Die Spezifikation im Deutschen Lebensmittelrecht -  
Sensorische, Mikrobiologische und Physikalisch-Chemische Untersuchungen zur Beurteilung der Qualität von Fleischerzeugnissen in Herstellung und Handel  
Dissertation med.vet., München
- BABIKER, S.A.; TIBIN, I.M. (1989):  
Comparative Study of Camel Meat and Beef  
Camel Newsletter **5**, 9-10

- BABIKER, S.A.; YOUSIF, O.K. (1990):  
Chemical Composition and Quality of Camel Meat  
Meat Science **27**, 283-287
- BALTES, W. (2000):  
Lebensmittelchemie, 5. Auflage  
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/NewYork
- BELITZ, H.-D.; GROSCH, W. (1992):  
Lehrbuch der Lebensmittelchemie  
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/NewYork
- BETHYIEN, A.; DIEMAIR, W. (1972):  
Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker  
Steinkopff Verlag, Darmstadt
- BRANDES, N.; STOLLE, A. (1988):  
Verfahren zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen  
Berliner Jäger, Heft 2, 8-10
- BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main
- BRANSCHIED, W. (2000):  
Prognose 2020  
BMVEL-Forschungsreport, Heft 1, 2000, 9
- BRANSCHIED, W. (2001):  
Markenfleischprogramme - gewogen und zu leicht befunden?  
BMVEL-Forschungsreport, Heft 2, 2001, 12
- BRANSCHIED, W. (2003):  
Wie sehen Fleisch und Fleischerzeugnisse von übermorgen aus?  
Abstract, Vortrags- und Diskussionstagung der Bundesforschungsanstalt für  
Landwirtschaft (FAL) „Fleisch 2025“ am 18. März in Braunschweig
- BÜNNIG, K.; HAMM, R. (1974):  
Über den Hämoglobin- und Myoglobingehalt der Skelettmuskulatur von Schwein  
und Rind  
Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung **155**, 332-338

BUSCH-STOCKFISCH, M. (2004):

Praxishandbuch – Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung  
Behr's Verlag, Hamburg

## C

CHRYSTALL, B.B. (1994):

Meat texture measurement  
Advances in Meat Research **9**, 316-336

## D

DAOUDI, A. (2003):

In: MAE/ERTIE (2003):  
Dromadaire - L'encyclopédie de la charcuterie, Band 1, 426-428  
Soussana, Orly

DAWOOD, A.A. (1995):

Physical and Sensory Characteristics of Najdi-Camel Meat  
Meat Science **39**, 59-69

DAWOOD, A.A.; ALKANHAL, M.A. (1995):

Nutrient Composition of Najdi-Camel Meat  
Meat Science **39**, 71-78

## E

EL-FAER, M.Z.; RAWDAH, T.N.; ATTAR, K.M.; DAWSON, M.V. (1991):

Mineral and Proximate Composition of the Meat of the One-Humped Camel  
Food Chemistry **42**, 139-143

EL-GASIM, E.A. (1999):

Fiber Types, Hunter Values and Microstructural Features of the Arabian Camel  
Egyptian Journal of Applied Sciences **14** (2), 247-258

EL-GASIM, E.A.; ALKANHAL, M.A. (1992):

Proximate Composition, Amino Acids and Inorganic Mineral Content of Arabian  
Camel meat: Comparative Study  
Food Chemistry **45**, 1-4

- EL-GASIM, E.A.; EL-HAG, G.A. (1992):  
Carcass Characteristics of the Arabian Camel  
Camel Newsletter **9**, 20-24
- EL-KADY, S.K.; FAHMY, A.A. (1984):  
Some Physical and Chemical Studies on Buffalo and Camel Meat During Cold Storage  
Abstract, 30<sup>th</sup> Congress, Bristol
- ELMI, A.E. (1991):  
Livestock Production in Somalia with Special Emphasis on Camels  
Nomadic Peoples **29**, 87-103
- ENDER, K.; AUGUSTINI, C. (1998):  
Schlacht tierwert von Rind und Kalb  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1, 165-203  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main
- ENGELHARDT, F. (2004):  
Pers. Mitteilung: Telefongespräch über Straussenzucht am 20.10.04  
Straussenfarm Donaumoos, Leipheim
- E**
- FARAH, Z.; FISCHER, A. (2004):  
Milk and Meat from the Camel - Handbook on Products and Processing  
vdf Hochschulverlag, Zürich/Singen
- FELDHUSEN, F. (1989):  
Die Beeinflussung von postmortalen Farbveränderungen von Schweinefleisch  
Proceeding, 30. Arbeitstagung der DVG, Arbeitsgebiet Lebensmittelhyg., 79-87  
Garmisch-Partenkirchen, vom 25.- 28. Sept
- FLIEDNER, I.; WILHELMI, F. (1989):  
Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik  
Behr's Verlag, Hamburg
- FOWLER, M.E. (1998):  
Medicine and Surgery of South American Camelids:  
Llama, Alpaca, Vicuna, Guanaco  
Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA

FREY, W. (1997):  
Trends und Entwicklungen in der Fleischwirtschaft  
Fleischwirtschaft **77**, 877-878

FRICKER, A. (1984):  
Lebensmittel - Mit allen Sinnen prüfen  
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/NewYork

FRIES, R. (1992):  
Fleischhygiene und Lebensmitteluntersuchung  
Ulmer Verlag, Stuttgart

## G

GAULY, M. (1997):  
Neuweltkameliden  
Parey Verlag/ Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

GEBRE MARIAM, A. (1991):  
Livestock and Economic Differentiation in North East Ethiopia: The Afar Case  
Nomadic Peoples **29**, 10-20

GERKEN, M. (1997):  
Leistungen und Produkte  
In: GAULY, M. (1997):  
Neuweltkameliden, 97-119  
Parey Verlag/ Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

## H

HAHN, G. (1996):  
Verbrauchertrends und Marktanforderungen bei Frischfleisch  
Fleischwirtschaft **76**, 228-233

HAMBÜCHEN, T. (1998 a):  
Vorwort  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G., v.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1, I  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

HAMBÜCHEN, T. (1998 b):

Marketing und Fleischimage in der täglichen Praxis  
Fleischwirtschaft **78**, 21-23

HAMM, R. (1972):

Kolloidchemie des Fleisches  
Parey Verlag, Berlin/Hamburg

HAMM, R. (1975):

Muskelfarbstoff und Fleischfarbe  
Fleischwirtschaft **55**, 1415-1418

HAMMOND, J. (1955):

Quality Meat Production  
Journal of Yorkshire Agricultural Society, 1

HANEKE, M.; STOLLE, A. (1989):

Die amtliche Fleischuntersuchung - Versuch einer vergleichenden Darstellung  
155-160  
Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung **41**

HASHIM, I. (2003):

Effect of Cooking Methods on Camel Meat Quality  
Food Sciences, United Arab Emirates University, College of Food Systems  
Department of Food Sciences, Al Ain, U.A.E.

HECHT, H. (1986):

Reifung und Zartheit von Fleisch, 39-42  
Kulmbacher Reihe **6**

HEIMANN, W. (1969):

Grundzüge der Lebensmittelchemie, 284  
Steinkopff Verlag, Darmstadt

HERRMANN, K.; FISCHER, A. (2004):

Dressing of the camel carcass  
In: FARAH, Z. und FISCHER, A. (2004):  
Milk and Meat from the Camel  
Handbook on Products and Processing, 109-135  
vdf Hochschulverlag, Zürich/Singen



- HIDANE, K.; HADJI, Z.; MARHABANE, A.; KARIB, H. (2002):  
Developpement de l'Elevage Camelin -  
Inspection et Appreciation de la Qualité de la Carcasse et de la Viande Cameline  
Vortrag, Cours Approfondi-Rabat (Maroc), 4-14 Mars
- HIENDLEDER, S.; KESSLER, M. (1997)  
Zoologie, Domestikation und Verbreitung von Neuweltkameliden  
In: GAULY, M. (1997):  
Neuweltkameliden, 1-4  
Parey Verlag/ Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
- HÖTZEL, D. (1993):  
Knabberartikel sind besser als ihr Ruf  
In: MATISSEK, R. :  
Moderne Ernährung heute-Sammelband 1 (1992-1998), 89  
Warlich Verlag, Köln
- HOFMANN, K. (1973):  
Was ist Fleischqualität?  
Fleischwirtschaft **53**, 485
- HOFMANN, K. (1974):  
Notwendigkeit und Vorschlag einer einheitlichen Definition des Begriffes  
„Fleischqualität“  
Fleischwirtschaft **54**, 1607
- HOFMANN, K. (1981):  
Chemie der Eiweißstoffe  
Kulmbacher Reihe **2**, 1-18
- HOFMANN, K. (1986):  
Der pH-Wert - Ein Qualitätskriterium für Fleisch  
Kulmbacher Reihe **6**, 134-155
- HOFMANN, K. (1998):  
Der Qualitätsbegriff bei Fleisch  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.O.; LENGERKEN, G.,v.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1, 91-96  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main
- HONIKEL, K.-O. (1986):  
Wasserbindungsvermögen von Fleisch  
Kulmbacher Reihe **6**, 67-88

HONIKEL, K.-O. (1998 a):  
Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat  
Meat Science **49** (4), 447-457

HONIKEL, K.-O. (1998 b):  
Physikalische Meßmethoden zur Erfassung der Fleischqualität  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2, 696-722  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

HONIKEL, K.-O. (2002):  
Fleisch und seine Inhaltsstoffe - Ein vergleichender Überblick  
Ernährung & Medizin **17**, 131-137

HONIKEL, K.-O. (2003):  
Chemie des Lebensmittels Fleisch  
In: BAFF (2003):  
Chemie einmal praktisch gesehen  
Forschungsreport Ernährung-Landwirtschaft-Forsten, 2/2003  
Senat der Bundesforschungsanstalten/ BMVLF, 56

HONIKEL, K.-O.; SCHWÄGELE, F. (1998):  
Biochemische Prozesse der Fleischbildung  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2, 593-615  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

## J

JELLINEK, G. (1981):  
Sensorische Lebensmittelprüfung  
Siegfried Verlag, Pattensen

## K

KALLWEIT, E.; FRIES, R.; KIELWEIN, G.; SCHOLTYSSEK, S. (1988):  
Qualität tierischer Nahrungsmittel  
Ulmer Verlag, Stuttgart

KARLSON, P.; DOENECKE, D.; KOOLMANN, J. (1994):  
Biochemie  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart/NewYork

KEIM, H. (1999):

Fachwissen Technologie, Modernes Fleischerhandwerk, Band 2  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

KIERMEIER, F.; HAEVECKER, U. (1972):

Sensorische Beurteilung von Lebensmitteln  
Bergmann Verlag, München

KING, J.M. (1983):

Livestock Water Needs in Pastoral Africa in Relation to Climate and Forage  
International Livestock Centre for Africa (ILCA) Research Report 7

KLEEBOG-RUPPERT, S. (2004):

Pers. Mitteilung über den Import von Fleisch aus Drittländern am 17.09.04  
Veterinäramt Erding

KLONT, R.E.; BARNIER, V.M.H.; SMULDERS, F.J.M.; VAN DIJK, A.; HOVING-BOLINK, A.H.;  
EIKELENBOOM, G. (1999):

Post-mortem Variation in PH, Temperature and Colour Profiles of Veal Carcasses  
in Relation to Breed, Blood Hemoglobin Content and Carcass Characteristics  
Meat Science **53**, 195-202

KÖHLER-ROLLEFSON, I.; MUSA, B.E.; ACHMED, M.F. (1991):

The Camel Pastoral System of the Southern Rashaida in Eastern Sudan  
Nomadic Peoples **29**, 68-76

KOOLMAN, J; RÖHM, K.-H. (1998):

Taschenatlas der Biochemie, 2. Auflage  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart/NewYork

KRAUSSE, G.; KOTTER, L. (1989):

Sensorische Untersuchung von Lebensmitteln  
Vortrag, 10. Seminar „Tierernährung für Tierärzte“, München

KULAEVA, V. (1964):

The Production of the Bactrian Camel  
Animal Breeding Abstracts **32**, 535

KURTU, M.Y. (2004):

An Assessment of the Productivity for Meat and Carcass Yield of Camels  
(*Camelus dromedarius*) and the Consumption of Camel Meat in the Eastern  
Region of Ethiopia  
Tropical animal Health and Production **36**, 65-76

**L**

LANG, K. (1970):

Biochemie der Ernährung  
Steinkopff Verlag, Darmstadt

LEHNINGER, A.; NELSON, D.L.; COX, M.M. (1994):

Prinzipien der Biochemie, 14. Auflage  
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin/Oxford

LEGEL, S. (1990):

Nutztiere der Tropen und Subtropen  
Bd. 2: Büffel, Kamele, Schafe, Ziegen, Wildtiere, 113-205  
Hirzel, Leipzig

LENGERKEN, G. v.; WICKE, M.; FISCHER, K. (1998):

Schlachttierwert des Schweines  
In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. v.; TROEGER, K. (1998):  
Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1, 205-240  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

LEONHÄUSER, I.-U. (2003):

Genuss und Reue - wie entwickelt sich unser Verhältnis zum Fleischverzehr?  
Abstract, Vortrags- und Diskussionstagung der Bundesforschungsanstalt für  
Landwirtschaft (FAL) „Fleisch 2025“ am 18. März in Braunschweig

**M**

MANSOUR, M.E.; AHMED, S.M. (2000):

Advanced Technology in Camel Meat Processing  
Camel Newsletter **17**, 27-29

MATISSEK, R.; SCHNEPEL, F.-M.; STEINER, G. (1992):

Lebensmittelanalytik  
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/NewYork

MATISSEK, R. (1996):

Qualität von Lebensmitteln - ein zentrales Thema  
Moderne Ernährung heute, Sammelband1 (1992-1998), 144-147  
Warlich Verlag, Köln

MOENNIG, V. (2003):

Tierseuchen - Bekommen wir die Globalisierungsrisiken in den Griff?  
Abstract, Vortrags- und Diskussionstagung der Bundesforschungsanstalt für  
Landwirtschaft (FAL) „Fleisch 2025“ am 18. März in Braunschweig

MOHAMED, A.; AHMED, M. (1991):

Camel Pastoralism as a Food System in the Sudan: Limitations and Changes  
Nomadic Peoples **29**, 61-67

MÜLLER, G.; WEBER, H. (1996):

Mikrobiologie der Lebensmittel - Grundlagen, 8. Auflage  
Behr's Verlag, Hamburg

## N

NEGATU, W. (2002):

Socio-Economic Importance of Camel in Ethiopia: An Overview  
In: SCHWARTZ, H.J. (2003):  
Proceedings, Intern. Workshop on Camel Research and Development, 21-28  
Wad Medani, Gezira State, Sudan

NEUMANN, R.; MOLNÁR, P. (1991):

Sensorische Lebensmitteluntersuchung  
Fachbuchverlag, Leipzig

## O

OZARI, R. (1984):

Rituelles Schlachten bei Juden (Schechita), Muslimen (Dhabh) und Sikhs (Jhatka)  
Dissertation med. vet., München

## P

PAULUS, K.; KOCH, T. (2000):

Die Sensorik hat viele Aufgaben  
Fleischwirtschaft **80** (1) 64-67

PAYNE, W.J.A. (1990):

An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics  
Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

PAYER, M. (2001):

Einführung in Entwicklungsländerstudien

Teil 1: Grundgegebenheiten, Kap. 8: Tierische Produktion, 3. Kameliden

<http://www.payer.de/entwicklung/entw083.htm>. (Zugriff am 03.08.2004)

PETERS, H. (1996):

Qualitätsbewertung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

In: SIELAFF, H. (1996):

Fleischtechnologie, 559-605

Behr's Verlag, Hamburg

PETERS, H. und SIELAFF, H. (1996):

Chemisch-physikalische, sensorische und funktionelle Eigenschaften

In: SIELAFF, H. (1996):

Fleischtechnologie, 133-166

Behr's Verlag, Hamburg

PUDEL, V. (1990):

Die Psychologie des Verbrauchers

Proceeding: 13. Hülseberger Gespräche 1990, 14-21

POTTHAST, K. (1986):

Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung

Kulmbacher Reihe **6**, 89-110

PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H.J. (1988):

Fleisch-Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung

Ulmer Verlag, Stuttgart

## **R**

RAHIM, M. (2003):

Grundzüge des islamischen Rechts (Scharia) unter besonderer Berücksichtigung des Schächtens

Vortrag, 21. Bayerischer Tierärztetag, 30. Mai, München

RAWDAH, T.N.; EL-FAER, M.Z.; KOREISH, S.A. (1994):

Fatty Acid Composition of the Meat and Fat of the One-Humped Camel

Meat Science **37**, 149-155

REUTER, G. (1982):

Verfahren zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen bei  
Schlachttierkörpern  
Fleischwirtschaft **62**, 1153-1156

RIAZ, M.N.; CHAUDRY, M.M. (2003):

Halal Food Production  
CRC Press, Boca Raton/London/NewYork/Washington

RITTER, C. (2003):

Chemische und Sensorische Untersuchungen zur Herstellungsdynamik von  
Grillhähnchen unter Berücksichtigung von Geflügelfleisch aus verschiedenen  
Schlachtbetrieben  
Dissertation vet.med., München

ROGOWSKI, B. (1974):

Der Nährwert von Fleisch und Fleischwaren  
Fleischwirtschaft **54**, 1610-1612

ROGOWSKI, B. (1981):

Die Ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch und Fett  
Kulmbacher Reihe **2**, 38-56

## **S**

SALHAB, S.A.; AL-MERESTANI, M.R. (2002):

Economical and Social Importance of Camels in Syria  
In: SCHWARTZ, H.J. (2003):  
Proceedings: Intern. Workshop on Camel Research and Development, 17-20  
Wad Medani, Gezira State, Sudan

SALTIN, B.; ROSE, R.J. (1994):

The Racing Camel (*Camelus dromedarius*)  
*Acta Physiologica Scandinavica* **150**, 617

SCHWARTZ, H. J. (1992 a):

The Camel (*C. dromedarius*) in Eastern Africa  
In: SCHWARTZ, H. J.; DIOLI, M. (1992):  
The One-Humped Camel in Eastern Africa, 1-9  
Verlag Josef Margraf, Weikersheim

SCHWARTZ, H. J. (1992 b):

The Biology of the Camel

In: SCHWARTZ, H. J.; DIOLI, M. (1992):

The One-Humped Camel in Eastern Africa, 10-29

Verlag Josef Margraf, Weikersheim

SCHWARTZ, H.J.; WALSH, M.G.H. (1992):

The Productive Potential of the Camel

In: SCHWARTZ, H. J. und DIOLI, M. (1992):

The One-Humped Camel in Eastern Africa, 30-61

Verlag Josef Margraf, Weikersheim

SEUSS-BAUM, I. (1998):

Ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G. V.; TROEGER, K. (1998):

Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2, 617-635

Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

SHALASH, M.R. (1979):

The Production and Utilization of Camel Meat

In: COCKRILL, W.R. (1979):

The Camelid - An all-purpose animal, Vol.I

Proceedings of the Khartoum Workshop on Camels, December 1979

SIELAFF, H. (1996):

Ausgewählte Technologische Grundlagen

In: SIELAFF, H. (1995):

Fleischtechnologie, 181-215

Behr's Verlag, Hamburg

SIELAFF, H.; THIEMING, F. (1990):

Textureigenschaften des Fleisches

Fleischwirtschaft **70**, 982-985

SILBERNAGL, S.; DESPOPOULOS, A. (1991):

Taschenatlas der Physiologie, 4. Auflage

Thieme Verlag, Stuttgart/ Deutscher Taschenbuchverlag, München

SOUCI, S.W.; FACHMANN, W.; KRAUT, H. (2000):

Die Zusammensetzung der Lebensmittel-Nährwerttabellen, 6. Auflage

Medpharm Verlag, Stuttgart



STANDFUSS, R. (1922):

Bakteriologische Fleischbeschau, 1-6  
Schoetz Verlag, Berlin

STOLLE, A. (1987):

Zur Durchführung der amtlichen Hilfsuntersuchungen (VwVFIHG) bei  
abweichenden Fleischqualitätsparametern  
Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung **39** (8), 166-168

STOLLE, A. (2004):

Persönliche Mitteilung über Fleischqualität und Qualitätsmanagement am 12.10.04  
Institut für Lebensmittel tierischen Ursprungs, LMU-München

## **I**

TÄUFEL, A.; TERNES, W.; TUNGER, L., ZOBEL, M. (1993):

Lebensmittel-Lexikon, Bd. 1 und 2  
Behr's Verlag, Hamburg

TANDON, S.N.; BISSA, U.K.; KHANNA, N.D. (1988):

Camel Meat: Present Status and Future Prospects  
Annals of Arid Zone **27** (1), 23-28

TEKA, T. (1991 a):

Introduction: The Dromedary in the East African Countries:  
Its Virtues, Present Conditions and Potentials for Food Production  
Nomadic Peoples **29**, 3-9

TEKA, T. (1991 b):

Camel and the Household Economy of Afar  
Nomadic Peoples **29**, 31-41

## **U**

ULMER, K.; FISCHER, A. (2004):

Traditional Slaughter, Carcass Dressing and Processing of Camels  
In: FARAH, Z.; FISCHER, A. (2004):  
Milk and Meat from the Camel  
vdf Hochschulverlag, Zürich/Singen

**V**

VOLKERT, D. (2004):

Energie-Stoffwechsel

Institut für Ernährungswissenschaft, Universität Bonn

[www.nutrition.uni-bonn.de/download/kurs-2004/Energiestoffwechsel.pdf](http://www.nutrition.uni-bonn.de/download/kurs-2004/Energiestoffwechsel.pdf)

(Zugriff am 08.09.04)

**W**

WEISS, D. (2004):

Deutsche essen mehr Fleisch

ZMP-Analyse **9**, 35

WERNERY U.; KAADEN O.-R. (1995):

Infectious Diseases of Camelids

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

WERNERY, U.; WERNERY, R. (2000):

Camelidae - Evolution, Taxonomy, Distribution, Population, Camel Races,  
Physiology, Veterinary Care

Dar Al Fajr Printing and Publishing, Abu Dhabi

WERNERY, U. (2002):

Pers. Mitteilung: Bildmaterial

Central Veterinary Research Laboratory (CVRL), Dubai

WICKE, M.; MAAK, S.; LENGERKEN, G.V.; REHFELD, C. (1998):

Anatomisch-physiologische Grundlagen der Fleischqualität

In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.-O.; LENGERKEN, G.V.; TROEGER, K. (1998):

Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2, 555-591

Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

WILLIAMS, O.J. (2002):

Capture and Handling of Camels Destined for the Abattoir

Central Australian Camels Industry Association Inc. (CACIA), Alice Springs

WILSON, R.T. (1984):

The camel

Longmann, London

WIRTH, F.; LEISTNER, L.; RÖDEL, W. (1990):  
Richtwerte der Fleischtechnologie, 48-49  
Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main

WOSENE, A. (1991):  
Traditional Husbandry Practices and Major Health Problems of Camels in the  
Ogden (Ethiopia)  
Nomadic Peoples **29**, 21-30

## Z

ZEGEYE, A. (1999):  
A Note on the Influence of Heat Treatment, Salting and Smoking on the  
Acceptability of Camel Meat Products  
Meat Science **53**, 217-219

## N.N.

N.N. (1993):  
Sensorische Untersuchung in der Lebensmittelüberwachung -  
Möglichkeiten und Grenzen  
Ergebnisprotokoll, Tagung Arbeitskreis Lebensmittelhygienischer tierärztlicher  
Sachverständiger (ALTS) 22.-24.06., Berlin

N.N. (1997 a):  
Einstellung der Verbraucher zu Fleisch unterliegt einem Wandel  
Fleischwirtschaft **77**, 105

N.N. (1997 b):  
The Central Australian Camel Industry  
Camel Newsletter **13**, 52-54

N.N. (1998 a):  
Fleisch und Fleischerzeugnisse  
Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
(aid) e.V., Bonn

N.N. (1998 b):  
DLG-Prüfbestimmungen für SB-verpacktes Frischfleisch  
Eigenverlag der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG),  
Frankfurt am Main

N.N. (1998 c):

Psyhyrembel – Klinisches Wörterbuch, 258. Auflage  
de Gruyter Verlag, Berlin/NewYork

N.N. (2000):

Prüfbestimmungen für die DLG-Qualitätswettbewerbe Fleischerzeugnisse,  
Fertiggerichte, Tiefkühlkost und Feinkost  
Eigenverlag der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG),  
Frankfurt am Main

N.N. (2001):

Descriptive Language for Live Camels - The Australian Dromedary Camel  
The Central Australian Camel Industry Association, Alice Springs

N.N. (2002):

Central Australian Camel Industry Association (CACIA)  
The Central Australian Camel Industry Association, Alice Springs

N.N. (2003 a):

FAO: Camel Products other than Milk  
<http://www.fao.org/DOCREP/003/X6528E/X6528E06.htm> (Zugriff am 27.05.03)

N.N. (2003 b):

Fleischverzehr  
Geschäftsbericht, Deutscher Fleischer-Verband (DFV) 2002/2003, 39-43  
[www.fleischerhandwerk.de/presse/medien2003/gbericht/fleischverzehr.pdf](http://www.fleischerhandwerk.de/presse/medien2003/gbericht/fleischverzehr.pdf)  
(Zugriff am 18.08.04)

N.N. (2003 c):

Agrarmärkte 2003, V. Vieh und Fleisch  
Jahresheft 2003, 99-104  
Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde (LLM)

N.N. (2004 a):

FAOSTAT Database  
<http://apps.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=%3E855&Items=1126&Elementen...> (Zugriff am 17.05.2004)

N.N. (2004 b):

[www.brennwert.info/index.asp?art=physikalische\\_grundlagen](http://www.brennwert.info/index.asp?art=physikalische_grundlagen)  
(Zugriff am 08.09.04)

N.N. (2004 c):

afz - allgemeine fleischer zeitung: Maktanlyse 2004  
Verlagsgruppe Deutscher Fachverlag (dfV), Frankfurt am Main

N.N. (2004 d):

Firma Agroscope/Liebefeld-Posieux: Wie definiert man Fleischqualität?  
<http://www.alp.admin.ch/de/fleisch/fleischqualitaet.php> (Zugriff am 20.08.04)

N.N. (2004 e):

Neue Regelungen zur Einfuhr tierischer Lebensmittel im Reiseverkehr  
Schutz vor Einschleppung von Tierseuchen aus Drittländern  
Pressemitteilung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und  
Landwirtschaft (BMVEL) Nr. 135 vom 10. Juni  
BMVEL-Pressestelle

N.N. (2004 f):

Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft (CMA):  
Resorptionsvermittler  
[http://www.cma.de/wissen\\_95615.php](http://www.cma.de/wissen_95615.php) (Zugriff am 01.09.2004)

N.N. (2004 g):

Warnhinweis der Europäischen Kommission  
[http://europa.eu.int/comm/food/fs/ah\\_pcad/ah\\_pcad\\_importposters\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/ah_pcad/ah_pcad_importposters_en.html)  
(Zugriff am 12.10.04)

## **Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und amtliche Methoden**

GESETZ ÜBER DEN VERKEHR MIT LEBENSMITTELN, TABAKERZEUGNISSEN, KOSMETISCHEN  
MITTELN UND SONSTIGEN BEDARFSGEGENSTÄNDEN

(LEBENSMITTEL-UND BEDARFSGEGENSTÄNDE-GESETZ - LMBG)

i. d. F. vom 9. September 1997 (BGBl. I, S. 2296)

zuletzt geändert durch Änderungsgesetz vom 13.5.2004 (BGBl. I, S. 934)

FLEISCHHYGIENEGESETZ (FLHG):

i.d.F. vom 30. Juni 2003 (BGBl. I S. 1242, ber. S. 1585)

zuletzt geändert durch Gesetz vom 13.05.2004 (BGBl. I S. 934)

VERORDNUNG ÜBER DAS VERBRINGEN SOWIE DIE EINFUHR UND DURCHFUHR VON TIEREN  
UND WAREN (BINNENMARKT-TIERSEUCHENSCHUTZVERORDNUNG – BMTIERSSCHV)

i.d.F. vom 10. August 1999 (BGBl. I S. 1820)

zuletzt geändert durch Verordnung vom 17. Juli 2003 (BGBl. I S. 1547)

RICHTLINIE (RL) 72/462/EWG – REGELUNG VIEHSEUCHENRECHTLICHER UND GESUNDHEITLICHER FRAGEN BEI DER EINFUHR VON RINDERN UND SCHWEINEN UND VON FRISCHEM FLEISCH AUS DRITTLÄNDERN

i.d.F. vom 12. Dez. 1972 (Abl. Nr. L 302 vom 31.12.1972, S. 0028-0054)  
aufgehoben durch RL vom 26. April 2004 (ABl. L 139 vom 30.04.04.,  
S. 0320-0359)

RICHTLINIE (RL) 73/23/EWG – ANGLEICHUNG DER RECHTSVORSCHRIFTEN DER MITGLIEDSTAATEN BETREFFEND ELEKTRISCHE BETRIEBSMITTEL ZUR VERWENDUNG INNERHALB BESTIMMTER SPANNUNGSGRENZEN

i.d.F. vom 19. Feb. 1973 (ABl. L 077 vom 26.03.1973, S. 0029-0033)  
zuletzt geändert durch Richtlinie vom 22. Juli 1993 (ABl. L 220 vom 30.08.1993,  
S.0001-0022)

RICHTLINIE (RL) 89/336/EWG – ANGLEICHUNG DER RECHTSVORSCHRIFTEN DER MITGLIEDSTAATEN ÜBER DIE ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

i.d.F. vom 3. Mai 1989 (ABl. L 139 vom 23.05.1989, S. 0019-0026)

RICHTLINIE (RL) 93/119/EG - ÜBER DEN SCHUTZ VON TIEREN ZUM ZEITPUNKT DER SCHLACHTUNG ODER TÖTUNG

i.d.F. vom 22. Dezember 1993 (ABl. L340 vom 31.12.1993, S. 0021-0034)  
zuletzt geändert durch VO vom 14. April 2003 (ABl.L 122 vom 16.05.2003,  
S. 0001-0035)

RICHTLINIE (RL) 96/23/EG – KONTROLLMAßNAHMEN HINSICHTLICH BESTIMMTER STOFFE UND IHRER RÜCKSTÄNDE IN LEBENDEN TIEREN UND TIERISCHEN ERZEUGNISSEN

i.d.F. vom 29. April 1996 (ABl. L 125 vom 23.05.1996, S. 0010-0032)  
zuletzt geändert durch VO vom 29.April 2004 (ABl. L 165 vom 30.04.2004,  
S. 0001-0141)

RICHTLINIE (RL) 2004/68/EG – FESTLEGUNG DER VETERINÄRBEDINGUNGEN FÜR DIE EINFUHR UND DIE DURCHFUHR BESTIMMTER LEBENDER HUFTIERE IN BZW. DURCH DIE GEMEINSCHAFT

93/99/EWG

i.d.F. vom 26. April 2004 (ABl. L 139 S. 0320-0359)  
zuletzt geändert durch Berichtigung vom 26. April 2004 (ABl. L 226 vom  
25.06.2004, S. 0128-0143)

VERORDNUNG (VO) 745/2004/EG – EINFUHRVORSCHRIFTEN FÜR LEBENSMITTEL TIERISCHEN URSPRUNGS ZUM PERSÖNLICHEN VERBRAUCH

i.d.F. vom 16. April 2004 (ABl. L 122 vom 26.04.2004, S. 0001-0009)

ENTSCHEIDUNG 212/2004/EG – VETERINÄRBEDINGUNGEN DER GEMEINSCHAFT FÜR DIE EINFUHR VON LEBENDEN TIEREN UND FRISCHEM FLEISCH, EINSCHLIEßLICH HACKFLEISCH/FASCHIERTEM, AUS DRITTLÄNDERN

i.d.F. vom 6. Jan. 2004 (ABl. L 073 vom 11.03.2004, S. 0011-0095)

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1997)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, SENSORISCHE PRÜFVERFAHREN,  
METHODE L 00.90-6:

Einfach beschreibende Prüfung

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-1:

Vorbereitung von Fleisch und Fleischerzeugnissen zur chemischen Untersuchung

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-2:

Messung des pH-Wertes in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-3:

Bestimmung der Trockenmasse in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-4:

Bestimmung der Asche in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-6:

Bestimmung des Gesamtfettgehaltes in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-7:

Bestimmung des Rohproteingehaltes in Fleisch und Fleischerzeugnissen

Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1980)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 06.00-8:  
Bestimmung des Hydroxyprolinegehaltes in Fleisch und Fleischerzeugnissen  
Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1997)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 0.90-1:  
Sensorische Prüfverfahren - Allgemeine Grundlagen  
Beuth, Berlin

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH § 35 LMBG (1997)  
UNTERSUCHUNG VON LEBENSMITTELN, METHODE L 0.90-6:  
Sensorische Prüfverfahren - Einfach beschreibende Prüfung  
Beuth, Berlin

ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ÜBER DIE DURCHFÜHRUNG DER AMTLICHEN  
ÜBERWACHUNG NACH DEM FLEISCHHYGIENEGESETZ UND DEM GEFLÜGEL-  
FLEISCHHYGIENEGESETZ (AVV FLEISCHHYGIENE - AVVFLH) (2002):  
i.d.F. vom 19. Februar 2002 (BAnz. Nr. 44 a, Jahrgang 54)

LEITSÄTZE DES DEUTSCHEN LEBENSMITTELBUCHES (2003):  
Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse  
i.d.F. vom 27./28. November 1974 (Bek. v. 20.6.1975 GMBI S. 489)  
zuletzt geändert durch Änderungsbekanntgabe vom 18.10.2001 (GMBI S. 489)

DLG-PRÜFBESTIMMUNGEN (2000):  
DLG-Prüfbestimmungen für SB-verpacktes Frischfleisch 1.Auflage/ 2000  
(Rindfleisch, Schweinefleisch), (Geflügelfleisch, Lammfleisch)



## **10 Anhang**

1. Entwicklung der Altweltkameliden-Population über einen 10-Jahreszeitraum auf der Basis von Daten der FAO (N.N., 2004 a)

	Land	2003	1994	Zu-, Abnahme (%)	Zu-, Abnahme (absolute Zahlen)
+	Algerien	245.000	114.120	+114,7	130.880
	Syrien	13.500	6.499	+107,7	7.001
	Mali	470.000	259.455	+81,0	210.545
	Libyen	165.000	100.000	+65,0	65.000
	Jemen	264.000	171.102	+54,3	9.2898
	V.A.E.	220.000	147.912	+48,7	72.088
	Oman	124.700	94.200	+32,4	30.500
	Kuwait	9.000	7.000	+28,6	2.000
	Tschad	730.000	595.583	+22,6	134.417
	Mauritanien	1.292.000	1.102.000	+17,2	190.000
	Burkina Faso	15.000	13.056	+14,9	1.944
	Niger	420.000	374.000	+12,3	46.000
	Sudan	3.200.000	2.886.000	+10,9	314.000
	Katar	51.000	46.151	+10,5	4.849
	Djibouti	69.000	63.020	+9,5	5.980
	Kenia	830.000	762.500	+8,9	67.500
	West Sahara	107.000	99.700	+7,3	7.300
	Eritrea	75.000	70.000	+7,1	5.000
	Bahrein	920	880	+4,6	40
	Iran	146.500	143.000	+2,4	3.500
Äthiopien	326.500	320.000	+2,0	6.500	
0	Nigeria	18.000	18.000	0	0
	Tunesien	231.000	231.000	0	0
	Jordanien	18.000	18.000	0	0
-	Türkei	900	2.000	-55,0	1.100
	Saudi Arabien	260.000	415.468	-37,4	155.468
	China	264.000	373.000	-29,2	109.000
	Pakistan	800.000	1.119.000	-28,5	319.000
	Senegal	4.008	5.000	-19,8	992
	Libanon	440	530	-17,0	90
	Indien	900.000	1.030.000	-12,6	130.000
	Ägypten	120.000	132.803	-9,6	12.803
	Mongolei	352.000	367.700	-4,3	15.700
	Marokko	36.000	37.000	-2,7	1.000
	<b>Gesamt</b>	<b>11.778.468</b>	<b>11.125.679</b>	<b>+5,9</b>	<b>652.789</b>

## 2. Chemische Analyse: Auswertung unter Berücksichtigung aller untersuchten Tiere

Muskel		Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	Hydroxyprolin
Brisket	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	76,6533	18,2333	3,9133	,9867	1,2400
	Median	77,3000	18,5000	3,0000	1,0000	1,4000
	Minimum	71,10	15,60	1,20	,90	,50
	Maximum	80,40	19,80	8,90	1,20	1,70
	Standardabweichung	2,83117	1,25963	2,66267	,07432	,34600
Fillet	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	78,1000	19,2467	1,8133	1,1000	,3800
	Median	78,2000	19,4000	1,7000	1,1000	,4000
	Minimum	74,60	15,80	,70	1,00	,20
	Maximum	82,50	20,90	3,40	1,20	,60
	Standardabweichung	1,72585	1,39687	,84504	,05345	,12649
Forerib	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	74,3000	17,4867	6,9000	,9467	,9000
	Median	75,5000	17,5000	6,5000	,9000	,8000
	Minimum	66,10	15,20	2,50	,80	,40
	Maximum	80,70	20,60	17,20	1,10	1,90
	Standardabweichung	4,25122	1,54359	4,59036	,09155	,37225
Knuckle	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	78,7467	19,2533	1,0067	1,0067	1,0867
	Median	78,8000	19,2000	,9000	1,0000	1,0000
	Minimum	75,50	17,10	,50	1,00	,50
	Maximum	81,50	20,90	1,90	1,10	2,00
	Standardabweichung	1,38454	1,10832	,42673	,02582	,45649
Rump	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	77,1667	18,9600	2,9400	1,0200	,7733
	Median	77,5000	19,2000	2,0000	1,0000	,8000
	Minimum	70,80	16,80	1,00	,90	,50
	Maximum	80,60	21,10	10,50	1,20	1,00
	Standardabweichung	2,22315	1,13880	2,55225	,07746	,15337
Shoulder	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	77,6200	19,5533	1,9733	1,0267	,9133
	Median	78,5000	19,5000	1,2000	1,0000	,8000
	Minimum	72,90	17,10	,50	1,00	,50
	Maximum	81,20	21,20	8,70	1,20	2,30
	Standardabweichung	2,31152	1,12305	2,15522	,05936	,42404
Topside	N	15	15	15	15	15
	Mittelwert	78,4533	19,3000	1,7467	1,0333	1,0133
	Median	78,7000	19,5000	1,6000	1,0000	1,0000
	Minimum	75,30	16,30	,60	,90	,60
	Maximum	82,20	20,80	4,40	1,10	2,60
	Standardabweichung	1,59099	1,12948	1,01831	,06172	,50690
Insgesamt	N	105	105	105	105	105
	Mittelwert	77,2914	18,8619	2,8990	1,0171	,9010
	Median	77,8000	19,1000	1,7000	1,0000	,8000
	Minimum	66,10	15,20	,50	,80	,20
	Maximum	82,50	21,20	17,20	1,20	2,60
	Standardabweichung	2,80320	1,39631	3,00207	,07778	,43798

## 3. Chemische Untersuchungen: nur junge Tiere nach Geschlecht

Muskel	Geschlecht		Wasser	RP	Fett	Asche	HP
Brisket	männlich	Mittelwert	76,8400	18,7000	3,3800	1,0200	1,3800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	3,18638	1,05594	3,04500	,10954	,25884
	weiblich	Mittelwert	77,6200	17,2400	3,7800	,9600	1,2800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	2,33495	1,28180	2,55186	,05477	,43818
Fillet	männlich	Mittelwert	78,0200	20,0200	1,2200	1,1200	,4200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	,65345	,77266	,38341	,04472	,08367
	weiblich	Mittelwert	79,6200	17,9400	1,7400	1,0600	,4200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,67541	1,46390	,91269	,05477	,17889
Forerib	männlich	Mittelwert	76,0200	18,7400	3,9800	1,0400	1,0800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	2,43454	1,44672	1,58335	,05477	,49699
	weiblich	Mittelwert	75,0600	16,6800	7,0200	,9000	,9400
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	5,38637	,98336	5,05045	,07071	,25100
Knuckle	männlich	Mittelwert	78,8800	19,8400	,6600	1,0000	,8800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	,77910	,67305	,16733	,00000	,19235
	weiblich	Mittelwert	79,5800	18,1400	1,1600	1,0000	1,1200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,30652	,65803	,46152	,00000	,37014
Rump	männlich	Mittelwert	78,0600	19,7400	1,4600	1,0800	,8600
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	,66558	,80187	,51284	,08367	,13416
	weiblich	Mittelwert	77,8600	18,0600	2,8000	,9800	,8000
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	2,08159	,96592	1,81384	,08367	,17321
Shoulder	männlich	Mittelwert	78,1200	20,2800	,9000	1,0200	1,1800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,25976	,63008	,68191	,04472	,67602
	weiblich	Mittelwert	77,8800	18,4000	3,0400	1,0400	,7600
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	3,28740	,87464	3,30197	,08944	,16733
Topside	männlich	Mittelwert	78,4000	19,8400	1,2000	1,0600	1,3200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	,68191	,54589	,56125	,05477	,76942
	weiblich	Mittelwert	79,5000	18,3800	1,8600	,9800	,9200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,75071	1,24378	1,49432	,04472	,30332

## 4. Chemische Untersuchungen: nur weibliche Tiere nach Alter

Muskel	Alter		Wasser	Rohprotein	Fett	Asche	Hydroxyprolin
Brisket	über 3 Jahre	Mittelwert	75,0000	18,6000	5,2000	,9750	1,0750
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	3,33167	1,04243	2,86938	,05000	,35000
	bis 3 Jahre	Mittelwert	77,6200	17,2400	3,7800	,9600	1,2800
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	2,33495	1,28180	2,55186	,05477	,43818
Fillet	über 3 Jahre	Mittelwert	76,5500	19,5250	2,6750	1,1250	,3000
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	1,47986	,83815	,66018	,05000	,08165
	bis 3 Jahre	Mittelwert	79,6200	17,9400	1,7400	1,0600	,4200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,67541	1,46390	,91269	,05477	,17889
Forerib	über 3 Jahre	Mittelwert	71,4750	16,6500	10,2500	,9000	,7500
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	4,56244	1,41067	5,62702	,08165	,25166
	bis 3 Jahre	Mittelwert	75,0600	16,6800	7,0200	,9000	,9400
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	5,38637	,98336	5,05045	,07071	,25100
Knuckle	über 3 Jahre	Mittelwert	77,7500	19,5000	1,3000	1,0000	1,3500
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	1,76352	,96264	,40000	,00000	,75056
	bis 3 Jahre	Mittelwert	79,5800	18,1400	1,1600	1,0000	1,1200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,30652	,65803	,46152	,00000	,37014
Rump	über 3 Jahre	Mittelwert	75,1250	18,7500	5,3750	1,0000	,6500
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	2,99819	,91469	3,62985	,00000	,10000
	bis 3 Jahre	Mittelwert	77,8600	18,0600	2,8000	,9800	,8000
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	2,08159	,96592	1,81384	,08367	,17321
Shoulder	über 3 Jahre	Mittelwert	76,2750	20,1250	2,3500	1,0250	,7750
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	2,15310	,89209	1,33791	,05000	,09574
	bis 3 Jahre	Mittelwert	77,8800	18,4000	3,0400	1,0400	,7600
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	3,28740	,87464	3,30197	,08944	,16733
Topside	über 3 Jahre	Mittelwert	77,4000	19,5500	2,4000	1,0500	,8000
		N	4	4	4	4	4
		Standardabweichung	1,89912	1,11505	,53541	,05774	,20000
	bis 3 Jahre	Mittelwert	79,5000	18,3800	1,8600	,9800	,9200
		N	5	5	5	5	5
		Standardabweichung	1,75071	1,24378	1,49432	,04472	,30332

## 5. Chemische Untersuchungen- Ergebnisse der Signifikanztests

## ONEWAY ANOVA

## Wasser

	Quadrat- summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	204,013	6	34,002	5,434	,000
Innerhalb der Gruppen	613,209	98	6,257		
Gesamt	817,222	104			

## Rohprotein

	Quadrat- summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	49,009	6	8,168	5,206	,000
Innerhalb der Gruppen	153,759	98	1,569		
Gesamt	202,768	104			

## Fett

	Quadrat- summe	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	359,743	6	59,957	10,174	,000
Innerhalb der Gruppen	577,547	98	5,893		
Gesamt	937,290	104			

Statistik für Test<sup>a,b</sup>

	Asche	Hydroxyprolin
Chi-Quadrat	35,150	46,511
df	6	6
Asymptotische Signifikanz	,000	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Muskel

## 6. pH-Werte

Muskel		pH2h	ph6h	pH24h	pH56h	pH72h	pH96h
Brisket	Mittelwert	6,8347	6,6007	6,2700	5,8450	5,7975	5,7517
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,34	6,19	6,04	5,76	5,44	5,49
	Maximum	7,16	7,03	6,60	5,95	6,13	6,01
	Median	6,8800	6,6000	6,2600	5,8300	5,7550	5,7950
	Standardabweichung	,24166	,21632	,15639	,06845	,18626	,20104
Fillet	Mittelwert	6,4193	6,2547	6,1788	5,9225	5,9367	6,0300
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,02	5,74	5,78	5,58	5,39	5,65
	Maximum	6,70	6,83	6,63	6,41	6,40	6,35
	Median	6,3800	6,2700	6,1600	5,8900	5,9250	5,9800
	Standardabweichung	,20091	,34934	,32765	,29528	,27923	,25464
Forerib	Mittelwert	6,6860	6,5033	6,2725	6,0075	5,9817	6,0283
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,23	5,93	5,90	5,64	5,48	5,76
	Maximum	7,09	7,05	6,71	6,22	6,38	6,22
	Median	6,7200	6,5000	6,1950	6,0350	6,0550	6,0500
	Standardabweichung	,26177	,28809	,25387	,18630	,24917	,19924
Knuckle	Mittelwert	6,8220	6,6653	6,2513	5,9663	5,9942	6,0967
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,32	6,13	5,99	5,41	5,61	5,68
	Maximum	7,15	6,99	6,59	6,47	6,49	6,45
	Median	6,8500	6,6600	6,1900	5,9400	5,9450	6,1050
	Standardabweichung	,24422	,23603	,22119	,35920	,28209	,31722
Rump	Mittelwert	6,6740	6,3800	6,1713	5,8525	5,7600	5,8133
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,30	5,91	6,01	5,58	5,41	5,51
	Maximum	7,05	6,84	6,41	6,53	6,11	6,28
	Median	6,7000	6,4100	6,1300	5,7100	5,7600	5,7450
	Standardabweichung	,20691	,26455	,17125	,33636	,18533	,26372
Shoulder	Mittelwert	6,8407	6,6233	6,2913	5,9825	5,9858	5,9950
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,36	6,25	5,92	5,70	5,75	5,76
	Maximum	7,30	7,03	6,78	6,31	6,50	6,35
	Median	6,8500	6,6700	6,2900	5,9550	5,9450	5,9650
	Standardabweichung	,22676	,23491	,24427	,20748	,21382	,21934
Topside	Mittelwert	6,6940	6,5193	6,2575	5,9613	5,8408	5,9550
	N	15	15	8	8	12	6
	Minimum	6,31	5,95	5,93	5,64	5,44	5,51
	Maximum	7,15	6,93	6,69	6,89	6,47	6,46
	Median	6,7400	6,5200	6,2300	5,7950	5,8700	5,9450
	Standardabweichung	,24660	,26677	,23162	,40930	,28754	,31130
Insgesamt	Mittelwert	6,7101	6,5067	6,2418	5,9339	5,8995	5,9529
	N	105	105	56	56	84	42
	Minimum	6,02	5,74	5,78	5,41	5,39	5,49
	Maximum	7,30	7,05	6,78	6,89	6,50	6,46
	Median	6,7300	6,5200	6,2400	5,9050	5,8700	5,9300
	Standardabweichung	,26538	,29359	,22654	,27795	,25227	,26435

## 7. Kalorimetrie: Korrelation Energiegehalt/ Fett

## Korrelationen

Muskel			Energiegehalt	Fett
Brisket	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,916**  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,916**  15	1  15
Fillet	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,492  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,492  15	1  15
Forerib	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  14	,945**  14
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,945**  14	1  15
Knuckle	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,073  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,073  15	1  15
Rump	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,923**  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,923**  15	1  15
Shoulder	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,717**  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,717**  15	1  15
Topside	Energiegehalt	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1  15	,685**  15
	Fett	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	,685**  15	1  15

\*\* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.



## 8. Farbmessung L\*a\*b\*: alle Tiere

Muskel		L*-Wert	a*-Wert	b*-Wert
Brisket	Mittelwert	55,5983	12,7017	3,5783
	N	12	12	12
	Minimum	30,22	-3,46	-2,80
	Maximum	105,98	21,65	8,11
	Median	37,9700	17,1050	3,9000
	Standardabweichung	31,69973	8,55252	3,43491
Fillet	Mittelwert	52,2325	11,9967	,7500
	N	12	12	12
	Minimum	30,30	-1,45	-6,70
	Maximum	96,10	20,36	4,73
	Median	33,6450	14,6600	2,4050
	Standardabweichung	28,55111	7,09937	3,94388
Forerib	Mittelwert	53,8055	12,7473	1,7491
	N	11	11	11
	Minimum	20,39	-2,38	-9,80
	Maximum	100,39	21,20	5,69
	Median	33,4000	16,4800	2,4500
	Standardabweichung	32,24870	7,80398	4,43749
Knuckle	Mittelwert	56,3192	9,1558	1,7775
	N	12	12	12
	Minimum	31,43	-9,55	-6,53
	Maximum	108,12	16,97	7,20
	Median	36,6950	14,2800	2,6800
	Standardabweichung	32,13025	9,33083	4,21938
Rump	Mittelwert	52,4058	15,3325	3,6092
	N	12	12	12
	Minimum	30,23	1,20	-,82
	Maximum	101,23	22,34	7,81
	Median	33,3750	18,2250	3,7550
	Standardabweichung	29,78046	6,74381	2,37430
Shoulder	Mittelwert	54,0258	11,5125	2,5117
	N	12	12	12
	Minimum	30,98	-4,87	-7,49
	Maximum	103,40	19,69	7,45
	Median	34,9350	14,6650	3,4800
	Standardabweichung	30,40858	8,37604	4,14544
Topside	Mittelwert	55,5750	11,1917	2,1233
	N	12	12	12
	Minimum	30,48	-8,62	-7,77
	Maximum	110,80	19,60	6,36
	Median	35,5500	13,8700	2,3550
	Standardabweichung	32,13595	8,34314	3,73882
Insgesamt	Mittelwert	54,2860	12,0833	2,3065
	N	83	83	83
	Minimum	20,39	-9,55	-9,80
	Maximum	110,80	22,34	8,11
	Median	34,6400	15,1000	2,9600
	Standardabweichung	29,88795	7,97553	3,78535

## 9. Farbmessung L\*a\*b\*: weibliche Tiere nach Alter

Muskel	Alter		L*-Wert	a*-Wert	b*-Wert	
Brisket	über 3 Jahre	Mittelwert	31,8500	18,2850	6,7300	
		N	2	2	2	
		Minimum	30,22	18,07	5,35	
		Maximum	33,48	18,50	8,11	
		Median	31,8500	18,2850	6,7300	
		Standardabweichung	2,30517	,30406	1,95161	
	bis 3 Jahre	Mittelwert	49,6060	13,4840	3,9800	
		N	5	5	5	
		Minimum	30,38	-3,46	2,76	
		Maximum	105,98	18,65	5,45	
		Median	38,2300	17,2300	3,3800	
		Standardabweichung	31,69793	9,49495	1,32964	
	Fillet	über 3 Jahre	Mittelwert	32,5100	16,5300	4,0600
			N	2	2	2
Minimum			31,15	15,81	3,39	
Maximum			33,87	17,25	4,73	
Median			32,5100	16,5300	4,0600	
Standardabweichung			1,92333	1,01823	,94752	
bis 3 Jahre		Mittelwert	46,0360	12,4220	2,5320	
		N	5	5	5	
		Minimum	30,30	-1,45	1,39	
		Maximum	96,10	17,66	3,31	
		Median	33,1600	15,9500	2,6200	
		Standardabweichung	28,11590	7,90006	,77719	
Forerib		über 3 Jahre	Mittelwert	31,5800	19,6750	5,6000
			N	2	2	2
	Minimum		30,55	18,15	5,54	
	Maximum		32,61	21,20	5,66	
	Median		31,5800	19,6750	5,6000	
	Standardabweichung		1,45664	2,15668	,08485	
	bis 3 Jahre	Mittelwert	46,7175	12,3075	2,5625	
		N	4	4	4	
		Minimum	20,39	-2,38	1,60	
		Maximum	100,39	18,53	3,29	
		Median	33,0450	16,5400	2,6800	
		Standardabweichung	36,27738	9,83662	,72780	
	Knuckle	über 3 Jahre	Mittelwert	31,5200	16,3700	3,3900
			N	2	2	2
Minimum			31,43	15,77	2,96	
Maximum			31,61	16,97	3,82	
Median			31,5200	16,3700	3,3900	
Standardabweichung			,12728	,84853	,60811	
bis 3 Jahre		Mittelwert	50,1400	9,7120	3,2800	
		N	5	5	5	
		Minimum	33,55	-9,55	,75	
		Maximum	108,12	15,71	7,20	
		Median	36,5700	14,2700	2,0700	
		Standardabweichung	32,46799	10,79090	2,64241	
Rump		über 3 Jahre	Mittelwert	32,6100	21,4950	6,6800
			N	2	2	2
	Minimum		31,48	20,65	5,55	
	Maximum		33,74	22,34	7,81	
	Median		32,6100	21,4950	6,6800	
	Standardabweichung		1,59806	1,19501	1,59806	
	bis 3 Jahre	Mittelwert	45,0360	14,8080	3,5700	
		N	5	5	5	
		Minimum	30,23	1,20	2,79	
		Maximum	94,78	19,26	4,22	
		Median	33,0100	17,7200	3,4900	
		Standardabweichung	27,85245	7,66059	,56952	
	Shoulder	über 3 Jahre	Mittelwert	31,4250	19,5500	4,1050
			N	2	2	2
Minimum			31,20	19,41	4,00	
Maximum			31,65	19,69	4,21	
Median			31,4250	19,5500	4,1050	
Standardabweichung			,31820	,19799	,14849	
bis 3 Jahre		Mittelwert	48,2120	11,4600	4,5660	
		N	5	5	5	
		Minimum	30,98	-4,87	1,74	
		Maximum	103,40	17,35	7,45	
		Median	35,0500	14,5100	5,0300	
		Standardabweichung	30,92429	9,20830	2,50097	
Topside		über 3 Jahre	Mittelwert	32,2600	18,9800	4,7800
			N	2	2	2
	Minimum		32,24	18,36	4,40	
	Maximum		32,28	19,60	5,16	
	Median		32,2600	18,9800	4,7800	
	Standardabweichung		,02828	,87681	,53740	
	bis 3 Jahre	Mittelwert	49,7980	9,9480	2,8600	
		N	5	5	5	
		Minimum	30,48	-8,62	1,07	
		Maximum	110,80	15,65	6,36	
		Median	34,6300	14,1000	2,3000	
		Standardabweichung	34,24368	10,41337	2,02856	

## 10. Farbmessung L\*a\*b\*: junge Tiere nach Geschlecht

Muskel	Geschlecht		L*-Wert	a*-Wert	b*-Wert
Brisket	männlich	Mittelwert	71,0900	9,6860	1,9160
		N	5	5	5
		Minimum	31,16	-2,21	-2,80
		Maximum	98,72	21,65	7,98
		Median	92,1400	8,9200	2,4100
		Standardabweichung	33,62211	9,12433	4,59387
	weiblich	Mittelwert	49,6060	13,4840	3,9800
		N	5	5	5
		Minimum	30,38	-3,46	2,76
		Maximum	105,98	18,65	5,45
		Median	38,2300	17,2300	3,3800
		Standardabweichung	31,69793	9,49495	1,32964
Fillet	männlich	Mittelwert	66,3180	9,7580	-2,3560
		N	5	5	5
		Minimum	31,61	-,18	-6,70
		Maximum	92,98	20,36	4,52
		Median	85,5300	9,8500	-4,3400
		Standardabweichung	30,98050	7,69197	4,52095
	weiblich	Mittelwert	46,0360	12,4220	2,5320
		N	5	5	5
		Minimum	30,30	-1,45	1,39
		Maximum	96,10	17,66	3,31
		Median	33,1600	15,9500	2,6200
		Standardabweichung	28,11590	7,90006	,77719
Forerib	männlich	Mittelwert	68,3660	10,3280	-4,4200
		N	5	5	5
		Minimum	32,87	3,61	-9,80
		Maximum	95,38	19,22	5,69
		Median	85,3800	8,5100	1,6200
		Standardabweichung	32,40593	6,85689	5,89506
	weiblich	Mittelwert	46,7175	12,3075	2,5625
		N	4	4	4
		Minimum	20,39	-2,38	1,60
		Maximum	100,39	18,53	3,29
		Median	33,0450	16,5400	2,6800
		Standardabweichung	36,27738	9,83662	,72780
Knuckle	männlich	Mittelwert	72,4180	5,7140	-,3700
		N	5	5	5
		Minimum	35,31	-5,36	-6,53
		Maximum	98,64	15,68	4,63
		Median	93,4000	2,6400	2,4000
		Standardabweichung	33,25060	9,03254	5,65660
	weiblich	Mittelwert	50,1400	9,7120	3,2800
		N	5	5	5
		Minimum	33,55	-9,55	,75
		Maximum	108,12	15,71	7,20
		Median	36,5700	14,2700	2,0700
		Standardabweichung	32,46799	10,79090	2,64241
Rump	männlich	Mittelwert	67,6940	13,3920	2,4200
		N	5	5	5
		Minimum	31,62	3,45	-,82
		Maximum	101,23	19,57	6,31
		Median	82,4100	13,3800	1,6900
		Standardabweichung	33,26439	6,47969	2,83818
	weiblich	Mittelwert	45,0360	14,8080	3,5700
		N	5	5	5
		Minimum	30,23	1,20	2,79
		Maximum	94,78	19,26	4,22
		Median	33,0100	17,7200	3,4900
		Standardabweichung	27,85245	7,66059	,56952
Shoulder	männlich	Mittelwert	68,8800	8,3500	-,1800
		N	5	5	5
		Minimum	33,88	-2,58	-7,49
		Maximum	96,31	17,35	4,87
		Median	86,4200	6,6600	1,8700
		Standardabweichung	31,82893	7,95777	5,03948
	weiblich	Mittelwert	48,2120	11,4600	4,5660
		N	5	5	5
		Minimum	30,98	-4,87	1,74
		Maximum	103,40	17,35	7,45
		Median	35,0500	14,5100	5,0300
		Standardabweichung	30,92429	9,20830	2,50097
Topside	männlich	Mittelwert	70,6780	9,3200	,3240
		N	5	5	5
		Minimum	34,51	1,84	-7,77
		Maximum	103,97	18,74	5,45
		Median	88,6900	7,1000	1,6800
		Standardabweichung	32,69114	6,79336	5,09903
	weiblich	Mittelwert	49,7980	9,9480	2,8600
		N	5	5	5
		Minimum	30,48	-8,62	1,07
		Maximum	110,80	15,65	6,36
		Median	34,6300	14,1000	2,3000
		Standardabweichung	34,24368	10,41337	2,02856

## 11. Farbmessung L\*a\*b\*: Signifikanz-Test nur weiblicher Tiere nach dem Alter

## ONEWAY ANOVA

Muskel			Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Brisket	L-Wert	Zwischen den Gruppen	450,394	1	450,394	,560	,488
		Innerhalb der Gruppen	4024,349	5	804,870		
		Gesamt	4474,743	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	32,928	1	32,928	,456	,529
		Innerhalb der Gruppen	360,709	5	72,142		
		Gesamt	393,637	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	10,804	1	10,804	4,965	,076	
	Innerhalb der Gruppen	10,881	5	2,176			
	Gesamt	21,684	6				
Fillet	L-Wert	Zwischen den Gruppen	261,361	1	261,361	,413	,549
		Innerhalb der Gruppen	3165,714	5	633,143		
		Gesamt	3427,075	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	24,108	1	24,108	,481	,519
		Innerhalb der Gruppen	250,681	5	50,136		
		Gesamt	274,789	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	3,335	1	3,335	5,032	,075	
	Innerhalb der Gruppen	3,314	5	,663			
	Gesamt	6,649	6				
Forerib	L-Wert	Zwischen den Gruppen	305,525	1	305,525	,309	,608
		Innerhalb der Gruppen	3950,267	4	987,567		
		Gesamt	4255,792	5			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	72,373	1	72,373	,982	,378
		Innerhalb der Gruppen	294,929	4	73,732		
		Gesamt	367,302	5			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	12,302	1	12,302	30,826	,005	
	Innerhalb der Gruppen	1,596	4	,399			
	Gesamt	13,898	5				
Knuckle	L-Wert	Zwischen den Gruppen	495,292	1	495,292	,587	,478
		Innerhalb der Gruppen	4216,699	5	843,340		
		Gesamt	4711,991	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	63,327	1	63,327	,679	,448
		Innerhalb der Gruppen	466,494	5	93,299		
		Gesamt	529,822	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	,017	1	,017	,003	,958	
	Innerhalb der Gruppen	28,299	5	5,660			
	Gesamt	28,316	6				
Rump	L-Wert	Zwischen den Gruppen	220,579	1	220,579	,355	,577
		Innerhalb der Gruppen	3105,589	5	621,118		
		Gesamt	3326,168	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	63,880	1	63,880	1,352	,297
		Innerhalb der Gruppen	236,167	5	47,233		
		Gesamt	300,047	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	13,817	1	13,817	17,939	,008	
	Innerhalb der Gruppen	3,851	5	,770			
	Gesamt	17,668	6				
Shoulder	L-Wert	Zwischen den Gruppen	402,576	1	402,576	,526	,501
		Innerhalb der Gruppen	3825,348	5	765,070		
		Gesamt	4227,924	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	93,497	1	93,497	1,378	,293
		Innerhalb der Gruppen	339,210	5	67,842		
		Gesamt	432,707	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	,304	1	,304	,061	,815	
	Innerhalb der Gruppen	25,041	5	5,008			
	Gesamt	25,345	6				
Topside	L-Wert	Zwischen den Gruppen	439,402	1	439,402	,468	,524
		Innerhalb der Gruppen	4690,519	5	938,104		
		Gesamt	5129,922	6			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	116,539	1	116,539	1,341	,299
		Innerhalb der Gruppen	434,522	5	86,904		
		Gesamt	551,061	6			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	5,266	1	5,266	1,572	,265	
	Innerhalb der Gruppen	16,749	5	3,350			
	Gesamt	22,015	6				

## 12. Farbmessung L\*a\*b\*: Signifikanz-Test nur junge Tiere nach dem Geschlecht

### ONEWAY ANOVA

Muskel			Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Brisket	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1153,906	1	1153,906	1,081	,329
		Innerhalb der Gruppen	8540,821	8	1067,603		
		Gesamt	9694,726	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	36,062	1	36,062	,416	,537
		Innerhalb der Gruppen	693,630	8	86,704		
		Gesamt	729,692	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	10,650	1	10,650	,931	,363	
	Innerhalb der Gruppen	91,486	8	11,436			
	Gesamt	102,137	9				
Fillet	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1028,399	1	1028,399	1,175	,310
		Innerhalb der Gruppen	7001,181	8	875,148		
		Gesamt	8029,580	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	17,742	1	17,742	,292	,604
		Innerhalb der Gruppen	486,309	8	60,789		
		Gesamt	504,052	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	59,731	1	59,731	5,677	,044	
	Innerhalb der Gruppen	84,172	8	10,522			
	Gesamt	143,904	9				
Forerib	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1041,461	1	1041,461	,895	,376
		Innerhalb der Gruppen	8148,721	7	1164,103		
		Gesamt	9190,182	8			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	8,708	1	8,708	,127	,732
		Innerhalb der Gruppen	478,345	7	68,335		
		Gesamt	487,053	8			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	20,060	1	20,060	,999	,351	
	Innerhalb der Gruppen	140,596	7	20,085			
	Gesamt	160,656	8				
Knuckle	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1240,773	1	1240,773	1,149	,315
		Innerhalb der Gruppen	8639,093	8	1079,887		
		Gesamt	9879,866	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	39,960	1	39,960	,404	,543
		Innerhalb der Gruppen	792,122	8	99,015		
		Gesamt	832,082	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	33,306	1	33,306	1,709	,227	
	Innerhalb der Gruppen	155,918	8	19,490			
	Gesamt	189,224	9				
Rump	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1283,462	1	1283,462	1,364	,277
		Innerhalb der Gruppen	7529,115	8	941,139		
		Gesamt	8812,577	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	5,013	1	5,013	,100	,760
		Innerhalb der Gruppen	402,684	8	50,335		
		Gesamt	407,697	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	3,306	1	3,306	,789	,400	
	Innerhalb der Gruppen	33,518	8	4,190			
	Gesamt	36,825	9				
Shoulder	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1067,916	1	1067,916	1,085	,328
		Innerhalb der Gruppen	7877,570	8	984,696		
		Gesamt	8945,485	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	24,180	1	24,180	,326	,583
		Innerhalb der Gruppen	592,475	8	74,059		
		Gesamt	616,655	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	56,311	1	56,311	3,558	,096	
	Innerhalb der Gruppen	126,605	8	15,826			
	Gesamt	182,916	9				
Topside	L-Wert	Zwischen den Gruppen	1089,936	1	1089,936	,973	,353
		Innerhalb der Gruppen	8965,361	8	1120,670		
		Gesamt	10055,30	9			
	a-Wert	Zwischen den Gruppen	,986	1	,986	,013	,913
		Innerhalb der Gruppen	618,353	8	77,294		
		Gesamt	619,339	9			
b-Wert	Zwischen den Gruppen	16,078	1	16,078	1,068	,332	
	Innerhalb der Gruppen	120,461	8	15,058			
	Gesamt	136,539	9				

### 13. Camel meat-quality

Form to send back with samples

1. Carcase-Number: \_\_\_\_\_
2. Date of slaughter: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_
3. Age: \_\_\_\_\_
4. Sex:      male       female
5. Breed (camelus dromedarius/ bactrianus): \_\_\_\_\_
6. Castrated/spayed:    yes     no
7. Bulls in rut:            yes     no
8. Cows pregnant:        yes     no
9. Estimated body weight in kg (live): \_\_\_\_\_
10. (estimated) Carcase weight in kg: \_\_\_\_\_
11. pH-score carcase: (as far as possible)

Time after slaughter	45 min.	6 hours	18 hours	24 hours	48 hours
M. adductor/ semimembranosus					
M. longissimus dorsi					

12. Hump score/body condition (See A1): \_\_\_\_\_
13. Former purpose (racing, transport, breeding...): \_\_\_\_\_
14. Reason for slaughter:    Age       Disease  : \_\_\_\_\_    Only for meat
- Others  :
15. Medicine/Drugs given during last 4 weeks: \_\_\_\_\_
16. Feeding: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
17. Other special information: (e.g. found parasites in intestines, signs of illness...)
- \_\_\_\_\_

## 14. Ausgewählte Teilstücke

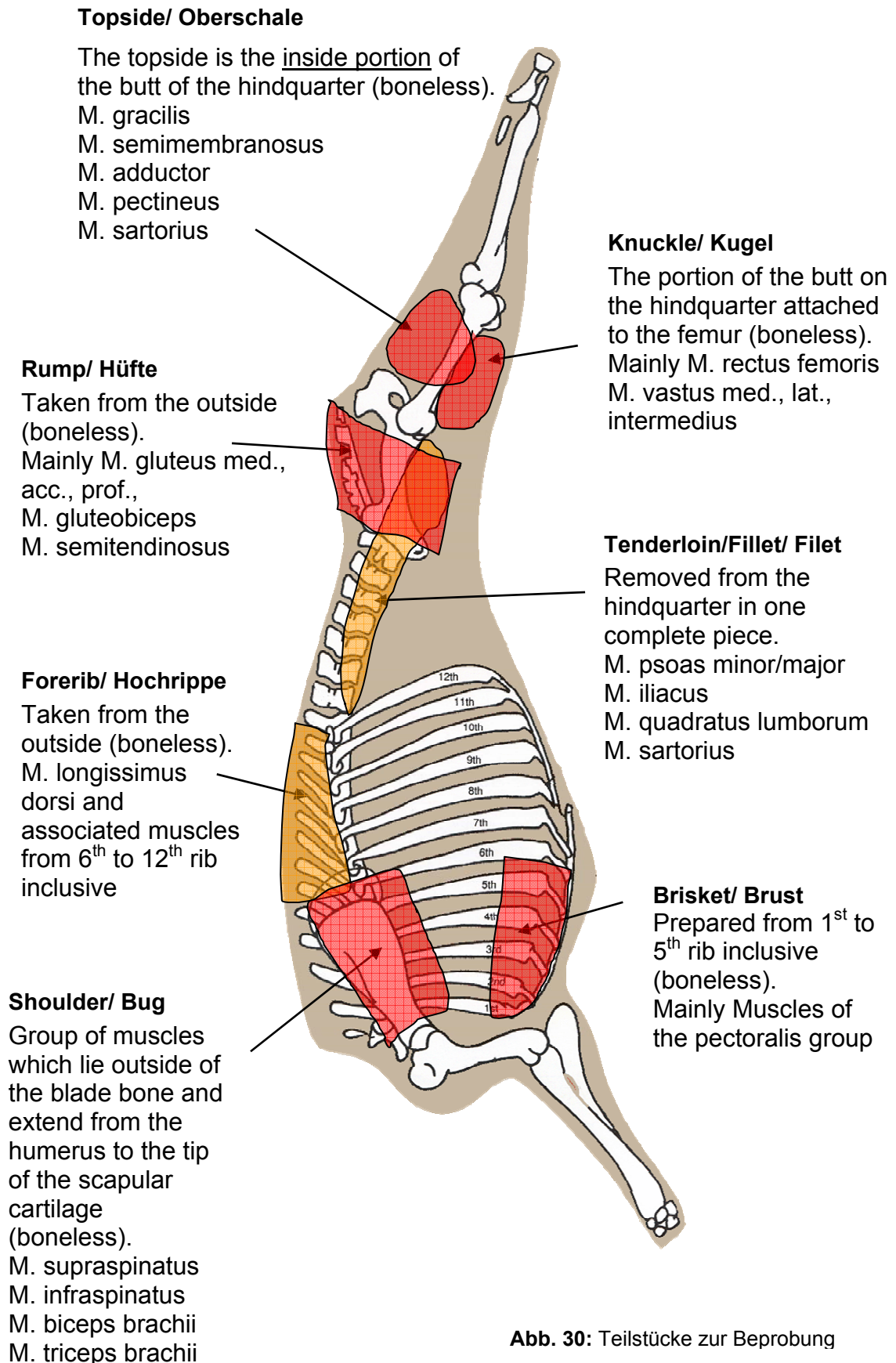


Abb. 30: Teilstücke zur Beprobung

## 15. Hump Score 1-5

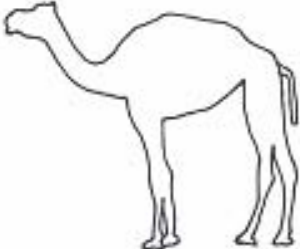
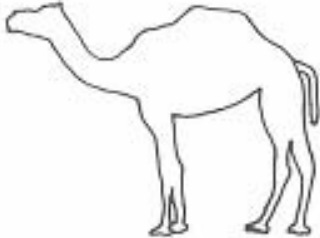

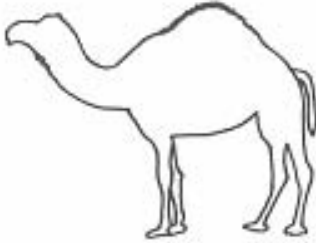
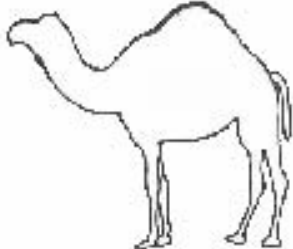





	SCORE 1	SCORE 2	SCORE 3	SCORE 4	SCORE 5
<b>View from one side</b>					
<b>View from behind</b>					
<b>Description</b>	Little or no fat in hairy hump which may lean to one side	Moderate development, is appr. 5% higher than chest depth, maybe leaning to one side	Good development, rising 10% higher than chest depth; Hump still sculptured inwards, fits over chest and abdomen	Full development, appr. 15% rising; Hump rounded outwards from shoulder to rump	Over-extension, more than 15% rising or rounded like a semicircle

Abb. 31: nach ABDEL-RAHIM (1996) und N.N. (2001)



# Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Dr. A. Stolle für die großzügige Überlassung des Themas, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes, seine immer freundliche Beratung, für die aufmunternden Worte und die rasche Korrektur des Manuskriptes,

Herrn Dr. U. Wernery und dem CVRL/Dubai für die überaus freundliche Unterstützung und die gute Zusammenarbeit,

Herrn Dr. Nagy (CVRL) für den reibungslosen Ablauf bei der Probennahme und den gewissenhaften Probenversand,

Frau Dr. T. Grünwald für die intensive Betreuung, die zahlreichen Ratschläge, die stetige Hilfsbereitschaft und die geduldige Korrektur der Arbeit,

allen Mitarbeitern des Institutes für die gute Zusammenarbeit, allen voran Frau Dr. S. Forster und Frau Dr. B. Sperner für die stets vorhandene Bereitschaft zur Hilfestellung in besonderen Problemfällen, insbesondere bezüglich der Statistik und des EU-Rechts und der darüber hinaus großen Geduld bei der Beantwortung zahlreicher Fragen,

Frau M. Freitag und Herrn H. Ziemann für die geduldige Einarbeitung und die Hilfestellung bei der chemischen Untersuchung,

Frau C. Piller und Herrn H. Rattenhuber für die Unterstützung bei der praktischen Durchführung der kalorimetrischen Messung,

Frau M. Schmidt für die Durchsicht des Literaturverzeichnisses,

Frau Dr. Kleeberg-Ruppert für zahlreiche wertvolle Anregungen,

allen Teilnehmern an der sensorischen Prüfung für Ihre Mitarbeit.

# Lebenslauf

---

## Persönliche Daten:

**Name:** Céline Patricia Finke  
**Geburtsdatum:** 24.09.74  
**Geburtsort:** Konstanz  
**Eltern:** Dietrich Finke, IT-Manager;  
Francoise Finke, geb. Pradet, Hausfrau  
**Geschwister:** Pascal Finke, Industriekaufmann

---

## Schulausbildung:

**1981-1985** Grundschule Neuperlach-München  
**1985-1994** Heinrich-Heine-Gymnasium-München  
**1994** Allgemeine Hochschulreife

---

## Studium:

**1994-1995** Studium an der LMU-München: 2 Semester Ethnologie  
**Okt.'95-Okt.'96** Ausbildung zur Tierarzhelferin (Zwischenprüfung)  
**Nov.'96-Aug.'02** Studium der Veterinärmedizin an der LMU-München  
**Sept.'97** Vorphysikum  
**Okt.'98** Physikum  
**Sept.'99** 1. Staatsexamen  
**Aug.'00** 2. Staatsexamen  
**Aug.'02** 3. Staatsexamen  
**2003** Approbation als Tierärztin

---

## Beruf:

**seit Okt.'02** Doktorarbeit am Institut für Hygiene und Technologie der  
Lebensmittel Tierischen Ursprungs der LMU-München  
**Aug.'03-heute** Wissenschaftliche Mitarbeiterin am o.g. Institut