

## 2 Physiologische Grundlagen des Wachstums und der Fleischqualität (M. Henning, U. Baulain)

Um Rindfleisch mit einer gewünschten Qualität erzeugen zu können, bedarf es eines entsprechenden vom Erzeuger gestalteten Produktionsprozesses. Dieser hat Einfluss auf die Schlachtkörperzusammensetzung und bedingt auch auf die Beschaffenheit von Muskel- und Fettgewebe. Je nach Kategorie resp. Alter der Tiere ist der Grad der kollagenen Vernetzung im Muskelgewebe mehr oder weniger weit fortgeschritten. Daher ist die Dauer der Fleischreifung beim Rind ein zusätzlicher wichtiger Qualitätsfaktor, der zum Erzeugungsprozess hinzugehört, aber erst in der Verarbeitungsstufe im Schlacht- oder Zerlegebetrieb bzw. in der Metzgerei stattfindet.

Das optimale Verhältnis von Muskulatur und Fettgewebe wird in erster Linie durch die Auswahl der Rasse und des Geschlechtes sowie der Mastintensität bestimmt. Alle Kategorien wie Kalb-, Jungbullen-, Ochsen- oder Kuhfleisch liefern eine hochwertige Rohware für unterschiedliche Rindfleischprodukte. Aus Endverbrauchersicht sollte Rindfleisch folgende sichtbare Eigenschaften aufweisen:

- hellrote bis intensiv rote Farbe (je nach Kategorie und Reifung)
- sichtbare Marmorierung
- geringer Saftverlust sowohl beim Lagern als auch beim Erhitzen
- im zubereiteten Zustand zart, saftig und artspezifisch aromatisch
- weißes, oxidationsstabiles Fettgewebe

Unerwünschte Ausprägungen lassen sich verschiedenen physiologisch und biochemisch charakterisierbaren Qualitätszuständen zuordnen. Zum Verständnis dieser Zusammenhänge werden zunächst die Entwicklung und die Struktur des Muskelfleisches sowie einige muskelphysiologische Vorgänge beschrieben. Danach folgen Aufbau und Funktion des Fettgewebes, weil dieses ebenfalls im hohen Maße zur Qualität des Schlachtkörpers beiträgt. Zudem werden diverse Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und die Gewebeschaffenheit beschrieben.

### 2.1 Anatomie und Funktion von Muskulatur und Fettgewebe

#### Aufbau und Funktion der quergestreiften Muskulatur

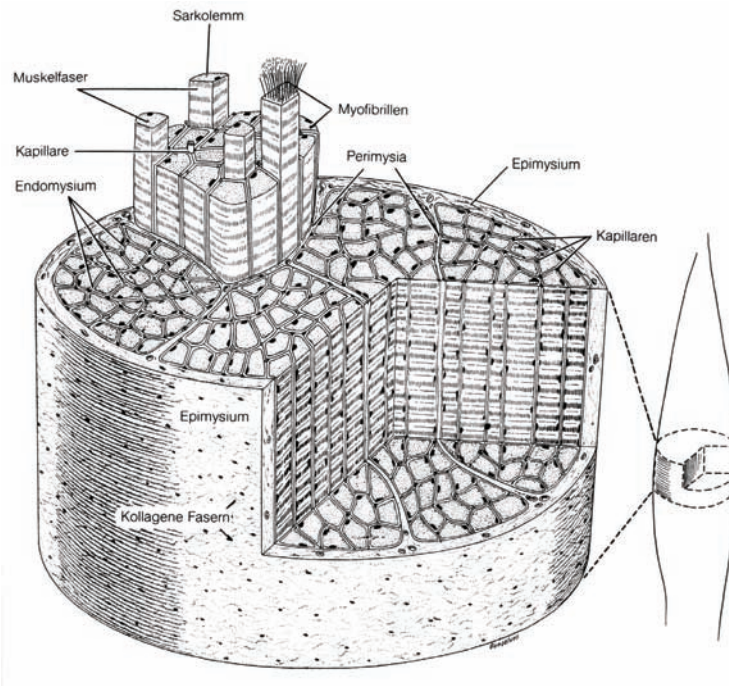
Unter Fleisch im engeren Sinn versteht man Muskelfleisch (mit oder ohne Knochen, Fett- und Bindegewebe). Das Muskelfleisch entsteht aus der so genannten quergestreiften oder Skelettmuskulatur. Diese Muskeln sind für die aktiven Körperbewegungen (zum Beispiel der *Musculus semimembranosus* in der Keuleninnenseite oder *Musculus triceps brachii* in der Schulter) zuständig oder besitzen Haltefunktionen wie der *Musculus longissimus dorsi* (langer Rückenmuskel) oder der *Musculus psoas major*, auch Lendenmuskel oder Filet.

Ein Skelettmuskel besteht aus Muskelfasern, die in Längsrichtung angeordnet und jeweils einzeln und in Bündeln von bindegewebigen Hüllen, den Faszien oder dem Epimysium (Abb. 2.1), umschlossen sind. Diese Hüllen verschmelzen am Ende der Muskeln zu Sehnen und haften mit diesen am Skelett an.

Die Muskelfasern setzen sich aus einzelnen Myofibrillen zusammen (s. u.). Bei Betrachtung der Muskulatur unter dem Lichtmikroskop werden Querstreifen sichtbar, die durch die Anordnung der Myofibrillen (Muskelzellen) entstehen. Die Myofibrillen wiederum bestehen aus Aktomyosin, welches bei der Muskelarbeit (Kontraktion) eine wesentliche Rolle spielt. Aktomyosin kommt als Aktin und Myosin getrennt in den Untereinheiten der Myofibrillen, den Myofilamenten, vor. Aktin- und Myosinfilamente greifen während der Kontraktion unter Einwirkung von ATP (AdenosinTriPhosphat) ineinander und spalten eine Phosphatverbindung vom ATP ab (→ zu AdenosinDiPhosphat = ADP). Bei der Resynthese des ATP erschaffen sie wieder. Dazu wird Energie von den Muskelzellen aus Glykogen, dem Kohlen-

hydratspeicher in der Muskulatur, gewonnen, indem Glucose anaerob (ohne Sauerstoffbeteiligung) zu Milchsäure abgebaut oder aerob (mit Sauerstoff) zu CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) und Wasser (H<sub>2</sub>O) verbrannt wird. So wird ATP als chemische Energie gewonnen. Der sauerstoffreiche (aerobe) Weg der Energiegewinnung ist allerdings ungleich effizienter als der anaerobe:

*aerob*           ⇒       *aus 1 Mol Glukose entstehen 38 Mol ATP*  
*anaerob*        ⇒       *aus 1 Mol Glukose entstehen 2 Mol ATP*



**Abb. 2.1: Aufbau der Skelettmuskulatur (JUNQUEIRA und CARNEIRO, 1986)**

Fibrillenarme, aber myoglobinreiche (Myoglobin = sauerstofftragender Muskelfarbstoff) Fasern kontrahieren langsam, sind zu Dauerleistungen fähig und daher überwiegend in den Bewegungsmuskeln zu finden. Sie haben durch ihren hohen Anteil von Myoglobin eine dunkelrote Färbung (Typ Ib Fasern). Fibrillenreiche Fasern sehen hell aus (weiße Typ Ila Muskelfasern), sind zu rascher Kontraktion fähig, ermüden aber schnell, da sie auf anaerobe Energiegewinnung (ohne Sauerstoffbeteiligung) angewiesen sind. Dabei fällt durch den Abbau von Glykogen Milchsäure an, die im lebenden Organismus durch den Blutstrom in die Leber zurückgeführt und dort wieder zu Glykogen umgebaut wird.

Nach der Schlachtung verbleibt die Milchsäure im Muskel, was durch den pH-Wert erfasst werden kann. Das entstehende saure Milieu stabilisiert sich etwa innerhalb der ersten 6 - 8 Stunden post mortem (nach Eintritt des Todes) und bildet einen natürlichen Haltbarkeitsschutz. Während der pH-Wert im lebenden Muskel durch Puffersysteme im Blut auf 7,0 bis 7,2 konstant gehalten wird, ist die Geschwindigkeit des Glykogenabbaus post mortem und damit die Zeit zum Erreichen des End-pH-Wertes von 5,4 bis 5,6 entscheidend für das Wasserbindungs- oder Saffthaltevermögen des Fleisches. Eine zu schnelle Anreicherung mit Milchsäure (gekennzeichnet durch das Erreichen des End-pH-Wertes innerhalb einer Stunde nach dem Schlachten) führt zu gesteigerten Durchlässigkeiten der Muskelzellmembranen und damit zum Austritt von Zellinhalt in die Zellzwischenräume (Perimysium), und wir haben es mit einem verminderten Saffhalte- oder Wasserbindungsvermögen zu tun. Beim Zuschnitt und Erhitzen des Fleisches kommt es dann zu den unerwünscht hohen Substanzverlusten.

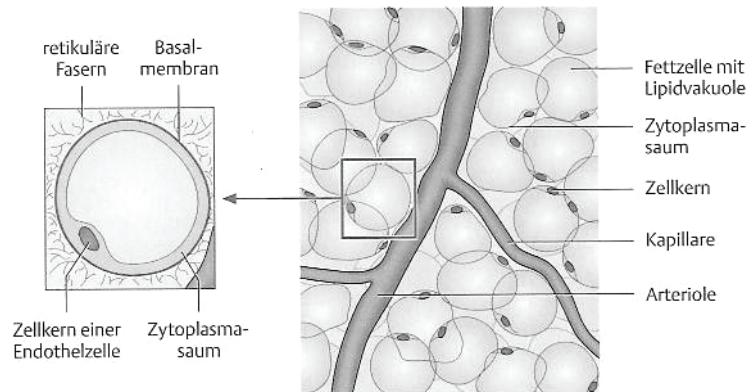
Beim Rind wird das Phänomen des überstürzten Glykogenabbaus nur selten beobachtet. Die meisten Skelettmuskeln sind ausreichend mit Myoglobin ausgestattet (Ib Fasern). Die Glykolyse läuft sehr langsam ab und kann unter Umständen erst 36 Stunden post mortem abgeschlossen sein. Lang andauernde Belastungen durch Transport oder durch ungünstige Haltungsbedingungen im Wartestallbereich, bei denen es zu Auseinandersetzungen zwischen sich fremden Tieren kommt, können aber dennoch dazu führen, dass die Glykogenreserven zum Zeitpunkt der Schlachtung weitestgehend verbraucht sind und post mortem kein ausreichend niedriger pH-Wert erreicht werden kann.

### **Bindegewebe**

Bindegewebe hat im Körper unterschiedliche Funktionen, zum einen ist es für die Stabilisierung und Formgebung bzw. Umhüllung von Organen zuständig, es hat aber auch Speicherfunktionen für Wasser und Fett und ist am Stoffaustausch sowie Abwehrmechanismen beteiligt. In der Anatomie unterscheidet man retikuläres Bindegewebe, welches dem embryonalen Bindegewebe am ähnlichsten ist, das Fettgewebe, welches ein spezialisiertes Bindegewebe ist, sowie das lockere und das straffe Bindegewebe (Löffler, 2002). In Abhängigkeit von der funktionellen Beanspruchung im Gewebe entwickeln sich verschiedenen Faserarten. Für die Fleischqualität sind die kollagenen Faserbündel von Bedeutung. Im Muskel bilden kollagenhaltige Fasern die Quervernetzungen, die mit zunehmendem Alter des Tieres fester werden. Die Funktion des Muskels (Bewegungsmuskeln in den Gliedmaßen oder Haltemuskel im Rücken) bestimmt ebenfalls der Kollagengehalt. Die wichtigsten Aminosäuren des Kollagens sind Glycin (30%), Prolin (12%) und Hydroxyprolin (10%). Da das Kollagen als einziges Protein im Körper eine nennenswerte Menge an Hydroxyprolin enthält, wird dieses als Kenngröße des Kollagengehaltes bestimmt. Kollagen wandelt sich beim Kochen in Gelatine um, was zähes Fleisch von älteren Tieren genießbarer, sprich: zarter macht (WICKE und von LEMBERKEN, 2006).

### **Fettgewebe**

Für die Schlachtkörperbewertung aber auch als Nahrungsmittel spielt das Fettgewebe eine wichtige Rolle. Das sogenannte Depotfett ist unter der Haut (subkutan), zwischen den Muskeln (intermuskulär) sowie innerhalb einzelner Muskeln zwischen den Muskelfaserbündeln (intramuskulär) zu finden und dient als Energiespeicher oder Polster (Nieren-Beckenfett oder Flomen). Weitere Funktionsfette sind als Bestandteile der Zellstruktur in Form von Lipoproteinen oder Phospholipiden in fast allen Körperzellen zu finden. Das Fettgewebe ist sehr stoffwechselaktiv und an der Hydrierung und Dehydrierung von Fettsäuren sowie an der Bildung von Fetten aus Kohlenhydraten und Protein beteiligt. Fettgewebe kann als ein spezialisiertes Bindegewebe angesehen werden (s. o.). Es ist stark vaskularisiert, d. h. mit Blutgefäßen durchzogen (Arteriole und Kapillaren in Abb. 2.2). Das Fett wird in den Zellen in kleinen Tropfen abgelagert, die zusammenfließen bis der gesamte Zelleib mit Fett ausgefüllt und der Zellkern an den Rand gedrückt ist (LOEFFLER, 2002). Fettzellen speichern Lipide, die durch Pinozytose (= Einschnürung) aus dem Blut aufgenommen oder aus Kohlenhydraten in den Zellen direkt gebildet werden. Auch in der Leber finden diese Umbauprozesse statt. Des Weiteren ist die Leber an der Regulation des Fettstoffwechsels beteiligt. Sie produziert die Gallenflüssigkeit, ein Sekret, das Gallensäuren enthält, die ihrerseits Verbindungen mit den Fettsäuren im Blut eingehen können, um die Fettverdauung zu ermöglichen.



**Abb. 2.2: Aufbau des Fettgewebes (FALLER und SCHÜNKE, 2004)**

## 2.2 Gewebewachstum

Die Basis jeglicher Fleischproduktion sind Wachstumsvorgänge bei Wild- und Haustieren. Während der Embryonalentwicklung findet bei allen Säugern die Erzeugung von Muskelzellen (= Fasern) statt, die als Hyperplasie bezeichnet wird. Nach der Geburt ist Wachstum im Muskelgewebe überwiegend durch Zellvergrößerungen (Hypertrophie) bestimmt, nur noch in geringem Umfang kommt es zu Zellneubildungen. Dies kann zum Beispiel nach Verletzungen und Schädigungen der Muskulatur notwendig werden und wird durch so genannte Satellitenzellen induziert, die unter der Basalmembran (Umhüllung einer Muskelfaser) liegen. Muskelwachstum bedeutet eine Vergrößerung des Muskelquerschnitts und die Verlängerung der Muskelfasern. Die Größe der Muskelfasern ist vom Alter, dem Genotyp und der Nährstoffversorgung des Tieres abhängig.

Bis zu welchem Zeitpunkt in der Entwicklung die Fettzellenanzahl sich verändert und bis wann und in welchem Umfang sich die Fettzellen vergrößern können, ist noch nicht vollständig geklärt. Auch hier sind Genotyp, Alter des Tieres und die Fütterungsintensität entscheidend für die Entwicklung der Fettdepots. Bekannt ist, dass das intramuskuläre Fett als letztes Depot im Verlauf des Wachstums angelegt wird.

### Genetische Einflüsse auf das Wachstum

Die Ausprägung der Muskulatur ist überwiegend genetisch bedingt, sie ist aber auch vom Nährstoffangebot in der Mast abhängig.

Je nach Rasse oder Geschlecht des Rindes ist das Proteinansatzvermögen sehr unterschiedlich. Dies ist das Ergebnis von Anpassungsprozessen an verschiedene regionale Rahmenbedingungen wie Klima und Futtergrundlage sowie einer langen intensiven Zuchtarbeit. Es haben sich bei den Fleischrinderrassen sehr differenzierte Typen herausgebildet, die sich unter anderem in ihrer zeitlichen Entwicklung bis zur körperlichen Reife unterscheiden. So gelten z. B. das Fleckvieh oder das Charolaisrind als spät reife und das Angusrind als frühreife Rasse.

Der Reifetyp hat wiederum Auswirkungen auf die Fleischbeschaffenheit. Im Gegensatz zu spät reifen Rassen setzen frühreife über einen deutlich kürzeren Zeitraum Eiweiß an. Sie beenden ihr Muskelwachstum früher, bilden daher weniger Magerfleisch bei gleichzeitig früherer intensiver Fettgewebekonstruktion. Da vor allem das im Muskelgewebe eingelagerte Fett, das intramuskuläre Fett, die sensorische Qualität positiv beeinflusst, hat das frühreife Rind Vorteile gegenüber dem spätreifen.

Nicht nur über die Rasse sondern auch über das Geschlecht wird der sensorische Wert bestimmt. Unter sonst gleichen Bedingungen ist das Muskelbildungsvermögen der Bullen am größten, danach folgen die Ochsen und dann die Färsen. Letztere beginnen vergleichsweise früh mit der Fetteinlagerung (AUGUSTINI und WEIßMANN, 1999).

### **Kongenitale (angeborene) Muskelhypertrophie**

Die Verdrängung der Zwei-Nutzungsrasen (Milch und Fleisch) zu Gunsten von Spezialrasen für Fleisch- und Milchproduktion hat auch ein genetisch fixiertes hypertrophes Muskelwachstum hervorgebracht. Diese kongenitale Muskelhypertrophie beim Rind ist am deutlichsten bei der Rasse Blau-weiße Belgier ausgeprägt. Die Muskelfülle zeichnet sich unter der Haut deutlich ab, was zum einen durch die extreme konkave Muskelform und zum anderen durch eine dünnere Haut bedingt ist. Das Merkmal wird auch als Doppellender (*double muscling*) bezeichnet und ist seit langem bekannt, aber aus Sicht des Tierschutzes umstritten, da das Skelettwachstum bei einigen Rassen der extremen Muskelfülle nur unzureichend angepasst ist. Es kann schon bei Kälbern in den ersten Lebensmonaten zu Deformationen in den Gelenken kommen. Dazu treten Kalbeschwierigkeiten und Fertilitätsstörungen auf.

Der Genort (Locus) für die Muskelhypertrophie beim Rind ist bekannt, er liegt auf dem Chromosom 2. Nachfolgende Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich um das Myostatin codierende Gen handelt (ERHARDT, 2005). Myostatin ist ein Eiweiß, das zu einer Gruppe von Proteinen gehört, die an der Regulation des Zellwachstums beteiligt sind. Sie sind 1997 erstmals von Wissenschaftlern der John Hopkins Universität in Baltimore, Maryland in den USA beschrieben worden. Sie werden als TGF (für *transforming growth factors* = *transformierende Wachstumsfaktoren*)-Proteine bezeichnet. Das Myostatin wird in den Muskelzellen gebildet und begrenzt deren Wachstum. Die Differenzierung von den schon erwähnten Satellitenzellen zu Muskelzellen wird durch Myostatin gehemmt.

Der Gendefekt, der zu „ungehemmtem“ Muskelwachstum führt, wurde als Fehlstelle (*Deletion*) identifiziert, welche zu dem Allel *mh* (für Muskelhypertrophie) führt. Die Genwirkung ist fast rezessiv, d.h. dieses Merkmal wird verdeckt weitergegeben. Bei Homozygotie *mh/mh* entsteht der Doppellender-Phänotyp, und bei Heterozygotie *+/mh* ist ein geringgradig stärkerer Muskelansatz messbar. Die Identifizierung der Genotypen kann über einen Gentest erfolgen. So wäre eine gezielte Nutzung dieses Gendefektes bei heterozygoten Tieren nutzbar, ohne dass die negativen Auswirkungen der Muskelhypertrophie homozygoter Tiere in Kauf genommen werden müssen (ERHARDT, 2005).

### **Einflüsse durch die Fütterungsintensität**

Über die Mastintensität haben die Rindfleischerzeuger einen erheblichen Einfluss auf die Schlachtkörper- und Fleischbeschaffenheit. Ab einer bestimmten Höhe der Energiezufuhr sowie in Abhängigkeit von Lebendgewicht und Alter nimmt die Verfettung so stark zu, dass die Tageszunahmen zurückgehen und das Fleisch aus Verbrauchersicht unakzeptabel verfettet. Ein verbreiteter Irrtum ist, dass die Weidemast per se eine bessere sensorische Qualität liefert. Entscheidend ist die Höhe der Energiezufuhr. Da über die Weide die Energieversorgung (ohne Zufütterung) häufig zu gering ist, sind selbst Färsen in den sensorischen Kriterien intensiv gemästeten Stallrindern unterlegen (AUGUSTINI und WEIßMANN, 1999). Umfangreiche Versuche von HUTH (2007) zur Fütterungsintensität bei Deutschen Schwarzbunten-, Holstein- und Fleckviehbullen haben und dessen Einfluss auf die Zartheit, haben deutliche Vorteile der intensiv gefütterten Gruppen sowohl bei 65 als auch bei 78 Wochen Schlachtagter gezeigt. Der Gehalt an intermuskulärem Fett war allerdings bei diesen Gruppen erhöht, genau wie der Anteil des Körperhöhlenfettes, was sich ungünstig auf die Ausschachtung auswirkt. Dies ist bei den milchbetonten Rassen problematischer als bei den Fleckviehbullen.

## 2.3 Schlachtkörperqualität

Die „Schlachtkörperqualität“ ist nach BRANSCHIED (1998) dem „Schlachttierwert“ zuzuordnen und wird als übergeordneter Begriff für alle erfassbaren und messbaren Eigenschaften eines geschlachteten Tieres definiert (Abb. 2.3). Der Komplex Schlachtkörperqualität ist dabei auf diejenigen Merkmale des Schlachtkörpers begrenzt, die seine Zusammensetzung beschreiben: die Teilstückzusammensetzung nach DLG-Schnittführung (SCHEPER und SCHOLZ, 1985), die Zuordnung der Teilstücke gemäß ihrem Verwendungszweck, die Gewebeverhältnisse sowie die grobgewebliche und chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers.

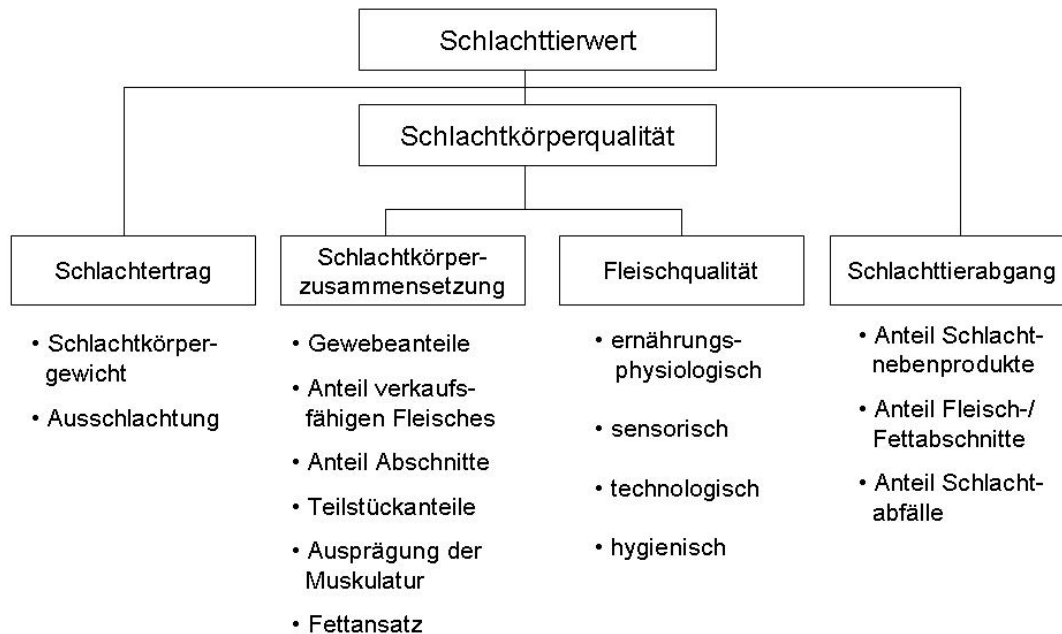


Abb. 2.3: Definition des Schlachttierwertes (nach BRANSCHIED, 1998)

### Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung

Bei den Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung kann zwischen tier- und produktionstechnischen Effekten unterschieden werden. Die tierspezifischen Einflüsse sind Alter bzw. Gewicht, Rasse bzw. Kreuzung sowie das Geschlecht. So sind der Eiweiß-, der Fett- und der Mineralstoffansatz (Knochen) stark vom Alter abhängig. Da Gewicht und Alter in enger Beziehung stehen, wird in der Produktion meist das Gewicht als Bezugsgröße zum Schlachttierwert verwendet. Der Einfluss der Rasse wird vor allem am unterschiedlichen Wachstumsverlauf, d. h. an der Veränderung des Eiweiß- und Fettansatzes, ersichtlich. Besonders bei Fleischrinderrassen gibt es große Unterschiede in der Körperzusammensetzung. Kleinrahmige Rassen (z. B. Galloway) setzen im Verlauf des Wachstums wesentlich stärker Fett an als großrahmige Rassen (z. B. Charolais).

Zwischen weiblichen, männlichen und kastrierten männlichen Rindern gibt es aufgrund der Wirkung der Geschlechtshormone ebenfalls deutliche Unterschiede in der geweblichen Zusammensetzung. Während Testosteron bei männlichen Tieren eine stärkere Ausbildung der Vorhand (Bug und Kamm) bewirkt, verursachen Östrogene bei weiblichen und männlichen Tieren eine verstärkte Muskelbildung. Kastraten weisen dagegen einen erhöhten Fettansatz auf, dem in der Endmast nur durch eine geringere Energiezufuhr in der Fütterung entgegengewirkt werden kann (KALLWEIT, 2006).

Unter den produktionstechnischen Einflüssen haben nach AUGUSTINI (1987) das Mastendgewicht, das Schlachtagter und die Mastintensität die größte Wirkung auf das Wachstum und damit auf die Zusammensetzung des Schlachtkörpers. So führt eine

Energieübersorgung zu einem stärkeren Fettansatz und damit zu einem ungünstigeren Fleisch:Fett-Verhältnis. Dies kann aber auch dadurch hervorgerufen werden, dass nicht genügend Energie für den Proteinansatz und damit die Muskelbildung zur Verfügung steht. Gleichmaßen unerwünschte Auswirkungen auf die Schlachtkörperzusammensetzung hat auch eine Unterversorgung mit Eiweiß.

### Bestimmung der Schlachtkörperzusammensetzung

Aus den zuvor dargestellten Zusammenhängen wird ersichtlich, dass die Kenntnis der geweblichen Zusammensetzung von Schlachtkörpern sowohl für die Vermarktung als auch für die Züchtung von Rindern zentrale Bedeutung hat. Infolgedessen befassen sich Tierzucht- und Fleischforschung seit langem intensiv mit der dazugehörigen Thematik. Die genaueste direkte Erfassung der Körperzusammensetzung erfolgt über eine manuelle Vollzerlegung des Schlachtkörpers in die Fraktionen Muskel, Fett, Knochen und Rest (z. B. Sehnen und Knorpel). Noch weiter führt die chemische Analyse, mit deren Hilfe der Protein-, der Fett- und der Aschegehalt des Schlachtkörpers bestimmt werden können. Die Werte aus der chemischen Analyse werden insbesondere in Ernährungsstudien benötigt. Diese sehr arbeitsaufwändigen Methoden sind jedoch nur noch in Ausnahmefällen durchführbar, so dass Hilfsmerkmale herangezogen werden müssen, die Schlachtkörperqualität zu bewerten. Je nach Einsatzgebiet müssen dabei Kriterien wie Praktikabilität, Objektivität und Genauigkeit und nicht zuletzt die Kosten der Merkmalerfassung beachtet werden.

### Die Handelsklassen für Rindfleisch

Rindfleisch wird, wie bereits erwähnt, in Produktionssystemen erzeugt, die nach Geschlecht und Alter differenziert sind. Das Klassifizierungssystem beruht dementsprechend auf zwei Ordnungsgrößen: der Kategorie als Ausdruck von Geschlecht, Reifegrad und Gewicht, und der Handelsklasse zur Differenzierung nach quantitativen Schlachtwertmerkmalen (grobgewebliche Zusammensetzung des Schlachtkörpers). Innerhalb der Europäischen Union sind fünf Kategorien verbindlich festgelegt: Jungbullenfleisch (A), Bullenfleisch (B), Ochsenfleisch (C), Kuhfleisch (D), Färsenfleisch (E). National wird diese Einteilung um die Kategorie Kalbfleisch (KA) erweitert (Tab. 2.1).

**Tab. 2.1: Beschreibung der in Deutschland beim Rind verwendeten Kategorien (Rindfleischhandelsklassenverordnung RindflHKV)**

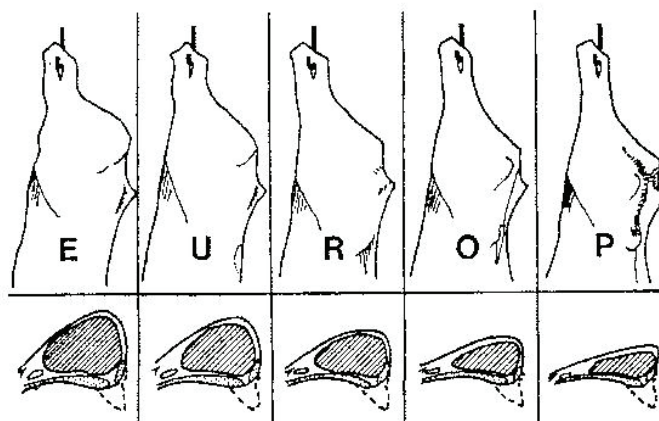
Kategorie	Bezeichnung	Beschreibung
Kalbfleisch	KA	Fleisch mit Kalbfleischeigenschaften von Tieren, deren Schlachtkörper als Kälber zugeschnitten sind
Jungbullenfleisch	A	Fleisch von ausgewachsenen jungen männlichen nicht kastrierten Tieren von weniger als zwei Jahren
Bullenfleisch	B	Fleisch von anderen ausgewachsenen männlichen nicht kastrierten Tieren
Ochsenfleisch	C	Fleisch von ausgewachsenen männlichen kastrierten Tieren
Kuhfleisch	D	Fleisch von ausgewachsenen weiblichen Tieren, die bereits gekalbt haben
Färsenfleisch	E	Fleisch von anderen ausgewachsenen weiblichen Tieren

Die jeweilige Kategorie wird vor dem Buchstaben und der Ziffer von Fleischigkeits- bzw. Fettgewebeklasse am Schlachtkörper vermerkt. Die Kategorien gelangen in der Vermarktung dann in unterschiedliche Nutzungsrichtungen (BRANSCHIED und VON LENGERKEN, 1998):

- Kälberschlachtkörper sind in allen Teilstücken für den Frischfleischmarkt geeignet und gelangen nur für Spezialprodukte (Babynahrung) mit gewissen Anteilen in die Verarbeitung.
- Jungbullen lassen sich bei Erzielung guter Qualitäten vor allem bei einem niedrigen Schlachtagter von unter 16 Monaten mit allen Teilstücken als Frischfleisch vermarkten. Bei Schlachtkörpern von älteren Rindern (bis 24 Monate) gelangen vor allem die wertvollen Stücke des Rückens und des Hinterviertels in den Frischfleischmarkt. Andere Teilstücke wechseln je nach Marktlage zwischen Frisch- und Verarbeitungsfleisch, wenn ihr Fettgehalt nicht zu hoch ist.
- Färsen und Ochsen liefern noch bis zu einem Alter um 24 Monate eine verlässlich gute Fleischqualität; ihre geringere Muskelfülle bei höherem Knochen- und Fettanteil erschwert aber die gerechte Bewertung dieser Qualität. Aus diesem Grund setzen sich die Ochsen nur schwer am Markt durch.
- Schlachtkörper von Kühen und Bullen sind generell nur als Verarbeitungsware geeignet, wenn man von Edelteilstücken absieht, die mit gewissem Erfolg zu vermarkten sind, wie z. B. Kühe im „Bavette-Schnitt“ nach Frankreich.

Die Einteilung in die Handelsklassen wird am warmen Schlachtkörper nach einem EU-einheitlichen Schema vorgenommen, das auch für Kalbfleisch angewendet wird. Die Handelsklasseneinstufung wird von speziell ausgebildeten Klassifizierern visuell, d. h. subjektiv vorgenommen. Beurteilt werden sowohl die Fleischigkeit als auch die Verfettung des Schlachtkörpers.

Die Fleischigkeitsklassen mit Qualitäten zwischen „vorzüglich“ und „gering“ werden mit den Buchstaben „EUROP“ gekennzeichnet (Abb. 2.4, Tab. 2.2). In einigen Mitgliedsstaaten wird zusätzlich die Handelsklasse S angewendet, um besonders hochwertige Schlachtkörper von Spezialrassen wie z. B. den Doppellendern entsprechend berücksichtigen zu können. Die Einstufung basiert auf der Beurteilung der Körperprofile von Keule, Rücken und Schulter mit den Bewertungen „superkonvex“ (Hkl. E) bis „sehr konkav“ (Hkl. P) sowie auf der Beurteilung der Muskelfülle mit den Bewertungen von „außergewöhnlich“ bis „gering“. Ergänzende Bestimmungen über die Ausprägung von Keule, Rücken und Schulter sowie Oberschale und Hüfte sind mit zu berücksichtigen.



**Abb. 2.4: Profile der Keule und Schnitt durch den Rückenmuskel bei den verschiedenen Fleischigkeitsklassen von Rindfleisch (BRANSCHIED, 1999)**

Die Fettgewebeklassen mit den Abstufungen „sehr gering“ bis „sehr stark“ verfettet werden mit den Ziffern „1“ bis „5“ gekennzeichnet (Tab. 2.3). Die Einstufung in die Fettgewebeklasse ergibt sich aus der Beurteilung der Fettabdeckung in Form der subkutanen Verfettung auf



der Körperaußenseite und des Fettansatzes in der Brusthöhle. Besonders markante Zuordnungskriterien finden sich in den Fettsträngen der Keule und den Fetteinlagerungen in der Zwischenrippenmuskulatur.

Dieses Klassifizierungssystem basiert in sehr vielschichtiger Weise auf der Differenzierung der Kategorien, der Fleischigkeits- und Fettgewebeklassen sowie auf der ergänzenden Information über das Schlachtgewicht. Diese Kriterien sind jedoch nicht unabhängig voneinander. Nach BRANSCHIED und VON LENGERKEN, 1998) wäre eine Objektivierung und Neuinterpretation der Handelsklassen für Rindfleisch wünschenswert, weil z. B. die doppelte Bevorzugung von Jungbullern, die im EU-Schema aufgrund der großen Bedeutung der Fleischigkeitsklassen und folglich der Schlachtgewichte gegeben ist, relativiert würde.

**Tab. 2.2: Handelsklassen für Rindfleisch - Merkmale der Fleischigkeitsklassen (Rindfleischhandelsklassenverordnung RindfIHKV)**

<b>Fleischigkeitsklasse</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Ergänzende Bestimmungen</b>		
E vorzüglich	Alle Profile konvex bis superkonvex; außergewöhnliche Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	stark ausgeprägt breit und sehr gewölbt bis in Schulterhöhe stark ausgeprägt	Oberschale tritt stark über die Beckenfuge (Symphysis pelvis) hinaus. Hüfte stark ausgeprägt
U sehr gut	Profile insgesamt konvex, sehr gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	ausgeprägt breit und gewölbt bis in Schulterhöhe ausgeprägt	Oberschale tritt über die Beckenfuge (Symphysis pelvis) hinaus. Hüfte ausgeprägt
R gut	Profile insgesamt gradlinig; gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	gut entwickelt noch gewölbt aber weniger breit in Schulterhöhe ziemlich gut entwickelt	Oberschale und Hüfte leicht ausgeprägt
O mittel	Profile gradlinig bis konkav; durchschnittliche Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	mittelmäßig entw. mittelmäßig entw. mittelmäßig entw.	Hüfte gradlinig
P gering	Alle Profile konkav bis sehr konkav; geringe Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	schwach entwickelt schmal mit hervortretenden Knochen flach mit hervortretenden Knochen	

**Tab. 2.3: Handelsklassen für Rindfleisch - Merkmale der Fettgewebeklassen (Rindfleischhandelsklassenverordnung RindfIHKV)**

<b>Fettgewebeklasse</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>ergänzende Bestimmungen</b>
1 sehr gering	Keine bis sehr geringe Fettabdeckung	Kein Fettansatz in der Brusthöhle
2 gering	Leichte Fettabdeckung; Muskulatur fast überall sichtbar	In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen noch sichtbar
3 mittel	Muskulatur mit Ausnahme von Keule und Schulter fast überall mit Fett abgedeckt; leichte Fettansätze in der Brusthöhle	In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen noch sichtbar
4 stark	Muskulatur mit Fett abgedeckt, an Keule und Schulter jedoch noch teilweise sichtbar, einige deutliche Fettansätze in der Brusthöhle	Fettstränge der Keule hervortretend. In der Brusthöhle kann die Muskulatur zwischen den Rippen von Fett durchzogen sein.
5 sehr stark	Schlachtkörper ganz mit Fett abgedeckt; starke Fettansätze in der Brusthöhle	Die Keule ist fast vollständig mit einer dicken Fettschicht überzogen, so dass die Fettstränge nicht mehr sichtbar sind. In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen von Fett durchzogen.

Als Standardmethode zur Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung für wissenschaftliche Zwecke wird in Deutschland eine Zerlegung nach DLG-Schnittführung durchgeführt (SCHEPER und SCHOLZ, 1985). Dabei werden folgende Merkmale erfasst:

- die Gewichte der Viertel
- die Teilstückgewichte
- die Gewebegewichte der Teilstücke
- die gewebliche Zusammensetzung des Schlachtkörpers
- die Fettabschnitte und Sehnen aus der Zerlegung
- die Knochengewichte

### **Apparative Klassifizierung**

Die Klassifizierung von Rinderschlachtkörpern erfolgt in der EU anhand der o. g. subjektiven Kriterien. Hinsichtlich einer besseren Beurteilung und Preisfindung wird seit einigen Jahren daran gearbeitet, die Schlachtkörperbewertung ähnlich wie beim Schwein mit Hilfe von objektiven Messverfahren vorzunehmen. Hier ist in erster Linie die Video-Image-Analyse (VIA) zu nennen. Gegenüber der subjektiven Klassifizierung, die wie eingangs beschrieben auf der Beurteilung der Konformation und der Fettabdeckung beruht, liefert VIA direkte Informationen zum Gewicht einzelner Teilstücke und erfasst darüber hinaus auch Fleisch- und Fettfarbe. Eine Übersicht der verschiedenen Videobildtechniken für die Rinderklassifizierung ist bei SCHILD et al. (2004) zu finden (Tab. 2.4). Die Autoren berichten, dass mit VIA deutlich höhere Korrelationen zum „wahren“ Fleischanteil (bezogen auf ladenfertige Teilstücke) erreicht werden als mit der subjektiven Beurteilung ( $r \sim 0,8$  bzw.  $r \sim 0,6$ ). Schwächen zeigten alle Geräte jedoch in der Ermittlung der Schlachtkörperverfettung. Hier wäre eine Verbesserung, die möglicherweise auch die Verfettung an der Innenseite der Schlachtkörper erfasst, wünschenswert. In den USA und Kanada ist beispielsweise eine andere Form der VIA-Messung von Bedeutung, bei der der Anschnitt des M. longissimus dorsi erfasst wird. Diese Anschnittsbewertung dient im Wesentlichen dazu, den Marmorierungsgrad zu ermitteln (BRINKMANN, 2007).

**Tab. 2.4: Video-Imaging-Systeme zur objektiven Klassifizierung beim Rind (SCHILD et al., 2004)**

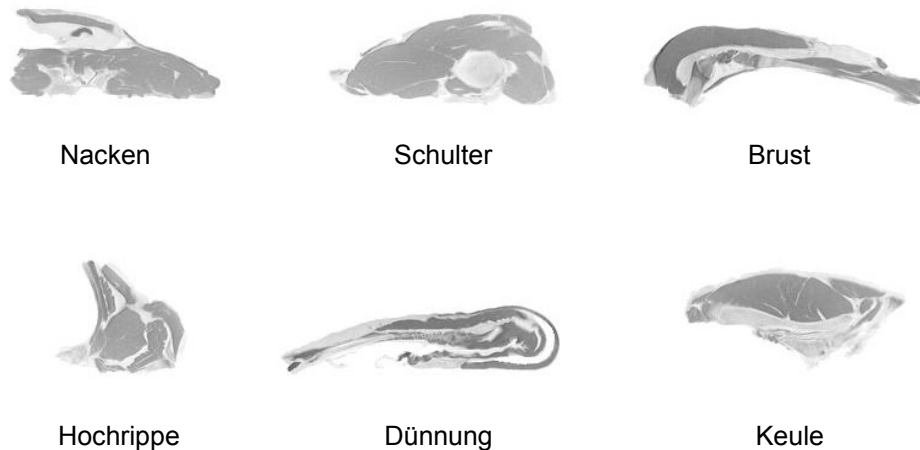
<b>Gerätebezeichnung</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Messprinzip</b>
BCC-2	SFK Technology Dänemark	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
VBS 2000	E+V Deutschland	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
VIAscan	Meat and Livestock Australien	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
Normaclass	Normaclass SA Frankreich	Volumetrisch: rotierender Schlachtkörper

### **Nicht invasive Messtechniken**

Eine seit langem bedeutende Aufgabe der Tierzucht- und der Fleischforschung sind die Entwicklung, Anpassung und Bewertung von Methoden, die nicht nur in der Forschung sondern auch für den praktischen Einsatz benötigt werden. Die mit Abstand genauesten, aber auch aufwändigsten Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier und am Schlachtkörper sind die Röntgen-Computertomographie (CT) und die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT). Diese für die Humanmedizin entwickelten bildgebenden Techniken werden schon seit ca. 20 Jahren auch in der Forschung an landwirtschaftlichen Nutztieren, insbesondere bei Schwein und Schaf, eingesetzt. Über wiederholte Lebend-Messungen derselben Probanden ist eine detaillierte Analyse des individuellen Wachstums von Geweben, Körperpartien, einzelnen Muskeln und Organen möglich. Bei dieser Vorgehensweise reicht eine deutliche geringere Anzahl von Tieren im Versuch aus als bei herkömmlichen Stufenschlachtungen mit anschließender grobgeweblicher Zerlegung von Geschwistern oder nicht verwandten Tieren.

Aufgrund der Größe von Rindern sind die tomographischen Techniken jedoch nicht geeignet, um lebende Rinder oder ganze Schlachtkörper - mit der Ausnahme von Kälbern - zu untersuchen. Ein Einsatz kommt nur bei Schlachtkörperteilstücken in Frage, deren grobgewebliche Zusammensetzung so aber mit hoher Genauigkeit bestimmt werden kann (BAULAIN et al., 2007). Auf diesem Wege könnte auf eine grobgewebliche Zerlegung und ggf. auch auf eine chemische Analyse verzichtet werden. Abbildung 2.5 zeigt mit MRT aufgenommene Querschnittsbilder (invertiert) verschiedener Schlachtkörperteilstücke eines 15 Monate alten Aufzuchtrindes.

Ein ursprünglich für die Messung der Knochendichte beim Menschen entwickeltes Verfahren ist die Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA), das jedoch auch zur Untersuchung von Weichgeweben geeignet ist. DXA wurde außer bei Geflügel und beim Schwein auch für die Messung der Körperzusammensetzung beim lebenden Kalb verwendet (SCHOLZ et al., 2003; HAMPE et al., 2005).



**Abb. 2.5: MRT-Querschnittsbilder (invertiert) verschiedener Schlachtkörperteilstücke vom Rind**

In der Eigenleistungsprüfung für Fleischrinder lassen sich Informationen zum Wert des Schlachtkörpers, der für die Wirtschaftlichkeit der Rindfleischproduktion eine entscheidende Bedeutung hat, über die subjektive Bewertung nur mit einer geringen Aussagefähigkeit gewinnen. Eine relativ kostengünstige und praxistaugliche Methode, die Zusammensetzung des Schlachtkörpers oder den Anteil wertvoller Teilstücke genauer zu schätzen, ist der Einsatz der Ultraschall-Messtechnik. Begründet durch die in den letzten zwei Jahrzehnten vollzogene technologische Entwicklung von linearen Realzeit-Ultraschall-Messköpfen und -Scannern im humanmedizinischen Bereich stellt diese Technik die am häufigsten genutzte Technologie bei Nutztieren dar, um die Körperzusammensetzung am lebenden Tier zu erfassen. In der Schweinezucht ist die Speckdickenmessung mit Ultraschall ein seit langem anerkanntes und erprobtes Verfahren zur Bestimmung der Verfettung bzw. des Muskelfleischanteiles am lebenden Tier und hat wesentlich zum züchterischen Fortschritt beigetragen. Das Anwendungsfeld von Ultraschall erstreckt sich über einfache Distanz- bis hin zu Flächen- bzw. Volumenmessungen, indem entweder sog. A-mode-, B-mode-, oder M-mode-Geräte verwendet werden. So liefern zweidimensionale Ultraschallbilder Informationen zu Fettgewebedepots und Muskelquerschnittsflächen.

Nachdem in Ländern wie Dänemark, den USA und Australien Ultraschall sowohl für die Selektion von Zuchttieren als auch für die Bestimmung der Körperzusammensetzung von Masttieren eingesetzt wird, kommt das Verfahren auch in Deutschland vermehrt zur Anwendung (STAMM et al., 2003). Um die Prüfmethodik der Eigenleistungsprüfung für Rinder weiter zu verbessern, werden seit 2004 gemeinsam vom Fleischrinderherdbuch Bonn und der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen alle Fleischrinderbullen am Prüfende bei einem Alter von rund einem Jahr geschallt. Dabei werden die Fläche des M. long. dorsi (langer Rückenmuskel) und die Fettauflage zwischen der letzten und vorletzten Rippe gemessen (MÜSCH, 2005).

## 2.4 Fleischbeschaffenheit

### Definition

Der viel strapazierte „Qualitätsbegriff“ sollte im Zusammenhang mit Fleisch durch den Begriff „Fleischbeschaffenheit“ ersetzt werden. Die physikalische Beschaffenheit ist durch Messgrößen bestimmbar, die als Hilfsmerkmale für das Saffthalte- oder Wasserbindevermögen des Fleisches, welches wiederum für die Verarbeitung oder Zubereitung in der Küche eines der wichtigsten Kriterien ist. Beim Rindfleisch werden diese Merkmale durch die Zartheit erweitert. Die Zartheit wird zum einem durch die Rasse sowie Kategorie des Tieres

beeinflusst und andererseits im hohem Maße durch die Technologie post mortem. Beim Rind finden nach Eintritt des Todes im Vergleich zum Schwein langsamere Energieabbauprozesse in der Muskulatur statt. Diese sogenannte Fleischreifung beginnt während der Kühlung nach dem Schlachten sowie in der Folgezeit bei Temperaturen zwischen  $-1^{\circ}\text{C}$  bis maximal  $+7^{\circ}\text{C}$  statt. Bei diesen (aus hygienischen Gründen) niedrigen Temperaturen dauert die Fleischreifung beim Kalb etwa 7 und beim Rind mindestens 14 Tage (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

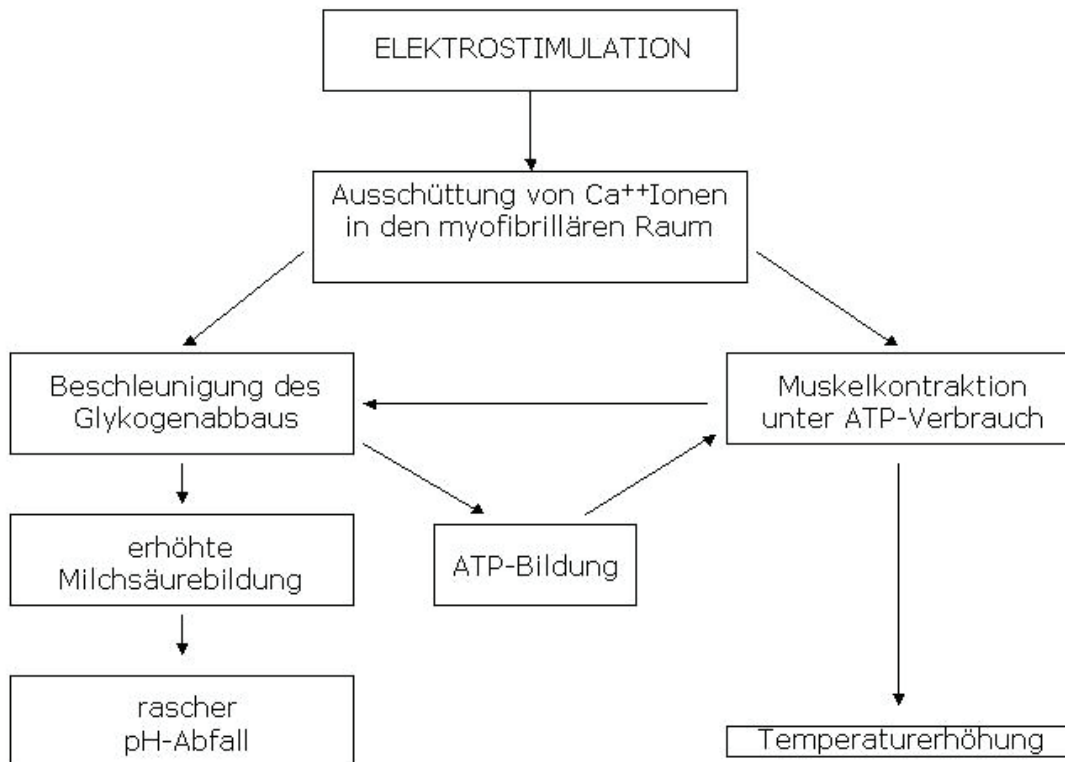
Die Fleischfarbe als sichtbares Merkmal kann subjektiv oder mit sogenannten Chromametern (Hunter Lab oder Minolta L) erfasst werden. Ein Reflexionswert von 34 bis 40 Einheiten wird als optimal angesehen. Eine helle Farbe (hoher Wert = starke Reflexion) wird bei jungen Tieren und/oder bei einer starken Marmorierung gemessen (TEMISAN und AUGUSTINI, 1987). Ein dunkleres Rot entsteht bei Fleisch von älteren Tieren (höhere Myoglobinanteile) oder auch nach einer längeren Reifezeit durch die Umwandlung von Myoglobin in Metmyoglobin nach Sauerstoffaufnahme (SWATLAND, 1984). Eine frische rote Farbe zeigt an, dass noch keine längere Reifung erfolgt ist. So ist noch nicht mit einer ausreichenden Zartheit zu rechnen. Kenntnisse zur Entwicklung einer optimalen Qualität helfen Verbrauchern bei ihrer Kaufentscheidung, oder sie müssen an der Ladentheke entsprechend kommuniziert werden. Auch die Zubereitung von Rindfleisch setzt ein paar Fertigkeiten voraus.

### **Fleischkühlung und Cold shortening**

Im Schlachtkörper des Rindes werden zum Ende des Schlachtvorganges Temperaturen von 36 bis 42 Grad gemessen. Die Erhöhung der Werte gegenüber den Verhältnissen im lebenden Tier kommen dadurch zu Stande, dass bei den post mortalen Energieabbauprozessen Wärme frei wird. Die Absenkung der Temperatur erfolgt dann durch den Austausch mit kalter Luft im Kühlraum; des Weiteren trägt die Verdunstungskälte an der Oberfläche des Schlachtkörpers dazu bei. Eine schnelle Abkühlung ist aus hygienischen Gründen wünschenswert, sie kann aber das sogenannte *cold shortening* (Kälteverkürzung der Fasern) verursachen. Schlachtfrische Muskeln kontrahieren bei  $15^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise dunkelrote Muskeln von Rind, Schaf und Wild, die auf Grund ihrer besseren Sauerstoffversorgung langsamer als helle Muskeln (Schwein) die Energie abbauen. Die Kälteverkürzung ist durch die Erhöhung der Temperatur von über  $15^{\circ}\text{C}$  wieder rückgängig zu machen, was sich aber in der Praxis nicht realisieren lässt. Durch das Ineinanderschieben der Myofibrillen sowie die Auffaltung des Bindegewebes kommt es zu einer erhöhten Zähigkeit des Fleisches; dies kann durch langsame Abkühlung oder mit Hilfe der Elektrostimulation der Schlachtkörper vermieden werden (HONIKEL, 1996).

### **Elektrostimulation**

Während der Entblutung, zum Teil auch bereits während des Entblutungsstichs, kann eine Elektrostimulation des Schlachtkörpers durchgeführt werden. Dabei werden für 30 bis 60 Sekunden Spannungen impulsartig oder als Wechselstrom durch den Schlachtkörper geschickt. Post mortal verlieren die Nerven recht schnell ihr Reizleitungspotenzial, höhere Spannungen können jedoch noch längere Zeit Muskelkontraktionen auslösen. Da die Muskelkontraktion Energie benötigt (ATP), wird der postmortale Glykogenabbau beschleunigt (Abb. 2.6).



nach Honikel und Schwägele (1998)

**Abb. 2.6: Physiologische Vorgänge bei der Elektrostimulierung**

### Abhängen oder Reifen

Wie beim Schweinefleisch wird in der Muskulatur zunächst Glykogen, der Energiespeicher im Muskel, zu Milchsäure abgebaut. Dadurch entsteht ein saures Milieu in der Muskulatur mit einem pH-Wert von etwa 5,5. Zu einem späteren Zeitpunkt sind auch die Phosphate (ATP) abgebaut und die Totenstarre, der Rigor mortis, tritt ein. Der nächste Schritt in der Fleischreifung ist die Auflösung der muskulären Proteinstrukturen, die Proteolyse, die zur Lösung der Starre und zur Bildung der Zartheit des Fleisches führt.

Die Auflösung der Proteine wird durch spezielle Enzyme, sogenannte Proteinasen, induziert. Sie werden als Calpaine und Kathepsine bezeichnet, eine weitere vermutlich beteiligte Gruppe wird „multikatalytische Proteinase“ genannt. Die Calpaine ( $\mu$ -Calpain und m-Calpain) können mit Hilfe von Calcium-Ionen Teile der Myofibrillen abbauen, werden aber von Calpastatin, einem Proteinnasehemmer, daran gehindert, das gesamte Muskelgewebe aufzulösen. Wie diese Calpaine die Zartheit schlussendlich beeinflussen, kann derzeit nur vermutet werden. Dies trifft auch auf die Aktivitäten der Kathepsine zu. Diese gelangen post mortem aus den Lysosomen ins Cytoplasma und bewirken die Hydrolyse von Aktin und Myosin. Die Elektrostimulation der Schlachtkörper beschleunigt die Freisetzung von Kathepsinen und führt zu einer schnelleren Abnahme der Zähigkeit der Muskulatur. Ein Vielzahl von Proteinen, die bei den Kontraktionsprozessen im lebenden Muskel beteiligt sind, lösen sich bei Kühlraumtemperaturen allerdings nicht auf (WICKE et al., 1998).

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflussfaktoren wäre eine minimale Reifungsdauer von mindestens 9 Tagen bis maximal 3 Wochen bei gleichbleibender Lagertemperatur um 0 °C zu empfehlen. Die Reifung einzelner Muskeln und Teilstücke unter Vakuum erlaubt eine verwendungsspezifische Reifedauer (TEMISAN und AUGUSTINI, 1987). Koch- und Verarbeitungsfleisch aus dem Vorderviertel kann nach einer kurzen Abhänge- oder Reifezeit

verwendet werden; Kurzbratstücke, die vorzugsweise aus Rücken und Keule geschnitten werden, sollten zwei bis drei Wochen reifen.

### **DCB = dark cutting beef**

Fleischqualitätsabweichungen durch Belastungen kurz vor der Schlachtung findet man beim Rind sehr selten. Wie bereits erwähnt, ist die Muskulatur von lebenden Rindern gut mit Sauerstoff versorgt. Eine Übersäuerung durch anaerobe Energiegewinnung, ein schneller pH-Werabfall und damit eine PSE-Problematik (**p**ale = blass, **s**oft = weich, **e**xsudative = wässrig) wie beim Schwein werden daher kaum beobachtet.

Eine unsachgemäße Behandlung der Tiere vor der Schlachtung oder lange Transporte sowie ungünstige klimatische Bedingungen können aber zu einem fast vollständigen Verbrauch der Glykogenreserven führen (KALLWEIT, 1988). Die Rücken- und Keulenmuskulatur, also gerade die wertvollen Teilstücke, sind überproportional von dem Glykogendefizit betroffen und bilden dann dunkles, leimiges Fleisch mit einem End-pH-Wert von  $> 5,9$  aus (SWATLAND, 1984). Dieses Phänomen wird als DFD-Fleisch (**d**ark = dunkel, **f**irm = fest, **d**ry = trocken) beschrieben oder spezifisch für das Rind als **Dark cutting beef** (im Anschnitt dunkles Rindfleisch) bezeichnet. Der Mangel an Milchsäure macht das Fleisch angreifbar für Bakterien, so dass die für Rindfleisch erforderliche Reifung nicht unbedenklich erfolgen kann. Dieses Fleisch ist nur als Verarbeitungsware und auch nicht als Zugabe für Rohwürste geeignet.

### **Wagyu Beef**

Eine Spezialität sollte hier noch erwähnt werden, da sie in Gourmetkreisen als Geheimtipp gehandelt wird. Das Kobe Beef von den japanischen Wagyu Rindern wird überwiegend in Japan, Australien und den USA produziert und im „Gourmet-Versandhandel“ vertrieben. Es zeichnet sich durch eine feine Faser und durch eine starke Marmorierung aus. Nach dem japanischen „Marbeling Score“ (Marmorierungsskala) werden von 1 bis 12 die magersten und die fettesten Rinder eingestuft.

Die 1 entspricht nach einer Untersuchung von CAMERON et al. (1994) einem durchschnittlichen intramuskulären Fettgehalt von 5%, eine 12 bedeutet einen Fettgehalt von  $> 30\%$ , gemessen im M. long. thoracis (Rückenmuskel im Bereich der Hochrippe). Dies ist für den Mitteleuropäer sowohl aus optischen als auch aus geschmacklichen Gründen gewöhnungsbedürftig.

Wagyu Rinder werden sowohl in Reinzucht gehalten als auch in Kreuzungszucht mit Holsteinkühen oder Fleischrinderrassen wie Angus zur Qualitätsfleischerzeugung eingesetzt. Hier kann die Erhöhung des intramuskulären Fettgehaltes schnell sensorische Vorteile bringen. Dieser wird aber mit einer insgesamt höheren Fettmenge im Schlachtkörper erkauf.

### **Qualität und Vermarktung von Rindfleisch**

Der Rückgang des Verzehrs von Rindfleisch hat sich nach der BSE Krise nicht wieder erholt. Die Gründe dafür sind sehr vielschichtig und sozio-ökonomisch unterschiedlich erklärbar. Neben dem Verlust der traditionellen Mahlzeiten im familiären Umfeld, sind Rinderbraten, Rouladen, Tafelspitz und andere klangvolle Spezialitäten der Convenience-Küche gewichen. Rindfleisch ist zum Kurzbraten oder Grillen nur geeignet, wenn es aus dem Rücken (Roastbeef oder Filet) und der Keule geschnitten ist, welche eine entsprechende Reife erreicht haben sollten. Gereiftes Rindfleisch hat für ca. 2 Wochen Kühlraumkapazitäten beansprucht; dieser Energieaufwand muss und wird dem Kunden in Rechnung gestellt. Die hohen Preise schrecken die Kunden ab, zumal nicht sicher ist, ob das Bratenstück in gewünschter Qualität gelingt. Zusammenhänge zwischen Fettgehalt und Geschmack sowie anderen technologischen Finessen sind dem Kunden in Deutschland meist nicht bekannt. Gern wird in der Gastronomie (im Besonderen in Steakhäusern) auf Importware aus Nord- und Südamerika zurückgegriffen, wo Ochsen- und Färsenmast extensiv mit klein- bis mittelrahmigen Rassen durchgeführt wird, die eine gute Marmorierung aufweisen. Zudem wird durch den Transport von Teilstücken im Kühlschiff über einen ein bis zweiwöchigen Zeitraum ein Reifezeit „garantiert“, die zu einem exzellenten Produkt führt. Die extensive

naturnahe Haltung wird in das Vermarktungskonzept einbezogen. So haben wir es „fast“ mit Bio-Ware zu tun.

Als Convenience-Food zum Panieren oder Frittieren wie Geflügel und Schweinefleisch, ist Rindfleisch weniger geeignet. Es werden aber komplette traditionelle Rindfleischgerichte wie Gulasch, Sauerbraten oder Rouladen konserviert in Dosen- oder als Tiefkühlware angeboten. Es ist schwer, bei den Verbrauchern die Lust am Zubereiten von Rindfleisch wieder zu beleben. Hier können die Direktvermarkter von Rindfleisch oder der Lebensmitteleinzelhandel nur im direkten Dialog Kunden zurückgewinnen, wenn sie ansprechende Qualitäten anbieten können.

### **Literatur:**

- Augustini, C. (1987): Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe, Band 7, 339 S.
- Augustini, C., F. Weißmann (1999): Einflussfaktoren auf die Fleischqualität beim Rind. *Aid Bonn*, Heft 3588 S. 6 - 9
- Baulain, U., U. Meyer, S. Brauer (2007): Assessment of body composition in growing cattle by chemical analysis and Magnetic Resonance Imaging. 58th Annual Meeting of the European Assosiation for Animal Production. Book of abstracts No. 13, 372 S.
- Branscheid, W. (1998): Begriffe des Schlachttierwertes. In: *Fleisch und Fleischwaren* Bd. 1. Hrsg. Branscheid, Honikel, v. Lengerken und Troeger, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 436 S.
- Branscheid, W. (1999): Vermarktung In: *Handbuch Fleisch und Fleischwaren*. Wirth, Barciaga und Krell (Hrsg.), Behr's Verlag.
- Branscheid, W., G. v. Lengerken (1998): Die Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung und die Einstufung in Handelsklassen. In: *Fleisch und Fleischwaren* Bd. 1. Hrsg. Branscheid, Honikel, v. Lengerken und Troeger, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 436 S.
- Brinkmann, D. (2007): Untersuchungen über die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen. Diss. Universität Bonn, 173 S.
- Cameron, P., D. Zembayashi, D.K. Lunt, T. Mitsuhashi, M. Mitsumoto, S. Ozawa, S.S. Smith (1994): Relationship between Japanese beef marbling standard and intramuscular lipid in the M. longissimus thoracis of Japanese Black and American Wagyu Cattle. *Meat Science* 38, 361 - 364
- Erhardt, G. (2005): Molekulare Gendiagnostik bei Nutztieren. Hrsg. H. Geldermann, *Tier-Biotechnologie Verlag Eugen Ulmer Stuttgart* S. 485 - 507
- Faller, A. (neu bearbeitet von M. Schünke) (2004): *Der Körper des Menschen*. Thieme Verlag, Stuttgart New York, 826 S.
- Huth, F.W. (2007): Persönliche Mitteilung
- Hampe, J., S. Nüske, A.M. Scholz und M. Förster (2005): Untersuchungen zur Körperzusammensetzung und zum Wachstum von Kälbern unterschiedlicher genetischer Herkunft mittels Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA). *Arch. Tierz., Dummerstorf* 48, 428 - 444
- Honikel, K.O. (1996): Chemische und strukturelle Veränderungen nach dem Schlachten. In: *Handbuch Fleisch und Fleischwaren*. Behr's Verlag Hamburg - Loseblattausgabe
- Honikel, K.O., F. Schwägele (1998): Biochemische Prozesse der Fleischbildung. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*. W. Branscheid, K.O. Honikel, G. v. Lengerken, K. Troeger (Hrsg.) Deutscher Fachverlag Frankfurt a. Main S. 593 - 613
- Junqueira, L.C., J. Carneiro (1986) *Histologie*. In: *Lehrbuch der Cytologie, Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen unter Berücksichtigung der Histophysiologie*. Springer Verlag Berlin, Heidelberg 1986 2. Aufl.



- Kallweit, E. (1988): Fleisch. In: Qualität tierischer Nahrungsmittel. E. Kallweit, R. Fries, G. Kielwein, S. Scholtyssek (Hrsg.), UTB für Wissenschaft, Ulmer Verlag Stuttgart, 368 S.
- Kallweit, E. (2006): Schlachtkörper und Fleisch – Rind, Schwein und Schaf. In: Tierzucht, G. v. Lengerken, F. Ellendorff, J. v. Lengerken (Hrsg.), Ulmer Verlag Stuttgart, 582 S.
- Löffler, K. (2002): Anatomie und Physiologie der Haustiere. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart UTB für Wissenschaft, 10. aktualisierte Auflage. 456 S.
- Müsch, W. (2005): Berichte und Ergebnisse der Leistungs- und Qualitätsprüfungen für Rinder und Schafe. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, 37 S.
- Scheper, J., W. Scholz (1985): DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf. DLG-Verlag, Frankfurt, D 85
- Schild, H., K. Ender, M. Wicke, M. Henning, G. Kuhn (2004): Apparative Klassifizierung beim Rind. Information zum Sachstand aus der Projektgruppe der DGfZ „Klassifizierung Rind“. Züchtungskunde 76: 1 - 5
- Scholz, A.M., S. Nüske and M. Förster (2003): Body composition and bone mineralization measurement in calves of different genetic origin by using dual-energy X-ray absorptiometry. Acta Diabetol. 40, 91 - 94.
- Stamm, S., M. Klunker, M. Golze, U. Bergfeld (2003) Ultrasonographische Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Tier. Angus-Forum-Europa. [www.angus-forum.com](http://www.angus-forum.com)
- Swatland, H.J. (1984): Structure and development of meat animals. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs New Jersey USA, 436 S.
- Temisan, V., C. Augustini (1987) Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe Band 7, 336 S.
- Wicke, M., G. v. Lengerken (2006) Struktur und Funktion der Gewebe. In: Tierzucht, G. v. Lengerken, F. Ellendorff, J. v. Lengerken (Hrsg.), Ulmer Verlag Stuttgart, 582 S.
- Wicke, M., S. Maak, G. v. Lengerken, C. Rehfeld (1998): Anatomisch-physiologische Grundlagen der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. W. Branscheid, K.O. Honikel, G. v. Lengerken, K. Troeger (Hrsg.) Deutscher Fachverlag Frankfurt am Main, S. 555 - 589
- Verordnung (EWG) Nr. 1208/81 des Rates vom 28. April 1981 zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder (ABl. Nr. L 123/3) in der jeweils geltenden Fassung.
- Verordnung (EG) Nr. 1183/2006 des Rates vom 24. Juli 2006 zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder (kodifizierte Fassung)
- Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rindfleisch (RindflHKV) Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1991, Teil I, 2388-2390 v. 31.12.91 geändert durch Änderungsverordnung vom 8.12.1995

