

# Sensorische Analyse – Sensorik von Frischfleisch



# SENSORISCHE ANALYSE – SENSORIK VON FRISCHFLEISCH

## Beeinflussende Faktoren und Untersuchungsmethoden

### 1. Einleitung

Fleisch ist ein wichtiger Bestandteil unserer Ernährung. Der Verzehr von Fleisch und Fleischerzeugnissen liegt in der Bundesrepublik bei etwa 60 kg pro Kopf und Jahr, wobei etwa die Hälfte (30 kg) auf den Verzehr von Fleischerzeugnissen entfällt. Bezogen auf die Tierarten beträgt der Anteil von Schweinefleisch etwa 65 %, Geflügelfleisch 18 %, Rind- und Kalbfleisch 14 % und sonstige Tierarten 3 %.

### 2. Fleischqualität

Unter dem Begriff „Fleischqualität“ sind eine Vielzahl unterschiedlicher Eigenschaften summiert, die sowohl durch den Landwirt, Schlacht- und Zerlegebetrieb, Verarbeiter und auch den Nutzer (Zubereitungsverfahren) beeinflusst werden. Nach HOFMANN (1973) ist Fleischqualität die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches (s. Tab. 1). Die sensorischen Merkmale oder auch der Genusswert beinhalten: **Aussehen** (Farbe, Form, Marmorierung), **Aroma** (Geruch, Geschmack), **Saftigkeit** und **Textur** (Konsistenz).

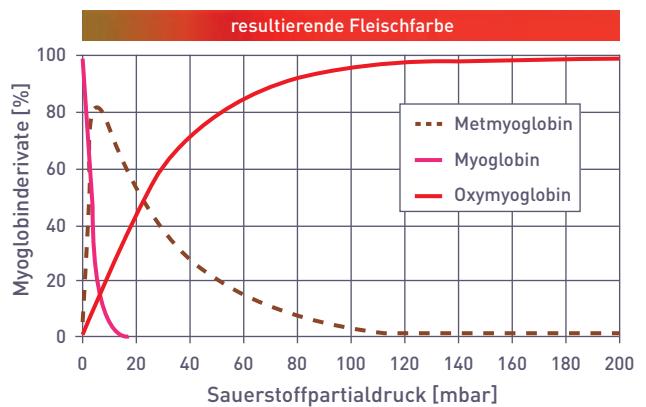
#### 2.1 Fleischfarbe

Die Fleischfarbe ist im Wesentlichen abhängig vom Myoglobin-Gehalt. Mageres Schweinefleisch beinhaltet ca. 2 g/kg Myoglobin, bei Rindfleisch kann der Gehalt bis zu 20 g/kg (Kuh) betragen. Weiterhin unterscheidet sich die Fleischfarbe aufgrund unterschiedlicher Oxidationsstufen des Myoglobins und dessen relativen Anteilen. Das Eisenion in der Struktur des Häm-Myoglobin enthält im Gegensatz zu Hämoglobin nur einen Porphyrinring (Häm) – ist in der Lage, Sauerstoff zu binden und stellt damit für den Muskel ein Sauerstoffreservoir dar. Daher enthalten Muskeln von Tieren, die körperlich eine höhere Beanspruchung erfahren haben oder auch Tiere, die ihre

Tab. 1: Qualitätsfaktoren zur Beurteilung der Fleischqualität

Genusswert	Gebrauchswert	Nährwert	Gesundheitswert
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Form</li> <li>• Aussehen</li> <li>• Marmorierung</li> <li>• Farbe</li> <li>• Struktur</li> <li>• Zartheit</li> <li>• Saftigkeit</li> <li>• Geruch</li> <li>• Geschmack</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammensetzung</li> <li>• Eiweiß</li> <li>• Fett</li> <li>• Bindegewebe</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Wasserbindung</li> <li>• Farbe</li> <li>• Konsistenz</li> <li>• Mikrobiologie</li> <li>• Lagerdauer u. -art</li> <li>• Conveniencegrad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eiweiß (Proteine)</li> <li>• Fette</li> <li>• Vitamine</li> <li>• Mineralstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiologie</li> <li>- Keimart</li> <li>- Keimanzahl</li> <li>• Rückstände</li> <li>- Tierarzneimittel</li> <li>- Pflanzenschutzmittel</li> <li>- Hormone</li> <li>• Rückstände</li> <li>- Schwermetalle</li> <li>- Umweltgifte</li> </ul>

Abb. 1: Einfluss des Sauerstoffgehaltes auf die Farbe von Frischfleisch



Muskeln lang anhaltend mit Sauerstoff versorgen müssen (z. B. Wale), sehr hohe Myoglobinkonzentrationen.

Bei einem frischen Anschnitt von Fleisch liegt überwiegend natives Myoglobin (Mb) vor, das Fleisch erscheint purpurrot, das zentrale Eisenatom liegt zweiwertig vor. Dies gilt auch für vakuumverpacktes Fleisch. In Anwesenheit höherer Konzentrationen von Sauerstoff wird das native Myoglobin zu Oxy-myoglobin oxigeniert (MbO<sub>2</sub>, hellrot), das zentrale Eisenatom liegt weiterhin zweiwertig vor. Durch Verpackung unter Schutzgas (z.B. 75 % O<sub>2</sub> und 25 % CO<sub>2</sub>) oder Sauerstoffdruckanwendung (z. B. 100 % O<sub>2</sub>; 8 bar) kann der Anteil an Oxy-myoglobin und die Farbstabilität noch gesteigert werden (hell kirschrot).

Die Bildung von Metmyoglobin (MMb) ist eine Oxidation, das Eisen-II wird zum Eisen-III-Ion oxidiert und das Fleisch färbt sich je nach Ausprägung (relativer Anteil) grau-braun. Dieses Erscheinungsbild ist abhängig von der Lagerart (z. B. Vakuumverpackung) und -dauer und der mikrobiellen Belastung. Mikrobielle Stoffwechsellätigkeit kann auch zu grünlichen Derivaten des Myoglobins führen.

#### 2.2 Zartheit und Saftigkeit

Die **Zartheit** (Textur) und **Saftigkeit** des Fleisches ist das wichtigste sensorische Merkmal beim Verzehr. Zartheit ist vor allem beim Rind und bei älteren Tieren von Bedeutung. Deutliche genetisch bedingte Unterschiede in der Zartheit existieren zwischen den verschiedenen Rinderrassen. Kalb-, Schweine- und Geflügelfleisch sind aufgrund des jungen Schlachalters normalerweise zart. Unsachgemäße Behandlung beim Kühlen der Schlachtierkörper oder falsche Zubereitung verschlechtern die Zartheit von Fleisch jeder Tierart.

Das Muskelfleisch weist durch seine Zusammensetzung aus Muskelfaserbündeln und Bindegewebe eine geordnete Struktur auf. Unmittelbar nach dem Schlachten liegen in den Muskelfasern, solange genügend ATP vorhanden ist, die Actin- und



Abb. 2: Rindfleisch mit unterschiedlichem Grad der Marmorierung



Myosinfilamente getrennt voneinander vor. Sobald der ATP-Gehalt durch die Vorgänge nach dem Schlachten unter 1  $\mu\text{mol/g}$  abgesunken ist, kommt es zur irreversiblen Verknüpfung von Actin und Myosin, der Muskel wird starr (Rigor mortis). Je nach Tierart und Umgebungstemperatur tritt die Totenstarre 1 bis 30 h post mortem ein. In dieser Phase hat das Fleisch die geringste Zartheit. Aber auch das Safthaltevermögen des Fleisches nimmt durch gleichzeitige pH-Senkung ab.

Des Weiteren wirkt sich die Struktur (Grobfaserigkeit) des Muskelgewebes auf die Textur aus (Lage und Dicke der Fleischfasern). Im Wesentlichen wird dies durch Rasse, Alter und Geschlecht sowie Art des Teilstückes (Zuschnitt) beeinflusst. Je älter das Tier und je mehr die einzelnen Muskelpartien beansprucht werden, umso stabilisierendere Quervernetzungen entstehen im Kollagen und um so dicker sind die Muskelfasern. Ein hoher intramuskulärer Fettgehalt wirkt sich auf die Saftigkeit und Zartheit des Fleisches aus: Er lockert das Bindegewebe, setzt den Kauwiderstand herab und erhält zudem die Saftigkeit. Mit Marmorierung ist gemeint, wie stark das Fleisch von aderförmigen Fetteinlagerungen durchzogen wird. Ein gut marmoriertes Fleisch schmeckt zarter, saftiger und aromatischer als sehr mageres Fleisch.

### 2.3 Aroma

Das **Aroma** des Fleisches ist neben der Tierart, Rasse, Geschlecht und Fütterung (Haltung) in erster Linie abhängig von den Vorgängen nach dem Schlachten. Dabei kommt es zu einer mehr oder weniger starken Bildung von Milchsäure und geschmacksgebenden und -verstärkenden Verbindungen (z. B. Inosinmonophosphat) oder freien Aminosäuren (z. B. Glutaminsäure). Einen entscheidenden Einfluss auf das Aroma von Schweinefleisch hat die Futterzusammensetzung. So wirken sich Futtermittel mit einem hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren negativ auf den Geschmack und Geruch aber auch die Konsistenz von

Tab. 2: Einflussfaktoren auf die Fleischqualität

Genetik	Mast	Schlachtung	Be-/Verarbeitung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasse</li> <li>• Kategorie</li> <li>• Geschlecht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierhaltung</li> <li>• Futter                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Art</li> <li>- Zusammensetzung</li> </ul> </li> <li>• Mast                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensität</li> <li>- Endgewicht</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport</li> <li>• Wartestall</li> <li>• Betäubung</li> <li>• Elektrostimulation</li> <li>• Entblutung</li> <li>• Brühverfahren</li> <li>• Schlachthygiene</li> <li>• Kühlverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygiene</li> <li>• Reifen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur</li> <li>- Zeit</li> </ul> </li> <li>- Tenderstretch</li> <li>- Tendercut</li> <li>• Steaken</li> <li>• Injektion</li> <li>• Hochdruck</li> <li>• Marinieren</li> <li>• Verpackung</li> <li>• Schutzgas</li> <li>• Garmethode</li> </ul>

Schweinefleisch aus. Die Zusammensetzung des Fettgewebes der Wiederkäuer ist dagegen aufgrund der mikrobiologischen Prozesse im Pansen (de novo Fettsäuresynthese), deutlich weniger von der Zusammensetzung des Futters abhängig.

Einen großen Anteil an der Aromabildung hat auch die Oxidation von ungesättigten Fettsäuren. Die daraus resultierenden Abbauprodukte werden durch mikrobiologische Prozesse zu Aroma beeinflussenden niedermolekularen Verbindungen wie Carbonylverbindungen, Fettsäuren und weiteren flüchtigen Zerfallsprodukten abgebaut. Weiterhin sind Phospholipide für die Aromabildung von entscheidender Bedeutung. Sie stellen mit einem hohen Anteil an ungesättigten und verzweigt-kettigen Fettsäuren reaktive Verbindungen bereit.

Nachteilige Abbauprodukte, die durch die Oxidation der Fettsäuren (Autoxidation) entstehen können, beginnen zunächst mit Radikalreaktionen an den ungesättigten Fettsäuren und führen in mehrstufigen Prozessen zu den verschiedensten Abbauprodukten wie Aldehyde, Alkohole, Carbonsäuren und Peroxiden. Durch höhere Temperaturen und Einwirkung von Luftsauerstoff werden diese Oxidationsprozesse, die letztlich in Ranzigkeit münden, beschleunigt.

Der weitaus größte Teil des Aromas entsteht erst beim Erhitzen von Fleisch. Bisher sind mehr als 800 Substanzen bekannt, die im Fleisch bereits vorhanden sind und/oder bei der Reifung und Zubereitung entstehen können und geschmacksprägend wirken. Beim Erhitzen entstehen durch Reaktion von stickstoffhaltigen Verbindungen und Zuckern (Maillard-Reaktion) flüchtige und nichtflüchtige aromaaktive Verbindungen.

Beim Wiedererwärmen von gegartem und anschließend gekühltem Fleisch kann ein abweichender, unangenehmer Geruch und Geschmack auftreten (warmed over flavour). Dies entsteht durch freigesetzte Eisenionen (aus Myoglobin), die die Autoxidation der ungesättigten Fettsäuren erhöhen.

### 2.4 Fleischreifung

Die Reifung ist für die Genussfähigkeit des Fleisches, insbesondere für die Zartheit, bedeutend. Dies gilt insbesondere für Rindfleisch, mit Einschränkung aber auch für andere Tierarten. Durch das „Abhängen“ nach dem Schlachten gewinnt das Fleisch zunehmend an Zartheit. Der Erfolg hängt nicht allein vom Reifungsverfahren, sondern auch von vielen tierspezifischen und perimortalen Faktoren ab. Das Zartwerden beruht auf proteolytischen Vorgängen, die durch fleischeigene Enzyme beeinflusst werden. Auch mechanische Einwirkungen von Zug- und Druckkräften, die die Freisetzung lysosomaler Enzyme begünstigen, können den Reifeverlauf beeinflussen. Daraus leiten sich verschiedene Verfahren zur Optimierung bzw. Verkürzung der konventionellen Reifeverfahren ab, wie z. B. Tenderstretch und Tendercut oder auch das Marinieren.

Proteasen kommen in unterschiedlichen Konzentrationen und Arten in den verschiedenen Muskeln der verschiedenen Tierarten vor. Diese Unterschiede in Art und Menge erklären teilweise die unterschiedliche Reifungsgeschwindigkeit des Fleisches der verschiedenen Tierarten. Die unterschiedlichen Reifezeiten sind sowohl durch Tieralter (Quervernetzung des Bindegewebes) als auch durch die Unterschiede in der Enzymaktivität bestimmt. Die Fleischreifung findet vor allem intrazellulär statt. Das extrazelluläre Bindegewebe wird erst angegriffen, wenn nach mehreren Tagen die Zellmembran zersetzt wird.

**Tab 3: Erforderliche Reifungszeit bis zur Erzielung eines relativen Reifegrades von 50 bzw. 80 % bei einer Reifungstemperatur von 1 °C (DRANSFIELD, 1994)**

Tierart	Erforderliche Reifungszeit (Tage) bis zum Reifungsgrad	
	50 %	80 %
Rind	4,3	10,0
Kalb	4,1	9,5
Kaninchen	4,1	9,5
Lamm	3,3	7,7
Schwein	1,8	4,2
Geflügel	0,1	0,3

Die Geschwindigkeit der Reifung ist in hohem Maße temperaturabhängig. Aus Gründen der Fleischhygiene sind der Reifungstemperatur aber enge Grenzen gesetzt. Es bleibt daher bei den konventionellen Verfahren nur die Zeitdauer als wichtigste Einflussgröße. Bei guten hygienischen Verhältnissen und bei niedrigen Temperaturen wird Rindfleisch noch bis zur 8. Woche zarter. Im Vergleich führen jedoch die ersten 10 Tage nach der Schlachtung zur schnellsten Reduzierung der Zähigkeit.

Mechanische Behandlungen wie Steaken, Klopfen, Pressen wirken sich aufgrund der Zerreißung und Lockerung des Bindegewebes positiv auf die Konsistenz aus. Nachteilig ist allerdings die stark vergrößerte Oberfläche: Sie bedingt eine geringere Haltbarkeit und Saftigkeit. Auch chemische Behandlungen können einen vorteilhaften Effekt auf die Zartheit und Saftigkeit des Fleisches haben. Eine Kochsalzzugabe von ein bis fünf Prozent bewirkt eine Quellung und Lösung der myofibrillären Eiweiße, dies bewirkt einen geringeren Garverlust (höhere Saftigkeit) nach einer Erhitzung. Weitere Verbesserungen können durch die Zugabe von proteolytischen Enzymen (wie Papain, Ficin, Bromelain) sowie von Phosphaten, Citraten und Lactaten erzielt werden.

## 2.5 Garen

Einen entscheidenden Einfluss hat das Garen auf die Zartheit und Saftigkeit des Fleisches. Durch Erhitzen werden die Muskeleiweiße denaturiert, Enzyme inaktiviert, die Farbe verändert sich nach grau-braun und Schrumpfungsvorgänge finden statt, die den Kochverlust (Saftaustritt) verstärken. Die myofibrillären Proteine schrumpfen, am stärksten jedoch das Bindegewebe.

Beginnend ab ca. 40 °C denaturieren zunächst die myofibrillären Proteine, ohne dass es zu merklichem Saftaustritt kommt. Zwischen 50 - 60 °C lösen sich die hitzelablen Querverbindungen des Bindegewebes und bei 60 - 65 °C setzt die Denaturierung und Schrumpfung des Bindegewebes ein, die bis zu etwa 75 °C zu einer Erhöhung der Scherkraft führt, um danach durch langsames Lösen der hitzestabilen Quervernetzungen bei längerer Erhitzung in feuchter Atmosphäre stetig wieder abzunehmen. Durch diese fortschreitende Schrumpfung, nun auch der Fibrillen, wird der Wasseraustritt verstärkt. Der Wasseraustritt kann bis zu 40 % betragen, wobei Fleisch mit höherem pH-Wert bedingt durch die geringere Schrumpfung weniger an Wasser verliert. (HONIKEL, 2007)

## 3. Fleischmängel

Beim Fleisch haben der pH-Wert und seine Veränderungen während der Fleischreifung eine mehrfache Auswirkung auf die Qualitätsmerkmale wie Farbe, Zartheit, Wasserbindevermögen, Geschmack und Haltbarkeit des Fleisches.

Im Muskel des lebenden Tieres liegt ein pH-Wert um 7,0 vor. Mit dem Tod des Tieres sinkt der pH-Wert durch die Glykolyse (Bildung von Milchsäure) normalerweise auf Werte zwischen 5,7 und 5,4 ab. Durch die pH-Wertsenkung ist das Fleisch mikrobiologisch stabiler und sensorisch ansprechender. Geschwindigkeit und Ausmaß der pH-Veränderungen sind für die resultierende Fleischqualität von extremer Bedeutung. (s.a. HONIKEL, 2007)

### 3.1 PSE-Fleisch

Ein schneller pH-Abfall – 45 min nach dem Schlachten ist der pH-Wert schon auf Werte < 5,8 gefallen – führt zu blassem (pale), weichem (soft) und wässrigem (exudative) PSE-Fleisch. PSE-Fleisch tritt vor allem bei Schweinefleisch auf. Die Primärsache ist genetischer Art. Schweine mit hohem Muskelfleischanteil und wenig Fett sind häufiger stressempfindlich. Transport sowie ungewohnte Behandlung und Umgebung sind mit Stress verbunden, ebenso zwangsläufig die Betäubung bei der Schlachtung. Stresshormone (Adrenalin, Noradrenalin) lösen in den Zellen einen überstürzt ablaufenden Stoffwechsel aus, der aus Sauerstoffmangel nach dem Schlachten nur anaerob ablaufen kann und rasch zur Milchsäurebildung führt. Deren überstürzte Bildung führt innerhalb von 45 min nach dem Betäuben zu einem raschen pH-Abfall auf unter pH 5,8. Der End-pH-Wert unterscheidet sich jedoch zumeist nicht von demjenigen normalen Fleisches.

Fallender pH-Wert und hohe Temperaturen führen zur Proteindenaturierung und Membranschäden. Ausfallende lösliche Proteine streuen Licht (Milchglaseffekt), das Fleisch erscheint blasser trotz gleichen Myoglobingehaltes wie bei normalem Fleisch. Durch diese Veränderung wird auch die Zellmembran für das Wasser durchlässiger, ein höherer Tropfsaftverlust während der Lagerung und der Garung ist die Folge.

**Abb. 3: Fleischmängel Schweinefleisch**



### 3.2 DCB/DFD-Fleisch

Unvollständige pH-Senkung - nach 24 h ist der pH-Wert noch > 6,2 - ist die Ursache für DFD-Fleisch. Der Fleischmangel DCB (dark cutting beef = im Anschnitt dunkles Rindfleisch) resp. DFD (dark, firm, dry = dunkel, fest, trocken) entsteht durch erschöpfte Schlachttiere. Lange und hektische Transporte ohne Ruhezeiten, Rankämpfe und lange Wartezeiten am Schlachthof begünstigen das Entstehen dieses Fleischmangels.

Die Glykogenreserven des Tieres sind zum Teil oder ganz verbraucht, so dass sich keine oder nur begrenzt Milchsäure durch Glykogenolyse bilden und der pH-Wert postmortal nur begrenzt fallen kann. Folgen sind – bedingt durch stärker gequollene Myofibrillen und die bessere Sauerstoffbindung an Myoglobin und auch der Sauerstoffverbrauch – ein dunkles, festes und trockenes Fleisch mit einem hohen End-pH-Wert. Die stärkere Quellung bedingt eine bessere Wasserbindung (tro-

cken, leimig). Ebenso ist das Fleisch durch stärkere Quellung fester. Sehr nachteilig ist auch die höhere mikrobiologische Verderblichkeit.

### 3.3 Mikroflora

Ein augenscheinlicher Indikator für beginnenden Verderb ist eine ins dunkle, graubraune teilweise ins grünliche abweichende Farbe. Dies hat die Ursache im Wachstum der aeroben und anaeroben Bakterien auf der Oberfläche, wodurch die Sauerstoffspannung auf der Oberfläche abnimmt, was wiederum die Bildung von Metmyoglobin und graugrünen Verfärbungen begünstigt. Unter anaeroben Bedingungen (Vakuum) kann der pH-Wert an der Oberfläche (Tropfsaft) infolge starker Milchsäurebildung bis auf etwa 5,0 sinken, wodurch die sensorischen Eigenschaften auch merklich verändert werden. Ein schlechtes Aufröten nach dem Öffnen der Packung (Denaturierung des Myoglobins) kann außerdem die Folge sein.

Unverpacktes oder in sauerstoffdurchlässiger Folie verpacktes Fleisch verdirbt in der Regel durch psychrotrophe Bakterien (unter 5 °C wachstumsfähig). Im Temperaturbereich unter 5 °C und pH-Werten unter 5,8 überwiegen die Pseudomonaden in der Keimflora, bei höheren Temperaturen haben auch die Enterobacteriaceen gute Vermehrungsbedingungen. Die Pseudomonaden bauen bevorzugt fleischeigene Kohlenhydrate ab. Deutliche Geruchsabweichungen sind erst dann zu verzeichnen, wenn andere niedermolekulare Verbindungen (z. B. Aminosäuren) abgebaut werden. Dann können Verbindungen mit niedrigem sensorischem Schwellenwert, z. B. Ester, Amine und Thiole, gebildet werden. Bei höheren pH-Werten können sich säureempfindliche Bakterien besser durchsetzen, wie Psychrobacter oder Shewanella-Arten, und durch Schwefelwasserstoffbildung auch schon bei niedrigen Keimdichten zu Verderbniserscheinungen (Fäulnis und Vergrünungen) führen.

SB-verpacktes Frischfleisch wird wegen der besseren Farbhaltung mittlerweile mehrheitlich in Schutzgasverpackungen (z. B. 75 % O<sub>2</sub> und 25 % CO<sub>2</sub>) angeboten. Bei niedrigen Lagertemperaturen werden die Pseudomonaden durch das CO<sub>2</sub> deutlich gehemmt und die Haltbarkeit verbessert. Allerdings kann sich *Brochotrix thermosphacta* aufgrund seiner Unempfindlichkeit gegenüber CO<sub>2</sub> auch bei normalen pH-Werten gut vermehren und maßgeblich den Verderb bei dieser Verpackungsform bestimmen.

Unter anaeroben Bedingungen (Vakuumverpackung) resultiert die Vermehrung überwiegend durch psychrotrophe Milchsäurebakterien und *Carnobacterium*-Arten. Vorteil dieser Verpackungsart ist, dass Milchsäurebakterien unter anaeroben Bedingungen Aminosäuren kaum abbauen, so dass ein Verderb erst bei sehr hohen Keimzahlen sensorisch feststellbar ist. Negativ ist unter Umständen die starke Absäuerung kombiniert mit einem buttermilchartigen Geruch. Bei höheren pH-Werten (niedrigen Milchsäure- und Glykogengehalten) können *Brochotrix thermosphacta* und *Enterobacteriaceae* mit den Milchsäurebakterien gut konkurrieren, was zu einer deutlichen Verringerung der Haltbarkeit führt. Dabei werden Glukose und bestimmte Aminosäuren zu flüchtigen Fettsäuren und Alkoholen abgebaut und es entstehen schon bei geringen Keimzahlen käsig-muffige Fehlgerüche. (s. a. LÜCKE und TROEGER 2007)

## 4. Fleischqualität messbar/erkennbar?

Die naturwissenschaftlich definierte Fleischqualität lässt sich mit den Qualitätsfaktoren gut definieren (s. Tab. 1). Auch physikalische, chemische und mikrobiologische Parameter sind neben der **Sensorik** zur zusätzlichen Differenzierung und Charakterisierung gut geeignet. Folgende Methoden kommen zur Anwendung:

- pH-Wert
- Farbe (CIELAB-, HunterLab-Farbsystem)
- Leitfähigkeit und Impedanz
- Muskelverkürzung (cold shortening, Rigorverkürzung, Taurigor)
- Zartheit (Scherkraft)
- Wasserbindevermögen (Tropfsaft, Kochverlust)
- Fettkennzahlen (POZ, SZ, TBZ)
- Mikrobiologie
- Sensorik

### 4.1 Frischfleisch – Bewertungsstandards

In der EU wurden für die wichtigsten Fleischarten in allen Mitgliedsstaaten die Handelsklassen von Fleisch harmonisiert, um den innergemeinschaftlichen Handel zu erleichtern und die Markttransparenz zu verbessern. Die **Handelsklassen** bei den Rotfleischarten heben Kriterien hervor, die mehr vom Erzeuger beeinflusst werden können. Beim Geflügel werden **Vermarktungsnormen** vorgegeben, die neben dem Schlachtgewicht die Qualität der Verarbeitung in Schlachtung und Zerlegung betreffen. (s. a. BRANSCH 2007)

Die Produktion von Rindfleisch ist stark nach Geschlecht und dem Alter der Tiere differenziert, deswegen erfolgt eine Einteilung nach Kategorien (Kalb-, Jungrind-, Jungbullen-, Bullen, Ochsen-, Kuh- und Färsenfleisch). Die Fleischigkeit wird mit einer Klassifizierung in 5 Klassen („EUROP“) zwischen „vorzüglich“ und „gering“ bewertet. Die Fettgewebssklassen mit den Abstufungen „sehr gering“ bis „sehr stark“ verfettet werden mit den Ziffern 1 bis 5 abgestuft.

Für die Einstufung von Schweinefleisch ist die Bestimmung des Muskelfleischanteiles des Schlachtkörpers entscheidend. Die Einstufung erfolgt ebenfalls in 5 Klassen („EUROP“), wobei Tiere mit einem Gewicht > 120 kg in Handelsklassen für Sauen (M1, M2) und für Eber und Altschneider (V) eingeordnet werden. Für Handelsklasse E wird ein Muskelfleischanteil von min. 55 % gefordert, während Klasse P Schweinehälften umfasst, die weniger als 40 % Magerfleisch aufweisen.

In der Summe stellen die Vermarktungsnormen für Geflügelfleisch das umfangreichste System der Vermarktungsregeln dar. Neben je 2 Kategorien (Hahn, Huhn) und Handelsklassen (A, B) werden in den Normen Schlachtkörper- und Teilstückzuschnitte, Gewichtsklassen, Herrichtungsformen der Endprodukte, Angebotszustände und Kühlverfahren, Fremdwassergehalte und Regeln für die Deklaration besonderer Haltungs- und Fütterungsmethoden geregelt.

Das in den USA genutzte System zur Klassifizierung von Rindfleisch stellt weltweit für viele andere Klassifizierungskonzepte die Grundlage der Bewertung dar. Die „USDA grades“ sind mit den EU-Handelsklassen nicht vergleichbar, sie beruhen auf den Komponenten: Kategorie, Ausbeute- und Qualitätsklassen. Hinsichtlich der Kategorien werden Och-



sen, Jungbullen, Bullen, Färsen und Kühe gekennzeichnet. Die Ausbeuteklassen („yield grades“) schätzen die Menge an knochenfreiem, verkaufsfähigem Fleisch in den bedeutendsten Teilstücken. Zur Einstufung in Qualitätsklassen („quality grades“) wird die Reife („maturity“) – eine Einschätzung über das Alter (Verknöcherungszustand), der Muskelfaserstruktur und der Fleischfarbe – herangezogen. Die Marmorierung („marbling“) hat eine enge Beziehung zum Genusswert, da sie Aroma, Zartheit und Saftigkeit positiv beeinflusst. Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Teilkomponenten die Einstufung in 8 Qualitätsklassen („prime“ = höchste; „canner“ – zur Herstellung von Konserven = niedrigste Stufe).

Für Schweinefleisch existieren auch USDA-Standards, die Anwendung ist aber freiwillig. Im Wesentlichen berücksichtigen diese den Magerfleischanteil des Tierkörpers und die Stärke der Fettabdeckung (Rückenspeckdicke). Das National Pork Producers Council (NPPC) hat weitergehende Standards definiert und zwar auf der Grundlage der Fleischfarbe und der Marmorierung. Der intramuskuläre Fettgehalt entspricht dabei der Marmorierungsstufe (Punktzahl 1 = 1 % Fett; 5 = 5 % Fett etc.). Die Farbabstufung erfolgt nach einer 6-Punkte-Skala (1 = hell blassrosa (L-Wert Minolta = 61) und bis zu Stufe 6 = dunkel violett (L-Wert = 31).

Die Klassifizierungssysteme in den USA sind sehr auf die Verbesserung der sensorischen Merkmale ausgerichtet, d. h. die Förderung höherer Fettgehalte und Marmorierungsgrade. Noch stärker auf die Verbraucheransprüche ausgelegt ist der „Meat Standards Australia“ (MSA), der zusätzlich zu den Kriterien der USDA den Genanteil (*bos indicus*), Geschlecht, Wachstum, Behandlung vor der Schlachtung, Aufhängung während Reifung, Zuschnitt, pH-Wert, pH-Temperaturverhältnis, Reifungsdauer und die vorgesehene Garmethode in die Bewertung einbezieht. Über eine Serie von Berechnungsformeln erfolgt eine Einstufung auf einer Skala der „Verbraucherbeliebtheit“ (0 bis 100) und Abstufung in „3, 4 oder 5-Sterne“ Schlachtierkörper.

Im Gegensatz zu den Bewertungskriterien in den USA und auch Japan spielt in Deutschland der Marmorierungsgrad eine nur untergeordnete Rolle, da die Verbraucher die Qualität nur nach sichtbarem Magerfleischanteil (je höher desto besser) bewerten. Höhere, sichtbare intramuskuläre Fettgehalte finden beim deutschen Verbraucher keine bedeutende Akzeptanz.

## 4.2 Standardisierte Zubereitung und Garung

Grundsätzlich gilt bei der sensorischen Bewertung, dass standardisierte Probenzubereitungen und Umgebungsbedingungen eine Grundvoraussetzung für eine sachgemäße Prüfung mit einem Expertenpanel sind. Die DLG hat mit ihren ehrenamtlichen Sachverständigen einen umfassenden Zubereitungsstandard für Frischfleisch entwickelt. Die Proben werden grundsätzlich im rohen und gegarten Zustand geprüft.

Die Zubereitung des Fleisches richtet sich nach der Tierart, dem Teilstück und dem vorgesehenen Verwendungszweck. Prinzipiell sind folgende Gartechniken geeignet:

- **Kurzbraten** (Grillen, Braten, Frittieren), z. B. Steaks, Roastbeef, Leber, Medaillons, Geschnetzeltes, Spieße
- **Braten** (Braten, Dünsten, Schmoren), z. B. Rouladen, Braten, Gulasch
- **Kochen**, z. B. Kochfleisch, Suppenfleisch, Ragouts

### 4.2.1 Kurzbraten:

Zur Festlegung der Grillzeit wird die Dicke der zu prüfenden Fleischscheiben gemessen und aus einer Tabelle die entsprechende Garzeit abgelesen. Bei Fleischstücken mit Knochen (Kotelett) wird der Knochen zuvor entfernt. Bei Hackfleischerzeugnissen werden die Proben (150 g) auf 2 cm Höhe ausgeformt.

Die Zubereitung erfolgt im Kontaktgrill, Betriebsart: Ober- und Unterhitze. Die Temperatur ist grillspezifisch und liegt bei 200 °C. Abweichungen existieren für Leber, Fonduefleisch und Spieße. Voraussetzung sind Kontaktgrills mit einer sehr gleichmäßigen Temperaturverteilung.

### 4.2.2 Braten, Dünsten und Schmoren:

Die Bratenstücke werden in eine Aluschale (Zugabe 10 % Trinkwasser) gelegt und in einem Bratschlauch verschlossen. Die Zubereitungszeit wird entsprechend dem Ausgangsgewicht des Bratenstückes festgelegt (Richtwerte aus Tabelle). Zubereitet werden die Braten in einem Kombidämpfer bei 160 °C. Die zu erreichende Kerntemperatur ist auf 75 °C festgelegt, Ausnahme z. B. Roastbeef: Kerntemperatur 65 °C.

Bei Erzeugnissen, die zum Schmoren vorgesehen sind, variieren die Vorgaben produktabhängig. Die Anweisung für Gulasch legt folgende Vorgehensweise fest: ca. 500 g Fleisch vorsichtig in Biskin-Öl im Topf anbraten (nicht verbrennen). Nach dem Anbraten, im Topf mit 200 ml ungesalzenem Trinkwasser auffüllen und ca. 5 min schmoren. Gulasch mit gesamtem Bratenfond in eine Aluschale umfüllen und in Bratschlauch geben (verhindert das Austrocknen), Bratschlauch verschließen und 3 – 5 mal einstechen. Daraufhin im Kombidämpfer mit Betriebsart Dampf bei 110 °C für 1,5 Stunden fertig garen; zwischendurch 2 mal wenden. Das Gulasch mit dem Fond servieren. Achtung: Schweinegulasch braucht eher 1 Stunde.

### 4.2.3 Kochen:

Kochfleisch soll im Topf mindestens zu  $\frac{3}{4}$  im Wasser liegen oder gerade mit Wasser bedeckt sein. Als Maßstab für den Garungsgrad gilt immer die Kerntemperatur des Produktes. Sie beträgt ca. 75 °C. Auch hier gibt es Zubereitungsabweichungen je nach Erzeugnis.

## 4.3 Sensorische Bewertung

Bei der Erfassung des Genusswertes ist die sensorische Prüfung mittels geeigneter Prüfpersonen die Methode der Wahl und unverzichtbar. Je nach Fragestellung sind Prüfer mit unterschiedlichem Schulungsniveau erforderlich. Die Sensorik als Wissenschaft, d. h. dies bedeutet den Einsatz menschlicher Sinnesorgane, bedarf einer eindeutigen Nomenklatur. Unterschiedsprüfungen erfordern keine spezifischen Fachausdrücke, der Informationsgehalt dieses Prüfverfahrens ist daher aber auch sehr eingeschränkt. HILDEBRANDT (2008) setzt sich in dem Beitrag über „Professionelles Testen“ intensiv mit dieser Fragestellung auseinander.

RISTIC (2010) stellt in seinem Beitrag „Sensorik als Kriterium der Fleischqualität“ die Methoden gegenüber, die in der Vergangenheit bei wissenschaftlichen Fragestellungen im deutschsprachigen Raum Anwendung fanden und zeigt auf, welche Aussagen bzw. Differenzierungen Prüfverfahren

Tabelle 4: Bewertungsschemata für Frischfleisch verschiedener Autoren (Zusammenstellung bei RISTIC, 2010)

Punkte	Prädikat	Kriterien	Autor
0-10	verdorben bis vollkommen	Geschmack, Geruch, Farbe, Aussehen, Konsistenz, Formerhaltung	Gutschmidt (1951)
1-6	unbefriedigend bis ausgezeichnet	Saftigkeit, Zartheit, Aroma, Gesamteindruck	RISTIC (1983)
1-8	extrem weich bis extrem fest	Festigkeit, Zartheit, Krümeligkeit, Klebrigkeit, Saftigkeit	FISCHER (1990)
1-6	geringste bis höchste Merkmalsintensität	Festigkeit, Saftigkeit, Kauphase, Zartheit, Krümeligkeit, unzerkaubare Bestandteile	AUGUSTINI (1996)
	beschreibende Begriffe	Aussehen, Geruch, Geschmack, Textur/Mundgefühl	DIN 10964
0-5	ungenügend bis sehr gut	Äußeres, Aussehen, Farbe, Farbhaltung, Zusammensetzung, Konsistenz, Geruch, Geschmack	DLG (2009)

mit semantisch-nummerischen Intervallskalen bei der Untersuchung zur Fleischqualität ermöglichen.

Zur ganzheitlichen Qualitätsbewertung hat sich die **DLG-Prüfmethode: DLG 5-Punkte-Prüfschemata®** auch bei den sensorischen Prüfungen von Frischfleisch bewährt.

Fokus der DLG-Qualitätsprüfungen ist die objektive Beurteilung und Bewertung der fachlichen Fehlerfreiheit eines Lebensmittels gemäß

- den technologischen Möglichkeiten,
- der bestehenden Verkehrsauffassung und
- der guten Herstellungspraxis (sorgfältige Rohstoffauswahl, optimale Verarbeitung und Zubereitung).

Die DLG-Prüfmethode ist eine Qualitätsbewertung auf Basis der sensorischen Analyse, d.h. eine „Beschreibende (deskriptive) Prüfung mit integrierter Bewertung“. Zur Gewährleistung von „Transparenz“ und „Reproduzierbarkeit“ sowie zur Sicherstellung der „Gleichsprachigkeit“ erfolgt die sensorische Analyse mittels der standardisierten produktspezifischen DLG 5-Punkte-Prüfschemata®. In diesen zur Qualitätsbeschreibung und -bewertung eingesetzten Prüfprotokollen sind die von DLG-Kommissionen erarbeiteten sensorischen Deskriptoren (Nomenklatur) für die relevanten Prüfmerkmale (Aussehen, Konsistenz, Geruch und Geschmack) und die möglichen Merkmalseigenschaften mit dem von der DLG definierten 6-stufigen Punktesystem (DLG 5-Punkte-Skala) zusammengeführt.

Das DLG-Prüferpanel umfasst sensorisch geschulte Produkt-, Branchen- und Ländersachverständige/Experten. Sie beschreiben die identifizierten Produktfehler gemäß den in den jeweiligen DLG 5-Punkte-Prüfschemata® angegebenen sensorischen Prüfmerkmalen und Merkmalseigenschaften und bewerten die vorgestellten Produkte auf Basis ihrer Fachkenntnis hinsichtlich der optimalen Produktqualität, d. h. des „verinnerlichten Qualitätsstandards“, der der allgemeinen

Verkehrsauffassung hinsichtlich eines sensorisch fehlerfreien Produktes entspricht.

Der optimale Qualitätsstandard, d.h. ein mit Gold prämiertes, sensorisch fehlerfreies Produkt, entspricht der Höchstnote von 5,0 Punkten. Je nach Erfüllungsgrad der gestellten Anforderungen und der Höhe der erreichten Qualitätszahl in der Gesamtauswertung werden die geprüften Produkte mit den DLG-Prämierungen in Gold, Silber und Bronze ausgezeichnet oder bleiben nicht prämiert.

#### Vorteile DLG-Prüfsystem:

- Abdeckung einer umfassenden Produktpalette
- Einsatz einer Vielzahl verschiedener Prüfergruppen
- Transparenz, Gleichsprachigkeit und Reproduzierbarkeit durch
  - a) standardisierte Nomenklatur / Deskriptoren zur Beschreibung der sensorischen Produktmerkmale und Merkmalseigenschaften
  - b) definiertes 6-stufiges Punktesystem zur Produktbewertung (DLG 5-Punkte-Skala)
  - c) standardisierte umfassende produktspezifische Prüfprotokolle mit charakteristischen möglichen Deskriptoren und dem 6-stufigen Punktesystem (DLG 5-Punkte-Skala)
  - d) umfassende Prüferschulung mit Qualifikationstest und Supervision

**Autoren:** Prof. Dr. Achim Stiebing; Prof. Dr. Matthias Upmann; B.Sc. Benjamin Schmidt; Dipl.-Ing. Heinrich Thumel; Fleischtechnologie, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo;

**Kontakt:** achim.stiebing@hs-owl.de

#### Literaturverzeichnis

- BRANSCHIED, W. SÖNNICHSEN, M., VON LENGERKEN, (2007): Die Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung und Einstufung in Handelsklassen. - LÜCKE, F.-K. und TROEGER, K. (2007): Mikrobiologische Risiken. - HONIKEL, K.-O. (2007): Biochemische Prozesse der Fleischbildung. **Jeweils in:** BRANSCHIED, W., HONIKEL, K. O., VON LENGERKEN, G., TROEGER, K. (2007): Fleischqualität von Fleisch und Fleischwaren, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt.
- DRANSFIELD, E. (1994): Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness, Meat Science, 36, S. 105-121.
- HILDEBRANDT, G. (2008): Geschmackswelten – Grundlagen der Lebensmittelsensorik, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt. - HOFMANN, K. (1973): Was ist Fleischqualität? Fleischwirtschaft, 53, S. 485. RISTIC, M. (2010): Sensorik als Kriterium der Fleischqualität, Fleischwirtschaft Heft 2, S. 99-103. - USDA (1997): <http://meat.tamu.edu/pdf/beef-car.pdf>. - MSA (2010): Beef: <http://www.mla.com.au/Marketing-red-meat/Guaranteeing-eating-quality/Meat-Standards-Australia/MSA-beef>



**DLG e.V., Ausschuss Sensorik**

Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

Telefon: 069/24788-360, Fax: 069/24788-8360

E-Mail: B.Schneider@DLG.org; Internet: [www.DLG.org/sensorikausschuss.html](http://www.DLG.org/sensorikausschuss.html)