

## Mechanische Gewinnung von Fleisch und Restfleisch bei Geflügel Mechanical recovery of meat and residual meat in poultry

W. BRANSCHIED und K. TROEGER<sup>1</sup>

**Zusammenfassung.** Die mechanische Gewinnung von Fleisch und Restfleisch ist mit erheblichen Schwierigkeiten der Definition und der Bewertung verbunden. Aus diesem Grund wurde eine Untersuchung durchgeführt, die zum Ziel hatte, mit histologischen Methoden eine bessere Annäherung an die Frage des Strukturverlustes der Muskelfasern zu erreichen, der im Zusammenhang mit der mechanischen Gewinnung auftritt. Daher wurden Endprodukte aus verschiedenen Methoden der mechanischen Gewinnung mit gewolfem Fleisch aus derselben Rohware von Hähnchen und Puten verglichen. Für die mechanische Gewinnung wurden eingesetzt: Zwei-Phasen-System TWD8/Mado, POSS-Separator modifiziert (Trommelsieb mit 3 mm Bohrung) und POSS-Separator original (Lamellen 0,6 mm). Die beiden ersten Verfahren können als Verfahren der schonenden Gewinnung bezeichnet werden, das dritte Verfahren liefert Fleisch mit pastöser Beschaffenheit, wie es umgangssprachlich als Hartseparatorenfleisch bezeichnet wird. Das gewolfte Hackfleisch wurde als Referenz für frisches Fleisch herangezogen. Die Proben wurden auf die wichtigsten Inhaltsstoffe Protein, Wasser, Fett sowie Bindegewebeisweiß und Kalzium untersucht, eine morphologisch-gravimetrische Bestimmung des Gehalts an Knochen- und Knorpelpartikeln wurde durchgeführt. Die histologische Untersuchung basiert auf Gefrierschnitten, die mit dem metachromatischen Farbstoff Toluidinblau O gefärbt wurden.

Mit den chemischen und morphologisch-gravimetrischen Untersuchungen ließen sich nur geringe Unterschiede der untersuchten Behandlungsgruppen nachweisen. Insbesondere fanden sich keine auffälligen Kalzium- und Knochenpartikelgehalte. Die Bestimmung der Knorpelpartikel ließ allerdings eine etwas bessere Differenzierung des Materials zu. Die histologische Untersuchung dagegen erlaubte eine eindeutige Abgrenzung der schonenden Gewinnungsverfahren gegenüber dem Verfahren, bei dem die Druckerhöhung zu Strukturverlusten führt. Um die graduell unterschiedlichen Veränderungen der Muskelfaserstruktur reproduzierbar erfassen zu können, wurden morphologische Standards für die stufenweisen Strukturveränderungen erarbeitet und für die zukünftige Anwendung beschrieben. Die heutigen technisch hochwertigen Verfahren der mechanischen Fleischgewinnung sind darauf eingestellt, möglichst geringe Knochenanteile des Rohproduktes in das Endprodukt übergehen zu lassen. Eine qualitative Differenzierung ist daher am sichersten aufgrund der histomorphologischen Bewertung der Muskelfasern möglich. Wie die hier vorgelegten histologischen Befunde zeigen, liefert vor allem das Zwei-Phasen-System TWD8/Mado ein Endprodukt, das qualitativ Hackfleisch gleich kommt, sofern nicht als Rohware Knochen mit anhaftendem geringem Fleischanteil, wie z. B. Hähnchenrücken, verwendet werden. Das qualitativ hochwertige Material ist wie frisches Verarbeitungsfleisch verwendbar, seine rechtliche Einordnung im Sinne der Verordnung (EG) 853/2004 (Anhang I) sollte aus dieser Sicht überdacht werden.

---

<b>Schlüsselwörter</b>	Geflügelfleisch – Separatorenfleisch – Restfleischgewinnung – mechanische Entbeinung – frisches Fleisch – Muskelfaserstruktur
<b>Key Words</b>	poultry meat – mechanically separated meat – meat recovery – mechanical deboning – fresh meat – muscle fiber structure

---

**Summary.** Mechanically recovered meat and residual meat face substantial difficulties of definition and assessment. Therefore, we investigated whether histological methods can provide a comprehensive approach to identify the structural loss of muscle fibres that occurs during mechanical recovery. For this, final products from different techniques of mechanical

---

<sup>1</sup> Technische Mitarbeit: Gabriele Schüssler

recovery were compared with minced meat from identical raw material from chicken and turkeys. Three different recovery systems were applied: a two-phase-system TWD8/Mado, a modified POSS separator (3-mm-sieve), and an original POSS separator (0.6-mm lamellas). The first two procedures are considered as particularly preserving, the third procedure unquestionably produces so-called hard-separated meat with a paste-like appearance. The minced meat was used as a morphologic reference of fresh meat. The samples were analyzed for the most important components (i.e. protein, water and fat) as well as for hydroxyproline and calcium. Additionally, bone and cartilage particles were determined morphologic-gravimetrically. The histological investigation was based on frozen sections stained with the metachromatic dye toluidine blue O.

The chemical and morphologic-gravimetric methods revealed but small differences between the treatment groups investigated. In particular, no notable contents of calcium or bone particles were identified. The determination of cartilage particles, however, led to a slightly better differentiation of the material. In contrast, histological examination distinguished clearly between the preserving procedures and the original separator procedure, where the application of pressure leads to deterioration of the muscle fibres. In order to assess the changes of muscle fibre structure by a reproducible grading system, morphologic standards were developed for the different levels of structural degradation. These standards are detailed for future routine application. Today's technically high-quality procedures of mechanical meat recovery are configured such that as little bone as possible passes into the end product. Therefore, the most reliable differentiation of the actual quality of the final product can be achieved by histomorphological evaluation of the muscle fibres. According to the histological findings presented, especially the two-phase system TWD8/Mado provides an end product that corresponds qualitatively to minced meat as long as the raw material used is not bones with small amounts of adherent meat like, for example, chicken back. Such high-quality end products are usable in the same way as fresh processing meat; from this point of view, its legal classification should be reassessed in agreement with Regulation (EC) 853/2004 (Annex I).

## Einleitung

Die mechanische Gewinnung von Fleisch und Restfleisch wirft insbesondere bei Geflügel trotz zahlreicher Untersuchungen (Übersicht bei JOSEFOWITZ *et al.* 2007, 2008; BRANSCHIED und JUDAS 2011) nach wie vor Fragen auf. So wurde in eigenen Untersuchungen festgestellt, dass das sog. Furcula-Fleisch (mechanisch entbeintes Fleisch des Fleischteilstücks Gabelbein) nicht nur nach dem Kalzium- und Knochengehalt sowie den mikrobiologischen Eigenschaften, sondern auch aufgrund seiner histomorphologischen Beschaffenheit einem unzweifelhaft als frisches Fleisch definierten Hackfleisch qualitativ gleich kommt (BRANSCHIED *et al.* 2009). Dem wurde in einer Stellungnahme des Bundesinstituts für Risikobewertung widersprochen (BfR 2010). In dieser Stellungnahme wird u.a. festgestellt, dass „eine rechtsrelevante Abgrenzung zwischen Separatorenfleisch mit veränderter Muskelfaserstruktur und auf ähnliche

Weise hergestelltem Fleisch, bei dem aber die Muskelzellstruktur erhalten blieb, [...] kaum getroffen werden“ kann. Dies beschreibt die derzeitige Situation insofern zutreffend, als bisher nicht versucht wurde, auf der Basis histomorphologischer Kriterien zur Muskelfaserstruktur eine verbindliche Abgrenzung zwischen Separatorenfleisch und Hackfleisch herzustellen. Auch die eigene Arbeit zum Furcula-Fleisch (BRANSCHIED *et al.* 2008) ist hierzu nicht geeignet. Die Abgrenzung unter Berücksichtigung der Muskelzellstruktur ist aber wichtig, weil die VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.14) definiert: „Separatorenfleisch“ [ist] „ein Erzeugnis, das durch Ablösen des an fleischtragenden Knochen nach dem Entbeinen bzw. an den Geflügelschlachtkörpern haftenden Fleisches auf maschinelle Weise so gewonnen wird, dass die Struktur der Muskelfasern sich auflöst oder verändert wird“. Die EU-Kommission stellt aber nicht klar, was unter Struktur der Muskelfasern zu verstehen sein könnte.

Auch in ihrem jüngsten Papier zum Separatorenfleisch (EU 2010) wird diese Frage offen gelassen. HILDEBRANDT und JOSEFOWITZ (2007) interpretieren diese Verordnung so, dass sie nur die Sachverhalte „anhaftendes Fleisch (Restfleisch)“, „maschinelle Ablösung“ und eben die „Muskel-faserstruktur“ als entscheidende Kriterien für die Abgrenzung von Separatorenfleisch gegen frisches Fleisch ansehen. Der Knochenpartikel- und Ca-Gehalt hat für sie nicht den Rang eines primären Diagnostikums, seine Bedeutung liegt vielmehr in der Abgrenzung von Separatorenfleisch I und Separatorenfleisch II. Danach wäre Separatorenfleisch I ein Produkt, das im Ca- bzw. Knochenpartikelgehalt und den mikrobiologischen Kriterien frischem Fleisch entspricht, aber eine veränderte Muskelfaserstruktur aufweist. Bei gleichzeitigem Erhalt der Muskelfaserstruktur – und wenn dieser nachzuweisen wäre – würde das Produkt in allen entscheidenden Kriterien dem Hackfleisch (frischem Fleisch) gleich kommen und daher auch nicht als Separatorenfleisch einzuordnen sein.

Während in Deutschland bisher eine Diskussion zur Muskelfaserstruktur von den entscheidenden Autoritäten nicht geführt wird, hat sich in England die Food Standards Agency (FSA) intensiv mit dem Thema beschäftigt (FSA, Hygiene and Microbiology Division 2010). Die FSA setzt die Begriffe „Baader-“, oder „3mm-Fleisch“ gleich mit „Entsehntem Fleisch“. Sie geht davon aus, dass derartiges Fleisch als Fleischzubereitung (VERORDNUNG (EG) 854/2004, Annex I, 1.15) anzusehen ist, indem dieses „... Fleisch“ ist „das zerkleinert wurde .... oder das einem Bearbeitungsverfahren unterzogen wurde, das nicht ausreicht, die innere Muskelfaserstruktur des Fleisches zu verändern und so die Merkmale frischen Fleisches zu beseitigen“. Allerdings kann es nach Ansicht der FSA nicht als Hackfleisch angesehen werden, weil es unter Druck und nicht durch Schneiden hergestellt wurde. Ob sich gewolfes Fleisch, das ja auch unter Druck hergestellt wird, vom Prinzip her tatsächlich von „gebaadertem“ Fleisch unterscheidet, bleibt dabei jedoch unklar.

Weiter geht die FSA davon aus, dass im Separatorenfleisch praktisch keine Muskelfaserstruktur mehr erkennbar ist, und gleichzeitig, dass selbst die Herstellung von Hackfleisch zu einer gewissen Modifizierung der Muskelfaser führt. Demzufolge hat sie Schlüsselkriterien der Muskelfaserzerstörung definiert, die zur Abgrenzung von Separatorenfleisch bei Geflügel geeignet sein sollen.

Ebenfalls in jüngster Zeit wurde eine französische Arbeit publiziert (SIFRE *et al.* 2009), in der eine histologische Methode zur Bestimmung der „Muskelfaserfragmentation“ vorgestellt wird. Diese Methode fußt auf der mikroskopischen Videobildauswertung, wobei die Berechnung der Auswertungsalgorithmen aufgrund der Rangierung von Test-Proben (zwischen Hackfleisch und Separatorenfleisch mit ansteigendem Strukturverlust) vorgenommen wurde. Die Rangierung ergab sich als Mittelwert der Befragung von 126 Experten zu 21 verschiedenen Rohmaterialien. Dieses Vorgehen ist jedoch methodisch unbefriedigend, weil die Möglichkeit einer unzweideutigen Definition der Veränderungen der Faserstruktur auf histomorphologischer Grundlage nicht genutzt wird. Fragwürdig erscheint auch, dass die Methode von SIFRE *et al.* (2009) Schnitte benutzt, die nach Calleja gefärbt wurden. Diese Färbung ist stark durch die Schnitt-dicke beeinflussbar, weil ihr Färbemechanismus wie bei allen sog. Simultanfärbungen aus Farbstoffgemischen von der Diffusion in die histologischen Strukturelemente abhängig ist. Darüber hinaus existieren unterschiedliche Rezepturen zu dieser Färbung, die sich in den Farbtönen und in der Ausfärbungsstärke unterscheiden. Insgesamt unterstreicht dies die starke Laborabhängigkeit der Methode.

Aus dieser Situation heraus wurden die eigenen Untersuchungen zu maschinell gewonnenem Geflügelfleisch mit folgender Zielsetzung durchgeführt:

- Verifizierung und Einordnung von histologisch fassbaren Veränderungen der Muskelstruktur im Kontext unterschiedlich Gewinnungsmethoden von Fleisch und Restfleisch.

- Erarbeitung einer Skala des graduellen Strukturverlustes mit Bezug zu Zellfragmentierung, Zellmembranzerstörung, Verlust der Querstreifung und Verlagerung der Zellkerne (vgl. HILDEBRANDT 2007).
- Prüfung der erarbeiteten Methode an verschiedenen Produkten der Hackfleischherstellung und der mechanischen Entbeinung.

## Material und Methoden

Die praktischen Arbeiten zur Gewinnung der Endprodukte und Teile der Analysen wurden in Zusammenarbeit mit dem Untersuchungslabor der Fa. Perdigão (Brasifoods S.A.), Videira, S.C., Brasilien (Leiter: Dr. J. Degenhardt) durchgeführt. Sämtliche Endprodukte wurden im Technikum der Fa. Perdigão hergestellt. Die im dortigen Labor bzw. die im Labor des MRI, Kulmbach durchgeführten Analysen sind nachfolgend ausgewiesen.

### Untersuchte Fleischproben

Das Rohmaterial wurde gekühlt aus Betrieben der Fa. Brasilfoods S.A. (Schlachtungen der Vortage) in Chargen von > 200 kg angeliefert. Untersucht wurden: Ganze Hähnchen, Hähnchenschenkel (ganzes Teilstück), Putenunterschenkel (handentbeint, ohne Knochen, aber mit Knorpelsehnen), Hähnchenrücken (ganzes Teilstück) sowie Karkassen von ganzen Hähnchen mit Restfleisch nach „Entsehnung“.

Die Fleischgewinnung aus diesen Rohmaterialien erfolgte mit folgenden Maschinen:

- **Zwei-Phasen-System „TWD8-Anlage und Mado-Automatenwolf mit Trennsätzen“:**  
**TWD8-Anlage:** Trommelsieb 8 mm Bohrung, Druck ca. 3 bar; Kapazität 3.000 kg/h; Hersteller: Fa. High Tec, Chapecó, S.C., Brasilien nach einer technischen Entwicklung von Dr. J. Degenhardt  
**Mado-Automatenwolf (Modell Ultra 4):** Zentraler und seitlicher Trennsatz, Wolf-

scheibe 3 mm (Teilmaterial mit 2 mm), Druck 8 bis 10 bar; Kapazität 3.000 kg/h  
Hersteller: Maschinenfabrik Dornhan GmbH, Dornhan, Deutschland

[Die TWD8-Anlage ist vollständig aus Edelstahl gefertigt. Das Rohmaterial wird über einen Trichter der Schnecke zugeführt und ohne wesentliche Destruktion vorwärts bewegt. Die Geschwindigkeit der Förderschnecke wird elektronisch gesteuert. Durch die zum Ende des Förderwegs hin konisch sich verdickende Walzenachse der Schnecke wird Druck aufgebaut und das weichere Material durch die nach außen sich konisch erweiternden Löcher der Siebtrommel ( $\varnothing$  8 mm) gepresst. Die Knochen bleiben, aufgrund des großen Durchmessers der Schneckenachse und des weiten Abstandes der Förderspirale weitgehend intakt. Der Druck im System ist durch ein Anziehen der Überwurfmutter am Ende des Druckrohres, welche als Lager für die Schnecke dient (und diese nach hinten drückt), zu erhöhen. Die Ausbeute bei mäßigem Druck (ca. 3 bar) beträgt bei ganzen Hähnchen etwa 64 %. Trotz der schonenden Behandlung kann dieses „8 mm Fleisch“, insbesondere wegen des großen Sieblochdurchmessers, in Abhängigkeit vom Rohmaterial noch erhebliche Sehnen- bzw. Knochen-/Knorpelanteile enthalten. Daher wird das Material nachfolgend in dem Mado-Automatenwolf, ausgerüstet mit zwei Trennsätzen zur seitlichen und zentralen Abscheidung von Sehnen und Knochen-/Knorpelpartikeln, weiter verarbeitet und auf 3 mm gewolft (Abb. 1).]

*Verarbeitete Materialien: Ganze Hähnchen, Hähnchenschenkel, Putenschenkel, jeweils mit Mado-Wolfscheibe 3 mm; Hähnchenrücken mit Mado-Wolfscheibe 2 mm*

- **POSS-Separator, Modell PDX5 modifiziert:**  
Trommelsieb mit 3 mm Bohrung, Druck > 100 bar, Kapazität 5.000 kg/h; Hersteller: POSS Ltd., Toronto, Kanada  
[Der POSS-Separator stellt eine horizontale Rohranlage dar. Das Rohmate-

rial wird über eine Förderschnecke der Druckschnecke mit konisch sich verdickender Achse zugeführt, welche in einem Druckrohr mit 3 mm-Trommelsieb rotiert. Das Trennprinzip ist dem der TWD8-Anlage vergleichbar, jedoch herrscht deutlich höherer Druck. Der Unterschied zwischen der Modifikation und der Originalversion bezieht sich lediglich auf die verwendete Trommel]

*Verarbeitete Materialien: Ganze Hähnchen, Hähnchenschenkel, Putenschenkel; Karkassen nach vorheriger Behandlung mit TWD8*

- **POSS-Separator, Modell PDX5 original:** Lamellen mit 0,6 mm Abstand, Druck > 250 bar, Hersteller: POSS Ltd., Toronto, Kanada

*Verarbeitete Materialien: Ganze Hähnchen*

- **Fleischwolf:**

Handwerksübliches Gerät, Wolfscheibe 3 mm; Hersteller: Alexanderwerk AG, Remscheid, Deutschland

*Verarbeitete Materialien: Handentbeinte Rohware aus Ganzen Hähnchen, Hähnchenschenkeln, Putenschenkeln*

Von jeder dieser Behandlungen (Rohmaterial x Gewinnungsmethode) wurden 3 Chargen hergestellt, von denen Stichproben für die Laboranalysen gezogen und tiefgefroren wurden. In die analytischen Untersuchungen wurden alle 3 Chargen einbezogen (Mittelwert von 3 Doppelbestimmungen), für die histologischen Untersuchungen nur jeweils 1 Charge (von Hähnchenschenkel POSS modifiziert zwei Chargen).

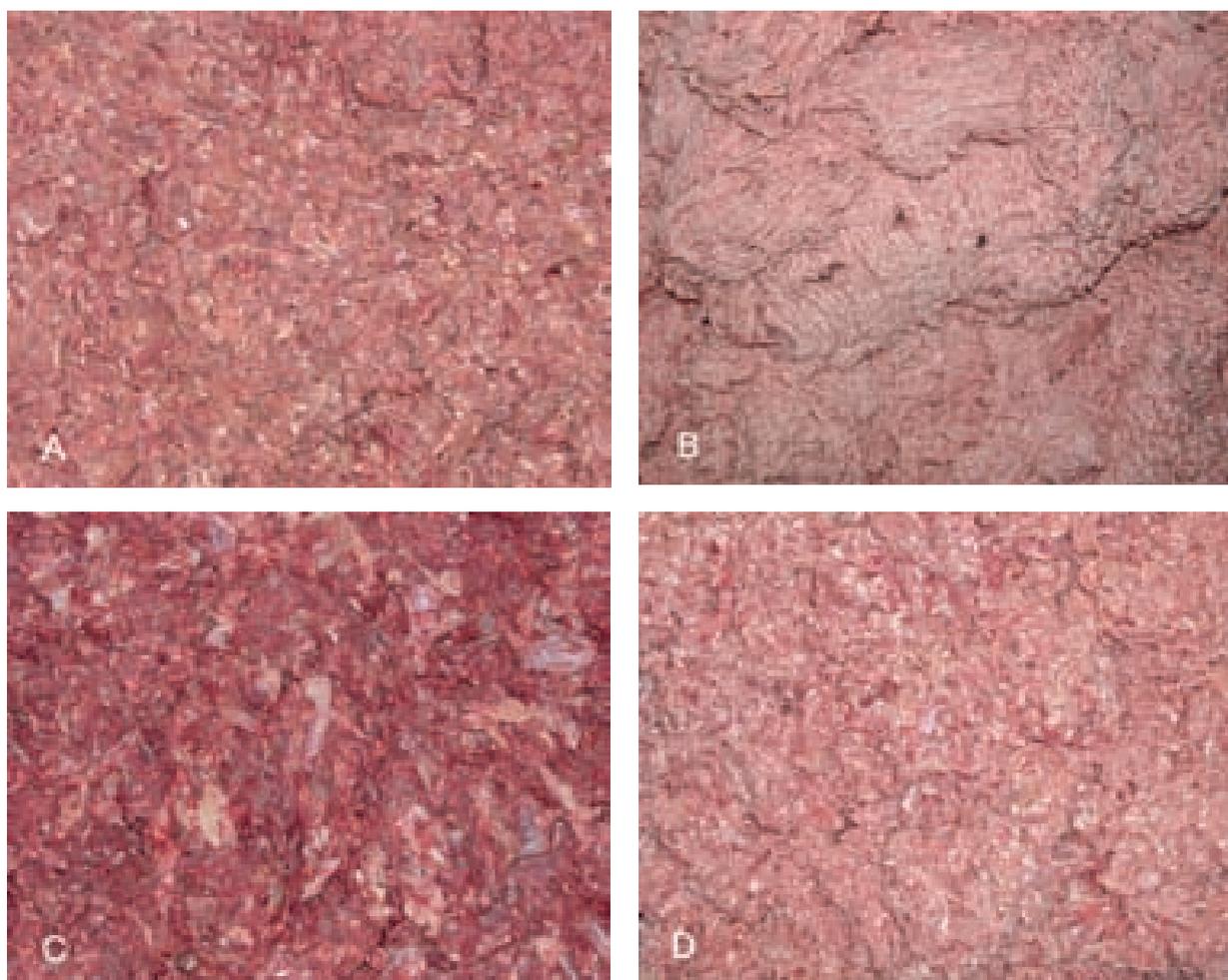


Abb. 1: Abfolge der Materialien, die mit dem Zwei-Phasen-System „TWD8/Mado-Automatenwolf“ gewonnen werden – obere Reihe Vorprodukt nach TWD8 und Hauptprodukt nach Mado, darunter die entsprechenden Nebenprodukte

Mit den verschiedenen Gewinnungsmethoden sollten verschiedene Qualitätsstufen des Endproduktes repräsentiert werden:

- Wolf: Hackfleisch im Sinne der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.13)
- TWD8/Mado und POSS PDX5 modifiziert: Schonend und unter größtmöglicher makroskopischer Strukturhaltung gewonnenes Fleisch im Sinne eines „entsehten Fleisches“ (Abb. 1, Abb. 2 (links); vgl. FSA 2010); bezüglich der verwendeten Rohware handelt es sich bei den *Ganzen Hähnchen* um „Geflügelschlachtkörper“, bei den *Karkassen* um „fleischtragende Knochen nach dem Entbeinen“ entsprechend der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.14), bei den *Putenunterschenkeln*, den *Hähnchenschenkeln* sowie den *Hähnchenrücken* jedoch weder um „Geflügelschlachtkörper“ noch um „fleischtragende Knochen nach dem Entbeinen“ im Sinne der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.14). Den-

noch sind die acht nach diesen Methoden hergestellten Produkte nach derzeitiger deutscher Auffassung (vgl. WEYLAND 2007) in gleicher Weise als **Separatorenfleisch** im Sinne der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.14) einzuordnen. Nach Auffassung der FSA (2010) könnte für diese Produkte die Zuordnung als **Fleischzubereitung** im Sinne der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.15) in Frage kommen.

- POSS PDX5 original: Mit einem Hartseparator gewonnenes Fleisch aus einem Rohmaterial (Hähnchenschlachtkörper), bei dem es sich um „Geflügelschlachtkörper“ handelt (Abb. 2 rechts); allerdings dürfte die Kommission bei der Formulierung der VERORDNUNG (EG) 853/2004 von Schlachtkörpern von Legehennen ausgegangen sein. Das Endprodukt ist schon allein aufgrund der Gewinnungsmethode unzweifelhaft als **Separatorenfleisch** im Sinne der VERORDNUNG (EG) 853/2004 (Anhang I, 1.14) einzuordnen.

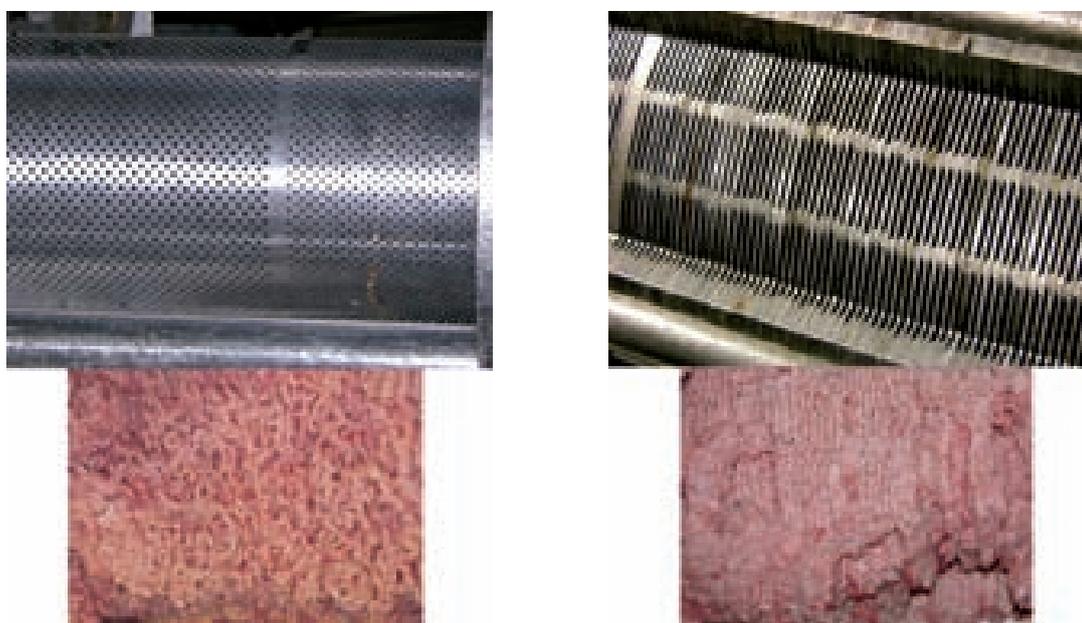


Abb. 2: Gewinnung von Fleisch aus ganzen Hähnchenschlachtkörpern mit zwei Maschinen der Fa. POSS, Toronto: POSS-Separator, Modell PDX5 modifiziert (3 mm-Trommelsieb) und Endprodukt (links) sowie POSS-Separator, Modell PDX5 original (0,6 mm Schlitzlamellen) und Endprodukt (rechts)

### Untersuchungsmethoden

Folgende **analytische Methoden** kamen zum Einsatz (Labor Perdigão, Videira nach Methodensammlung des QM-Handbuchs der Fa. Perdigão, Videira, Stand Nov. 2010):

- Vollanalyse (in % des Frischgewichtes)
  - Fettgehalt mit Fettextraktor „cutlab II“ der Fa. eagle lab's, Detmold, Deutschland
  - Proteingehalt über Stickstoffbestimmung mit dem Leco-Gerät FP-2000, Fa. LECO, Mönchengladbach, Deutschland
  - Wassergehalt nach Trocknung mittels Mikrowelle microlab der Fa. eagle lab's, Detmold, Deutschland (Kalibrierung der Mikrowellentrocknung durch Paralleluntersuchungen in Anlehnung an die Methode L 06.003 der AMTLICHEN SAMMLUNG von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB)
- Photometrische Bestimmung des Hydroxiprolingehaltes (Gehalts an Bindegewebeseiweiß) mit dem Photometer UV-1203, Fa. Shimadzu do Brasil Comércio Ltda., Brasilien und Berechnung des BEFFE-Gehaltes (%) aus der Differenz von Gesamteiweiß und Bindegewebeseiweiß in Anlehnung an die Methode L 06.008 der AMTLICHEN SAMMLUNG von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB
- Bestimmung des Kalziumgehaltes mit dem Atomabsorptionsspektrometer AA-6300 der Fa. Shimadzu do Brasil Comércio Ltda., Brasilien (in mg/100 g Frischsubstanz)
- Bestimmung des Gehalts an Knochen- und Knorpelpartikeln nach der morphologisch-gravimetrischen Methode von BRANSCHIED *et al.* (2008), Probeneinwaage 10 g

Die **histologischen Untersuchungen** wurden nach folgendem Bearbeitungsschema durchgeführt: (Labor MRI, Kulmbach):

- Entnahme von je 3 Teilproben (Blöcken) aus der tiefgefrorenen Rückstellprobe

- Formung der Blöcke in Silikon-Formen (Standardfläche von 1,8 x 2,2 cm<sup>2</sup>) und erneutes Einfrieren auf -20 °C

Herstellung von Schnitten (10 µ) am Gefriermikrotom Leica CM3050S, Fa. Leica Microsystems, Nussloch, Deutschland bei -25 bis -40 °C (bei höherem Fettgehalt tiefere Temperatur); Aufziehen auf Objektträger Superfrost Plus Gold (Fa. Menzel, Art.-Nr. K5800 AMNZ 50; diese Objektträger verhindern das Abschwimmen selbst größerer Knochenpartikel im Färbebad)

- Färbung der Schnitte mit Toluidinblau O (KRAMER und WINDRUM 1955 modifiziert)

- Aus 100 % Alkohol überführen in das Färbebad mit 0,03 % Toluidinblau O (C.I. 52040) in wässriger Lösung für 10 Minuten, nachfolgend spülen in demineralisiertem Wasser (2 x 2 Minuten)
- Wässrig eindecken in Karion F (Karu-thin E; Fa. Ruth, Bochum-Wattenscheid, Art. Nr. 1123)
- Nach Antrocknen der Deckgläschen (4 Tage) umranden mit Nagellack zur Verhinderung der Austrocknung des Eindeckmediums
- Schnitte waagrecht lagern; Präparate mindestens 3 Monate haltbar

- Auswertung der Präparate

Die Präparate wurden im Mikroskop Ortholux II POL-MK (Leitz, Wetzlar) bei Effektivvergrößerung 100x (Okular 10x, Objektiv 10x) nach Gesichtsfeldern (Abb. 3) ausgewertet. Das Gesichtsfeld umfasst bei dieser Vergrößerung ca. 2,3 mm<sup>2</sup>. In der Bewertung der Schnitte wurden ca. 100 bis 150 Gesichtsfelder, d.h. ca. 50 bis 85 % der Fläche des Schnitts, untersucht. Überschneidungen der Gesichtsfelder wurden vermieden. Randbereiche und andere Präparationsartefakte wurden nicht bewertet. Als Bewertungskriterium des jeweiligen Gesichtsfeldes zählte das Vorkommen des jeweils ungünstigsten morphologischen Befunds. Das Ergebnis wurde als Anteil

(%) der Gesichtsfelder mit der jeweiligen Befundklasse an der Gesamtzahl bewerteter Gesichtsfelder berechnet. Das Endergebnis ergab sich als Mittelwert aus den drei Wiederholungen (Blöcken). Die Auswertung wurde von einem der Autoren (W.B.) ohne Kenntnis der Präparatnummer vorgenommen.

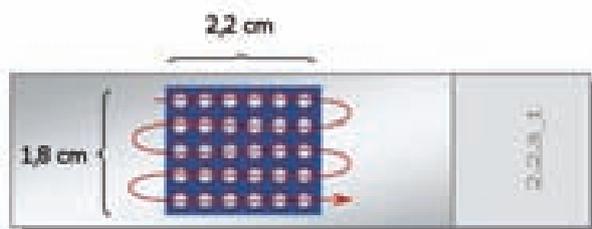


Abb. 3: Schema der histologischen Auswertung der Präparate

## Ergebnisse

### *Chemische und morphologisch-gravimetrische Analysen*

Die Analysendaten haben den Charakter beschreibender Daten in Ergänzung zur histologischen Untersuchung. Da es sich jeweils um Einzeldaten handelte, war eine weiterführende statistische Prüfung der Daten nicht möglich.

**Vollanalyse.** Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Gruppen fanden sich im Fett- und Protein-, weniger im Wassergehalt (Tab. 1). Die Unterschiede traten in Abhängigkeit vom Rohprodukt, teilweise aber auch von der Gewinnungsmethode auf. Den mit Abstand niedrigsten Fett- und höchsten Proteingehalt hatten, ungeachtet der Gewinnungsmethode, die **Putenunterkeulen**, die ohne Haut und Subkutanfett verarbeitet wurden. Auch der Wassergehalt war deutlich höher. Bei den  **Ganzen Hähnchen** waren die Fettgehalte generell um mindestens 7 % höher, weitaus am höchsten aber bei den Hähnchen (POSS 0,6 mm). Dies ist ein Hinweis darauf, dass bei diesen offenbar mehr Hautanteile in das Endprodukt übergehen als bei den drei schonenderen Methoden. Die Proteingehalte der Ganzen Hähnchen (außer POSS 0,6 mm) erreichten fast das Niveau der Putenunterkeulen, dafür lagen die Wassergehalte etwas niedriger. Aufgrund des mutmaßlich höheren Hautanteils am

Rohprodukt war bei den **Hähnchenschenkeln** der Fettgehalt um 3-4 % gegenüber den Ganzen Hähnchen erhöht, der Proteingehalt dagegen deutlich niedriger bei etwa gleich hohem Wassergehalt wie bei den Ganzen Hähnchen. Gleichsinnig verhielten sich auch die beiden weiteren Produkte: Die **Karkassen** (TWD8), naturgemäß weitgehend ohne Hautanteil, hatten einen mittleren Fett- und Proteingehalt, während die **Hähnchenrücken** den höchsten Fett- und den geringsten Proteingehalt des gesamten Materials aufwiesen. Bei diesem hat angesichts des geringen Muskelfleischanteils die Haut mit Subkutanfett einen relativ hohen Anteil an den Weichgeweben des Gesamtstückes.

### **Bindegewebeisweiß- und BEFFE-Gehalt.**

Die Ergebnisse der beiden Proteinkompartimente (Tab. 2) müssen unter Berücksichtigung der Gesamt-Proteingehalte (Tab. 1) interpretiert werden. Die bei weitem höchsten Bindegewebeisweißgehalte fanden sich, wenn man von den Ganzen Hähnchen (POSS 0,6 mm) absieht, bei den gewolften Endprodukten. Da für die Herstellung dieser Produkte zuvor lediglich die Knochen von der Rohware ausgelöst wurden, enthielten sie noch den nativen Bindegewebsanteil, der fast vollständig in das Endprodukt überging. Die Produkte, die den drei schonenden maschinellen Gewinnungsmethoden unterworfen wurden, wurden im Rahmen des Prozesses gleichsam vom Bindegewebe gereinigt und wiesen daher mit Ausnahme der Hähnchen (POSS 0,6 mm) einen um ein Drittel bis um die Hälfte verminderten Bindegewebeisweißgehalt auf. Die Hähnchen (POSS 0,6 mm) hatten den bei weitem höchsten Bindegewebeisweißgehalt bei niedrigstem BEFFE-Wert. Dass dies keine Frage des Rohmaterials, sondern der Gewinnungsmethode war, zeigte sich aus dem Vergleich mit den drei anderen Endprodukten aus Ganzen Hähnchen.

Im Übrigen folgten aber die BEFFE-Werte nicht völlig gleichsinnig dem Bindegewebsanteil, sondern zeigten Unterschiede, die nun doch auch auf die Qualität des Rohmaterials zurückzuführen waren. So ergaben sich bei den Putenunterkeulen etwas höhere BEFFE-Werte als bei den

Tab. 1: Vollanalyse (Fett, Protein, Wasser) von Geflügelfleisch aus verschiedenen Verfahren der Entbeinung (in % des Frischgewichts)

	Fett	Protein	Wasser
Ganze Hähnchen			
Wolf (handentbeint)	11,3	18,3	71,0
TWD8/Mado	12,9	16,9	70,8
POSS – 3 mm	11,7	16,9	70,8
Hähnchenschenkel			
Wolf (handentbeint)	15,7	15,4	69,2
TWD8/Mado	14,1	15,2	71,2
POSS - 3 mm	13,7	16,0	70,4
Putenunterkeule			
Wolf (handentbeint)	3,9	20,6	75,2
TWD8/Mado	5,5	19,7	73,5
POSS – 3 mm	4,2	20,5	74,6
Karkassen-Knochen TWD8	12,8	16,5	70,6
Rücken (Hähnchen) TWD8/Mado	19,4	13,5	67,0
Ganze Hähnchen POSS - 0,6 mm	15,2	16,0	68,4

Tab. 2: Bindegewebsweiß- und BEFFE-Gehalt von Geflügelfleisch aus verschiedenen Verfahren der Entbeinung (in % des Frischgewichts)

	Bindegewebsweiß	BEFFE
Ganze Hähnchen		
Wolf (handentbeint)	1,36	92,6
TWD8/Mado	0,72	96,9
POSS – 3 mm	0,80	95,3
Hähnchenschenkel		
Wolf (handentbeint)	1,60	89,6
TWD8/Mado	0,93	93,9
POSS - 3 mm	1,07	93,3
Putenunterkeule		
Wolf (handentbeint)	1,68	91,9
TWD8/Mado	1,12	94,4
POSS – 3 mm	1,09	94,6
Karkassen-Knochen TWD8	1,12	93,2
Rücken (Hähnchen) TWD8/Mado	0,77	94,2
Ganze Hähnchen POSS - 0,6 mm	2,16	86,5

Hähnchenschenkeln, die höchsten jedoch bei den Ganzen Hähnchen. Auffälligerweise war bei den Karkassen trotz relativ hohen Bindegewebsgehalts auch der BEFFE-Wert relativ hoch. Der niedrige Bindegewebsgehalt und hohe BEFFE-Wert der Hähnchenrücken war am ehesten dadurch zu erklären, dass das Bindegewebe der Haut (und weiteres Bindegewebe) im Zuge der Gewinnung zurückgehalten wurde, obwohl ja das Subkutanfett bei diesem Teilstück offensichtlich in

erheblicher Menge in das Endprodukt überging (vgl. Tab. 1).

**Gehalt an Kalzium und Knochen- und Knorpelpartikeln.** Vergleichsweise hohe Kalziumgehalte ergaben sich lediglich bei den Karkassen und den Ganzen Hähnchen (POSS 0,6 mm) (Tab. 3). Sie spiegelten sich wider in gleichfalls höheren Gehalten an Knochen- und Knorpelpartikeln, wobei hier, wie auch im Gesamtmaterial, den Knorpelpartikeln die größere

Tab. 3: Kalziumgehalt und Gehalt an Knochen- und Knorpelpartikeln von Geflügelfleisch aus verschiedenen Verfahren der Entbeinung (Anteil des Frischgewichts)

	Calcium mg/100gr	Knochen %	Knorpel %
<b>Ganze Hähnchen</b>			
Wolf (handentbeint)	14,3	0,01	0,03
TWD8/Mado	21,7	0,00	0,07
POSS – 3 mm	20,3	0,06	0,04
<b>Hähnchenschenkel</b>			
Wolf (handentbeint)	18,3	0,01	0,08
TWD8/Mado	18,3	0,01	0,05
POSS - 3 mm	31,0	0,03	0,03
<b>Putenunterkeule</b>			
Wolf (handentbeint)	21,7	0,19	0,25
TWD8/Mado	18,3	0,00	0,01
POSS – 3 mm	16,3	0,00	0,00
Karkassen-Knochen TWD8	91,5	0,00	0,14
Rücken (Hähnchen) TWD8/Mado	46,2	0,01	0,03
Ganze Hähnchen POSS - 0,6 mm	87,0	0,13	0,25

Bedeutung zukam. Die Hähnchenrücken hatten im Vergleich des Gesamtmaterials mittleren Kalzium- bei niedrigem Partikelgehalt. Auffällig waren die sehr hohen Partikelgehalte bei den gewolften Putenunterkeulen. Bei diesen führten zwangsläufig die aus dem Rohmaterial nicht eliminierten Knochensehnen zu diesen Anteilen.

Angesichts dessen erschien die Erhöhung des Ca-Gehaltes als nur mäßig. Die übrigen Analysenwerte dieses Bereiches waren weitgehend unauffällig. Der etwas erhöhte Ca-Gehalt der Hähnchenschenkel (POSS 3 mm) war in Synopse mit den nachfolgend beschriebenen histologischen Ergebnissen auffällig. Dabei lagen die Ca-Gehalte der drei Chargen auf annähernd gleicher Höhe (ohne Tab.).

#### *Histologische Untersuchung*

**Bildung der morphologischen Standards für die histologische Bewertung der Schnitte.** Die Definition der morphologischen Standards wurde anhand der vorliegenden Präparate unter Berücksichtigung der Gewinnungsmethoden vorgenommen.

In den mit Toluidinblau gefärbten Präparaten wurden unterschiedliche Phäno-

mene der Strukturveränderungen festgestellt, die in dieser Deutlichkeit nicht mit anderen Färbungen differenziert werden können. Diese betrafen:

- Zustand der Muskelfasern, einschließlich der Querstreifung im Längsschnitt und des Zustands der Cohnheimschen Felder im Querschnitt.
- Form (Erhaltungszustand) der Zellkerne bis hin zu „ausgestrichenen“ Zellkernformen sowie Lage der Zellkerne im Verhältnis zur Faser und Bildung von Zellkernagglomeraten.
- Vorliegen metachromatisch ausgefärbter Präparatanteile.  
Die Metachromasie des Toluidinblau erfolgt in Richtung einer kräftigen Rotfärbung, die sich deutlich von der Blaufärbung des orthochromatischen Farbstoffs abhebt. Ursache des metachromatischen Effekts ist die elektrostatische Bindung des basischen Farbstoffs an saure Substratgruppen, die hinreichend dicht angeordnet sind, um dadurch das Absorptionsspektrum des Toluidinblau zu verschieben (KRAMER und WINDRUM 1955; ARNOLD 1968; SCHEUNER und HUTSCHENREITER 1972). Bei den hier in Frage kommenden Gruppen handelt es sich, wie sich durch geeignete

substrat-histochemische Färbungen zeigen lässt (BRANSCHIED, *et al.* 2011), vor allem um Glykosaminoglykane aus der Knorpelgrundsubstanz und aus Sehnen- gewebe. Die Metachromasie bleibt voll- ständig nur erhalten, wenn mit wässri- gem Medium eingedeckt wird. Daher ist das Eindecken mit Karion F (s.o.) für das Gelingen der Methode essentiell.

- Vorliegen völlig amorpher Bereiche mit und ohne metachromatische Effekte, häufig in der Nähe von Knorpel- und Knochenpartikeln oder mit diesen ver- mischt.

Auf der Basis dieser gut abgrenzbaren Phänomene wurden morphologische Stan- dards definiert (Abb. 4, Tab. 4). Dabei wur-

den Sub-Gruppen (A bzw. B) der Stan- dards vorgegeben, die für die Auswertun- gen am vorliegenden Material genutzt wur- den, um die Zuverlässigkeit der Auswert- ungsmethode unter erschwerten Verhält- nissen besser beurteilen zu können. Für die Bewertung von Endprodukten der Fleischgewinnung reicht jedoch die Zu- ordnung zu den Standards 1, 2, 3 und 4 aus.

Da die Standards 1 und 2 regelmäßig selbst in den handentbeinten, gewolften Endprodukten vorkamen, kennzeichneten nur die Standards 3 und 4 Endprodukte, die durch die Verarbeitungstechnik, d. h. vor allem durch Druck, strukturell verän- dert wurden. Nach dieser Definition würde

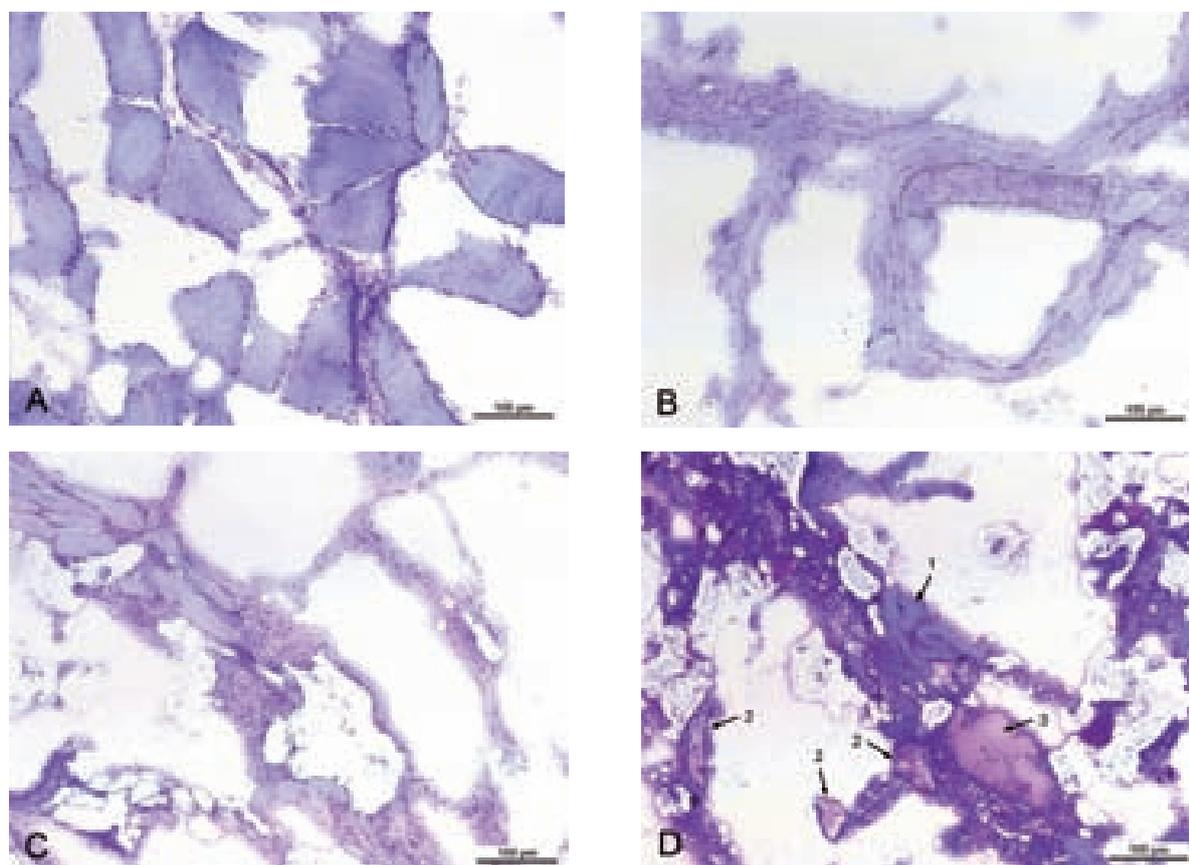


Abb. 4: A: Standard 1 mit völlig erhaltener Struktur der Muskelfasern und des Perimysiums  
B: Standard 3A mit strukturell stark veränderten Muskelfasern (dichte Ansammlung von Zellkernen, Druckbedingte Veränderungen der Zellkerne), die eng an intakten Fasern anliegen (ein Bereich durch Linie markiert)  
C: Standard 3B: noch stärkere Veränderungen als Standard 3A, mit leichten metachromatischen Effekten  
D: Standard 4: Amorphe Bereiche mit starker Metachromasie, Muskelfasern mit erkennbarer Querstreifung, aber untypische Anfärbbarkeit (1), einzelne Knochenstückchen (2), eine große (3) sowie zahlreiche kleine Knorpelpartikel (alle Präparate: Toluidinblau)

Tab. 4: Definition der mikroskopischen Standards für die Auswertung der histologischen Präparate

Standard	Kennzeichen	Vorkommen
1A	Völlig frei von Veränderungen	Harmlose Effekte aller Entbeinungstechniken (incl. gewolfte Fleisch)
1B	Leichte Veränderungen einzelner Fasern ohne Beeinträchtigung des Strukturgitters der Muskelfasern	
2A	Leichte Spuren zerriebener Fasern, unauffällig angeordnete Zellkerne	
2B	Deutliche Spuren zerriebener Fasern, unauffällig angeordnete Zellkerne	
3A	Zerriebene Fasern mit stark verdichteten Zellkernen, in Säumen an intakte Fasern angelagert, leichte Metachromasie (rot statt blauer Grundfarbe)	Gravierende technische Effekte der Entbeinung (geminderte Qualität)
3B	Massiv zerriebene Fasern mit stark verdichteten Zellkernen in flächigen Säumen, starke Metachromasie (fallweise auch von ausgequetschter Knorpelsubstanz), jedoch Zellkernreste noch als solche erkennbar	
4	Völlige Auflösung der Struktur mit sehr kräftiger Anfärbung des Materials, Ausquetschung der Knorpelgrundsubstanz mit starken metachromatischen Effekten	Nur bei Separatorenfleisch

das erhebliche Vorkommen von Gesichtsfeldern mit Standard 3 (z. B. >20 %) und das Vorkommen von Standard 4 (z. B. >5 %) prinzipiell ausreichen, um ein maschinell gewonnenes Endprodukt als in der Struktur schwerwiegend verändert und damit als Separatorenfleisch einzustufen. Diese Interpretation des Standards 4 wäre auch bei Mischprodukten aus Separatorenfleisch und frischem Fleisch anwendbar. Punktuelleres Auftreten würde zur Verdachtsdiagnose führen.

**Histologische Auswertung auf der Basis der morphologischen Standards.** Die Auswertung der histologischen Präparate wurde nach Festlegung der morphologischen Standards zunächst in zwei Durchläufen vorgenommen. Nachfolgend wurde die Übereinstimmung beider Auswertungsläufe geprüft (Abb. 5). Es zeigte sich, dass der zweite Durchlauf insgesamt zu einer strengeren Bewertung führte. Die Präparatnummern 232 und 233 zeigten den Sachverhalt besonders deutlich, weil

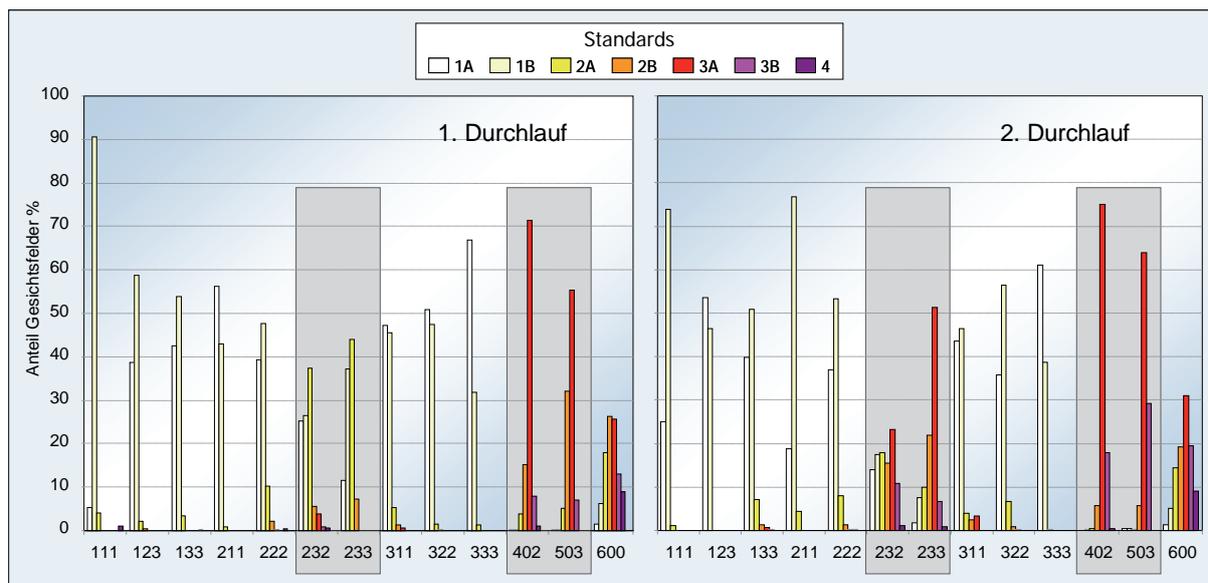


Abb. 5: Ergebnis der histologischen Auswertung in zwei Durchläufen – Ausprägung der Feinstandards

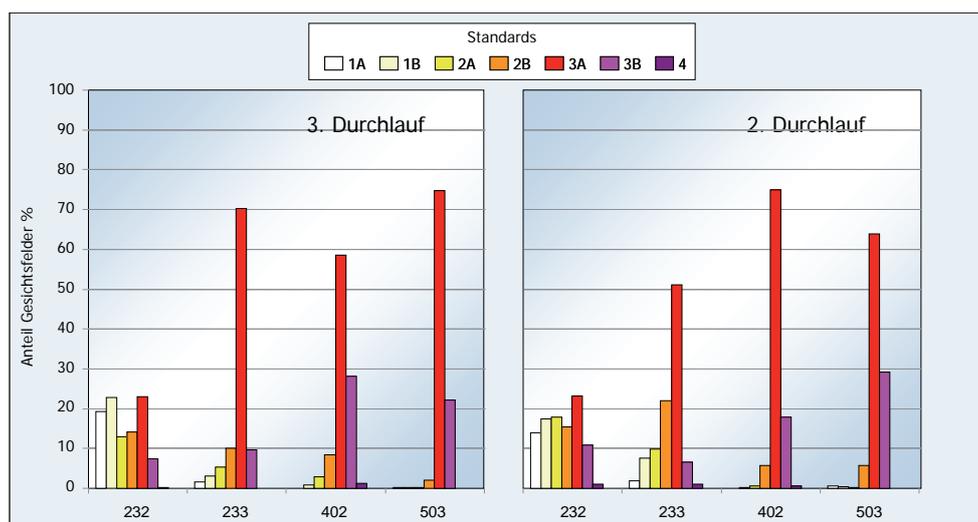


Abb. 6: Ergebnis der histologischen Auswertung im zweiten und dritten Durchlauf – Ausprägung der Feinstandards

diese Proben ausnahmsweise zu zwei Chargen des gleichen Endproduktes gehörten (gleiches Rohprodukt und gleiche Gewinnungsmethode). Deshalb wurden auch beide Präparate im ersten Durchlauf und im zweiten Durchlauf jeweils sehr ähnlich bewertet. Bei beiden Präparaten ergab sich aber im zweiten Durchlauf eine erheblich stärkere Ausprägung der Standards 3A/B.

Da auch für die Präparate 4.0.2 und 5.0.3 Unstimmigkeiten in den oberen Standards zwischen beiden Durchläufen auftraten, wurde für diese vier Präparate ein dritter Durchlauf durchgeführt (Abb. 6). Dieser ergab eine ersichtlich bessere Übereinstimmung zwischen Durchlauf 2 und 3.

Nachfolgend wurden die Ergebnisse des 2. Durchlaufs auf die Hauptstandards reduziert, um eine Bewertung der Behandlungsgruppen (Rohmaterial x Gewinnungsmethode) vornehmen zu können (Abb. 7):

– Die Ganzen Hähnchen in Kombination mit den drei schonenden Gewinnungsverfahren ergaben Bewertungen, die praktisch keine Strukturveränderungen aufzeigten (Standard 1). Bei den Hähnchen (POSS 3 mm) gab es jedoch einzelne Bewertungen nach Standard 3 und etwas erhöhte Bewertungen nach Stan-

dard 2 (vgl. auch die Bewertung der Produkte aus derselben Gewinnungstechnik bei den Hähnchenschenkeln).

- Bei den Hähnchenschenkeln wurden die schonenden Verfahren deutlich unterschiedlich bewertet. Nur Wolf und TWD8/Mado blieben praktisch ohne Strukturveränderungen, während POSS (3 mm) einen deutlichen Anteil von Bewertungen nach Standard 3 und punktuell sogar nach Standard 4 aufwies. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass zu dieser Behandlung zwei verschiedene Chargen gleichsinnig bewertet wurden.
- Die Putenunterschenkel ergaben nach den drei schonenden Verfahren wiederum durchgehend praktisch keine Hinweise auf Strukturveränderungen. Es fiel aber auf, dass nun das gewollte Endprodukt einzelne Bewertungen nach Standard 3 aufwies. Diese standen jeweils in engem räumlichen Zusammenhang mit Knochen- bzw. Knorpelpartikeln (vgl. hierzu auch Ergebnisse dieser Gruppe in Tab. 3). Offensichtlich führen diese Partikel als mechanische Hindernisse beim Durchlauf des Materials durch die Wolfscheiben zu Stauchungen des Materials und den entsprechenden histologischen Befunden.

- Die Karkassen ergaben trotz der schonenden Gewinnungsmethode (POSS 3 mm) ein hochgradig entsprechend Standard 3 verändertes Endprodukt.
- Die Hähnchenrücken ergaben trotz der schonenden Gewinnungsmethode eine ähnlich ungünstige Bewertung.
- Das aufgrund der Gewinnungsmethode (POSS 0,6 mm) unzweifelhaft als Sepa-

ratorenfleisch einzustufende Endprodukt ergab die bei weitem schlechteste Einstufung im Sinn einer hochgradigen Strukturveränderung. Dies betraf neben dem hohen Anteil des Standards 3 insbesondere auch den erheblichen Anteil des Standards 4. Allerdings kamen selbst in diesen Präparaten einzelne Bewertungen nach Standard 1 und ein hoher Anteil nach Standard 2 vor.

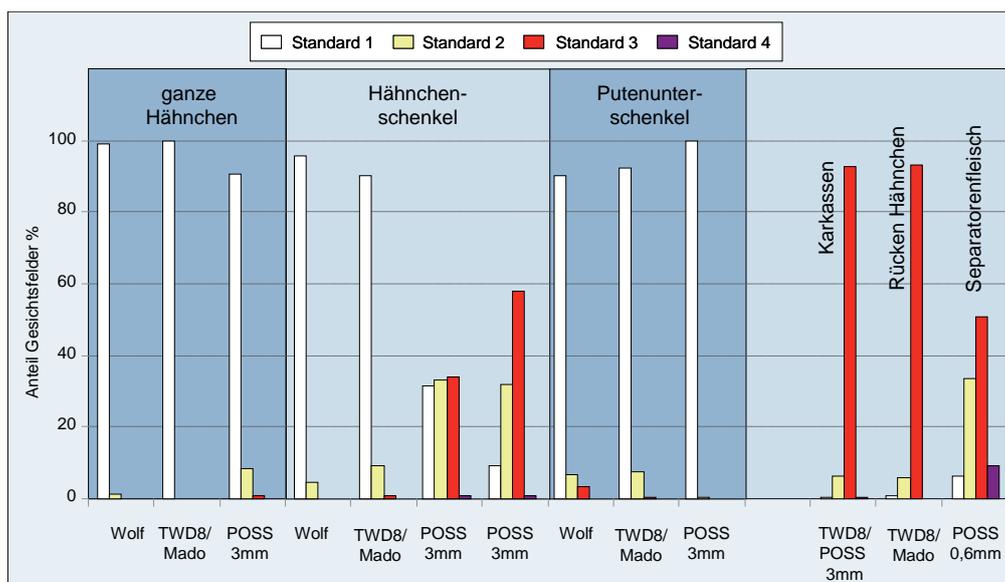


Abb. 7: Ergebnis der histologischen Auswertung im zweiten Durchlauf – Ausprägung der Grobstandards

## Diskussion

Zentrales Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung des Strukturverlustes der Muskelfasern in Geflügelfleisch, der unter Anwendung verschiedener Verfahren der Fleisch- und Restfleischgewinnung auftritt. Hiermit sollte die Möglichkeit geschaffen werden, unter vollständiger Ausnutzung des Interpretationsraumes der VERORDNUNG (EG) 853/2004 zu einer besser begründeten Bewertung von Produkten aus mechanischer und maschineller Entbeinung zu kommen.

Das eigens für die Untersuchung hergestellte Probenmaterial wurde zunächst im Hinblick auf seine **analytisch erfassbaren Merkmale** charakterisiert. Dies sollte einen vergleichenden Einblick geben, wie das Material nach den bisher ausschließlich

verwendeten Kriterien einzuschätzen ist. Mikrobiologische Untersuchungen wurden jedoch nicht einbezogen, weil die hygienische Situation ohne weiteres im Rahmen von HACCP-Konzepten abzusichern ist und kein spezifisches Problem der hier eingesetzten Fleischgewinnungstechniken darstellt.

Zieht man verfügbare, allerdings nicht verbindliche Richtwerte zu Rate, so lassen sich die erhobenen analytischen Daten folgendermaßen interpretieren:

- Im Hinblick auf den Kalziumgehalt bleiben alle Produkte unterhalb des von der EU [VERORDNUNG (EG) 2074/2005, Anhang IV] festgelegten Grenzwertes von 100 mg Kalzium/100 g Frischgewebe, der „als nicht wesentlich höher als der Kalziumgehalt von Hackfleisch/

Faschiertem gilt“ [VERORDNUNG (EG) 853/2004, Art. 11, Absatz 2]. Innerhalb dieses Grenzwertes bleibt auch das Endprodukt, das von uns aufgrund der Strukturlosigkeit und der Herstellungsmethode (POSS original 0,6 mm) unzweifelhaft als Separatorenfleisch eingeordnet wurde. Entscheidend für den unauffälligen Ca-Gehalt dieses Produktes könnte gewesen sein, dass es aus hochwertigen, vollfleischigen Hähnchenschlachtkörpern hergestellt wurde.

- Im Hinblick auf den Fett- und Proteingehalt gibt es keine Richtwerte der EU, jedoch hat die US-Behörde USDA (2004) Werte hierzu herausgegeben (Protein >14 %, Fett <30 % für Rindfleisch). Auch diese Werte werden überwiegend nicht unter- bzw. überschritten (Rücken Hähnchen allerdings Proteingehalt 13,5 %).
- Auch bezüglich der Knochenpartikelgehalte gibt es lediglich eine Empfehlung der USDA (1995; <0,235 % für Geflügel), die wegen der nicht übereinstimmenden Bestimmungsmethoden mit Vorsicht interpretiert werden sollte. Würde der Richtwert für Knochen- und Knorpelpartikel in gleicher Weise gelten, so wären auch hier ganz überwiegend keine Hinweise auf Separatorenfleisch gegeben. Die beiden Ausnahmen betreffen die gewolfen Putenunterkeulen, bei denen sich dies aufgrund des hohen Anteils an Knochensehnen im Rohmaterial unvermeidbar ergibt, und das Separatorenfleisch. Bemerkenswert ist, dass beim Separatorenfleisch nur der Anteil an Knorpel-, nicht jedoch an Knochenpartikeln hoch ist; für die Karkassen gilt dies gleichsinnig, aber auf niedrigerem Niveau.

Somit ergab sich bei allen Endprodukten weder auf der Basis der Voll- und der Kalzium-Analyse, noch des Knochenpartikelnachweises ein Hinweis auf Separatorenfleisch. Das Herstellungsverfahren hätte sich am vorliegenden Material lediglich aus dem Gehalt an Knorpelpartikeln diagnostisch ableiten lassen, der aber international nicht geregelt ist. Von KOOLMEES *et al.* (1986) und PICKERING *et al.* (1995) wird jedoch bereits auf die Bedeu-

tung der Knorpelpartikel bei Geflügelfleisch hingewiesen.

Diese Ergebnisse sind im Übrigen auch der Beleg dafür, dass die modernen Gewinnungs- bzw. Entsehnungsmethoden von Fleisch technisch so weit entwickelt sind, dass sie in Anpassung an die gesetzten Grenzwerte ein ausgezeichnetes Produkt liefern. Weiter bedeutet dies aber auch, dass die Grenzwerte nur noch bedingt auf die Gewinnungsmethoden anwendbar sind.

Die **histologische Untersuchung** hatte drei Detailziele: Zum einen sollten morphologische Standards für die Auswertung erarbeitet werden, zum anderen sollte geprüft werden, wie weit die histologische Differenzierung verschiedener Proben zuverlässig möglich ist und zum Dritten sollten die in der Untersuchung eingesetzten Gewinnungsverfahren mit den neuen Standards bewertet werden.

Die Ergebnisse belegen zumindest beispielhaft, dass der Einsatz morphologischer Standards möglich ist, wenn hinreichend Übung in der Anwendung besteht. Es wird angeraten, eine Einarbeitung derart vorzunehmen, wie dies in der vorliegenden Arbeit geschehen ist: Auswertung von zwei Durchläufen, Vergleich der Ergebnisse sowie gegebenenfalls Adaptation des Auswertungsverhalten und Abschluss der Auswertung im dritten Durchlauf.

Die histologischen Ergebnisse in Bezug auf die verschiedenen Behandlungsgruppen [Rohmaterial x Herstellungsverfahren] belegen, dass mit der histologischen Auswertung der Muskelfaserstruktur eine wesentlich differenziertere Aussage zur Qualität der Endprodukte möglich ist als mit allen anderen Methoden. Überraschend dabei ist, dass nach den hier gesetzten Maßstäben die Gruppe Hähnchenschenkel (POSS 3 mm) als Qualität mit Strukturveränderungen und somit als „Separatorenfleisch“ eingestuft werden müsste. Weder das Rohmaterial (hochwertiges vollständiges Teilstück, kein Restfleisch) noch das schonende Trennverfahren hätten dieses Ergebnis erwarten lassen. Die Gruppe Hähnchenschenkel (TWD8/Mado) hebt sich jedoch deutlich positiv von der

Bewertung der vergleichbaren Gruppe POSS 3 mm ab und weist, wie das gewolfte Produkt, praktisch keine Strukturveränderung auf.

Die beiden Gruppen „Karkassen“ und „Rücken Hähnchen“ schneiden trotz schonender Gewinnung noch weitaus schlechter ab, wobei sich dies hinreichend mit der Qualität des Rohmaterials begründen lässt. Umgekehrt stellt sich das Separatorenfleisch relativ positiv dar, weil hier mit ganzen Hähnchenschlachtkörpern ein zumindest für europäische Verhältnisse ungewöhnlich hochwertiges Material eingesetzt worden war. Dies zeigt auch, dass entgegen der Auffassung der englischen FSA (2010) Separatorenfleisch nicht vollständig destrukturiert sein muss, sondern erhebliche Anteile an intakten und wenig geschädigten Muskelfasern enthalten kann. Nach den hier vorgelegten Ergebnissen sind die entscheidenden Merkmale von Separatorenfleisch: das Vorhandensein völlig destrukturierter Areale, im charakteristischen Fall mit starker Metachromasie (Standard 4) sowie ein hoher Anteil an Arealen mit durch Druck veränderten, aber strukturell noch erkennbaren Zellkernen (Standard 3). In Gemischen würde das Vorhandensein des Standards 4 zur Verdachtsdiagnose berechtigen, dass Separatorenfleisch beigemischt wurde.

## Resümee

Auf Basis einer Skala ansteigender Strukturveränderungen, die durch mechanische Einwirkung verschiedener Trennverfahren hervorgerufen werden, lassen sich die Endprodukte von Geflügelfleisch aus diesen Verfahren morphologisch sicher gegeneinander differenzieren. Die histologische Auswertung dürfte nach Einarbeitung auch in anderen Labors zuverlässig möglich sein. Eine digitale Auswertung der gewählten Kriterien erscheint derzeit schwierig. In Form der vorgelegten semiquantitativen Bestimmung ist jedoch der „Grad der Veränderung der Muskelstruktur“ im Sinne VERORDNUNG (EG) 853/2004 objektiv messbar. Allerdings wäre erforderlich, für andere Fleischarten

die Anwendbarkeit einer solchen Skala in weiteren Untersuchungen zu prüfen.

Diese Materialdifferenzierung gelingt ausschließlich auf der Basis der histomorphologischen Auswertung, nicht jedoch auf Basis der anderen Bestimmungen (Fett-, Eiweiß-, Kalzium- und Knochenpartikelgehalt). Diese haben nur ergänzenden Informationswert, z. B. für die Abgrenzung Separatorenfleisch I gegen Separatorenfleisch II. Allerdings ist für Geflügelfleisch auf den besonderen und bisher in der Rechtsetzung nicht ausreichend gewürdigten Wert der Bestimmung der Knorpelpartikel hinzuweisen (vgl. KOOLMEES *et al.* 1986; PICKERING *et al.* 1995). Es wäre zu überlegen, ob es bei der Partikelbestimmung nach BRANSCHIED und JUDAS (2008) zukünftig nicht richtiger wäre, sich ausschließlich auf die *Summe* von Knochen- und Knorpelpartikeln zu beziehen: Beide Partikeltypen ergeben bei hinreichender Größe das gleiche unangenehme „Mundgefühl“ und die damit verbundene Qualitätsminderung.

Die eingesetzten Trennverfahren sind unterschiedlich zu bewerten. Das Zwei-Phasen-System TWD8/Mado liefert bei allen hochwertigen Rohmaterialien ein Endprodukt ohne wesentlichen Strukturverlust der Muskelfasern; erst der Einsatz des knochenreichen Teilstücks Rücken führt zu minderer Qualität. Das Verfahren des modifizierten Trennwolfs POSS PDX5 (3 mm) ergibt nicht mit allen hochwertigen Rohmaterialien gleich gute Qualitäten, das Verfahren ist daher weniger sicher als das Zwei-Phasen-System.

Als für Geflügelfleisch heranzuziehende Regeln lassen sich zusammenfassen: Ganze Schlachtkörper von Hähnchen oder hochwertige Geflügelteilstücke ergeben bei Verarbeitung mit schonenden Trennverfahren ein von schwerwiegenden Strukturveränderungen freies Endprodukt; jedoch steigt das Risiko der Qualitätsminderung mit dem Knochenanteil der Rohware und dem Pressdruck des Verfahrens an. Geringwertige Rohware in Form von Material mit sehr hohem Knochenanteil oder in Form von Restfleisch führt selbst

bei Anwendung schonender Verfahren zu Endprodukten mit erheblichen Strukturveränderungen der Muskelfasern. Das unter Behandlung mit hohem Druck erzeugte Separatorenfleisch ergibt selbst bei hochwertiger Rohware ein Endprodukt mit sicher identifizierbaren Merkmalen der durch hohen Pressdruck verursachten Strukturveränderungen.

Die qualitativ hochwertigen Endprodukte, die mit schonenden Trennverfahren erzeugt wurden und praktisch frei von Strukturveränderungen sind, sind wie frisches Verarbeitungsfleisch verwendbar. Ihre rechtliche Einordnung im Sinne der Verordnung (EG) 853/2004 (Anhang I) sollte aus dieser Sicht überdacht werden. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang die Interpretation der britischen FDA (2010). Diese würde derartige Produkte als „Fleischzubereitungen“ im Sinne der genannten Verordnung, Anhang I, 1.15 definieren. Grundlage dieser Definition ist aber, dass anerkannt wird, dass es zwei deutlich gegeneinander abzugrenzende Gewinnungsprozesse gibt, die Fleisch betreffen, das mit Knochen in Verbindung steht. Das mit niedrigem Druck erzeugte Produkt wird im VK als „de-sinewed meat“ und nur das mit hohem Druck erzeugte als Separatorenfleisch bezeichnet (vgl. auch PARLIAMENT UK 2011). Dabei wird ebenfalls, soweit aus den vorliegenden Unterlagen erkennbar, die Zuordnung zur jeweiligen Kategorie durch eine histologische Untersuchung begründet. Von einer derart differenzierten Interpretation in diese Richtung scheinen aber die deutschen Institutionen noch weit entfernt zu sein.

## Literatur

AMTLICHE SAMMLUNG von Untersuchungsverfahren nach § 64 Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB (2006). Hrsg.: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag. Band I (L), Teil 7: Lebensmittel

ARNOLD, M. (1968): *Histochemie*. Springer: Berlin, Heidelberg, New York. p. 74-77

BfR Bundesinstitut für Risikobewertung (2010): Furculafleisch ist Separatorenfleisch. *Fleischwirtschaft* 90 (7), 32

BRANSCHIED, W. und M. JUDAS (2011): Detection of Bone in Meat. In: *Handbook of Analysis of edible animal by-products*. L.M.L. Nollet and F. Toldrá (Hsg.). CRC Press: Boca Raton, London, New York. p. 247-285

BRANSCHIED, W., JUDAS, M., WAGNER, H., und TROEGER, K. (2008): Furcula-Fleisch – Eigenschaften und Bewertung. Untersuchungen zur Charakterisierung von mechanisch entbeintem Hähnchenfleisch. *Fleischwirtschaft* 88 (11), 106-111

BRANSCHIED, W., JUDAS M., und HÖRETH, R. (2009): The morphological detection of bone and cartilage particles in mechanically separated meat. *Meat Science* 81, 46-50

BRANSCHIED, W., BAUER, A. und TROEGER, K. (2011): Modification of muscle structure in poultry caused by different meat recovery systems. 57. ICoMST Gent (zur Veröffentlichung angenommen)

EU European Commission (2010): Communication from the commission to the European Parliament and the Council on the future necessity and use of mechanically separated meat in the European Union, including the information policy towards consumers. COM (2010) 704 final. Brussels, 2.12.2010. [http://ec.europa.eu/dgs/health\\_consumer/docs/msm\\_report\\_20101202\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/msm_report_20101202_en.pdf) (01.06.2011)

FSA Food Standards Agency, Hygiene & Microbiology Division (2010): The production of meat preparations obtained by desinewing meat. September 2010 [http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/desine\\_winginfonote.pdf](http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/desine_winginfonote.pdf) (01.06.2011)

HILDEBRANDT, G. (2007): Anmerkungen zum Separatorenfleisch. *J. Verbr. Lebensm.* 2, 463-464

HILDEBRANDT, G. und JOSEFOWITZ, P. (2007): Analytik benötigt klare Vorgaben Beurteilungskriterien and Nachweisverfahren für Separatorenfleisch. *Fleischwirtschaft* 87 (1), 21-23

JOSEFOWITZ, P., HILDEBRANDT, G., ISLAM, R. und KLARE, H.-J. (2007): Qualitätsmerkmale von Putenseparatorenfleisch. 1. Phasenanalytische Bestimmung der Knochengewebefläche. *Fleischwirtschaft* 87 (11), 122-126

JOSEFOWITZ, P., HILDEBRANDT, G., ISLAM, R. und KLARE, H.-J. (2008): Qualitätsmerkmale

von Putenseparatorenfleisch. 2. Substanzielle und mikrobiologische Beschaffenheit von Putenseparatorenfleisch. *Fleischwirtschaft* 88 (8), 103-108

KRAMER, H., und WINDRUM, G.M. (1955): The metachromatic staining reaction. *J. Histochem. Cytochem.* 3, 227-237

KOOLMEES, P.A., BIJKER, P.G., LOGTESTIJN, J.G. van, und TUINSTRA-MELGERS, J. (1986): Histometrical and chemical analysis of mechanically deboned pork, poultry and veal. *Journal of Animal Science* 63, 1830-1837.

PICKERING, K., EVANS, C.L., HARGIN, K.D., und STEWART, C.A. (1995): Investigation of methods to detect mechanically recovered meat in meat products - III: Microscopy. *Meat Science* 40, 319-326

SCHEUNER, G. und HUTSCHENREITER, J. (1972): *Polarisationsmikroskopie in der Histophysik*. VEB Georg Thieme: Leipzig. p. 147-148

SIFRE, L., ANDRE, B. und COTON, J.-P. (2009): Assessment of muscle fibre deconstruction. *Fleischwirtschaft International* 24 (5), 43-46

PARLIAMENT UK (2011): European Scrutiny Committee - Eighteenth Report - Documents considered by the Committee on 9 February 2011. 8. Use of mechanically separated meat. The governments view, 8.15, <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201011/cmselect/cmeuleg/428-xvi/42810.htm> (01.06.2011)

USDA US Department of Agriculture (2004): Code of Federal Regulations 9 CFR 319.5, <http://cfr.vlex.com/vid/319-mechanically-separated-species-19611341> (01.06.2011)

USDA - US Department of Agriculture (1995): Code of Federal Regulations 9 CFR 381.173, <http://cfr.vlex.com/vid/mechanically-separated-kind-poultry-19612333> (01.06.2011)

VERORDNUNG (EG) 853/2004 (2004) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. *Amtsblatt EU L* 226 vom 25.06.2004, 22-82

VERORDNUNG (EG) Nr. 2074/2005 der Kommission vom 5. Dezember 2005 zur Festlegung von Durchführungsvorschriften für bestimmte unter die Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates fallende Erzeugnisse und für die in den Verordnungen (EG) Nr. 854/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates und (EG) Nr. 882/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vorgesehenen amtlichen Kontrollen, zur Abweichung von der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 853/2004 und (EG) Nr. 854/2004. *Amtsblatt EU L* 338 vom 22.12.2005, 27-59