Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 50 (1959)

Heft: 1

Artikel: Zur Frage der mikroskopischen Unterscheidbarkeit von gekochtem Rindfleisch und Hühnerfleisch

Autor: Neumann, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983408

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Frage der mikroskopischen Unterscheidbarkeit von gekochtem Rindfleisch und Hühnerfleisch *)

Von *K. Neumann*

(Institut für Industrielle und Biologische Forschung, Köln)

1. Einführung

Aus lebensmittelrechtlichen Gründen wurde die Frage aufgeworfen, ob eine Unterscheidung zwischen Rindfleisch und Hühnerfleisch auch dann noch mit einiger Sicherheit möglich ist, wenn dieses Fleisch in Form kleiner Stückchen vorliegt und ein Kochprozess oder Erhitzungsprozess vorausgegangen ist.

Auf den ersten Blick scheint diese Frage sehr leicht zu beantworten, da die Erythrocyten von Vögeln Zellkerne enthalten, während die roten Blutkörperchen der höheren Tierklassen kernlos sind. Man wird jedoch nicht damit rechnen können, nach der üblichen Form der Schlachtung und nach Kochen oder Erhitzen Erythrocyten im Gewebe aufzufinden. Aus diesem Grunde müsste zur Unterscheidung von Rindfleisch und Hühnerfleisch nach anderen Charakteristika gefahndet werden.

Der Versuch, die gestellte Frage aus der bestehenden mikroskopischen Literatur heraus zu entscheiden ist erfolglos geblieben, obwohl die kontraktile Substanz häufig genug Gegenstand mikroskopischer Forschung war.

Zwar hat schon *Hooke* (1665) die Muskeln einer Anzahl von Tieren mikroskopiert und Schätzungen über die Stärke der Muskelfasern (etwa 1/100 eines Menschenhaares) mitgeteilt. Doch sind verwertbare Angaben nicht vor Ende des 19. Jahrhunderts gewonnen worden. *Schwann* (1839) beschrieb die Muskulatur als «Gewebe, die aus Zellen bestehen, deren Wände und deren Höhlen miteinander verschmelzen» und ordnete damit die Vorstellungen von der Muskelfaser in die Zellenlehre ein. Im gleichen Jahr beschrieb *Mandl*, dass sich die Fasern aus einzelnen Fibrillen zusammensetzten, die durch eine Scheide zusammengehalten werden. Die richtige Beschreibung der Querstreifung als Segmente der einzelnen Muskelfasern stammt von *Bowman* (1840). Sie war für mehrere Jahrzehnte (z.B. *Engelmann* 1873, 1881; Festlegung der Nomenklatur) Gegenstand intensiver Forschungstätigkeit und ist – mit verfeinerten Methoden bearbeitet – bis heute ein Brennpunkt des Interesses geblieben.

Vergleichende Untersuchungen über die Muskulatur verschiedener Species beginnen mit *Cajal* (1888), *Koelliker* (1888), *Minganzzini* (1888), *van Gehuchten* (1888) und *Rolett* (1889, 1891). Hierbei wurde die Muskelfaser von Vertebraten mit der von Arthropoden und anderen Tierklassen in Vergleich gesetzt und versucht, hieraus Schlüsse auf den Mechanismus der Kontraktion zu ziehen. Im Ganzen sind diese Arbeiten für unsere Fragestellung wenig ergiebig. Ausge-

*) Diese Untersuchungen wurden im Auftrage der Firma *Knorr*, Nährmittel-Aktiengesellschaft, Thayngen, durchgeführt.

dehnte und ungewöhnlich gründliche Untersuchungen stammen von *Schieffer-decker* (1903, 1909, 1912) und werden zusammen mit einigen anderen Untersuchungen noch zu besprechen sein.

Insgesamt sind in der von uns zu Rate gezogenen histologischen Literatur zwar viele für unsere Frage nach der Unterscheidbarkeit von Rindfleisch und Hühnerfleisch interessante Einzelbefunde, doch keine hierfür ausreichende, genügend sichere Antwort enthalten. Aus diesem Grunde führten wir eigene mikroskopische Untersuchungen an einer Anzahl von Fleischproben durch, über die im folgenden berichtet werden soll.

2. Material und Methodik

Zur Untersuchung gelangten kleine Stückchen der Muskulatur von Rind und Huhn. Das Hühnerfleisch wie das Rindfleisch wurde von je 6 verschiedenen Tieren entnommen. Von jedem Tier wurden Brustmuskulatur (M. pectoralis) und Teile der Schenkelmuskulatur getrennt untersucht. Das Fleisch wurde einige Stunden nach der Tötung der Tiere ohne vorherige Behandlung zunächst auf Hausfrauenart gekocht. Von der Mehrzahl der Proben wurden zum Vergleich auch ungekochte Fleischstückchen untersucht. Das gekochte wie das rohe Fleisch wurde mit Formalin 1 : 10 fixiert und nach den üblichen Regeln histologischer Technik weiterbehandelt und in Paraffin eingebettet (*Romeis* 1948). 10 µ dicke Mikrotomschnitte wurden so angelegt, dass Querschnitte und Längsschnitte durch die Muskelfaser untersucht werden konnten. Die Anfärbung erfolgte mit Haematoxylin-Eosin.

3. Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung

Eine besondere Bedingung liegt darin, dass die Unterscheidung von Rindfleisch und Hühnerfleisch an gekochten Stückchen erfolgen soll. Aus diesem Grunde wurde zunächst der Einfluss des Kochprozesses auf die mikroskopische Struktur überprüft.

a) Mikroskopische Unterschiede zwischen rohem und gekochtem Fleisch

Der Kochprozess führt in erster Linie zu einer Veränderung des Bindegewebes (Abb. 1 a, b). Bei rohem Fleisch grenzen die einzelnen Muskelfasern eng aneinander. Sie sind von einer zarten Membran (Sarcolemm, Endomysium) umschlossen. Nur die verhältnismässig spärlichen Lumina der Blutkapillaren und -gefässe bleiben offen. Eine grössere Zahl von Muskelfasern ist jeweils durch stärkere Bindegewebszüge zu einem Bündel höherer Ordnung zusammengefasst. Diese Bindegewebslamellen sind in ungekochtem Fleisch dicht und intensiv angefärbt.

Gekocht bietet das gleiche Muskelstück ein durchaus verändertes Bild (Abb. 1 b). Zwar hat der Kochprozess keineswegs zu einer völligen Zerstörung der

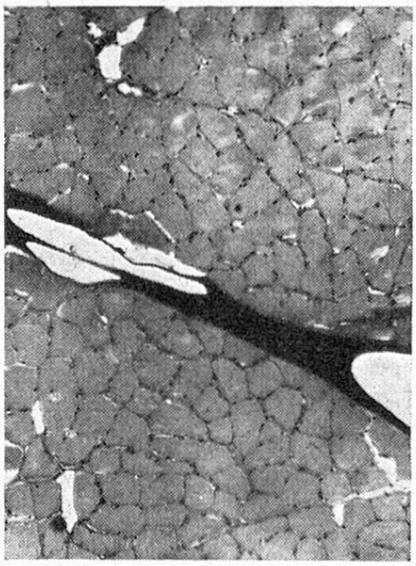

Abb. 1a

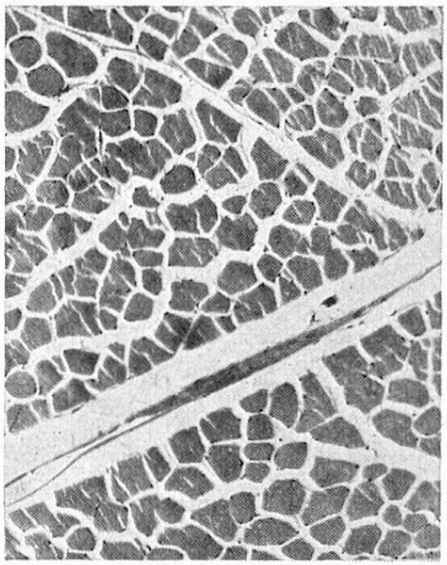

Abb. 1b

Rindfleisch, a) roh, b) gekocht. Haematoxylin-Eosin.
Vergrösserung etwa 140fach.

Struktur geführt. Doch sind die feinen sowie auch die gröberen Bindegewebslamellen teils aufgelöst, teils ungleichmässig geschrumpft. Der im Gewebe verbliebene Rest kollagenen Gewebes hat seine Färbbarkeit weitgehend eingebüsst. Zwischen den einzelnen Muskelfasern und den grösseren Faserbündeln sind Spalträume entstanden. Auch die einzelnen Muskelfasern sind etwas geschrumpft, und ihre Anfärbbarkeit ist geringer geworden.

Da den gekochten Geweben die innere Festigkeit fehlt, ist es wesentlich schwerer, einwandfreie Gewebeschnitte herzustellen. Die häufig zu beobachtenden feinen Risse und Spalten im Inneren der einzelnen Muskelfasern sowie gelegentliche Zerreissungen des Gewebeschnittes sind als Artefakte der histologischen Technik zu betrachten.

b) Vergleichende Untersuchung von Rindfleisch und Hühnerfleisch

Das Bindegewebe:

Bei schwacher Vergrösserung fallen bei ungekochtem Fleisch die stärker gefärbten Bindegewebssepten auf, durch welche jeweils eine grosse Zahl einzelner Muskelfasern (sensu strictu) zu den dem Laien als «Muskelfasern» imponierenden, etwa stecknadel bis streichholzdicken Faserbündeln zusammengefasst werden. Von stärkeren Bindegewebsblättern ausgehend senken sich dünnere Lamellen zwischen die Faserbündel und unterteilen auf diese Weise den Muskelquerschnitt in charakteristischer Weise in immer kleinere Einheiten. Am gekochten Präparat sind diese Bindegewebssepten durch Auflösung des kollagenen Materials fast leer und erscheinen als helle Spalten (vgl. Abb. 2). Doch kann auch hieraus noch auf die ursprüngliche Architektur des Bindegewebes geschlossen werden.

Beim Vergleich von gekochtem Hühnerfleisch und Rindfleisch treten hierin Unterschiede zutage.

Erstens: Im Rindfleisch sind *wesentlich stärkere Bindegewebssepten* zu beobachten als im Hühnerfleisch. Dieser Unterschied wird am deutlichsten, wenn man Brustmuskulatur des Huhnes mit Fleisch aus grossen Muskeln (Schenkelmuskulatur) des Rindes vergleicht (vgl. Abb. 2 und 3).

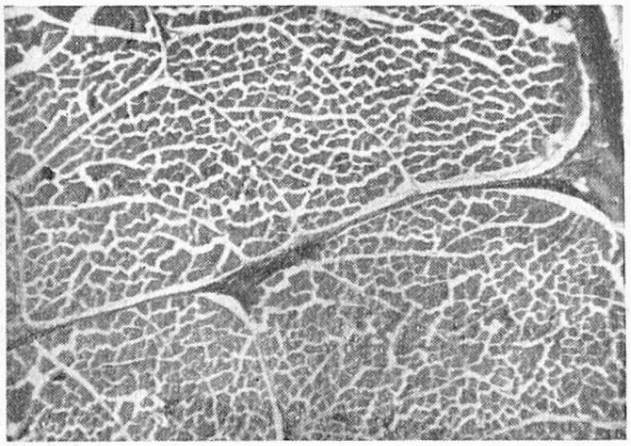

Abb. 2

Rindfleisch gekocht. Typischer Querschnitt bei schwacher Vergrösserung (etwa 42fach).

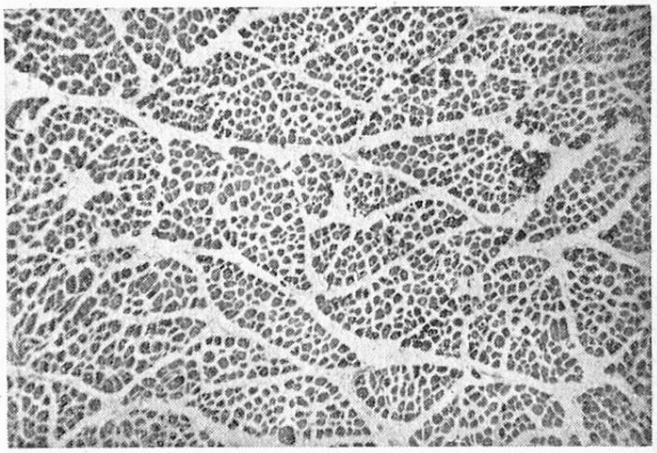

Abb. 3

Hühnerfleisch, gekocht. Vergrösserung wie Abb. 2.

Zweitens: Die *Zahl* der von Bindegewebssepten umschlossenen *Muskelfasern* ist beim Rindfleisch grösser als beim Hühnerfleisch. Während hier durch einzelne Muskelfasern Bündel von durchschnittlich 30 bis etwa 200 Fasern zusammengefasst werden, kann diese Zahl bei Rindfleisch auf das Doppelte bis Dreifache ansteigen. In gekochtem Hühnerfleisch erscheinen auf diese Weise kleinere Areale durch verhältnismässig gleichmässige und meist etwas breitere Spalträume als beim Rindfleisch voneinander getrennt.

Drittens: Innerhalb der durch Bindegewebssepten abgegrenzten Faserbündel sind bei gekochtem Hühnerfleisch die *Zwischenräume zwischen den einzelnen Muskelfasern* grösser als bei Rindfleisch. Der Durchmesser der Einzelfaser ist dagegen schon innerhalb des gleichen Muskels zu unterschiedlich, als dass hieraus ohne Messung einer grossen Zahl von Fasern und statistischer Bearbeitung eine Unterscheidung hergeleitet werden kann.

Generell ist zu betonen, dass die geschilderten Charakteristica keineswegs in jedem untersuchten Gewebeschnitt zu finden sind. Beim Vergleich einzelner Präparate kann hier und da sogar ein umgekehrter Eindruck entstehen. Solange zur Beurteilung nur kleine Muskelstückchen zur Verfügung stehen, ist es erforderlich, jeweils eine grössere Zahl von Fleischstücken zu untersuchen, um aus kleinen Gewebeproben ein Bild der Gesamtarchitektur gewinnen zu können.

Arteriolen:

Bei der Untersuchung von Hühnerfleisch fällt besonders bei Präparaten der Brustmuskulatur das Vorkommen von Arteriolen mit ungewöhnlich starker Muskelwand auf (Abb. 4). Die Stärke der aus zirkulären, glatten Muskelfasern bestehenden Wand steht in keinem Verhältnis zu dem engen Lumen des Gefässes. Arteriolen dieses Bautypes sind in Rindfleisch nicht beobachtet worden.

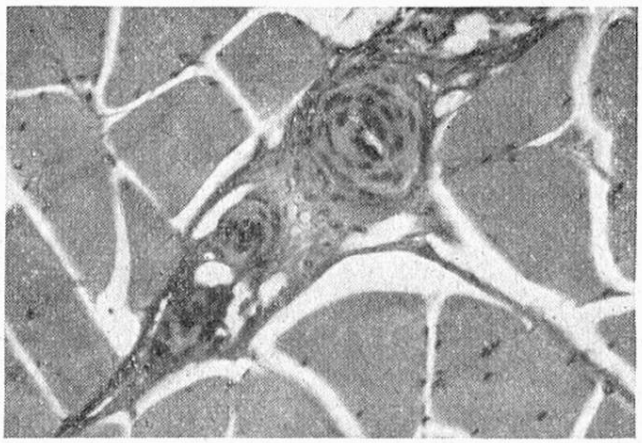

Abb. 4
Arteriolen in Brustmuskulatur, gekocht.
Vergrösserung etwa 140fach.

Leukocytäre Infiltrate:

Bei der Durchmusterung der Präparate von Hühnerfleisch wurden hier und da Ansammlungen von Leukocyten bzw. Rundzellen zwischen den Muskelfasern gefunden. In Rindermuskulatur wurden diese Infiltrate nicht gesehen. Allerdings ist die Häufigkeit des Vorkommens auch in Hühnerfleisch zu klein, um hierin ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal zu sehen.

Zahl, Grösse und Lage der Zellkerne:

Bei Untersuchung mit stärkerer Vergrösserung rücken die Zellkerne in den Mittelpunkt des Interesses. Zwischen Rindfleisch und Hühnerfleisch bestehen Unterschiede in der Zahl, der Grösse und der Lage der Zellkerne.

Die unterschiedliche Zahl der Zellkerne ist schon bei blosser Betrachtung der Vergleichspräparate wahrnehmbar. Wenn man in Gewebeschnitten gleicher Dicke die Zellkerne auszählt und die durchschnittliche Zahl der im Querschnitt einer Muskelfaser beobachteten Kernanschnitte als Vergleichswert wählt, so findet man etwa 1,5 Zellkernanschnitte je Muskelfaser bei der Rindermuskulatur gegenüber 2,5 bis 3,5 bei der Muskulatur vom Huhn.

Im mikroskopischen Präparat von Hühnerfleisch erscheinen die Zellkerne etwas kleiner als die Zellkerne in der Muskulatur des Rindes. Deutlicher als in

Querschnitten ist der Unterschied in der Zellkerngrösse in Längsschnitten durch die Muskulatur wahrzunehmen.

Hinsichtlich der Lage der Zellkerne im Inneren der einzelnen Muskelfasern wurden folgende Beobachtungen gemacht:

Während bei Rindfleisch in den untersuchten Präparaten die Zellkerne fast ausnahmslos an der Aussenseite der Muskelfasern lagen und sich höchstens mit ihrer zentralen Seite etwas gegen das Innere des Sarkoplasma vorwölbten, wurden beim Hühnerfleisch zahlreiche Zellkerne direkt im Inneren der Muskelfasern vorgefunden (vgl. Abb. 5 und 6). Die Häufigkeit des Vorkommens solcher binnenständiger Kerne scheint bei Hühnern von Individuum zu Individuum etwas zu wechseln. Dennoch bleibt das Prinzipielle der Beobachtung – ein höherer Prozentsatz binnenständiger Zellkerne bei der Hühnermuskulatur – bestehen.

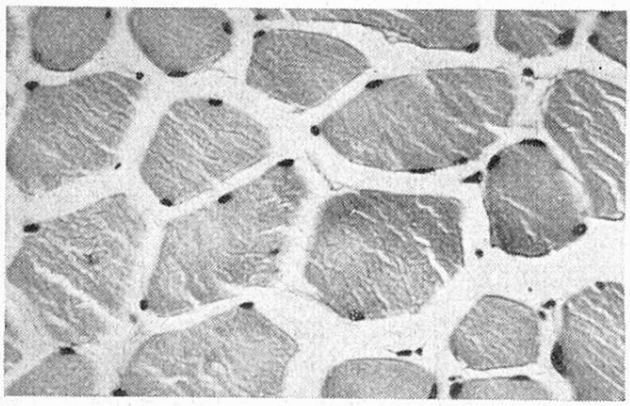

Abb. 5

Muskelfasern von Rindfleisch bei stärkerer Vergrösserung (etwa 350fach). Die Zellkerne sind als dunkle Punkte an der Aussenseite der Fasern erkennbar.

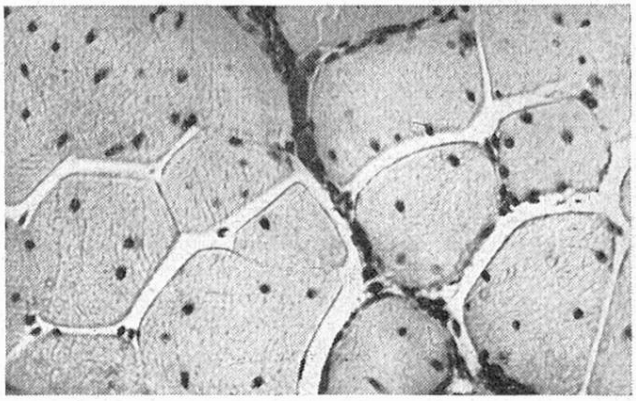

Abb. 6

Muskelfasern von Hühnerfleisch bei stärkerer Vergrösserung (etwa 350fach). Zellkerne liegen teilweise auch im Innern der quergeschnittenen Muskelfasern.

4. Besprechung

Es mag zunächst überraschen, dass gekochtes Fleisch gegenüber rohem keine tiefgreifendere Strukturzerstörung erfahren hat. Dies widerspricht jedoch keineswegs den Erfahrungen des Histologen, der für manche Organe – so auch für die Muskulatur – ein kurzes Aufkochen in Wasser als schnell wirksame Fixationsmethode kennt (*Romeis* 1948). Andererseits bringt der Kochprozess eine weitgehende Auflösung und schlechtere Färbbarkeit des kollagenen Gewebes mit sich. Dennoch ist auch an gekochtem Gewebe die Architektur des Bindegewebes noch so weit erkennbar, dass sie als Unterscheidungsmerkmal für die Herkunft des Gewebes zu verwenden ist.

Durch die Untersuchungen von *Schiefferdecker* (1903, 1909, 1912) ist bekannt, dass jeder Muskel eine charakteristische Bindegewebsanordnung besitzt, wobei sowohl Unterschiede zwischen den verschiedenen Muskeln des gleichen Individuums als auch zwischen den Muskeln verschiedener Species gefunden werden.

Nach der *Gliederung der Bindegewebslamellen* lassen sich primäre, sekundäre und tertiäre Bündel von Muskelfasern unterscheiden. Meist sind es die Bündel dritter Ordnung, die dem blossen Auge als «Muskelfaser» imponieren. Der augenfälligen Erfahrung, dass Rindfleisch grobfaserig ist, Hühnerfleisch dagegen zart und feinfaserig, entsprechen auch bei gekochten Fleischstücken charakteristische mikroskopische Bilder. Natürlich muss genügend Untersuchungsmaterial vorhanden sein, wenn aus kleinen Fleischstückchen ein für den Gesamtmuskel repräsentatives Bild gewonnen werden soll.

Von Dammann (1908) und *Forssell* (1915) sind übrigens auch Unterschiede im mikroskopischen Aufbau der *Sehnen* einzelner Species mitgeteilt worden. Vergleichende Untersuchungen über die Sehnen von Rind und Huhn sind uns jedoch nicht bekannt geworden.

Kennzeichnend für die Brustmuskulatur von Hühnerfleisch scheint auch das Vorkommen ungewöhnlich starkwandiger *Arteriolen* zu sein. Man kann sich vorstellen, dass bei Vögeln für die Bewältigung maximaler Beanspruchung der Flugmuskulatur ausgeprägtere Regulationsmöglichkeiten für die Blutversorgung gegeben sein müssen, als in der für starke Leistungsspitzen weniger prädestinierten Muskulatur pflanzenfressender Landtiere.

Wahrscheinlich würde es auch möglich sein, aus der *Zählung der Blutkapillaren* in Anlehnung an die Arbeiten von *Krogh* (1912) Unterschiede zwischen der Muskulatur von Rind und Huhn zu beweisen. So fand *Krogh* je mm^2 400 Kapillaren bei Dorsch und Frosch, 1400 beim Pferd und 2500 bzw. 3000 bei Hund und Meerschweinchen. Für praktische Belange dürfte diese Methode jedoch recht mühsam sein.

Das Gleiche gilt für die Messung des Querschnittes der einzelnen Muskelfaser (*Felix* 1887, *Hauck* 1900, *Schiefferdecker* 1903, 1909, 1912). Schon innerhalb ein und desselben Muskels ist jedoch die Streuung des Faserquerschnittes so gross, dass ohne statistische Auswertung keine brauchbaren Aussagen zu gewinnen sind. Auch dürften fremde Faktoren, Stellung der Muskulatur bei Tod des Tieres, Quellung oder Schrumpfung bei Fixierung, nicht ohne Einfluss sein. Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern im Faserquerschnitt des M. rectus oculi sup. sind von *Schwalbe* und *Mayeda* (1919) behauptet, von *Schiefferdecker* jedoch bestritten worden. Von *Felix* (1887) sind Faserquerschnitte von Rindermuskulatur mit denen von Katzen verglichen worden.

Das wichtigste Merkmal für eine mikroskopische Unterscheidung von Rindfleisch und Hühnerfleisch scheint uns die Beurteilung der Zellkerne zu sein. Die Zahl der Zellkernanschnitte je Muskelfaser wurde bei Rindfleisch fast doppelt so hoch gefunden wie bei Hühnerfleisch. Dass Unterschiede solchen Ausmasses nichts Ungewöhnliches sind, ist von *Morpurgo* (1899) und auch von *Schiefferdecker* (1919) an anderem Untersuchungsmaterial gezeigt worden.

Auffälliger erscheint das Vorkommen von Zellkernen im Inneren quergestreifter Muskelfasern beim Huhn. Es trifft – wie in kürzeren Lehrbüchern oft zu lesen – keineswegs zu, dass die Zellkerne bei glatten Muskelfasern zentral und bei quergestreiften grundsätzlich an der Aussenseite der Muskelfasern gelegen sind. Während der frühen embryonalen Entwicklung sind sämtliche Zell-

kerne im Inneren der Muskelzellen angeordnet. Später verlagert sich bei solchen Tiermuskeln die Mehrzahl der Kerne mehr und mehr gegen die Peripherie der Faser und liegt schliesslich ausserhalb des Sarkoplasma unmittelbar unter dem Sarkolemm. Eine von Species zu Species wechselnde Anzahl von Zellkernen kann jedoch auch im Inneren der Faser verbleiben.

So liegen z.B. bei Amphibien und Fischen die Zellkerne ziemlich gleichmässig über die zentralen und peripheren Abschnitte der Muskelfaser verteilt (*Koelliker* 1888). Beim Frosch sah *Schiefferdecker* (1911) sogar die binnenständigen Kerne bei weitem überwiegen. Bei den Arthropoden liegen die Zellkerne fast ausschliesslich zentral, während bei den Vertebraten die randständigen Kerne bei weitem überwiegen. *Schiefferdecker* (1903) beschreibt die Zellkerne im M. biceps brachii des Menschen ausnahmslos als «randständig». Beim M. deltoides waren jedoch auch binnenständige Zellkerne nicht ganz selten. Bei ein und demselben Individuum sollen von Muskel zu Muskel Abweichungen möglich sein. Bei Tauben und Hühnern sind von *Rolett* (1891) Zellkerne in Uebereinstimmung mit unseren Beobachtungen sowohl peripher, als auch im Inneren der Fasern aufgefunden worden. Bei Vögeln sollen besonders auch zwischen den verschiedenen Arten Unterschiede bestehen. Direkte Vergleiche zwischen Huhn und Rind sind aber offenbar bisher nicht angestellt worden.

Zusammenfassend können wir die Ansicht von *Häggqvist* (1931), «dass jeder Muskel einen für die betreffende Tierart charakteristischen Bau hat, sowohl in Bezug auf das Aussehen der Muskelfasern, wie die Anordnung in Bündeln und den Bindegewebsgehalt, als auch auf die Menge und Verteilung von Kernsubstanz, Sarkoplasma usw.» im Rahmen unserer enger gefassten Fragestellung bestätigen und – mit bestimmten Einschränkungen – auf gekochtes Muskelmaterial erweitern.

Zusammenfassung

Aus lebensmittelrechtlichen Gründen wurde untersucht, ob eine mikroskopische Unterscheidung zwischen Rindfleisch und Hühnerfleisch auch an *kleinen* Stückchen von *gekochtem* Fleisch möglich ist. Graduelle Unterschiede wurden in Stärke und Architektur des kollagenen Gewebes, im Bau der Arteriolen und im Vorkommen leukocytärer Infiltrate gefunden. Grundsätzliche Unterschiede bestehen in der Anordnung der Zellkerne (bei Hühnerfleisch oft *in* der Muskelfaser, beim Rind *aussen* angelagert) und im Vorhandensein von Zellkernen in den roten Blutkörperchen des Huhns.

Résumé

Examen microscopique de *petits* morceaux de viande de bœuf et de chair de poule cuites pour voir s'il est possible de les distinguer l'une de l'autre. De petites différences ont été constatées entre l'importance et la structure de tissu collagénique, la structure des artérioles et la présence d'infiltrations leucocytaires dans ces deux sortes de viande. Des différences fondamentales ont été observées dans la position des noyaux cellulaires, ceux-ci étant fréquemment rencontrés *à l'intérieur* des fibres musculaires, pour la chair de *poule*, et *à l'extérieur* de ces dernières, pour la viande de *bœuf;* de plus, on trouve des noyaux cellulaires dans les globules rouges de la poule.

Summary

Microscopic examination of *small* pieces of cooked beef and chicken meat, in order to ascertain whether the former may be distinguished from the latter. Fundamental differences have been observed in the position of cell nuclei : these are frequently found in the inside of muscle fibres, in chicken meat, where as they are outside of the muscle fibres, in beef meat.

Literatur

Arnold, F., Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zürich 1836.

Bowman, W., On the minute structure and movements of volontary muscle. Philos. trans. 1 (1840).

Cajal, Ramon Y., Observations sur la texture des fibres musculaires des pattes et des ailes des insectes. Internat. Mschr. anat. physiol. **5**, 205-232 sowie 253-276. (1888).

Dammann, O., Vergleichende Untersuchungen über den Bau und die funktionelle Anpassung der Sehnen. Arch. Entw. mech. **26**, 349-373 (1908).

Engelmann, Ph. W., Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. Pflüger's Arch. **7**, 33-71 sowie 155-187 (1873).

Engelmann, Ph. W., Ueber den faserigen Bau der contractiven Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräggestreiften Muskelfaser. Pflüger's Arch. **25**, 538-565 (1881).

Felix, Die Länge der Muskelfasern bei den Menschen und einigen Säugetieren. Festschrift f. *Kölliker* 1887.

Forssell, Ueber die funktionelle Struktur der Venen. Z. Tiermed. **18**, 467 (1915).

Van Gehuchten, A., Etude sur la structure intime de la cellule musculaire striée. Cellule **2**, 290-453 (1886).

Häggqvist, G., «Gewebe und System der Muskulatur». In: *Möllendorf*, Handb. d. mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. *II*/**3**, 1931.

Hauck, L., Untersuchungen zur normalen und pathologischen Histologie der quergestreiften Muskulatur. Dtsch. Z. Nervenheilk. **17**, 57 (1900).

Hooke, R., Micrographia, or some physiological descriptions of minute bodies by magnif. glasses. London 1665.

Koelliker, A., Zur Kenntnis der quergestreiften Muskelfasern. Z. zool. **47**, 689-710 (1888).

Krogh, F., Beiträge zur Anatomie und Pathologie der quergestreiften Muskelfaser. Dtsch. Z. Chir. **120**, 302 (1912).

Mandl, M.: Traité pratique du microscope. Paris (1839).

Mingazzini, P., Sul preteso reticulo plastidico della fibra muscolare striata. Bull. soc. natur. Naples **2**, 24-41 (1888).

Morpurgo, E., Ueber die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes bei neugeborenen weissen Ratten. Anat. Anz. **16**, (1899).

Rolett, A., Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse. Sitzungsber. Akad. Wiss., Wien, math.-naturwiss. Kl. III Bd. 98, 169-183 (1889).

Rolett, A., Ueber die N-Streifen (Nebenscheiben), das Sarkoplasma und die Kontraktion der quergestreiften Muskelfaser. Arch. mikrosk. Anat. **37** (1891).

Romeis, B., Mikroskopische Technik. 15. Auflage, München 1948.

Schiefferdecker, P., Weitere Ergebnisse meiner Untersuchungen an Muskeln. Sitzungsber. Niederr. Ges. Naturheilk. (1903).
Schiefferdecker, P., Muskeln und Muskelkerne. Leipzig. J. A. Barth (1909).
Schiefferdecker, P., Untersuchungen einer Anzahl von Muskeln von Rana esculenta in Bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse. Pflüger's Arch. **140**, 363 (1912).
Schwalbe und *Mayeda*, Ueber die Kalibergrösse der quergestreiften Muskelfasern. Z. Biol. **27**, 1919.
Schwann, Th., Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen. Berlin (1839).

Bestimmung des Jods in Meeralgen und anderen pflanzlichen Stoffen

Von *R. Brühlmann*
(Kant. Laboratorium St.Gallen)

Bei der Bestimmung des Jods in pflanzlichem Material stellt sich zunächst das Problem der Ueberführung des Jods in ein wasserlösliches Salz oder dessen direkte Isolierung. Prinzipiell bieten sich dazu drei Möglichkeiten.

1. Die Zersetzung der organischen Substanz bei erhöhter Temperatur unter Beigabe alkalisch reagierender Salze zur Bindung des Jods als Jodid. (1)
2. Die Substanz wird in reinem Sauerstoff verbrannt und das Jod aufgefangen. (2)
3. Die nasse Verbrennung der Substanz z.B. mit konzentrierter Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd. (3)

Für die anschliessende Bestimmung des Jods kommen wegen der Anwesenheit von Chloriden und eventuell Bromiden vorzugsweise titrimetrische und kolometrische bzw. photometrische Methoden in Betracht. (4)

Die in der Literatur angegebenen Methoden ermangeln meistens der Genauigkeit oder der Einfachheit. Das von uns angestrebte Ziel zur Bestimmung des Jods bestand in einer verlustlosen Verbrennung der Substanz, so dass sich die dazu angewandten Korrekturfaktoren erübrigen, sowie in einer direkten Bestimmung des Jods, ohne sich jedes Mal mit der Herstellung von Vergleichstypen zu belasten. Zu diesem Zwecke entschieden wir uns der Einfachheit halber für die trockene Verbrennung mit anschliessender photometrischer Bestimmung des Jods. Unter Einhaltung der angegebenen Bedingungen ist es uns gelungen, die Verbrennung und das Ausschütteln verlustlos durchzuführen.

Prinzip der Methode:

Das pflanzliche Material wird unter Zusatz von Kaliumkarbonat und Wasser zu einem Brei angerührt, unter der Infrarotlampe getrocknet und verkohlt.