

(Aus dem zootechnischen Institut der landwirtsch. Hochschule zu Berlin.)

Beitrag zur Fettbestimmung im Fleisch.

Von

G. Diesselhorst.

Während früher zur Fettbestimmung in tierischen Organen nur die einfache Ätherextraktion nach Soxhlet benutzt wurde, ergab sich durch eingehende Untersuchungen namentlich von Dormeyer¹⁾, dass dadurch niemals alles Fett gelöst wird, sondern immer noch Reste zurückbleiben, so dass die Bestimmung stets zu niedrig ausfällt. Hieraus folgt, dass alle älteren Arbeiten, welche diesen Umstand nicht berücksichtigten, an Wert verloren haben. Seitdem sind nun eine Reihe von Methoden ausgearbeitet worden, die höhere Fettausbeuten liefern. Dormeyer ging ganz radikal vor, indem er nach Entfernung der Hauptmenge des Fettes das Fleisch durch Pepsin-Salzsäure-Verdauung zerstörte und den nun nicht mehr durch die Zellen eingeschlossenen Rest des Fettes durch Äther in Lösung brachte. Man hat auch später die Pepsinverdauung durch Aufschliessen mit Salzsäure ersetzt. Liebermann und Szekely²⁾ benutzten bei ihrer Verseifungsmethode zum Zerstören der einschliessenden Zellen Kalilauge, wobei sie allerdings das Fett nicht mehr als solches, sondern nur noch als Fettsäuren erhielten. Rosenfeld³⁾ suchte ein besseres Resultat nicht durch Aufschliessen des Fleisches, sondern durch Verwendung von Alkohol und darauf Chloroform als Extraktionsmittel zu erreichen. Dieses Verfahren, welches eine sehr hohe Ausbeute liefert, wurde auch etwas modifiziert von Rubow⁴⁾ bei seiner Arbeit über den Lecithingehalt des Herzens angewandt.

1) Pflüger's Arch. Bd. 65 S. 90.

2) Pflüger's Arch. Bd. 72 S. 360.

3) Zentralbl. f. innere Medizin Bd. 21 Nr. 33.

4) Arch. f. exper. Pathol. Bd. 52 S. 173.

Es wäre nun ein Trugschluss, zu folgern, dass alle diese Methoden schon deshalb besser wären, weil sie ein höheres Resultat liefern; sie sind vielmehr auch daraufhin zu prüfen, ob die erhöhte Ausbeute nur auf Fett — wenn auch nur als Ätherextrakt verstanden — und nicht etwa auch auf solche Stoffe zurückzuführen ist, welche erst bei der Aufschliessung aus dem Untersuchungsmaterial durch Abspaltung entstehen.

Es sind nun verschiedene Fettbestimmungsverfahren auch schon kritisch untersucht worden, so von Glikin¹⁾ und in neuester Zeit namentlich von M. Kumagava und K. Suto²⁾ in einer grösseren Arbeit über „Quantitative Bestimmung des Fettes und der unverseifbaren Substanzen in tierischem Material nebst der Kritik einiger gebräuchlicher Methoden“. Letztere Autoren fanden in dem nach der Alkoholmethode hergestellten Ätherextrakt 20—46% Verunreinigungen, was sie durch quantitative Abscheidung und Reinigung der freien Fettsäuren feststellten. Das „Restfett“ nach Dormeyer ist nach ihrer Angabe mit 81% fremden Stoffen verunreinigt. Kumagava und Suto kommen schliesslich zu der Ansicht, dass es in Ermangelung einer guten Methode besser sei, auf die Bestimmung des Fettes als solches zu verzichten und nur nach dem von ihnen verbesserten Verseifungsverfahren die höheren Fettsäuren zu bestimmen, aus welchen sie dann, ähnlich wie aus dem Stickstoff das Protein, das Neutralfett berechnen.

Bei Untersuchungen, mit denen ich gegenwärtig beschäftigt bin, handelt es sich aber weniger darum, genau den Fettgehalt zu kennen, als darum, möglichst fettfreies Fleisch herzustellen zum Zwecke einer genauen Elementaranalyse. Hierbei sind die Methoden, bei denen das Fleisch zerstört wird, von vornherein unbrauchbar. Man müsste sonst, wie Köhler³⁾ es tat, das noch fetthaltige Material analysieren und das Resultat unter Berücksichtigung des in einer anderen Portion bestimmten Fettgehaltes durch Rechnung korrigieren. Dies ist aber nur dann statthaft, wenn man genau weiss, dass dasjenige, was man als Fett abzieht, auch wirklich solches ist und nicht etwa eine ganz andere Zusammensetzung hat. In solchen Erwägungen haben König⁴⁾

1) Dissertation 1903.

2) Biochem. Zeitschr. Bd. 8.

3) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 31 S. 479.

4) Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1909 S. 497.

und Splittgerber bei ihrer Untersuchung über die Zusammensetzung von Fischfleisch sich damit begnügt, das Material im Soxhlet-apparat mit Äther zu extrahieren, dann zu zerreiben und wieder zu extrahieren, welches Verfahren sie sehr lange Zeit fortsetzten.

Da ich zur Entfettung meines Untersuchungsmaterials das Lehmann'sche Kugelmühlverfahren¹⁾ anwandte, war es von Interesse, zu untersuchen, wie der aus dem so entfetteten Fleische durch die Verdauungsmethode noch zu gewinnende Ätherextrakt sich hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung verhielte. Die Kugelmühlmethode beruht auf der Extraktion mit absolutem Äther, welche durch bis zur Staubfeinheit getriebene Zerkleinerung des Fleisches und gleichzeitige mechanische Durcharbeitung mit dem Lösungsmittel sehr wirksam unterstützt wird. Man erhält dabei eine grössere Ausbeute an Fett als nach Soxhlet, aber eine kleinere als nach Dormeyer.

Das „Dormeyer-Restfett“ ist bis jetzt nicht näher auf seine Reinheit untersucht worden, meist aus Mangel an einer genügenden Menge Material. Auch Kumagava und Suto haben ihr „Dormeyer-Fett“ aus nur sechs Stunden im Soxhlet entfetteten Fleisch hergestellt. Es musste also noch ziemlich viel wirkliches Fett enthalten. Ferner haben sie sich auch auf die Bestimmung der höheren Fettsäuren in diesem Extrakte beschränkt. M. Müller²⁾ und Völtz haben im zootechnischen Institut die Elementarzusammensetzung und den Verbrennungswert des nach Lehmann und des nach Dormeyer gewonnenen Fettes verglichen und namentlich beim Kaseinfett ziemliche Differenzen (7 % C.) gefunden; sie hatten aber nicht das lediglich durch die Verdauung erhaltene Fett getrennt dargestellt.

Als Untersuchungsobjekt wählte ich mageres Ochsenfleisch, von verschiedenen Tieren stammend. Es mussten davon ca. 3 kg verarbeitet werden, um eine für die Untersuchung genügende Menge Material zu erhalten. Das Fleisch wurde in kleineren Portionen im Vakuum über Schwefelsäure bei ca. 40° getrocknet, zerkleinert und sodann gleichmässig gemischt. Das trockene Fleisch extrahierte ich zuerst in vielen kleinen Kugelmühlen und darauf in grossen Soxhlet-apparaten mit Äther. Das so nach Möglichkeit vom Fett befreite Material wurde, der grossen Menge wegen in vielen Teilen, nach Dormeyers Vorschrift der Verdauung mit einer Lösung von

1) Völtz, Pflüger's Arch. Bd. 97 S. 606.

2) Pflüger's Arch. Bd. 116 S. 207.

0,1 % Pepsin in 0,5 %iger Salzsäure unterworfen, und zwar zwei bis drei Tage lang bei 37°. Die erhaltenen grossen Flüssigkeitsmengen konnten schlecht durch einfaches Filtrieren von den ungelösten Bestandteilen, die in diesem Falle sehr viel feingemahlenen Sand enthielten, getrennt werden. Dies gelang aber leichter, nachdem die Lösung durch Schleudern in einer grossen Zentrifuge geklärt war. Der getrocknete Rückstand wurde im Soxhlet mit Äther extrahiert und das Filtrat bis zur Erschöpfung mit Äther ausgeschüttelt, wobei wiederum die Zentrifuge gute Dienste leistete. Es sei hier noch bemerkt, dass die benutzten Filter vorher mehrere Tage im Soxhlet mit Äther behandelt waren. Sämtliche Ätherauszüge vereinigt und durch nochmaliges Lösen in absolutem Äther gereinigt, ergaben nur 6 g Extrakt, während aus derselben Fleischmenge, 3 kg, nach dem Kugelmühlverfahren etwa 84 g Fett gewonnen worden waren.

Es folgen hier die Ergebnisse der Analyse beider Produkte tabellarisch nebeneinandergestellt.

| Fett mittelst Kugelmühle gewonnen. | Restfett nach Dormeyer. |
|--------------------------------------|---|
| C 75,16 %, | C 62,77 %, |
| H 11,75 %, | H 9,77 %, |
| N 0,13 %, | N 0,63 %, |
| Kalorien pro 1 g . . 9,433, | Kalorien pro 1 g . . 7,280, |
| Jodzahl 48,28, | Jodzahl 39,10, |
| Brechungsexpon. <i>n_D</i> | Brechungsexpon. <i>n_D</i> 1,4516, |
| bei 40° 1,4571, | |
| Phosphor Spur | Phosphor 0,217 % (Lecithin 5,56 %?). |

Die Zahlen der ersten Kolumne sind als durchaus normale für Rinderfett anzusehen. Die Jodzahl und meist parallel gehend der Brechungsexponent schwanken bekanntlich beim Fett ein und derselben Tierart innerhalb gewisser Grenzen. Die elementare Zusammensetzung und dementsprechend der Verbrennungswert differieren dagegen bei verschiedenen Fetten nur wenig voneinander. Der geringe Stickstoffgehalt ist vielleicht auf Lecithin zurückzuführen.

Die Zahlen der zweiten Reihe weichen bedeutend von denen, welche die Analyse eines Fettes liefert, ab. Namentlich der Kohlenstoffgehalt und entsprechend der Verbrennungswert sind viel zu niedrig. Eine Jodzahl von 39 findet sich kaum bei Rinderfett. Hier-

bei ist ausserdem noch zu beachten, dass bei der Verdauung eventuell auch Substanzen, die kein Fett sind und doch Jod binden, entstanden sein können. Setzt man selbst den gesamten gefundenen Phosphor als Lecithin in Rechnung, so entspricht dem, da das Lecithin auf ein Atom P ein Atom N enthält, nur 0,097 % Stickstoff. Es bleibt also noch über 0,5 % N übrig, der in dem Ätherextrakt in Form von Aminosäuren oder anderen aus dem Eiweiss bei der Verdauung abgespaltenen Stoffen enthalten sein muss.

Diese Befunde beweisen erneut, dass bei der Dormeyer'schen Methode auch Substanzen mitbestimmt werden, welche nichts mit Fett zu tun haben und ursprünglich in dem Fleisch noch gar nicht vorhanden waren. Es ist demnach auch nicht zulässig, den nach diesem Verfahren bestimmten Fettgehalt bei der Elementaranalyse eines Fleisches zur rechnerischen Berichtigung der unmittelbar gefundenen Zahlen zu benutzen.

Der Fehler der Dormeyer'schen Methode wird nun um so grösser sein, je fettärmer das Untersuchungsmaterial ist; bei fettreichem Fleisch dagegen wird er kaum ins Gewicht fallen, da die Nichtfettstoffe des Ätherextraktes im Verhältnis zu der grossen Fettmenge verschwinden. In dem von mir untersuchten Falle handelt es sich um ein mittelwertiges Fleisch.

Weiter ist noch der Schluss zu machen, dass durch die Pepsin-Salzsäure-Verdauung beim Fleisch weniger Ätherlösliches aufgeschlossen wird als beim Kasein¹⁾.

Eine Bestimmung und Untersuchung der flüchtigen Fettsäuren, die aus dem nach dem Kugelmühlenverfahren entfetteten Fleisch durch Pepsinverdauung gewonnen werden, wird für später vorbehalten, da hierzu eine grosse Menge Material erforderlich ist.

1) Siehe Völtz und Müller.