

Entwicklung der Fleischforschung seit 1955

R. GRAU

Als der erste Kongress Europäischer Fleischforscher 1955 in Hämeenlinna stattfand, trafen sich insgesamt 15 Wissenschaftler aus 6 europäischen Ländern. Wenn ich heute, am 15. Kongress Europäischer Fleischforscher, daran denke, was aus dem guten Gedanken des Initiators, unseres verehrten Kollegen NIINIVAARA, geworden ist, so entspricht das durchaus der gewaltigen Entwicklung der Fleischforschung, und zwar sowohl der reinen als auch der angewandten Forschung dieser verflissenen Jahre.

Bevor ich in grossen Zügen diese Forstschritte aufzeige, möchte ich noch einige Worte des Dankes an Herrn NIINIVAARA richten. Die Zähigkeit und der Wille zur Zusammenarbeit hat trotz all seiner liebenswürdigen Bescheidenheit dazu geführt, einen Kongress aufzubauen, der eine gewaltige Ausstrahlung erhalten hat. Herr NIINIVAARA hatte sehr geschickt die eigene Begeisterung mit der seiner ersten Tagungsteilnehmer verbinden können. So entstand etwas wie eine Keimzelle, um die herum sich der heute machtvolle Organismus aufbaute. Auch von hier aus soll Herrn Kollegen NIINIVAARA nochmals gedankt werden.

Ich möchte mich im folgenden an den ungefähren Aufbau der Vorträge unserer Tagungen halten. Da wir alle Spezialisten, die sich mit Fleisch beschäftigen, umfassen, soll mit dem Rohmaterial und seiner Herkunft begonnen werden.

Überall in der Welt sind Bestrebungen im Gange, die verschiedenen Beurteilungen, Methoden, Einteilungsklassen unserer Schlachttiere zu vereinheitlichen bzw. zu harmonisieren. Auf diesem Gebiet wird sehr viel geleistet, und hier sind besonders die Bemühungen der ISO zu erwähnen.

Die Bestimmung der wichtigsten Inhaltstoffe schon am lebenden Tier war bereits vor 1955 von Interesse. Inzwischen ist die Bestimmung des Kaliumisotops 40 zur Direktbestimmung von Muskelfleisch und damit auch von Fett am lebenden Tier entwickelt worden. Die Dickebestimmung des Specks ist mit der Anwendung von Ultraschall gut voran gekommen, doch sind die Ergebnisse noch nicht befriedigend.

Der wichtige Einfluss äusserer und innerer Faktoren auf die Qualität der Schlachttiere ist ein ergiebiges Feld der Untersuchung geworden. Der Einfluss der Fütterung, der Schock- und Stresswirkungen vor dem Schlachten, das Treiben der Tiere, die Schlachtmethode selber werden eingehend studiert. Ich denke hier nur an das weltweit gewordene Problem des blassen, wässrigen, exsudativen Schweinefleisches.

Hiermit bin ich zum Muskelfleisch gekommen. Die physikalischen, kolloid-chemischen, biochemischen und analytischen Untersuchungen am reinen Muskelfleisch sind bereits unübersehbar geworden. Besonders deutlich ist das auf dem Gebiet des Enzymgehaltes der Muskeln geworden. Ich erinnere hier an die feinen Unterschiede zwischen roten und weissen Muskeln. Ich erwähne ferner das Auffinden chemischer in geringen Mengen vorkommender Stoffe, die aber von ganz spezifischen Eigenschaften sein können: z. B. bestimmter Aminosäuren oder Aminen, z. B. des Histidins, das beim Wal-fleisch 5 bis 8 mal grösser ist als in anderem Warmblütlerfleisch.

Für sehr wichtig wird das Wasserbindungsvermögen des Fleisches gehalten; die künftigen Untersuchungen lassen weitere Neuigkeiten erwarten. Gestiegenes Interesse finden die Mineralstoffe des Muskels, vor allen Dingen die Erdalkalien und die Alkalien.

Die schon früh bekannte Querstreifung des Muskelfleisches ist in seiner Feinstruktur erkannt, und unser Wissen ist beständig weiter entwickelt worden.

Das vermehrte Einsetzen analytischer Methoden hat die Einzelproteine des Muskels weitgehend isolieren können. Auch die Eigenschaften dieser isolierten Proteine werden immer besser erkannt. Ich erinnere hier an die Spaltung des Myosins in H- und L-Myosin, des Aktins in G- und F-Aktin, die für den Rigor mortis bedeutsame Bildung des Aktomyosins; ferner an die bessere Kenntnis der Stromaproteine.

Als sehr fruchtbar hat sich die Strukturtheorie der Proteine von *Linus Pauling* gezeigt: wir können uns heute eine Helix, eine Doppel-Helix, ein statistisches Knäuel in Verbindung mit seinen Reaktionen viel besser vorstellen. Auch andere stickstoffhaltige Verbindungen wie die Nukleinsäuren sind näher studiert worden.

Weitere Inhaltstoffe, die zu den Kohlenhydraten und zu den stickstoff-freien Stoffen zu rechnen sind, sind das Arbeitsfeld vieler Forscher geworden. Grosse Fortschritte wurden in der besseren Kenntnis enzymatischer Reaktionen des Muskels gemacht. Ich erwähne hier den mit der Myokinase identischen Erschlaffungsfaktor, früher Marsh-Bendall-Faktor genannt, ferner die zu den Proteasen gehörenden Kathepsine, die Transaminasen, Phosphatasen, Kinasen usw.

Von den weiteren zum Begriff Fleisch gehörenden Rohstoffen wie Fett-gewebe, Innereien, Schwarten und anderem Bindegewebe, die ferner für die menschliche Ernährung nicht verwerteten Nebenprodukte gehören mit in das grosse Gebiet der heutigen Fleischforschung. Vor allem die Bindegewebe haben dem Forscher immer wieder neue Aufgaben gestellt. Man hat im Elastin neue Aminosäuren, Desmosin und Isodesmosin, gefunden.

Die Innereien sind auf ihren wichtigen Gehalt an Vitaminen und Spu-renelementen genauestens erforscht worden.

Zu erwähnen vergessen habe ich bei den Bindegeweben die Matrix, die aus Mucopolysacchariden besteht.

Die gegenseitigen Wechselwirkungen aller Inhaltstoffe des Muskels sind mehr und mehr erkannt worden. Der gesamte Verband an Geweben verschiedener Art beeinflusst sich gegenseitig, so dass Reaktionen isolierter Bestandteile nicht immer die Eigenschaften des Gesamtmuskels erklären können. Man kennt solche Beeinflussungen und weiss sie heute besser zu verstehen.

Erwähnt habe ich schon die Schock- und Stresswirkung vor dem Schlachten und den Einfluss des Schlachtvorganges selber. Angesprochen habe ich ferner das blasse, wässrige Schweinefleisch. Hierher gehört auch die bessere Durchleuchtung des Problems des dark-cutting-beef. Das grosse Problem der Zartheit des Fleisches bedarf immer noch weiterer Untersuchungen, wenn auch schon manches geleistet worden ist. Man ist in der Erkenntnis über das Zartwerden der Fleischfaser im Zusammenhang mit seiner Dehnbarkeit und der Faserdicke zu guten Erfolgen gekommen, ungelöst hingegen ist immer noch das Problem der Beteiligung des Bindegewebes. Die Wirkungsweise zugesetzter Proteasen wie die der Tenderizer kann indessen heute gut erklärt werden. Als sehr weites, beinahe neues Forschungsfeld der Vorgänge post mortem hat sich die Aromabildung im Fleisch erwiesen. Vorerst existieren hier noch verschiedene Wege der Forschung: Einmal die Aromabildung beim Reifen, zum andern die Entstehung neuer Aromastoffe beim Denaturieren, insbesondere durch Hitzeinwirkung. Hier haben sich japanische Forscher in den Vordergrund geschoben.

Die Veränderungen der Proteine beim post mortem-Vorgang werden vielfach untersucht.

Die Aufbewahrung des Fleisches durch Kühlen und Gefrieren wird weltweit angewandt. Man hat eine sehr gute Erklärung für den sog. Taurigor gefunden. Das schnelle Gefrieren ist Gegenstand intensiver Forschung. Eingehend werden die wirtschaftlich wichtigen Gewichtsverluste studiert. Arbeiten über die Haltbarkeit und über geeignete Wiederauftau-Methoden werden weiter fortgeführt. Hierher gehört auch die Einführung modernster Verpackungsarten.

Die Bestrahlung des Fleisches hat durch einen amerikanischen Beschluss, bestrahlte Lebensmittel zunächst nicht für den menschlichen Genuss zuzulassen, einen neuen Auftrieb bekommen. Der Bestrahlungsgeruch konnte in Ursprung und Ablauf geklärt werden.

Hierher mag auch die Anwendung von Ultraschall gehören, dem bislang wesentliche technische Erfolge immer noch versagt blieben.

Gewaltige Fortschritte wurden bei der wissenschaftlichen Klärung der Denaturierung durch Erhitzen gemacht. Besonders die Einführung der Elektrophorese und weiterer Auftrennungsmethoden konnte hier viel leisten.

Ich habe bereits die Aromabildung durch Erhitzen erwähnt. Als neues Arbeitsfeld ist auch die Bräunungsreaktion — auch unter dem Namen Maillard-Reaktion bekannt — von vielen Forschern gewählt worden. Die Lösungen bestimmter Brückenbindungen, insbesondere der S-S-Bindungen, ist in vielen Arbeiten bekanntgegeben worden.

Das Wissen um den Pökelvorgang ist seit 1955 wesentlich erweitert worden. Man hat erkannt, dass die geniale Erklärung *Haldane's* doch wohl zu einfach gewesen ist. Abgesehen von der Zugabe von Ascorbinsäure und anderen reduzierenden Stoffen, wie auch der Zucker, ist festgestellt worden, dass auch fleischeigene Verbindungen wie z.B. Diphosphopyridin-Nukleotid beteiligt sind. Eine sehr grosse Rolle ist dem Redoxpotential zugewiesen; doch ist eine einfache Bestimmung bis heute immer noch nicht geglückt.

Die beim Pökeln auftretenden Nebenreaktionen, ferner der Einfluss der Härte des Wassers sind Gegenstand eingehender Forschung geworden.

Ich möchte auch die technischen Fortschritte nicht vergessen wie die der elektrischen Pökellung, ferner die Pökellung bei höheren Temperaturen, zum Teil unter Vakuum. Untersuchungen über das Pökelaroma haben gleichfalls viele Forscher beschäftigt.

Ein anderer technischer Bearbeitungsvorgang ist die Fleischtrocknung. Sie ist zwar in weitgreifenden Arbeiten immer wieder angefasst worden, doch ist bis heute noch kein Weg für die Rekonstitution — trotz vieler Bemühungen — gefunden worden. Sicher wird auch die ATP eine Rolle spielen.

Besonders in den Ostländern sind die Räuchervorgänge eingehend bearbeitet worden. Im Hinblick auf die fortschreitende Erkenntnis auf die krebswirksamen Stoffe im Rauch wird schon seit langem ein Angriff gegen das Räuchern schlechthin vorangetragen. Man hat sehr gute neue Räucherverfahren ohne cancerogene Wirksamkeiten gefunden. Man hat auch Rauchkondensate und Rauchwürzen von oft guter Beschaffenheit empfohlen. Hier zeigt sich deutlich die nicht wegzudenkende Verbindung mit der Physiologie der Lebensmittel.

Was nun die Herstellung von Fleischerzeugnissen z.B. in Form von Würsten angeht, so trifft man auch hier auf beachtliche Fortschritte. In der Rohwurstherstellung hat sich der Ehrgeiz der Forscher mit der sog. Reifung dieser Würste beschäftigt. Früher nur angedeutete Vorgänge sind in den vergangenen Jahren und heute in ihren Erkenntnissen vertieft worden: z.B. die Teilnahme lipolytisch wirksamer Bakterienfermente. In der Herstellungsweise selber sind durch Verwendung der Starterkulturen, die hier in Finnland ihre Geburtsstätte hatten, und die Beeinflussung des pH-Wertes durch entsprechende Zuckersäurereaktionen grosse Fortschritte gemacht worden. An der Verbesserung der Lagerbeständigkeit solcher Dauerwürste wird weiterhin stark gearbeitet, hierbei spielt die Verwendbarkeit geeigneter Antioxydantien eine Rolle.

In der Brühwurstherstellung ist man von der einfachen Wasserbindung auf die weit schwierigere Fettemulsion gestossen. Die gleichmässige Verteilung von Fett-Fleisch/Wasser-Brei, wobei das Eiweiss eine ganz massgebende Emulgatorrolle spielt, und die Beständigkeit dieser Emulsion bei der Herstellung von Brühwürsten ist von grösstem Interesse.

Auch die Herstellung von Fleischkonserven verlangt weitere Forschung. Das wirtschaftlich bedeutsame Absetzen von Fett und Gelee hat nicht nur Technologen interessiert, sondern ist ein ergiebiges Forschungsfeld der Grundlagenforschung geworden.

Im Verlauf der zurückliegenden Jahre ist die Verwendung von Schlacht-



Die 9 aktiven Teilnehmer des ersten Fleischforscherkongresses in Finnland 1955. Von links:

Herr Dr. O. Dahl, Herr J. P. Daul, Dr. A. Baretta, Prof. Dr. U. Vartiovaara (stehend), Herr E. Karvetti (stehend), Prof. Dr. R. Grau, Dr. F. P. Niinivaara (stehend), Herr M. Jul, und Dr. H. Wyttenbach.

Active participants of the 1st European Meeting of Meat Research Workers. From the left Dr. O. Dahl, Mr. J.-P. Daul, Dr. A. Baretta, Dr. U. Vartiovaara (standing), Mr. E. Karvetti (standing), Dr. R. Grau, Dr. F. P. Niinivaara (standing), Mr. M. Jul, and Dr. H. Wyttenbach.

9 активных участников первого конгресса мясоисследователей в Финляндии в 1955 году. Слева:

гн. др. О. Даль, гн. И. П. Даул, Др. А. Баретта, Проф. др. у. Вартиоваара (стоит), гн. Е. Карветти (стоит), Проф. др. Р. Грау, Др. Ф. П. Нииниваара, (стоит). гн. М. Иул, и др. Х. Виттенбах

fetten immer weiter zurückgegangen. Selbst neue, wesentlich verbesserte Gewinnungsmethoden haben die rückläufige Entwicklung nicht gehemmt. Grosse Erfolge hatte indes die Fettsäure-Analyse der Schlachtfette gebracht. Es ist festgestellt worden, dass sich die Schlachtfette verschiedener Tierarten durch bestimmte Inhaltstoffe unterscheiden. Mit der Entwicklung der Analytik ist es häufig möglich, mittels chromatographischer Methoden die charakteristischen Fettsäuren eines Schlachtfettes aufzufinden. Damit ist es gelungen, analytisch Fleisch von verschiedenen Tierarten voneinander unterscheiden zu können, z.B. Pferdefleisch von Rindfleisch oder Kalbfleisch von Walfleisch usw.

Ein geradezu phantastischer Fortschritt ist auf dem Gebiet der Verpackung gemacht worden. Es sind in der bakteriellen, chemischen und physikalischen Forschung solche Errungenschaften erzielt worden, dass die Verpackung für Fleisch und Fleischerzeugnisse beinahe zu einem eigenem Forschungsgebiet geworden ist.

Schliesslich möchte ich die stürmische Entwicklung in der Analytik hervorheben. Die Notwendigkeit, sowohl von den Inhaltstoffen als auch den Vorgängen im Fleisch, entweder den spontanen oder den willkürlich hervorgerufenen, immer mehr zu wissen, veranlasste die Forscher, ständig neue und weiter verfeinerte Verfahren zu finden und sich ihrer zu bedienen, weit mehr als dies früher der Fall war.

Die starke Bedeutung der Analytik in einem ganz anderen Sinne als früher erhellt schon daraus, dass weltweite Harmonisierungsbestrebungen geplant und verwirklicht werden wie in der bereits mehrfach erwähnten ISO.

Es ist durchaus möglich, in der weiteren Entwicklung Voraussagen machen zu können. Die Fleischforschung wird sich mehr und mehr vertiefen, da sie sonst die verlustreichen und wirtschaftlich unökonomischen Fehler in der Herstellung nicht verantworten kann. Im Grunde genommen ist jeder Hersteller genötigt, der Forschung soviel zu geben wie er vermag, denn nur eine intensive und selbstbewusste Forschung kann es fertigbringen, die sehr grossen Lücken unseres Wissens mehr und mehr auszufüllen. Es wird dann die Zeit kommen, wo die Wissenschaft der Technik, der Gewinnung, der Herstellung, der Lagerung mehr geben kann als es bisher der Fall war.