

Untersuchungen über die Zartheit von Rindfleisch

von R. Grau - Kulmbach unter Mitwirkung von Dipl.
Ing. J. Fritz

A. Einleitung. Der Begriff der Zartheit eines Fleisches ist schwer zu definieren, da er so verschiedenartige Eigenheiten wie Kaubarkeit, Mürbe, Weichheit, Saftigkeit, Menge und Art des nach dem Kauen verbleibenden Rückstandes umfaßt. Die hier mitzuteilenden Untersuchungen wurden nicht unternommen, um gewisse Einflüsse auf die Zartheit näher zu erforschen, sondern um herauszufinden, ob es eine Möglichkeit gebe, aus leicht feststellbaren Eigenschaften oder Bestandteilen des rohen Fleisches zuverlässige Rückschlüsse auf den Zartheitsgrad des gekochten Fleisches zu erlauben, also aus dem Verhalten des rohen Fleisches Voraussagen machen zu können, ob das Fleisch nach der Wärmezubereitung gut kaubar, saftig, zart und mürbe oder derb, zäh, langfaserig wird.

Diese Arbeit mißt zwar der sensorischen Prüfung großen Wert bei, unterstützt sie jedoch durch Feststellung der Scherwerte der zu prüfenden Fleischproben. Ferner wurden weitere physikalische Methoden und chemische Verfahren verwendet, um zu ermitteln welche Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften des rohen Fleisches und der Zartheit des wärmebehandelten Fleisches bestehen.

B. Experimenteller Teil.

I. Untersuchungsmaterial. Die Versuche wurden ausschließlich an magerem Rindfleisch ausgeführt. Um Vergleiche anstellen zu können, wurde stets Fleisch eines bestimmten Muskels verwendet. Als Untersuchungsmaterial dienten verschieden lang gelagerte, gleichdicke Stücke (etwa 4x5x12 cm, entsprechend etwa 200 g oder etwa 4x10x12 cm, entsprechend 400 g) des Rückenmuskels m. longissimus dorsi von 65 Rindern verschiedenen Alters und verschiedener Schlachtwertklassen. Es kam Fleisch von 15 Tieren der Schlachtwertklasse A, 21 der Klasse B, 26 der Klasse C und 3 Tieren unbekannter Schlachtwertklasse zur Untersuchung. Im allgemeinen wurden die beiden Longissimus-Muskeln dem frisch geschlachteten Tiere fachmännisch entnommen und, abgesehen von der schlachtwarm untersuchten Probe mit Pergamentpapier umwickelt in Polyäthylenbeuteln im Kühlraum bei etwa 0 bis +2° C (+4° C) hängend aufbewahrt. Von diesen so gelagerten Muskeln wurden von Zeit zu Zeit erneut Proben zur Untersuchung entnommen. In einigen Fällen verblieben die entsprechenden Muskeln bis zur Untersuchung am Tierkörper.

II. Kochen des Fleisches. Die Zubereitung der sorgfältig zurecht geschnittenen Proben erfolgte durch Einlegen in die vierfache Menge kochender 0,5%iger Kochsalzlösung. Der Wärmegang in diesen Fleischstücken wurde mit eingebauten Thermoelementen verfolgt. Aus der graphischen Auftragung der abgelesenen Temperaturwerte war zu erkennen, daß nach dem Einbringen von 3 Muskelstücken von verschiedenen Tieren in die kochende Kochsalzlösung innerhalb von 18 bis 25 Minuten eine Temperatur von 90°C im Fleischinnern erreicht wurde. Im allgemeinen verblieben die Fleischproben 45 Minuten in der kochenden Salzlösung. In besonderen Fällen wurden andere Zeiten gewählt; die Kochbedingungen blieben sonst überall dieselben.

III. Sensorische Prüfung. Die Sinnenprüfung wurde stets von 4 Prüfern, sowohl am rohen als auch am gekochten Fleisch unternommen. Hierbei wurden folgende Eigenschaften nach einem festen Bewertungsschema erfaßt: Farbe; Textur; Aroma; Zartheit; Saftigkeit; Konsistenz. Mit aufgenommen wurde die Beurteilung des Kaurückstandes, hier wurde indes auf eine Bewertung nach Ziffern verzichtet. In dieser Arbeit wurden nur die für die "Zartheit" gefundenen Zahlen verwertet, insbesondere auch deswegen, da die für die "Saftigkeit" ermittelten Wertmale nicht mit dem eingangs erörterten vielschichtigen Begriff der Zartheit in Einklang zu bringen waren. In diesem Einzelschema wurde nämlich ein Gegensatz zwischen saftig und trocken geschaffen, wonach ein Fleisch von mürber Beschaffenheit, das im Mund beim Kauen in kleine, etwas trockene Bruchstücke zerfällt, schlechtere Noten erhalten würde.

IV. Physikalische Methoden.

1) Messung der Scherkraft. Wie bereits von amerikanischen Forschern bewiesen wurde, stellt der Scherwert einen brauchbaren Maßstab für die organoleptisch

festgestellte Zartheit dar. Die Bestimmung der Scherwerte erfolgte in dieser Arbeit mit der Apparatur von WOLODKEWITSCH (Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 105, 1 (1957)). Gemessen wurde sowohl rohes als auch das hieraus nach obigem Verfahren zubereitete gekochte Fleisch, einmal senkrecht, später auch parallel zur Faserrichtung. Von jeder Probe wurden 6 Einzelmessungen gemacht, um den mitunter erheblichen, hauptsächlich durch Bindegewebe bedingten Fehler zu verringern. Eichung und Messung der Zuverlässigkeit der Apparatur erfolgten mit 20%igen Gallerten aus Gelatine und aus Agar-Agar. Aus den Werten folgt, daß die Mittelwerte von je 6 Einzelmessungen mit einem mittleren Fehler von $\pm 3,69\%$ des Mittelwertes behaftet waren, obschon die Schwankungsbreite durchschnittlich 25,1% betrug. Es war also damit zu rechnen, daß die Mittelwerte der Messungen bei Fleisch wegen der weit größeren Inhomogenität des Materials erheblicher schwanken werden. Das war in der Tat der Fall.

2) Messung des Safthaltevermögens. Die Überlegung, daß eine zarte Fleischfaser ein besseres Safthaltevermögen haben und daher auch besser gequollen und volumenreicher sein müsse als eine zähe Faser, führte zur Anwendung des Preßverfahrens von R. Grau - R. Hamm (Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 105, 446 (1957)).

Der bei diesem Verfahren im Fleischfilm verbliebene Anteil vom Gesamtwasser wird als "gebundenes" Wasser angesehen. Er läßt sich als die Differenz Gesamtwasser - lockeres Wasser leicht ermitteln und wird gleichfalls am besten in % des Gesamtwassers angegeben.

3) Messung der Scherkraft am isolierten Fleischfilm. Der nach dem unter IV, 2 beschriebenen Preßverfahren von Grau - Hamm erhaltene, fast kreisförmige Fleischfilm wird vorsichtig von seiner Papierunterlage abgetrennt und von etwaigen Papierfasern sorgfältig befreit. Im Apparat von Wolodkewitsch wird die Kraft gemessen, die zur Durchstoßung (Durchstanzung) des Fleischplättchens notwendig ist. Aus 6 Einzelmessungen wird das für eine Fleischprobe gültige Mittel festgestellt.

V. Chemische Methoden.

1) Bestimmung der Kohlehydrate. a) Verfahren von C.H. Brieskorn und H.W. Berg. Mit diesem Verfahren (Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 108, 170 (1958)) wurden die an Eiweiß gebundenen Kohlenhydrate ermittelt. Die Methode beruht darauf, daß das sorgfältig entfettete Material mit NaOH in der Hitze behandelt wird. Hierdurch werden die an Protein gebundenen Kohlenhydrate in Freiheit gesetzt und mit Anthron-Schwefelsäure colorimetrisch bei 625 μ bestimmt.

b) Nach einer Tüpfelmethode. Mit Hilfe dieser Methode wurde versucht, die löslichen Kohlenhydrate mengenmäßig zu erfassen, die im Sarkoplasma entweder präformiert vorhanden oder aus dem Glykogenabbau entstanden sind und frei oder als Phosphorsäurebindungen vorliegen können. Es wurde folgendes Schnellverfahren entwickelt: Aus einer genügend großen Menge von Fleisch wird mit Hilfe einer Saftpresse Fleischsaft gewonnen. Etwa 25 ml davon werden unter Umrühren etwa 10 min im siedenden Wasserbad enteiweißt und danach durch Glasfildertiegel 1 G 3 klar filtriert. Von dem so erhaltenen, auf das 4- und 5fache verdünnte Serum wird mittels einer Mikropipette 0,01 ml auf Fließpapier Schleicher & Schüll 2045b G1 aufgetragen. Die kreisrund ausgelaufenen Flecken werden an der Luft, gegebenenfalls mittels Föhns getrocknet. Anschließend wird das Papier durch eine p-Anisidin - o-Phtalsäure-Lösung (1,23 g p-Anisidin und 1,66 g o-Phthalsäure in 100 ml Äthanol) gezogen und bei 105° C 10 min lang im Trockenschrank getrocknet. Danach wird das Papier nochmals durch Äthanol gezogen. Je nach dem Zuckergehalt des Serums färben sich die Flecke mehr oder weniger bräunlich an. Mittels einer mit bekannten Zuckermengen hergestellten Standardlösung und entsprechenden Verdünnungen läßt sich nach dem gleichen Verfahren, wie für das Serum angegeben, eine Verdünnungsreihe darstellen, deren Farbtiefe mit der der Serumflecke visuell verglichen werden kann.

Auf diese Weise ließ sich die Menge an löslichen Kohlenhydraten im Sarkoplasma angenähert quantitativ bestimmen.

2. Bestimmung des Hexosamingehaltes im Fleisch. Hierzu wurde das Verfahren von Z. Dische und E. Borenfreund (J. Biol. Chem. 184, 517 (1950)) verwendet, das darauf beruht, die Hexosamine durch Desaminisierung mit salpetriger Säure in Hexoseanhydride zu überführen und diese in salzsaure Lösung mit Indol zu

behandeln. Der dabei entstehende Farbstoff wird colorimetrisch gemessen. Die meist an Polysaccharide gebundenen Acetyl-Hexosamine werden zuvor durch 2stündiges Kochen mit 2 n HCl durch Hydrolyse und Entacetylierung in Freiheit gesetzt.

C. Ergebnisse und Diskussion

Die mit der Apparatur von Wolodkewitsch gefundenen Werte für Muskelfleisch sind, wie bereits die mitgeteilten Versuche mit 20%igen Gallerten aus Gelatine und Agar-Agar bewiesen, mit ziemlich hohen Fehlern behaftet. Die entsprechenden Meßwerte für die weit weniger homogenen Fleischfaserbündel sind an einer großen Anzahl von Muskelproben aufgenommen worden, und zwar sowohl im rohen als auch im gekochten Zustande. Die Scherwerte wurden senkrecht zur Faser in 6 Reihenversuchen zu je 6 Einzelversuchen ermittelt und statistisch ausgewertet. Daraus folgt, daß bei Durchtrennung senkrecht zur Faser der mittlere Fehler aus 6 Einzelmessungen $\pm 3,6$ bis $\pm 8,3\%$ des Mittelwertes oder durchschnittlich $\pm 6,3\%$ und die Variationsbreite indessen 25,5 bis 52,9% oder durchschnittlich 41,3% des Mittelwertes betragen. Man hat daher mit großen Methodenfehlern zu rechnen, doch ist es für die Genauigkeit des Meßverfahrens entscheidend, daß die Mittelwerte aus mehreren Sechserreihen, das ist die Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit der Methode, nur mit einem mittleren Fehler von $\pm 2,1\%$ vom Mittelwert und die Variationsbreite mit 15,2% des Mittelwertes behaftet sind.

Ganz gleiche Verhältnisse sind auch bei Messungen am gekochten Fleisch parallel zur Faser festgestellt worden. Diese Versuche wurden auf Grund von Beobachtungen unternommen, die anzeigten, daß das mechanische Auseinandertrennen der Muskelfasern eines gekochten Fleischstückes abhängig ist von den zwischen ihnen befindlichen feinen Bindegewebshäutchen, die mehr oder weniger zäh erscheinen, oft einer gewissen Kraftanstrengung zum Trennen bedürfen, dann auch wieder sehr weich sind, sodaß sich die einzelnen Muskelfasern ohne weiteres abteilen lassen. Da sich in fast allen Fällen die so isolierten Fleischfasern leicht zerkaue und im Munde brechen lassen, ist es sehr wahrscheinlich, daß die Zartheit eines Fleisches - abgesehen von den entfernbaren größeren und kleineren Sehnen - von eben diesem feinen, die Muskelfibrillen umhüllenden Bindegewebe weitgehend abhängig zu sein scheint.

Wenn auch die Messung der Scherkraft parallel zur Faserrichtung mit gleich hohen Fehlern behaftet ist wie die Messung quer zur Faser, so sind doch auch hier Beziehungen zur Zartheit festzustellen. Die Werte senkrecht zur Faser scharen sich verhältnismäßig eng um eine Gerade, was im übrigen mit den jahrelangen amerikanischen Beobachtungen übereinstimmt; die Scherwerte parallel zur Faser des gekochten Fleisches zeigen zwar eine geringere, aber doch vorhandene Abhängigkeit von den festgestellten Zartheitsgraden des gleichfalls gekochten Fleisches. Das bedeutet, daß die Zartheit eines zubereiteten Fleisches auch von dem Bindegewebe des Sarkolemmes beeinflusst wird.

Aus den zahlreichen Werten ließ sich erkennen, daß die am gekochten Fleisch gemessenen Zartheitsgrade in keinem Zusammenhang zu den am rohen Fleisch gemessenen Scherwerten stehen. Bemerkenswert indessen erscheint eine deutliche Beziehung zwischen der am rohen Fleisch gemessenen Zartheit und der ebenfalls am rohen Fleisch senkrecht zur Faserrichtung beobachteten Scherwerte.

Es ist ferner zu erwähnen, daß rohes, schlachtwarmes Fleisch, sich in den meisten Fällen besser kauen läßt und geringere Scherwerte zeigt als Fleisch im Rigor oder kurz nach dem Rigor. Dies hängt zweifellos mit dem jeweiligen Zustand der Muskelproteine zusammen, und zwar hauptsächlich der Proteine Aktin und Myosin, die im Rigor als Aktomyosin vorliegen. Es gibt aber auch Fleische, die diese einfache Beziehung nicht zeigen.

Im allgemeinen sind die am gekochten Fleisch senkrecht zur Faser gefundenen Scherwerte gleichlaufend mit den entsprechenden Zartheitsgraden.

Die am rohen Fleisch gemessenen Zartheitsgrade und Scherwerte unterscheiden sich deutlich von den am gekochten Fleisch gemachten Feststellungen. Ein längere Zeit nach dem Schlachten gelagertes Fleisch ist im rohen Zustande im allgemeinen zarter als es gleich nach dem Schlachten war.

Sehr unterschiedlich verhalten sich die Scherwerte des rohen Fleisches, die im übrigen stets senkrecht zur Faser gemessen wurden. Weitgehend parallel mit dem organoleptischen Befund am rohen Fleisch in Bezug auf den Anstieg der Zartheit mit der Abhängedauer geht der Scherwert des rohen Fleisches. Es hat den Anschein, als ob dieser Wert einem Endzustand zustrebt, gleichgültig, ob es sich um ein zähes oder ein zartes Fleisch handelt. Die näheren Zusammenhänge sind noch unklar.

Von großer Bedeutung ist der Einfluß der Kochdauer auf die Zartheit. Es wird im allgemeinen angenommen, daß mit Verlängerung der Kochzeit die Kaubarkeit bzw. der Zartheitsgrad ansteigt. Wie unsere Versuche zeigen, wird diese Annahme im großen und ganzen wohl bestätigt, doch scheinen beachtliche Differenzierungen bei den einzelnen Fleischen möglich zu sein. Hierüber gibt Tabelle 1 Aufschluß. Die 3 gewählten Fleische entsprechen einem relativ zarten (Nr.51), einem sehr zähen (Nr.52) und einem im Zartheitsgrad zwischen beiden liegenden Fleisch (Nr.53).

Tabelle 1
Einfluß der Kochdauer auf die Zartheit von Fleisch

Kochdauer min	Scherwerte		Zartheitsgrad	Kochdauer min	Scherwerte		Zartheitsgrad	Kochdauer min	Scherwerte		Zartheitsgrad
	senkr.	parall.			senkr.	parall.			senkr.	parall.	
	Versuchs-Nr. 51				Versuchs-Nr. 52				Versuchs-Nr. 53		
45	16,10	7,27	4,1	45	31	14,75	1,6	45	31	8,71	2,7
60	12,38	5,31	4,3	60	31	9,83	2,3	60	28	7,83	3,2
75	10,18	5,81	5,0	75	31	5,96	3,0	75	27,02	7,78	4,0
90	11,51	5,02	5,4	90	25,16	7,58	3,0	90	23,07	6,08	4,3
105	11,98	3,38	6,1	105	24,88	4,83	3,5	105	25,67	2,17	4,5
120	5,25	2,42	6,8	120	22,53	7,17	3,4	120	24,2	2,04	4,7

Aus den Zahlen der Tabelle 1 kann gefolgert werden, daß zwar die Zartheitsgrade mit der Dauer des Kochens ansteigen, doch die Erhöhung des Zartheitsgrades bei einem schon anfänglich relativ zarten Fleisch kräftiger ist als bei einem von vorn herein nicht zarten Fleisch. So ist der Anstieg bei Nr.51 merklich steiler als bei Nr.52 und Nr.53. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt man bei der Betrachtung der Scherwerte, gemessen senkrecht zur Faserrichtung. So lassen die beiden Fleische Nr. 52 und Nr.53 ein nur zögerndes Absinken der Scherwerte mit erhöhter Kochdauer erkennen. Anders verhalten sich die parallel zur Faser ermittelten Scherwerte. Hier wird in allen Fällen ein durch das Kochen bedingter sehr steiler Abfall der Scherwerte festgestellt, der jedoch beim Fleisch Nr.52 nur bis zu einer oberen Grenze geht: Das Fleisch bleibt, wie wir aus Tabelle 1 sehen können, auch nach 2stündiger Erhitzung noch zäh. Die beiden anderen Fleische Nr. 51 und Nr.53 sind nach 1 3/4- bis 2-stündigem Kochen als zart anzusehen.

Aus dem unterschiedlichen Verhalten der senkrecht und parallel zur Faserrichtung gemessenen Scherwerte kann geschlossen werden, daß die Festigkeit, mit der die Fleischfasern "zusammengekittet" sind, in allen Fällen mit der Kochdauer sehr stark und in zwei Fällen (Nr. 51 und 53) geradezu auf einen unteren Grenzwert (hier bis etwa 2 kg Scherwert) absinkt, während die eigentliche Reißfestigkeit, die der Scherkraft senkrecht zur Faser proportional sein dürfte, auch durch anhaltendes Kochen weit weniger verändert wird, es wäre denn, daß ein von Angebinn zartes Fleisch vorliegt. Dieses Verhalten ließe darauf schließen, daß zartes Fleisch eine von Natur aus mehr oder weniger verschiedene stoffliche Feinzusammensetzung haben müßte. Sicher wird das Alter der Tiere eine Rolle spielen. Es ist bekannt, daß das Bindegewebe junger Tiere wasserreicher und weicher, zarter ist als das alter Tiere. Im vorliegenden Falle dürfte das Alter der Tiere aber nicht die entscheidende Rolle gespielt haben, denn das zarte Fleisch Nr.51 stammte von einem 8 Jahre alten Rind der Handelsklasse B, das zähe der Nr.52 von einem 9 Jahre alten Rind der Handelsklasse C und das weniger zähe Fleisch von Nr.53 von einem 9jährigen Rind der Handels-

klasse C.

Die Verlängerung der Kochdauer von 1 3/4 Std. auf 3 Std. hat zwar in der Mehrheit der Fälle eine Verbesserung der Zartheit zur Folge, doch sind Fleische bekannt, bei denen subjektiv keineswegs der Eindruck eines Zarterwerdens besteht, vielmehr eine Verschlechterung in Hinsicht auf eine zähere Beschaffenheit, zum mindesten jedoch keine Veränderung des an sich schon zähen Fleisches eintritt. Im übrigen wird die oben gemachte Erfahrung, daß zarte Fleische durch Verlängerung der Kochzeit noch zarter werden, ferner zähe Fleische unter denselben Bedingungen nicht oder nur unwesentlich zarter werden erneut bestätigt. Weiterhin ist auch bei diesem Versuch eine Beziehung der Scherwerte, sowohl senkrecht als auch parallel zur Faser des gekochten Fleisches zum organoleptisch bestimmten Zartheitsgrad des gekochten Fleisches zu erkennen.

Es besteht indes - und darauf muß mit großer Deutlichkeit hingewiesen werden - keine an den absolut ermittelten Wert gebundene Relation. Ein Wert von z.B. 21,04 korrespondiert mit dem Zartheitsgrad von 2,8, während der höhere Scherwert von 25, 23 mit dem Zartheitsgrad von 4,0 übereinstimmt. Da diese Nichtgültigkeit der absoluten Relation sich in dieser Arbeit bei den verschiedenen Versuchen stets hat feststellen lassen, muß gefolgert werden, daß sich die mit dem Apparat von Wolodkewitsch gemessenen Scherwerte wohl innerhalb eines Einzelversuches mit anderen, am gleichen Fleisch festgestellten Werten in Beziehung setzen lassen, auf der anderen Seite aber nur statistische Berechnungen Aussicht auf Erfolg in der Auswertung haben werden. Festzustehen scheint, daß alle Scherwerte unter 20 je nach der Höhe der Werte auf mehr oder weniger zarte Fleische hinweisen, wohingegen Scherwerte über 20 den zähen Fleischen eigen sind.

Aus früheren Versuchen, besonders hinsichtlich des Einflusses der Kochdauer, war zu folgern, daß bei 5 Tage alten Fleischen der Reifezustand so weit fortgeschritten sei, daß das Verhalten solcher Fleische miteinander verglichen werden konnte.

Wie wiederholt festgestellt wurde, besteht eine klare Beziehung der am gekochten Fleisch festgestellten organoleptischen Zartheitsgrade zu den senkrecht zur Faser des gekochten Fleisches ermittelten Scherwerten. Ein Einfluß des Alters der Schlachttiere auf die sensorisch und durch Scherwertsbestimmung festgestellten Zartheitswerte kann mit Sicherheit nicht bewiesen werden, wenngleich es den Anschein hat, daß die parallel zur Faserrichtung des gekochten Fleisches ermittelten Scherwerte eine gewisse Abhängigkeit vom Alter der Tiere zeigen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt man, wenn man die Werte von sämtlichen untersuchten Fleischproben zusammenstellt. Mit steigendem Durchschnittsalter steigen die am gekochten Fleisch parallel zur Faserrichtung ermittelten Scherwerte und sinken die organoleptisch gefundenen Zartheitsgrade. Die senkrecht zur Faserrichtung des gekochten Fleisches und die am rohen Fleisch festgestellten Scherwerte zeigen keine Beziehung zu den Schlachtwertklassen. Nach D.M. Doty (Nat. Provisioner vom 7.11.1959) bestehen beim erhitzten Rückenmuskel gesicherte Beziehungen zwischen Zartheit und Schlachtwertklasse.

Es blieb noch die Frage zu klären, ob die Art des Abhängens (Reifens) nach dem Schlachten von Einfluß auf die Zartheitsmessungen ist. Zu diesem Zweck wurde der Muskel longissimus dorsi der einen Seite vom Schlachttierkörper fachmännisch abgetrennt, in Pergamentpapier gewickelt und in einem mit Bindfaden zugebundenen Polyäthylenbeutel hängend aufbewahrt. Der Muskel der anderen Körperseite wurde am Tierkörper belassen. Beide Muskeln wurden bei Kühlraumtemperatur aufbewahrt. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle 2 gezeigt.

Die organoleptisch festgestellten Zartheitsgrade sind bei dem im Tierkörper gealterten (gereiften) Muskel etwas niedriger als bei dem vorher isolierten Muskel. Damit etwa übereinstimmend sind die am gekochten Fleisch senkrecht zur Faser abgelesenen Scherwerte, die im allgemeinen bei a niedriger als bei b sind. Eigenartiger Weise verhalten sich die am rohen Fleisch bestimmten Werte entgegengesetzt. Dies mag dahingehend gedeutet werden, daß der Scherwert die Zartheit eines Fleisches nicht allein darzustellen vermag, da offenbar noch andere Faktoren an der Zartheit beteiligt sind.

Tabelle Nr. 2

Einfluß des Abhängens am isolierten (a) und am nichtisolierten Muskel (b) longissimus dorsi auf die Zartheit von gekochtem Rindfleisch.

Versuchs- Nr.	105 min gekocht				Vers. Nr.	180 min gekocht			
	roh	Scherwerte in kg		Zart- heits- grad gekocht		roh	Scherwerte in kg		Zart- heits- grad ge- kocht.
		gekocht	senkr.				parall.	gekocht	
80a	7,35	12,83	0,71	6,0	80a	7,35	18,50	---	5,5
80b	6,05	21,80	1,28	5,0	80b	6,05	27,50	---	4,0
81a	6,88	28,79	1,25	4,0	81a	6,88	24,17	---	5,0
81b	5,15	24,44	1,00	4,0	81b	5,15	27,50	---	4,8

Die Anwendung des Preßverfahrens Grau - Hamm hat leider keine klaren Beziehungen der mit Hilfe dieses Verfahrens ermittelten Flächen der breit gequetschten Fleischprobe (Gesamtfläche, Fleischfläche, Flüssigkeitsfläche) und der daraus berechneten Gehalte an "lockerem" und gebundenem Wasser zur Zartheit des gekochten Fleisches aufdecken können.

Dieses negative Ergebnis war enttäuschend, obwohl eigene frühere Arbeiten (R. Grau und R. Hamm: Fleischwirtschaft 6, 36 (1954)) Hinweise auf solche Zusammenhänge gegeben hatten. Mittels des Zahlenmaterials konnten zwar deutliche Beziehungen am Einzeltier festgestellt werden, doch zeigen die an vielen Tieren ermittelten Werte keine statistisch gesicherte Beziehung zur Zartheit des Fleisches.

Erwähnt werden sollen hier noch einige Beobachtungen, die mit dem Preßverfahren zusammenhängen. Während rohes Fleisch sich zu einer in relativ weiten Grenzen (3,85 - 7,33 cm²) schwankenden Fleischfläche auseinanderpressen läßt, sind die Werte für gekochtes Fleisch eng um einen Mittelwert (2,63 mit den Grenzen 2,13-3,05 cm²) geschart. Das könnte dahingehend gedeutet werden, daß die im rohen Fleisch nach dem Preßverfahren noch deutlich feststellbaren Unterschiede zwischen den einzelnen Muskelproben sich im gekochten, also denaturiertem Muskel ausgeglichen haben.

Die durch den Rigor bedingte Schrumpfung der Fleischfaser bei gleichzeitigem Austritt von Fleischsaft ist in Verringerung der Fleischfläche und kräftigerem Anstieg des sog. "lockeren" Wassers, d.h. der Flüssigkeitsfläche zu erkennen. Bemerkenswert ist dabei, daß sich die Gesamtfläche des im Rigor gepreßten Fleisches gegenüber der des schlachtwarm behandelten erhöht hat. Dies kann nur so gedeutet werden, daß die Summe der Volumina der im Rigor befindlichen Eiweißstoffe und des ausgepreßten Wassers größer ist als die beider Konstituenten Σ im schlachtwarmen Zustand. Abgesehen von der Änderung der Konstitution der Proteine werden die auf Grund freier elektrischer Ladungen vorhandenen Bindungen des Wassers an das Eiweißmolekül eine Rolle spielen.

Ganz anders verhält sich das gekochte Fleisch. Das Eiweiß ist durch den Erhitzungsvorgang irreversibel denaturiert worden. Die Peptidketten sind dabei dichter gelagert und enthalten weniger Wasser, somit ist die Fläche des auseinandergepreßten Fleisches wesentlich geringer als die des nichtdenaturierten ~~xxxxx~~ Fleisches, wobei kein Unterschied mehr zwischen dem schlachtwarmen Zustand und dem Rigor besteht. Die Gesamtpreßfläche ist im Rigor geringer als beim schlachtwarmen Fleisch, damit auch die Fläche des ausgepreßten "lockeren" Wassers.

Die auf einer Kombination von Preßverfahren und Scherwertbestimmung beruhende physikalische Methode der Durchtrennung eines Fleischfilms ergab gleichfalls keine Lösung des Problems, aus den Eigenschaften des rohen Fleisches auf die Zartheit des gekochten Fleisches schließen zu können.

Wie zu erwarten, besteht aber zwischen den Zartheitsgraden und den Scherkräf-

ten, beide am gekochten Fleisch bestimmt, eine klare Beziehung; mit steigender Zartheit sinkt die Film-Scherkraft, wobei die Streuung der Einzelwerte sehr erheblich ist. Diese, den Aussagewert der Methode stark einschränkende Tatsache beruht darauf, daß die zwischen den einzelnen Muskelfasern liegenden Bindegewebefasern den breitgequetschten Fleischfilm unregelmäßig durchziehen und der Durchtrennung je nach Lage und Häufung des Bindegewebes mehr oder weniger Widerstand entgegensetzen.

Es hat den Anschein, als ob mit steigenden Zartheitsgraden die Fläche des ohne Papier breitgepreßten Fleisches größer wird. Dies gilt für das rohe Fleisch, während die Beziehungen der am gekochten Fleisch ermittelten Zartheitsgrade zu den am rohen Fleisch festgestellten Preßflächen undurchsichtig sind.

Aus den Ergebnissen der physikalischen Messungen war klar geworden, daß für die Zartheit eine Reihe von Faktoren bestimmend ist. Es scheint sich hierbei nicht nur um die Beschaffenheit der Eiweißstoffe im Fleisch zu handeln, wobei sich Fleisch im Rågor sehr eindeutig von Fleisch in einem anderen Zeitpunkt nach dem Schlachten unterscheidet und auch nicht nur um den Gehalt an Bindegewebe, das das Fleisch sichtbar und undurchsichtbar in allen Richtungen durchzieht. Es spielen zweifellos auch andere Inhaltsstoffe des Fleisches für die Zartheit eine Rolle.

In einer früheren Arbeit aus diesem Institut (R.Grau, H.Günther und J.Scheper: Fleischwirtschaft 12, 728 (1960)) war gezeigt worden, daß Qualitätsunterschiede im Fleisch, gemessen an der Einstufung in Handelsklassen, sich auch im Gehalt an im Sarkoplasma löslichen Kohlehydraten zeigen. So enthält das Fleisch jüngerer Tiere, die im allgemeinen das zartere Fleisch ergeben, mehr Kohlenhydrate als das älterer Tiere. Es war daher zu prüfen, ob die Menge an Kohlenhydraten für die Zartheit maßgeblich ist. Die im Fleisch vorhandenen Kohlenhydrate kommen frei in löslicher Form, und zwar im Sarkoplasma, und gebunden an Eiweiß als Glykoproteide vor. In die Betrachtung wurden beide Arten von Kohlenhydraten einbezogen.

Gleichzeitig wurden auch die Gehalte an Hexosamin gemessen. Hexosamin ist Bestandteil der Mucopolysaccharide, die neben Kollagen und Elastin das Bindegewebe zusammensetzen. Da das Bindegewebe, insbesondere die feinen Bindegewebzüge im Muskelfleisch, ferner das Sarkolemm ohne Zweifel wichtige Faktoren sind bei der Zartheit des gekochten Fleisches, was auch in dieser Arbeit erneut bewiesen wurde, schien es möglich, gewisse Beziehungen auch zwischen Hexosamingehalt und Zartheit aufzufinden.

Die Zartheit, organoleptisch gemessen, ist wahrscheinlich weit weniger abhängig von den an Protein gebundenen Kohlenhydraten, als von den im Sarkoplasma löslichen Zuckern, wie die für die einzelnen Zartheitsgrade errechneten Mittelwerte erkennen lassen. Mit zunehmender Zartheit sind im Sarkoplasma mehr Kohlenhydrate zu finden.

Ob die nach dem angewandten Verfahren bestimmten Hexosamine in Beziehung zu den Zartheitsgraden stehen, kann selbst bei größter Vorsicht nicht gesagt werden. Es hat jedoch den Anschein, als ob die mittleren Hexosaminwerte mit den geprüften Schlachtwertklassen von A über B nach C absinken. Obschon die Hexosamingehalte zwischen den verschiedenen Zartheitsgraden der organoleptischen Prüfung nicht signifikant verschieden sind, so scheint doch eine Beziehung zwischen dem Hexosamingehalt, also den zwischen den Fleischfasern befindlichen Bindegewebshäutchen, und dem am gekochten Fleisch physikalisch festgestellten Zartheitsgrad, gemessen als Scherkraft, durchaus möglich zu sein. Das würde bedeuten, daß zarte Fleische im allgemeinen einen höheren Hexosamingehalt aufwiesen als weniger zarte. Doch sind dieses vorerst unbewiesene Zusammenhänge.

Schlußfolgerung

Aus den zahlreichen Versuchen, deren Ergebnisse in dieser Arbeit mitgeteilt und diskutiert wurden, ist zu folgern, daß eine Beziehung der Eigenschaften des rohen Fleisches zum Zartheitsgrad des gekochten Fleisches auf physikalischen Wege durch Messung der Trennkräfte, seien sie senkrecht oder parallel zur Faser, nicht sicher festzulegen ist. Dafür ist das Muskelgewebe, selbst von einem äußerlich so gleichmäßigen Muskel, wie dem m. longissimus dorsi, zu inhomogen zusammengesetzt. Dies zeigte sich auch in Versuchen, die sich mit der Durchtrennung eines dünnen Fleischfilmes befaßten. Zu dem gleichen Schluß führte das Preßverfahren. Es ist aber festzustellen, daß die an einem Einzeltier über einen Zeitraum bis zu 4 Wochen von Zeit zu Zeit gemessenen Werte sichere Schlüsse zulassen. Das Fleisch einer großen Anzahl von Tieren gibt jedoch für ein und denselben Zartheitsgrad so schwankende Werte, daß statistisch wohl Abhängigkeiten gefunden, nicht aber die gewünschten Voraussagen für das einzelne Tier gemacht werden können.

Die Heranziehung chemischer Eigenschaften schien vorerst mehr Erfolg zu versprechen. Doch konnten die Erwartungen nicht oder nur mäßig erfüllt werden. Wenn auch die Versuche kein klares Bild der Zusammenhänge gebracht haben, so wird dennoch vermutet, daß auch Beziehungen zwischen den organoleptisch festgestellten Zartheitsgraden und chemisch faßbaren Bestandteilen des Muskelfleisches bestehen.

Zusammenfassung

1. An Rückenmuskeln von 65 Rindern verschiedenen Alters und verschiedener Schlachtwertklassen wurden Zartheitsmessungen vorgenommen. Die Bestimmungen erfolgten organoleptisch, nach 3 physikalischen und 3 chemischen Verfahren, und zwar am gekochten wie auch am rohen Fleisch. Das gekochte Fleisch wurde durch 45 min bis zu 180 min langes Kochen von Fleisch bestimmter Größe in 0,5%iger Kochsalzlösung erhalten.
2. Es besteht, wie bereits von anderen Seiten festgestellt wurde, eine klare Beziehung zwischen den senkrecht zur Faser des gekochten Fleisches ermittelten Scherwerten und den am gekochten Fleisch festgestellten Zartheitsgraden. Gleichfalls ist eine Beziehung der parallel zur Faser des gekochten Fleisches erhaltenen Scherwerte zu den am gekochten Fleisch gefundenen Zartheitsgraden nachweisbar. Die Beziehungen sind jedoch nur statistisch zu werten. Die Absolutzahlen stehen in keiner Relation zu den Zartheitsgraden.
3. Keine Beziehungen bestehen zwischen den am rohen Fleisch stets senkrecht zur Faser ermittelten Scherwerten und den am gekochten Fleisch erhaltenen Zartheitsgraden.
4. Schlachtwarmes Fleisch ist zubereitet (gekocht) in der Regel zarter als Fleisch im Rigor oder in einem späteren Zeitpunkt. Rohes Fleisch ist häufig besser kaubar als gekochtes Fleisch.
5. Ein anfänglich zartes Fleisch wird mit längerer Kochdauer zarter, ~~xxx~~ ein anfänglich zähes Fleisch nur wenig oder gar nicht zarter.
6. Eine Beziehung zwischen Alter bzw. Schlachtwertklasse der Rinder und der Zartheit gekochten Fleisches ist nicht mit Sicherheit festzustellen, doch ist das bei den Mittelwerten der Fall: Mit steigendem Durchschnittsalter steigen die parallel zur gekochten Faser festgestellten Durchschnittsscherwerte und sinken die organoleptisch ermittelten durchschnittlichen Zart-

heitsgrade.

7. Es bestehen keine Beziehungen zwischen den am rohen Fleisch gefundenen Preßflächen und den Zartheitsgraden, gekocht; wohl aber Zusammenhänge zwischen den am rohen Fleisch ermittelten Zartheitsgraden und den Preßflächen, roh, wie auch zwischen den Zartheitsgraden, gekocht und den Preßflächen, gekocht.
8. Die am rohen Fleisch festgestellten physikalischen Unterschiede, insbesondere zwischen schlachtwarmem Fleisch und Fleisch im Rigor verschwinden bei Fleisch im gekochten Zustande.
9. Die zur Durchtrennung eines Filmes aus rohem Fleisch nötige Kraft steht in Beziehung zur Zartheit gekochten Fleisches, doch streuen die Einzelwerte zu sehr, so daß eine praktische Anwendung vorerst nicht möglich ist.
10. Von den im Fleisch vorhandenen Kohlenhydraten, a) gebunden als Glykoproteide, b) frei im Sarkoplasma gelöst, scheinen nur die löslichen eine Beziehung zur Zartheit zu haben, wenn auch beide Zucker insofern zusammenzuhängen scheinen, als hoher Gehalt an gebundenen Kohlenhydraten hohen löslichen Zuckern entspricht und umgekehrt. Mit zunehmender Zartheit sind im Sarkoplasma mehr Zucker zu finden.
11. Hexosamine als Bestandteile der im Bindegewebe vorhandenen Mucopolysaccharide scheinen sowohl zur Schlachtwertklasse als auch zu den senkrecht zur Faserrichtung des gekochten Fleisches gemessenen Scherwerten in Beziehung zu stehen.