

Untersuchungen über den Einfluß der thermischen Behandlung auf das Verhalten ernährungsphysiologisch wichtiger Inhaltsstoffe und den Genußwert von Rindfleisch

Antal Bognar

1. Allgemeiner Teil

Fleisch wird bei den meisten Kulturvölkern für die Ernährung in irgendeiner Form zubereitet, wobei die Zubereitung unter Einwirkung von Wärme am häufigsten verbreitet ist und in mannigfaltigen Variationen angewandt wird.

Neben der herkömmlichen Hitzebehandlung wie Kochen, Dämpfen, Schmoren, Braten, gibt es heute Verfahren, bei denen durch Anwendung höherer Gartemperaturen oder von Mikrowellenenergie eine Verkürzung der Garzeit erreicht wird. Die thermische Behandlung von Fleisch dient in erster Linie zur Bildung von appetitanregenden Geruchs- und Geschmacksstoffen und zur Erreichung einer zum Genuß notwendigen zarten Konsistenz. Darüber hinaus soll durch das Garen von Fleisch eine bessere Ausnutzung der Nährstoffe durch die Verdauungssäfte erreicht werden. Dieser als positiv zu bewertende Einfluß einer Hitzebehandlung auf den Genußwert geht jedoch einher mit einer mehr oder weniger tiefgreifenden Veränderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Muskelproteine und weiterer ernährungsphysiologisch wichtiger Inhaltsstoffe. Das Ausmaß dieser Veränderungen wird vorwiegend bestimmt durch die Zeit-Temperatur-Relation der angewandten Garverfahren. Zu hohe Gartemperatur oder zu lange Garzeit führen bekanntlich zu unerwünschten Veränderungen des Genußwertes von Fleisch. Außerdem kann durch eine zu intensive Hitzebehandlung der ernährungsphysiologische Wert des Fleisches vermindert werden, indem essentielle Aminosäuren und auch hitzelabile Vitamine zerstört werden, und die Verdaulichkeit der Proteine vermindert wird. Die Untersuchung und Erfassung der chemischen, physikalischen und sensorischen Eigenschaften von Fleisch und deren Veränderungen beim Erhitzen unter genau definierten und praxisnahen Bedingungen ist daher für Wissenschaft und Praxis von Interesse. Zu den auffälligsten und schon äußerlich erkennbaren Veränderungen des Fleisches bei Hitzeeinwirkung gehören — bedingt durch die Denaturierung des Muskeleiweißes — Koagulation, Schrumpfung, Saftaustritt und Farbveränderung. Die Denaturierung beginnt bereits bei einer Temperatur von 40°C. Die Albumine verlieren ihre Wasserlöslichkeit, bis sie bei etwa 60°C voll-

ständig denaturiert sind. Die Globuline zeigen ein ähnliches Verhalten, nur liegt der Beginn der Denaturierung bei etwa 70°C. Bei 80°C sind alle Muskeleiweiße denaturiert (1). Mit der Denaturierung der Muskelproteine ist ein mehr oder weniger großer Gewichtsverlust verbunden. Je nach Rohfleischqualität, Zerkleinerungsgrad und Garbedingungen wurde z.B. beim Kochen von Rindfleisch eine Abnahme von 35 — 50 % festgestellt (2,3,4). Eine Erhöhung der Gartemperatur von 100°C auf 120°C übte keinen Einfluß aus (5,6). Beim Einlegen von Rindfleisch in kochendes Wasser fanden *Lobanow* und *Bykowa* (2) dagegen einen um 13 % geringeren Gewichtsverlust als beim Ansatz in kaltem Wasser.

Die Angaben über den Garverlust an Stickstoffsubstanzen, Fett und Mineralstoffen bewegen sich ebenfalls in weitem Bereich. Nach dem Übersichtsbericht von *Hamm* (6) beträgt die Abnahme an Stickstoffsubstanzen 3 — 22 %, an Fett 1 — 38 % und an Mineralstoffen 20 — 70 %. Die durchschnittlichen Verluste beim Kochen von magerem Rindfleisch betragen 8,5 % für Stickstoffsubstanz, 10,4 % für Fett und 48,6 % für Mineralstoffe (4).

Ergebnisse über das Verhalten dieser Stoffe während des Garens bei einer Temperatur von 120°C sind nicht bekannt.

Für die Beurteilung des Nährwertes von gegartem Fleisch ist außerdem der Gehalt an einigen Vitaminen der B-Gruppe von Bedeutung. Der Verlust an Vitamin B₁ beträgt 30 — 80 % je nach Garverfahren, wobei die Abnahme bei trockener Hitzebehandlung (z.B. beim Braten, Grillen) niedriger als beim Kochen in Wasser war. Der höchste Verlust von 79 % wurde beim Sterilisieren von Fleischkonserven (70 min bei 120°C) festgestellt (8,9,10). In gewissem Widerspruch hierzu stehen die Ergebnisse von *Telegdy-Kovats* (5), nach denen eine Erhöhung der Gartemperatur von 100 auf 120°C keinen höheren Vitamin B₁ Verlust im Fleisch verursachte. Etwas hitzestabiler sind dagegen Vit. B₂ und Niacin. Hier lag der Verlust jeweils bei entsprechender Hitzebehandlung zwischen 20 und 40 %.

Der Einfluß der Garbedingungen auf die sensorischen Merkmale von Fleisch und Fleischbrühe wurden bislang

wenig untersucht. Auch bedarf die allseits bekannte Annahme, wonach ein Ansatz in kaltem bzw. kochendem Wasser geschmackliche Unterschiede im Fleisch und in der Fleischbrühe bewirken, einer kritischen Überprüfung mit Hilfe moderner sensorischer Prüfverfahren. Nach Durchsicht der Literatur fällt auf, daß nur relativ wenige neuere Veröffentlichungen sich mit dem Problem des Einflusses der verschiedenen Garmethoden unter praxisnahen Bedingungen auf den Gehalt der ernährungsphysiologisch wichtigen Inhaltsstoffe und auf die sensorischen Eigenschaften des Fleisches befassen. So fehlen insbesondere zusammenfassende und vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der thermischen Behandlung in Abhängigkeit von der Höhe der Gartemperatur (100 und 120°C) und anderen Garbedingungen, wie Art und Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit und Fleischstückgröße. Untersuchungen, in denen gleichzeitig der Gehalt in Fleisch und Garflüssigkeit erfaßt wurden, fehlen fast vollständig.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse über den Einfluß der Garbedingungen beim Kochen von Rindfleisch bilden einen Auszug der Dissertationsarbeit, die im Laufe dieses Jahres veröffentlicht wird. Die Auswahl wurde unter dem Gesichtspunkt getroffen, daß vornehmlich die Daten über die Veränderung an Rohprotein, Fett, Mineralstoffen, Vitamin B₁ und den Genußwert von gekochtem Fleisch und Fleischbrühe in Abhängigkeit von der Gartemperatur und der Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit von Interesse sind.

2. Experimenteller Teil

2.1 Untersuchungsmaterial

Qualität und chemische Zusammensetzung von Rindfleisch sind sowohl von Alter, Geschlecht und Züchtung des Schlachttieres als auch von der Reifung nach der Schlachtung abhängig. Außerdem sind zwischen den einzelnen Muskelpartien aus demselben Tierkörper mehr oder weniger große Unterschiede vorhanden (1). Für die vergleichenden Untersuchungen war es daher wichtig, die durch das Ausgangsmaterial bedingten Schwankungen möglichst klein zu halten. Da das besonders sehnenfreie und einheitliche Fleischstück *M. longissimus dorsi* aufgrund seiner Struktur für das Garen in feuchter Hitze nicht geeignet ist, wurde für die Untersuchungen das in dem Teilstück „Bug“ liegende falsche Filet (*intra spinam*) ausgewählt.

2.2 Versuchsanordnung

Um die Versuche unter kontrollierten Bedingungen ausführen zu können, war es notwendig, die in der Praxis üblichen Kochverfahren bzgl. Garzeit, Flüssigkeitsmenge, Gartempe-

ratur und Kochsalzgehalt zu standardisieren. Nach einer Reihe von Vorversuchen wurden für das Kochen von Fleisch die in der Tabelle 1 aufgeführten Bedingungen festgesetzt. Als Kochgeschirr wurden Töpfe aus Edelstahl rostfrei 18/8 mit einem Gesamtvolumen von 5 l verwendet. Der Temperaturverlauf wurde während des Garens in der Fleischmitte und in der Garflüssigkeit mit Eisen-Konstantan-Thermoelementen verfolgt und mit einem elektronischen Kompensationsschreiber registriert. Der Druck wurde mittels eines geeichten Manometers gemessen.

Tab. 1 Versuchsplan: Kochen von 0,5 kg Rindfleisch

Garverfahren	Gartemperatur °C	Erhitzungs- dauer min	Garflüssigkeit ¹⁾
Kochen, Kalt-Ansatz ²⁾	100	195	1%ige Kochsalzlösung
Kochen, Heiß-Ansatz ³⁾	100	190	1%ige Kochsalzlösung
Kochen, Kalt-Ansatz	100	195	dest. Wasser
Kochen, Heiß-Ansatz	100	190	dest. Wasser
Druckkochen, Kalt-Ansatz	120	67	1%ige Kochsalzlösung
Druckkochen, Heiß-Ansatz	120	60	1%ige Kochsalzlösung
Druckkochen, Kalt-Ansatz	120	67	dest. Wasser
Druckkochen, Heiß-Ansatz	120	60	dest. Wasser Ansatz

- 1) Menge der Garflüssigkeit: 2 Liter
 2) Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit: 20°C
 3) Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit: 90°C

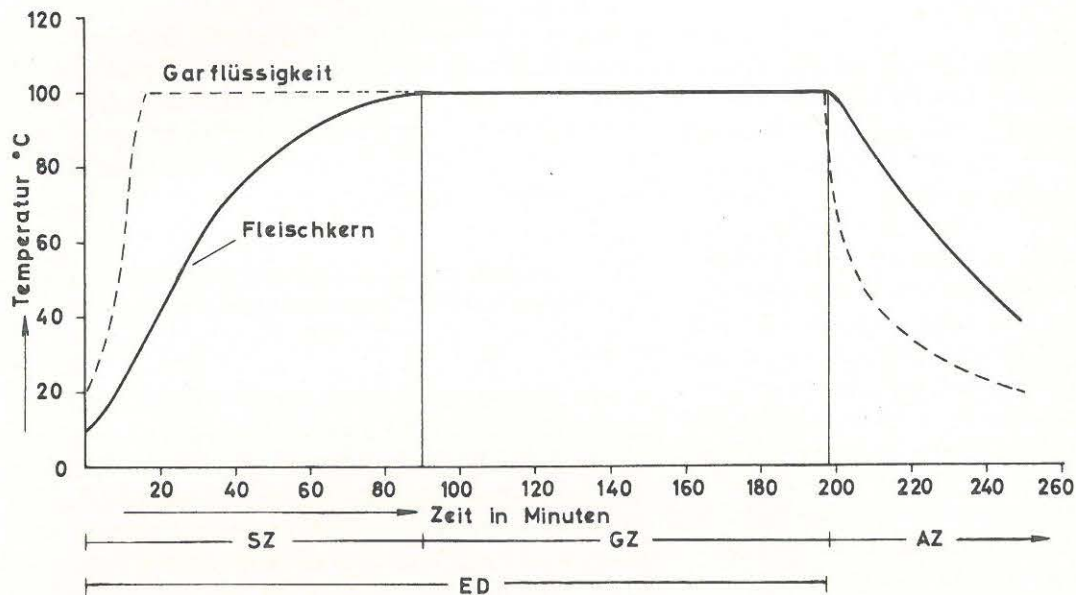
2.3 Chemische und sensorische Bestimmungen

Die chemische Bestimmung des Gehaltes an den verschiedenen Inhaltsstoffen in Fleisch und Fleischbrühe erfolgte nach den üblichen Methoden (1,9,11). Die Verdaulichkeit im rohen und gekochten Fleisch wurde enzymatisch in Anlehnung an die Methode von *Prahl* und *Teufel* (12) bestimmt. Für die Beurteilung der für den Genußwert charakteristischen Merkmale wie Farbe, Form, Geruch, Geschmack, Saftigkeit und Zartheit wurde ein 9-Noten-Bewertungsschema (13) mit speziellen Erläuterungen für gekochtes Fleisch und Fleischbrühe angewandt. An jeder Prüfung nahmen fünf geschulte Prüfpersonen teil. Zur Bestätigung der nach dem 9-Noten-Schema ermittelten Ergebnisse wurden zusätzlich Dreiecksprüfungen, insbesondere zwischen dem kalt und heiß angesetzten, sowie zwischen dem bei 100 und 120°C gegartem Fleisch und der Fleischbrühe durchgeführt. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch Berechnung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichung. Die Unterschiede zwischen den Durchschnittsnoten wurden statistisch mittels t-Test geprüft.

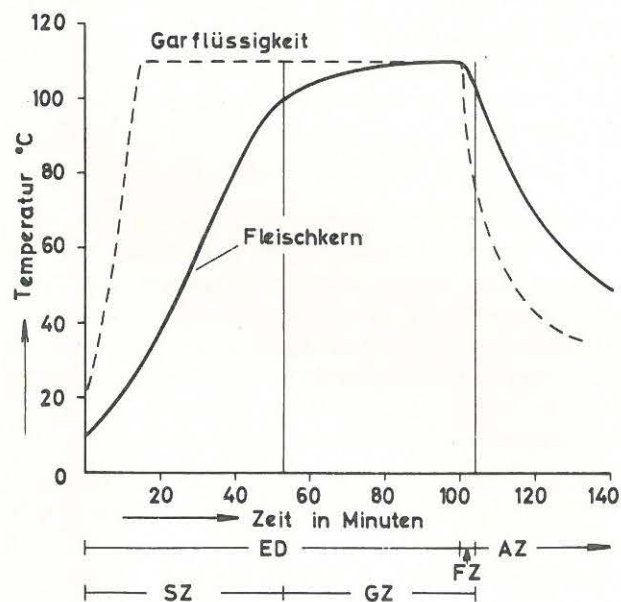
Abb.1 Temperatur-Zeit-Verlauf von Rindfleisch und Garflüssigkeit bei unterschiedlichen Gartemperaturen

(0,5 kg Fleisch in 2 l 1%-iger Kochsalzlösung „Kalt-Ansatz“)

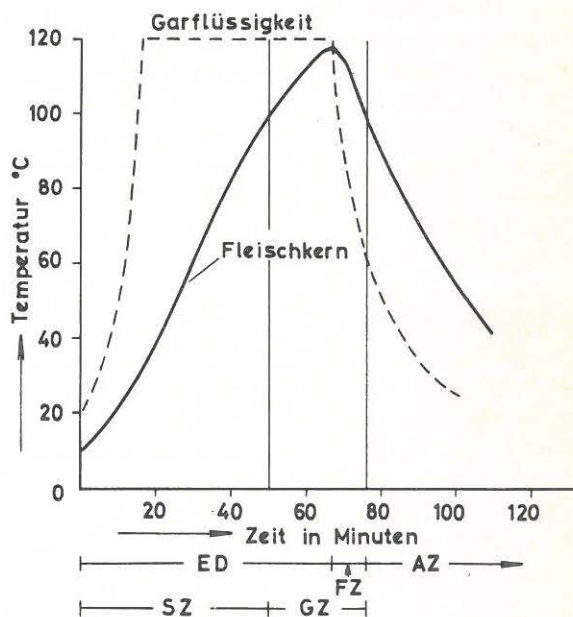
a) Garen bei 100°C



b) Garen bei 110°C



c) Garen bei 120°C



Erklärung der Abkürzungen :

ED = Erhitzungsdauer

FZ = Fallzeit

SZ = Steigzeit

GZ = Garzeit

AZ = Abkühlungszeit

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Temperaturverlauf und Garzeit von Rindfleisch in Abhängigkeit vom Garverfahren

Wie erwartet, war der Temperaturanstieg bzw. die Erwärmungsgeschwindigkeit von der Höhe der Gartemperatur und der Größe der Fleischstücke abhängig. Die Erwärmungsgeschwindigkeit zwischen 20 und 100°C im Fleischkern von 0,5 kg großen Stücken betrug etwa 1°C/min bei 100°C, etwa 1,8°C/min bei 110°C und etwa 2°C/min bei 120°C (Abb.1). In Modellversuchen mit 30 g großen Fleischstücken in 120 ml Flüssigkeit wurden Erwärmungsgeschwindigkeiten von 6 bis 10°C/min je nach Höhe der Gartemperatur festgestellt. Die Wirkung der Temperaturerhöhung ist neben der Beschleunigung des Wärmetransportes im Fleisch durch die Verkürzung der zum Garwerden von Fleisch benötigten Erhitzungsdauer besonders ausgeprägt. So betrug für 0,5 kg Fleisch die Erhitzungsdauer bei 120°C 67 min, bei 110°C 100 min und bei 100°C 195 min. Bei Verwendung von 30 g großen Fleischstücken betrug diese Zeit 40 min bei 120°C bzw. 130 Minuten bei 100°C.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann angenommen werden, daß die Garzeit weniger von der Erwärmungsgeschwindigkeit, sondern in erster Linie von dem Zeitintervall abhängt, in dem die Temperatur des Fleischkerns 100 bzw. über 100°C beträgt. Diese Annahme ist dadurch zu erklären, daß das Garwerden von Fleisch beim Kochen überwiegend durch die Umwandlung von Kollagen in Gelatine bestimmt wird. Diese Reaktion verläuft nach Literaturangaben (14, 15, 16) in drei Stufen:

1. Umwandlung von Kollagen A in Kollagen B zwischen 56 und 60°C unter Verkürzung der Kollagenfaser (Schrumpfung),
2. Aufnahme von Wasser durch Kollagen B unter gleichzeitiger Quellung und Erweichung des Bindegewebes,
3. Auflösung des Kollagen B unter Bildung eines Gelantinesols ab etwa 100°C. Bei 100°C verläuft diese Reaktion nur langsam. Bei einer Temperatur von 115 - 125°C wird schon nach relativ kurzer Zeit eine vollständige Hydrolyse des Kollagens erreicht (7).

Da es sich bei der Hydrolyse von Kollagen in Gelatine in reichlicher Menge Wasser um eine chemische Reaktion erster Ordnung handelt, müßte die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel nach van'T Hoff zutreffen. Zur Prüfung dieser Hypothese wurde für die Garzeit jeweils nur das Zeitintervall, bei welchem die Fleischkern-temperatur bei 100 bzw. über 100°C lag, nach der folgenden Formel berechnet: Garzeit = Erhitzungsdauer + Fallzeit bis 100°C - Steigzeit bis 100°C. Die nach dieser Gleichung berechnete Garzeit von Rindfleisch betrug bei 100°C

110 ± 5 min, bei 110°C 51 ± 3 min und bei 120°C 26 ± 4 min unabhängig von der Fleischgröße und Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit. Hieraus errechnet sich ein Temperaturkoeffizient von 2-2,5 je 10°C Temperaturerhöhung. Die Reaktionsgeschwindigkeits-Temperatur-Regel von van'T Hoff ist demnach für das Garen von Rindfleisch in feuchter Hitze in dem untersuchten Temperaturbereich gültig, d.h. durch Erhöhung der Gartemperatur um 10°C oberhalb von 100°C wird eine etwa 50%ige Verkürzung der Garzeit erreicht.

3.2 Chemische Zusammensetzung von Rindfleisch und Fleischbrühe in Abhängigkeit vom Garverfahren

Fleisch

Wie die in Tabelle 2 zusammengestellten Daten zeigen, veränderte sich der Gehalt aller untersuchten Bestandteile durch das Garen und den damit verbundenen Gewichtsverlust. So nahm -absolut gesehen- der Gehalt an Wasser, Mineralstoffen, Vitamin B₁, Kreatin und Gesamt-Kreatin ab und derjenige an Rohprotein, Fett, Kreatinin und Kollagen zu. Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zwischen Rohfleisch und den nach den verschiedenen Garverfahren gekochten Fleischproben waren mit p 0,05 signifikant. Der Vergleich der Werte von den gekochten Proben zeigt, daß eine Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung von Gartemperatur sowie Art und Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit nicht besteht. Lediglich im Gehalt an Kochsalz ergab sich -wie erwartet- ein Einfluß des Garverfahrens. Die Kochsalzmenge war in der in 1 %iger NaCl-Lösung gekochten Probe höher und erreichte den höchsten Wert bei Kalt-Ansatz und Garen bei 100°C.

Der pH-Wert der gekochten Proben lag zwischen 6,0 - 6,2 und damit um etwa 0,5 höher als im rohen Rindfleisch. Die Erhöhung des pH-Wertes ist dadurch zu erklären, daß die Imidazolgruppen des Histidins, die im nativen Fleischprotein maskiert waren, durch den Denaturierungsvorgang beim Erhitzen freigesetzt werden (17). Die enzymatische Verdaulichkeit von Fleisch nach dem Garen veränderte sich gegenüber Rohfleisch nur unwesentlich. Die relativ hohen Streubereiche bei den Mittelwerten deuten darauf hin, daß die Verdaulichkeit in entscheidendem Maße von der Rohfleischqualität beeinflußt wird.

Fleischbrühe

Als Bezugsgröße für den in Tabelle 3 angegebenen Gehalt an Inhaltsstoffen wurde jeweils eine Menge von 400 ml Fleischbrühe entsprechend einer Einwaage von 100 g Rohfleisch gewählt. Wie beim Fleisch konnten auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchsbedingungen gefunden werden. Der im Durchschnitt um 0,3 - 0,5 g höhere Gehalt an Rohprotein nach dem Erhitzen bei 120°C deutet bereits darauf hin, daß ein etwas größerer Anteil an

Tab. 2 Chemische Zusammensetzung von Rindfleisch in Abhängigkeit vom Garverfahren

Bestandteile	Gehalt in 100 g Rohfleisch ¹⁾		Gehalt in 100 g gekochten Fleisch nach Garen in 2)																
			1%iger Kochsalzlösung bei								dest. Wasser bei								
			100° C				120° C				100° C				120° C				
			Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		
M	+ Δ x ³⁾	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x		
Wasser	g	73,9	1,2	58,6	4,4	57,8	4,5	58,5	4,3	57,4	1,5	57,0	1,85	56,6	5,2	56,7	2,51	56,1	2,9
Rohprotein (Gesamt Nx6,25)	g	21,5	0,7	36,3	3,5	36,7	2,9	36,4	2,7	36,2	2,0	37,5	2,1	37,0	2,5	37,6	1,31	37,6	2,6
Fett	g	3,4	0,5	3,7	2,9	4,3	2,6	4,0	3,1	5,2	2,1	4,5	2,2	5,2	3,0	4,5	1,61	4,9	3,0
Kohlenhydrate(red.Zucker)	g	0,270	0,250	0,068	0,063	0,128	0,073	0,126	0,090	0,156	0,095	0,110	0,067	0,136	0,080	0,120	0,060	0,178	0,090
Mineralstoffe	g	1,130	0,100	1,179	0,440	1,032	0,143	0,860	0,280	1,101	0,290	0,766	0,200	0,796	0,125	0,926	0,255	0,998	0,170
Kochsalz	g	0,120	0,030	0,510	0,450	0,295	0,200	0,251	0,160	0,193	0,031	0,076	0,060	0,053	0,030	0,084	0,040	0,085	0,060
Mineralstoffe ohne NaCl	g	1,010	0,100	0,669	0,100	0,737	0,184	0,609	0,200	0,908	0,250	0,690	0,180	0,737	0,125	0,842	0,250	0,913	0,161
Vitamin B ₁	µg	88	60	76	67	45	31	69	62	41	18	47	32	46	32	43	15	56	42
Bindegewebe(Kollagen) ⁴⁾	%	3,8	1,38	3,12	0,60	3,42	1,20	2,0	1,40	3,68	1,14	2,60	0,56	2,73	1,00	2,68	1,05	2,60	1,10
Kreatin(ber. als Kreatinin)	mg	394	38	73	15	99	9	117	20	125	23	93	20	85	10	114	30	119	20
Kreatinin	mg	20	13	161	19	166	45	184	42	161	38	165	27	163	25	192	17	194	35
pH		5,5	0,26	6,2	0,25	6,0	0,20	6,0	0,25	6,0	0,25	6,0	0,22	6,0	0,10	6,0	0,20	6,0	0,20
Verdaulichkeit	%	85	4,0	87	6,4	93	8,0	88	6,4	89	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-

1) Mittelwerte aus 40 Versuchen, 2) Mittelwerte aus 4 - 7 Versuchen, 3) Streubereich bei p 0,05, 4) Bindegewebe bezogen auf Rohprotein

Tab. 3 Chemische Zusammensetzung von Fleischbrühe in Abhängigkeit vom Garverfahren

Bestandteile	Gehalt in 400 ml Fleischbrühe 1) nach Garen von Fleisch in																
	1%iger Kochsalzlösung bei								dest. Wasser bei								
	100° C				120° C				100° C				120° C				
	Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		Kalt-Ansatz		Heiß-Ansatz		
M	+ Δ x ²⁾	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x	M	+ Δ x		
Rohprotein (Gesamt Nx6,25)	g	2,00	0,2	1,84	0,2	2,30	0,3	2,35	0,4	1,90	0,3	1,86	0,2	2,40	0,5	2,15	0,3
Fett	g	0,8	0,3	0,5	0,2	0,7	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3
Kohlehydrate (red.Zucker)	g	0,110	0,070	0,187	0,030	2,00	0,100	0,183	0,060	0,160	0,060	0,200	0,070	0,160	0,050	0,249	0,100
Mineralstoffe	g	-	-	-	-	-	-	-	-	0,765	0,240	0,680	0,120	0,714	0,200	0,607	0,120
NaCl	g	-	-	-	-	-	-	-	-	0,113	0,030	0,080	0,030	0,070	0,030	0,073	0,030
Mineralstoffe ohne NaCl	g	-	-	-	-	-	-	-	-	0,652	0,240	0,600	0,120	0,644	0,200	0,534	0,130
Vitamin B ₁	µg	8	8	16	6	31	14	24	9	15	9	5	5	23	13	24	10
Gelatine 3)	%	15,5	4,0	14,6	4,0	17,0	9,0	14,7	4,0	13,4	3,0	8,1	4,0	10,0	3,1	15,0	6,0
Kreatin (ber. als Kreatinin)	mg	123	10	124	16	100	13	82	15	120	13	114	15	84	15	100	16
Kreatinin	mg	132	10	141	17	175	22	168	26	146	11	140	14	171	23	180	27
pH		6,1	0,2	6,1	0,2	6,1	0,2	6,1	0,2	6,2	0,2	6,1	0,1	6,1	0,2	6,1	0,2

1) entspricht der Menge für 100 g Rohfleisch (Mittelwerte aus 4 - 7 Versuchen) 2) Streubereich bei p 0,05, 3) Gelatine bezogen auf Rohprotein

N-haltigen Substanzen in Lösung geht. Die teilweise deutlich von einander abweichenden Mengen, z.B. an Kohlenhydrat (red. Zucker), Gelatine, sind wahrscheinlich nicht nur auf das betreffende Garverfahren, sondern auch auf den unterschiedlichen Gehalt an diesen Stoffen in dem zum Versuch verwendeten Rohfleisch zurückzuführen. So wurde z. B. bei einigen Versuchen, in denen der Bindegewebeanteil im Rohfleisch höher lag, auch ein höherer Gehalt an Gelatine in der Brühe gefunden.

Einfluß der thermischen Behandlung auf den Gehalt an Hauptbestandteilen von Fleisch und Fleischbrühe (Abb. 2)

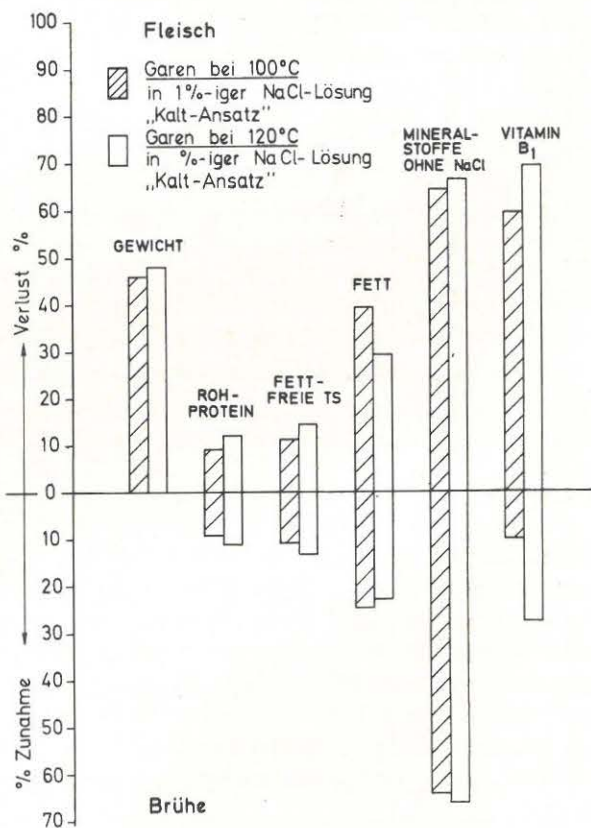
Da die in Tabelle 2 und 3 aufgeführten Mittelwerte aus allen Versuchsergebnissen sich nur auf den absoluten Gehalt beziehen, wie er z.B. in den verschiedenen Nährwerttabellen angegeben wird, kann hieraus keine Aussage über die tatsächlich eingetretenen Veränderungen durch die thermische Einwirkung abgeleitet werden. Hierzu wurde der Gehalt an den einzelnen Inhaltsstoffen auf 100 g Rohfleischeinwaage umgerechnet. Aus diesen Daten wurden dann die % Veränderungen gegenüber den jeweiligen Ausgangswerten im Rohfleisch errechnet.

Das Garen von Fleisch wird in erster Linie durch die hohe Gewichts- und Wasserabnahme charakterisiert. Der Gewichtsverlust lag zwischen 45 und 50% und der Wasserverlust zwischen 57 und 62%. Im Gegensatz zu den Literaturangaben (1,7) übten die einzelnen Garbedingungen, wie Höhe der Gartemperatur, Art und Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit, *keinen* signifikanten Einfluß auf die Gewichts- und Wasserabnahme aus. Es ist lediglich eine gewisse Tendenz erkennbar, wonach bei dem Druckkochen (Gartemperatur 120°C) die Verluste an Gewicht und Wasser im Mittel geringfügig höher waren als nach dem Kochen bei der Gartemperatur von 100°C. Der Gehalt an Rohprotein im Fleischmuskel, bezogen auf die Rohfleischausgangswerte, veränderte sich in Abhängigkeit von den Garbedingungen mehr oder weniger deutlich (Abb.2). Der Einfluß der Gartemperatur ist besonders auffallend. So wurde bei 120°C Garen ein um 2-2,8% höherer Verlust an Rohprotein als bei den bei 100°C gegarten Fleischproben festgestellt. Die Unterschiede sind hierbei signifikant. Der Einfluß von 1% Kochsalz in der Garflüssigkeit war dagegen unbedeutend. Die Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit übte – unabhängig von der Höhe der Gartemperatur – einen geringfügigen aber statistisch gesicherten Einfluß aus. Bei den in heißer Garflüssigkeit (Wasser oder 1%iger NaCl-Lösung) angesetzten Proben lag der Verlust an Rohprotein um 0,7 – 1,5 % niedriger. Diese Ergebnisse wurden durch die Zunahme an Rohprotein in der Fleischbrühe bestätigt. Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch nur bei den Versuchen mit un-

terschiedlicher Gartemperatur und dem Vergleich zwischen Kalt- und Heißansatz in 1%iger Kochsalzlösung bei 100°C.

Unter Berücksichtigung des Gehaltes in Fleisch und Brühe wurde ein Gesamtverlust an Rohprotein von 0,1 – 0,8% festgestellt, der jedoch wegen der hohen Standardabweichungen nicht signifikant war. Daraus folgt, daß durch die verschiedenen Garbedingungen kein bedeutender Verlust an Rohprotein eintrat. Die Höhe des Fettverlustes betrug 20 bis 40%. Ein Einfluß der Garbedingungen auf die Abnahme des Fettes im Fleisch konnte nicht festgestellt werden. Die relativ hohen Standardabweichungen zeigen, daß der Verlust in erster Linie vom Fettgehalt im rohen Fleisch abhängt.

Abb. 2 Einfluß der thermischen Behandlung auf den Gehalt an Inhaltsstoffen in Fleisch und Fleischbrühe in Abhängigkeit von den Gartemperaturen Veränderungen bezogen auf 100 g Rohfleischausgangswerte



Die Abnahme an fettfreier Trockensubstanz in Fleisch (10,8 – 14,5%) war je nach Garbedingungen unterschiedlich und zwar bei Einwirkung von 120°C im Durchschnitt um etwa 2 – 3 % höher als nach Garen bei 100°C. Die Unterschiede waren statistisch mit p 0,01 gesichert. Die Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit hatte keinen Einfluß auf den Verlust an fettfreier Trockensubstanz, ausgenommen nach Garen bei 100°C in destilliertem Wasser. Wie erwartet, war der Verlust an Mineralstoffen, je nachdem, ob zum

Garen destilliertes Wasser oder Kochsalzlösung verwendet wurde, unterschiedlich hoch (45,6 – 64,8%). Ein signifikanter Einfluß der Gartemperatur bestand jedoch nur beim Kalt-Ansatz in 1 %iger NaCl-Lösung in der Weise, daß beim 120°C Garen die Abnahme an Mineralstoffen im Mittel um 14% höher war als beim 100°C-Garen. Betrachtet man die Abnahme an *Mineralstoffen ohne NaCl*, so war der Verlust unabhängig von den einzelnen Garbedingungen. Dieser Befund ist dadurch erklärbar, daß während der wesentlich kürzeren Garzeit bei 120°C nur eine geringe Menge an NaCl in das Fleisch eindringen konnte. Die Zunahme an fettfreier Trockensubstanz und Mineralstoffen in der Brühe lag in der gleichen Größenordnung wie die Abnahme im Fleisch. Somit kann von einem echten Verlust an diesen Stoffen nicht gesprochen werden. Lediglich bei Fett wurde ein geringfügiger Verlust von etwa 0,5 g/100 g Rohfleischeinwaage, bedingt durch das nicht entfernte Fett an den Kochgefäßen, festgestellt.

Der Gehalt an *Vitamin B₁* im Fleisch nahm bei 100°C-Garen im Mittel um 58 – 66 % und bei 120°C um 69 – 72 % ab. Die Unterschiede zwischen den Verlusten bei 100 und 120°C gekochtem Fleisch waren signifikant. In der Fleischbrühe betrug die Zunahme je nach Garverfahren 10 - 32 %, wobei der Vitamin B₁-Gehalt in den bei 120°C gekochten Fleischbrühen um 10 – 20 % höher als bei den bei 100°C gekochten Brühen lag. Der unter Berücksichtigung von Fleisch und Fleischbrühe ermittelte Gesamtverlust an Vitamin B₁ betrug 38 – 50 % bezogen auf die Rohfleischausgangswerte. Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse ergab, daß die angewandten Garverfahren keinen signifikanten Einfluß auf die Erhaltung des Vitamins B₁ ausüben.

3.3 Sensorische Beurteilung des Genußwertes von Fleisch und Fleischbrühe

Parallel zu den chemischen Untersuchungen wurden das nach verschiedenen Garverfahren erhitzte Fleisch und die Fleischbrühe sensorisch beurteilt. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, war der Einfluß der verschiedenen Garverfahren auf die sensorischen Merkmale von *Fleisch* nur geringfügig. Die Unterschiede zwischen den Noten waren rein zufällig und konnten statistisch nicht gesichert werden. Somit kann unter Voraussetzung des gleichen Garegrades als gesichert gelten, daß weder die Höhe der Gartemperatur noch die Art der Garflüssigkeit – Wasser oder 1%ige NaCl-Lösung – oder ein Kalt- bzw. Heiß-Ansatz einen positiven oder negativen Einfluß auf den Genußwert von Fleisch hat. Auch wird die Annahme widerlegt, daß bei Erhöhung der Gartemperatur und der dadurch bedingten Verkürzung der Garzeit ein zarteres Rindfleisch erhalten wird. Die sensorischen Befunde bestätigen somit die chemischen Analysenwerte. Ausschlaggebend für den Genußwert von gekochtem Rindfleisch sind sicherlich in erster Linie die Eigenschaften des Rohfleisches, z.B. Reifegrad, Geschlecht und Alter des Schlachttieres. So konnte ein nicht genügend gereiftes Rindfleisch weder bei 100 noch 120°C zart gekocht werden, auch dann nicht, wenn die normale Garzeit wesentlich verlängert wurde. Die sensorische Prüfung der *Fleischbrühe* zeigte teilweise ein anderes Ergebnis (Tab.5). Übereinstimmend mit der Bewertung der Fleischproben ergaben sich keine Unterschiede in der Farbe und zwischen den Geruchs- und Geschmacksnoten nach Kalt- bzw. Heißansatz in 1%iger NaCl-Lösung oder in destilliertem Wasser. Die Literaturangaben (1,3,4), wonach durch Anset-

Tab. 4 Genußwert von Rindfleisch in Abhängigkeit vom Garverfahren

Garbedingungen Temp. °C Garflüssigkeit		Beurteilungsnoten												N ¹⁾
		Farbe		Form		Geruch		Geschmack		Saftigkeit		Zartheit		
		\bar{M}	$\pm s$	\bar{M}	$\pm s$	\bar{M}	$\pm s$	\bar{M}	$\pm s$	\bar{M}	$\pm s$	\bar{M}	$\pm s$	
100	m. Salz:													
	Kalt-Ansatz	7,6	0,78	7,7	0,60	7,5	0,68	7,6	0,70	6,6	0,90	6,7	1,10	70
	Heiß-Ansatz	7,8	0,67	7,5	0,52	7,3	0,83	7,2	0,90	6,2	0,91	6,1	0,96	30
	o. Salz:													
120	Kalt-Ansatz	7,3	0,62	7,7	0,61	7,3	0,84	7,3	0,86	6,2	1,00	6,4	0,80	45
	Heiß-Ansatz	7,6	0,67	7,8	0,63	7,5	0,52	7,5	0,60	6,7	1,00	6,1	1,00	15
	m. Salz:													
	Kalt-Ansatz	7,1	1,00	7,1	0,76	7,5	0,75	7,4	1,00	6,7	1,00	6,4	1,10	65
120	Heiß-Ansatz	7,7	0,50	7,5	0,71	7,5	0,99	7,5	0,93	6,9	0,83	6,2	1,00	25
	o. Salz:													
	Kalt-Ansatz	7,3	1,00	7,2	0,89	7,7	0,73	7,4	0,76	6,5	0,94	6,7	1,10	45
	Heiß-Ansatz	7,1	0,88	7,0	0,66	7,7	0,66	7,5	1,10	6,6	0,90	6,2	1,00	15

1) N = Zahl der Einzelwerte

Tab. 5 Genußwert von Fleischbrühe in Abhängigkeit vom Garverfahren

Garbedingungen Temp. Garflüssig- keit °C	Beurteilungsnoten						N ¹⁾	
	Farbe		Geruch		Geschmack			
	M	+s	M	+s	M	+s		
100	m. Salz:							
	Kalt-Ansatz	7,5	0,72	7,2	0,80	7,0	0,76	70
	Heiß-Ansatz	7,5	0,82	7,1	0,70	6,8	0,70	30
	o. Salz							
	Kalt-Ansatz	7,5	0,66	6,9	0,89	6,9	0,82	45
	Heiß-Ansatz	7,4	0,86	7,2	0,60	7,1	0,74	15
120	m. Salz:							
	Kalt-Ansatz	7,5	0,68	7,6	0,70	7,6	0,70	65
	Heiß-Ansatz	7,5	0,88	7,5	0,60	7,3	0,70	25
	o. Salz:							
	Kalt-Ansatz	7,6	0,92	7,6	0,80	7,5	0,87	45
	Heiß-Ansatz	7,4	0,55	7,8	0,84	7,8	0,42	15

1) N = Zahl der Einzelwerte

zen von Fleisch in heißer Garflüssigkeit eine wesentlich schwächere Brühe als beim Ansetzen in kalter Flüssigkeit erhalten wird, konnten durch unsere Ergebnisse nicht bestätigt werden. Die Höhe der Gartemperatur übte dagegen einen signifikanten Einfluß auf Geruch und Geschmack aus. Die bei 120°C hergestellten Fleischbrühen wurden im Geschmack und Geruch um etwa 0,7 Noten höher bewertet. Sie schmeckten intensiver und etwas herber als die bei 100°C erhaltenen Brühen. Dieses Ergebnis wurde durch Dreiecksprüfungen bestätigt. Die sensorischen Befunde für den Geschmack von Fleischbrühe stehen mit den Ergebnissen der chemischen Analyse ebenfalls in Einklang. Wie unsere Untersuchungen zeigten, enthielten die bei 120°C gekochten Fleischbrühen im Durchschnitt einen etwa um 2,5 % höheren Anteil an löslichen Stickstoffsubstanzen, bezogen auf Rohfleischausgangswerte, als die bei 100°C hergestellten Brühen. Welche der während des Garens herausgelösten Stoffe für den intensiveren volleren und herberen Geschmack der bei 120°C hergestellten Brühen verantwortlich sind, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen. Aufgrund der hier nicht angegebenen Analysendaten ist anzunehmen, daß hierfür in erster Linie die folgenden Substanzen in Frage kommen: Kreatinin, Taurin, Gelatine sowie niedermolekulare Proteinabbauprodukte.

Zusammenfassung

Aus den Versuchsergebnissen können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

1. Durch die thermische Behandlung von Fleisch wird unabhängig von den verschiedenen Garbedingungen der Nährwert des Fleisches gemindert, wenn der Gehalt jeweils auf 100 g Rohfleisch bezogen wird. Unter Berücksichtigung des Gehal-

tes in der Fleischbrühe sind die Verluste – mit Ausnahme von Vitamin B₁ und bestimmten hitzelablen Aminosäuren – jedoch unbedeutend.

2. Durch die Erhöhung der Gartemperatur auf 120°C kann trotz der auf etwa ein Viertel verkürzten Garzeit weder eine bessere Nährwerterhaltung noch ein höherer Genußwert des Fleisches erreicht werden.

3. Im Gegensatz zu den Literaturangaben und der verbreiteten Ansicht konnte festgestellt werden, daß die Ausgangstemperatur der Garflüssigkeit (Kalt- bzw. Heiß-Ansatz) keinen signifikanten Einfluß auf den Gehalt an Extraktivstoffen in der Brühe sowie auf Geruch und Geschmack von gekochtem Fleisch und Fleischbrühe ausübt.

Literatur

- 1) Grau, R.: Fleisch und Fleischwaren. 2. Aufl. Berlin, Hamburg, 1969 S. 125 – 140
- 2) Kallert, E.: Strukturveränderungen des Muskelfleisches bei der Konservierung und Zubereitung. Fleisch- und Milchhygiene 41 (1931) 297
- 3) Lobanow, D.I. und Bykowa, S.W.: Über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Extraktion löslicher Stoffe beim Kochen des Fleisches. Z. Lebensmittel-Unters. und Forschung 69 (1935) 313
- 4) Diemair, W.: Die Verarbeitung der Lebensmittel, in „Die Ernährung“, von Lang, K. 1. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952, S. 238-240
- 5) Tegedy-Kovats, L.: Eine kritische Studie zur Frage des Druck-Kochverfahrens. Die Nahrung 48 (1962) 417
- 6) Hamm, R.: Die Wirkung der Zubereitung auf die Zusammensetzung und den Nährwert des Fleisches. Fleischwirtschaft 4 (1952) 247 und 273
- 7) Unger, F.: Studien über Kochverluste von zerkleinertem Fleisch. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Universität München (1966) S. 39
- 8) Noble, I. und L. Gomes: J. Amer. Dietet. Assoc. 36 (1960) 46
- 9) Schillinger, A. und G. Zimmermann: Über den Vitamingehalt von Fleisch- und Fleischkonserven. Z. Lebensmittel-Unters. und Forschung 128 (1965) 193
- 10) Hofmann, K.: Einfluß der küchentechnischen Zubereitung auf den Nährstoffgehalt des Rindfleisches. Hauswirtschaft und Wissenschaft 16 (1968) 61
- 11) Schormüller, J.: Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. III/2 Berlin, Heidelberg, New York 1968 S. 1197 - 1218
- 12) Prah, L. und K. Täufel: Über Eiweiß-Veränderungen bei hocherhitzten Milchpulvern. Die Nahrung 11 (1967) 257 -265
- 13) Paulus, K., J. Gutschmidt und A. Fricker: Karlsruher Bewertungsschema - Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. Lebensmittel-Wissenschaft und Technik 2 (1969) 132
- 14) Bendall, J.R.: The effect of cooking on the creatine, creatinine, phosphorus, nitrogen and pH-values of raw-lean beef. J. Soc. Chem. Ind. 65 (1946) 226
- 15) Bear, R.S.: Adv. Prot. Chem. 7 (1952) 69
- 16) Machlich, S.M. und H.N. Draudt: J. Food Sci. 28 (1963) 711
- 17) Hamm, R.: Einfluß des Erhitzens auf tierisches Gewebe. Dechema-Monographien Bd. 56 (1965) S. 159-170

Anschrift des Verfassers: Lebensmittel-Chemiker Antal Bognar, Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft und Universität Hohenheim, Institut für Lebensmitteltechnologie, 7000 Stuttgart-Hohenheim, Garbenstraße