

Über die Zartheit des fleisches – ein vergleich zwischen rind, schwein, geflügel und kaninchen*

Ristic Milan¹

Zusammenfassung: Der Verbraucher schätzt die Qualität des Fleisches in der Zartheit und im Aroma/Geschmack. Jedoch besteht auch der Wunsch, diese Eigenschaften rein objektiv bestimmen zu können. Die ersten Einsätze von solchen Messgeräten fanden in Deutschland schon Anfang der 50er Jahre beim Rind-, Kalb- und später auch beim Geflügelfleisch statt (Grünewald, 1957). Mit dieser Thematik haben sich mehrere Dissertationen an Tierzuchtinstituten beschäftigt. Im Laufe der Zeit wurde die Messtechnik wesentlich verbessert. Zurzeit werden verschiedene Messgeräte auf dem Markt angeboten. Teurere Geräte bieten mehr Information zur Erfassung der Druck- und Scherfestigkeit. Die Messwerte werden in lbs, kg oder N angegeben; die Höhe der Messwerte ist Ausdruck für die objektive Zartheit des Fleisches. Die Reifung des Fleisches kann somit sehr gut demonstriert werden. Insgesamt ergeben sich 4 Messabstufungen für das Fleisch folgender Tierarten:

Rind	40-80 N	als Scherkraftwert
Schwein	30-60 N	als Scherkraftwert
Geflügel	10-30 N	als objektive Zartheit
Kaninchen	10-40 N	als objektive Zartheit

Beim Rindfleisch nahmen die Scherkraftwerte innerhalb einer Reifungsdauer von 2 Wochen um ca. 40% vom Ausgangswert ab.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Erfassung der objektiven Zartheit eine gute Ergänzung zur sensorischen Bewertung des Fleisches darstellt. Hierbei wurde eine Abhängigkeit von $r = -0,72$ ermittelt und zwischen den Messkriterien eines Gerätes von $r = 0,86$.

Schlüsselwörter: Zartheit – subjektiv – objektiv – Rind – Schwein – Geflügel – Kaninchen Vergleich.

Einleitung

Für die Verbraucher ist in erster Linie die Zartheit des Fleisches von Bedeutung. Beim Verzehr wird dadurch der Genusswert gesteigert. Hoffmann (1973, 1995) versteht unter Fleischqualität „die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches“. Hierbei sind u.a. auch die physikalischen Kriterien nach der Schlachtung wichtig (Ristic et al., 2011). Die Zartheit des Fleisches ist eine physikalische Eigenschaft, die durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden kann, wie z.B. Züchtung, Haltung, Fütterung, Mastalter, Transport, Schlachttechnologie, Kühlung, Lagerung und nicht zuletzt

durch die thermische Behandlung. Sie umfasst mehrere Materialeigenschaften, wie Kaubarkeit, Langwässrigkeit, Derbheit. Die Zartheit kann vielseitig untersucht werden: biochemisch-physikalisch, histologisch, mechanisch und sensorisch (Riedl und Obermowe, 2010; Ristic, 1984; Ristic, 2010).

Ziel dieser Arbeit war, die objektive Zartheit des Fleisches verschiedener Tierarten mit Hilfe unterschiedlicher Messgeräte zu erfassen und gleichzeitig mit den Daten der sensorischen Analyse zu vergleichen.

Messgeräte

Eines der ältesten Festigkeitsprüfgeräte für Lebensmittel ist das **Wolodkewitsch-Gerät** (Grüne-

*Plenary paper on International 56th Meat Industry Conference held from June 12-15th 2011. on Tara mountain;

*Plenarno predavanje na Međunarodnom 56. savetovanju industrije mesa, održanom od 12-15. juna 2011. godine na Tari.

¹Max Rubner-Institut (MRI) Kulmbach, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326, Deutschland.

wald, 1957; Werhahn, 1964; Weipert et al., 1993). Bei der Messung werden die Proben entweder geschnitten oder gequetscht. Die größte Belastbarkeit beträgt 25 kg. Für die Auswertung der Weg-Kraft-Diagramme werden der Maximaldruck und die beim Quetschen des Fleisches geleistete Arbeit als Hilfsmerkmal für die Zartheit herangezogen. Als Maß für den Maximaldruck ist die Höhe der Kurve, und für die geleistete Arbeit die Fläche unter der Kurve des Diagramms zu betrachten. Die Flächenauswertung erfolgt planimetrisch (Tawfik, 1969).

Weiterhin wurde ein **Fleischwolf mit Druckmesseinrichtung** eingesetzt. Dieses Gerät misst und registriert den beim Verarbeiten von Fleisch mit dem Fleischwolf auf die Lochscheibe wirkenden Axialdruck. Zur Druckmessung dient eine Kraftmessanlage der Firma Siemens, bestehend aus Kraftmessdose, Messhalterung und Linienschreiber. Die Kraftmessdose ist durch eine mechanische Halterung mit dem Fleischwolf gekoppelt, so dass eine direkte Kraftübertragung von der Lochscheibe auf die Messdose stattfindet. Der Linienschreiber ist mit einer Öl-Dämpfung ausgestattet. Es wird ein Weg-Kraft-Diagramm registriert, wobei das Maximum der Kurve und die geleistete Arbeit als Kriterien für die Zartheit betrachtet werden (Hausmann, 1967).

Ebenfalls wird ein **Warner-Bratzler-Gerät (Modell 2000)** eingesetzt. Der Widerstand der geschnittenen Probe wird auf der Skala aufgezeichnet, entweder in lbs oder in kg-Einheiten (1 lb. = 453,59 g).

Für die Messung der Festigkeit von Fleisch und Fleischerzeugnissen wird ein **Penetrometer** (Sommer & Runge, Berlin; Stable Micro Systems, England) verwendet. Diese wird vertikal ausgerichtet, damit der Penetrationskörper senkrecht in die Probe eindringt (Klettner, 1983; Kühne et al., 2005).

Zunehmend kommt das **Instron-Gerät (Modell 1140, 5564)** der Firma Instron Deutschland GmbH zum Einsatz. Mit verschiedenen Prüfvorrichtungen ist dieses Gerät für alle Lebensmittel geeignet. Hierbei handelt es sich um eine sog. Kraft-Weg-Maschine, bei der das Messergebnis als die Kraft dargestellt wird, die über einen vorgegebenen Weg des Scherblattes aufgewendet werden muss. Das Scherblatt schert auf diesem Weg die Probe durch einen Spalt, der der Scherblattstärke entspricht. Bei der Scherkraft- bzw. Zartheitsmessung von Rindersteakproben wird eine Kraftdose von 1 kN (Kilo-Newton) mit einer Geschwindigkeit von 200mm/min eingesetzt. Hierbei können 2 Prüfvorrichtungen verwendet werden: Warner-Bratzler-Schere und Kramer-Scherzelle. Nach der Messung wird die üblicherweise auftretende Kraft-Weg-Energie aufgezeichnet und als Maximum der Druckkraft (N), Energie bei maximaler Kraft (mJ), sowie Energie

bei Bruch (mJ) in Form der Weg-Kraft-Kurve ausgewiesen. In der Regel wird nur die maximale Druckkraft (N) dargestellt (Freudenreich und Augustini, 2001; Hecht, 1986).

Die objektive Zartheit des Fleisches kann auch mit Hilfe von biochemisch-physikalischen Kriterien, sowie histologisch und sensorisch untersucht werden. Die biochemisch-physikalischen Methoden basieren auf Untersuchungen des Nukleotidabbaus, wie ATP, ADP, AMP, Glykogen, Glukose, Veränderungen des pH-Wertes, Anteil an Bindegewebe. Bei den histologischen Untersuchungen werden die Dicke und Breite der Muskelfaser, sowie die Sarcomerenlänge gemessen.

Methoden und Messstellen

Die meisten Hersteller von Messgeräten empfehlen, die Messungen bei den Proben nach der thermischen Behandlung durchzuführen. In Abhängigkeit von der Versuchsdurchführung wird das Fleisch verschiedener Tierarten zuerst gekühlt und nach unterschiedlicher Reifung untersucht. So werden z.B. beim Rindfleisch Scheiben mit einer Stärke von 2,5 cm geschnitten und bei bestimmter Lager-temperatur und -dauer gereift. Diese Proben werden in einem platten Kontaktgrill bis zum Erreichen der Kerntemperatur von 70°C gegrillt. Die Temperatur der Platten beträgt ca. 230°C, die Grilledauer etwa 7 Minuten. Im Anschluss werden die gegrillten Proben 24 Std. bei +4°C bis zur Messung aufbewahrt. Die Scherkraftmessung erfolgt im rechten Winkel zur Muskelfaser. Manche Autoren geben nur eine Abkühlungszeit von 5 Minuten (Westphal und Golze, 2007). Beim Schweinefleisch empfiehlt sich statt Grillen, die Proben in einem Polyäthylenbeutel im Wasser zu erhitzen (ca. 1 h), bis eine Kerntemperatur von 75°C erreicht wird. Allerdings findet man in der Literatur auch Scherkraftwerte, die an rohem Fleisch durchgeführt wurden (Kühne et al., 2005). Ebenso werden Prüfsystem für die Texturanalyse bei Wurst-, Fleisch- und Fischprodukten angeboten (Fa. Zwick Roell AG, Ulm). Dabei werden z.B. bei rohem Fleisch die Scherfestigkeit, Zähigkeit, Zartheit und das Bissverhalten ermittelt, und bei Wurst die Festigkeit und Härte.

Pro Probe werden am gleichen Muskel 6 bis 10 Messungen durchgeführt. Die statistische Auswertung kann zuerst mittels des arithmetischen Mittelwertes oder des Zentralwertes (Median) erfolgen. Für die weitere Berechnung kann die Varianzanalyse herangezogen werden. Der multiple Mittelwertvergleich erfolgt meistens durch den Tukey-Test, oder mit der Prüfung der Grenzdiffe-

renz. Signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) werden mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet. Für Scherkraftwerte einer Probe werden verschiedene Synonyme verwendet, wie Konsistenz, Textur, Struktur. Die Textur im Vergleich zur Konsistenz bedeutet Gewebe, Gefüge. Sie ist eine Zusammensetzung derjenigen Eigenschaften, deren Ursprung in den physikalisch-strukturellen Elementen liegt, und der Art, wie diese durch die physiologischen Sinne nachgewiesen werden können. Für die Messungen werden verschiedene Muskeln verwendet, wie z.B. M. longissimus dorsi, M. semimembranosus, M. triceps brachii, sowie Brust- und Schenkelfleisch beim Geflügel, und bei Kaninchen Keulen- und Rückenmuskulatur.

Tabelle 1. Scherkraftwerte, Grillverlust und Zartheit nach der Reifung von 7 und 21 Tagen (Färsen, n = 31; Augustini und Spindler, 2000, mod.)

Merkmal	\bar{x}	s	min.	max.
Scherkraft ¹ 7 Tg.	7,6	2,87	2,7	13,4
Scherkraft ¹ 21 Tg.	5,2	2,05	2,4	9,6
Grillverlust (%) 7 Tg.	20,2	3,01	14,8	28,9
Grillverlust (%) 21 Tg.	19,7	3,29	12,1	27,4
Zartheit ² 21 Tg.	3,8	0,88	1,8	5,5

¹in kg/cm² - M. long. dorsi

²Punktzahl von 1 (sehr zäh) bis 6 (sehr zart)

Tabelle 2. Scherkraftwerte und Garverlust in Abhängigkeit von der Reifungsdauer (n = 20 je Behandlung; Augustini und Freudenreich, 1998, mod.)

Reifung/ Tage	Scherkraft/N ¹		Garverlust/%	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	82,5 ²	22,4	23,7	2,0
2	77,7	22,5	24,6	2,4
3	71,4	26,9	23,6	2,9
5	67,6	25,6	23,2	2,7
7	69,9	20,2	24,4	3,1
10	57,5	19,3	23,7	2,9
14	52,0	14,0	22,3	2,9
21	46,5	13,4	22,0	2,4
28	43,0	11,6	22,7	2,4
35	38,1	8,5	22,9	2,8

¹Newton(N/9,81=kg) - M. long. dorsi

²GD_{0,05} 15 bzw. 26 N

Versuchsergebnisse

Rindfleisch

Die Zartheit des Rindfleisches ist in erster Linie von der Reifungsdauer und Reifungstemperatur abhängig (Schwägele, 1998; Augustini und Freudenreich, 1998). Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Scherkraftwerte - als Druck angegeben - in Abhängigkeit von der Dauer der Reifung des Fleisches von Färsen. Die ermittelten Scherkraftwerte nach einer Reifung von 21 Tagen haben abgenommen, d.h. das Fleisch war zarter. Der Grillverlust wurde von der Reifungsdauer nicht beeinflusst. Inwieweit eine noch längere Reifungsdauer einen positiven Effekt erzielen kann, zeigt die Untersuchung nach Augustini und Freudenreich (1998) bei Jungbullen der Rasse Fleckvieh in der Tab. 2. Die Scherkraftwerte wurden während der Reifung bis zu 35 Tagen deutlich geringer. Der Rückgang der Messwerte war bis zum 10. Tag besonders stark, er dauerte bis zum 35. Tag an. Die Streuung ist innerhalb der einzelnen Reifungstage erheblich, sie nahm in der 2. Reifungsphase ab. Der Grillverlust war nach längerer Reifung der Proben tendenziell geringer. Die Mastbullenschlachtkörper wurden mit einem Alter zwischen 16,8 und 23 Monaten in 4 Altersgruppen mit je 14 bis 16 Tieren aufgeteilt (Tab. 3). Die Scherkraftwerte waren in der ersten Gruppe am höchsten, gingen dann bis zur Gruppe 3 linear zurück und stiegen bis zur Gruppe 4 wieder etwas an. Dieser Verlauf deckt sich weitgehend mit der sensorisch ermittelten Zartheit. Es liegt die Vermutung nah, dass ein höherer intramuskulärer Fettgehalt der Gruppe 3 eine positive Wirkung auf die Zartheit hatte.

Tabelle 3. Merkmale der Fleischqualität bei Jungbullen, nach Schlachaltersklassen (M. long. dorsi, n = 60; Kögel et al., 2002, mod.)

Schlachalter (Monate)	n	Scherkraft (kg)	Zartheit (Punkte)	intramuskulärer Fettgehalt (%)
16,8	15	6,0	3,6	2,85
18,8	15	5,8	3,8	2,58
20,7	14	5,3	4,0	2,89
23,0	16	5,4	3,9	2,30

Schweinefleisch

Die Scherkraftwerte nach unterschiedlichen Zubereitungsvarianten lagen beim gesamten Material um 50 N (Tab. 4). Die günstigsten Werte ergaben die Proben nach der Gefrierlagerung. Die Versuchsgruppe A („rot und trocken“) bei den frisch

gegrillten bzw. gekochten Proben erbrachten tendenziell die höchsten Werte. Vergleichsweise günstig schnitt die Gruppe B („blass und trocken“), insbesondere bei den nach Gefrierlagerung gegrillten Proben. Die Scherkraftwerte bei verschiedenen Muskeln in Abhängigkeit vom Mastendgewicht blieben nach dem Kochen konstant, wobei die weiblichen Tiere jeweils zu etwas höheren Werten tendierten (Tab. 5). Im *M. semimembranosus* kam es zwischen den Gewichtsstufen 110 und 135 kg zu einer signifikanten Verminderung der Scherkraft. Zwischen den Gewichtgruppen 135 und 160 kg ergaben sich keine Unterschiede. Die Scherkraftwerte nach dem Grillen des *M. longissimus dorsi* ließen keine gewichtsbedingten Veränderungen erkennen.

Geflügelfleisch

Die Messwerte der objektiven Zartheit (Warner-Bratzler-Gerät) des Brustfleisches von Broilern aus verschiedenen europäischen Produktionen sind in der Tab. 6 ersichtlich. Der Einfluss der Herkunft war hoch signifikant. Die günstigste objektive Zartheit ergaben die Herkünfte B und G mit 1,4 bzw. 1,6 lb. Dagegen wurden die höchsten Messwerte bei den Versuchsgruppen A und E bzw. F gefunden. Die sensorisch ermittelte Zartheit lag bei den Versuchsgruppen D, B und G am günstigsten. Aus der Tab. 7 lässt sich entnehmen, inwieweit sich die objektive Zartheit von Perlhuhn, Fasan und Broiler unterscheidet. Die Perlhühner kamen mit 12, die Fasanen mit 14 und die Broiler mit 5 Wochen zur

Tabelle 4. Scherkraftwerte in Abhängigkeit von End-pH-Werten¹ (Fischer et al., 2002, mod.)

Gruppe Charakterisierung n	A rot + trocken 105	B blass + trocken 56	C blass + wässrig 103	D rot + wässrig 54	Total 318	
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	s
maximale Kraft ² /N	50,5	44,3	45,6	46,4	47,1	14,9
maximale Kraft ³ /N	40,1 ^{ab}	34,7 ^a	42,2 ^b	42,9 ^b	40,3	12,4
maximale Kraft ⁴ /N	56,8 ^a	49,2 ^b	46,9 ^b	49,5 ^b	51,0	14,2

¹72 Std. p.m.

²Grillproben (Erhitzung bis 73 °C Kerntemp., 8 Messungen/Scheibe, nach 3-tägiger Kühlung bei 2-3 °C, *M. long. dorsi*)

³wie 2, jedoch Proben 3 d p.m. vakuumverpackt und eingefroren, Grillen nach ca. 3-monatiger Gefrierlagerung

⁴Kochproben (Erhitzung bis 75 °C Kerntemp., 8 Messungen/Scheibe)

Tabelle 5. Scherkraftwerte in Abhängigkeit vom Mastendgewicht (FISCHER et al., 2006, mod.)

Merkmal	Muskel ¹	Mastendgewicht/kg			
		n-Zahl Kastraten/Sauen	110	135	160
Scherkraft/N nach Kochen	LD	Kastraten	47,2	47,9	48,7
		Sauen	50,2	52,2	50,1
Scherkraft/N nach Kochen	SM	Kastraten	50,8 ^a	42,2 ^b	39,0 ^b
		Sauen	50,1 ^a	41,3 ^b	40,5 ^b
Scherkraft/N nach Kochen	TB	Kastraten	45,9	47,1	47,6
		Sauen	49,6	49,3	50,9
Scherkraft/N nach Grillen	LD	Kastraten	32,2	29,1	33,6
		Sauen	33,3	30,5	30,8

¹LD=*M. long. dorsi*, SM=*M. semimembranosus*, TB=*M. triceps brachii*

a,b kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $p \leq 0,05$

Schlachtung. Die Werte lagen bei Fasänen und Broilern günstiger gegenüber den Messwerten von Perlhühnern. Bei der subjektiv gemessenen Zartheit erreichten die Broiler und Fasänen eine bessere Bewertung als die Perlhühner. Die objektive Zartheit des Brustfleisches, gemessen mit dem Instron-Gerät (Modell 5564) und der Messvorrichtung Warner-Bratzler von Broilern verschiedener Herkünfte, ist in Tab. 8 dargestellt. Die niedrigsten Messwerte, und somit die günstigste Zartheit, ergaben die Cobb

-Gerät (Modell 5564) mit der Messvorrichtung Warner-Bratzler zum Einsatz (Tab. 10). Alle 3 Messkriterien ergaben, dass die objektive Zartheit bei Pekingenten günstiger war, d.h., dass das Fleisch etwas fester war. Eine deutliche Abstufung fand sich bei der sensorischen Bewertung der Zartheit. Die Zartheit von Pekingenten (54 Tage) erreichte die höchste Note von 5,3. Die Flugenten schnitten etwas schlechter ab. Die Brustmuskulatur von Gänsen führte zu schlechterer Bewertung der Zartheit.

Tabelle 6. Objektive Zartheit des Brustfleisches von Broilern aus verschiedenen europäischen Ländern (Ristic, 1991, mod.)

Merkmal	A ¹	B	C	D	E	F	G	Total
Warner-Bratzler/lb. ²	3,3	1,4	2,0	2,0	2,9	3,0	1,6	2,3
Zartheit/Pkt. ³	5,2	5,4	5,3	5,1	5,4	5,6	5,3	5,3

¹A=D, 37 Tg., herkömml. Mast

B=D, 70 Tg., „Mamsell’s Roaster“

C=D, 50 Tg., „Mamsell’s Roaster“

D=H, 52 Tg., Tetra

E=NL, 40 Tg., herkömml. Mast

F=I, 40 Tg., „Polo-Arena“

G=F, 90 Tg., „Label Rouge“

²1 lb=453,59 g

³1=sehr zäh, 6=sehr zart

800-Broiler gegenüber 2 anderen Herkünften. An demselben Versuchsmaterial wurde ebenfalls die sensorische Analyse durchgeführt. Die höchste Bewertung der Zartheit erreichten wiederum die Cobb 800-Broiler. Die Cobb 500- und Ross 308-Broiler schnitten in der Bewertung schlechter ab, jedoch wurden, insgesamt gesehen, relativ hohe Bewertungen erreicht. Tab. 9 gibt die Ergebnisse der Scherkraftmessungen an gereiftem, Tiefgefrorenem (bei -18°C), aufgetautem und erhitztem (Wasserbad 85°C) Brustfleisch wieder. Höhere Scherkraftwerte wurden bei einer Reifung bis zu 3 Stunden festgestellt. Im Laufe einer weiteren Reifungsdauer nahmen die Scherkraftwerte ab. Zum Teil ergaben sich Schwankungen bezüglich der Reifungsdauer. Für die objektive Zartheit der Proben des Brustfleisches von Enten und Gänsen kam wieder das Instron-

Tabelle 7. Objektive Zartheit von Perlhuhn-, Fasan- und Broiler-Brustfleisch (Ristic et al., 2001, mod.)

Merkmal	Perlhuhn	Fasan	Broiler	Total
Warner-Bratzler/lb. ¹	1,9	1,5	1,6	1,7
Zartheit/Pkt. ²	4,6	5,2	5,3	5,0

¹GD_{0,05} 0,4

²GD_{0,05} 0,6

Kaninchenfleisch

Der „Weg“ – als Merkmal der objektiven Zartheit (Instron-Gerät, Modell 1140) – unterlag dem Einfluss der Herkunft und des Alters (Tab. 11). Diese Daten decken sich mit den Daten der subjektiven

Tabelle 8. Objektive Zartheit des Brustfleisches von Broilern verschiedener Herkünfte (Ristic und Steiner, 2005, mod.)

Herkunft ¹	max. Kraft/N ²	Energie bei max. Kraft (mJ)	Energie bei Bruch (mJ)	Zartheit (Pkt.)
Ross 308	12,0	36,9	83,8	4,6
Cobb 500	12,0	34,1	84,1	5,0
Cobb 800	10,9	25,6	75,1	5,4

¹Mastalter 35 Tage bei Ross 308 und Cobb 500

Mastalter 38 Tage bei Cobb 800

²Instron-Gerät (Modell 5564) - Messvorrichtung Warner-Bratzler

Tabelle 9. Objektive Zartheit des Brustfleisches im Reifungsverlauf (Kühne et al., 2005, mod.)

Reifungsdauer/h ¹	Scherkraft/kg ²			
	\bar{x}	s	min.	max.
0	4,8	1,0	3,3	7,5
1	4,9	1,4	2,8	8,1
2	4,9	1,1	2,9	8,7
3	5,2	1,1	3,6	7,9
4	4,1 ^a	1,2	2,8	8,9
5	4,2	1,1	2,5	7,8
6	3,2 ^b	0,7	2,2	4,9
7	3,1	0,8	1,9	4,6
8	3,0	0,5	2,2	4,5
9	2,9 ^c	0,6	1,9	4,8
10	2,9	0,8	1,7	4,6
11	3,3 ^d	0,5	1,9	4,7
12	2,9 ^e	0,7	1,6	4,3
16	2,8	0,6	2,0	4,2
24	2,4 ^f	0,5	1,4	3,6

¹Zeit post mortem plus 1 h 51 min²Texture Analyser (Stable Micro Systems) - Messvorrichtung Warner-Bratzlera, b, c...signifikanter Unterschied zu vorherigem Messzeitpunkt bei $p \leq 0,05$

Bewertung der Zartheit. Eine günstigere Zartheit wurde bei Hyla-Kaninchen in der Keulenmuskulatur, sowie nach längerem Mastalter erzielt. Inwieweit die unterschiedlichen Mastendgewichte von Kaninchen verschiedener Rassen einen Einfluss auf die objektive Zartheit hatten, ist in Tab. 12 ersichtlich; bei der Rasse Weiße Neuseeländer zeigte sich ein negativer Einfluss, bei Deutschen Riesen x (Russen x WN) ein positiver. Die männlichen Kaninchen der Rasse DR x (Russen x WN) hatten eine günstigere Bewertung im Hinblick auf die Zartheit, als die weiblichen. Die sensorisch ermittelte Zartheit unterlag dem Einfluss des Mastendgewichts. Diese war bei DR x (Russen x WN) stärker ausgeprägt. In einem Vergleich zwischen Masthybriden und Reinzuchtieren bei Kaninchen wurde festgestellt, dass die objektive Zartheit bei Zika- und Hyla-Hybriden günstigere Messwerte erbrachte (Tab. 13). Die Reinzuchtieren hatten signifikant höhere Messwerte und somit eine ungünstigere objektive Zartheit. Eine günstigere Bewertung der sensorisch ermittelten Zartheit der Keulenmuskulatur ergaben die Hyla-Hybriden und Zika-Reinzuchtieren. Die Information in der Tab. 14 über die Scherkraftwerte verschiedener Kaninchenrassen und -kreuzungen kam in den Jahren 1995 bis 2006 zustande. Die Angora-Kaninchen (n = 10) hatten gegenüber den anderen Rassen bzw. Kreuzungen deutlich niedrigere Scherkraftwerte. Hierbei soll erwähnt werden, dass diese Kaninchen nach unterschiedlichem Mastalter und

Tabelle 10. Objektive Zartheit des Brustfleisches von Enten und Gänsen (Ristic et al., 2006, mod.)

Herkunft (n=122)	max. Energie ¹ (N)	Energie bei max. Kraft (mJ)	Energie bei Bruch (mJ)	Zartheit (Pkt.) ²	Grillverlust (%)
Pekingente, 42 Tg.	18,7	55,8	120,0	5,0 ³	21,4
Pekingente, 47 Tg.	17,4	63,4	117,4	4,8	23,5
Pekingente, 54 Tg.	19,2	63,2	124,5	5,3	22,6
Stockente, 120 Tg.	22,1	78,3	144,7	-	17,0
Flugente, 84 Tg.	29,2	93,4	185,9	4,0	22,7
Gänse, 230 Tg.	46,9	202,6	316,2	3,2	30,7
Signifikanz	***	***	***	***	***

¹Instron-Gerät (Modell 5564) - Messvorrichtung Warner-Bratzler²1=sehr zäh, 6=sehr zart³Grenzdifferenz bei $p \leq 0,05$ mit 0,3

Tabelle 11. Objektive Zartheit der Keulenmuskulatur von Kaninchen (n = 72; Ristic, 1986, mod.)

Merkmal	Herkunft		Geschlecht		Alter/Wochen		
	Zika	Hyla	weiblich	männlich	10	12	14
Weg, mm ¹	17,5 ^a	16,3 ^b	17,1	16,8	17,8 ^a	16,8 ^b	16,2 ^b
Zartheit, Pkt. ²	3,8 ^a	4,2 ^b	4,0	4,0	3,8 ^a	3,9 ^a	4,2 ^b

¹Instron-Gerät (Modell 1140)²1=sehr zäh, 6=sehr zart

a, b kennzeichnen signifikante Unterschiede bei p ≤ 0,05

Tabelle 12. Objektive Zartheit der Keulenmuskulatur von Kaninchen unterschiedlicher Mastendgewichte (n = 72; Ristic et al., 1990, mod.)

Merkmal	Weiße Neuseeländer		DR x (Russen x WN)	
	weiblich	männlich	weiblich	männlich
Warner-Bratzler ¹ in lb.	A ³ 2,7	2,2	3,1	2,5
	B 2,7	2,4	2,0	1,7
	C 3,3	3,2	1,9	1,7
Zartheit/Pkt. ²	A 4,0	3,9	3,5	3,3
	B 3,7	4,0	4,2	4,0
	C 3,4	3,3	4,0	4,0

¹ 1 lb.=453,59 g² 1=sehr zäh, 6=sehr zart³ A=Lebendgewicht 2,6kg, B=2,8 kg, C=3,0 kg**Tabelle 13.** Objektive Zartheit der Keulenmuskulatur der Kaninchen von Masthybriden und Reinzuchtieren (n = 60; Ristic und Zimmermann, 1992, mod.)

Merkmal	Zika ¹	Hyla ¹	Zika ²
Warner-Bratzler/N	11,6 ^a	11,0 ^a	14,1 ^b
Zartheit/Pkt.	3,6 ^a	4,2 ^b	4,2 ^b

¹Masthybriden²Reinzuchtieren

a, b kennzeichnen signifikante Unterschiede bei p ≤ 0,05

Tabelle 14. Objektive Zartheit¹ des Rückenmuskels² von Kaninchen verschiedener Rassen und Kreuzungen (n = 232; Westphal und Golze, 2007, mod.)

Genotyp/Rasse	Alter	\bar{x}	s	min.	max.
Zika Hybrid	89	3,9	1,0	2,0	7,6
Holländer	141	3,7	0,8	2,4	5,3
Blaue Wiener	142	3,1	0,9	1,8	4,3
Castor Rex	100	3,9	1,0	2,5	4,9
Angora	100	2,2	0,5	1,5	3,1

¹ Warner-Bratzler/kg² M. long. dorsi 24 Std. p.m.

unterschiedlicher n-Zahl zur Schlachtung kamen. Die höchsten Scherkraftwerte hatten dagegen die Zika-Hybriden und Castor Rex.

Diskussion

Nach Augustini und Spindler (2000) wurden die Scherkraftwerte nach 7-tägiger Lagerung in 3 Klassen unterteilt: ≤5,8 kg/cm² (Scherkraftwert niedrig), >5,8 und ≤8,7 kg/cm² (Scherkraftwert mittel) und >8,7 kg/cm² (Scherkraftwert hoch). Dabei zeigte sich, dass Proben, bei denen bereits nach 7-tägiger Reifung niedrige Scherkraftwerte ermittelt wurden, zu 80% auch in die Qualitätsklassen mit guter Qualität eingestuft wurden. Inwieweit eine solche Unterteilung in Scherkraftklassen tatsächlich für die Verbraucher relevant ist, ist meiner Meinung nach fragwürdig. Unter entsprechenden hygienischen Bedingungen und bei niedrigen Temperaturen wird das Rindfleisch noch zarter bei einer Lagerung bis zu 8 Wochen. Im zeitlichen Ablauf führt allerdings die Phase kurz nach der Schlachtung zur schnellsten Reduzierung der Zähigkeit. Hat die Zartheit Priorität, so sollte länger als 2 Wochen gereift werden. Die Versuchsergebnisse aus Tab. 2 zeigen, dass die Reifung des Rindfleisches von 10 bis 14 Tagen eine akzeptable Lösung darstellt, für den Fall, dass das Fleisch nicht länger als 28 oder 35 Tage gereift werden kann. Wenn die Scherkraftwerte nach einer Reifung von 10, 14 und 21 Tagen abnahmen, waren jedoch diese Unterschiede nicht statistisch signifikant nachweisbar. Troeger (1998) beschreibt moderne Kühlverfahren (Schnellst-/Schockkühlung, Ultra-Schnellstkühlung, Nebelkühlung) für verschiedene Schlachtkörper.

Nach Fischer et al. (2002) zeigte sich, dass gerade die Idealgruppe „rot und trocken“ (A) bei den frisch gegrillten bzw. gekochten Proben von Schweinefleisch tendenziell bzw. sogar signifikant die höchsten Scherkraftwerte hatten (Tab. 4). Vergleichsweise günstigere Messwerte ergab die Gruppe „blass und trocken“ (B), insbesondere bei den nach Gefrierlagerung gegrillten Proben. Eine

aufschlussreiche Erklärung für diese Versuchsergebnisse wurde nicht gefunden. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass Proben mit starkem PSE-Charakter kaum vertreten waren. Obwohl sich der Kollagengehalt und die Kollagenlöslichkeit zwischen den Versuchsgruppen von 110 gegenüber 160 kg Lebendgewicht verminderte, hatte dies auf die Scherkraftwerte keinen Einfluss. In der sensorischen Prüfung (*M. longissimus dorsi*) schnitt die 135 kg-Gruppe am besten ab und die 160 kg-Gruppe am schlechtesten (3,8 : 3,5). Man könnte vermuten, dass die Verringerung der Kollagenlöslichkeit auch eine höhere Zähigkeit des erhitzten Muskelgewebes verursacht.

Es ist bekannt, dass mit zunehmender Dauer der Mastperiode sowohl die sensorischen Eigenschaften, als auch die objektive Zartheit des Brustfleisches von Broilern positiv beeinflusst werden (*Ristic et al.*, 2006). Mit einer Verlängerung der Mastperiode um 3 Tage erzielten die Cobb 800-Broiler die beste Bewertung der sensorisch erfassten Zartheit (siehe Tab. 8). Ebenfalls gibt es bei den o.g. Kriterien auch Unterschiede zwischen verschiedenen Herkünften. Die Zartheit des frischen Geflügelfleisches hängt in erster Linie von der Art der Kühlung (Luft-, Wasser- bzw. Luft-Sprüh-Kühlung) ab. Im Anschluss daran sind noch 3 bis 4 Stunden p.m. notwendig, um eine ausreichende Zartheit zu erreichen. Allerdings mit Anwendung des Rapid Rigor-Systems mit einer Kombination der Elektrostimulation wird die Reifungsdauer auf 1 Stunde verkürzt (*Kranen*, 2003). Bei der Herstellung der gefrorenen bzw. tiefgefrorenen Ware wird der Reifungsprozess durch das Einfrieren unterbrochen. Nach dem Auftauen solcher Ware findet ein Auftau-Rigor statt, in dem das Fleisch noch nachgereift wird. Nach *Kühne et al.* (2005) ist eine Reifung von mindestens 6 Stunden erforderlich, um eine zartes Produkt zu erhalten. Bei der Erfassung der Geflügelfleischqualität wird neben den chemischen und physikalischen Kriterien den Textureigenschaften des Fleisches große Aufmerksamkeit geschenkt, die für die Verbraucher sehr wichtig sind (*Petracci und Baeza*, 2007). Bezüglich der sensorischen Kriterien des Entenfleisches wurde nach *Golze und Schröder* (2003)

festgestellt, dass die beste Bewertung die Stockenten und männliche Flugenten erzielten.

Die schweren Kaninchen der Kreuzung DR x (Russen x WN) zeigten eine günstigere Bewertung der objektiven Zartheit. Die gleiche Tendenz wurde bei der subjektiven Zartheit mit der Erhöhung des Mastendgewichtes besonders bei den Kreuzungstieren festgestellt. Für die Vermarktung von Kaninchenfleisch wird eine Reifungsphase von bis zu 7 Tagen bei 0°C empfohlen (*Westphal und Golze*, 2007). Bei einer Reifungsdauer bei +4°C stiegen die Scherkraftwerte bei Kaninchen zunächst mit der Totenstarre an und nahmen danach aufgrund der weiteren Reifung bis zu 4 Tagen ab. Die Autoren stellten fest, dass für die Qualität des Kaninchenfleisches neben der Reifung noch die Herkunft und das Alter einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Scherkraft haben.

Nach *Hausmann* (1967) lag der Korrelationskoeffizient zwischen den objektiv und subjektiv ermittelten Werten der Zartheit von Jungbullen (*M. longissimus dorsi*) bei -0,72. Die Merkmale Wasser- und Fettgehalt zeigten eine starke gegenseitige Abhängigkeit ($r = -0,95^{***}$). *Augustini und Spindler* (2000) fanden eine Abhängigkeit zwischen der Scherkraft und der sensorisch ermittelten Zartheit von $r = -0,6$ bzw. $r = -0,7$ (*Augustini et al.*, 1998). Zwischen den Messkriterien geleistete Arbeit und maximaler Druck beim Wolodkewitsch-Gerät lag die Abhängigkeit bei $r = 0,86^{***}$, sowie beim Fleischwolf-Gerät bei $0,84^{***}$ (*Tawfik*, 1969).

Schlussfolgerung

Für die Erfassung der Zartheit des Fleisches stehen subjektive und objektive Methoden zur Verfügung. Die sensorische Analyse ist umfangreich und zeitaufwändig. Demgegenüber wird die Zartheit auch mit Hilfe verschiedener Geräte gemessen, bei denen die auftretende Kraft-Weg-Energie angezeigt wird. Dies ist für den Verbraucher von Vorteil, als Ergänzung zur sensorischen Bewertung. Jedoch sollte besonders die Reifung vom Rindfleisch nicht außer Acht gelassen werden.

Literatur

- Augustini C., Spindler M., 2000.** Zur frühzeitigen Erkennung der Zartheit von Rindfleisch: Scherkraftmessungen nach unterschiedlichen Reifungszeiten. *Mitteilungsblatt BAFF* 147, 539–542.
- Augustini C., Freudenreich P., 1998.** Reifungsdauer und Zartheit bei Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, 78, 1, 65–67.
- Augustini C., Pirchner F., Eichinger H., Neisch N., Kögel J., 1998.** Fleischleistung der gefährdeten bayerischen Rinderrassen. 2. Mitteilung. *Fleischqualität. Züchtungskunde* 70, 5, 328–337.
- Fischer K., Lindner J. P., Dobrowski A., 2002.** Variation der Qualität von Schweinefleisch bei unauffälligen End-pH-Werten. *Mitteilungsblatt BAFF* 41, 157, 189–197.

II. Mitteilung: Merkmale der Fleisch- und Fettqualität.

Arch. Tierz., Dummerstorf 49, 3, 279–292.

Freudenreich P., Augustini C., 2001. Untersuchungen zur Vorhersage der Zartheit von Rindfleisch. Fleischwirtschaft, 81, 9, 107–109.

Golze M., Schröder C., 2003. Mast verschiedener Entenarten – Verbraucherwünsche mit den geeigneten Arten erfüllen. DGS-Magazin, Woche 1, 44–45.

Grünwald, T. H., 1957. Ein Festigkeitsprüfgerät für Lebensmittel nach N. Wolodkewitsch. Z. f. Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung 105, 1, 1–12.

Hausmann H., 1967. Untersuchungen über die Messung der Zartheit von Rindfleisch. Diss. Stuttgart-Hohenheim.

Hecht H., 1986. Reifung und Zartheit von Fleisch. Kulmbacher Reihe Bd. 6, Bundesanstalt für Fleischforschung, 39–66.

Hoffmann K., 1995. Der Qualitätsbegriff bei Fleisch – Inhalt und Anwendung. Kulmbacher Reihe Bd. 14, Bundesanstalt für Fleischforschung, 169–193.

Hoffmann K., 1973. Was ist Fleischqualität? Fleischwirtschaft 53, 485.

Klettner P. G., 1983. Messung der Festigkeit von Fleisch und Fleischerzeugnissen mit dem Penetrometer. Fleischwirtschaft, 3, 346–347.

Kögel J., Augustini C., Petautsching A., 2002. Einfluss des Schlachalters auf die Rindfleischqualität. Untersuchungen der Agre ALPEN-ADRIA führen zu neuen Erkenntnissen. Schule und Beratung Nr. 12 IV, 4–12.

Kranen R.W., 2003. Rigor Rapid: The Way to accelerate in-line Poultry Processing. Proceedings XVI. European Symposium on the Quality of Poultry Meat, p. 666–671.

Kühne M., Thielke S., Lhafi S. K., 2005. Zartheit und Mikrobieller Status von Hähnchen-Brustfilets. Einfluss einer Reifung auf die Scherkräftewerte und den Gesamtkieimgehalt. Fleischwirtschaft, 85, 9, 130–132.

Petracci M., Baeza E., 2007. Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. Proceedings XVIII. European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Prague, 175–180.

Ristic M., Hechelmann H., Damme K., 2011. Bedeutung des pH-Wertes für die Fleischqualität von Broilern. Einfluss der Zuchtlinien, des Schlachtprozesses und der Lagerdauer – Ein Übersichtsartikel. Fleischwirtschaft, 91, 1, 89–93.

Ristic M., 2010. Sensorik als Kriterium der Fleischqualität – Ein Vergleich zwischen verschiedenen Fleischarten. Fleischwirtschaft, 90, 2, 99–103.

Ristic M., Damme K., Freudenreich P., 2006. Schlachtkörperwert von Enten und Gänsen. Abhängigkeit von Herkunft und Alter der Tiere. Fleischwirtschaft, 86, 2, 107–110.

Ristic M., 1984. Methoden zur objektiven Beurteilung der Fleischbeschaffenheit. Fleischwirtschaft, 64, 11, 1340–1350.

Riedl A. M., Obermowe T., 2010. Optimierung der Sensorik von Fleisch um Potenziale der Wertschöpfung zu nutzen. Ein Übersichtsartikel. Fleischwirtschaft, 90, 10, 141–145.

Schwägele F., 1998. Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung – Chemische und physikalische Grundlagen. Kulmbacher Reihe Bd. 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 7–34.

Tawfik E. S., 1969. Untersuchungen über die Fleischqualität von Broilern mit besonderer Berücksichtigung der Zartheit. Diss. Stuttgart-Hohenheim.

Troeger K., 1998. Moderne Kühlverfahren für Schlachtkörper. Fleischqualität, Hygiene, Ökonomie. Kulmbacher Reihe Bd. 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 80–97.

Weipert D., Tscheuschner H. D., Windhab E., 1993. Rheologie der Lebensmittel. Behr's Verlag.

Werhahn E., 1964. Untersuchung über die Eignung des Festigkeitsprüfgerätes nach N. Wolodkewitsch zur objektiven Messung der Zartheit von Kalb- und Hühnerfleisch. Diss. Stuttgart-Hohenheim.

Westphal K., Golze M., 2007. Zartheit von Kaninchenfleisch – Einflussfaktoren. 15. Int. Tagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., 122–130.

Meat tenderness - a comparison of beef, pork, poultry and common rabbit meat

Ristic Milan

S u m m a r y: Consumers appreciate the quality of meat with regard to tenderness and aroma/taste. However, there is a desire to determine these properties objectively. In Germany, measuring devices were applied for the first time in the 50s for beef, veal and later on for poultry (GRÜNEWALD, 1957). Several theses dealt with this issue. In the course of time measurement technique has been improved. At present, several measurement devices are available on the market. Appliances which are more expensive provide more information on compressive strength and shearing strength. Measurements are given in lbs, kg and N, resp., and their value expresses the objective tenderness, thus demonstrating the ripening of the meat. There are 4 levels for the meat of the species as follows:

beef	40-80 N	shear value
pork	30-60 N	shear value
poultry	10-30 N	objective tenderness
rabbit	10-40 N	objective tenderness

For beef, shear values declined for about 40% within a ripening period of 2 weeks.

Concluding, it can be stated that the recording of the objective tenderness is a useful supplement to the sensory evaluation of meat. In this connection, the dependence was $r = -0.72$, and $r = 0.86$ for the measuring criteria of a device.

Key words: tenderness, subjective, objective, beef, pork, poultry, rabbit, comparison.

Mekoća mesa – uporedni prikaz goveđeg, svinjskog i živinskog mesa i mesa kunića

Ristić Milan

Rezime: Potrošači vrednuju kvalitet mesa na osnovu mekoće i ukusa/arome. Međutim, postoji želja da se ove osobine mesa odrede na objektivni način. U Nemačkoj, merni instrumenti su primenjeni po prvi put pedesetih godina prošlog veka na goveđem mesu, teletini i kasnije živinskom mesu (Grünwald, 1957). Nekoliko teza se bavilo ovim pitanjem. Tokom vremena tehnika merenja je stalno unapređivana. Trenutno, nekoliko mernih instrumenata je dostupno na tržištu. Skuplji aparati obezbeđuju više informacija o kompresivnoj snazi i sili sečenja mesa. Mere se daju u lbs, kg and N, respektivno, a njihove vrednosti izražavaju objektivnu mekoću, i na taj način pokazuju zrenje mesa. Postoje 4 nivoa za meso različitih vrsta životinja, i to:

goveđe meso	40-80 N	Sila sečenja
svinjsko meso	30-60 N	Sila sečenja
živinsko meso	10-30 N	Objektivna mekoća
meso kunića	10-40 N	Objektivna mekoća

U slučaju goveđeg mesa, vrednosti sile sečenja su smanjenje za oko 40% u periodu zrenja od 2 nedelje.

Može da se zaključi da je objektivno merenje mekoće mesa korisna dopuna u senzorskoj oceni mesa. S tim u vezi, zavisnost je bila $r = -0.72$, i $r = 0.86$ za merni kriterijum aparata.

Ključne reči: mekoća, subjektivno, objektivno, goveđe meso, svinjsko meso, živinsko meso, meso kunića, poređenje.

Paper recieved: 21.02.2011.