

UNTERSUCHUNG DER ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN AKUSTISCHEN, MECHANISCHEN UND SENSORISCHEN EIGENSCHAFTEN VON BRÜHWÜRSTEN

W. Schnäckel, J. Krickmeier, D. Schnäckel und R. Ortega Rosas

*Hochschule Anhalt, FB Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung, Strenzfelder
Allee 28, 06406 Bernburg, Deutschland*

Survey of correlations between acoustic, mechanical and sensory properties of cooked sausages

W. Schnäckel, J. Krickmeier, D. Schnäckel und R. Ortega Rosas

*Anhalt University of Applied Sciences, Department 1 Agriculture, Ecotrophology and Landscape Development,
Strenzfelder Allee 28, D-06406 Bernburg, Germany*

Crispiness is an important quality parameter for some bakery products like biscuits or for fresh fruits and vegetables like apples or carrots. For any meat products e.g. Frankfurter this property is also well known but not very established under practical conditions.

The aim of this work is to identify a measurement method for acoustic properties of cooked sausages and to analyze the influences of different factors like type of casings, composition, temperature and diameter of sausages on the acoustic properties.

There was found that Frankfurters in natural casings have a better crispness than without casings. The higher the diameter of sausages the lower the relative crispness gets. Frankfurters degusted by 72°C are crispier than those by 7°C. That is caused by the higher inside pressure of sausages. There is a high correlation between acoustic properties and texture of sausages.

Consumers preference for crispiness of sausages is mainly influenced by type of sausages.

Keywords: cooked sausages, acoustic, texture, sensory

Einleitung

Die akustische Empfindung ist für die Verbraucher ein wesentlicher Bestandteil beim Verzehr von Lebensmitteln, welche traditionell mit einer knackigen Eigenschaft behaftet sind. Die Erwartungshaltung umfasst dabei ein knackiges Beißempfinden in Verbindung mit einer hörbaren Geräuschentwicklung. [2, 9]

Bei einer Vielzahl von Erzeugnissen, vor allem im Bereich Backwaren, spielt bei der sensorischen Qualitätskontrolle daher der akustische Sinnesindruck, bspw. über die „Knackigkeit“, eine entscheidende Rolle. Teilweise finden zusätzlich auch instrumentelle Verfahren Anwendung, um über die Bewertung der mechanischen Eigenschaft (Textur) und/oder des akustischen Eindrucks die „Knackigkeit“ objektiver zu beschreiben und als Kenngröße in der Qualitätsbewertung zu etablieren. [6, 7]

Bei Fleischerzeugnissen sind messtechnische Kontrollen der sensorisch erfassten Qualität kaum anzutreffen, auch wenn Produkte wie Wiener Würstchen oder Bockwürste direkt mit einer für den

Konsumenten „hörbaren“ knackigen Konsistenz beworben werden.

Mögliche Ursachen für die Nichtnutzung instrumenteller Verfahren zur Bewertung der akustischen und mechanischen Eigenschaften von Brühwürsten sind zum einen, dass die genutzten biologischen Rohstoffe Fleisch und Därme durch eine Fülle von Faktoren (Tierart, Rasse, Fütterung, Alter etc. [4, 8]) beeinflusst werden. Eine Standardisierung dieser Faktoren ist schwierig, so dass daraus eine erhebliche Inhomogenität resultiert. Zum anderen erhöhen während des Herstellungsprozesses Einfluss nehmende Faktoren wie Verarbeitungstechniken und Rezepturen die Variabilität dieser Erzeugnisse weiter [1, 3, 8]. Demzufolge müsste jeder Produzent eine eigens auf sein Erzeugnis abgestimmte Bewertung der messtechnisch erfassten Kenngrößen, zusätzlich zur regulären Qualitätskontrolle, vornehmen und mit verschiedenen Einflussfaktoren abgleichen. Dies ist in der Praxis kaum umzusetzen. Somit bleibt einzig die sensorische Kontrolle zur Bewertung Produktqualität.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel der Untersuchungen zu prüfen:

- (1) ob ein Zusammenhang zwischen den instrumentell erfassbaren Kenngrößen Akustik und Textur besteht und
- (2) ob mittels dieser messtechnisch erfassten Kenngrößen die sensorisch ermittelte Qualität beschrieben werden kann.

Material und Methoden

Untersuchungsgegenstand waren die Brühwurstgruppen Wiener Würstchen und Bockwürste von je 3 deutschen Herstellern, wobei Brühwürste von 2 verschiedenen Produktionstagen als eine Probe zusammenfassen (siehe Tabelle 1), um die Inhomogenität innerhalb der Tageschargen mit zu erfassen. Die insgesamt 12 Proben wurden für die instrumentelle Erfassung der Akustik- und Textur-Kenngrößen sowie für die sensorische Bewertung auf 7°C in der geschlossenen Originalverpackung gekühlt bzw. jeweils separat auf 72°C Kerntemperatur im 90°C heißen Wasserbad (Wiener Würstchen 7 min., Bockwürste 10 min.) erhitzt. Die Untersuchung fand unmittelbar statt, um Temperaturschwankungen zu minimieren.

Tabelle 1: Beschreibung der untersuchten Brühwurstgruppen, n = 3 (Hersteller)

Probe	Typ	Fleischrohstoff	Darm	Kaliber (mm)
1	Wiener Würstchen	Schwein	Schaf	24
2	Wiener Würstchen	Schwein	ohne	22
3	Wiener Würstchen	Pute	Schaf	24
4	Bockwurst	Schwein	Schwein	35

Für die instrumentelle Bestimmung der Akustik- und Textur-Kenndaten wurde mittels eines Texture Analysers TA-XT.Plus® mit Guillotine-Messer (Stable Microsystems, Surrey, GB) und Acoustic Envelope Detector® ein Schneidvorgang nachempfunden (Abbildung 1). Dabei wurde das Messer mit konstantem Vorschub von 10 mm/s bewegt.

Aus den mit der Software Texture Exponent® aufgezeichneten einzelnen Kurven für die Textur (Kraft-Weg) und Akustik (Akustik-Weg) wurde für alle Hersteller einer Brühwurstgruppe eine Mittelwertkurve erstellt und nach dem in Abbildung 2 dargestellten Schema ausgewertet. Aus Software

bedingtem Grund können für die Mittelwertkurven und den daraus ermittelten Kenngrößen keine Standardabweichungen angegeben werden.



Abbildung 1: verwendete Messvorrichtung aus Texture Analyser mit Guillotine und Acoustic Detector

Es wurden die Textur-Kenngrößen (a) Kompressionsweg (% vom Gesamtschneidweg), (b) maximale Kompressionskraft (N), (c) maximale Schneidkraft (N) und (d) Schneidarbeit (Nm) für den Vergleich mit den Akustik-Kenngrößen (e) Signalvolumen (dB(SPL)m) und (f) Signalfrequenz (1/dB(SPL), als Anzahl positive Peaks + 1 dividiert durch Signalvolumen) herangezogen.

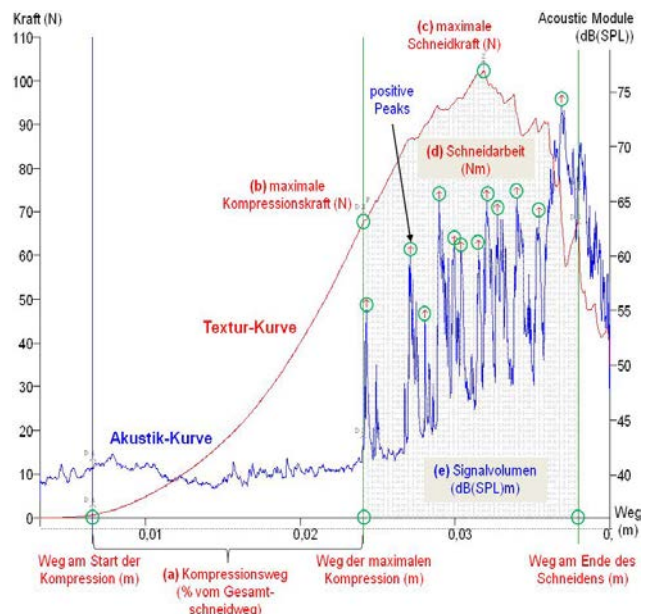


Abbildung 2: Schema zur Auswertung der Akustik- und Textur-Kurven

Die Bewertung der sensorischen Kenngröße „Biss“ (Gesamteindruck aus Texturempfinden und hörbarer Knackigkeit) erfolgte im Rahmen einer Gruppenprüfung mit 5 sensorisch geschulten Prüfern anhand einer 10er Skala, wobei 0 den „schlechtesten Biss“ und 10 den „besten Biss“ darstellte.

Über SPSS® [5] wurde für alle 12 Brühwurstproben zuerst eine Bivariate Korrelation nach Pearson (Korrelationskoeffizient r mit 2-seitiger Signifikanzprüfung) durchgeführt, um für die höchst korrelierenden Kenngrößen eine lineare Regression (95%) zu erstellen. Es galt zu überprüfen, ob ein Zusammenhang zwischen den akustischen, mechanischen und sensorischen Kenngrößen besteht.

Ergebnisse

Nachfolgend sind die Resultate der Textur- und Akustik-Messungen sowie der sensorischen Untersuchungen dargestellt.

Tabelle 2: Akustik-Kenngrößen bei 7°C und 72°C, MW aus $n = 36$

Probe	Signalvolumen (dB(SPL)/cm ²)		Signalfrequenz (1/dB(SPL)/cm ²)	
	7°C	72°C	7°C	72°C
1	0,089	0,124	2,203	3,146
2	0,129	0,112	0,537	2,469
3	0,087	0,135	4,486	2,895
4	0,077	0,105	1,814	1,436

Tabelle 3: sensorische Bewertung zum „Biss“ (bester Biss = 10) bei 7°C und 72°C, $n = 3$

Probe	7°C	72°C
1	5,7 ± 1,5	6,3 ± 2,1
2	8,3 ± 1,2	8,0 ± 2,0
3	8,3 ± 0,6	7,7 ± 1,5
4	7,7 ± 1,5	7,0 ± 2,0

Es gibt keine signifikanten Korrelationen (vgl. Tabelle 4) der sensorischen Kenngröße „Biss“ zu den Kenngrößen der Textur und Akustik.

Tabelle 4: signifikante Korrelationen zwischen Textur- und Akustik-Kenngrößen

	korrelierte Kenngrößen	R
7°C	Signalvolumen (dB(SPL)/cm ²) zu Kompressionweg (%)	-0,659**
	Signalvolumen (dB(SPL)/cm ²) zu Schneidarbeit (Nm/cm ²)	-0,617**
72°C	Signalfrequenz (1/dB(SPL)/cm ²) zu maximale Schneidkraft (N/cm ²)	0,761*

Signifikanz (2-seitig): * $p = 0,01$, ** $p = 0,05$

Für die Proben bei 72°C liegen die höchsten Korrelationen zwischen der Akustik (Signalfrequenz) und der Textur (maximale Schneidkraft) vor, so dass hierfür eine Regression vorgenommen wurde (siehe Gleichung 1 und Abbildung 6).

$$y = 0,831 \cdot x - 0,863 \quad (\text{Gleichung 1})$$

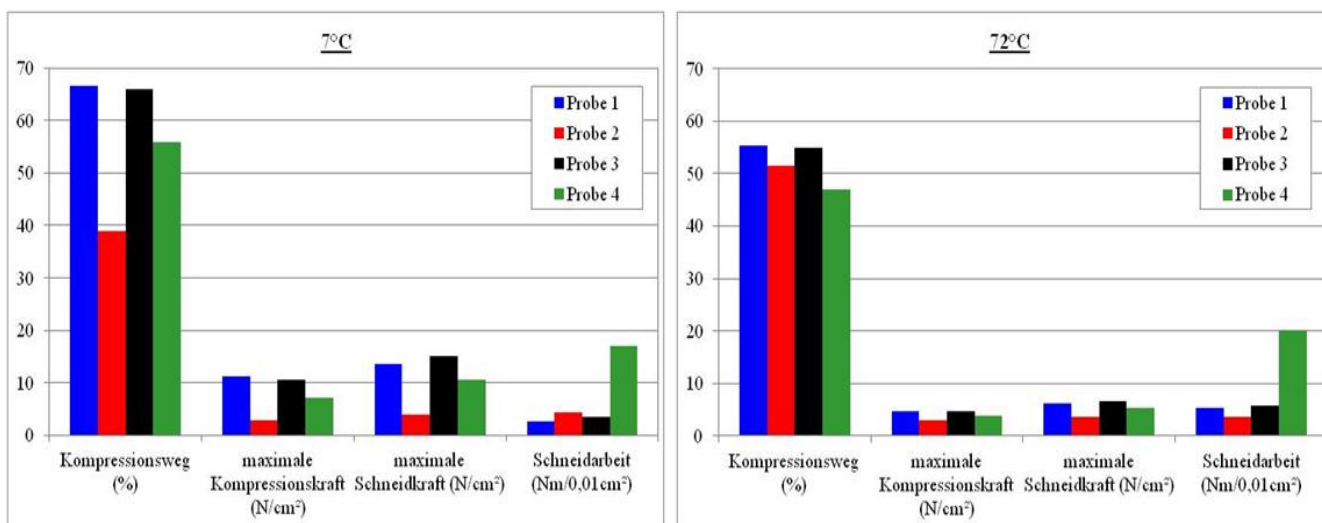


Abbildung 3: Textur-Kenngrößen bei 7°C (links) und 72°C (rechts), MW aus $n = 36$

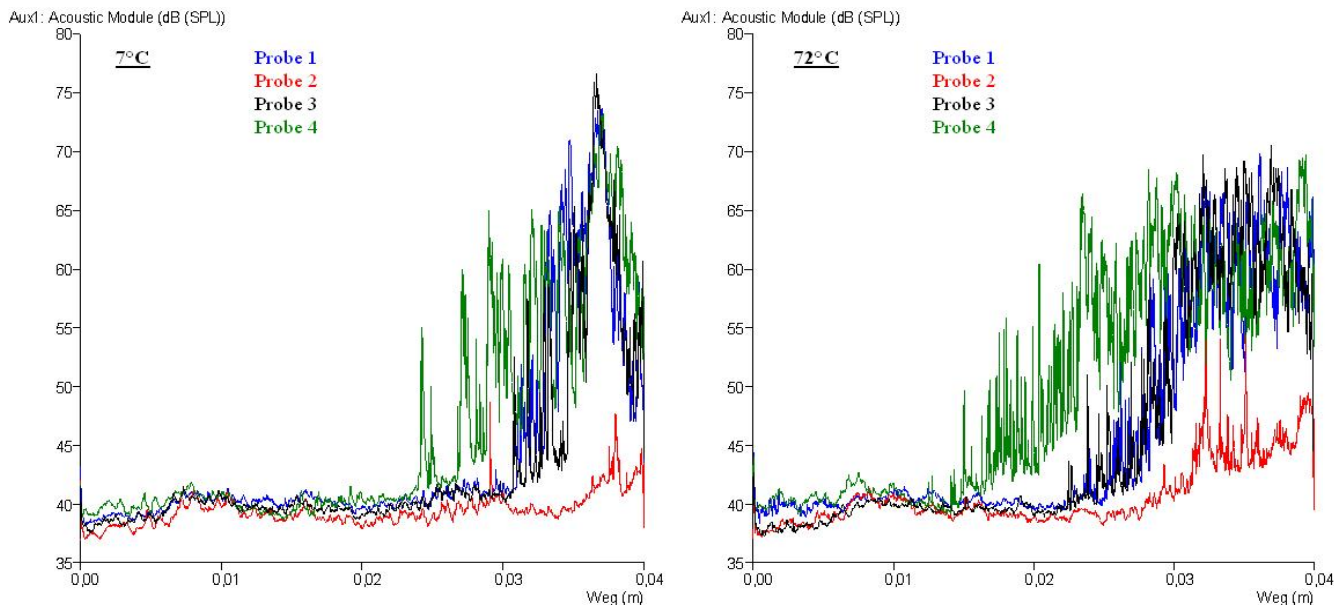


Abbildung 4: Akustik-Kurven bei 7°C (links) und 72°C (rechts), MW aus n = 36

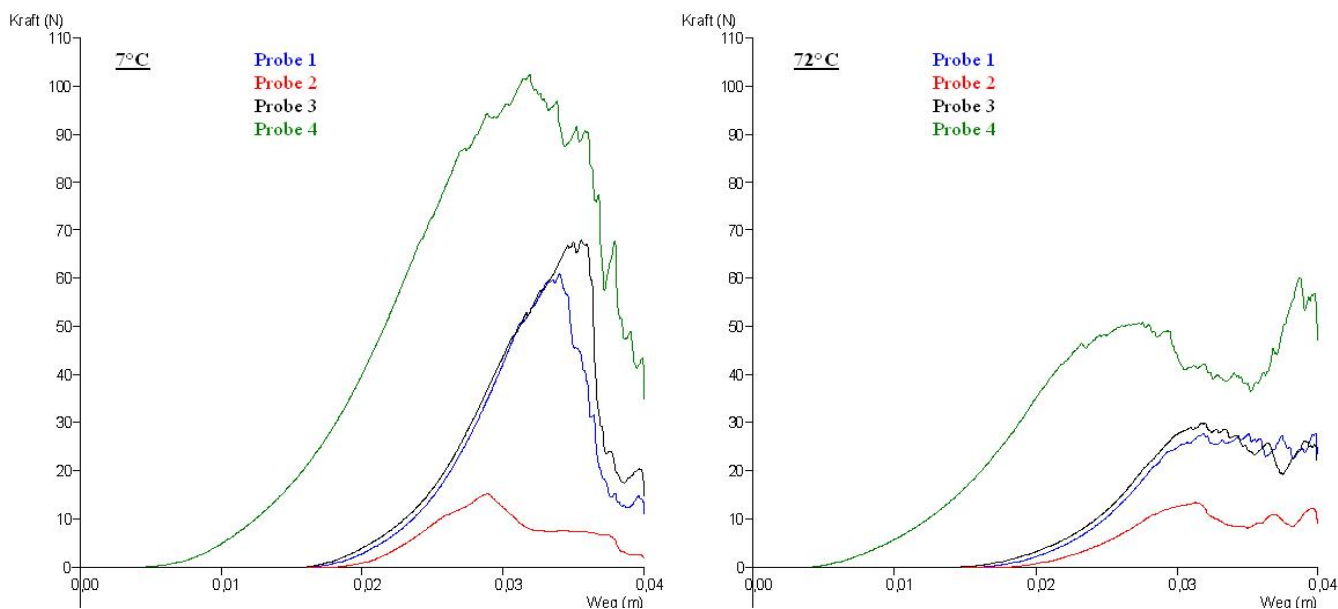


Abbildung 5: Kraft-Kurven bei 7°C (links) und 72°C (rechts), MW aus n = 36

Diskussion

Die gefundenen Ergebnisse zeigen, dass die gemessenen akustischen Eigenschaften in starkem Maße von der Mess- bzw. Verzehrstemperatur abhängen (Tabelle 2 und Abbildung 4). Sowohl Signalfrequenz als auch Signalvolumen steigen in der Regel unabhängig von Darmart oder Zusammensetzung mit steigender Temperatur. Weniger deutlich ist dieser Trend bezüglich des Signalvolumens für Schäldarmwürstchen zu verzeichnen. Diese Abhängigkeit dürfte in erster Linie in dem steigenden Innendruck der Würstchen begründet liegen. Daneben haben aber möglicherweise auch veränderte Quellungs- und Bindungs-zustände der Inhaltsstoffe insbesondere Eiweiße einen Einfluss.

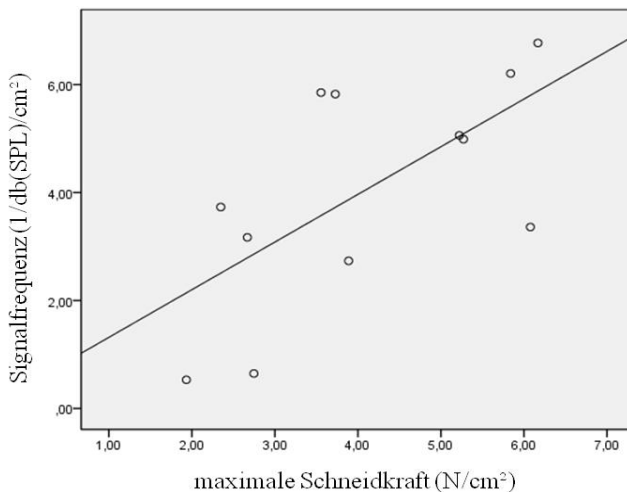


Abbildung 6: Regressionsgerade für die abhängige Variable „Signalfrequenz“ bei 72°C



Neben der Verzehrtemperatur wird die Knackigkeit aber auch von der Wursthülle, der Zusammensetzung sowie dem Durchmesser der Würstchen geprägt. So sinkt diese signifikant gegenüber vergleichbaren Varianten im Naturdarm, wenn Würstchen im Schädarm produziert werden bzw. das Endprodukt ohne Hülle ist.

Die teilweise Verwendung von Putenfleisch in der Rezeptur von Würstchen führt zu keiner eindeutigen Veränderung von Signalvolumen und Signalfrequenz gegenüber Würstchen auf der Basis von Schweinefleisch.

Bei einer Veränderung des Durchmessers der Würste zeigt sich, dass mit steigendem Durchmesser und damit größer werdender Bruchfläche auch das absolute Signalvolumen bzw. die Signalfrequenz zunehmen. Bezogen aber auf einen definierten Querschnitt sind diese Kenngrößen bei steigendem Durchmesser reduziert.

Die Ergebnisse der subjektiven sensorischen Bewertung des „Bisses“ (Tabelle 3) zeigen, dass Abhängigkeiten, wie sie aus den gemessenen Kenngrößen Signalvolumen und Signalfrequenz abgeleitet wurden, so nicht zu finden sind. Dafür dürften vor allem zwei Gründe verantwortlich sein. Einerseits ist der „Biss“ eine subjektive Größe, die jeder Proband unterschiedlich empfindet, andererseits sind die Erwartungen in Bezug auf den „Biss“ bei jedem Produkt und jeder Darmart unterschiedlich. Daraus lässt sich ableiten, dass bei der Identifikation von Referenzwerten bezüglich der Knackigkeit dies für jede Produktvariante individuell zu tun ist.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Ergebnisse zur Texturmessung der unterschiedlichen Würstchenvarianten (Abbildungen 3 und 5). Dabei zeigt sich, dass die Textureigenschaften weniger von der Zusammensetzung als von der Verzehrtemperatur und der verwendeten Darmart sowie dem Kaliber der Würstchen abhängen. Erwartungsgemäß zeigen Schädarmwürstchen eine geringere Kompressibilität im Vergleich mit Würstchen im Schafsaitling. Eine analoge Aussage gilt für die maximale Schneidkraft, wohingegen die zu verrichtende Schneidarbeit durchaus vergleichbar ist. Mit steigendem Kaliber der Würstchen sinkt sowohl die querschnittsbezogene Kompressibilität als auch die notwendige maximale Schneidkraft, wohingegen die absolute Schneidarbeit signifikant ansteigt.

Aus den bisherigen Resultaten lässt sich ableiten, dass möglicherweise ein Zusammenhang zwischen Textur und Knackigkeit der Würstchen besteht. Die dabei gefundenen Korrelationen sind in Tabelle 4 dargestellt. Die höchste Abhängigkeit lässt sich bei einer Messtemperatur von 72°C zwischen Signalfrequenz und maximaler Schneidkraft identifizieren. Die entsprechende Regression zeigt Abbildung 6.

Schlussfolgerungen

Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen können folgende wesentliche Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

(1) Bei ansonsten vergleichbaren Eigenschaften wird die Knackigkeit von Würstchen in erster Linie von der Darmart geprägt.

(2) Akustische Signale zur Beschreibung der Knackigkeit hängen neben der Darmart auch von der Messtemperatur und dem Durchmesser der Produkte ab.

(3) Bei der Festlegung von Standards für akustische Signale zur Beschreibung der Knackigkeit sind solche Referenzen produktspezifisch zu definieren. Weiteren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, zu analysieren, welche Prägung und damit Erwartungshaltung es bezüglich der Knackigkeit von Würstchen bei unterschiedlichen Verbrauchergruppen gibt.

(4) Zwischen Knackigkeit und gemessenen Texturkenngrößen existiert eine enge Korrelation. Diese ist für eine Messtemperatur von 72°C am höchsten für das Verhältnis von Signalfrequenz und maximaler Schneidkraft ausgeprägt.

Literatur

- [1] Bartenschläger-Blässig, E.M. (1979). Technische, organoleptische und mikrobiologische Eigenschaften sowie histologische Merkmale von Darmsaitlingen und Hautfasersaitlingen. *Fleischwirtschaft*, 59 (3): 293-300
- [2] Duizer, L. (2001). A review of acoustic research for studying the sensory perception of crisp, crunchy and crackly textures. *Trends in Food Science and Technology*, 12 (1): 17-24
- [3] Müller, W.D. (1983). Naturdärme, Beeinflussung der Festigkeit bzw. Zartheit. *Fleischwirtschaft*, 63 (11): 1654-1656
- [4] Schwanz, S. (2006). Untersuchungen zur Darmfestigkeit ausgewählter Naturdärme. Hochschule Anhalt (FH). Bernburg. *Diplomarbeit*
- [5] SPSS Statistics, Version 19.0, IBM, 2011
- [6] Szczesniak, A. (1988). The meaning of textural characteristics - crispness. *J. Texture Studies*, 19: 51-52
- [7] Tesch, R. and M. Normand (1996). Comparison of the acoustic and mechanical signatures of two cellular crunchy cereal foods at various water activity levels. *J. Science Food Agriculture*, 70: 347-354
- [8] Thiemig, F. and K. Kördel (1997). Einflussfaktoren auf die Zartheit essbarer Wursthüllen. *Fleischwirtschaft*, 77 (11): 978-983
- [9] Vickers, Z.M. and M.C. Bourne (1976). A psychoacoustical theory of crispness. *J. Food Science*, 41: 1158-1164