

Einfluss von F-Wert, Temperatur und Behältergeometrie auf die Konsistenz von Brühwurstkonserven

Effect of F-value, temperature and container geometry on the texture of canned emulsion type sausage

P. NITSCH

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sollten anhand eines dreifaktoriell-dreistufig abgestimmten Versuchsdesigns nach Box-Behnken die Einflüsse von Erhitzungs- resp. Sterilisationstemperatur, spezifischer Konservenbehälteroberfläche und Erhitzungsintensität anhand des F-Wertes auf die Konsistenz feinerkleinerter Brühwurstkonserven systematisch untersucht und in ihrer Einflusstärke berechenbar bestimmt werden. Ziel dabei war, zum einen die o. a. Widersprüchlichkeiten dazu aufzuklären und zum anderen das Potential rein konserventechnologischer Maßnahmen zur Konsistenzbeeinflussung zu bestimmen. Zusätzlich wurden auch noch Parameter der Produktfarbe, des Produktaromas und der Lipidumsetzung gemessen. Entgegen allgemeiner Lehrmeinung erwiesen sich hierbei Temperatur und spezifische Behälteroberflächen als weitestgehend wirkungslos auf die Produktfestigkeit und etwaiger diesbezüglicher Differenzen zwischen Rand- und Kernbereich, wogegen der F-Wert als indirektes Maß für den Temperatureintrag über die Zeit (= aufgenommene Wärmemenge) eine deutliche Wirkung aufwies.

Summary

By a Box-Behnken-based experimental design the impact of temperature, containers' specific surface and the heating intensity according to the F-value on the consistency resp. texture of canned emulsion type products was studied. The objective was to determine the potential of technological measures to increase their texture quality and to clear the inconsistencies on this issue. In addition product's colour, aroma and lipid oxidation were determined. It was shown that neither the temperature nor the specific surface of the cans had any impact on the texture of the canned emulsions. However, the F-value as an indirect measure for the input of temperature over time, i.e. the resorbed quantity of heat, showed a significant influence.

Schlüsselwörter Konserve – Festigkeit – Konsistenz – F-Wert – Fettverderb – Qualität – Farbe – Aroma

Key Words can – canning – texture – heating – F-value – heat – quality – colour – aroma

Einleitung

Hauptbeanstandungskriterium sind bei Qualitätsprüfungen von Fleischwarenkonserven mit weitem Abstand Konsistenzmängel, die sich bei Brühwurst in einer produktuntypischen Weichheit bis Streichfähigkeit ausdrücken. Nach KLETTNER (1991) sind Farbe, aber auch Festigkeit ausschlaggebende Qualitätsparameter für Brühwurst, wobei ein festlockerer Biss erwartet wird. Laut DAVEY und GILBERT

(1974) erfolgt bei der Erhitzung von Fleisch eine temperaturabhängige Festigkeitszunahme mit einem Maximum bei 80 °C, die in der in dem Bereich von 65 °C bis 75 °C zu beobachtenden Kollagenschrumpfung in Kombination mit einer ab 55 °C beginnenden Härtung durch Sarkomerenverkürzung begründet ist. Oberhalb von 75 °C setzt eine erhitzungszeitlich abhängige Festigkeitsabnahme durch den erhitzungsbedingten Ab- und Umbau in lösliches Kollagen (= Gelatine) ein. Die-

se Änderungen an der Kollagenstruktur überkompensieren laut SEUSS und HONIKEL (1987) oberhalb 75 °C die Festigkeitszunahme durch Sarkomerenverkürzung in erhitztem Fleisch.

Erhitzungsbedingte Konsistenzveränderungen sind auch bei zu Fleischwaren verarbeitetem Fleisch zu finden. Die Temperaturhöhe ist aber hier entgegen landläufiger Meinung anscheinend wenig ausschlaggebend, denn KLETTNER (1991) konnte bei Brühwurstfrischware nach Art einer Lyoner keinen Einfluss der Kerntemperatur in Bereichen zwischen 65 °C und 90 °C auf die Festigkeit nachweisen.

Wichtiger scheint eine Temperatur-Zeit-Beziehung zu sein. Schon WIRTH (1962) wies im Zusammenhang mit der Erprobung von pflanzlichen Dickungsmitteln zur Konsistenzverbesserung von Corned Beef Konserven darauf hin, dass die bei der Konservenproduktion zur Sterilisation erforderlichen nicht nur hohen, sondern auch langen Erhitzungen zu Beeinträchtigungen der Gelierfähigkeit der dabei aus dem Fleisch entstehenden Gelatine führen, die deren Schmelzpunkt von üblichen 26 °C auf 5-7 °C senken können, so dass auch bei niedrigen Temperaturen gelagerte Konserven geringe oder mangelhafte Schnittfähigkeit aufweisen.

Auch NITSCH *et al.* (1974) sahen dahingehend einen Einfluss der Temperatur, dass lange Erhitzungszeiten bei niedrigen Temperaturen bei in ihrem Abtötungseffekt (=F-Wert) gleichen Erhitzungen im Gegensatz zu höheren Temperaturen zu deutlicheren Veränderungen resp. Abnahmen der Produktqualität führen. Allgemein wird im Zusammenhang mit dem C-Wert als Maß für die Kochschädigung einer Erhitzung eine Zeit-Temperatur-Kombination als maßgeblich angesehen. Doch ist die Definition eines allgemeingültigen C-Wertes für Fleischwaren aus verschiedenen Gründen unmöglich (SIELAFF 1996). Laut LANGE (1972) führen bei Fleischkonserven niedrige Temperaturen in Kombination mit kurzen Erhitzungszeiten zu einer festeren Konsistenz, so dass es die Produktqualität steigert, nur das absolut notwendige Maß an Temperatur und Erhitzungszeit zur Erlangung einer gewünschten antimikrobiellen Wirkung einwirken zu lassen.

SIELAFF (1996) spricht von Einflüssen der Behältergeometrie auf den sensorischen Status in antimikrobiell identischer Hinsicht auf gleiche F-Werte erhitzten Konserven. Auch KLETTNER (1991) beschrieb Festigkeitsunterschiede zwischen Rand- und Kernzonen sogar bei als Frischware erhitzten, feinzerkleinerten Brühwurstprodukten nach Art einer Lyoner, macht aber keine Angaben über etwaige Unterschiede oder temperaturbedingte Einflüsse darauf. Allgemein wird Konservenbehältern mit einer großen Oberfläche im Bezug auf ihr Füllvolumen (=große spezifische Oberfläche) neben günstigen geschmacklichen Aspekten auch ein positiver Einfluss auf die Konsistenz nachgesagt, die sich in vergleichsweise höherer Festigkeit in Kombination mit geringeren Festigkeitsunterschieden zwischen Rand- zu Kernzone äußern sollen.

Material und Methode

Statistische Verfahren

Versuchsdesign. Bei den anstehenden Untersuchungen wurde nach statistischen Gesichtspunkten ein mehrfaktorielles, randomisiertes Box-Behnken-Design ausgewählt und zwar nach einem dreifaktoriellen Aufbau (BOX und BEHNKEN 1960). Dabei werden mehrere Faktoren gleichzeitig variiert. Derartige Versuchsdesigns erlauben nicht nur die Wirkungen der einzelnen Faktoren zu erkennen, sondern auch zu prüfen, ob diese Faktoren unabhängig voneinander wirken oder Wechselwirkungen (synergistisch oder antagonistisch) unter ihnen bestehen (HUNTER 1959; CHWEN-JEN, KOEHLER und AKOH 1996; BOX und BEHNKEN 1960).

Im vorliegenden Fall sind die drei Faktoren die Erhitzungstemperatur zur Keimabtötung (=Raumtemperatur, Variable „Temp“), die Keim abtötende Wirkung der angewandten Erhitzung in Form des F-Wertes als F 121.1/10-Wert (Variable „F“) und die massenbezogene spezifische Oberfläche der verwendeten Konservenbehälter (Variable „SOfl“). Das u. a. dreifaktorielle Response Surface Design wurde mit der gleichnamigen Programmroutine des Erweiterungsmoduls „Experimental Design“ der Statistik Software NCSS 2006 (NCSS Dr. Jerry Hintze, Kaysville, Utah USA) erstellt.

Tab. 1: Dreifaktorieller Versuchsplan in dreistufiger Ausprägung randomisiert

Versuch	Temp	F	SOfl	Konservenbehälter
1	120	3	0,0075	99 x 36/200 g
2	115	0,8	0,0114	99 x 63/400 g
3	120	5,2	0,0114	99 x 63/400 g
4	115	3	0,0153	99 x 119/800 g
5	120	0,8	0,0114	99 x 63/400 g
6	117,5	3	0,0114	99 x 63/400 g
7	117,5	0,8	0,0075	99 x 36/200 g
8	117,5	3	0,0114	99 x 63/400 g
9	115	3	0,0075	99 x 36/200 g
10	117,5	5,2	0,0153	99 x 119/800 g
11	117,5	3	0,0114	99 x 63/400 g
12	117,5	0,8	0,0153	99 x 119/800 g
13	120	3	0,0153	99 x 119/800 g
14	117,5	5,2	0,0075	99 x 36/200 g
15	115	5,2	0,0114	99 x 63/400 g

Rot dargestellt: 3fache Wiederholung des Centerpoints

Statistische Analysen. Zur Auswertung der Datensätze wurden die speziellen, auf diese Zwecke angepassten Programm-routinen der Erweiterungsmodule „Basic“, „Power Pack“ und „Experimental Design“ der Statistik Software NCSS 2006 (NCSS Dr. Jerry Hintze, Kaysville, Utah USA) herangezogen.

Nach deskriptiver Untersuchung auf Normalverteilung, Ausreißer etc. wurden zudem mittels Routine „ANOVA“ des gleichnamigen Programmmoduls Varianzanalysen anhand der Medianwerte der jeweiligen abhängigen Variablen zur weiteren, quantitativen Bestimmung deren Beeinflussbarkeit durch die unabhängigen Variablen durchgeführt. Dazu wurden zunächst mittels Routine „One-Way-Anova“ die unabhängigen Variablen einzeln in ihrer Effektstärke analysiert, da eine Aussage auf statistisch signifikante Gruppenunterschiede aufgrund der hohen Stichprobenzahl mathematisch zwar korrekte, aber realitätsferne Unterschiede in den Ergebnissen anzeigen. Die interaktive Wirkung der einzelnen Faktoren wurde mittels Routine „MANOVA“ als multiple Varianzanalyse untersucht.

Erfassung der abhängigen Variablen

Konsistenz. Die Konsistenz wurde über Festigkeit messtechnisch durch entsprechende Messungen von Härte (= Fc/im Folgenden nur als „Festigkeit“ bezeichnet)

an der Texturprüfmaschine „Instron 1140“ bestimmt, einem dynamisch arbeitenden Kraftmessgerät. Laut KLETTNER (1988) zeigt dieser Wert mit über 0,92 eine hohe Korrelation zum sensorischen Kaueindruck. Dazu werden je Versuchsdurchgang Parallelmessungen an 10 Dosen durchgeführt. Diese wurden, wie allgemein für Brühwurstmessungen üblich, auf 5 °C konditioniert um Temperatureffekte des Füllguts weitgehend auszuschließen, aber auch Festigkeitsunterschiede möglichst ausgeprägt erfassen zu können. Aus dem Randbereich und dem geometrischen Mittelpunkt des Füllgutes einer jeden Dose wurden definierte Scheiben von 1 cm geschnitten und daraus Probenzylinder ausgestanzt, die dann einer Quetschung von 80 % Verfahrensweg unterzogen wurden. Anschließend wurden die so erhaltenen „P2-Werte“ als Rohdaten der Messungen statistisch aufbereitet.

Farbe. L-, a- und b-Werte wurden für 10 Dosen je Versuchsansatz an der Oberfläche des Deckels und in der Mitte des Anschnittes mit je Probe 10 Parallelmessungen mittels Farbmessgerät MINOLTA CHROMA-METER CR 200 erfasst und diese Rohdaten der Messungen statistisch analysiert.

Geruch. Der Geruch wurde messtechnisch erfasst und dargestellt. Dazu werden Messungen mit der elektronischen Nase

durchgeführt und das Signal des Hauptsensors herangezogen. Es erfolgten 7fach replizierte Einzelmessungen je Versuchsansatz, was insgesamt 105 Einzelmessungen bedeutete. Zur Datenkorrelation wurden die Messwerte der 4 Metalloxidsensoren, die bei Erfassung von Fleischaromen besonders aussagekräftig sind (CHERNUKHA, SELIVANOVA und KUZNETSOVA 2010, DEDERER 2010), herangezogen und mittels Hauptkomponentenanalyse (=PCA) des NCSS-Hauptmoduls „MULTIVARIATE ANALYSIS“ auf einen Geruchseindruck wiedergebende Variable „F1“ reduziert.

Einflüsse auf die Lipidumsetzung. Dazu wurden unmittelbar nach den Messungen mit der elektronischen Nase Thiobarbitursäurereaktive Substanzen (=TBARS) und Säurezahl bestimmt. TBARS wurden über den Gehalt an ppm Malondialdehyd (MDA) als Lipidperoxidationsmarker bestimmt.

Rezeptur

Das Modellbrät sollte als Vertreter feinerkleinerer Brühwurstprodukte in etwa einer Lyoner entsprechen. Die Würzung war daher an eine solche als Frischware angelehnt.

Rezeptur:

27,5 % S III
27,5 % R III
25 % S IX (Rückenspeck)
20 % Eis

Gewürze/Zutaten auf 1 kg Gesamtmasse:

16 g NPS
3 g Phosphat
4 g Matador
0,3 g Ascorbat

Ergebnisse

Die Berechnungen erbrachten zwar mathematisch korrekt signifikante, aber praxisirrelevante Unterschiede der einzelnen abhängigen Variablen. Dieser Umstand ist in der Biometrie bekannt und wird über die Interpretation der Effektstärke versucht zu vermeiden (DUBS 2004; HARTMANN 2007; SCHEPERS 2006).

Die Variablenselektion zeigt, dass die Konsistenz vornehmlich über den F-Wert berechenbar bestimmt wird. Steigende F-Werte führen zu einer Abnahme der Festigkeit.

Erstaunlicherweise haben die spezifische Oberfläche nur eine marginale und die Temperatur keine kalkulierbare Auswirkung darauf. Für die Festigkeit im Randbereich sind durch den F-Wert 49 % der Messdatenvariabilität berechenbar, was sich durch Einbeziehung der spezifischen Oberfläche auf 54 % erhöht. Bei der Festigkeit im Kern sind es 60 % bzw. 61 %. Die Differenz zwischen Rand- zu Kernfestigkeit wird hingegen wiederum vornehmlich vom F-Wert, aber nun auch noch von der Temperatur bestimmt, wobei hier nach bisheriger Meinung die spezifische Konservenoberfläche am bedeutsamsten sein sollte. Insgesamt aber wird dieser Wert in vergleichsweise hohem Maße durch alle drei unabhängigen Versuchsvariablen bestimmt, und zwar durch den F-Wert mit 47 %, den F-Wert in Kombination mit der Temperatur mit 62 % und mit allen drei Faktoren sogar zu 71 %.

Betrachtet man die unabhängigen Variablen hinsichtlich ihrer alleinigen Einflussstärke mittels One-way-Anova, so ändert sich die Festigkeit im Kern im Bezug auf den F-Wert über eine Spannweite von mehr als 6 N, was bei einem mittleren Festigkeitswert aller Untersuchungen von 22 N mit 28 % bei über einem Viertel liegt. Allerdings ist die Festigkeitsabnahme zwischen den F-Werten von 0,8 zu 3 mit 4,9 N wesentlich größer als zwischen 3 und 5,2 mit nur noch 1,2 N. Ganz ähnlich, aber im geringeren Ausmaß verhält sich die Festigkeit am Konservenrandbereich mit einer F-wertabhängigen Spannweite von 4,6 N, wobei hier auch der Hauptanteil mit 3,7 N zwischen 0,8 und 3 auftritt (Abb. 1).

Die Festigkeitsdifferenz liegt im Mittel aller Messungen bei 4 N, wobei sie durch den F-Wert um 1,8 N variiert werden konnte. Die Unterschiede werden hier mit steigenden F-Werten wieder kleiner, aber diese Abnahme verteilt sich deutlich gleichmäßiger über die einzelnen F-Werte.

Vergleichsweise nur sehr geringen Effekt weist mit 1,5 N die spezifische Oberfläche auf die Randfestigkeit auf, die paradoxerweise mit abnehmender spezifischer Oberfläche ansteigt (Abb. 2). Mit lediglich unter 1 N hat sie quasi keinen Effekt auf die Kernfestigkeit, gleiches gilt für die Festigkeitsdifferenz.

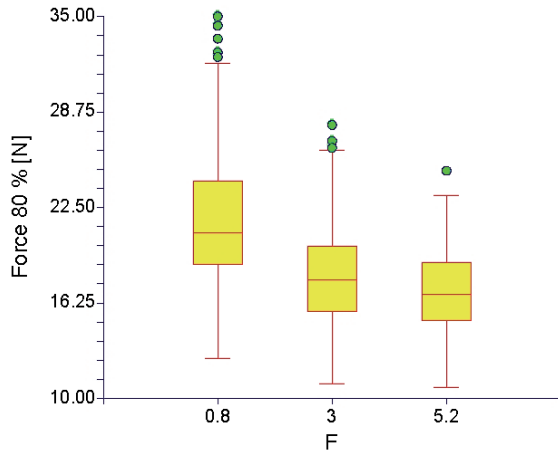


Abb. 1: Einfluss der Erhitzungsintensität (F-Wert) auf die Festigkeit am Konservenrandbereich

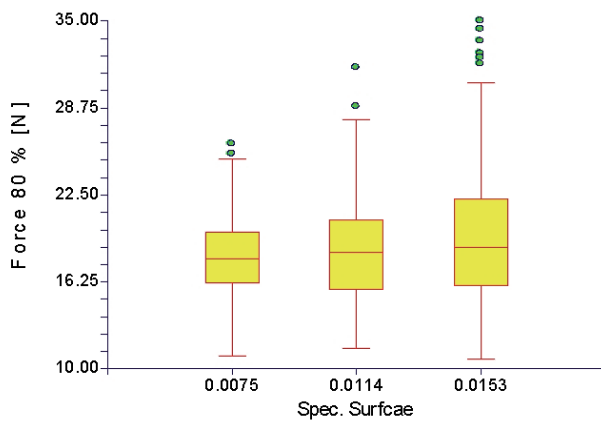


Abb. 2: Einfluss der spezifischen Oberfläche auf die Randfestigkeit

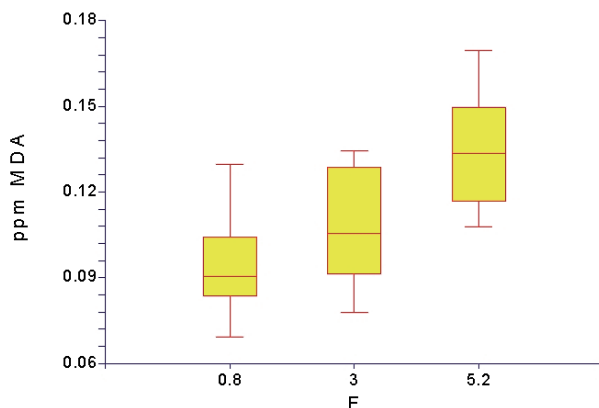


Abb. 3: MDA-Gehalte bei verschiedenen F-Werten

Die Temperatur zeigt in allen Punkten erstaunlicherweise quasi die gleichen, in der Praxis aber bedeutungslosen Effekte mit einem Festigkeitsdelta für die Randzone zum Kernbereich von ca. 2 N mit einer Festigkeitsänderung von nur etwas unter 1 N. Die Randfestigkeit erfährt eine temperaturbedingte Änderung von weniger als 2 N mit tendenziellem Abfall bei steigenden Temperaturen und die Kernfestigkeit eine Änderung von lediglich 1 N mit einem tendenziellen Maximum bei 117,5 °C.

Der Gehalt an MDA als Indikator zur Fettumsetzung zeigt eine gute Berechenbarkeit. Wichtigste Variable ist auch hier der F-Wert der jeweiligen Erhitzung, der alleine zu über 45 % die Variabilität der Messdatenmediane bestimmt. In einem zweifaktoriellen Modell erhöht die Zunahme der spezifischen Oberfläche die Vorhersagegenauigkeit um ca. 20 % auf über 63 %. Aber auch hier ist also die Temperatur der Erhitzung interessanterweise bedeutungslos.

Fettumsetzung

Mit steigenden F-Werten kommt es zu einem ausgeprägten Anstieg der MDA-Werte. Bei einem Mittelwert von 0,11 ppm MDA steigen sie von 0,09 ppm MDA bei einem F-Wert von 0,8 bis zu 0,13 ppm MDA bei F-Werten von 5,2 nahezu linear an (Abb. 3).

Ähnliches, aber etwas geringer ausgeprägtes Verhalten ist bei der Konservenbehältergeometrie feststellbar. Mit Abnahme der spezifischen Oberflächen steigen auch hier die MDA-Werte von 0,09 bis 0,11 an, wobei aber hier die Variabilitäten zwischen den untersuchten 99x63er und 99x119er sich weitgehend überlappen.

Die untersuchte Säurezahl zeigt hingegen keinerlei Abhängigkeit von F-Wert, Temperatur oder der Behältergeometrie. Lediglich ist tendenziell ein F-wertabhängiger Anstieg im Median von 1,5 bei einem F-Wert von 0,8 auf 2 bei einem F-Wert von 5,2 zu sehen.

Farbmessung

Während bei der Farbmessung die Mediane von L-Wert und a*-Wert an der Füllgutoberfläche und im Zentrum mit Berechnen-

barkeiten unter 20 % praxisirrelevant durch F-Wert, Behältergeometrie oder Erhitzungstemperatur beeinflusst werden, zeigt der b^* -Wert der Füllgutoberfläche eine deutliche Abhängigkeit von der Behältergeometrie. Hierüber lassen sich in einem einfaktoriellen Berechnungsmodell über 58 % der Messdatenvariabilität erklären. Der b^* -Wert im Füllgutzentrum verhält sich hingegen wie die anderen Farbmesswerte unabhängig von den Versuchsparametern.

Der b^* -Wert steigt an der Füllgutoberfläche statistisch signifikant mit abnehmender spezifischer Behälteroberfläche von 12,6 bis auf 15,5 nahezu linear an, also in einem Bereich von mehr als 20 % des Messmittelwertes von 13,7. Wesentlich geringer ausgeprägt sind die diesbezüglichen Temperatureffekte, die sich mit steigender Erhitzungstemperatur in einem 10%igen Bereich von 13,1 bis 14,5 erhöhen. Der F-Wert ist nahezu bedeutungslos, da er bei seiner Steigerung den b^* -Wert der Füllgutoberfläche lediglich von 13,6 auf 14,1, also deutlich unter 5 %, erhöht.

Tendenziell verhalten sich L^* und a^* -Werte an den Füllgutoberflächen unabhängig von F-Werten, Erhitzungstemperaturen und Behältergeometrie. L^* - und b^* -Werte im Füllgutzentrum zeigen mit steigenden spezifischen Füllgutoberflächen eine tendenzielle Abnahme, während die a^* -Werte steigen.

Ein steigender F-Wert beeinflusst diesen L^* -Wert des Zentrums hingegen, wie auch diesen b^* -Wert, nicht und führt dafür beim diesbezüglichen a^* -Wert zu einer tendenziellen Erhöhung. Eine steigende Temperatur ändert hingegen die Werte nicht.

Aroma

Die mittels PCA das Füllgutaroma wiedergebende Variable „F1“ besitzt bei einem hohen Eigenwert von über 3 eine Erklärungsgüte von über 76 % der Variabilität der Einzeldaten aller 4 Metalloxidsensoren (=M1 bis M4) und erwies sich daher zur Analyse statistisch abgesicherter Zusammenhänge der Einflussfaktoren als gut geeignet.

Einzelnen mittels Varianzanalyse betrachtet erwiesen sich der F-Wert der Kochung und die spezifische Oberfläche in ihrer Effektstärke als maßgeblich zur Aroma-beeinflussung (Abb. 4). Während alle unterschiedlichen F-Werte auch zu variierenden Aromen führten, differierten bei den spezifischen Oberflächen nur die Aromen des größten Konservenbehälters zu den anderen im Versuch verwendeten. Die Erhitzungstemperatur hingegen wies zumindest keinen berechenbaren Effekt auf das Aroma auf.

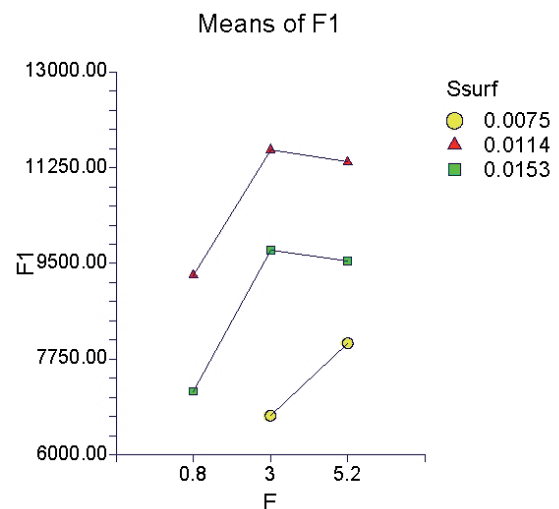


Abb. 4: Kombinierte Effekte von F-Wert und spezifischen Behälteroberflächen auf das Aroma (= Variable „F1“)

Diskussion

Entgegen allgemeiner Meinung erwiesen sich eine die Wärmeleitung effizienter gestaltende Behältergeometrie und die Höhe der Temperatur zumindest in den untersuchten Variationsmöglichkeiten erstaunlicherweise als nahezu wirkungslos im Bezug auf eine kalkulierbare Konsistenz- resp. Festigkeitsveränderung. Bisherige Lehrmeinung war, dass hohe Temperaturen und bzw. oder eine geringe Konservenbehälteroberfläche im Bezug auf die Füllmenge zu schlechterem Wärmeein- und -austrag und damit auch zu langsameren, länger dauernden Erhitzungen führen und sich dies in weicher Konsistenz und ausgeprägten Festigkeitsdifferenzen zwischen Rand- und Kernbereich äußern würde.

Der F-Wert hingegen zeigt deutliche Wirkung auf die Festigkeit. Er stellt u. a. auch ein indirektes Maß für die auf das Füllgut einwirkende Wärmemenge dar. Als C-Wert wurde daher schon seit langem versucht, dieses Messprinzip weg von mikrobiellen hin zu sensorisch-qualitativen Aspekten zu modifizieren, was generalisiert aber nie gelang. Somit ist für eine möglichst hohe Festigkeit der Wärmeintrag mittels genau angepasster Mess- und Regeltechnik exakt auf das absolut mikrobiell notwendige Mindestmaß zu minimieren, wobei Behälterform und Erhitzungstemperatur bis zu einer Höhe von 120 °C frei gewählt werden können. Allerdings beschränkt sich dies nur auf den Aspekt der Festigkeit und nicht unbedingt auf die Vielzahl anderer, sensorischer Parameter.

Literatur

- BOX, G.E.P., BEHNKEN, D.W. (1960): Some new three level designs for the study of quantitative variables. *Technometrics*, 7, 455-475
- CHERNUKHA, I., SELIVANOVA, E., KUZNETSOVA T. (2010): Sensory analysis of meat products: Possibilities of „e-nose“. Vortrag 45. Kulmbacher Woche, 05.05.2010, Kulmbach
- CHWEN-JEN, S., KOEHLER, P.E., AKOH, C.C. (1996): Optimization of sucrose polyester synthesis using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 61, 97-100
- DAVEY, C.L., GILBERT, K.V. (1974): Temperature-dependent cooking toughness in beef. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 30, 931-938
- DEDERER, I. (2010): Persönliche Mitteilung, Januar 2010
- DUBS, L. (2004): Methodische Grundlagen für die Kosten-Nutzen-Diskussion auf der Basis von Studien am Beispiel der extrakorporellen Stosswellentherapie am Bewegungsapparat. *Schweizerische Ärztezeitung*, 85; Nr. 3, 115-120
- HARTMANN, M. (2007): Signifikanz und Effektstärke bleiben auch zusammengenommen defizitäre Kenngrößen – Ein Vorschlag zur wirklichen Verbindung beider Größen. *EWF-News - Journal der erziehungswissenschaftlichen Fakultät der FAU*, Nr. 3, Februar 2007, www.ewf.uni-erlangen.de
- HUNTER, J.S. (1959): Determination of optimum condition by experimental methods. *Industrial Quality Control*, 15, 6-15
- KLETTNER, P.-G. (1991): Einfluss der Erhitzung auf Festigkeit und Farbe von Brühwurst. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung* 30, 172-177
- KLETTNER, P.-G. (1988): Beziehung zwischen instrumentellen Festigkeitswerten und sensorischem Kaeindruck bei Brühwurst. *Sonderdruck Fleischwirtschaft*, 68, 1-3
- LANGE, H.-J. (1972): Untersuchungsmethoden in der Konservenindustrie. Verlag PAREY, Berlin/Hamburg
- NITSCH, G., MAURER, A., TAKACS, J. (1974): *Fleisch- und Wurstkonserven*, Verlag PFALUM, München
- SCHEPERS, U. (2006): Statistische Beurteilung der Güte von analytischen Ergebnissen. Dissertation, TU-Braunschweig
- SEUSS, I., HONIKEL, K.O. (1987): Über die Ursachen der Zunahme von Saftverlust und Festigkeit beim Erhitzen von Fleisch. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung* 26, 7464-7470
- SIELAFF, H. (1996): *Technologie der Konservenherstellung*. Verlag BEHR, Hamburg
- WIRTH, F. (1962): Zur Verbesserung der Schnittfähigkeit von Corned Beef Konserven. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung* 1, 60-61