

Institut für Technologie

Institute of Technology

E.-C.-Baumann-Str. 20
95326 Kulmbach
Tel.: 09221/803-276
Fax: 09221/803-343
E-mail: institut-t@baff-kulmbach.de

Themenschwerpunkte:

Die wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts umfassen Untersuchungen zur Fleischgewinnung in Bezug auf Verbraucherschutz, Tierschutz, Schlachtkörper- und Fleischqualität, zur Fleischbehandlung im Hinblick auf sensorische Qualität, Verarbeitungseignung, Haltbarkeit und Umweltverträglichkeit sowie zur Fleischverarbeitung hinsichtlich Produktqualität, Hygiene, Produktsicherheit, Lagerfähigkeit, Umweltverträglichkeit und Ernährungswert.

Als außerwissenschaftliche Aufgaben bearbeitet das Institut federführend für die BAFF Fragen des Lebensmittelrechts, führt sensorische Schulungen von Sachverständigen aus Gewerbe und Überwachung durch und berät Bundesressorts, Behörden und Gewerbe bei fleischtechnologischen Fragestellungen.

Wissenschaftliches Personal:

Leiter: Direktor und Professor Prof. Dr. K. **Troeger**, Tierarzt

Wiss. Mitarbeiter/innen und Fachhochschulabsolventen:

Dr. Irina **Dederer**, Lebensmitteltechnologin
Wiss.Dir. PD Dr. Dr. habil. G.F. **Hammer**, Tierarzt
Dr.-Ing. P.-G. **Klettner**, Lebensmitteltechnologe
Dr. D. **Kühne**, Chemiker
M. **Moje**, Tierarzt
Wiss.Dir. Dr.-Ing. W.-D. **Müller**, Lebensmitteltechnologe
Dr. P. **Nitsch**, Tierarzt
Andrea **Hoffmann**, Tierärztin (bis 31.03.2002)
B. **Schurr**, Tierarzt
Dipl.-Ing. (FH) M. **Eber**, Lebensmitteltechnologe (bis 31.03.2002)

Gastwissenschaftler, Praktikanten, Stipendiaten und Hospitanten:

Dr. Ulrike **Machold**, Hospitantin
Prof. Dr. Ilja **Vukovic**, Fakultät der Veterinärmedizin, Belgrad, Jugoslawien
Dr. Koo Bok **Chin**, Chonnam National University, Gwangju, Korea
Gisela **Krüger**, Studentin der Oecotrophologie, Mönchengladbach

Multifunktionale Betäubungsanlage für Rinder im Städtischen Schlachthof Kulmbach: Eine Zwischenbilanz

Multifunctional Cattle Stunningbox in the Abattoir in the Town of Kulmbach:
State of Knowledge

B. SCHURR, M. MOJE, H.-J. MINTZLAFF, K. TROEGER, J. HAIDA und H. JANKOWITSCH

Seit Juni 2001 ist im Städtischen Schlachthof Kulmbach der Prototyp einer multifunktionalen Betäubungsanlage für Rinder (Fa. Banss, Biedenkopf) im Einsatz. Die Anlage ist für die Elektrobetäubung von Rindern konzipiert, jedoch können die Tiere auch routinemäßig mit Bolzenschuss oder Schuss-Schlag betäubt werden. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens zu alternativen Schlachttechniken infolge BSE soll die elektrische Betäubung von Rindern geprüft und weiterentwickelt werden. Der übliche Einsatz von Bolzenschussgeräten kann durch den die Schädelkapsel penetrierenden Bolzen zu einer hämatogenen Streuung von ZNS-Material führen. Ebenso ist es möglich, dass durch das Schussloch Gehirnbestandteile nach außen dringen und durch Kreuzkontamination auf die Oberflächen der Schlachtierkörper und in die Schlachthalle gelangen. Dies soll durch die Elektrobetäubung verhindert werden, darüber hinaus sind Vorteile hinsichtlich des Tierschutzes und der Arbeitssicherheit zu erwarten.

Die elektrische Betäubung basiert auf der Auslösung eines sogenannten epileptiformen Anfalls. Dieser ist mit Wahrnehmungslosigkeit sowie Analgesie verbunden und bei einer reinen Kopfdurchströmung reversibel. Bei Rindern ist jedoch noch eine anschließende zusätzliche Herzdurchströmung vorgeschrieben, um ein Herzkammerflimmern auszulösen und somit die Wiedererlangung von Bewusstsein auszuschließen.

Das Konzept der multifunktionalen Betäubungsanlage basiert auf mehreren Elementen: einer zweiteiligen Grundkonstruktion, die es ermöglicht, das Tier nach Betäubung und Entblutung zu drehen; einer effektiven Fixierung des Kopfes; auf beweglichen Unterstützungsbügeln, die den Tierkörper bei der Betäubung und bei

der Entblutung in aufrechter Position halten und auf der Möglichkeit eines unmittelbaren Blutentzuges. Die für die Elektrobetäubung notwendigen vier Elektroden sind in die entsprechenden Bauteile integriert.

Die Kopffixierung erfolgt durch einen horizontal beweglichen und anatomisch ausgeformten Nackenschieber, in den zwei punktförmige Nackenelektroden integriert sind, und ein Kopfauflegeblech, an dem eine Flotzmaulelektrode angebracht ist. Der Kopf bleibt für das Personal immer frei zugänglich. Die Unterstützungsbügel setzen an Brust (dort mit integrierter Herzelektrode) und Bauch an.



Abb. T1: Kopffixierung. Nackenschieber (grün), Kopfauflegeblech und Flotzmaulelektrode (links)

Die Anlage teilt sich in zwei Baugruppen auf. Der Teil, in dem sich das Tier befindet und fixiert wird, ist auf zwei Rollböcken gelagert und kann um bis zu 120° nach rechts gedreht werden, dadurch wird das Tier nach der Betäubung und Entblutung auf die Seite gelegt und kann ange-

schlungen oder zunächst auf einen Liegerost abgerollt werden. Der starre zweite Teil beinhaltet die Sockelkonstruktion und eine Plattform, durch die das Personal über eine Tür Zugang zum Falleninneren erhält (Anschlingen) und von der aus die Anlage gesteuert werden kann. Eine weitere Besonderheit ist die eingebaute Stechklappe an der Frontseite der Anlage. Sie ermöglicht durch Einschwenken ins Falleninnere den Zugang zum Hals und zur Brust des Tieres, unmittelbar nach Ende des Betäubungsvorganges kann so der Blutentzug mittels Bruststich durchgeführt werden. Dies geschieht von einer ergonomisch günstigen Arbeitsposition aus, da das Tier ca. 1 Meter höher als der Stecher steht.

Der Betäubungstransformator (Fa. Schermer, Ettlingen), leistet bis zu 3,5 A Betäubungsstromstärke und arbeitet nach dem Konstantstromprinzip, d.h. eine gewählte Stromstärke wird gehalten, indem die Spannung je nach Übergangswiderstand des Tieres erhöht oder verringert wird. Neben der Stromstärke können auch die Betäubungszeiten sowie die Betäubungsstromfrequenzen (10-990 Hz) gewählt und zu einem Programm zusammengestellt werden.

Der Betäubungsvorgang läuft wie folgt ab: Nach Eintrieb des Tieres wird es zunächst mit dem Nackenschieber fixiert und der Kopf liegt mit dem Unterkiefer auf dem Kopfauflegeblech auf, anschließend werden die Unterstützungsbügel aus der rechten Seitenwand herausgefahren, das Rind liegt dann leicht auf diesen auf, ohne mit den Beinen den Kontakt zum Boden zu verlieren. Die Elektrobetäubung wird gestartet und läuft in zwei Phasen ab. In der ersten Phase erfolgt die Kopfbetäubung, d.h. der Stromfluss reicht vom Flotzmaul bis zum Nacken, ohne Unterbrechung wird in der zweiten Phase dann der Strom vom Flotzmaul zum Herzen geleitet, so dass sich das Gehirn immer im Stromweg befindet. Die Gesamtdauer des Stromflusses liegt, je nach Einstellung, bei etwa 18 Sekunden. Nach Ende des Stromflusses wird das Tier zunächst um ca. 20° gedreht, nach Einschwenken der Stechklappe gestochen und dann weiter bis zur Horizontalen gedreht. Vom Beginn des

Stromflusses bis zum Blutfluss vergehen bei einem geübten Stecher weniger als 30 Sekunden. Erst nach dem Stechen erfolgt das Anschlingen der Tiere (Abb. T2).



Abb. T2: Stechen bei eingeschwenkter Stechklappe

Seit Einbau der Anlage wurden einige Modifikationen durchgeführt und im Zeitraum von Januar bis Oktober 2002 fanden 118 Elektrobetäubungsversuche statt. Im Routineschlachtbetrieb werden die Rinder mittels Bolzenschuss betäubt. Bei sechs Tieren wurde eine ausschließliche Kopfdurchströmung durchgeführt, um zu prüfen, ob ein epileptiformer Anfall ausgelöst wird und somit die Eignung der Anlage für die Elektrokurzzeitbetäubung zur rituellen Schlachtung gegeben ist (§ 14 Abs. 3 TierSchlv). Von 10 Schlachttierkörpern wurden die Köpfe abgesetzt, nach dem Enthäuten in der Medianen gesägt und die Hirnhälften entnommen, um sie makroskopisch pathologisch-anatomisch zu untersuchen.

Von jedem Tier wurden die Betäubungswirkung und die Betäubungsstromparameter erfasst. Außerdem erfolgte eine Untersuchung auf äußerlich erkennbare Schlachttierkörperschäden und Erfassung von Abweichungen der Fleischqualität, die bei den Zerlegungen sichtbar wurden.

Bei 7 von 118 Tieren war die Elektrobetäubung nicht erfolgreich, wobei die Ursachen immer ermittelt und abgestellt werden konnten. So war z. B. der Kopf von Tieren der Rasse Angus zu kurz, das Flotzmaul wurde von der entsprechenden

Elektrode nicht erreicht und ein Stromfluss erst gar nicht ausgelöst. Der Mangel wurde durch Modifikation der Anlage behoben. Bei korrektem Ansatz und Isolation der Elektroden musste kein Tier nachbetäubt werden. Bei keinem Tier traten gerichtete Augenbewegungen oder Vokalisation auf.

Die Dauer der Kopfdurchströmung lag zwischen 2 und 4, die der anschließenden Kopf-Herzdurchströmung zwischen 14 und 16 Sekunden. Die eingestellten Betäubungsstromstärken betragen zwischen 2,8 und 3,5 A, die Werte der Betäubungsstromspannung erreichten 160 bis 300 Volt. Die ermittelten Übergangswiderstände sind in Tabelle T1 dargestellt.

Tab. T1: Übergangswiderstände Kopf und Kopf-Herz

	n	Kopf [Ohm]		Kopf-Herz [Ohm]	
		x	s	x	s
weiblich	41	99	15	106	24
männl.	77	81	13	77	13
Σ	118	86	16	86	21

x= Mittelwert, s= Standardabweichung

Die Werte zwischen „Kopf und Herz“ liegen auf gleichem Niveau wie die bei ausschließlicher Kopfdurchströmung. Auffallend sind die Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Tieren. Als Ursache ist die stärkere Ausprägung der Nackenmuskulatur bei den männlichen Tieren denkbar, wodurch sich der Anpressdruck der Nackenelektroden erhöht und der Übergangswiderstand verringert.

Alle Tiere mit ausschließlicher Kopfdurchströmung zeigten den gewünschten unmittelbaren, deutlich erkennbaren epileptiformen Anfall. D.h. Vorder- und Hinterbeine werden sofort unter den Rumpf bzw. Bauch gezogen, das Augenlid ist geschlossen und es folgten eine tonische

Phase, die nach ca. 10 Sekunden in klonische Krämpfe übergeht. Cornealreflexe sind nicht auslösbar.

Bei den elektrisch betäubten Tieren traten keinerlei Knochenbrüche auf, allerdings wurden bei 5 Bullen Blutpunkte im Bereich der Ober- und Unterschale festgestellt. Durch Variation des Frequenzverlaufes innerhalb der Stromflussdauer soll versucht werden, diese Schäden zu minimieren.

In Bezug auf die Arbeitssicherheit sind deutliche Vorteile erkennbar: Die Falle schirmt das Bedienungspersonal von den Rindern ab. Ohne Gefährdung durch Reflex- und Abwehrbewegungen sind Kopf, Hals und Brusteingang (Stechen) dennoch frei zugänglich. Nach Ende des Stromflusses sind die Tiere nahezu frei von spinalen Reflexen, wodurch sich das Anschlingen eindeutig sicherer und schneller als bei der Bolzenschussbetäubung durchführen lässt. Hier hat sich durch das Verbot der Anwendung des Rückenmarkzerstörers ein Arbeitsschutzproblem ergeben. Ein weiterer Aspekt ist die geringere Lärmbelastung für das Personal. Hohe Spitzenschallpegel, die bei der Bolzenschussbetäubung Werte bis zu 120 Dezibel erreichen können, treten nicht auf. Im Vergleich zur Bolzenschussbetäubung liegt ein Tierschutzvorteil dieses halbautomatischen Verfahrens darin, dass Fehlbetäubungen auf Grund z.B. falscher Schusslokalisation vermieden werden. Die gute Zugänglichkeit zum Kopf und dessen effektive Fixierung sichert zudem eine gute Überprüfbarkeit des Betäubungserfolges, auch für externes Überwachungspersonal. Der Blutentzug ist schnell und gefahrlos möglich.

Die Anlage kann praxistauglich betrieben werden. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen sollen nunmehr Fragen der Fleischqualität geklärt werden. So sollen der postmortale Glykolyseverlauf untersucht und das Vorkommen von Blutpunkten reduziert bzw. verhindert werden.

Die Schuss-Schlag-Betäubung des Rindes: Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung als Alternative zur Bolzenschussbetäubung

Concussion stunning of cattle: Potentialities and limits of the application as an alternative for captive bolt stunning

M. MOJE, Andrea HOFFMANN, B. SCHURR, K. TROEGER, H.-J.-MINTZLAFF,
M. BEHRSCHEMIDT, J. HAIDA, Silvia HÖPFL, H. JANKOWITSCH, Ruth KOLB,
Monika KORPILLA, Gabriele OTT und G. WACHSMANN

Bei der bisher üblichen Betäubungsmethode für Rinder, der Bolzenschussbetäubung, wird die Schädelhöhle eröffnet und Hirngewebe (ggf. mit BSE-Erregern) kann austreten oder über den kleinen Kreislauf verteilt werden. Dies beinhaltet Risiken für das Schlachtpersonal (insbesondere den Betäuber) sowie aus Sicht des Verbraucherschutzes. Deshalb sollte geprüft werden, inwieweit eine nicht penetrierende Betäubungsmethode, die sog. Schuss-Schlag-Betäubung, geeignet ist, eine Gefährdung des Schlachtpersonals durch Risikomaterial (ZNS-Gewebe) zu reduzieren oder auszuschließen und gleichzeitig die Produktsicherheit zu erhöhen. Dabei waren auch die Belange des Tierschutzes und die resultierende Fleischqualität zu berücksichtigen.

Es wurden insgesamt 1248 Tiere in zwei Schlachtbetrieben sowohl mit Kartuschen betriebenen als auch mit Pressluft betriebenen Schuss-Schlag-Betäubungsapparaten betäubt:

Insgesamt mussten zwischen 20 und 30 % der Tiere nachbetäubt werden. Von der Medianen abweichende Ansatzstellen der Schuss-Schlag-Betäubungsapparate erhöhten die Nachbetäubungsrate erheblich. Unmittelbar nach Auswurf aus der Betäubungsfalle in einem größeren süddeutschen Schlachtbetrieb lagen 67,8 % bis 76,4 % der stumpf betäubten Tiere vollkommen ruhig auf dem Trockenlanderost, beim Hautschnitt zur Entblutung zeigten zwischen 50 und 60 % der Tiere keine Bewegung (Tab. T2 und T3).

Bei allen mittels Schuss-Schlag betäubten Tieren fielen bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung am eröffneten Schädel geringe bis hochgradige Hämatome am Gehirn auf. Diese waren lokal-

siert an der Frontseite direkt unter der Ansatzstelle der Schuss-Schlag-Betäubung und kontralateral am Hirnstamm. Dies war auch dann der Fall, wenn die innere Knochenlamelle des Stirnbeins und die harte Hirnhaut unverletzt waren, d. h. die Blutungen traten in Folge der schlagbedingten Beschleunigung des Gehirns in der knöchernen Schädelhöhle auf. Die Schuss-Schlag-Betäubung führte bei weit über 90 % der im größeren Schlachtbetrieb betäubten Tiere zu einer Fraktur der äußeren Knochenlamelle des Stirnbeins, aber nur bei gut 40 % der in einem anderen kleinerem Schlachtbetrieb betäubten Tiere. In diesem Schlachtbetrieb wurden nicht nur die Kopfbewegungen der Rinder mechanisch eingeschränkt, sondern es erfolgte eine echte Kopffixierung.

Die Schuss-Schlag-Betäubung bewirkte kein Herzkammerflimmern (unmittelbar nach der Schuss-Schlag-Betäubung wurden im größeren Schlachtbetrieb 69 EKG's abgeleitet. Bei 68 waren normale Herzaktionen zu erkennen, eines konnte nicht interpretiert werden, da das Tier starke tonisch-klonische Krämpfe hatte).

Als Schlussfolgerung bleibt festzuhalten, dass durch Anwendung der Schuss-Schlag-Betäubung beim Rind der **Arbeitsschutz** an kritischen Arbeitsplätzen (Stechen, Anschlingen) verbessert werden kann, da die Anwendung der Schuss-Schlag-Betäubung eine bessere Ruhelage der Tiere auf dem Rost beim Anschlingen als bei der Betäubung mittels Bolzenschuss und weniger reflektorisch verursachte Abwehrbewegungen beim Entbluten bedingt. Somit erfolgt eine Gefährdungsreduzierung für die an diesen Arbeitsplätzen beschäftigten Mitarbeiter.

Tab. T2: Registrierung der unwillkürlichen Bewegungen nach der Betäubung: Vorversuche

	Anzahl Tiere	keine Bewegung	geringgradige Bewegung	mittelgradige Bewegung	hochgradige Bewegung	Atmung
Rost	576	76,4 %	10,7 %	8,0 %	3,3 %	1,6 %
Hängen	577	65,6 %	14,9 %	12,4 %	3,3 %	3,8 %
seitl. Aufziehen	577	91,5 %	6,4 %	2,1 %	0 %	0 %
Hautschnitt	558	49,8 %	26,9 %	20,7 %	1,2 %	1,4 %
Entbluteschnitt	559	22,3 %	41,7 %	30,7 %	4,1 %	1,2 %
„Schächtschnitt“ (*)	20	4,8 %	76,2 %	19,0 %	0 %	0 %

Tab. T3: Registrierung der unwillkürlichen Bewegungen nach der Betäubung: Hauptversuch

	Anzahl Tiere	keine Bewegung	geringgradige Bewegung	mittelgradige Bewegung	hochgradige Bewegung	Atmung
Rost	205	67,8 %	25,4 %	4,3 %	2,5 %	0 %
Hängen	205	38,1 %	41,0 %	18,1 %	2,8 %	0 %
seitl. Aufziehen	180	80,0 %	15,0 %	4,5 %	0,5 %	0 %
Hautschnitt	137	59,9 %	34,3 %	5,8 %	0 %	0 %
Entbluteschnitt	137	35,8 %	51,8 %	12,4 %	0 %	0 %
„Schächtschnitt“ (*)	43	16,5 %	74,5 %	9,0 %	0 %	0 %

(*) Beim hier als „Schächtschnitt“ bezeichneten Entblutevorgang wurde nicht wie vorgeschrieben zunächst ein Hautschnitt und dann erst der eigentliche Entblutestich vorgenommen, sondern ein Schnitt durch die äußere Haut und die Hauptblutgefäße; dies erfolgte insbesondere dann, wenn wegen gefährlicher Bewegungen der Vordergliedmaßen die hygienisch korrekte Ausführung nicht möglich war.

Solange bei der Schuss-Schlag-Betäubung zumindest eine der Hüllen des Gehirns unversehrt bleibt (äußere Haut, eine der Knochenlamellen des Stirnbeins oder die harte Hirnhaut), ist eine Gefährdung des Betäubers durch Kontakt mit ZNS-Gewebe deutlich reduziert. Durch eine weitere Optimierung der Methode sollte der Anteil von betäubten Tieren mit zumindest intakter Dura mater erhöht werden können.

Die Betäubungsergebnisse sind im Hinblick auf den **Tierschutz** noch unbefriedigend. Die Betäubungsmethode kann bei sachgerechter Anwendung eine schnelle Betäubung der Tiere herbeiführen. Diese ist allerdings nur bei einer guten Kopffixierung zu erreichen. Die ermittelten Fehlbetäubungsraten sind aus Sicht des Tierschutzes unakzeptabel hoch; möglicher-

weise lässt sich auch hier durch eine weitere Optimierung der Methode eine Verbesserung erreichen. Möglichst schnelles Stechen nach dem Betäuben ist wegen der Reversibilität der Methode besonders wichtig. Die für die Bolzenschussbetäubung maximal zulässige Zeitspanne von 60 Sekunden ist deutlich zu lang. Schlägt die Betäubung fehl, muss innerhalb kürzestmöglicher Zeit mit einem herkömmlichen Bolzenschussapparat nachbetäubt werden.

Aus Sicht des **Verbraucherschutzes** bietet die Schuss-Schlag-Betäubung im Vergleich mit der konventionellen Bolzenschussbetäubung kaum Vorteile, da auch bei der Schuss-Schlag-Betäubung eine Abschwemmung von ZNS-haltigem Material aus dem Gehirn nicht gänzlich auszuschließen ist. Da es auch ohne Eröffnung

der Schädelhöhle an den Köpfen durch die Handhabung am Schlachtband zu einer Kontamination mit ZNS im Bereich des Hinterhauptloches kommen kann, ist die Gewinnung von Kopffleisch ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen auch nach Schuss-Schlag-Betäubung nicht zu empfehlen.

Die resultierende **Fleischqualität** wird durch Anwendung der Schuss-Schlag-Betäubung nicht beeinträchtigt.

Eine konsequente Weiterentwicklung der Schuss-Schlag-Betäubungsgeräte und insbesondere der Fixierungseinrichtungen für die zu betäubenden Tiere erscheint

notwendig und dürfte auch Erfolg versprechend sein. Es gibt keinerlei Hinweise dafür, dass die nach Anlage 2 der TierSchlV für die Bolzenschussbetäubung von Rindern höchstzulässige Dauer von 60 Sekunden 1:1 auf die Schuss-Schlag-Betäubung übertragen werden kann. Solange hier keine weiteren Untersuchungen vorliegen, sollte eine Dauer von 20 Sekunden nicht überschritten werden (analog zur Vorgabe „Bolzenschuss bei anderen Tieren oder anderen Schusspositionen“).

Die Untersuchungen wurden gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung.



Abb. T3: Gespaltener Rinderschädel nach Schuss-Schlag-Betäubung: Die äußere und innere Schädelknochenlamelle sind eingebrochen und die harte Hirnhaut ist bei diesem Rind eingerissen



Abb. T4: Gespaltener Rinderschädel nach Schuss-Schlag-Betäubung: Bei diesem Rind sind die äußere und innere Schädelknochenlamelle sowie die harte Hirnhaut unversehrt

Vergleichende Verhaltensstudie und Bestimmung humoraler Stressparameter bei der Betäubung von Schweinen mit Kohlendioxid (CO₂) bzw. Argon

Observation of pig behaviour and measuring of blood stress parameters in stunning pigs with CO₂ or argon

Ulrike MACHOLD, K. TROEGER und M. MOJE

Die CO₂-Betäubung ist eine weit verbreitete, aus Tierschutzsicht aber nicht unumstrittene Betäubungsmethode für Schlachtschweine. Das „stechend“ riechende CO₂ wirkt stark atemstimulierend (subjektives Erstickungsgefühl) und reizt die Schleimhäute. Diese nachteiligen Eigenschaften weist das geruch- und geschmacklose Edelgas Argon nicht auf. Argon ist im Gegensatz zu CO₂ kein Anästhetikum, die Bewusstlosigkeit wird durch Hypoxie herbeigeführt.

Ziel der Untersuchung war es, aus dem Verhalten von Schweinen in hohen Konzentrationen von CO₂ bzw. Argon auf mögliche Aversionen zu schließen. Entscheidend für eine Wertung nach Tierschutzgesichtspunkten ist die Phase bis zum Verlust des Stehvermögens (Einleitungsphase der Betäubung), da (mindestens) zeitgleich auch vom Verlust des Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögens ausgegangen werden kann. Ergän-

zend sollten Katecholamingehalte als Stressindikatoren aus Blutproben, entnommen nach Verlust des Stehvermögens, bestimmt werden.

Sechs Läuferschweine wurden zu je zwei Tieren aufgestellt und täglich zweimal für die geplanten Verhaltensstudien trainiert (Abb. T5). Für die Durchführung der Betäubungsversuche wurde ein Plexiglkasten (175 cm * 85 cm * 125,5 cm) mit Gas gefüllt und die in einem Gitterkäfig befindlichen Schweine von oben mit Hilfe eines Krans in den Kasten verbracht. Zunächst lernten die Schweine im (fahrbaren) Gitterkäfig zu fressen. Im weiteren Trainingsverlauf wurden die Schweine mit der Versuchsanordnung, insbesondere mit dem Kran sowie mit dem Plexiglkasten vertraut gemacht. Die Trainingsphase war erfolgreich beendet, als die Schweine ungestört kontinuierlich beim Transport mit dem Kran im Plexiglkasten Futter aufnehmen.

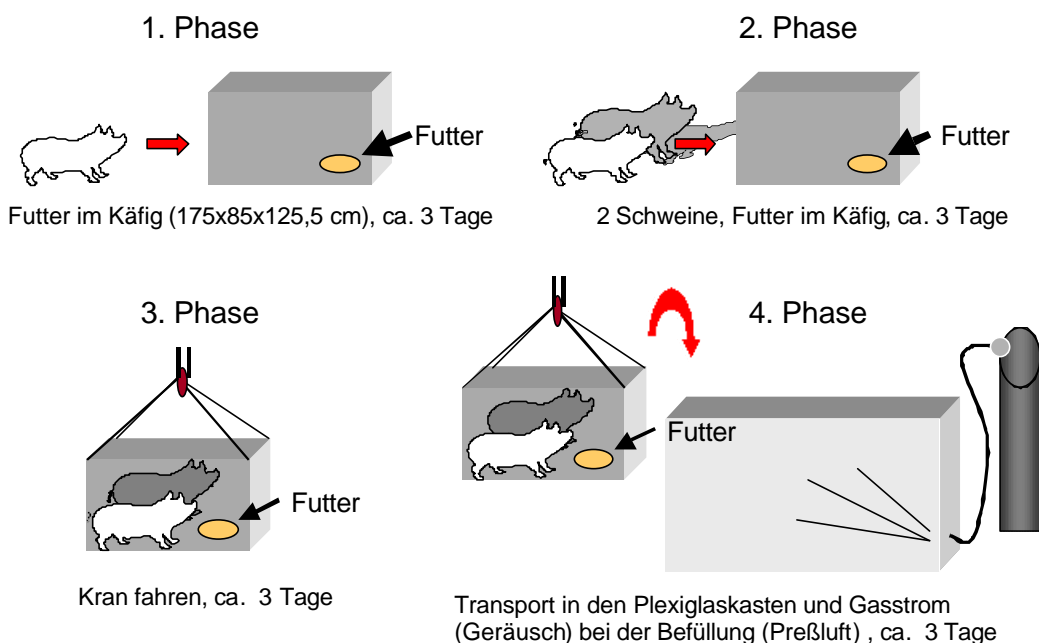


Abb. T5: Trainingsplan

Der Plexiglaskasten wurde an vier aufeinanderfolgenden Tagen im Wechsel mit Argon (95 %), Luft, CO₂ (90 %) und Luft gefüllt. Das Verhalten wurde beobachtet sowie mittels Video (Bild und Ton) dokumentiert.

Am 1. Versuchstag zeigten die Schweine nach Verbringen in die Argon-Atmosphäre (95 %) keine Abwehrreaktionen und nahmen bis zum Auftreten der ersten Gleichgewichtsstörungen ungestört Futter auf. Das Stehvermögen ging nach durchschnittlich 26,2 Sekunden verloren und nach durchschnittlich 33,7 Sekunden wurden die Tiere aus der Gasatmosphäre entfernt. Alle Schweine setzten unmittelbar nach Wiedererlangen des Stehvermögens das Fressen fort.

Am 2. Versuchstag wurde der Vorgang wiederholt, wobei der Plexiglaskasten nun statt mit Argon mit Luft gefüllt war. Beim Herablassen der Tiere in die Gasatmosphäre konnten keine Abwehrreaktionen beobachtet werden. Die Tiere fraßen in der Regel ungestört weiter (Ausnahme kurzes Auf- und Umblicken). Dies war auch bei zusätzlichem Einströmen von Pressluft zu beobachten. Bei keinem der Tiere konnten Abwehrreaktionen, Panik oder heftige Lautäußerungen registriert werden.

Am 3. Tag wurde das Verhalten der Tiere im CO₂ (90 Vol. %) untersucht. Sofort

nach dem ersten Gaskontakt beendeten alle Schweine die Futteraufnahme. Zum Teil waren heftige Reaktionen wie Zurückdrängen, Nach oben Strecken des Kopfes und weites Aufreißen des Maules zu beobachten. Die Gasatmosphäre wurde durchschnittlich nach 26,7 Sekunden wieder verlassen. Nach Wiedererlangen des Stehvermögens nahmen alle Schweine nur sehr zögerlich wieder Futter auf.

Am 4. Versuchstag wurden die Tiere in den nun mit Luft gefüllten Plexiglaskasten verbracht. Trotz der Luftfüllung konnten zumeist ähnliche Irritationen wie beim ersten Kontakt mit CO₂ (Futterverweigerung, Zurückdrängen, Kot- und/oder Harnabsatz) registriert werden. Zum Teil fraßen die Schweine erst nach Verlassen der Gasatmosphäre (Luft) wieder.

Nach CO₂-Betäubung resultieren bei der Mehrzahl der Tiere höhere Noradrenalin-, jedoch niedrigere Adrenalingehalte.

Die Reaktionen sprechen dafür, dass eine Gas-Betäubung von Schweinen mit Argon schonender und tierschutzgerechter als eine CO₂-Betäubung ist. Die meist höheren Noradrenalingehalte im Plasma von CO₂-betäubten Schweinen könnten diese Aussage stützen. Die Adrenalingehalte sind als Messparameter für bewusst erlebten Stress in diesem Zusammenhang offensichtlich wenig geeignet.

Optimierung der Fleischaromenmessungen mittels elektronischer Nase durch eine Sensorauswahl

Optimization of measurements of flavour components from meat with electronic nose by selection of sensors

Irina DEDERER

Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung der elektronischen Nase in der Qualitätsbeurteilung von Lebensmitteln ist eine reproduzierbare Methode zur Detektion der Aromastoffe. Die Ergebnisse der durchgeführten Messungen von Fleischaromen zeigten eine Reihe von Faktoren, die zu optimieren sind, um mit Gassensor-Arrays verlässliche Resultate zu erzielen. Für die Unterscheidungsfähigkeit eines Sensorsystems ist die genaue Kenntnis der Sensorenspezifität, d. h. welchen Beitrag die Signale der einzelnen Sensoren bei der Differenzierung leisten, neben den von uns untersuchten Faktoren, wie die Referenzlufttemperatur und -feuchte, der Massenfluss des Trägergases, die Probenmenge, die Oberfläche, die Inkubationszeit und -temperatur der Probe von besonderem Interesse.

Im folgenden wurde durch Auswahl der geeigneten Sensoren und optimierte Auswertung der Sensorsignale anhand eines praktischen Beispiels (Vergleich von Rindfleischproben mit unterschiedlichem pH-Wert während der Reifung) eine Möglichkeit zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Sensorsystems VOCmeter (Fa. Motech, Reutlingen) demonstriert. Das eingesetzte System arbeitet nach dem Prinzip gemischter Sensoren: es enthält 4 Metall-Oxid-(MOX) und 8 Schwingquarzsensoren (QMB).

Als Probenmaterial diente Rindfleisch (Rückenmuskel der hohen Rippe) mit einem pH-Wert von 5,5 und 5,9. Die Proben wurden insgesamt 5 Wochen in Verbundfolienbeuteln bei +2 °C gelagert. Nach jeder Lagerungswoche wurden die Proben im dynamischen Messmodus bei den folgenden experimentellen Bedingungen gemessen: Probenmenge 10 g; Thermostatisierung der Proben 30 min bei 35 °C;

Trägergas-gereinigte Luft mit 55 % Feuchtigkeit (bezogen auf 30 °C); Flussrate der Referenzluft 25 ml/sec; Equilibrierzeit der Sensoren 120 sec; Messdauer 5 min. Die Fleischproben wurden parallel zur Messung mit der elektronischen Nase sensorisch nach einer 6-Punkte Skala bewertet.

Zur Ermittlung des für die Differenzierung des Reifezustandes der Rindfleischproben relevanten Sensorsatzes wurden die Sensorsignale der 4 MOX-Sensoren und 8 QMB Sensoren getrennt ausgewertet. Abb. T6 und Abb. T7 zeigen den Mittelwert des Maximums der Sensorantworten für die Rindfleischproben unterschiedlicher pH-Werte und Lagerungsdauer. Bei den MOX-Sensoren wurden minimale Unterschiede in der Signalintensität zwischen allen 1 Woche gelagerten Proben festgestellt und zunehmende Signalintensität aller Sensoren nach der zweiten Lagerungswoche. Die höchsten Signale wurden bei der Probe mit dem pH-Wert von 5,9 ermittelt. Dabei zeigte sich insbesondere für den Sensor MT-J20, der vorwiegend auf polare Substanzen reagiert, und für den Sensor MT-J0, der auf allgemeine Kohlenwasserstoffe reagiert, eine deutliche Steigerung der Signalintensität bei der Fleischreifung. Am wenigsten reagierte auf die Aromaunterschiede der Sensor MT-J11, der vom Hersteller für Methan und Permanentgase selektiv angegeben wird.

Nur zwei der acht QMB-Sensoren reagieren auf die reifungsbedingten Unterschiede im Fleischaroma. Eine geringere Abnahme der Signalintensität von 1 bis 5 Wochen Lagerung für den Sensor MT-43 (spezifiziert für mittelpolare Kohlenwasserstoffe) und eine Steigerung der Signalintensität für den auf unpolare Kohlenwasserstoffe reagierenden Sensor MT-5 wurde festgestellt.

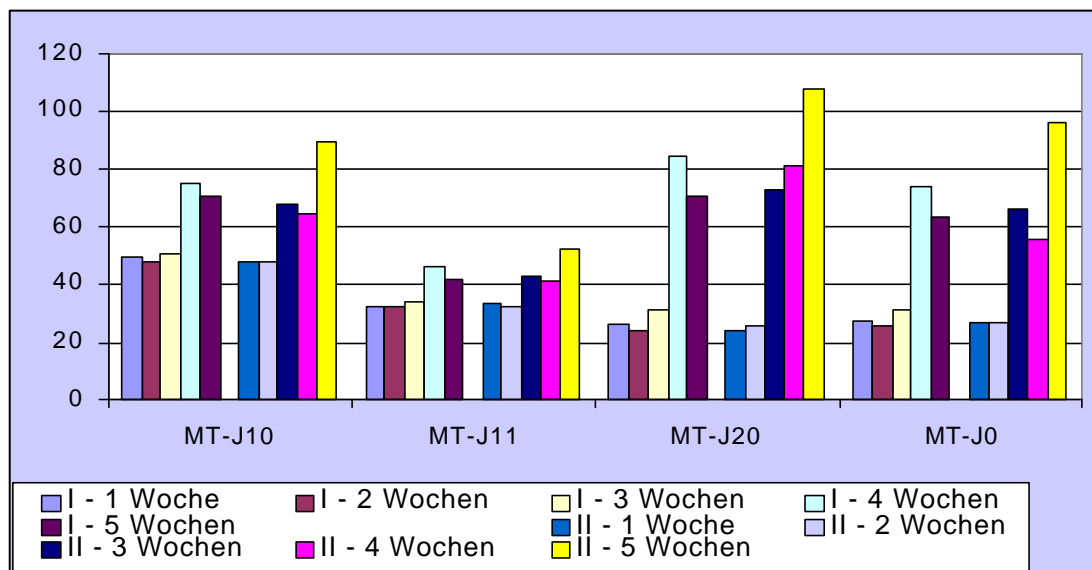


Abb. T6: Mittelwert der Signalmaxima von MOX-Sensoren der Rindfleischproben mit dem pH-Wert von 5,5 (I) und von 5,9 (II) während der Reifung

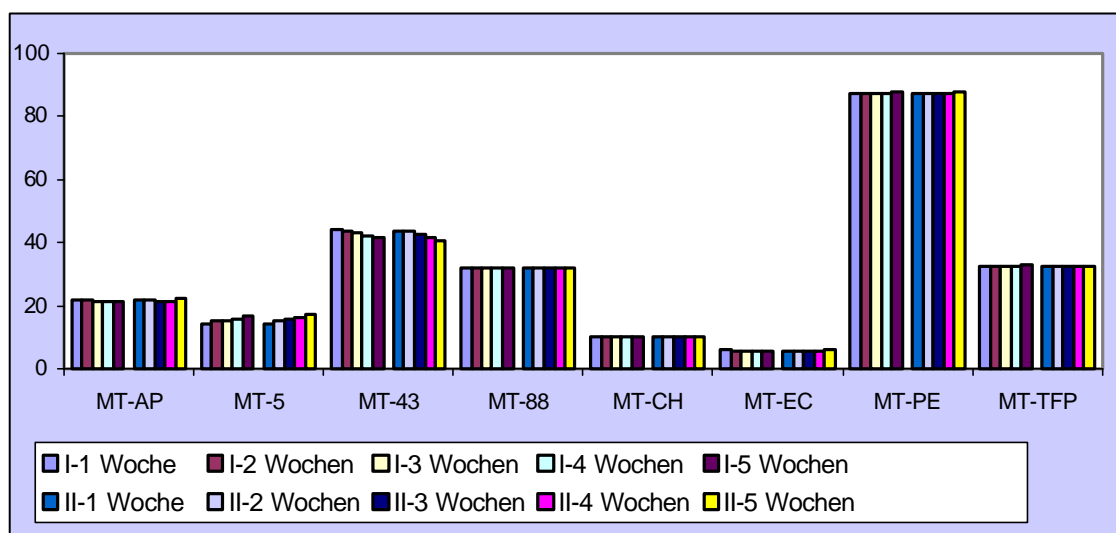


Abb. T7: Mittelwert der Signalmaxima von QMB-Sensoren der Rindfleischproben mit dem pH-Wert von 5,5 (I) und von 5,9 (II) während der Reifung

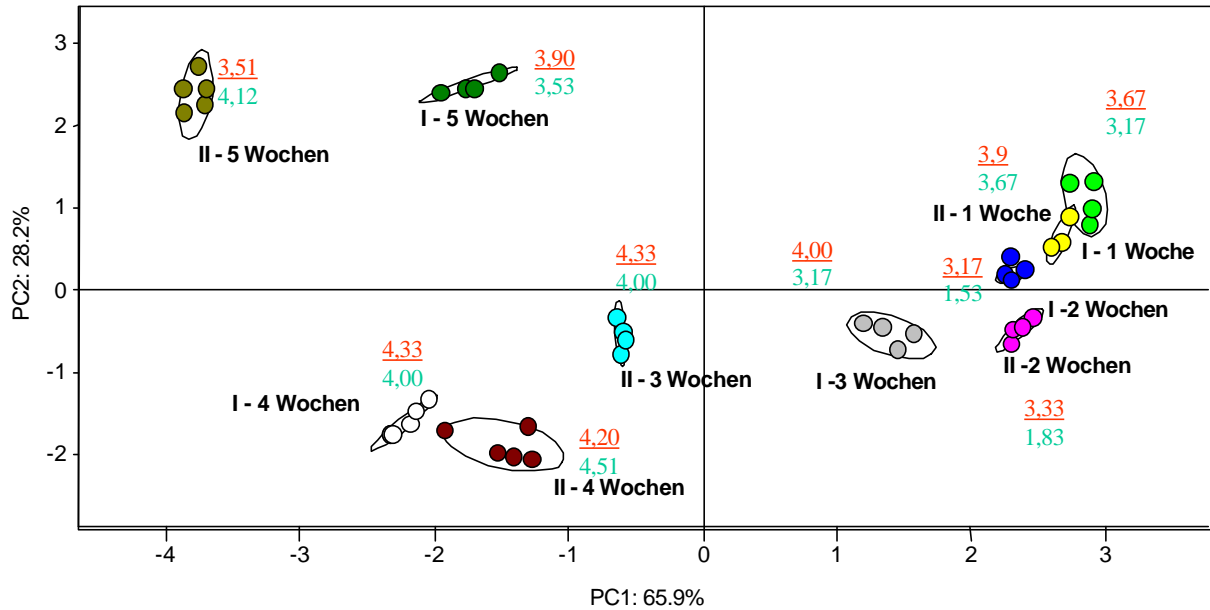


Abb. T8: Hauptkomponentenanalyse der Rindfleischproben mit unterschiedlichem pH-Wert bei der Reifung (I – pH 5,5; II – pH 5,9). 3,67/3,17 – sensorisch ermittelte Werte: Aroma/Zartheit nach 6-Punkte-Schema

In Abb. T8 ist die Hauptkomponentenanalyse der Rindfleischproben mit unterschiedlichen Ausgangs-pH-Werten für die Reifung dargestellt. In die Auswertung wurden nur die Sensorsignale, die auf Unterschiede im Fleischaroma reagieren, aufgenommen. Es zeigt sich hier, dass die Fleischproben von unterschiedlicher Lagerungsdauer und unterschiedlichem pH-Wert anhand ihrer Sensorsignale separiert werden können. Die unterschiedlich beurteilten Proben im mehrdimensionalen Raum sind so getrennt, dass sich in den Abständen die Unterschiede in der sensorischen Prüfung wiederfinden. Man erkennt kleinere Abstände zwischen den Clustern der im Aroma gleich bewerteten Proben. Die „guten“ und die „schlechten“ Proben hinsichtlich der Zartheit und dem Aroma platzieren sich in einem Bereich der Darstellung. Größere Unterschiede in

der Gaszusammensetzung ergaben sich bei der Reifung der Rindfleischproben mit dem pH-Wert von 5,9 im Vergleich zu den Proben mit einem pH-Wert 5,5.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die ausgewählte Sensor-Anordnung aus 4 MOX-Sensoren und 2 QMB-Sensoren in der Lage ist, den Reifezustand von Rindfleischproben mit unterschiedlichem pH-Wert entsprechend der sensorischen Bewertung zu erkennen.

Aufgrund dieser Information wäre es möglich, die Sensoren mit niedriger Differenzierungsfähigkeit durch Sensoren anderer Selektivität, die für das Trennproblem (Fleischreifung) relevanter sind, zu ersetzen und somit die Unterscheidungsfähigkeit des Cassensor-Arrays zu erhöhen.

Schutzatmosphärenverpackung bei Rinderhackfleisch unter besonderer Berücksichtigung von Kohlenmonoxid

Modified atmosphere packaging of minced beef considering carbon monoxide

P.-G. KLETTNER, H. BÖHM, M. BEHRSCHEMIDT, Gabriele OTT, Monika KORPILLA,
Ruth KOLB und G. WACHSMANN

Das Verpacken von Fleisch in O₂-reicher Atmosphäre ist weit verbreitet. Der Sauerstoff soll mit dem Myoglobin des Fleisches eine Verbindung eingehen und so zu einer hellroten Farbe, dem Oxymyoglobin, führen. Auf der anderen Seite begünstigt Sauerstoff die aerobe Keimflora des Fleisches und beschleunigt so den Verderb. Wird das Hackfleisch in der Verpackung mit CO₂ begast, so wirkt sich dies negativ auf die Farbe aus, die aerobe Keimflora wird jedoch gehemmt. Wird ein kleiner Teil des Kohlendioxyds durch 0,4 % Kohlenmonoxid (CO) ersetzt, so ist nach Literaturangaben eine lange Erhaltung der roten Farbe bei Hackfleisch zu erwarten.

Ziel der Untersuchung war es, am Beispiel von gewolfem Rinderhackfleisch die Wirkung von CO auf die Farbe und sensorische Eigenschaften im Vergleich zu herkömmlichen Atmosphären in SB-Packungen zu untersuchen. Es soll auch die Frage einer möglichen Schönung diskutiert werden.

Folgende atmosphärische Behandlungen, MAP (Modified Atmosphere Packaging) kamen zur Anwendung:

- Charge 1: 70 % O₂ und 30 % CO₂
= **O₂-Kontrollcharge**
- Charge 2: 70 % CO₂, 29,7 % N₂ und 0,3 % CO
= **CO-Versuchscharge**
- Charge 3: Vorbehandlung mit 1 % CO und 99 % N₂ für 4 h, anschließend SB-Verpackung mit 100 % CO₂
= **CO-100% CO₂-Versuchscharge**

Das Rinderhackfleisch wurde 17 Tage bei +2 °C gelagert und 12 h von 24 h einer Beleuchtungsstärke von 800 Lux (Tageslichtlampe) ausgesetzt. Das Hackfleisch wies einen Wassergehalt von 72,9 % und einen Fettgehalt von 5,7 % auf.

pH-Wert. Die pH-Werte der drei Rinderhackfleischchargen lagen bis zum 10. Untersuchungstag zwischen 5,7 und 5,8. Danach kam es bei allen Chargen zu einer deutlichen Absenkung.

Aussehen. Am 1. Tag wies die O₂-Kontrollcharge aufgrund der Oximyoglobinbildung die frischeste Farbe auf. Die CO-100 % CO₂-Versuchscharge hatte das schlechteste Aussehen. Nach 3 Tagen zeigte die CO-Versuchscharge die frischeste Farbe. Dies war auch nach einer Woche der Fall, wobei die anderen beiden Rinderhackfleischchargen schon einen bräunlich-roten Farbton aufwiesen. Der Eindruck verstärkte sich noch am 10. und 14. Untersuchungstag. Nach 17 Tagen war die O₂-Kontrollcharge graubraun, die CO-Versuchscharge leuchtend rot und die CO-100 % CO₂-Versuchscharge dunkelrot (Abb. T9, T10, T11).

Rotanteil. Der a*-Wert gibt den Rotanteil einer Probe an. Am 1. Tag lag bei der O₂-Kontrollcharge ein a*-Wert von 30 vor. Dieser nahm kontinuierlich bis zum 17. Tag auf 16 ab. Die CO-Versuchscharge hatte am 1. Tag einen Wert von 27. Dieser Wert war kleiner als der Wert der O₂-Kontrollcharge. Am 3. Tag ergab sich bei der CO-Versuchscharge ein a*-Wert von 28, der nun schon über dem der O₂-Kontrollcharge lag. Der Rotanteil nahm noch bis zum 7. Tag zu auf Werte um 33. Dieser Wert blieb bis zum 17. Tag weitgehend erhalten. Die CO-100 % CO₂-Versuchscharge hatte am 1. Tag einen Wert von 31,5. Dieser nahm am 3. Tag auf 28,5 ab, um dann langsam wieder anzusteigen auf 32 am 10. Tag. Danach erfolgte eine kontinuierliche Abnahme auf 25 am 17. Tag. Es zeigte sich, dass die CO-Versuchscharge außer am 1. Tag die höchsten Messwerte aufwies. Die visuelle Betrachtung bestätigte die a*-Wertmessungen.



Abb. T9: Aussehen der O₂-Kontrollcharge, CO-Versuchscharge und CO-100 % CO₂-Versuchscharge am 1. Tag



Abb. T10: Aussehen der O₂-Kontrollcharge, CO-Versuchscharge und CO-100 % CO₂-Versuchscharge am 7. Tag



Abb. T11: Aussehen der O₂-Kontrollcharge, CO-Versuchscharge und CO-100 % CO₂-Versuchscharge nach 14 Tagen

Die O₂-Kontrollcharge baute während der Lagerung in Sauerstoff kontinuierlich im Rotton ab. Bei der CO-100 % CO₂-Versuchscharge lag bis zum 10. Tag eine gute rote Farbe vor, danach baute diese Charge ebenfalls stark ab, nicht jedoch so stark wie die O₂-Kontrollcharge. Da der a*-Wert bei der CO-Versuchscharge am 7. Tag über den Ausgangs-a*-Wert der O₂-Kontrollcharge stieg, muss in diesem Fall bei dieser Charge von einer Schöpfung gesprochen werden.

Thiobarbitursäurezahl. Die TBA-Zahl ist eine Messgröße für die Ranzigkeit. Bei Rinderhackfleisch lagen geringe Malondialdehyd-Werte (MDA) vor, vor allem bei der CO-Versuchscharge wie auch CO-100 % CO₂-Versuchscharge. Bei der O₂-Kontrollcharge waren die Thiobarbitursäurewerte höher. Es ergab sich eine kontinuierliche Steigerung auf 1,3 ppm MDA nach 17 Tagen.

Bakteriologie. Nach der Fleischhygiene-VO darf die Gesamtkeimzahl von 5×10^5 KbE/g bei einer Lagerungstemperatur von +2 °C nicht überschritten werden. Bei einer Ausgangskeimzahl von log 4,6 KbE/g ergab sich bei der O₂-Kontrollcharge eine mögliche Lagerungszeit von 4 Tagen, bei der CO-Versuchscharge von 7 Tagen und bei der CO-100 % CO₂-Versuchscharge von 8 Tagen. Bei den Chargen zeigt sich die keimhemmende Wirkung von CO₂.

Sensorik. Sensorisch wurden die Proben nach einer Skala beurteilt, die von 6 Punkten (sehr gut) bis zu 1 Punkt (ungenügend) reicht. Es sollte bei allen Bewertungen mindestens 3 Punkte (ausreichend, noch akzeptabel) erzielt werden.

Die gegrillten Proben wurden von mindestens 4 Sensorikern beurteilt. Bei einer Lagerungstemperatur von +2 °C wurde am 1. Tag die O₂-Kontrollcharge im **Geruch** mit 4 Punkten bewertet, am 3. Tag mit 4,8 Punkten und dann ergab sich eine kontinuierliche Abnahme auf 2 Punkte am 14. Tag. Der Wert von 3 Punkten wurde am 9. Tag erreicht. Für die CO-Versuchscharge wurden am 1. Tag 4,8 Punkte vergeben. Die Punktzahl stieg am 3. Tag auf 5 Punkte, dann ergab sich bis zum 7. Tag eine Abnahme auf 4 Punkte, die am 10.

Tag auch noch erreicht wurde, und am 14. Tag wurde die Probe mit 2,8 Punkten beurteilt. 3 Punkte waren nach 13,3 Tagen erreicht. Die CO-100 % CO₂-Versuchscharge bekam am 1. Tag ebenfalls 4,8 Punkte. Danach nahm die Rindfleischprobe bis zum 7. Tag kontinuierlich auf 4,6 Punkte ab, um dann noch stärker abzunehmen, so dass nach 14 Tagen 3,5 Punkte vergeben wurden.

Im **Geschmack** des gegrillten Rinderhackfleisches wurden bei der O₂-Kontrollcharge 4,8 Punkte am 1. und 3. Tag vergeben. Danach nahm die Probe kontinuierlich auf 2,4 Punkte am 10. Tag ab. Nach 8 Tagen war die Punktzahl von 3 erreicht. Die CO-Versuchscharge wurde am 1. Tag genauso wie die O₂-Kontrollcharge beurteilt. Am 3. Tag ergab sich ein Anstieg auf 5,3 Punkte, am 7. Tag eine Abnahme auf 4,2 Punkte, die auch am 10. Tag erreicht wurde. Nach 14 Tagen wurden 2,7 Punkte vergeben. 3 Punkte erreichte die Probe nach 13 Tagen. Die CO-100 % CO₂-Versuchscharge ergab am 1. Tag im Geschmack die höchste Punktzahl mit 5,1. Danach ergab sich ein langsamer Abfall auf 3,3 Punkte am 14. Tag.

Es bleibt festzuhalten, dass CO eine rosa-rote und rote Farbe bei Hackfleisch bewirkt, die über einen langen Zeitraum erhalten bleibt, da eine etwa 240-mal intensivere Verbindung beim CO-Myoglobin als beim Oxymyoglobin vorliegt. Dieser positive Effekt hat allerdings auch den Nachteil, dass das Hackfleisch noch schön rot aussehen kann, aber in Wirklichkeit sensorisch schon verdorben ist. Man müsste den Haltbarkeitsangaben des Herstellers also größte Aufmerksamkeit schenken und dürfte sich nicht mehr allein auf das Aussehen des Hackfleisches verlassen.

In Deutschland ist die Verwendung von CO zu Lebensmitteln bisher nicht erlaubt, auch wenn es nur Spuren sind. Nach den bisherigen Ergebnissen muss die CO-100 % CO₂-Versuchscharge, also eine Vorbehandlung mit CO und Stickstoff und anschließende Verpackung in 100 % CO₂, favorisiert werden, da sie keine Schöpfung aufwies und bakteriologisch am längsten haltbar war.

Einfluss des intensiven Vorzerkleinerns der Gewebe und einer Verwendung von Wasser oder Eis bei der Brätherstellung auf die Eigenschaften von Brühwurstbrät

Influence of an intensive destruction of meat and fat and of using water or ice during the production of the batter on the properties of cooked sausage batter

G. F. HAMMER, Gisela HALLER, Silvia HÖPFL und H. JANKOWITSCH

Brühwürste sind hitzebehandelte Wurstwaren, bei denen vorzerkleinertes rohes Fleisch mit Kochsalz und ggf. anderen technologisch notwendigen Salzen meist unter Zusatz von Trinkwasser (oder Eis) ganz oder teilweise mechanisch aufgeschlossen wurde und deren Muskeleiweiß bei der nachfolgenden Hitzebehandlung mehr oder weniger zusammenhängend koaguliert ist, so dass die Erzeugnisse bei etwaigem erneutem Erhitzen schnittfest bleiben. Unter „Brät“ versteht man das unter Zusatz von Trinkwasser und Salzen zerkleinerte rohe Fleisch. Zur Herstellung der Bräte aller Arten von Brühwurst kann, zur Herstellung des Bräts fein zerkleinerter Brühwürste und des Bräts der meisten Produkte der Gruppe „Brühwurst mit Einlagen“ muss ein intensiv zerkleinertes Brät, ein Feinbrät, hergestellt werden. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen verwenden hierzu den Kutter (Wirkprinzip: in Schüssel rotierende Sichelmesser), der ihr Universalzerkleinerungsgerät darstellt. Vor Beginn der Kutterzerkleinerung der gekühlten oder gefrorenen Gewebe werden diese zunächst entweder manuell oder maschinell auf eine für den Kutterprozess geeignete Größe gebracht. Üblich sind derzeit Größenreduktionen mit dem Fleischwolf (Wirkprinzip: rotierende Messer vor Lochscheibe) auf Körnungen zwischen 12 und 3 mm. Nun gibt es Wolf-Weiterentwicklungen, die eine wesentlich intensivere Vorzerkleinerung der Gewebe durch Lochscheiben von 0,8 mm Durchmesser gestatten, und es stellt sich die Frage, ob bei Verwendung derartig stark vorzerkleinerten Fleisches der Prozess des Herstellens von Brühwurstbrät mit dem Kutter nicht wesentlich verkürzt werden kann. Das könnte sich mit einem ökonomischen Vorteil für den Wurstproduzenten verbinden. Andererseits ist bekannt, dass bindegewebereiches Fleisch und Fettgewebe nicht „zu stark“ vorzerkleinert zum Kuttern

kommen sollen, weil die Wurst dann zu weich wird. Es stellt sich die Frage, ob mit Geweben, die vor dem Kutterprozess auf 0,8 mm vorzerkleinert wurden, überhaupt Brühwürste mit derzeit üblichen Biss- und sonstigen Eigenschaften herstellbar sind.

Zur Klärung wurden Fleisch und Fettgewebe durch eine 2 oder eine 0,8 mm-Scheibe eines Wolfes vorzerkleinert und anschließend im Kutter zusammen mit Eis oder Wasser, Salzen und Gewürzen zu einem Brät mit einer Endtemperatur von 12 °C verarbeitet. Diese Temperatur wird zur Darstellung erhitzungsstabiler Bräte empfohlen.

Da die Zerkleinerung bei 12 °C zu beenden war, mussten gemäß der Verwendung von Eis oder Wasser unterschiedliche Kutterdauern entstehen. Am kürzesten, 40 sec lang, konnte die Charge, bei der zur Vorzerkleinerung die 0,8 mm-Scheibe verwendet wurde und der Wasser zugesetzt war, gekuttert werden. Nach Vorzerkleinern des Fleisches durch die 2 mm-Scheibe war die Kutterzerkleinerung bei Zusatz von Wasser um 30 sec auf 1 min 10 sec zu verlängern. Auch bei Eisverwendung zeigte sich, dass der Kutterprozess in Folge einer stärkeren Vorzerkleinerung der Gewebe rascher beendet werden konnte. Nach Verwendung auf 0,8 mm zerkleinerten Fleisches wurde die angestrebte Kutterendtemperatur nach 3 min 20 sec, nach Verwendung auf 2 mm zerkleinerten Fleisches erst nach 4 min 10 sec erreicht.

Es verhielt sich also so, dass die Kutterdauer bis auf eine Brättemperatur von 12 °C nach Verwendung intensiver zerkleinerter Gewebe und von Wasser anstatt Eis deutlich verkürzt werden konnte.

Was die Eigenschaften der mit diesen Bräten hergestellten Würste angeht, so

wurden die festesten Würste unter Verwendung der 0,8 mm-Lochscheibe zum Vorzerkleinern und Kuttern mit Eis erzielt, bei der Festigkeit lagen klare Ergebnisse nur für den Wechsel von Wasser auf Eis vor. Kuttern mit Eis resultierte unabhängig vom Vorzerkleinerungsgrad der Gewebe tendenziell in den festeren Würsten. Der Frage, ob der Härte-Unterschied beim Eis-Kuttern durch die Kutterdauer oder den Vorzerkleinerungsgrad der Gewebe erzielt wurde, wird in einem Folgeprojekt nachzugehen sein.

Unabhängig vom Vorzerkleinerungsgrad der Gewebe kam es nach Eisverwendung zu einem höheren L*-Wert (größere Helligkeit) und einem geringeren a*-Wert (geringerer Rotton) als nach Wasserverwendung beim Kuttern. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Fette nach Eisverwendung im Brät feiner dispergiert wurden als nach Wasserverwendung.

Bezüglich der Fähigkeit der Bräte, Wasser und Fett beim Erhitzen in ihrer Struktur zu immobilisieren, verhielt es sich so, dass Chargen, die mit Wasser gekuttert wurden, mit 20 bis 25 % deutlich höhere Wasserabsätze aufwiesen als solche, die mit Eis gekuttert wurden, bei denen der Geleeabsatz zwischen 12 und 14 % lag. Deutliche, von der Vorzerkleinerung der Gewebe abhängige Differenzen waren nicht erkennbar. Bräte, die mit Wasser gekuttert wurden, wiesen eine Fettseparation von 1 bis 2 % auf, bei solchen, die mit Eis gekuttert wurden, entstand kein Fettabsatz. Der Vorzerkleinerungsgrad der Gewebe blieb auch auf die Fettseparation ohne deutlichen Einfluss.

Hinsichtlich des sensorisch erfassten Bisses der Würste war es so, dass Würste aus Bräten, die mit Eis gekuttert waren, im Biss besser beurteilt wurden als solche, die mit Wasser gekuttert waren. Im Grad der mit dem Auge an den Wurstanschnitten erkennbaren Zerkleinerungsintensität lagen deutliche Unterschiede insofern vor, als durch 2 mm-Lochscheiben vorzerkleinerte und mit Wasser gekutterte Bräte weniger intensiv zerkleinert erschienen als mit der Lochscheibe 0,8 mm vorzerkleinerte und mit Eis gekutterte.

Zusammenfassend und als Ausblick auf zukünftige Projekte lässt sich feststellen, dass Vorzerkleinern der Gewebe mit neuen Wölfen durch Lochscheiben von 0,8 mm keineswegs atypische Würste mit weichem Biss oder massiver Wasser- oder Fettseparation hervorbrachte. Der Kutterprozess kann damit verkürzt werden. Die Verwendung von Wasser an Stelle von Eis beim Kuttern erwies sich im Rahmen der vorgenommenen Untersuchung als nicht vorteilhaft. Damit stellen sich aber auch Fragen, inwiefern die Empfehlung noch zutrifft, beim Kuttern eine Brättemperatur von 12 °C zu erreichen und den Prozess bei dieser Temperatur zu beenden oder ob sie, etwa nach Wasserzugabe, überschritten oder andererseits, nach Verwendung von Eis und intensiv vorzerkleinerten Geweben, auch unterschritten werden kann. Nicht näher bekannt und in diesem Zusammenhang prüfenswert ist weiterhin, inwiefern die Umdrehungsgeschwindigkeit der Messerwelle und die Ausgangstemperatur der vorzerkleinerten Gewebe die Eigenschaften der Brühwürste beeinflusst und der Prozess ökonomischer zu gestalten ist.

Einfluss der Verwendung von Phosphat und Transglutaminase auf die chemische Zusammensetzung sowie physikalische und sensorische Eigenschaften von Kochschinken

Influence of using phosphate and transglutaminase to the chemical composition soon as physical and sensory properties of cooked ham

W.-D. MÜLLER, M. BEHRSCHEIDT, M. GAMPERT und Silvia HÖPFL

Aus der Literatur ist bekannt, dass bei der Brühwurst steigende Transglutaminasezugaben zu einer linearen Zunahme der Bruchfestigkeit und der Härte führen, eine Beeinflussung der Wasser- und Fettbindung fand nicht statt. Weiterhin konnte keine Wechselwirkung zwischen Diphosphat und Transglutaminase auf Produkteigenschaften festgestellt werden. Nachdem wir den Einfluss verschiedener Phosphatdosierungen auf technologische Parameter und sensorische Eigenschaften von Kochschinken untersucht und veröffentlicht haben, wurde aus der Praxis die Frage an uns herangetragen, wie sich die Zugabe von Transglutaminase bei der Kochschinkenherstellung ohne und mit Phosphat auf das Endprodukt auswirkt.

Zur Klärung dieser Frage wurden folgende Versuche durchgeführt: Es wurden pro Woche 2x10 Schinken hergestellt. Die Schinken stammen vom Schlachttag Montag. Eine strenge pH-Selektion war aus organisatorischen Gründen nicht möglich. Es wurden jedoch überwiegend Schinken mit einem pH-Wert von unter 5,8 (Mittelwert um 5,6) verwendet, die bekanntermaßen für die Herstellung von Kochschinken ohne Phosphatzusatz ungeeignet sind, um festzustellen ob die verwendeten Hilfsstoffe eine Herstellung von akzeptablen Kochschinken ermöglichen. Am Tag nach der Schlachtung wurden die 20 Schinken ausgelöst und die Teilstücke Oberschale, Unterschale und Rolle, bei vereinzelt untergewichtigen Schinken auch Teile der Kugel verwendet. Vor der Lakeinjektion erfolgte eine pH-Wert-Messung in der Oberschale und der Zuschnitt auf 4 kg. Es wurden 2 Kontrollchargen hergestellt (1 und 3), die kein Phosphat und keine Transglutaminase enthielten. Bei phosphatfreien Chargen (2 und 4) wurde die Zugabe der Transglutaminase (ACTIVA WM von Ajinomoto,

Hamburg) so dosiert, dass auf den mit 20 % Lake gespritzten Kochschinken 0,05 und 0,1 % zugesetzt wurde. Die gleichen Mengen Transglutaminase wurden jeweils mit zwei unterschiedlichen Mengen an Polyphosphat (CURAFOS 700 NEW von BK Giuliani Chemie, Ladenburg), 0,05 % (Chargen 5 und 6) und 0,4 % (Chargen 7 und 8) bezogen auf das Ausgangsgewicht der Schinken kombiniert. Die Zusammensetzungen der Spritzlaken sind in den Tab. T4a und T4b dargestellt (Angaben in kg):

Tab. T4a: Zusammensetzung der Spritzlaken für die Chargen 1-4

Versuch Nr.	1	2	3	4
Wasser	26,946	26,856	26,946	26,766
NPS	3,000	3,000	3,000	3,000
Ascorbat	0,054	0,054	0,054	0,054
Phosphat	0,000	0,000	0,000	0,000
Transglutaminase	0,000	0,090	0,000	0,180
Gesamtmasse	30,000	30,000	30,000	30,000
% Phosphat	0,00	0,00		0,00
% Transglutaminase	--	0,05	--	0,10

Jeder Versuch wurde 2 Mal durchgeführt. Dabei wurden in der ersten Versuchsreihe die Rezepturen von Versuch 1 bis 8 nacheinander durchgeführt und in der zweiten Versuchsreihe von 8 nach 1, um den Einfluss des Herstellungstages, bei zwei Herstellungstagen in einer Versuchswoche zu kompensieren.

Jeweils 20 % der entsprechenden Laken wurden mit einem Multinadelinjektor, Fa. Günther, bei ca. 2,0 bar Druck in die Schinken eingespritzt. Nach der Lakeinjektion wurde das gespritzte Fleisch in einen SST Iglu-Kühltumbler 180 MC unter Zuga-

be eines Schlag- bzw. Widerstandskörpers verbracht. Es wurde bei jedem Versuch ein standardisiertes Tumbelprogramm verwendet: Dauerlauf 17 Stunden unter Vakuum ca. 95 %, bei folgender Temperaturführung: Vorkühlung auf $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 4 Stunden bei $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ und 13 Stunden bei $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tab. T4b: Zusammensetzung der Spritzlaken der Chargen 5-8

Versuch Nr.	5	6	7	8
Wasser	29,766	26,676	26,136	26,046
NPS	3,000	3,000	3,000	3,000
Ascorbat	0,054	0,054	0,054	0,054
Phosphat	0,090	0,090	0,720	0,720
Transglutaminase	0,090	0,180	0,090	0,180
Gesamtmasse	30,000	30,000	30,000	30,000
% Phosphat	0,05	0,05	0,40	0,40
% Transglutaminase	0,05	0,10	0,05	0,10

So wurde sichergestellt, dass die Schinken so schnell wie möglich auf eine Kerntemperatur von $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ abgekühlt wurden und diese Temperatur auch gehalten wurde, ohne dass die Schinken angefroren wurden. Anschließend wurden die Schinken in je 10 Schinkenformen aus Edelstahl, die mit PE-Folie ausgelegt waren, eingeformt. Die Schinken wurden ca. 4 Stunden bei $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Dampfkochschrank auf $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ Kerntemperatur erhitzt. Danach wurden die Kochschinken zwei Stunden bei Raumtemperatur an der Luft gekühlt. Anschließend wurde bei $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Kühlraum weiter gekühlt.

Nach vollständiger Auskühlung der Schinken wurden diese am Tag nach der Erhitzung aus den Kochformen genommen und die Auswaage festgestellt. Anschließend wurden die Schinken in der Mitte angeschnitten und nach einem festgelegten Schema auf Porigkeit, das Vorhandensein und die Größe von Hohlstellen sowie Saftaustritt bewertet. Um optisch sichtbare kleine Abweichungen von einem idealen und absolut fehlerfreien Kochschinken erfassen zu können, wird das Vorhandensein kleiner Mängel wie Poren, kleine Lö-

cher und Saftaustritt deutlich kritischer beurteilt als das z. B. üblicherweise nach dem DLG-Prüfschema praktiziert wird. Durch Aufschneiden auf der Aufschnittschneidemaschine wurde stichprobenartig der Scheibenzusammenhalt geprüft. Danach wurde das Probenmaterial für die Durchführung der Farb- und Festigkeitsmessungen sowie für die chemischen Analysen und für die sensorische Prüfung nach dem DLG-5-Punkte-Schema entnommen.

Die Untersuchungen erbrachten folgende Ergebnisse: Die Ausbeute wurde durch die Verwendung von Transglutaminase nicht verbessert und war vor allem vom pH-Wert der Schinken abhängig. Auch die Kombination von 0,05 % Phosphat mit 0,05 % Transglutaminase und 0,1 % Transglutaminase brachte keine Verbesserung der Ausbeute. Die Ausbeuten dieser Chargen lagen im Mittel bei 93,5 und 93,1 % (Abb. T12). Durch die Kombination von 0,4 % Phosphat mit 0,05 % bzw. 0,1 % Transglutaminase wurde die mittlere Ausbeute auf 110,1 % und 107,7 % erhöht.

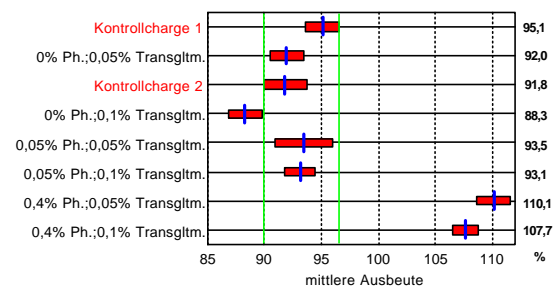


Abb. T12: Einfluss verschiedener Zugaben von Phosphat und Transglutaminase auf die Ausbeute

Die lebensmittelrechtlichen Vorgaben von mindestens 19 % Fleischeiweiß in der fettfreien Substanz (FEIFA) und keine Überschreitung des Wasser-Eiweiß-Verhältnisses von 4 zu 1 waren bei allen Schinken erfüllt. Der Anteil an BEFFE-relativ lag im Mittelwert der Chargen zwischen 96,7 und 97,4 %.

Unter Berücksichtigung der beiden Kontrollchargen gab es keine signifikanten Unterschiede in der Farbe und Farbhaltung. Weiterhin gab es keine eindeutigen Unterschiede im Tropfsaftverlust zwischen den Chargen.

Die typischen Fehler, die bei Kochschinken auftreten, die aus Fleisch mit einem niedrigen pH-Wert hergestellt werden, wie z. B. „Hohlstellen“, konnten allein durch Transglutaminase nicht vermindert werden; bei der Kombination von Phosphat und Transglutaminase war eine Verminderung vor allem bei den höheren Dosierungen möglich (Abb. T13). Ein ähnlicher Verlauf ist auch bei der „Porigkeit“, dem Fehlermerkmal „Risse“ und beim „Saftaustritt im Anschnitt“ zu beobachten.

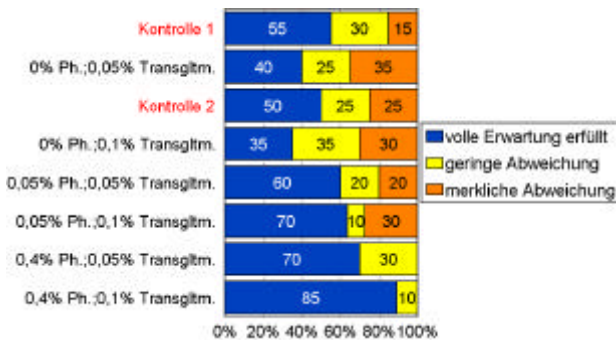


Abb. T13: Einfluss verschiedener Zugaben von Phosphat und Transglutaminase auf das Auftreten von Hohlstellen

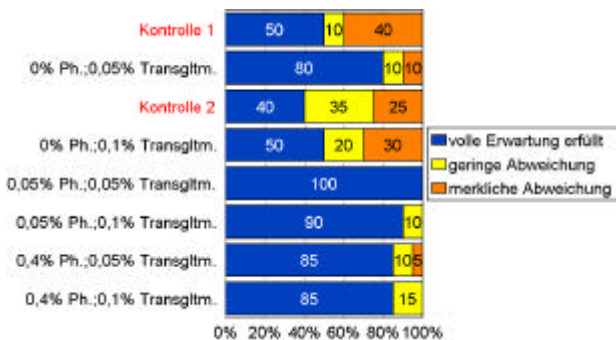


Abb. T14: Konsistenzmangel „zu weich“ (strukturlos, krümelig, matschig, im Biss zerfallend)

Der sensorisch festgestellte Konsistenzmangel „zu weich“ mit den weiteren zusätzlichen Anmerkungen konnte durch Phosphat und Transglutaminase minimiert, aber nicht vollständig beseitigt werden (Abb. T14). Offensichtlich sind für die

Minimierung 0,05 % Phosphat und 0,05 % Transglutaminase völlig ausreichend. Durch die hohen Dosierungen von Phosphat und Transglutaminase wird dagegen das gehäufte Auftreten eines anderen Konsistenzmangels, „glasiger Biss“, provoziert (Abb. T15).

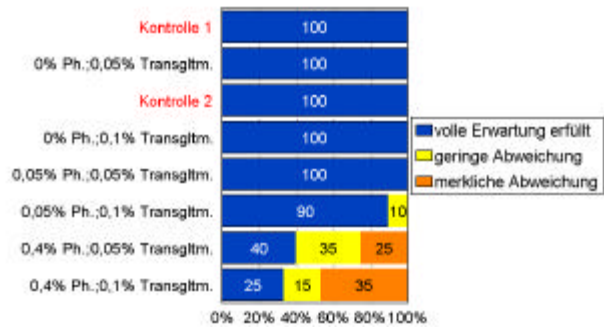


Abb. T15: Konsistenzmangel „glasiger Biss“

Zusammenfassend kann festgestellt werden, auch die Kombination von zwei wirksamen Hilfsstoffen ist nicht in der Lage, bei Schinken mit niedrigen pH-Werten < 5,8 mängelfreie Schinken herzustellen. Allerdings können diese typischen Fehler minimiert werden. In Übereinstimmung mit der Brühwurst konnte festgestellt werden, dass die Phosphatdosierung sich vor allem auf die Ausbeute auswirkt. Die Transglutaminase beeinflusst vor allem die Konsistenz. In dieser Versuchsreihe wurden bewusst die geringste und die höchste Transglutaminasemenge, die vom Hersteller empfohlen wird, gegenübergestellt. Und das ohne Phosphat und mit der minimalen Phosphatmenge, die sich in einer früheren Versuchsreihe als gerade noch wirksam gezeigt hatte, sowie mit einer hohen Phosphatdosierung, die sich hinsichtlich der Optimierung der Ausbeute als günstig erwiesen hatte. Aufgrund der dargestellten Ergebnisse sollte es in der Praxis möglich sein, bei engerer pH-Wert-Selektion der Schinken die gewünschte Ausbeute über die Phosphatkonzentration und die gewünschte Konsistenz über die Transglutaminasemenge zu steuern und gleichzeitig typische Kochschinkenfehler zu minimieren.

Schnelle und exakte, computergestützte Methode zur nachträglichen Bestimmung des F-Wertes

A computer - aided rapid method of high accuracy for the post process - determination of the F-value

P. NITSCH und I. VUKOVIC

Maßgeblich für die Herstellung mikrobiell sicherer bzw. haltbarer Lebensmittelkonserven ist neben einem keimdichten Abschluss des Füllgutes eine zur Erlangung der angestrebten Haltbarkeit erforderliche Intensität der Konserven-Erhitzung. Die aus der Intensität einer Erhitzung resultierende keimabtötende Wirkung wird durch den sog. „F-Wert“ ausgedrückt. Einzig und alleine der bei einer Erhitzung erreichte F-Wert ist ein Maß für die Haltbarkeit einer Konserve, nicht, wie oft von Laien vermutet, deren Art der Verpackung o. ä. . Ohne dessen Kenntnis besteht die Gefahr der fehlerhaften Lagerung von Konserven und damit von u. U. lebensbedrohenden Lebensmittelvergiftungen.

Üblicherweise wird über die Erfassung der Kerntemperaturen am kältesten Punkt in Füllgütern der F-Wert nach dem sog. Additionsverfahren ermittelt. Vor allem im Handwerk, bei bäuerlichen Selbstvermarktern, aber auch bei einigen mittelständischen Unternehmen werden bei der Konservenherstellung Geräte zur F-Werterfassung (sog. „Integratoren“) aus Kostengründen allerdings kaum eingesetzt. Gleiches gilt für die grundsätzlich mögliche, manuelle Erfassung. Zwar gibt es schon sehr günstig vollautomatisch arbeitende, hoch genaue Temperaturerfassungsgeräte, doch scheitert deren Verwendung daran, dass man weder die notwendigen Formeln zur F-Wertberechnung noch die Regeln zu deren Berechnung integrieren kann. Ähnliches gilt, wenn F-Werte aus vorliegenden Kerntemperaturverläufen nachträglich errechnet oder F-Wert-Messprotokolle auf Exaktheit/Plausibilität zu überprüfen sind, dies gerade auch bei Protokollen längerer Erhitzungszeiten (große Gebinde, schwache Erhitzung etc.).

In der Vergangenheit gab es verschiedene Ansätze, die nachträgliche F-Werterfassung z. B. aus vorliegenden Erhitzungsdiagrammen durch spezielle Berechnungsmethoden zu verkürzen (sog. Schnellbestimmungsmethoden für den F-Wert). Allerdings lässt deren Genauigkeit zu wünschen übrig. Daher wurde die Modifikation einer bisher auf graphischer Auswertung basierenden Methode hoher Genauigkeit auf ein rein kalkulatorisches, computergestütztes Verfahren durchgeführt, die F-Wertberechnung mittels Gauß'scher Integration. Dadurch konnten die Nachteile des etwas umständlichen Handlings durch rein graphische Auswertung mittels speziellem Lineal und die bei derartiger Vorgehensweise gegebenen Grenzen in der Ablesegenauigkeit eliminiert werden. Es wurde ein Programm in Form eines Arbeitsblattes für Tabellenkalkulationsprogramme mittels Macroprogrammierung unter Zugrundelegung der mathematischen Gesetzmäßigkeiten entwickelt. Der Vorteil dieser Lösung ist, dass jeder, der ein gängiges Tabellenkalkulationsprogramm, wie es Bestandteil jeder Büro-Software heutzutage ist, besitzt, dieses Programm problemlos unabhängig von Betriebssystem oder Rechnerausstattung nutzen kann. Man muss hierbei lediglich 7 Punkte, welche durch die Software vorgegeben werden, in einem Diagramm oder einer Messwerttabelle ablesen und dem Computer eingeben und erhält den F-Wert einer Kochung innerhalb weniger Sekunden. Anhand vorliegender Wärmegänge mit konventionell additiv mittels computergestütztem Integrator erfassten F-Werten einer Reihe unterschiedlicher Konservenformate, Füllgüter (Brüh- und Kochwürste) und Erhitzungstypen (Voll- und Tropenkonserven) wurde die Genauigkeit des Berechnungsverfahrens überprüft. Es ergab sich, dass die in der Literatur angegebene Genauigkeit von $\pm 1,8\%$ zwischen berechneten und additiv ermittelten F-Werten für Vollkonserven ($n=24$) eingehalten wurde. Bei Tropenkonserven ($n=22$), die mit bisherigen Schnellberechnungs-

methoden allgemein weniger exakt zu berechnen sind, lagen die Abweichungen bei max. 0,4 vom additiv erfassten F-Wert ($F > 12$) der jeweiligen Kochung, was einer Abweichung von max. $\sqrt[3]{3,3\%}$ entspricht. Diese Abweichungen sind verschwindend gering und lassen so uneingeschränkt den Einsatz dieser Software zur nachträglichen F-Wertbestimmung in der Praxis zu.

Ein großer Vorteil ist, dass man mit dieser Entwicklung keine speziellen Geräte zur F-Wertberechnung mehr benötigt, sondern aus der großen Auswahl an günstigen Temperaturmessgeräten, die eine Aufzeich-

nung von Temperaturverläufen vornehmen können, auswählen kann. Dabei ist die Art der Ausgabe der aufgezeichneten Messwerte, ob grafisch in einer Kurve oder als Zahlenwerte in tabellarischer Form, gleichgültig. Zudem ist die Software sehr einfach zu bedienen und selbsterklärend ausgeführt, so dass weder Einarbeitungszeit noch spezielles Vorwissen zu ihrer Bedienung notwendig ist. Dies macht auch deren Einsatz in Entwicklungs- und Schwellenländern möglich und gibt nun so die Möglichkeit, auch unter einfachen Bedingungen und mit beschränkten Mitteln mikrobiell sichere Konserven herzustellen.

Method for quick determination of F-value by the method of VUKOVIC and NITSCH

- Determine the following three moments from the datasheet of the heating regime and make an input at the **YELLOW** – coloured cells:
 Moment „a“ = Moment of reaching or passing 90°C at the heating step
 Moment „b“ = Moment of reaching the maximum temperature for the first time
 Moment „c“ = Moment of reaching or passing 50°C at the cooling step
- The software is defining 4 moments (= **BLUE** coloured cells)
- Determine the corresponding temperatures and make an input (= **GREEN** coloured cells)
- The F-value of the heating regime is shown in the **RED** coloured cell

Moment „a“ (=Moment „90°C“ during heating step [min])	<input type="text" value="0"/>	min
Moment „b“ (=Maximumtemperature [min])	<input type="text" value="0"/>	min
Moment „c“ (=Moment „90°C“ during cooling step [min])	<input type="text" value="0"/>	min
Tx1 (Moment for determination of temperature)	<input type="text" value="0"/>	min
Tx2 (Moment for determination of temperature)	<input type="text" value="0"/>	min
Tx3 (Moment for determination of temperature)	<input type="text" value="0"/>	min
Tx4 (Moment for determination of temperature)	<input type="text" value="0"/>	min
Temperature corresponding to Tx1 [°C]	<input type="text" value="0"/>	°C
Temperature corresponding to Tx2 [°C]	<input type="text" value="0"/>	°C
Temperature corresponding to Tx3 [°C]	<input type="text" value="0"/>	°C
Temperature corresponding to Tx4 [°C]	<input type="text" value="0"/>	°C
F-Value of the heating regime =	<input type="text" value="0"/>	

Abb. T16: Screenshot des englischsprachigen Arbeitsblattes zum Einsatz in Tabellenkalkulationsprogrammen

Entsprechend ausgearbeitete Arbeitsblätter (siehe Abb. T16) für die Tabellenkalkulationsprogramme MICROSOFT-EXCEL (ab 5.0) und StarOffice (ab StarCalc 3.0) stehen in Deutsch, Englisch und Serbisch im Internet zum Download auf der Homepage der BAFF (www.bfa-fleisch.de) bzw. der Universität Belgrad, Fakultät der Veterinärmedizin Belgrad

(www.vet.bg.ac.yu/~ivukovic) zum kostenlosen Download bereit. Durch die StarOffice-Versionen können zudem auch Personen, die das Betriebssystem LINUX nutzen, mit dieser Software arbeiten. Es ist beabsichtigt, das Projekt auf andere Erhitzungstypen wie für Frischware und Sauerkonserven zukünftig zu erweitern.

Zum Nitrosamin-Gehalt in gepökelten Fleischerzeugnissen

Content of nitrosamines in cured meat products

D. KÜHNE und Ruth KOLB

Von den Fleischerzeugnissen, die in Deutschland hergestellt werden, sind 85-90 % gepökelt. Diesen Produkten wird Nitrit in Form von Nitrit-Pökelsalz (NPS), einigen Produkten auch Nitrat, zugesetzt. Nitrat wird von bestimmten Mikroorganismen ebenfalls zu Nitrit reduziert, dem erwünschten Wirkstoff beim Pökeln. Von den Herstellern von Pökelfleisch wird argumentiert, dass Nitrit unerlässlich sei, um die Produkte zu konservieren, ihre Farbhaltung und Umrötung sowie das „typische Pökelaroma“ zu erreichen und dass damit Botulismus vorgebeugt werden soll. Andererseits wird das im NPS wirksame Natrium-Nitrit in reiner Form als giftig und umweltgefährlich eingestuft. Die in der Mitte der 70er Jahre aufgekommene Diskussion über ein Nebenprodukt der NPS-Pökelfleischherstellung, die Bildung von cancerogenen N-Nitrosaminen (NA), veranlasste in Deutschland die Verminderung des Nitrit-Gehalts in NPS. Seinerzeit wurde eine Reduzierung des Nitritgehalts in NPS von 0,5-0,6 auf 0,4-0,5 % erreicht (BGBl I 1980 S. 2313).

Zur Abschätzung einer gesundheitlichen Gefährdung durch die Bildung cancerogener Nitroso-Verbindungen aus anderen Quellen ist anzumerken, dass Nitroso- oder Stickoxid-Radikale in unserem Organismus eine überaus wichtige Rolle spielen. Infarkt-geschädigtes Herzmuskelgewebe erwies sich als besonders Stickoxid-arm, Stickoxid wirkt im Organismus durchblutungsfördernd (Nitro-Spray gegen Durchblutungsstörungen) und wird zur massierten Abwehr von Fremdstoffen eingesetzt. Nach Fieberschüben wird eine erhöhte Ausscheidung von Nitrat, dem Endprodukt von Stickoxid im Organismus, beobachtet. Durch diese natürliche Quelle für Stickoxid, die auch ohne Nitrit- oder Nitrat-Verzehr besteht, ist immer auch die eine erhöhte Belastung gepökelter Fleischerzeugnisse mit Nitrit ist aufgrund der neueren Gesetzgebung möglich und war für uns Anlass, diese Produkte auf NA

Gefahr der endogenen Bildung cancerogener Nitroso-Verbindungen gegeben, was eine Abschätzung von exogenen gegenüber endogenen Einflüssen erschwert und relativiert.

Bei Anwendung von Nitrit zur Herstellung von Fleischerzeugnissen sollte Ascorbat zugegeben werden. In den Fertigmischungen der Gewürzfirmer sind solche Zugaben realisiert. Dadurch wird die Umrötung und das Pökelaroma erreicht, frei verfügbares Nitrit aber reduziert und schließlich an Luft zu dem weitaus weniger wirksamen Nitrat oxidiert. Es ist außerdem bekannt, dass durch Ascorbat sowohl die Bildung von NA als auch deren Umbau zu cancerogenen Molekülformen unterdrückt wird.

1998 erfolgte eine Ablösung des in Deutschland geltenden Rechts zur Pökelfleischherstellung von Fleischerzeugnissen durch EU-einheitliches Recht (BGBl 1998 I S. 230). Es gelten seither nicht mehr Grenzwerte für Nitrit im NPS, sondern für Nitrit im verzehrfähigen Produkt. Die meisten Erzeuger dürften nach den bisherigen Regelungen verfahren, mit der die neuen Grenzwerte problemlos einzuhalten sind. Ein Teil aber kann dazu übergegangen sein, ein NPS nach den deutschen gesetzlichen Regelungen vor 1981 einzusetzen, das 0,5-0,6 % Nitrit enthält, und es wird im Handel auch ein NPS mit 0,9-1 % Nitrit angeboten. Es wurde uns auch bekannt, dass auf dem italienischen Markt Mischungen mit bis zu 50 % Nitrit gehandelt werden. Damit besteht die Möglichkeit, dass deutlich mehr Nitrit in Fleischerzeugnissen gelangt als bisher und die NA-Gehalte der Endprodukte ebenfalls höher ausfallen können.

zu untersuchen. Wir wandten ein Verfahren an, das ohne die bisher übliche Destillation auskommt und eine zuverlässige Extraktion der NA bewirkt. Danach werden

aus 6 g Probe mit n-Hexan-Dichlormethan (Hx/DCM) die NA extrahiert, DCM abdestilliert, die NA auf Florisil adsorbiert, Fette mit Hx ausgewaschen, die NA mit DCM-Methanol extrahiert und auf 0,2-0,3 ml eingeengt. Diese Lösung kommt zur gaschromatographischen Analyse mit dem nitrosamin-spezifischen TEA-Detektor. Für die Untersuchungen wurden Proben von Mettwürsten, Rohwürsten und Rohschinken ausgewählt, die nach unseren bisherigen Untersuchungen am ehesten höhere NA-Gehalte aufweisen können. Die Proben wurden zunächst zerkleinert und bei $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ gelagert.

Mit Eichsubstanzen wurde festgestellt, dass bei der Extraktion Wiederfindungsraten von 80-100 % realisiert werden. Da in den meisten Proben nur Spuren von NA erwartet werden, bei jeder Analyse aber bisher mit cancerogenem Standard umgegangen wurde, haben wir angesichts dieser Wiederfindung zunächst auf ein Screening-Verfahren umgestellt. Dazu werden die Proben ohne Zugabe von NA-Standard (N-Nitroso-dipropylamin) dem Analysenverfahren unterworfen und ana-

lysiert, so dass eine Exposition des Personals gegenüber NA nur in dem Umfang erfolgt, wie er auch beim Umgang mit Lebensmitteln möglich ist. Die erwarteten wenigen Proben mit erhöhter NA-Konzentration sollen dann nochmals unter Zugabe von Standard analysiert werden, um die Konzentrationen zu quantifizieren.

Von den N-Nitrosaminen aus Fleisch-erzeugnissen sind drei am ehesten vertreten: N-Nitroso-Dimethylamin (NDMA), -Piperidin (NPIP) und -Pyrollidin (NPYR). Erste Analysen ergaben nur äußerst geringe NA-Belastungen, sie lagen zumeist unter der Nachweisgrenze (NDMA ca. $0,3\text{ }\mu\text{g/kg}$, NPYR und NPIP ca. $0,5\text{ }\mu\text{g/kg}$). Es wurden aber immer wieder geringe Mengen N-Nitroso-Morpholin gefunden, diese Komponente ist industriellen Ursprungs und könnte aus Verpackungen stammen. Durch den durchgehenden Zusatz von Ascorbat beim Pökeln wird die Bildung von NA offensichtlich effektiv verhindert. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen und werden weitergeführt.

