

# 49. Kulmbacher Woche

6. - 8. Mai 2014

## **Kurzfassungen der Fachvorträge**

Veranstaltet vom

Max Rubner-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Standort Kulmbach

Die Beiträge können ab 9. Mai 2014 unter Nennung der Autoren kostenfrei veröffentlicht werden. Wir erbitten ein Belegexemplar.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Brüggemann, D.	7
Tierschutz vom Stall bis zur Schlachtung und Auswirkungen auf die Fleischqualität	
Marahrens, M.	9
Behandlung und Transport von Lebendvieh zwischen Erzeugerbetrieb und Schlachthof	
Sprenger, A., Fischer, J., Troeger, K., Lücker, E.	11
Automatische Kontrolle des Entblutungsverlaufs bei Schweinen	
Arnold, S., Parotat, S., Wenzlawowicz, M., von Moje, M., Troeger, K., Lücker, E.	13
Entwicklung einer automatisierten Methode zur Feststellung der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit von Mastschweinen vor der Weiterverarbeitung	
Holleben, K., von	15
Rinderschlachtung: Anlieferung, Aufstallung, Zutrieb, Fixierung – Anforderungen und Erfahrungen	
Schwarz, J., Moje, M., Troeger, K., Lücker, E.	18
Entwicklung eines Systems zur automatischen Überwachung des Betäubungserfolges bei Rinder	
Kaufmann, S., Lautenschläger, R., Ebert, M., Weber, H.	19
Milchsäurebehandlung von Rindertierkörpern nach der Schlachtung	
Schwägele, F.	21
Biochemische Prozesse im Muskel <i>post mortem</i> – Einfluss auf die Fleischqualität	
Nitsch, P., Lautenschläger, R.	23
Garverlust und Texturänderung bei Schweinefleisch in Abhängigkeit von Gar-, Produktkerntemperatur sowie Erhitzungsweise	
Thiemann, K., Lautenschläger, R.	25
Einfluss von UV-Filtern auf die Farbstabilität und das Oxidationsverhalten von MAP-Frischfleisch	
Sadeghi-Mehr, A., Lautenschläger, R.	27
Herstellungsverfahren für zusammengefügte Rohpökelprodukte	
Irscher, S., Herrmann, K., Gibis, M., Kohlus, R., Weiss, J.	28
Herstellungsverfahren für zusammengefügte Rohpökelprodukte	

Hirschfeld, S., Speer, K., Schwägele, F., Jira, W.	Massenspektrometrischer Nachweis von Weizenprotein in Fleischerzeugnissen	30
Schwarzinger, S.	Kundenvertrauen und Produktsicherheit steigern mittels NMR-spektroskopischer Qualitäts- und Authentizitätsanalytik	32
Schmidt, H., Scheier, R., Bauer, A., Eberle, T., Petzet, A., Bauer, A., Fowler, S., Hopkins, D.L.	Messung und Vorhersage der Festigkeit von Fleisch mittels Raman-Spektroskopie	33
Scheier, R., Scheder, M., Schmidt, H.	Raman-Messungen im Schlachthof 30 min p. m. zur Vorhersage von Qualitätsparametern bei Schweinefleisch - Ergebnisse eines Feldversuches	35
Lick, S., Kröckel, L.	Untersuchungen zur Fleischmikrobiota: Anwendungen des MALDI- Biotyper bei Reifung und Verderb	37
Buschulte, A.	Die Produktschutz-Checkliste: eine einfache Hilfe zu einem schwierigen Thema	39
Böhnlein, C., Kabisch, J., Pichner, R.	Verhalten von EHEC-Ausbruchsisolaten in Rohwurst: <i>E. coli</i> O157:H7 vs. <i>E. coli</i> O104:H4	40
Gundel, J.	Herkunftskennzeichnung bei Fleisch und Fleischwaren	42
Henckel, P.	Mechanically separated meat - problems and solutions	43
Gorny, D.	Praxis der Freiwilligen Nährwertkennzeichnung nach der Lebensmit- telinformationsverordnung (LMIV): Ermittlung der Daten, Bezugszeit- punkt der Angaben, Gestaltungsfragen der Nährwertkennzeichnung	45
Eberle, T.	Wer soll da noch durchsehen - die LMIV als Beispiel für Regelungs- vielfalt	47
Anschrift der Erstautoren		49

## Vorwort

Die Kulmbacher Woche findet im Jahr 2014 zum 49. Mal statt und wird am Dienstag, den 6. Mai durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft eröffnet.

Thematisch widmet sich der erste Tag der Kulmbacher Woche der Schlachttechnologie und dem Tierschutz. Die neue Leiterin des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, Frau Prof. Dr. Dagmar Brüggemann, wird den Reigen der Vorträge hierzu mit einem Beitrag zu „Tierschutz vom Stall bis zur Schlachtung und Auswirkungen auf die Fleischqualität“ eröffnen.

Die weiteren Vorträge des ersten Tages haben den Lebendviehtransport, die automatische Entblutekontrolle, eine automatisierte Methode zur Feststellung der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit nach Betäubung von Mastschweinen zum Inhalt und befassen sich in ähnlicher Weise mit Detailthemen der Rinderschlachtung. Abschließend werden in zwei weiteren Beiträgen die „Milchsäurebehandlung von Rindertierkörpern nach der Schlachtung“ sowie die postmortalen biochemischen Prozesse im Muskel und deren Einfluss auf die Fleischqualität thematisiert.

Am darauffolgenden Tag stehen Themen der Verarbeitungstechnologie, der Analytik sowie der Mikrobiologie im Brennpunkt. Garverlust und Texturänderung beim Erhitzen von Schweinefleisch sowie der Einfluss von UV-Filtern auf Farbstabilität und Oxidationsverhalten von MAP-Frischfleisch werden dabei behandelt. Herstellungsverfahren für zusammengefügte Rohpökelprodukte und die Anwendung der kontinuierlichen Fleischwarenproduktion auf Basis einer erweiterten Füllwolf-Technologie werden ebenfalls im Bereich „Technologie“ fachlich beleuchtet.

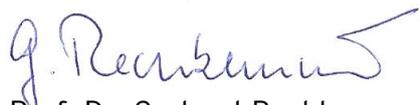
Dass Weizenprotein in Fleischerzeugnissen nicht nur auf molekularbiologischer Basis nachgewiesen werden kann, sondern ebenso mittels LC-MS/MS, wird durch einen weiteren Vortrag dargestellt. Die Bestimmung der Fleischqualität und Durchführung der Sortenanalyse unter Nutzung der Kernresonanzspektroskopie werden ebenso wie die Raman-Spektroskopie zu schnellanalytischen Methoden gerechnet. Raman-Messungen erlauben Vorhersagen zu Festigkeit und weiteren Qualitätsparametern bei Fleisch, wie anhand eines Feldversuchs mit Schweinefleisch präsentiert wird.

Im Bereich Mikrobiologie werden Untersuchungen zur Fleischmikrobiota mit Blick auf Reifung und Verderb unter Anwendung eines MALDI-Biotypers vorgestellt. Vorträge zu einer Produktschutz-Checkliste als einfacher Hilfe in einem schwierigen Bereich der Mikrobiologie sowie das Verhalten von EHEC-Ausbruchstämmen in Rohwurst beenden den zweiten Tag der diesjährigen Kulmbacher Woche.

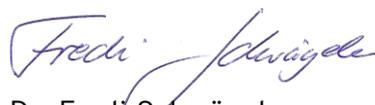
Erstmals seit 10 Jahren werden Themen des Lebensmittelrechts wieder in das Programm der Kulmbacher Woche aufgenommen. Im Rahmen verschiedener Vorträge wer-

den die Problembereiche in den Fokus gerückt: Herkunftskennzeichnung bei Fleisch und Fleischwaren, Einstufung von mechanisch gewonnenem Separatorenfleisch aus der Sicht von Experten, Praxis der freiwilligen Nährwertkennzeichnung nach der Lebensmittelinformationsverordnung sowie die Regelungsvielfalt der LMIV.

Wir freuen uns auf zahlreichen Besuch.



Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer  
Präsident



Dr. Fredi Schwägele  
Direktor und Professor  
Beauftragter des Präsidenten am  
Standort Kulmbach

## **Tierschutz vom Stall bis zur Schlachtung und Auswirkungen auf die Fleischqualität**

BRÜGGEMANN, D.

Das menschliche Verständnis für Tiere – und besonders für ihre Empfindungen, Bedürfnisse, Ansprüche und Wesensart – wird ständig erweitert. Dieses beeinflusst unsere Wahrnehmung, Sprache und Gesetzgebung. Den Begriff *Tierwohl* sucht man in der aktuellen Version des Dudens vergeblich. Tierschutz dagegen ist in Deutschland seit gut achtzig Jahren gesetzlich geregelt. In der öffentlichen Diskussion wird zwischen den beiden Begriffen nicht scharf getrennt und auch im Folgenden wird diese erweiterte Betrachtung beibehalten.

Der Zusammenhang zwischen den Themen Tierwohl und Fleischqualität steht seit mehr als 30 Jahren im Zentrum der Aktivitäten weltweiter Fleischforschung. Zu diesem Zeitpunkt interessierten sich zwar nur wenige Verbraucher für das Wohlbefinden der Tiere, aber die Suche nach den Ursachen für das massive Auftreten von Fleischqualitätsmängeln wie PSE und DFD zeigte schnell einen Zusammenhang zwischen der Stressanfälligkeit von Tieren und der sich ergebenden Fleischqualität. Nicht immer sind die Zusammenhänge so deutlich wie in diesem Fall, wo große finanzielle Schäden durch Totalausfall oder eingeschränkte Nutzung des Rohmaterials entstanden sind oder immer noch entstehen. Auch Forschung, die sich intensiv der Aufgabe einer möglichst weitgehenden Standardisierung des Rohmaterials auf hohem Qualitätsniveau gewidmet hat, zeigt, dass viele Qualitätsabweichungen und -schwankungen im Rohmaterial oft in direkten Zusammenhang mit Stressfaktoren für die Tiere zu bringen sind.

Alle Glieder der klassischen Produktionskette sind letztendlich mit Tierwohlaspekten verknüpft und haben über anatomische und physiologische Mechanismen einen Einfluss auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität oder auch die Qualität von Schlachtnebenprodukten. Schon die Wahl des Produktionssystems am konkreten Standort kann eine Rolle spielen, denn die geographischen Voraussetzungen entscheiden u. a. über Menge und Zusammensetzung der produzierbaren Futtergrundlage. Diese wiederum beeinflusst nicht nur Schlachtkörpergewicht und -zusammensetzung, sondern über das Alter zum Schlachtzeitpunkt auch Eigenschaften wie Farbe und Zartheit. Traditionell ist die Entstehung der verschiedenen Rassen als Anpassung an die Gegebenheiten des Standortes zu sehen. Der aktuelle Erfolg der brasilianischen Rindfleischproduktion ist z. B. auf eine Optimierung der genetischen Grundlage bei gleichzeitiger Berücksichtigung der artangepassten Futtergrundlage zurückzuführen. Viele Beispiele aus der Vergangenheit zeigen die Auswirkungen von züchterischen Maßnahmen auf die Fleischqualität. Einseitige

Selektion auf Wachstumskapazität und -intensität haben Konsequenzen für die Muskelstruktur, das Herz-Kreislaufsystem und das Immunsystem. Suboptimale Haltungs- und Fütterungsbedingungen belasten besonders das Immunsystem, so dass die Tiere empfänglicher für Infektionen sind. In der Vergangenheit wurde dieses vielfach durch hohe Antibiotikagaben ausgeglichen. Die öffentliche Diskussion über den Transport von Schlachttieren wird nahezu ausschließlich unter dem Aspekt der Transportdauer geführt. Dabei ist wissenschaftlich gut belegt, dass gerade kurze und sehr kurze Transporte für die Tiere besonders belastend sein können.

Wie schwierig im Einzelnen die Abwägung von Tierschutzinteressen sein kann, zeigt die gegenwärtige Diskussion über den Verzicht auf die Kastration von männlichen Ferkeln. Vordergründig wird mit dem Verzicht auf eine mit Schmerzen verbundene Operation das Tierwohl der Ferkel verbessert. Auf der anderen Seite wird gerade in jüngster Zeit von Schlachtbetrieben wiederholt von Problemen mit Ebern berichtet: Rankämpfe, deutlich erhöhte Lärmpegel und beeinträchtigte Betäubungseffektivität.

## **Behandlung und Transport von Lebewieh zwischen Erzeugerbetrieb und Schlachthof**

Vorgetragen von  
Frau Dr. Inga Schwarzlose

MARAHRENS, M., Friedrich-Loeffler-Institut, Celle

Trotz der umfassenden europäischen und nationalen Rechtsetzung zum Tierschutz in dem in der Überschrift angesprochenen Teilabschnitt der Lebensmittelkette bleibt der Tiertransport in der gesellschaftlichen Diskussion. Dies dürfte nicht zuletzt daran liegen, dass in den letzten Jahren die wissenschaftliche Auseinandersetzung sich vom Tierschutz im eigentlichen Sinne (Schutz vor Schmerzen, Leiden und Schäden) hin zur Förderung des „Tierwohls“ (Animal Welfare) gewendet hat, die sich u. a. auch in Marktinitiativen niederschlägt (Labelprogramme, Tierwohliniative). Gleichwohl sind auf beiden Seiten teilweise dieselben Methoden und Kriterien zur Bewertung von Tierschutz und Tierwohl vorhanden.

Oberste Prinzipien für den Tierschutz beim Transport bleiben – wie in der allgemeinen Tierhaltung auch – die Freiheit von Verletzungen und Schmerzen, die Freiheit von Hunger und Durst, die Freiheit von thermischer Überlastung und die Freiheit von unangemessener (leidensauslösender) Verhaltenseinschränkung, zu der auch ein angstausslösender Umgang mit dem Tier gehört. Bestimmende Einflussgrößen für diese „Freiheiten von ...“ stammen sowohl aus der technischen Umgebung des Tiertransportes (u. a. Fahrzeug- und Rampendesign, Abtrennungen, Futter- und Tränkeeinrichtungen, Ventilationseinrichtungen, Beleuchtung, Raumhöhe, etc.) und aus dem „Management“ (u. a. Umgang mit dem Tier, Treibhilfeneinsatz, Gruppenzusammenstellung, Ladedichten, Einstreuführung, Fütterungs- und Tränkeintervalle, Nüchterungsdauer, Fahrverhalten, etc.).

Ein wesentlicher Aspekt für die gute fachliche Praxis des Tiertransportes ist die Kenntnis (und natürlich die Begegnung) von möglichen Gefahren und Risiken für Tierschutz und Tierwohlsein. Das betrifft nicht nur „den Fahrer“, sondern auch Unternehmen und Verbände für die jeweils vorherrschenden Transportszenarien. Die EFSA hat hierfür ein Modell zur Vorgehensweise und zu den Kriterien einer Risikobewertung erstellt. Der erste Schritt besteht hierbei in einer Beschreibung der möglichen Gefahren (Hazard Identification), der zweite in der qualitativen und quantitativen Einordnung des Schweregrades und der Dauer der negativen Auswirkung auf das Tier sowie der Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieser Auswirkungen (Hazard Characterisation). Ein weiterer Schritt besteht in der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Gefahren in der gegebenen Tier- oder Zielpopulation (Exposure Assessment), z. B. der Mastschweine im Einzugsgebiet eines Schlachthofes. Aus den in diesen ersten drei Schritten erstellten Zahlenwerten werden in der abschließenden Risikobeschreibung (Risk Characterisation) so-

wohl der Schweregrad (Magnitude) als auch der Umfang der Gefahrenauswirkung (Risk Estimate) im gegebenen Transportszenario nach bestimmten Formeln berechnet. Der Schweregrad bezieht sich dabei auf das Einzeltier, der Umfang auf die Population. Bei der Risikobewertung sollte in allen vier Schritten der Grad der Unsicherheit (fehlende wissenschaftliche Untersuchungen, fehlendes oder vorhandenes Expertenwissen) mit angegeben werden. Auch wenn bei dieser Art der Risikobewertung eine mögliche Interaktion von Gefahren und ihrer kumulativen Auswirkungen nicht einbezogen wird, lassen sich sowohl nach den Auswirkungen auf das Einzeltier als auch denen auf die Population die identifizierten Gefahren in eine Rangordnung bringen, mit der Prioritäten zu ihrer Beseitigung gesetzt werden können.

Aus bisherigen Untersuchungen ist bekannt, dass beim Transport Gefahren und Belastungsfaktoren vornehmlich die Thermoregulation und Verhaltenseinschränkungen (abgesehen von möglichen Verletzungen) von Schweinen und Rindern betreffen. Sowohl Thermoregulation als auch Verhalten der Tiere werden durch die Gestaltung des Laderaumes im Fahrzeug (Fläche – insbesondere des Flächenbesatzes – und Höhe) und der Ventilation beeinflusst. Bestimmende Faktoren sind jedoch auch im Fahrverhalten zu suchen, die sich insbesondere auf Beschleunigungen und Vibrationen auswirken. Fahrpausen führen unter bestimmten Voraussetzungen zu einer Beruhigung der Tiere, erschweren jedoch insbesondere in warmen Jahreszeiten die Ventilation der Tierbereiche im Fahrzeug. Der Faktor „Transportdauer“ stellt erst dann eine Gefahr für das Wohlbefinden der Tiere dar (alle anderen Faktoren wie Ladedichte und Ventilation optimiert), wenn durch mangelnde Energie- und Wasserversorgung (Nüchternungsdauer!) eine Adaptation an den erhöhten Energieumsatz die Thermoregulation begrenzt (lange Transporte) oder die Belastungen durch den Verladevorgang sich mit denen des Entladens wegen kurzer Transportdauer kumulativ auf das Tier auswirken (kurze Transporte).

## Automatische Kontrolle des Entblutungsverlaufs bei Schweinen

SPRENGER, A., FISCHER, J., TROEGER, K., LÜCKER, E.<sup>1</sup>

Nach der Anwendung reversibler Betäubungsmethoden erfolgt die Tötung von Schlachtieren durch den anschließenden Blutentzug. In der kommerziellen Schweineschlachtung kann der Blutentzug bei Verwendung von Hohlmessersystemen nicht visuell beurteilt werden. Ein nicht optimal gesetzter Entblutestich kann zu einem verzögerten Todeintritt und damit zu einem möglichen Wiedererwachen der Tiere auf der Nachentblutestrecke führen. Dies steht im Gegensatz zu geltendem Recht, wonach laut Tierschutzschlachtverordnung warmblütige Tiere so zu entbluten sind, dass ein sofortiger starker Blutverlust gewährleistet und kontrollierbar ist (TierSchlV §12 (6)). Außerdem muss laut der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung die Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit der Tiere bis zum Tod des Tieres anhalten (Art. 4).

Aufgrund dieser Problematik wurde im Rahmen eines Verbundprojektes<sup>2</sup> des Max-Rubner-Instituts in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern, Banns Schlacht- und Fördertechnik GmbH und Lohnschlächtereier Riedl GmbH, ein automatisiertes Messverfahren zur Sicherstellung einer vollständigen Entblutung von Schlachtschweinen entwickelt.

Ziel war die Entwicklung eines Kontrollsystems, das zeitnah nach Setzen des Entblutestichs eine mangelhafte Stichführung erkennt, und somit eine Korrektur des Stichs erfolgen kann. Zudem wurde untersucht, inwieweit sich die Entblutung auf den pH<sub>45</sub>-Wert und den Ausblutungsgrad als ausgewählte Parameter der Fleischqualität auswirkt.

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Messsysteme zur kontinuierlichen Messung der Entblutung geprüft. Die Systeme wurden in einen Prototyp integriert, bestehend aus einem herkömmlichen Blutauffangbehälter mit angeschlossenem Blutschlauch und Hohlmesser, der auf einer Präzisionswaage als Referenzmesssystem platziert ist. Das einströmende Blut wird von der Waage in wählbaren Zeitintervallen detektiert und in Gramm angezeigt.

Zur weiteren Automatisierung und Integration in das betriebseigene Stechkarussell fiel die Wahl auf ein Messsystem, das aus mehreren senkrecht übereinander angeordneten Infrarotsensoren besteht. Diese detektieren die Erwärmung des Blutauffangbehälters

---

<sup>1</sup> Institut für Lebensmittelhygiene, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

<sup>2</sup> Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages.

durch das einströmende Blut in den ersten Sekunden der Entblutung. Eine Software berechnet aus den gewonnenen Daten den Blutanstieg pro Zeiteinheit und gleicht die berechnete Steigung mit einem noch festzulegenden Sollwert ab. Bei Unterschreitung des Sollwertes wird ein Signal erzeugt.

Parallel zur technischen Automatisierung wurde mithilfe des Prototyps und des Referenzmesssystems „Waage“ an 965 Schweinen untersucht, inwieweit sich der Verlauf der Entblutung auf einzelne Parameter der Fleischqualität auswirkt. Die Tiere wurden nach einer Kohlenstoffdioxidbetäubung mit dem Hohlmesser des Prototyps entblutet. Die Messdauer betrug 20 Sekunden bei einem Messintervall von 500 Millisekunden. Aus dem Blutanstieg innerhalb der ersten fünf Sekunden wurde ein Steigungswert ermittelt. Von allen untersuchten Tieren wurde der pH<sub>45</sub>-Wert im *M. semimembranosus* am Schlachtband gemessen.

Außerdem wurden Muskelproben aus dem Zwerchfellpfeiler zur Bestimmung des Ausblutungsgrades entnommen. In Abhängigkeit der ermittelten Steigungswerte wurden die Hämoglobingehalte von den 99 Tieren untersucht, die unterhalb des 5. oder oberhalb des 95. Perzentils der Gesamtsteigungen lagen. Die Bestimmung des Hämoglobingehalts in den Zwerchfellproben erfolgte mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC).

Mit zunehmender Anfangssteigung der Entblutung stieg der pH<sub>45</sub>-Wert marginal an. Die Zunahme war signifikant und betrug 0,0012 pH-Einheiten pro g/s Entblutungsrate. In Bezug auf den Ausblutungsgrad wiesen die 5 % der Tiere mit dem höchsten Blutanstieg in den ersten fünf Sekunden einen signifikant geringeren Hämoglobingehalt auf als die 5 % der Tiere mit dem geringsten Blutanstieg ( $\bar{x}_{(0,05)} = 5,7 \text{ mg/g}$ ;  $\bar{x}_{(0,95)} = 4,9 \text{ mg/g}$ ).

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass durch eine höhere Entblutungsrate die untersuchten Parameter der Fleischqualität positiv beeinflusst werden können. Die Festlegung von Grenzwerten als Signal für eine mangelhafte Stichführung und das Erkennen möglicher betriebsspezifischer Einflüsse auf das Messsystem werden in einem Folgeprojekt im Fokus stehen.

## **Entwicklung einer automatisierten Methode zur Feststellung der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit von Mastschweinen vor der Weiterverarbeitung**

ARNOLD, S., PAROTAT, S.<sup>1</sup>, WENZLAWOWICZ<sup>1</sup>, M. VON, MOJE, M.,  
TROEGER, K., LÜCKER, E.<sup>2</sup>

Ziel des Projektes ist die Erforschung der Möglichkeiten, ein automatisiertes Verfahren zur Feststellung der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit von Schweinen bei der Schlachtung in industriellen Betrieben zu entwickeln. Verbundpartner des bsi Schwarzenbek, Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport und Schlachtung (Projektkoordination), sind dabei das Max Rubner-Institut (MRI, Standort Kulmbach) sowie die Bannsch Schlacht- und Fördertechnik GmbH (BANSS, Biedenkopf). Gefördert wurde das Vorhaben durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) auf Grundlage des Programms zur Innovationsförderung.

In Deutschland werden Schweine bei der Schlachtung zunächst per CO<sub>2</sub>- oder Elektrobetäubung in einen potenziell reversiblen Zustand der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit versetzt. Indem anschließend große Blutgefäße im Brust- und Halsbereich mittels Messerschnitt eröffnet werden, wird der Tod durch Blutentzug herbeigeführt. Wenige Minuten nach der Entblutung folgen weitere Schlachtarbeiten, wobei die Beförderung in die Brühanlage zumeist den ersten Schritt der Weiterverarbeitung darstellt. Zu diesem Zeitpunkt ist jedoch nicht bei allen Schweinen mit Sicherheit der Tod eingetreten. Gründe hierfür können eine mangelnde Betäubungs- und/oder Entblutungsaktivität sein. Ein Teil dieser Tiere zeigt auf der Nachentblutestrecke und/oder beim Kontakt mit dem Brühwasser Anzeichen einer wiederkehrenden oder noch vorhandenen Wahrnehmungs- und Empfindungsfähigkeit. Es kann daher nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass es bei einzelnen Tieren an dieser Stelle des Schlachtprozesses zu erheblichen Leiden bzw. Schmerzen kommt. In solchen Fällen ist vor weiteren Schlachtarbeiten aus ethischen wie rechtlichen Gründen eine zusätzliche Betäubung bzw. endgültige Tötung indiziert. Die sichere Identifikation von Tieren mit erhaltenem oder wiederkehrendem Sensorium ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden: Zum einen wird die Kontrolle der Einzeltiere durch hohe Bandgeschwindigkeiten und/oder bauliche Gegebenheiten erschwert. Zum anderen kommt es vor, dass Schweine erst einige Sekunden nach Eintritt in die Brühanlage spontane Reaktionen zeigen, die auf eine erhaltene Wahrnehmungs- und Empfindungsfähigkeit hindeuten.

---

<sup>1</sup> Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport und Schlachtung (bsi), Schwarzenbek

<sup>2</sup> Institut für Lebensmittelhygiene, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Leipzig

Das Verbundprojekt soll die Grundlagen für die Entwicklung einer automatisierten Erkennung von Schweinen liefern, bei denen der Tod zum erwarteten Zeitpunkt noch nicht mit Sicherheit eingetreten ist. Solche Tiere werden erst dann für weitere Schlachtarbeiten freigegeben, wenn sie endgültig getötet worden sind. Ein Nebenaspekt des Vorhabens ist daher auch die Ermittlung von Verfahren und Geräten, die sich für die Betäubung/Tötung zu diesem Zeitpunkt eignen.

Im ersten Schritt wurden Reizarten und -verfahren (taktil, thermisch, elektrisch) auf ihre Eignung hinsichtlich der Provokation von auswertbaren Reaktionen bei Tieren mit erhaltenem Sensorium untersucht. Dabei geht es auch um die Frage, ob verschiedene Betäubungsverfahren unterschiedliche Reizmethoden erfordern. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen dann in die Entwicklung eines Systems ein, das diese Reize automatisch appliziert. Die Erfassung der provozierten Reaktionen mit einer Kameraoptik sowie die Software-gestützte Auswertung der so gewonnenen Daten stellen weitere Arbeitsschritte dar.

Im letzten Teil des Projektes wird ein solches System dann in verschiedenen Betrieben in die Schlachtlinie integriert und im Langzeittest in Hinsicht auf Zuverlässigkeit und Praktikabilität evaluiert.

*Erste Forschungsergebnisse und Erkenntnisse, die bei der Entwicklung eines geeigneten Reizverfahrens erzielt werden konnten, sollen im Vortrag vorgestellt werden.*

## **Rinderschlachtung: Anlieferung, Aufstallung, Zutrieb, Fixierung – Anforderungen und Erfahrungen**

HOLLEBEN, K. VON, bsi, Schwarzenbek

Die Herausforderungen einer optimalen Gestaltung des Lebensbereichs für Rinder vor der Schlachtung hinsichtlich Tierschutz und erzielbarer Qualität sind vor folgendem Hintergrund zu sehen:

- immer großrahmigere Tiere bei insgesamt variablem Erscheinungsbild;
- immer weniger Tiere, die engen Kontakt zum Menschen gewohnt sind;
- Änderungen der rechtlichen Vorgaben (z. B. engere Definition der Transportfähigkeit, Umsetzung der Verordnung (EG) 1099/2009, Verbot des Einsatzes des Rückenmarkszerstörers);
- höhere angestrebte Schlachtgeschwindigkeiten;
- Umsetzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse;
- gestiegene Anforderungen der Verbraucher und des Einzelhandels;
- geringe Verfügbarkeit von erfahrenem Personal.

Erfahrungen und Ideen hierzu sollen anhand von Beispielen aus den Bereichen Anlieferung, Aufstallung, Zutrieb und Betäubung dargestellt werden.

### **Anlieferung**

Bei der baulichen Gestaltung und der organisatorischen Abwicklung an der Rampe nimmt die Vermeidung von Wartezeiten vor der Entladung, die Gewährleistung eines dauerhaft trittsicheren Bodens und die Möglichkeit, die Tiere entsprechend ihrer Bedürfnisse und der Erfordernisse der Schlachtung zu erfassen und weiterzuleiten, einen großen Stellenwert ein. Indikatorfunktion bezüglich der Umsetzung von Tierschutzanforderungen hat dabei der Umgang mit sogenannten Prioritätentieren.

Verletzte oder stark geschwächte Tiere sowie Tiere mit starken Schmerzen können nur dann schnell und wenn nötig an Ort und Stelle getötet werden, wenn hierzu jederzeit kompetente Entscheidungen gefällt werden können, die Tiere ggf. rampennah in der Bewegung eingeschränkt und die an Ort und Stelle geschossenen und entbluteten Tiere auch abtransportiert werden können. Gleichzeitig muss es für geschwächte Tiere, die zwar ohne Schmerzen gehen aber nicht mehr aufgestellt werden können, kurze und freie Wege zur Schlachtung geben.

### **Aufstallung und Zutrieb**

Der schwierige Umgang mit z. T. sehr scheuen Tieren und das Fehlen adäquater Ställe ausreichender Kapazität haben dazu geführt, dass Rinder immer weniger vor der Schlachtung aufgestellt werden. Vielmehr werden sie „direkt vom Fahrzeug geschlach-

tet“. Tierschutz, Verbraucherschutz und Fleischqualität werden hierdurch eingeschränkt. Rinder können auf dem Fahrzeug eben nicht individuell beurteilt und entsprechend behandelt werden. Die Tiere können sich nicht mit Wasser versorgen, abkühlen, einander ausweichen, die Beine vertreten oder sich ablegen. Insbesondere der Zustand bereits geschwächter Tiere verschlechtert sich dann schnell.

In entsprechend gebauten Ställen mit gut zugänglichen, blickdicht voneinander abgegrenzten und nicht zu großen Buchten mit Tränken und ggf. Aufsprungschutz (für Bullen und Kälber) können sich die Tiere vom Transport erholen. Voraussetzungen für die Erzeugung einer hohen Fleischqualität sind dann eher gegeben. Das Ein- und Austreiben in bzw. aus den Buchten erfordert allerdings mehr Personal und ein Umdenken beim Treiben. Kenntnisse über das Verhalten der Tiere und Erfahrungen, die auch beim Umgang mit großen Rinderherden in Übersee gewonnen wurden, helfen hier und wurden bei ersten Umbauten bereits erfolgreich umgesetzt.

### **Fixierung zur Betäubung**

Maßgebliche Entwicklungen vollziehen sich momentan bei der Bewegungseinschränkung bzw. Fixierung der Tiere bzw. ihres Kopfes vor der Betäubung. Zum einen genügt der „Ring am Boden“ in handwerklichen Schlachtbetrieben zu Recht nicht den Anforderungen der neuen EU-Tierschutz-Schlachtverordnung. Weiterhin sind viele ältere Fallen schlicht zu kurz für die heute großrahmigeren Tiere, mit der Folge von mehr Belastungen beim Eintrieb und bei der Fixierung. Zum anderen werden die Einrichtungen zur Bewegungseinschränkung nicht genau genug geprüft, wenn die Schlachtgeschwindigkeit erhöht wird. Mehr Nachschüsse und Fehlbetäubungen sind häufig die Folge, besonders bei eingeschränkter Personal- und Prozessqualität.

Im Zuge dieser Entwicklung müssen viele Risikofaktoren für Fehlbetäubungen neu bewertet werden. Es fällt beispielsweise auf, dass bestimmte Schussapparate zu schwach für großrahmige Tiere sind, dass bei Entblutung mittels Halsschnitt die erzielte Dauer der Betäubungswirkung nicht mehr ausreicht oder dass nur noch einzelne überaus geschickte Betäuber angemessene Betäubungserfolge erzielen.

Bei höheren Schlachtgeschwindigkeiten oder auch um stärkere und größere – z. B. pneumatische – Apparate genau genug ansetzen zu können, müssen die Köpfe der Tiere enger fixiert werden. Wo früher ausreichend Zeit zur Verfügung stand, um abzuwarten, bis der Schussapparat genau und senkrecht zur Stirnfläche angesetzt werden konnte, muss heute enger fixiert werden, um schnell ansetzen zu können. Eine enge, ggf. über den Schuss hinausgehende Fixierung verhindert auch, dass ein geringgradig verkantet

angesetzter Schussapparat nach dem Schuss mit dem Tier zu Boden stürzt, oder erleichtert ggf. einen schnellen Nachschuss.

Eine enge Fixierung bringt aber nicht nur Vorteile für das Tier. Sie führt in der Regel zu größeren Belastungen durch die Fixierung selbst, die allenfalls für einen kurzen Moment toleriert werden können. Aus Tierschutzsicht erfordert die engere Fixierung wesentlich mehr Sorgfalt sowohl bei der technischen Gestaltung als auch bei der Bedienung. Je enger der Kopf fixiert wird, desto komplizierter wird es, unterschiedlichen Typen (Größe, Körperbau, Behornung) gerecht zu werden. Wie eng er fixieren muss, um das Tier gut schießen zu können, aber nicht zu sehr zu belasten, muss der Betäuber tierindividuell und sehr schnell entscheiden. Wichtig ist, eine Obergrenze der jeweils möglichen Schlachtgeschwindigkeit festzulegen.

Um Rinder heute tierschutzgerecht zu schlachten, sind in vielen Betrieben vermehrt Anstrengungen erforderlich.

## **Entwicklung eines Systems zur automatischen Überwachung des Betäubungserfolges bei Rindern**

SCHWARZ, J., MOJE, M., TROEGER, K., LÜCKER, E.<sup>1</sup>

Fast ausnahmslos werden Rinder in deutschen Schlachtbetrieben mittels Bolzenschuss betäubt. Gründe dafür sind neben der guten Handhabbarkeit und Zuverlässigkeit der Geräte die hohe Betäubungssicherheit bei richtig gewähltem Ansatz des Bolzenschussgerätes am Kopf des zu betäubenden Tieres. Dessen ungeachtet kommt es immer wieder vor, dass Tiere nach dem ersten Schuss nicht oder nur unzureichend betäubt sind. Laut einschlägiger Literatur sind 5-9 % der Tiere davon betroffen. Ursache hierfür können technischer Art (zu niedrige Bolzengeschwindigkeit, zu kurzer Bolzen, mangelnde Fixation) oder menschlicher Natur (Treffgenauigkeit des Betäubers) sein. Insbesondere seit dem Verbot der Verwendung eines Rückenmarkzerstörers im Zuge der BSE-Krise im Jahr 2001 wurden solche Mängel in der Rinderbetäubung offensichtlich. Aus Sicht des Tierals auch des Arbeitsschutzes ist es notwendig, alle Tiere nach dem Schuss genauestens auf Anzeichen zu beobachten, die auf eine mangelhafte Betäubung oder auf ein Wiedererlangen der Wahrnehmungs- und Empfindungsfähigkeit hindeuten, um diese Tiere gegebenenfalls nachzubetäuben. Um diese Aufgabe zu erleichtern und zu unterstützen, wird in dem hier vorgestellten Forschungsprojekt untersucht, ob sich mit einem automatisierten Verfahren unzureichend betäubte Tiere detektieren lassen.

Hierfür wurden unterhalb des Bodens einer neu entwickelten Betäubungsfalle vier Wiegezellen installiert, die zum Zeitpunkt der Betäubung und des damit einhergehenden Zusammenbrechens der Tiere für jedes Rind eine individuelle Wiegekurve aufzeichnen. Durch das zunächst ruckartige Anziehen der Gliedmaßen und das darauf folgende Zusammenbrechen der Tiere entsteht ein charakteristischer Gewichtskurvenverlauf. Bricht ein Tier nicht oder nur verzögert zusammen, so registriert dies die Waage. Zum Abgleich der Kurvenverläufe mit den entsprechenden klinischen Befunden zur Betäubungseffektivität wurden am Auswurfrost sowie am Stechplatz insgesamt rund zwanzig Schlüsselparameter (unter anderem die Art des Niederstürzens, Auftreten von Atmung und/oder Augenbewegungen sowie Muskeltonus) erfasst und die Befunde in zwei Terminals eingegeben. Die Daten der Wiegekurven und der Befunde wurden zur späteren Auswertung zusammen auf einem zentralen Server abgespeichert. Insgesamt wurden auf diese Weise 10.154 Jungbullen untersucht.

Geprüft wird nun, ob sich zuverlässige Korrelationen finden lassen zwischen dem Wiegekurvenverlauf und den Schlüsselparametern zur Betäubungseffektivität. Ist dies möglich, so könnte in Zukunft ein automatisches System anhand der Kurvenform erkennen, ob ein Tier ausreichend tief oder nur mangelhaft betäubt ist und zur Information der an diesem Arbeitsplatz tätigen Personen ein entsprechendes Signal auslösen.

---

<sup>1</sup> Institut für Lebensmittelhygiene, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

## Milchsäurebehandlung von Rinderschlachtkörpern nach der Schlachtung

KAUFMANN<sup>1</sup>, S., LAUTENSCHLÄGER, R., EBERT<sup>1</sup>, M., WEBER, H<sup>2</sup>.

Mit Inkrafttreten der Verordnung (EU) 101/2013 „über die Verwendung von Milchsäure zur Verringerung mikrobiologischer Oberflächenverunreinigungen von Rinderschlachtkörpern“ am 24. Februar 2013 wurde in der Europäischen Union neben Wasser erstmals ein zweiter Stoff zur Behandlung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs im Laufe des Schlachtprozesses genehmigt. Die Grundlage dieser Verordnung bildet die „scientific opinion on the evaluation of the safety and efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface contamination of beef carcasses, cuts and trimmings“ der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA). In diesem Gutachten wird geschlossen, dass die Milchsäurebehandlung ohne Sicherheitsbedenken zu einer signifikanten Verringerung der mikrobiologischen Oberflächenbelastung bei Rinderschlachtkörpern führt. Im Anhang der erlassenen Verordnung sind Bedingungen für die Verwendung der Milchsäure festgesetzt, welche dem Lebensmittelunternehmer einen großen Spielraum in der Anwendung zugestehen. Auf den Tierkörper darf eine zwei- bis fünf-prozentige Milchsäurelösung durch Versprühen oder Vernebeln aufgebracht werden, wobei eine maximale Anwendungstemperatur von 55 °C nicht überschritten werden darf. Die Säureapplikation darf keine irreversible physikalische Veränderung des Fleisches hervorrufen.

Aus diesem Anlass wurden am Max Rubner-Institut in Kulmbach im Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch im Rahmen einer Masterarbeit Untersuchungen zur Säureanwendung bei Rindfleisch durchgeführt. Hierfür wurden die Knochendünnungen von zwölf Rindern (weiblich: n = 8; männlich: n = 4) mit zwei verschiedenen Milchsäurelösungen der Konzentrationen von 2 %; 3,5 % und 5 % besprüht und benebelt. Bei den Lösungen handelte es sich zum einem um handelsübliche L-Milchsäure und zum anderen um ein Milchsäure-Solubilisat (micellierte Form der Milchsäure). Im Anschluss an die Säureapplikation wurden die Teilstücke bei 10 °C gelagert und in definierten Abständen mikrobiologisch (mesophile aerobe Gesamtkeimzahl, Pseudomonaden, *Enterobacteriaceae* und Enterokokken), physikalisch (Farbe und pH-Wert) und chemisch (Milchsäuregehalt im Fleisch und Fettkennzahlen) untersucht. Eine sensorische Beurteilung erfolgte durch eine Profilanalyse an Roastbeef nach einer zweiwöchigen „dry aging“ Reifung.

---

<sup>1</sup> Hochschule Neubrandenburg

<sup>2</sup> Beuth Hochschule für Technik Berlin

Die Ergebnisse zeigten, dass sich die native Milchsäure-Behandlung in allen Konzentrationsstufen als wirksamer im Hinblick auf die Keimreduktion erwies als die Behandlung mit micellierter Milchsäure. Bei der Beurteilung der Divergenz der Applikationsarten stellte sich die Spraybehandlung im Vergleich zum Vernebeln als erfolgversprechender dar.

Im Vortrag soll die Milchsäure-Anwendung als neu zugelassene Methode zur Verringerung der Oberflächenverkeimung von Rinderschlachtkörpern vorgestellt und die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf die Vorgaben der Verordnung (EU) 101/2013 diskutiert werden.

## Biochemische Prozesse im Muskel *post mortem* – Einfluss auf die Fleischqualität

SCHWÄGELE, F.

Fleisch entsteht durch den Ablauf verschiedener postmortaler Prozesse aus quergestreifter Skelettmuskulatur. Das Gewebe der Skelettmuskulatur ist über die Sehnen am Knochengerüst befestigt. Die streng hierarchisch aufgebaute quergestreifte Muskulatur wird mit vom Gehirn ausgehenden Nervenreizen in Bewegung gesetzt, wobei die kleinsten Einheiten der Muskulatur sogenannte Muskelfasern sind und aus mehrkernigen Muskelzellen bestehen. In den Muskelzellen sind die Myofibrillen enthalten, welche die Aufgabe der Kontraktion mittels Wechselwirkung zwischen dicken und dünnen Filamenten erfüllen. Innerhalb der Muskelzellen existiert das sarkoplasmatische Retikulum, das als innere Membran durch Bindung und Freisetzung von Calciumionen die Muskelkontraktion reguliert.

In den Mitochondrien, einer weiteren Unterstruktur der Muskelzelle, wird im aeroben Zustand durch Aktivierung von Pyruvat aus dem Muskelzellsaft zu Acetyl-Coenzym A über den Citratzyklus und die oxidative Phosphorylierung die Hauptmenge an Adenosin-5'-triphosphat (ATP) erzeugt, das die Energie für die Muskelkontraktion liefert. Dabei wird die in ATP gespeicherte chemische Energie in mechanische Energie der Bewegung umgesetzt. Im Verlauf der Muskelkontraktion gleiten die dicken und dünnen Filamente der Myofibrillen ineinander, wobei sich als deren Grundeinheiten die sogenannten Sarkomeren verkürzen. Dicke und dünne Filamente liegen im ruhenden Muskel ohne Verbindung nebeneinander, so dass der Muskel als weich erscheint. Während der Kontraktion treten diese miteinander in Wechselwirkung und bilden zwischen Aktin in den dünnen Filamenten und den Myosinköpfen in den dicken Filamenten den Akto-Myosin-Komplex aus. Nach Erschöpfung der ATP-Reserven *post mortem* (anaerober Zustand) kommt es zu einer dauerhaften Verbindung dieser Einheiten, und die Totenstarre (*Rigor mortis*) tritt ein. Zu diesem Zeitpunkt ist die Zähigkeit (Festigkeit) des Fleisches maximal. Während der Fleischreifung lösen sich in der Folgezeit durch Proteolyse myofibrilläre Strukturen im Bereich der Z- und M-Linien der Sarkomeren auf, so dass es unter dem Einfluss verschiedener Protease-Aktivitäten sowie der Katalyse durch Kollagenasen (bindegewebsabbauende Enzyme) zu abnehmender Zähigkeit im Fleisch kommt.

Im Hinblick auf die Fleischqualität ist es notwendig, zwischen subjektiver Wertschätzung und objektiv messbarer Fleischqualität zu unterscheiden. Die Qualität ist ein im Produkt Fleisch innewohnender messbarer Faktor, während die Wertschätzung im Kopf

des Verbrauchers stattfindet. Abweichungen in der auftretenden Fleischqualität können einerseits durch die genetische Herkunft des verwendeten Tiermaterials beeinflusst werden, es zeigt sich aber auch, dass schonender Transport sowie geeignete Schlacht- und Kühltechnologie Mängel in der Fleischbeschaffenheit – wie PSE-, RSE- und DFD-Fleisch Cold- und Rigor-Shortening – deutlich mindern können.

Des Weiteren bewirkt Elektrostimulation eine beschleunigte Glykolyse, die bei ausreichend vorhandenem ATP zu Muskelkontraktionen führt sowie bei schnellem Abfall des pH-Wertes in der Muskulatur mögliche Kälteverkürzungen verhindert. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die biochemischen Prozesse in der Muskulatur *post mortem* sehr komplex und multivariat sind. Sie stellen ein in sich verwobenes System vieler verschiedener Faktoren dar, das trotz intensiver Forschung in seinen Wechselwirkungen noch immer nicht durchweg aufgeklärt ist.

*Die dem Übersichtsbeitrag zugrundeliegende Literatur ist beim Verfasser zu erfragen.*

## **Garverlust und Texturänderung bei Schweinefleisch in Abhängigkeit von Gar-, Produktkerntemperatur sowie Erhitzungsweise**

NITSCH, P., LAUTENSCHLÄGER, R.

Schweinefleisch wird in der heimischen Küche nur marginal im ausschließlich „gekochten“, d. h. feucht erhitzten Zustand verzehrt; Beispiele hierfür sind Kassler-Produkte oder Eisbein. Große Bedeutung hat das Garen jedoch bei der Produktion von Kochwurstprodukten zur Herstellung der Grundmasse und gegebenenfalls der Einlagen. Zu Garverlusten von Fleisch existieren jedoch nur wenige Publikationen, meist Jahrzehnte zurückliegende Arbeiten oder Untersuchungen fast ausschließlich zu Rindfleisch, deren Übertragbarkeit auf aktuell heimische Gegebenheiten fraglich ist. Zu Schweinefleisch war hingegen nichts systematisch Bearbeitetes zu finden. Daher ist es Ziel anstehender Untersuchungen, mittels Methoden der analytischen Statistik in Versuchsaufbau und Auswertung auf Basis mehrfaktoriell randomisierter Designs Erkenntnisse zu Gar- und Kühlungsverlusten sowie Festigkeitsänderungen bei Schweinefleisch in Abhängigkeit von Erhitzungstemperatur (= Gartemperatur), Produktkerntemperatur und Erhitzungsweise (= Garverfahren) zu erlangen, möglicherweise auch über Gesetzmäßigkeiten hierzu, die dann prädiktive Angaben im Hinblick auf eine Prozessoptimierung erlauben und dies möglichst in energetisch-nachhaltiger und/oder qualitätssteigernder Hinsicht.

Drei im gewerblichen Umfeld allgemein übliche Garverfahren für Fleisch wurden für die Untersuchungen herangezogen: die Garung von stückigem Fleischmaterial im offenen Wasserbad (Kochkessel), Erhitzung unter Dampf in Kochschränken sowie als aufwendigstes Verfahren das Garen in Kochbeuteln im Kochschrank, was Koch- und Aromaverluste möglichst reduzieren soll. Bei 80 °C beginnend ist die Anwendung von Gartemperaturen bis zu 100 °C in der Praxis zu beobachten, was zu untersuchten Gartemperaturen von 80, 90 und 100 °C führte. Um vergleichbare thermische Belastungen zu erzielen, wurde das Erreichen definierter Kerntemperaturen am thermisch ungünstigsten („kältesten“) Punkt, ähnlich der Konservenerhitzung, herangezogen. In Anlehnung an die Literatur waren dies 65, 80 und 95 °C. Da eine Vielzahl von Gewebsmischungen unterschiedlichster Zusammensetzung als Gargut zur Herstellung traditioneller Kochwurstprodukte dient, wurde als Untersuchungsmaterial, um praxisnahe Ergebnisse zu erhalten, Schweineschulter verwendet, die nach dem allgemein im Handel üblichen GEHA-Sortiersystem der Typisierung „S II“ entspricht. Für die durchzuführenden Untersuchungen wurde ein dreifaktorielles Response Surface Design unter dreifacher Ausprägung der einzelnen Faktoren mittels der gleichnamigen Programmroutine des Erweiterungsmoduls „Experimental Design“ der Statistik Software NCSS 2006 (NCSS Dr. Jerry Hintze, Kaysville, Utah

USA) nach BOX u. BEHNKEN erstellt. Um möglichst praxisrelevante Aussagen treffen und ggf. auch mathematische Modelle daraus ableiten zu können, wurden unter Zuhilfenahme einer multivariaten Variablenselektion nach MCHENRY (1978) zunächst die Erklärungsgüten der einzelnen Variablen bzw. deren Kombinationen bestimmt, um daraus prädiktiv-mathematische Modelle zu entwickeln („Response Surface Regression“).

Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass die durch das jeweilige Garverfahren bedingten Unterschiede in der Scherkraft resp. Festigkeit/Zartheit etwas stärker auf den dabei erzielten Kerntemperaturen als auf der Höhe der angewandten Gartemperatur beruht.

Kochbeutel waren zur Erzielung einer möglichst guten Zartheit etwas effektiver als die Garung in Dampf Atmosphäre, und beide Verfahren führten zu niedrigeren Scherkraftwerten als die konventionelle Erhitzung im Wasserbad. Raum- bzw. Gartemperaturen über 90 °C und Kerntemperaturen über 80–85 °C erbrachten die größte Zartheit bei den zur Untersuchung herangezogenen Schweinefleischproben.

Mit steigenden Gartemperaturen erwiesen sich die Garverluste im offenen Wasserbad als am höchsten, während sich die Erhitzungen in Dampf und im Kochbeutel weitgehend entsprachen. Bei niedrigeren Temperaturen glichen sich die Garverfahren diesbezüglich weitgehend an, wobei die Erhitzung im Dampf denjenigen im Wasserbad bzw. Kochbeutel etwas überlegen war. In Abhängigkeit von der Produktkerntemperatur erwies sich das Wasserbad ebenfalls am ungünstigsten, während sich Kochbeutel und Dampferhitzung nahezu entsprachen.

Kühlverluste waren deutlich gartemperaturabhängig, was sich aber mit steigender Kerntemperatur nivellierte und sich sogar umkehrte. Im offenen Wasserbad führten mittlere Gartemperaturen zu den geringsten Gewichtsverlusten während der Kühllagerung. Unter Betrachtung der Kerntemperaturen bzw. Erhitzungsbelastung der Proben mit den verschiedenen Garverfahren erwies sich die Erhitzung im offenen Wasserbad als günstigstes Verfahren und die im Kochbeutel als mit den größten Verlusten behaftet. Dies erklärt sich wohl aus den vorherigen Garverlusten, die bei den dort günstiger abschneidenden Kombinationen mehr „Wasserreserven“ im Produkt für die Abgabe unter Kühllagerung zurücklassen.

## **Einfluss von UV-Filtern auf die Farbstabilität und das Oxidationsverhalten von MAP-Frischfleisch**

THIEMANN, K., LAUTENSCHLÄGER, R.

MAP-Verpackungen (Modified Atmosphere Packaging) mit hohem Sauerstoffanteil bieten für Frischfleisch den Vorteil, dass die hiermit verpackten Produkte eine leuchtend rote Farbe zeigen. Allerdings weisen sie auch gravierende Schwachstellen auf, da durch den Sauerstoff konzentrationsabhängig sowohl sensorisch als auch gesundheitlich bedenkliche Oxidationsprodukte entstehen können. Es stellt sich die Frage, inwiefern sich die Probleme, die vom Sauerstoff ausgehen, minimieren lassen, ohne dabei auf die erwünschte Oxymyoglobinbildung zu verzichten.

Obwohl es sich bei Frischfleisch um ein oxidationsempfindliches Produkt handelt, wird der Sauerstoffgehalt in MAP-Verpackungen oft auf 70 bis 80 % eingestellt. Bei hohen Sauerstoff-Konzentrationen verschiebt sich das Gleichgewicht zwischen Oxymyoglobin (oxygeniert) und Desoxymyoglobin (nativer Zustand) in Richtung des von den Verbrauchern bevorzugten, leuchtend roten Oxymyoglobins. Weiterhin wird durch die hohe Sauerstoffkonzentration die Bildung des braunen Metmyoglobins (oxidiert) an der Oberfläche verlangsamt. Vielfältige wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass Sauerstoff zu Fettoxidation (Ranzigkeit), Farb- und Texturveränderungen sowie zur vermehrten Bildung von Cholesterol-Oxidationsprodukten (COP) im Fleisch führt. Letztere gelten als gesundheitlich bedenklich.

Unter Lichteinfluss reagiert Sauerstoff mit dem Fleisch besonders stark. Insbesondere die UV-Strahlung, welche von Leuchtstofflampen emittiert wird, kann die Farbstabilität von Frischfleisch in Sauerstoff-MAP verschlechtern und die Oxidation der Lipide verstärken. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, den oxidativen Zustand sowie die substanzuelle Fleischqualität von unter Sauerstoff-MAP verpacktem Frischfleisch zu verbessern. Bisher wurden nur die negativen Auswirkungen des Sauerstoffs auf die Fleischqualität einschließlich deren Verstärkung durch Licht untersucht. Viel wichtiger aber ist, wie weit die Sauerstoffexposition durch in der Praxis umsetzbare Maßnahmen reduziert werden kann.

Durch Verwendung von UV-Filterfolien sowie Lampen mit einem optimierten Emissionsspektrum wurden die Lipidoxidation sowie die Oxidation von Oxymyoglobin zu Metmyoglobin verlangsamt, wodurch der Sauerstoffbedarf gesenkt werden könnte. Eine verringerte Sauerstoffkonzentration in der MAP-Verpackung senkt gleichzeitig das Risiko,

dass ein ranziger Geschmack auftritt sowie Cholesterol-Oxidationsprodukte entstehen. Zur Herstellung der UV-Filterfolien wurde eine Barrierefolie aus Polyethylen sowie 5 µm Ethylen-Vinylalkohol mit dem Benzotriazol Tinuvin 326 beschichtet. Die Lackierung der Folien erfolgte im Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV). Die getesteten Leuchtmittel unterschieden sich im abgestrahlten UV-Anteil, in der Zusammensetzung des sichtbaren (weißen) Lichts und in einem nicht zu unterschätzenden Anteil im infraroten Licht (Wärmestrahlung). Bei Leuchtstofflampen konnte ein Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Abstrahlspektrum aufgezeigt werden: Bei kühleren Temperaturen (Kühltheckenbedingungen) lag die Wärmeabstrahlung höher als beispielsweise bei Raumtemperatur. Die Bestrahlungsstärke lag bei gleicher Beleuchtungsstärke bei LED-Lampen, welche weder UV- noch Infrarotstrahlung emittieren, deutlich niedriger als bei Leuchtstofflampen. Deshalb sind LED-Lampen als optimale Lösung zur Beleuchtung von Frischfleisch anzusehen.

## Herstellungsverfahren für zusammengefügte Rohpökelprodukte

SADEGHI-MEHR, A., LAUTENSCHLÄGER, R.

Im Einzelhandel sind Rohpökelprodukte erhältlich, die – ähnlich den Formfleisch-Kochschinken – aus mehr oder minder kleinen Muskelfleischstücken zusammengefügt sind, wobei diese Muskelfleischstücke einzeln nicht als Rohschinken verkehrsfähig wären. Somit besteht derzeit sowohl für den Verbraucher als auch für die Lebensmittelüberwachung erhebliche Unsicherheit im Hinblick auf Verbraucher- und Produktsicherheit, Verbrauchertäuschung sowie die lebensmittelrechtliche Beurteilung dieser Erzeugnisse. Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei zusammengeführten Rohpökelprodukten um eine vollkommen neue Produktkategorie handelt, mangelt es sowohl in der nationalen als auch internationalen Literatur an Sachinformation hinsichtlich der Technologie ihrer Herstellung und der zum Einsatz gelangenden Bindungssysteme bzw. -systeme. In diesem Beitrag wird auf mögliche Herstellungsverfahren für zusammengefügte Rohpökelprodukte unter Einsatz von potenziell verwendbaren Bindungssystemen (z. B. Transglutaminase) und die bestehende große Wissenslücke in diesem Bereich eingegangen. Dabei werden aktuelle Ergebnisse aus Untersuchungen zu physikochemischen, sensorischen sowie mikrobiologischen Eigenschaften im Herstellungsverlauf dieser neuartigen Produkte diskutiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anfertigung von qualitativ hochwertigen Lachsschinken-*Alia* aus kleineren Muskelfleischstücken durchaus möglich ist. Eine Reifephase von drei Wochen ist ausreichend, um den Zusammenhalt der einzelnen Fleischstücke gewährleisten zu können. Die Güte des Zusammenhalts kann nach einer weiteren Woche Reifung verbessert werden. Auch die visuelle Erkennbarkeit der einzelnen Fleischstücke nimmt mit der Dauer der Reifungsphase ab. Es ist bekannt, dass eine längere Tumbeldauer zu einem größeren Anteil an mobilisiertem fibrillärem Muskeleiweiß führt. Es kann stärker quellen, und das Wasserbindungsvermögen wird folglich größer. Somit kann eine längere Tumbeldauer die prozentuale Trocknung bei gleicher Reifungsdauer verringern. Dies kann eine positive Auswirkung auf die Bindungsgüte zwischen den einzelnen Fleischstücken haben. Dieses Phänomen basiert darauf, dass bei einer verzögerten Trocknung die an den Bindungsgrenzflächen vorhandene Proteinmatrix, die als Bindungssubstanz dient, das freie Wasser langsamer abgibt und somit mehr Zeit zur Entstehung neuer Proteinbindungen (z. B. Wasserstoffbrücken, Salzbindungen zwischen positiv und negativ geladenen Gruppen des Proteins, Disulfidbindungen) bleibt, wodurch die Bindungsgüte verbessert wird. Des Weiteren kann bei Verwendung von keimarmem Rohstoff mit typischer Frischfleischflora und bei Einhaltung hygienischer Prozessstandards die mikrobiologische Stabilität derartiger Produkte gewährleistet werden.

## **Innovation bei der kontinuierlichen Fleischwarenproduktion auf Basis einer erweiterten Füllwolf-Technologie**

IRMSCHER, S., HERRMANN, K., GIBIS, M., KOHLUS, R. und J. WEISS,  
Universität Hohenheim

Kontinuierliche Herstellungsverfahren auf Basis der Füllwolf-Technologie verbreiten sich zunehmend am Markt, jedoch werden diese hauptsächlich zur Rohwurstproduktion eingesetzt. Füllwölfe sind Füllmaschinen, die mit einem nachgeschalteten Wolfelement zur Zerkleinerung von Fleisch/Fett ausgerüstet sind. Sie zeichnen sich im Gegensatz zum traditionellen, batchweise arbeitenden Kutter, mit dem ebenfalls gemischt und zerkleinert werden kann, durch eine kontinuierliche Verfahrensführung und hohe Wirkungsgrade aus.

Bei der Rohwurstproduktion mit dem Füllwolf können aufgrund von deutlich geringeren Verweilzeiten in der Zerkleinerungs- und Dispergierzone höhere Rohmaterialtemperaturen eingestellt werden, ohne die Produktqualität negativ zu beeinflussen. Infolgedessen und durch den Einsatz geeigneter Schneidsätze konnte der Energiebedarf des Wolfelements bei der Herstellung von Salami um bis zu 25 % reduziert werden. Darüber hinaus kann sich das geringere Drehmoment der Messerwelle positiv auf die Lebensdauer der Bauteile des Füllers und der Schneidsätze auswirken. Somit lassen sich mit der Füllwolf-Technologie durch einfache Variation der Rohmaterialtemperaturen die Herstellungskosten von Rohwürsten deutlich reduzieren.

Mit dem konventionellen Füllwolf-System ist es möglich, durch Variation der Betriebsparameter – Volumenstrom und Messerdrehzahl des Wolfelements – innerhalb einer gewissen Bandbreite den Dispergierungsgrad bei Brühwürsten stufenlos einzustellen. Dabei konnten bei geringem Volumenstrom (3 L/min) und hohen Messerdrehzahlen (236 U/min) bereits relativ feindispergierte Produktstrukturen erzeugt werden. Jedoch musste der volumenspezifische Energieeintrag deutlich erhöht werden, um Produktstrukturen wie beispielsweise bei feinzerkleinerter Fleischwurst erzeugen zu können. Der volumenspezifische Energieeintrag wurde durch die Erweiterung der Füllwolf-Technologie um einen nachgeschalteten Feindispergierer realisiert. Zwei Zahnkranz-Rotor-Stator-Elemente bilden die Zerkleinerungs- bzw. Dispergierzone des Feindispergierers. Aufgrund dieser Innovation stieg der volumenspezifische Energieeintrag um mehr als das Zehnfache im Vergleich zum konventionellen Füllwolf-System. Somit erhöhte sich die Bandbreite an Dispergierungsgraden um sehr fein dispergierte Brühwürste.

Die Integration einer Düse zwischen Füllwolf und Feindispergierer ermöglicht das kontinuierliche Zudosieren flüssiger Formulierungsbestandteile in den Herstellungsprozess. Neben Nitritpökelsalzlösungen können auch Umrötungshilfsmittel bzw. Kutterhilfsmittel über die Düse eingebracht werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Arbeitsschritte vor der Beschickung des Füllwolfs auf das Mischen von Fleisch und Fett zu beschränken. Durch den Austausch der Eisschüttung durch eine wässrige Lösung konnte das relative Drehmoment des Füllwolfs und des Feindispergierers um bis zu 17 % bzw. 23 % gesenkt werden, und der Leistungsverbrauch des erweiterten Füllwolfs reduzierte sich um 22 %. Die so hergestellten Produkte wiesen im Vergleich zu Produkten, die mit einer Eisschüttung hergestellt wurden, ähnliche physikochemische Eigenschaften auf. Wasserbindungsvermögen, Dispergierungsgrad, Farbe und Festigkeit der Produkte wurden von dem Austausch der Eisschüttung durch eine Einspritzlösung nicht beeinflusst.

Prinzipiell kann mit der erweiterten Füllwolf-Technologie auch die dritte Wurstkategorie, nämlich die der Kochwürste und insbesondere der streichfähigen Leberwürste, hergestellt werden. Dabei ergeben sich grundsätzlich zwei Prozessführungsoptionen. (i) Die als Emulgator wirkende Leber wird dem hitzebehandelten Fleisch und Fett vor dem Zerkleinerungsprozess in einem Mischer zugesetzt und die Masse anschließend dispergiert. (ii) Die Leber wird direkt in den Zerkleinerungsprozess als pastöse Masse über einen zweiten Füllwolf kontinuierlich zugegeben, was eine völlig neue Herstellungsweise bedeutet. Je nachdem, ob nur Wolf, nur Feindispergierer oder die Kombination Wolf-Feindispergierer betrieben wird, können damit Kochwürste mit unterschiedlichen Dispergierungsgraden hergestellt und direkt in Hüllen gefüllt werden.

Bereits bestehende Füllwölfe können mit dem modularen Feindispergierer bzw. der Einspritzdüse nachgerüstet werden. Diese Innovationen bei der Prozessführung mit der erweiterten Füllwolf-Technologie besitzen das Potenzial, zukünftig konventionelle Herstellungsverfahren im Kutter oder Brätautomaten zu verdrängen.

## Massenspektrometrischer Nachweis von Weizenprotein in Fleischerzeugnissen

HIRSCHFELD<sup>1</sup>, S., SPEER<sup>1</sup>, K., SCHWÄGELE, F., JIRA, W.

Weizen ist eine der 14 Allergie auslösenden Lebensmittelzutaten, die in der Europäischen Union nach Richtlinie 2007/68/EG der Kennzeichnungspflicht unterliegen. Die Weizenallergie tritt häufig bei Bäckern auf, die durch ständigen Kontakt mit dem feinen Mehlstaub und dessen Inhalation eine Allergie entwickeln können. Das „Bäcker-Asthma“ zählt zu den bedeutendsten Erkrankungen, die zur Berufsunfähigkeit führen. Darüber hinaus kann die Aufnahme von „Kleberproteinen“ des Weizens, dem sogenannten Gluten, zu einer Immunreaktion des Körpers führen, woraus eine lebenslange und bisher nicht therapierbare Glutenunverträglichkeit, die Zöliakie, hervorgeht. Zöliakie-Patienten sind daher auf glutenfreie Produkte angewiesen. Laut Verordnung (EG) Nr. 41/2009 darf ein Lebensmittel als „glutenfrei“ bezeichnet werden, wenn der Glutengehalt höchstens 20 mg/kg beträgt.

Der Eintrag von Weizen in Fleischerzeugnisse kann auf zwei verschiedenen Wegen geschehen: zum einen bewusst aus technologischen bzw. ökonomischen Gründen (Fremdeiweiß), da Weizenmehl einerseits ein hohes Wasserbindungsvermögen besitzt und andererseits eine kostengünstige Proteinquelle darstellt, oder zum anderen unbewusst als Kontamination aus Gewürzmischungen oder anderen Zusatz- und Prozesshilfsstoffen. Potenziell betroffen können alle zubereiteten, marinierten, gewürzten oder panierten Fleischstücke sowie Fleischerzeugnisse sein.

Bislang werden zum Nachweis von Gluten in der Regel immunologische Nachweisverfahren eingesetzt, die jedoch sehr teuer und zudem für eine simultane Bestimmung verschiedener Allergene bzw. Fremdeiweiße nicht geeignet sind. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit sollte eine schnelle Methode zum Nachweis von Weizenproteinen in Fleischerzeugnissen mittels einer Kopplung von Hochleistungsflüssigkeitschromatographie und Tandem-Massenspektrometrie (HPLC-MS/MS) entwickelt werden, die Potenzial zu einer Weiterentwicklung zur simultanen Bestimmung verschiedener Allergene bzw. Fremdeiweiße besitzt.

Zur Ermittlung charakteristischer Weizen-Markerpeptide wurde zunächst reines Weizenmehl entfettet, das extrahierte Protein mit Trypsin verdaut und das resultierende Peptidgemisch mittels hochauflösender HPLC-MS/MS vermessen. Die erhaltenen Messdaten in Form von Peaklisten wurden an die Online-Version der MASCOT-Datenbank

---

<sup>1</sup> Techn. Universität Dresden, Fachbereich Spezielle Lebensmittelchemie und Lebensmittelproduktion

([www.matrixscience.com](http://www.matrixscience.com)) geschickt. Dabei wurde eine fehlende Trypsinspaltstelle akzeptiert, eine Peptidmassentoleranz von 0,05 Dalton gewählt und als Aminosäuremodifikation „Carbamidomethyl“ festgelegt. Hierbei wurden charakteristische, aus Gliadinen (in Ethanol löslicher Teil des Glutens) resultierende Weizen-Markerpeptide und ihre spezifischen Fragment-Ionen ermittelt.

Für die Entwicklung einer HPLC-MS/MS-Methode zum Nachweis von Weizenprotein in Fleischerzeugnissen wurde aufgrund der sehr hohen Homogenität die Modellmatrix Brühwurst gewählt. Es wurden zunächst Brühwurstkonserven mit 0, 1, 6, 32, 160, 800 und 4000 mg/kg Gluten hergestellt, die jeweils als Kessel-, Voll- und Tropenkonserven erhitzt wurden, um auch Auswirkungen der thermischen Prozessierung auf die Nachweisbarkeit von Weizenprotein untersuchen zu können. Die homogenisierten Brühwürste wurden mittels beschleunigter Lösemittlextraktion (PLE) mit Aceton entfettet und entwässert und anschließend fein gemahlen. Als effektivstes Extraktionsmittel hat sich ein Gemisch aus Ethanol und Tris-HCl-Puffer bei einer Extraktionszeit von 3 Stunden bewährt. Nach Entfernung des Ethanolanteils wurde mit Dithiothreitol (DTT) und Iodacetamid (IA) umgesetzt und mit Trypsin für mehrere Stunden bei 37 °C verdaut.

Erste Ergebnisse belegen, dass Gluten mit dieser Methode anhand charakteristischer Markerpeptide in Brühwurstkonserven mit 160 mg/kg Gluten nachweisbar ist. Für das sensitivste Markerpeptid wurden Signal-Rausch-Verhältnisse von etwa 150:1 reproduzierbar erreicht. Durch weitere Optimierung des Analysenverfahrens soll die Nachweisgrenze der Methode deutlich unter 20 mg/kg gesenkt werden.

## **Kundenvertrauen und Produktsicherheit steigern mittels NMR-spektroskopischer Qualitäts- und Authentizitätsanalytik**

SCHWARZINGER, S.

FZ BIOmac Universität Bayreuth und ALNuMed GmbH, Bayreuth

Verfälschungen der Authentizität von Lebensmitteln haben in den vergangenen Jahren zu zahlreichen Skandalen geführt (z. B. Pferdefleischskandal, Bioeierskandal, etc.), die mit hohen wirtschaftlichen Schäden und massiven Verlusten an Konsumvertrauen einhergingen. Da Authentizitätsverfälschungen oft nicht mit gesundheitlichen Schäden verbunden sind, wurden in der Vergangenheit wenige geeignete analytische Methoden für diesen Zweck entwickelt.

Die magnetische Kernresonanz (NMR) ist eine etablierte Analyseverfahren, die seit Jahrzehnten in der chemischen Analytik zur spektroskopischen Stoffanalyse sowie in der medizinischen Diagnostik zur Bildgebung eingesetzt wird. NMR-Spektroskopie ist in der Lage, in einer komplexen Stoffmischung – wie eben Lebensmitteln – hochreproduzierbar viele Parameter gleichzeitig in nur einer kurzen Messung zu erfassen. Da keine Trennung der Stoffe aus dem Gemisch erfolgt, ist die Methode besonders schnell. Eine weitere Stärke der NMR ist, dass die Konzentrationen der in derselben Messung untersuchten Stoffe um mehr als fünf Größenordnungen verschieden sein können. Insgesamt bildet die NMR-Spektroskopie in einer Messung das Profil aller Stoffwechselprodukte (Metabolite) der Probe ab. Das erhaltene Spektrum entspricht quasi einem molekularen Fingerabdruck des Produktes.

NMR-Spektroskopie erlaubt daher – zusätzlich zur gleichzeitigen und schnellen Erfassung vieler Qualitätsparameter – mittels statistischer Analysen auch Aussagen über beispielsweise Herkunft und Verarbeitung eines Produktes. Für die Qualitätsanalyse von Fruchtsäften und Weinen wird diese Technik seit wenigen Jahren routinemäßig eingesetzt.

Aber auch die Analytik von Fleisch und Fisch ist mittels NMR-Spektroskopie möglich. So lassen sich etwa Sorte und sogar die Art der Zubereitung von Fleischproben feststellen. Prüfungen auf Verderbnis sind ebenfalls möglich, wie am Beispiel von Fisch gezeigt wird. Mit der NMR-Spektroskopie kann auch die Zusammensetzung von Hackfleisch überprüft werden, ebenso wie der Zusatz von pflanzlichen Inhaltsstoffen.

Mit der magnetischen Kernresonanzspektroskopie steht somit erstmals eine analytische Methode zur Verfügung mit der sich Qualität und Authentizität gleichzeitig in bisher nicht möglichem Umfang prüfen lassen. Damit lässt sich die Konsumentensicherheit weiter steigern und verloren gegangenes Kundenvertrauen zurückgewinnen.

## Messung und Vorhersage der Festigkeit von Fleisch mittels Raman-Spektroskopie

SCHMIDT<sup>1</sup>, H., SCHEIER<sup>1</sup>, R., BAUER<sup>1</sup>, Alexandra., EBERLE<sup>2</sup>, T., PETZET<sup>3</sup>, A.,  
BAUER<sup>3</sup>, Aneka, FOWLER<sup>4</sup>, S., HOPKINS<sup>5</sup>, D.L.

Neben Geschmack und Saftigkeit ist die Zartheit von Fleisch für den Verbraucher ein wesentliches Qualitätskriterium. Für die Fleischerzeugung sind daher auch das Management und die Erfassung der Zartheit von Interesse. Dieser Parameter selbst ist jedoch nicht direkt messbar, weshalb als physikalische Messgröße in der Regel, stellvertretend für die Festigkeit, die Scherkraft bestimmt wird. Diese Messung zerstört jedoch die Proben und ist sehr zeit- und arbeitsaufwändig. Entsprechend wurde mit verschiedenen physikalischen Methoden wie z. B. der NIR- oder Raman-Spektroskopie versucht, die Scherkraft zerstörungsfrei messbar zu machen. Bei letzterer werden mit einem Laserstrahl in der Probe Molekülschwingungen angeregt und das von der Probe zurückgestreute Licht analysiert. Das Raman-Spektrum gibt dabei wie ein „Fingerabdruck“ Auskunft über Zusammensetzung und Struktur der Probe. Auf diese Weise können verschiedene Eigenschaften von Fleisch nicht-invasiv gemessen werden.

Im Vortrag wird anhand der Tierarten Rind, Schaf und Schwein gezeigt, ob und inwieweit die Scherkraft aus der nichtinvasiven Raman-Messung am rohen Fleisch vorhersagbar ist. Ziel ist dabei zu prüfen, ob die Raman-Spektroskopie als Ersatz für die aufwändigen Scherkraftmessungen dienen kann und ob so Zähigkeit frühzeitig im Produktionsprozess detektiert oder vorhergesagt werden kann. Hierzu wurden Messungen mit einem mobilen Raman-System, das im Labor und im Schlacht- oder Zerlegebetrieb eingesetzt wurde, jeweils am rohen Fleisch durchgeführt und mit Warner-Bratzler-Scherkraftmessungen korreliert, die als Referenz konventionell an den gekochten Proben gemessen wurden.

Beim Rind wurde Rinderhüfte vierzehn Tage bei zwei Temperaturen gereift und dann untersucht. Dabei korrelierten die Raman-Spektren klar mit der Scherkraft des gereiften Fleisches. Beim Schaf wurde zunächst fünf Tage gereifte Lende untersucht, die wegen des Transportes eingefroren und wieder aufgetaut wurde. Auch hier korrelierten die Raman-Spektren mit der Scherkraft. Wird der Versuch jedoch entsprechend mit nichtgefrorener Lende oder Oberschale durchgeführt, so geht die Korrelation größtenteils

---

<sup>1</sup> Universität Bayreuth, Forschungsstelle für Nahrungsmittelqualität am Standort Kulmbach

<sup>2</sup> Staatliche Fachschule für Fleischereitechnik, Kulmbach

<sup>3</sup> Max Rubner-Institut, Kulmbach

<sup>4</sup> School of Animal and Veterinary Science, Charles Sturt University, Wagga Wagga, Australia

<sup>5</sup> Centre for Sheep and Red Meat Development, NSW DPI, Cowra, Australia

verloren, wobei sich beide Muskeln unterschiedlich verhielten. An beiden Muskeln wurde auch untersucht, ob bereits aus den Raman-Spektren am Tag nach der Schlachtung die Scherkraft des fünf Tage gereiften Fleisches vorhersagbar ist. Dies ist bislang jedoch noch nicht gelungen. Beim Schwein wurden Untersuchungen an der Oberschale durchgeführt, um zu prüfen, ob Raman-Spektren, die bereits kurz nach der Schlachtung bzw. am Tag danach gemessen wurden, mit den Scherkraftdaten des drei Tage gereiften Fleisches korrelieren. Hier zeigte sich eine gute Korrelation der frühpostmortalen Raman-Spektren, während kein Zusammenhang mit der Raman-Messung 24 Stunden *post mortem* hergestellt werden konnte.

Zusammenfassend ergibt sich erwartungsgemäß kein einheitliches Bild, da die Zähigkeit von Fleisch ganz unterschiedliche Ursachen hat und daher die Korrelationen auf unterschiedlichen Wirkprinzipien beruhen dürften. Hierbei zeichnet sich ab, dass die Raman-Spektroskopie Potenzial hat, die durch Reifung erreichte Zartheit/Zähigkeit beim Rind (oder Schaf) zu messen, während eine Vorhersage des Reifungsverlaufes 24 Stunden *post mortem* weder beim Schaf noch beim Schwein erfolgreich war. Interessanterweise erlaubten im Gegensatz dazu die frühpostmortalen Raman-Spektren beim Schwein eine Vorhersage der Scherkraft beim gereiften Fleisch. Grund hierfür ist der Einfluss des frühpostmortalen Stoffwechsels auf die Reifung.

Die Untersuchungen zeigen, dass eine einfache Substitution der Scherkraft- durch Raman-Messungen nicht allgemein möglich ist, sondern dass Tierart, Muskel und Zeitpunkt der Messung einen entscheidenden Einfluss haben. Ebenso zeichnet sich ab, dass der Reifungsfortschritt bei Rind detektierbar ist. Brauchbare Vorhersagen wurden dagegen bisher nur bei der Oberschale vom Schwein gefunden. Dies ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Insbesondere sind die bisher im Sinne einer Machbarkeit gefundenen Korrelationen noch mit einer größeren Zahl von Proben zu validieren.

## Raman-Messungen im Schlachthof 30 min p. m. zur Vorhersage von Qualitätsparametern bei Schweinefleisch - Ergebnisse eines Feldversuches

SCHEIER<sup>1</sup>, R., SCHEEDER<sup>2</sup>, M., SCHMIDT<sup>1</sup>, H.

Bisher sind für die Qualitätssortierung während der heutigen, weitgehend automatisierten Schlacht- und Zerlegeprozesse kaum objektive Messmethoden verfügbar. Insbesondere für die Sortierung am Schlachtband existieren praktisch keine Techniken, die Qualitätsinformationen schnell, zerstörungsfrei und möglichst berührungslos bereit stellen können. Für diese Aufgabe eignen sich besonders optische Verfahren wie die VIS-NIR-Spektroskopie, die bereits ein etabliertes Verfahren z. B. zur Feuchtigkeits-, Fett- oder Proteinbestimmung ist. Daneben wird in der Lebensmittelforschung vermehrt mit einem weiteren Verfahren, der Raman-Spektroskopie, gearbeitet. Mit dieser Technik ist es möglich, biologische Proben mit hohem Wassergehalt wie Fleisch problemlos zu messen. Dabei liefert das Raman-Spektrum als Schwingungsspektrum einen Fingerabdruck der Probe auf Molekülebene, der Auskunft über Zusammensetzung und Struktur der Materie gibt. Für Schweinefleisch haben Messungen im Labor und im Kühlhaus eines Schlachthofs gezeigt, dass die Raman-Spektren einen detaillierten Einblick in den Stoffwechsellzustand der Muskelzellen nach der Schlachtung ermöglichen und Informationen über wichtige Metabolite des Energiestoffwechsels wie Laktat, Kreatinphosphat und ATP liefern. Damit sind weitreichende Aussagen über die zukünftige Qualitätsentwicklung der Fleischprobe möglich, die es gestatten, Qualitätsparameter schon im Schlachthof zu bestimmen, die momentan erst durch zeit- und arbeitsintensive Referenzanalytik Tage nach der Schlachtung gemessen werden können. Grund für die gute Vorhersagbarkeit ist, dass der Energiestoffwechsel des Schlachttieres entscheidenden Einfluss auf die spätere Entwicklung der Fleischqualität hat. Maßgeblich dafür sind Ausmaß und Geschwindigkeit der Milchsäurebildung: Beim normalen Tier bilden sich innerhalb der ersten 5-8 h *post mortem* fast 100 mmol/kg Milchsäure, und das Schweinefleisch erreicht dadurch einen End-pH-Wert von etwa 5,4-5,6. Zu Abweichungen kommt es, wenn z. B. infolge von Stress der Stoffwechsel beschleunigt abläuft. Dies führt zu einem rasanten pH-Abfall nach der Schlachtung und zu Fleisch mit geringem Wasserbindungsvermögen (PSE). Umgekehrt entsteht die DFD-Abweichung, wenn sich infolge der Erschöpfung der Glykogenreserven nach der Schlachtung nicht genügend Milchsäure bilden kann. Damit hat der frühpostmortale Stoffwechsel auch Auswirkungen auf die Qualitätsparameter pH<sub>24</sub>, Farbe, Tropfsaftverlust und Scherkraft. Entsprechend konnte schon gezeigt werden, dass aus den frühpostmortalen Raman-Spektren, die im Kühlraum eines Schlacht-

---

<sup>1</sup> Universität Bayreuth, Forschungsstelle für Nahrungsmittelqualität am Standort Kulmbach

<sup>2</sup> Hochschule für Agrar-, Forst- u. Lebensmittelwissenschaften, Berner Fachhochschule, Zollikofen, Schweiz

hofs gemessen wurden, die Parameter  $\text{pH}_{45}$ ,  $\text{pH}_{24}$ , die Farbwerte  $L^*$  und  $b^*$ , Tropfsaftverlust und Scherkraft vorhersagbar sind.

In diesem Beitrag wird erstmalig die Anwendbarkeit der Raman-Spektroskopie entlang der Schlachtlinie gezeigt. Hierzu wurden in einem kommerziellen Schlachthof Messungen im Bereich der Fleischuntersuchung am Veterinärband mit dem *M. semimembranosus* von 151 Schweinen 30-60 Minuten *post mortem* durchgeführt. Parallel wurden  $\text{pH}_{35}$ ,  $\text{pH}_{24}$ ,  $L^*$ -Wert nach 24 h, Tropfsaftverlust nach 3 Tagen und Scherkraft nach 7 Tagen mit klassischer Referenzanalytik bestimmt. Anschließend wurden Raman-Spektren und Qualitätsparameter mit *partial least squares* Regression korreliert. Sehr gute Vorhersagen sind für  $\text{pH}_{35}$ ,  $\text{pH}_{24}$  und Tropfsaftverlust erzielt worden. Die Vorhersagemodelle nutzen hierzu hauptsächlich Raman-Signale, die den Metaboliten des frühpostmortalen Energiestoffwechsels zugeordnet werden können. Für den  $L^*$ -Wert und die Scherkraft wurden dagegen nur niedrige Korrelationskoeffizienten erzielt, weil diese Daten eine zu geringe Varianz bei gleichzeitig hohem Messfehler aufwiesen und die Raman-Messungen sehr früh nach der Schlachtung durchgeführt wurden.

Damit wurde gezeigt, dass durch eine frühpostmortale Raman-Messung 30 bis 60 Minuten nach der Schlachtung pH und Tropfsaftverlust sehr genau messbar bzw. vorhersagbar sind und diese Technik parallel zum Schlachtband wichtige Informationen über die Fleischqualität nicht-invasiv und mit hoher Genauigkeit liefern kann.

## **Untersuchungen zur Fleischmikrobiota: Anwendungen des MALDI-Biotyper bei Reifung und Verderb**

LICK, S., KRÖCKEL, L.

Lebensmittel sind in der Regel nicht steril; mehr oder weniger erwünschte Mikroorganismen sind allgegenwärtig. In Fleisch und Fleischerzeugnissen findet sich eine Vielfalt von Mikroorganismen aus der Primärproduktion und Verarbeitung, die sich während der Reifung und Lagerung unterschiedlich entwickeln und die dadurch die mikrobiologische Sicherheit und Qualität der Produkte beeinflussen. Klassische Keimzahlbestimmungen liefern grobe Hinweise auf die Zusammensetzung der Mikrobiota und sind wichtige Hilfsmittel zur Beurteilung der Prozesshygiene. Erst die genaue Identifizierung der beteiligten Mikroorganismen jedoch gestattet fundierte Aussagen zur Entwicklung gezielt eingesetzter Mikroorganismen bei Fermentations- und Reifeprozessen (Starter- und Schutzkulturen, Probiotika) bzw. zu fleischeigenen Mikroorganismen als möglicher Ursache von Risiko- und Fehlprodukten oder vorzeitigem Verderb. Ein präziser Gesamteindruck von der Zusammensetzung einer produktspezifischen Mikrobiota kann nur auf diese Weise gewonnen werden. Erst eine genaue Identifizierung der beteiligten Mikroorganismen gibt Auskunft darüber, ob ein „Fleischsystem“ unbedenklich ist und sich erwünschte Keime durchgesetzt haben oder ob es potentiell gesundheitsschädliche Keime enthält.

Neben den molekularen Identifizierungsmethoden wie Amplifizierung und Sequenzierung hat sich seit dem Jahr 2000 die Massenspektrometrie, hauptsächlich MALDI-TOF-MS, als schnelle Methode zur Identifizierung von Mikroorganismen auf der Genus-, Spezies- oder sogar Subspeziesebene durchgesetzt. Im Gegensatz zu den molekularen Nachweismethoden handelt es sich dabei aber um eine kulturabhängige Methode. Für eine Analyse wird frisches Zellmaterial von Einzelkolonien bzw. Reinkulturen benötigt. Eine Identifizierung von Mikroorganismen kann innerhalb weniger Minuten direkt von der Agarplatte durchgeführt werden. Es werden Protein- und Peptidprofile ganzer Zellen („top down“-Proteomics) dargestellt und mit Mustern verglichen, die in der bereitgestellten Datenbank vorhanden sind.

Die Geräte sind inzwischen leicht in den Laboralltag integrierbar, einfach zu handhaben und bieten viele Vorteile im Vergleich zu klassischen Identifizierungsmethoden. Da mehrere hundert Proben pro Tag gescreent werden können, zählt die Massenspektrometrie zu den Hochdurchsatzmethoden. Auch für die Identifizierung von Mikroorganismen aus biologischen Flüssigkeiten und die Erkennung von Antibiotikaresistenzen stehen inzwischen MALDI-TOF-MS-Protokolle zur Verfügung.

Wir stellen hier an Hand ausgewählter Beispiele die Leistungsfähigkeit des MALDI-Biotyper (Bruker Daltonics) für praxisrelevante Anwendungen in der Fleischmikrobiologie vor. So konnten Mikroorganismen als Ursache für Fehlprodukte schnell und erfolgreich identifiziert werden. Am Beispiel von *Lactobacillus sakei* wird demonstriert, wie ein schnelles Screening von Bacteriocin bildenden Schutzkulturen aussehen kann. Die Konkurrenzfähigkeit potenzieller Starter- und Schutzkulturen in Rohwürsten konnte ebenso sicher wie schnell bestimmt werden. In einem Lagerungsversuch wurden Rind- und Schweinefleisch unter aeroben Bedingungen bei verschiedenen Temperaturen gelagert und die Zusammensetzung der indigenen Mikrobiota untersucht. Bezüglich Fleisch assoziierter Pseudomonaden führten die Untersuchungen mittels MALDI-Biotyper auffallend oft zu relativ unsicheren Identifizierungen, die keine eindeutige Spezieszuordnung zuließen.

Insgesamt sind Fleisch assoziierte Mikroorganismen zum jetzigen Zeitpunkt noch relativ unvollständig in der Vergleichsdatenbank des MALDI-Biotyper abgebildet. Eine zuverlässige Identifizierung kann daher oft nicht erzielt werden. Allerdings können durch Vergleiche der Spektren identische Profile leicht erkannt und durch ergänzende DNA-gestützte Methoden taxonomische Zuordnungen vorgenommen werden. Die Spektren identifizierter Isolate können nachträglich ergänzend in die Datenbank eingepflegt werden. Die am Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch vorhandenen mikrobiologisch-genetischen Ressourcen könnten einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Vergleichsdatenbank liefern.

## Die Produktschutz-Checkliste: eine einfache Hilfe zu einem schwierigen Thema

BUSCHULTE, A., BfR Berlin

Die absichtliche Kontamination von Lebensmitteln, z. B. aufgrund terroristischer Absichten, wird als ein zwar wenig wahrscheinliches, aber dennoch mögliches Ereignis bewertet. Gerade Unternehmen, die in die USA exportieren, sehen sich daher seit geraumer Zeit mit dieser Problematik konfrontiert, da die USA die Einleitung entsprechender Sicherungsmaßnahmen zur Prävention einer solchen, willentlich herbeigeführten Kontamination fordert. Der amerikanische Begriff „food defense“ umfasst in diesem Zusammenhang den Schutz des Lebensmittel vor absichtlicher Verfälschung mit biologischen, chemischen, physikalischen oder radiologischen Substanzen.

Im deutschen Sprachgebrauch wird der international nicht definierte Begriff „food defense“ mit „Produktschutz“ umschrieben. Das Ziel des „Produktschutzes“ besteht nach Maßgabe der internationalen Handelsstandards darin, mögliche Ursachen einer absichtlichen Kontamination von Lebensmitteln zu erkennen, zu minimieren und zu überwachen. Um dieses Ziel zu erreichen, fordern die Lebensmittelstandards die Umsetzung verschiedener Anforderungen. Diese umfassen u. a. die Durchführung einer Gefahrenanalyse, die Bewertung der Risiken zum „Produktschutz“ und die Identifizierung sicherheitskritischer Bereiche. Insbesondere letztgenannte Anforderung ist für die meisten Unternehmen mit Fragen und Unsicherheiten verbunden, da es bisher hierzu kein festgelegtes Verfahren gibt.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesinstitut für Risikobewertung im Rahmen seiner Forschungstätigkeiten eine Checkliste entwickelt, die die Unternehmen bei der Umsetzung der genannten Anforderungen unterstützen und damit zur Prävention einer absichtlichen Kontamination der Lebensmittelkette beitragen soll. Es handelt sich dabei um einen Fragenkatalog, der mit einem Einleitungstext, Erläuterungen zur Checkliste anhand von Beispielen bzw. vertiefenden Fragen, einer beispielhaft ausgefüllten Checkliste mit Anmerkungen zur Auswertung und einem Glossar in einer Excel-Datei abgebildet ist. Die Fragen sind in verschiedenen Überkategorien zusammengefasst und fragen gezielt Maßnahmen des „Produktschutzes“ ab, so dass die Bereiche identifiziert und dargestellt werden, für die das Unternehmen bereits Vorkehrungen zur Sicherstellung des Produktschutzes getroffen hat. Nach der Beantwortung der Fragen liegt zudem eine Auflistung darüber vor, in welchen Bereichen Handlungsbedarf besteht, weil erforderliche Maßnahmen fehlen. Dadurch wird vor allem kleinen und mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit geboten, in einer systematischen und eigenständigen Analyse mögliche Schwachstellen im Hinblick auf absichtliche Kontaminationen in ihren betrieblichen Prozessketten zu identifizieren.

## Verhalten von EHEC-Ausbruchsisolaten in Rohwurst: *E. coli* O157:H7 vs. *E. coli* O104:H4

BÖHNLEIN, C., KABISCH, J., PICHNER, R.

Im Sommer 2011 wurde in Deutschland der bislang größte Ausbruch mit enterohämorrhagischem *Escherichia coli* (EHEC) verzeichnet. EHEC sind lebensmittel-assoziierte Infektionserreger und stellen eine Untergruppe der Shigatoxin-produzierenden *E. coli* (STEC) dar, die beim Menschen schwere bis tödlich verlaufende Erkrankungen, wie Durchfall, hämorrhagische Colitis (HC) und das hämolytisch-urämische Syndrom (HUS) hervorrufen können. Bislang sind die *E. coli* Stämme der Serogruppen O157, O26, O103, O111 und O145 die am häufigsten isolierten EHEC bei Menschen mit HC und HUS. Als Erreger des Ausbruchs im Jahr 2011 wurde ein sehr seltener *E. coli* Serotyp O104:H4 mit einem ausgeprägten pathogenen Potenzial identifiziert. Gemessen an der Zahl der gemeldeten HUS-Fälle (> 800) handelte es sich dabei um den größten Ausbruch weltweit. Sequenzanalysen zeigten, dass der Ausbruchsstamm sowohl DNA-Abschnitte mit einer über 90 %igen Übereinstimmung von enteroaggregativen *E. coli* (EAEC) als auch das stx2-Gen von EHEC besitzt.

Um Aussagen zur Tenazität dieses neuartigen Hybrid-Stamms im Vergleich zu dem bereits bekannten Serotyp O157 treffen zu können, wurde in Challengeversuchen das Verhalten von drei Ausbruchs-assoziierten EHEC-Isolaten (*E. coli* O104:H4, *E. coli* O157:HNM, *E. coli* O157:H7 ATCC 43895) bei der Fermentation, Reifung und Lagerung von schnittfester Rohwurst (Salami) untersucht. Dabei wurde unter definierten Bedingungen das Brät der Modell-Salami zum einen mit log 3 KbE/g des jeweiligen EHEC-Stamms und zum anderen mit einem Keimpool der drei EHEC-Stämme artifiziell kontaminiert und die Rekultivierbarkeit auf Sorbit-MacConkey-Agar (SMAC) über einen Zeitraum von 60 Tagen überprüft. Die Zuordnung der jeweiligen EHEC-Stämme im Keimpool erfolgte über individuelle biochemische Eigenschaften hinsichtlich der Sorbit-Fermentation und der Produktion von Extended Spectrum  $\beta$ -Lactamasen (ESBL).

Während der Fermentation innerhalb der ersten drei Tage wurde eine Reduktion der EHEC-Keimzahlen um ca. 1 log KbE/g (für *E. coli* O157) bzw. 0,7 log KbE/g (für *E. coli* O104:H4) nachgewiesen. In der Reifungsphase bis zum Tag 14 reduzierten sich die Keimzahlen um weitere 0,6 log KbE/g (für *E. coli* O157) bzw. 0,7 log KbE/g (für *E. coli* O104:H4). Während der Lagerung war ein EHEC-Nachweis nach Anreicherung bis zum Ende der Mindesthaltbarkeitsdauer (Tag 60) möglich. Dabei waren *E. coli* O157:HNM und *E. coli* O104:H4 in 10 von 12 bzw. 6 von 18 Anreicherungen nachweisbar, während *E. coli* O157:H7 nicht mehr detektiert wurde. Die Studien zeigten, dass das Absterbeverhalten von *E. coli* O104:H4 in Rohwurst mit dem von *E. coli* O157 vergleichbar ist. Hinge-

gen zeigten sich stammspezifische Unterschiede beim qualitativen Nachweis durch Anreicherung, was vermutlich auch auf die Methodik zurückzuführen ist.

Bei der Inokulation des EHEC-Keimpools wurden die Keimzahlen innerhalb der dreitägigen Fermentation um ca. 0,7 log KbE/g reduziert. Eine weitere Reduktion durch den Abtrocknungsprozess um 0,4 log KbE/g wurde nach 14 Tagen festgestellt. Dies entspricht ungefähr dem Verlauf der Keimzahlen von *E. coli* O104:H4 im Einzelinokulationsexperiment. Bei der Bestimmung der EHEC-Stammverteilung im Keimpool zeigte sich eine signifikante Dominanz von *E. coli* O104:H4. Während die prozentuale Verteilung für *E. coli* O157:H7/O104:H4/O157:HNM im Inokulat 22/38/40 Prozent betrug, waren nach 7 Tagen in der Rohwurst 74 % der rekultivierbaren EHEC-Stämme Serotyp O104:H4, 24 % O157:HNM und 2 % O157:H7. Am Ende des MHD am Tag 60 war lediglich *E. coli* O104:H4 qualitativ nach Anreicherung nachweisbar.

Diese Ergebnisse lassen auf stammspezifische Eigenschaften der untersuchten Ausbruchstämme hinsichtlich der Tenazität, der qualitativen Nachweisbarkeit und des Verhaltens im Keimpool schließen.

## **Herkunftskennzeichnung bei Fleisch und Fleischwaren**

GUNDEL, J., Lehrstuhl für öffentliches Recht 5, Universität Bayreuth

### I. Der bisherige Rechtsstand

Nach bisher geltendem EU-Recht erfolgen Herkunftsangaben bei Lebensmitteln grundsätzlich freiwillig; soweit Angaben gemacht werden, müssen diese allerdings zutreffend sein. Eine Ausnahme galt bisher nur für Rindfleisch: Hier schreibt das EU-Recht seit der BSE-Krise die Herkunftskennzeichnung vor, was mit der Wiederherstellung des Verbrauchervertrauens begründet wurde; weitergehende verbindliche Kennzeichnungsregelungen der Mitgliedstaaten hat die EU-Kommission auf der Grundlage der bisherigen Kennzeichnungsrichtlinie (RL 2000/13/EG) jedoch regelmäßig nicht genehmigt.

### II. Das Regelungsprogramm der LMIV (VO Nr. 1169/2011)

Mit der Neufassung des Lebensmittelkennzeichnungsrechts durch die LebensmittelinformationsVO (LMIV), die zum 1.12.2014 in Kraft tritt, wird die Kennzeichnungspflicht gem. Art. 26 Abs. 2 LMIV auf das Schweine-, Schaf-, Ziegen- und Geflügelfleisch erstreckt; die hierfür nach Art. 26 Abs. 8 LMIV erforderliche Durchführungsverordnung der Kommission wurde zwischenzeitlich erlassen (VO Nr. 1337/2013 v. 13.12.2013, ABl. EU 2013 L 335/19). Die Regelungen gelten zunächst nur für nicht verarbeitetes Fleisch; zugleich wird die Kommission aber durch Art. 26 Abs. 6 LMIV zur Prüfung der Möglichkeit verpflichtet, die Kennzeichnungspflicht auf als Zutat verwendetes Fleisch zu erstrecken.

### III. Problemfelder

#### 1. Praktische Fragen

Soweit die Auszeichnung erfolgt, muss sie (wie schon bisher) zutreffend sein. Die DurchführungsVO der Kommission zeigt, dass dies schon bei nicht weiterverarbeitetem Fleisch schwierig (Maßgeblichkeit von Geburts-, Aufzucht- oder Schlachtland?) bis praktisch unmöglich ist (daher eine Ausnahmeregelung für Hackfleisch in Art. 7 DVO). Die von der Kommission vorgelegte Studie zur Erstreckung auf verarbeitete Produkte (KOM [2013] 755 endg. v. 17.12.2013) macht deutlich, dass sich die Probleme bei verarbeiteten Produkten (etwa Fleisch als Zutat in Fertigpizza oder Tiefkühllasagne) potenzieren und erhebliche Verwaltungskosten auslösen; die Kommission weist auf einem möglichen Mittelweg der Kennzeichnung als EU-/Nicht-EU-Ware hin, auch dies würde nach ihrer Einschätzung aber die internationalen Handelsströme beeinflussen.

#### 2. Grundsätzliche Probleme

Grundsätzlich liegt die verpflichtende Herkunftskennzeichnung im rechtspolitischen Trend, den Verbraucher umfassend mit (zutreffenden) Informationen zu versehen. Dieses Verbraucherinteresse kann aber auch zu protektionistischen Zwecken instrumentalisiert werden, was den Grundsätzen des EU-Binnenmarktes widerspricht (Warenverkehrsfreiheit, Art. 34 AEUV).

## Mechanically separated meat - problems and solutions

HENCKEL, P., Department of Food Science, University of Aarhus, Denmark

There are several reasons for performing mechanical separation of meat of which economic reasons are the most obvious. Nevertheless, one can also argue, that it avoids the waste of valuable proteins, which is not only more environmental friendly but also more ethical in an ever growing population worldwide and results in a more sustainable animal production chain.

Present legislation with respect to mechanically separated meat is actually relatively simple and straight forward. Primary cuts from poultry like breast filet, thigh, and wings are all by definition called meat -in spite of the fact that they are actually removed mechanically. If any residual muscle tissue is removed as well, this muscle tissue can according to present legislation not be regarded as meat, but as *mechanically separated meat (MSM)*.

MSM is thus a product obtained by either removing meat from flesh bearing bones after boning, or from poultry carcasses by using mechanical means which result in a loss or modification of the muscle fibre structure. This definition is a generic one, which is supposed to cover a broad variety of production methods, with the aim to differentiate MSM from minced and cut meat. Currently, two general types of MSM with different properties are distinguished, low pressure MSM which is frequently called *Bader meat* or *3-mm meat*, and high pressure meat which includes all others.

Unfortunately, no recognized or accepted method to measure the modification of muscle fibre structure or the level of degradation of muscle fibre structure can be found. Neither have levels of acceptance been established nor guidelines for recognizing bones been published. This in turn has resulted in a broad variety of interpretation of the law in different European countries. Some of them simply ban the use of mechanically separated meat for human consumption or put strong restriction on its use. Other countries with a more pragmatic attitude to the problem have used the possibility to grade the product on level of degradation of the muscle tissue as mentioned in the text as examined by eye or by histological methods. These differences in the interpretation of the text have recently been demonstrated in an audit within the EU countries on production and use of mechanically separated meat. Consequently, a report for each country on the subject had been written, and EFSA summarized the problems and proposed some guidelines for solutions to the problems. The overall conclusion is that something has to be done, and methods have to be developed, which will be the next step.

At present all classification of this type of products is based on the method of production, whereas the use of conventional quality traits has never been discussed. Hand deboned meat, as an example, has clearly shown in our preliminary investigations that several quality traits from such a product would be categorized as poorer in comparison to products from some softer separation methods.

This is the background to the MACSYS project. MACSYS is a new EU project (FP 7) for the benefit of specific groups, in this case SME's. The MACSYS project is a collaborative work between the three institutions mentioned below and five companies from other European countries. The Max Rubner-Institut in Germany, Leatherhead in England and the University of Aarhus in Denmark have developed methods, by which a grading of mechanical separated meat can be performed based on the level of degradation of muscle tissue. Both the German and the English methods are based on classical histological staining procedures on which a subjective evaluation of quality traits is performed. The Danish method is based on immunohistochemistry, and identifies the amount of myosin in the muscle tissue and the cell outline of muscle fibres by anti-laminin antibodies. The amount of muscle tissue and the level of degradation of muscle tissue is determined automatically by an image analysis system and thus fully objective. In the MACSYS project, we will compare these methods on standard samples from different body parts, different machines and different settings of the machine. We will at the same time perform biochemical analyses of the samples of a variety of quality traits. These are to be used for the development of online sensors with the capacity to measure additional quality traits to the level of degradation of tissue making the sensors much more versatile. Attempts will be made to develop an automated image analysis system for all methods to overcome the subjective element of these analyses.

In my presentation, further results on preliminary work we have done over recent years will be included as well as more details on the MACSYS project.

# **Praxis der Freiwilligen Nährwertkennzeichnung nach der Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV): Ermittlung der Daten, Bezugszeitpunkt der Angaben, Gestaltungsfragen der Nährwertkennzeichnung**

GORNY, D., Anwaltsbüro Gorny, Frankfurt am Main

## 1. Vorbemerkung

Nach der noch anwendbaren Lebensmittelkennzeichnungsverordnung ist die freiwillige Nährwertkennzeichnung kein Problem, man kann, wenn man will. Formvorschriften gibt es dazu eigentlich nicht. Anders nun die Lebensmittelinformationsverordnung, die ab dem 13. Dezember 2014 in der Hauptsache gilt. Dies gilt auch für die Nährwertdeklaration. Nährwertdeklaration ist Lebensmittelinformation gemäß Art. 2 Abs. 2 a) LMIV und Bestandteil der verpflichtenden Angaben nach Art. 9 Abs. 1) I LMIV. Werden diese Informationen freiwillig bereitgestellt, so müssen sie den Anforderungen des Kapitels IV Abschnitte 2 und 3 entsprechen. In Kapitel IV Abschnitt 3 ist die Nährwertdeklaration geregelt. Das bedeutet, dass die freiwillige Nährwertdeklaration nach den Vorschriften über die verpflichtende Nährwertdeklaration zu gestalten ist. Dies gilt für vorverpackte, aber auch für nicht vorverpackte Lebensmittel, für die an sich nach Art. 44 Abs. 1 a) nur die Allergenkennzeichnung vorgeschrieben ist.

## 2. Ermittlung der Daten

Nach Art. 30 Abs. 1 hat die Nährwertdeklaration Angaben über Brennwert, die Mengen an Fett, gesättigten Fettsäuren, Kohlenhydraten, Zucker, Eiweiß und Salz zu enthalten. Das sind die neuen "Big 7" der Nährwertdeklaration. Die bekannten "Big 4" und "Big 8" sind nicht mehr aktuell. Die "Big 7" können ergänzt werden durch Angaben über ungesättigte Fettsäuren, mehrwertige Alkohole, Stärke, Ballaststoffe, sowie Vitamine und Mineralstoffe. Für nicht vorverpackte Lebensmittel kann die Nährwertdeklaration entweder nur auf den Brennwert oder auf den Brennwert zusammen mit den Mengen an Fett, gesättigten Fettsäuren, Zucker und Salz beschränkt werden (Art. 30 Abs. 5).

Für die Berechnung des Brennwertes enthält Anhang XIV die verbindlichen Umrechnungsfaktoren. Der ermittelte Brennwert ist sowohl in Kilojoule (kJ) als auch in Kilokalorien (kcal) auszudrücken.

Die Werte für die Nährstoffe sind in Gramm je 100 g oder 100 ml anzugeben. Sie können auch zusätzlich als Prozentsatz der festgelegten täglichen Referenzmengen ausgedrückt werden. In diesem Fall ist in jedem Fall der Zusatz erforderlich: "Referenzmenge für einen durchschnittlichen Erwachsenen (8400 kJ/2000 kcal)".

Die angegebenen Zahlen sind Durchschnittswerte und können je nach Wahl auf der Lebensmittelanalyse des Herstellers, einer Berechnung auf der Grundlage der bekannten oder tatsächlichen durchschnittlichen Werte der Zutaten oder auf einer Berechnung auf der Grundlage von allgemein nachgewiesenen und akzeptierten Daten beruhen. Nach

Anhang I Nr. 13 bedeutet "Durchschnittswert" den Wert, der die in einem bestimmten Lebensmittel enthaltenen Stoffmengen am besten repräsentiert und jahreszeitlich bedingte Unterschiede, Verbrauchsmuster oder sonstige Faktoren berücksichtigt, die eine Veränderung des tatsächlichen Wertes bewirken können. Die Berücksichtigung dieser Faktoren bedeutet, dass der angegebene Wert sich von den tatsächlichen, möglicherweise bei der Lebensmittelkontrolle festgestellten Werten unterscheiden kann. In jedem Fall sollten sich die Unternehmen zur Vermeidung einer Irreführung der Verbraucher darum bemühen, dass die Nährwertangaben so genau wie möglich sind. Die angegebenen Werte sollten den Durchschnittswerten für viele Portionen der Lebensmittel entsprechen und sich nicht an der Ober- oder Untergrenze eines Toleranzbereiches etablieren (Leitfaden der Kommission für zuständige Behörden – Kontrolle der Einhaltung der EU – Rechtsvorschriften, Dezember 2012). Von der Kommission sind auch Leitlinien für Rundungen erarbeitet worden. Wegen dieser Unsicherheiten empfiehlt es sich, die Werte auf der Basis durchgeführter Analysen zu ermitteln.

### 3. Bezugszeitpunkt der Angaben

Nach Art. 31 Abs. 3 Satz 1 beziehen sich die Angaben auf das Lebensmittel zum Zeitpunkt des Verkaufs. Das bedeutet nichts anderes als dass die Angaben dann zutreffend sein müssen, wenn das Lebensmittel verkauft wird. Dies folgt aus dem englischen und französischen Text. Englisch heißt es "food as sold" und Französisch "...telle qu'elle est vendue". Bezugspunkt ist das Lebensmittel so, wie es verkauft wird.

### 4. Gestaltungsfragen Nährwertkennzeichnung

Grundsätzlich müssen die Angaben im selben Sichtfeld in einem übersichtlichen Format erscheinen. Sofern genügend Platz vorhanden ist, gilt nach Art. 34 Abs. 2 die Tabellenform, wobei die Zahlen untereinander stehen. Bei Platzmangel können sie auch hintereinander aufgeführt werden. Bei vorverpackten Lebensmitteln können der Brennwert allein oder der Brennwert zusammen mit der Menge an Fett, gesättigten Fettsäuren, Zucker und Salz im Hauptsichtfeld wiederholt werden (wiederholende Nährwertdeklaration). In diesem Fall ist eine Schriftgröße von mindestens 1,2 mm (x-Höhe) zu verwenden, um eine gute Lesbarkeit sicherzustellen. Bei Verpackungen mit einer größten Oberfläche von weniger als 80 cm<sup>2</sup> beträgt die Größe mindestens 0,9 mm.

Die Angaben können zusätzlich zu der Angabe je 100 g oder je 100 ml auch je Portion oder je Verzehreinheit ausgedrückt werden, sofern die Portion bzw. Verzehreinheit auf dem Etikett quantifiziert wird und die Anzahl der enthaltenen Portionen angegeben ist.

Freiwillig bereitgestellte Nährwertdeklaration darf nicht auf Kosten des Raumes für die sonst verpflichtenden Informationen über Lebensmittel gehen. Diese Informationen haben also den Vortritt und den Vorrang.

## **Wer soll da noch durchsehen - die LMIV als Beispiel für Regelungsvielfalt**

EBERLE, T. Staatliche Fachschule für Fleischtechnik, Kulmbach

Die Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 – kurz LMIV – löst nicht nur die auf die entsprechenden EU-Richtlinien beruhenden nationalen Vorschriften ab (u. a. Lebensmittelkennzeichnungsverordnung, Nährwertkennzeichnungsverordnung) – sie geht auch darüber hinaus. Es wurde versucht, den geänderten Anforderungen der Verbraucher hinsichtlich der Quantität (u. a. neue Medien) und Qualität (u. a. Herkunftsnachweis) von Informationen Rechnung zu tragen. Hierzu wurde ein umfangreicher Verordnungstext aus 59 Erwägungsgründen, 55 Artikeln und 15 Anhängen entwickelt, wobei letztere zukünftig ohne parlamentarische Kontrolle durch die Kommission geändert werden können!

Ein Aspekt des Ordnungsgebers bei der Erarbeitung dieser komplexen Rechtsverordnung war, dass die Umsetzung machbar und wirtschaftlich vertretbar ist. Im Geleitwort des „Kommentars der LMIV“ von Voit/Grube wird durch R. Sommer (Mitglied des europäischen Parlaments) explizit darauf verwiesen: „Schließlich besteht der Lebensmittelsektor in der EU zu 80 % aus kleinen und mittleren Unternehmen. Bürden wir diesem Mittelstand immer mehr Bürokratie und damit höhere Kosten auf, gefährden wir wichtige Arbeitsplätze. Gerade das Lebensmittelhandwerk gilt es zu schützen, ist es doch wesentlicher Garant der Lebensmittelvielfalt und regionaler Spezialitäten“

Für ein rechtskonformes Handeln ist die erste Voraussetzung für jeden Lebensmittelunternehmer, die umfangreichen Vorschriften der LMIV zu erfassen, um diese im Einklang mit dem Verordnungstext bei Einkauf, Produktion, Kennzeichnung bis hin zum Verkauf anzuwenden. Dies heißt, sich selber weiterzubilden oder die Verantwortung dafür abzugeben. Für den ersten Weg fehlt oft die Zeit (manchmal auch die Kompetenz), für den zweiten Weg ist der Arbeitsmarkt leergefegt und/oder viele Unternehmen der Fleischbranche sind als Arbeitgeber einfach nicht mehr attraktiv und/oder wollen oder können sich diese Fachleute nicht leisten.

Die deutsche Fleischbranche, hinsichtlich Umsatz und Beschäftigung bedeutendster Teil der Ernährungsbranche, ist sehr stark mittelständisch/handwerklich strukturiert und zeichnet sich durch eine Vielzahl von Produkten und Angebotsformen aus. Zusätzlich gibt es keine Branche, die bei der Erarbeitung des Verordnungstextes mit derart vielfältigen Sonderregelungen bedacht wurde. Beide Faktoren haben einen direkten Einfluss auf die Komplexität bei der Anpassung von Produktionsabläufen, um den neuen rechtlichen Rahmenbedingungen gerecht zu werden – angefangen von einem gewissen Allergenmanagement (auch für den Handwerksbetrieb), über mögliche Einflüsse auf die Kochschinkenherstellung bis hin zur Strukturierung der Warenströme für die Herkunftsortsregelungen im Sinne von Artikel 26, Absatz 2 b). Hierfür werden mittlere bis gehobene Führungskräfte mit einem sehr guten Verständnis hinsichtlich des Gesamtprozesses, kombiniert mit lebensmittelrechtlichem Verständnis und einer Affinität zu ERP –

Systemen benötigt. Mitarbeiter, die ein theoretisches Verständnis für die Anforderungen des Lebensmittelrechts mitbringen sind schon knapp, immer wenn dies mit dem Prozess und dem dazu hinterlegten Warenwirtschaftssystem kombiniert wird, werden diese zu einer richtigen Mangelware.

Erschwerend kommt dazu, dass vor Ort die Exekutive bei der Umsetzung/Durchsetzung wegen der vielen lebensmittelrechtlichen Vorschriften schon immer ein sehr uneinheitliches Bild abgibt. Die Bedeutung der Ernährungsbranche und der vorgelagerten Stufen für die politischen Entscheidungsträger vor Ort auf der einen Seite, die Prägung des überwachenden Beamten auf der anderen Seite sind Faktoren, die nicht zu unterschätzen sind. Dies kann ohne weiteres zum Wettbewerbsnachteil eines „überregionalen“ Anbieters aus dem Nachbarlandkreis führen. Die LMIV bietet viele neue Möglichkeiten, Angaben als Täuschung zu beanstanden. Um diese Beanstandungen abzuwehren, kann ein fachlich versierter Mitarbeiter ohne weiteres mehr Erfolg haben, als ein auf das Lebensmittelrecht einseitig fixierter Anwalt. Je komplexer das Lebensmittelrecht wird, desto geringer sind die Chancen für den klassischen Mittelstand wegen fehlender qualifizierter Mitarbeiter unberechtigten Beanstandungen (auch unter Berücksichtigung von Artikel 40 LFGB, Absatz 1a) entgegenzutreten.

Politisch gesehen, sollte die Erarbeitung der LMIV die Interessen der Verbraucher „vor Enttäuschung“ stärker schützen, bei gleichzeitiger Wahrung von regionaler Vielfalt und den damit verbundenen Arbeitsplätzen. Diese Gratwanderung ist nicht gelungen. Der Regelungsvielfalt der LMIV steht die Produktvielfalt des Mittelstandes entgegen, bei gleichzeitig unzureichenden Möglichkeiten für die Aneignung/Gewinnung von lebensmittelrechtlichem Fachwissen. Die Kosten für die Umsetzung entstehen pro Produkt – der Rentabilitätspreis zu Selbstkosten wird in der Branche durch die umgesetzte Menge maßgeblich beeinflusst.

Egal, welche Siegel oder Gesetzgebungen in den letzten Jahren im Interesse des Verbraucherschutzes gefordert oder erarbeitet wurden – sie manifestieren den Wettbewerbsvorteil von großen Handels- bzw. Produktionseinheiten zu Lasten von mittelständischen Anbietern. Durch die sich in der Rechtsprechung andeutenden „gefühlten Irrführungen“ ist mit weiteren Auswirkungen auf die Produktionsstruktur zu rechnen. Die Umsetzung der LMIV wird diese Tendenz verstärken – zu Lasten der regionalen Anbieter und des Mittelstandes – inklusive einer Abnahme der Vielfalt beim Angebot von Nahrungsmitteln. Damit werden wir leben müssen. Die Regelungsvielfalt der LMIV ist ein weiterer Meilenstein bei der Verabschiedung vom mündigen Verbraucher und die Hinwendung zur Verbraucherbildung, sprich Verbrauchererziehung durch den Gesetzgeber. Es gibt Beispiele für Unternehmen, die schon heute den Anforderungen der gesetzlichen und freiwilligen Information der Verbraucher in hohem Maße gerecht werden – hierbei handelt es sich meistens um weltweit agierende Lebensmittelkonzerne – willkommen in der neuen Rechtswirklichkeit!

## **Anschriften der Erstautoren**

Arnold, Sophie, MRI Kulmbach<sup>1\*</sup>, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
Böhnlein, Christina, Dr., MRI Kulmbach\*, Arbeitsgruppe Analytik  
Brüggemann, Dagmar, Dr., MRI\*, Leitung des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
Buschulte, Anja, Dr., Bundesinstitut für Risikobewertung, Fachgruppe Mikrobielle Toxine,  
Abteilung Biologische Sicherheit, Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin  
Dietrich Gorny, Anwaltsbüro Gorny, Kirchner Straße 6 – 7, 60311 Frankfurt am Main  
Eberle, Thomas, Staatliche Fachschule für Fleischereitechnik, E.-C.-Baumann-Str. 22, 95326  
Kulmbach  
Gundel, Jörg, Prof. Dr., Universität Bayreuth, Lehrstuhl für öffentliches Recht 5, Rechts- und  
Wissenschaftliche Fakultät, 95440 Bayreuth  
Henckel, Poul, Dr., Department of Food Sciences, Danish Institute of Agricultural Sciences,  
Research Centre Foulum, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark  
Hirschfeld, Sebastian, Technische Universität Dresden, Bergstr. 66, 01062 Dresden  
Holleben, Karen von, Dr., bsi Schwarzenbek, Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei  
Transport und Schlachtung, Postfach 1469, 21487 Schwarzenbek  
Irmscher, Stefan, Dipl.-LM-Ing., Universität Hohenheim, Food Structure and Functionally Labo-  
ratories, Institutsgebäude 025, Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart  
Kaufmann, Stephanie, Hochschule Neubrandenburg, PF 110121, 17041 Neubrandenburg  
Lautenschläger, Ralf, Dr., MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch,  
Internationales Kompetenzzentrum für Fleischqualität (IKF)  
Lick, Sonja, Dr., MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
Marahrens, Michael, Dr., Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierschutz und Tierhaltung,  
Dörnbergstraße 25/27, 29223 Celle  
Nitsch, Peter, Dr., MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
Parotat, Simon, bsi Schwarzenbek, Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport  
und Schlachtung, Postfach 1469, 21487 Schwarzenbek  
Sadeghi-Mehr, Arash, MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, IKF  
Scheier, Rico, Forschungsstelle für Nahrungsmittelqualität, Universität Bayreuth  
E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach  
Schmidt, Heinar, Dr., Dipl. Chemiker, Forschungsstelle für Nahrungsmittelqualität,  
Universität Bayreuth, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach  
Schwägele, Fredi, Dr., MRI Kulmbach\*, Leitung der Arbeitsgruppe Analytik  
Schwarz, Judith, Institut für Lebensmittelhygiene, Universität Leipzig  
Schwarzinger, Stephan, Prof. Dr., Lehrstuhl Biopolymere NW1/BGI, Forschungszentrum für Bio-  
Makromoleküle, Universität Bayreuth, Raum 1.2.03 (BGI), 95440 Bayreuth  
Sprenger, Anna, MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch  
Thiemann, Kai, MRI Kulmbach\*, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, IKF

---

<sup>1</sup> Max Rubner-Institut, Standort Kulmbach, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach