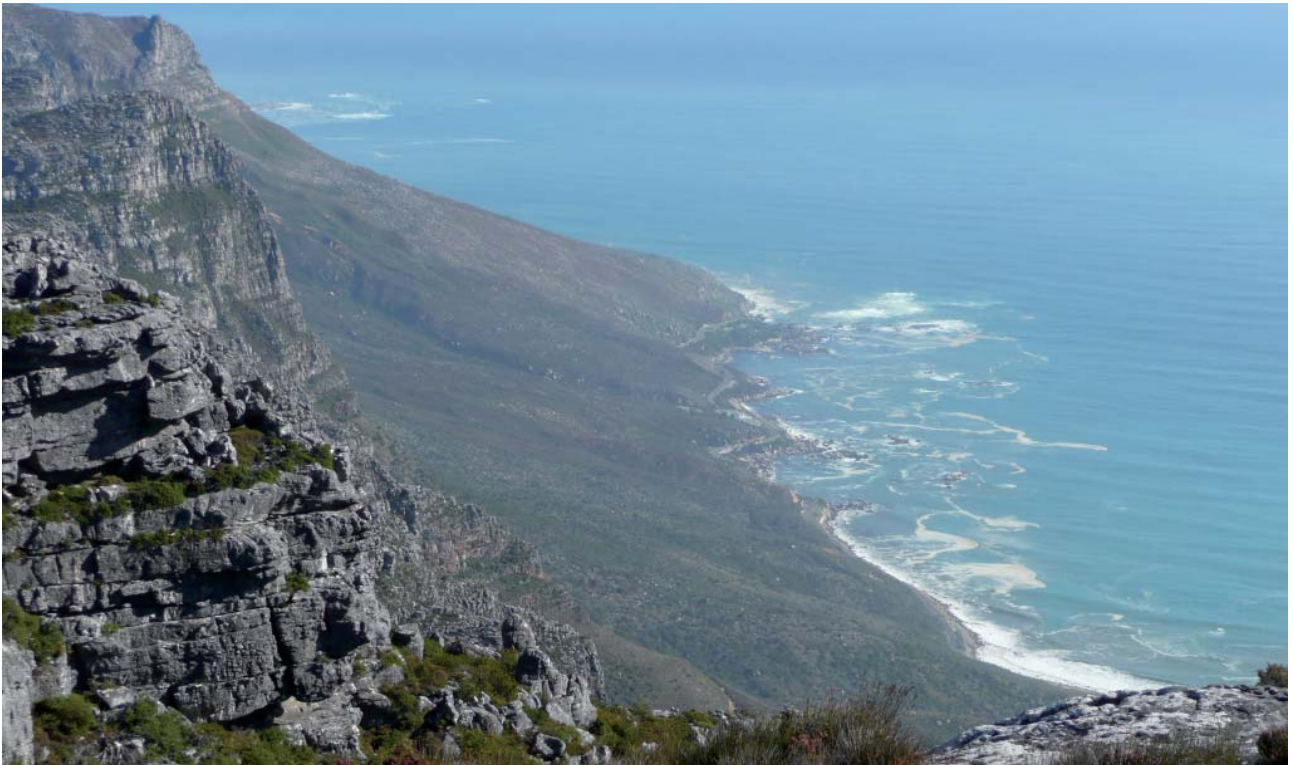


ALP science 2008, Nr. 527

54th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICoMST)

Technisch-wissenschaftliche Informationen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Tierwohl/Stress vor der Schlachtung	3
3. Rückverfolgbarkeit	5
4. Lebensmittelsicherheit/Konservierung	5
5. Genetik/Zucht	6
6. Muskelbiochemie – Fleischqualität	7
7. Verarbeitung/Technologie	10
8. Verpackung	11
9. Unkonventionelle tierische Produkte	13
10. Ernährung	13
11. Fleischforschung	15
12. Exkursion	15

ALP science

Titelbild

Blick vom Tafelberg südwärts

Erstveröffentlichung

Autor

Ruedi Hadorn

Herausgeber

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Schwarzenburgstrasse 161

CH-3003 Bern

Telefon +41 (0)31 323 84 18

Fax +41 (0)31 323 82 27

http: www.alp.admin.ch

e-mail: science@alp.admin.ch

Kontakt Rückfragen

Ruedi Hadorn

e-mail ruedi.hadorn@alp.admin.ch

Telefon +41 (0)31 323 89 48

Fax +41 (0)31 322 86 16

Gestaltung

Müge Yildirim (Layout)

Erscheinung

Mehrmals jährlich in unregelmässiger Folge

ISSN 1660-7856 (online)

ISBN 978-3-905667-65-3

54th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICoMST)

Keywords: ICoMST, meat, congress, animal welfare, food safety, nutrition, packaging, processing, genetics, muscle structure, muscle biochemistry, meat quality, meat research

1. Einleitung

Der 54. internationale Fleischforscher-Kongress (ICoMST) fand vom 10. bis 15. August in Kapstadt in Südafrika statt. Er wurde von rund 210 Personen aus 45 Ländern besucht, welche sich über 24 Vorträge und 261 Poster (wovon 41 als Kurzvorträge) über die aktuellsten Forschungsergebnisse zum Thema Fleisch und Fleischprodukte in konzentrierter Form informieren konnten.

Die Vielfalt der Themen war wie in den Vorjahren auch am ICoMST 2008 sehr gross, wobei aufgrund der hohen Bedeutung des Frischfleisches bzw. des Fleisches alternativer Spezies in Südafrika vergleichsweise wenige Arbeiten über Fleischprodukte vorgestellt wurden. Im Folgenden wird auf einzelne, aus Sicht des Berichterstattenden interessante Themen eingegangen.



Während des Kongresses

2. Tierwohl / Stress vor der Schlachtung

Ein britischer Referent (N.G. Gregory) thematisierte in seinem Übersichtsreferat die Bedeutung des **Umganges mit Tieren vor der Schlachtung**. Er hob dabei die Wichtigkeit der vorgängigen Angewöhnung der Tiere an das Handling im Schlachthof hervor. Dies zeigt sich z.B. auch daran, dass die Besatzrate mit E. coli O157 von 66 auf 35% sinkt, wenn Rinder anstelle von Berufschaffeuern vom Landwirt selber zum Schlachthof transportiert werden. Sie steigt hingegen an, wenn die Tiere während der Vermarktung zwecks Identifikation durch enge Treibgänge getrieben werden. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass bedingt durch Stress mehr Bakterien über den Kot ausgeschieden werden, was sich u.a. mit einer schnelleren Futterpassage durch den Verdauungstrakt erklären lässt. Der Stress rund um das Verladen ist ebenfalls nicht zu unterschätzen (z.B. laufen gewisse Schafressen nur kaum selber in Lastwagen hinein). Bei Broilern führt eine geringere Ladedichte (0.035 vs. 0.0575 m²/Broiler) pro Tier zu 7 g weniger Gewichtsverlust während des Transportes, was bei den hohen Schlachtzahlen auch von wirtschaftlicher Relevanz ist. Bei Schweinen ist ferner bekannt, dass Stress vor der Schlachtung bzw. die CO₂-Betäubung zu einer erhöhten Fettoxidation führen können und eine Betäubung mit 90% CO₂ weniger PSE-Fleisch zur Folge hat, als wenn mit 80% CO₂ betäubt wird. Bei der Elektrobetäubung stellt zudem die physische Aktivität, die sowohl bei Rindern wie Broilern auch nach der Induzierung des Herzstillstandes auftritt, einen kritischen Punkt dar. Zudem wurde auf verschiedene kritische Aspekte rund um die rituellen Schlachtungen (Halal, Schächten) sowie die Situation in weniger entwickelten Ländern eingegangen.

Derselbe Referent zeigte in einem Poster auf, dass nach einer rituellen, betäubungslosen Tötung von aufrecht stehenden Rindern ein **Aspirieren von Blut**, d.h. ein Ansammeln von Blut und Luft in den Bronchien bzw. der Trachea verbunden mit Schaumbildung, erfolgen kann. Da dies vielfach mit heftigen Hustenreflexen verbunden ist, muss dieses Phänomen aus Sicht des Tierwohls als nachteilig beurteilt werden. Die Vermischung des Bluts mit Luft ist durch eine neu entdeckte und in der Wirbelsäule verlaufende Nervenbahn zwischen dem Atmungstrakt und dem Hirn bedingt, über die v.a. nach der rituellen Tötung mittels Messerschnitt(en) zeitlich begrenzte, postmortale Atmungsreflexe ermöglicht werden.

Im nachfolgenden Vortrag aus Australien (D.M. Ferguson) wurde die Frage gestellt, inwieweit sich der **Stress vor der Schlachtung auch bei Rindern** auf die Fleischqualität auswirkt. Neben dem bekannten Auftreten von DFD-Fleisch und Gewichtsverlusten, bedingt durch andauernden Stress vor der Schlachtung (z.B. wenn die Nüchternung bei Rindern länger als 48 Stunden dauert), wurden weitere Faktoren beleuchtet. Während die Nüchternungsdauer (< 48 Stunden) und die Vermarktung in Boxen kaum Einfluss auf die sensorische Fleischqualität zu haben scheinen, ist das Handling unmittelbar vor der Schlachtung von grosser Bedeutung für die spätere Fleischqualität. Als Risikofaktoren wurden das Treibpersonal, elektrische Treibhilfen (vs. «Flipper») und eine hohe Aktivität der Tiere genannt. Das Verabreichen von Zusätzen wie Magnesium, Tryptophan (als Vorstufe von des «Ruhehormons» Serotonin) oder Elektrolyten vor der Schlachtung hat nur geringe Effekte zur Folge. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit bei Rindern und Lämmern auch das Temperament, z.B. über die Erfassung von Angst bei einer vordefinierten Belastung, als Zuchtkriterium in Betracht gezogen werden sollte. Dies auch deshalb, weil zwischen Genetik und Temperament vor kurzem ein, wenn auch geringer Zusammenhang nachgewiesen wurde.

In einem uruguayischen Poster (del Campo et al.) wurde festgestellt, dass bei Stieren eine Erhöhung der **Fütterungsintensität** höhere Gewichtszunahmen bei einer gleichbleibenden Fleischqualität, jedoch keine Auswirkungen auf das Tierwohl, zur Folge hat. Bei den ruhigen Tieren resultierte ein niedriger End-pH bzw. tiefere WB-Scherkräfte (→ bessere Zartheit), weshalb auch diese Forschergruppe den Einfluss des Temperaments hervorgehoben hat.

Ein Posterbeitrag aus Brasilien (Marchi et al.) widmete sich der **Halothan-Empfindlichkeit von Mastpoulets** im Zusammenhang mit dem Auftreten von PSE-Fleisch. Die betäubten Tiere wurden einer Mischung von 3% Halothan ausgesetzt. Beim Erstarren beider Beine wurden die Tiere als empfindlich, bei derjenigen mit einem Bein als intermediär bzw. bei keinem Bein als unempfindlich gegenüber Halothan eingestuft. Dabei zeigte sich jedoch kaum ein Einfluss auf den pH bzw. die Fleischfarbe, weshalb umweltbedingte Effekte als bedeutsamer eingestuft wurden.

Eine dänische Untersuchung (Young et al.) mit Schweinen ergab, dass sich Stress vor der Schlachtung (mit Laufband) nur dann negativ auf die **Textur von Schweinefleisch** auswirkt, wenn den Tieren keine Ruhezeit mehr vor der Schlachtung zur Verfügung stand. Eine ungenügende Ruhezeit führte insbesondere zu einem um 1–2% höheren Tropfsaftverlust, während die Scherkraft im Schweinefleisch stressbedingt und unabhängig von der nachfolgenden Ruhedauer anstieg. Sie war im Eckstück generell höher als im Nierstück.

Gemäss einer spanischen Untersuchung (Guàrdia et al.) wurde die Häufigkeit von **Hautschäden bei Schweinen** in fünf Schlachthöfen mittels bildgebender Verfahren in drei Stufen erfasst. Dabei erwiesen sich der Schlachthof, die Jahreszeit, die Bodenfläche des Transporters sowie die Ladedichte als wichtige Einflussfaktoren auf die späteren Hautschäden. Die Autoren gingen sogar soweit, aufgrund der Hautschäden eine Voraussage zum Auftreten der Fleischfehler PSE und DFD zu machen.

In einem Poster aus Finnland (M. Honkavaara) wurde aufgezeigt, dass sich unter finnischen Bedingungen **dreistöckige Transportfahrzeuge für Schweine** konstruieren lassen, die den Anforderungen an das Tierwohl gerecht werden.



Schweineschlachthof – Auslieferung und Klärbecken nebeneinander.

3. Rückverfolgbarkeit

Betreffend der **Rückverfolgbarkeit** bestehen gemäss der Aussage des betreffenden amerikanischen Referenten (G.C. Smith) grosse länderspezifische Unterschiede. In einzelnen Ländern beginnt die Rückverfolgbarkeit des Fleisches bei der Geburt und endet im Schlachthof, in anderen Ländern reicht sie bis in den Laden. In der EU (Rind, Schwein, Schaf) und in Japan (nur Rind) ist sie obligatorisch, in den anderen Ländern mit entsprechenden Systemen freiwillig (werden z.T. aber durch einzelne Unternehmen vorgegeben). Die tierindividuelle Rückverfolgbarkeit (Ohrmarken, Scannen der Netzhaut) lässt sich bis in den Schlachthof hinein besser nachvollziehen als bei der späteren Zerlegung, Verarbeitung und auf dem Weg in den Laden. Daher gelangen in dieser Phase v.a. chargenspezifische Rückverfolgbarkeitssysteme zur Anwendung. Für eine tierindividuelle Rückverfolgbarkeit ab Schlachthof werden aber auch Möglichkeiten wie die Verarbeitung pro Schlachtkörper, eine synchron verlaufende Zerlegung auf parallelen Bahnen (v.a. in kleineren Betrieben) sowie der Nachweis mittels DNA-Fingerprinting (erfordert Hinterlegung jeweils einer Probe pro Tier) diskutiert. Die Realisierung derartiger Rückverfolgbarkeitssysteme scheiterte bislang aber am nicht zu unterschätzenden Aufwand. Nebst der noch zu verbessernden Umsetzung dürfte sich die Ausgangslage unter Berücksichtigung der Herstellung von Fleischerzeugnissen (z.B. Wurstbrät) in Zukunft als noch wesentlich komplexer erweisen als sie es schon heute ist. In einzelnen asiatischen Ländern (z.B. Südkorea) ist es für die Konsumenten und Konsumentinnen anscheinend bereits heute möglich, über die Tiernummer weitere Informationen per Handy abzurufen.

Zum Thema der Rückverfolgbarkeit wurde auch ein schweizerisches Poster zur nun abgeschlossenen Doktorarbeit von B. Ballestrem-Franke zum direkten **Nachweis der geographischen Herkunft** von Geflügelfleisch und Trockenfleisch vorgestellt. Diese erfolgte bekanntlich in Zusammenarbeit zwischen der ETH Zürich, dem BAG, ALP und weiteren Institutionen. Es zeigte sich, dass sich einzelne Herkünfte mit aufwändigen analytischen Methoden (v.a. Sauerstoffisotope, Elemente) z.T. zwar voneinander unterscheiden lassen. Da dies aber nicht für alle Herkünfte zutrifft, wird die analytische Bestimmung, nebst der eigentlichen Rückverfolgbarkeit mittels Zolldokumenten bzw. Warenflüssen, in Zukunft höchstens als ergänzendes Instrument dienen können.

Eine deutsche Arbeit des MRI Kulmbach (Andrée et al.) befasste sich mit der **Tierarterkennung bei Geflügel und Wiederkäuern**. Es wurde eine PCR-Methode vorgestellt, die die Unterscheidung verschiedener Hausgeflügelarten wie auch diverser Wiederkäuer (Rind, Büffel, Bison) auf der Basis von Gensequenzen aus den Mitochondrien erlaubt. Zudem wurde eine Methode präsentiert, die den semiquantitativen Nachweis von Ziegenfleisch in Fleischprodukten beinhaltet.

4. Lebensmittelsicherheit / Konservierung

In einem schottischen Vortrag (W.J. Reilly) wurde die Problematik der **Erfassung von nahrungsbedingten Krankheiten** thematisiert. Einerseits stellt sich die Frage, ob die auftretenden Krankheiten einzig nahrungsbedingt sind. Dies auch deshalb, weil gemäss Schätzung des Referenten in der alltäglichen Praxis mehr als 50%, z.T. bis 90% der Krankheitsfälle nicht eindeutig auf eine Ursache bzw. ein Lebensmittel zurückgeführt werden können und oft nur ein geringer Teil der Ausbrüche überhaupt gemeldet wird. Andererseits bleibt offen, ob die Erfassung der Häufigkeit von Erbrechen / Durchfall als alleiniger Massstab wirklich aussagekräftig ist. Dies auch deshalb, weil die Häufigkeit von Ausbrüchen nichts über die Intensität der jeweiligen Krankheit aussagt. Dabei zu berücksichtigen gilt es auch, dass sowohl die Mikroorganismen und/oder deren Epidemiologie sich ständig ändern. In Bezug auf Fleisch ist zu beachten, dass dieses bereits mikrobiologisch belastet sein kann (z.B. Tuberkulose-Erreger) oder erst später kontaminiert wird (z.B. VTEC).

Ebenfalls aus den USA stammte ein Poster (Burnham et al.), welches sich mit der mikrobiologischen Belastung von zwei **luftgetrockneten, südafrikanischen Fleischerzeugnissen** auseinandersetzte: Biltong und Droëwors. Es konnte gezeigt werden, dass sich durch die Trocknung der beiden Produkte die mikrobielle Belastung (Salmonellen, *Escherichia coli* O157, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*) signifikant reduzieren lässt. Biltong ist ein aus Stotzenfleisch vom Rind, ausschliesslich mit Kochsalz und Gewürzen (meist Pfeffer) hergestelltes Fleischerzeugnis, das geschnitten und während 17 bis 26 Tagen bei rund 22°C und 50% relativer Luftfeuchtigkeit getrocknet wird (35–40% Gewichtsverlust). Als Droëwors werden Würste bezeichnet, die aus unterschiedlichen Fleischsorten (Rind, Lamm, südafrikanischem Wild) roh verkauft und in gekochter oder luftgetrockneter Form verzehrt werden.

Der Zusatz eines Stammes von *Lactococcus lactis* zu Fleischkugeln, wie sie z.B. in Nudelsuppen eingesetzt werden, führte in einer thailändischen Untersuchung (Intarapichet und Gosaarak) zu einer Verlängerung der Haltbarkeit um 3 Tage. Die Wirkung wurde auf ein **Bacteriocin** zurückgeführt, welches gegen *Bacillus*-Stämme wirkt. Aus thailändischen Reis-Fleisch-Würsten (Swetiwathana et al.) konnten überdies weitere Bacteriocin-bildende Stämme der Spezies *Lactobacillus plantarum* bzw. *Weissella cibarium* isoliert werden.

Im selben Zusammenhang wurde in einer französischen Untersuchung (Christieans et al.) gezeigt, dass das Einsprühen mit bzw. das Eintauchen von Schweinefleisch während 30 Sekunden in eine Lösung mit ausgewählten *Lactobacillus*-Stämmen (10^{6-8} KBE/cm²) zu einer Hemmung von *L. monocytogenes* und *S. aureus* und damit zu einer besseren **Haltbarkeit von Schweinefleisch** führt.

5. Genetik / Zucht

Ebenfalls aus Frankreich stammt eine Studie (Roux *et al.*), in welcher natürlich kontaminierte Schweineschlachtkörper am Ende der Schlachtlinie einer **Behandlung mit max 2% Milchsäure** unterzogen wurden. Dabei resultierte nur eine Reduktion der mikrobiellen Belastung um 0.8–1 log Einheiten; höhere Dosierungen führten hingegen zu nachteiligen Farbveränderungen im Fleisch.

Von denselben Autoren stammt ein weiterer Posterbeitrag, welcher sich mit dem Effekt einer **Hitzebehandlung** auf Schweineschlachtkörper und einzelne Fleischstücke befasste. Es zeigte sich, dass der Hitzeeffekt auf der Schwarte im Vergleich zu demjenigen auf der Fleischoberfläche grösser ist (0.8–2.4 vs. 0.2–1.5 log-Einheiten für aerobe Keime). Für Fleischstücke wird daher eine Hitzebehandlung ohne direkten Kontakt mit einer Flamme und für Schlachtkörper ein direktes Abflammen empfohlen.

Zwei Poster des MRI Kulmbach (Gensler, Schwind und Jira) befassten sich mit dem Auftreten von **Umweltkontaminanten** wie Dioxine / PCB's sowie von polybromierten Diphenylether (PBDE, in Flammschutzmitteln) in deutschem Fleisch. Es zeigte sich, dass die Gehalte an Dioxinen und PCB's in allen Fleischarten durchwegs unterhalb von 1/5 des Grenzwertes lagen. Bei den PBDE wurde in Schweine- und Rindfleisch ein mittlerer Gehalt von 0.36 µg/kg und in Geflügelfleisch von 0.25 µg/kg nachgewiesen.

In einer norwegischen Studie (Asefa *et al.*) wurde überprüft, welche **Hefen- und Schimmelarten in Rohpökelwaren** auftreten. In den 72 untersuchten Proben konnten insgesamt 80% der Isolate als Schimmel [*Penicillium* (10 Stämme): 59%, *Cladosporium*: 16%, *Eurotium*: 5%] und 20% als Hefen identifiziert werden.

Ein amerikanischer Referent (M.F. Allen) zeigte die Entwicklung der **Erforschung des Rindergenoms** (Genom = Gesamtheit der Gene) auf. Durch die Identifikation von Sequenzen der Erbsubstanz wird es möglich, wichtige Leistungsparameter züchterisch zu beeinflussen. Anscheinend wurde vor kurzem ein Chip entwickelt, der rund 30'000 Genorte (SNP) auf verschiedenen Chromosomen gleichzeitig zu identifizieren vermag. Inwieweit dieser in Zukunft die aktuellen Leistungsprüfungen zumindest teilweise ersetzen kann, bleibt (noch) offen. Der Referent wies auch auf die Bedeutung der alten Rassen hin, deren Genom zur Variation beiträgt, die für die Zucht (Selektion) zwingend notwendig ist.

Auch bei **Schweinen** ist die sog. **Genkartierung** bekannt (A. Archibald); es bestehen international bereits entsprechende Datenbanken (www.animalgenome.org). Vielfach kommen Leistungsmerkmale nicht durch einzelne, sondern durch die Kombination mehrerer Gene bzw. deren unterschiedliche Typen zustande. Als Beispiele wurden Genorte genannt, die für die Ausprägung des Fettsäuremusters, des Magerfleischanteiles (über drei Chromosomen verteilt), der Zartheit (über viele Chromosomen verteilt, auch abhängig von Kochtemperatur) bzw. des Ebergeruches (auf Chromosom 14) von Bedeutung sind. Voraussetzung für deren Anwendung in der Zucht ist aber, dass die entsprechenden Qualitätsparameter korrekt ermittelt werden.

In einer belgischen Studie (Colman *et al.*) wurde untersucht, wie hoch die **Vererbbarkeit von Fettsäuren und Fettenzymen** ist. Diese lagen je nach Fettsäure bzw. Enzym meist im Bereich von 30 bis 50%, was auch aus züchterischer Sicht von Interesse sein dürfte.

6. Muskelbiochemie – Fleischqualität

Zwecks Vermeidung von Kälteverkürzung (Cold shortening) bzw. Verbesserung der Zartheit des Fleisches werden in vielen Ländern die Schlachtkörper von Rindern und Schafen kurz nach dem Ausbluten elektrostimuliert. Cold shortening tritt v.a. dann auf, wenn die Temperatur vor Eintreten der Totenstarre unter 10°C fällt und der pH weiterhin über einem Wert von 6.0 liegt. Mittels **Elektrostimulation** werden die nach dem Stechen noch vorhandenen Energiereserven (Glykogen, ATP) innert kürzester Zeit abgebaut, was zu einem schnellen pH-Abfall und einem Aufreißen der Myofibrillen führt. In einem neuseeländischen Referat (N.C. Simmons) wurde darauf hingewiesen, dass eine zu starke Elektrostimulation eine massiv schlechtere Fleischqualität (v.a. Zartheit, Safthaltevermögen) zur Folge haben kann. Es wurden und werden daher Studien unternommen, um die Elektrostimulation in Richtung einer guten Fleischqualität zu optimieren, wobei das Wechselspiel zwischen Stromstärke und -frequenz von entscheidender Bedeutung ist. Je nach Einstellung gilt es, verschiedene Faktoren wie den Zeitraum nach der Schlachtung, Kontaktstelle (Haut oder direkt auf Schlachtkörper, da Nervensystem für die Übertragung des Stromes z.T. noch nötig), Arbeitssicherheit, Aufwand für Installationen, etc. zu berücksichtigen. Dazu sollen in naher Zukunft Modelle entwickelt werden, die die Auswirkungen von unterschiedlichen Einstellungen bei der Elektrostimulation auf den Schlachtkörper bzw. die Fleischqualität möglichst genau voraussagen können.

Gemäss einer norwegischen Studie (Hollung et al.) lassen sich nach einer postmortalen Elektrostimulation von Rinderschlachtkörpern spezifische **Stress-Eiweisse** im Nierstück nachweisen.

Dieselbe Forschergruppe (Hollung *et al.*) präsentierte in einer weiteren Untersuchung die Auswirkung der Rasse (Norwegische Landrasse, Duroc, Hampshire) und des Schlachalters (6, 9, 12 Monate) von Schweinen auf die **Zusammensetzung der Muskel-eiweisse**. Die sehr umfangreichen Analysen über den Proteomics-Ansatz zeigten in der löslichen Proteinphase, dass von den 1'125 identifizierten Stellen in Anhängigkeit des Alters 51 und in Abhängigkeit der Rasse 91 Proteine verändert waren. Diese wurden als Struktur-, stoffwechselrelevante, Stress-/Abwehr- sowie übrige Proteine identifiziert. Die Autoren schlossen daraus, dass sich über diese Methodik physiologische Veränderungen bis hinunter auf die molekulare Basis zurückverfolgen lassen.

In einem irischen Poster wurde gezeigt, dass das **Aufhängen von Rinderschlachthälften** am Schlossknochen im Vergleich zum Aufhängen an der Achillessehne über die vermehrte Aktivierung von Calcium-Ionen zu einem stärkeren Eiweissabbau und damit zu einer besseren Zartheit führen kann. Die genaue Identifizierung der Eiweisse, die je nach Aufhängemethode unterschiedlich ausgefallen sind, ist noch am Laufen.

Eine amerikanische Referentin (E. Huff-Lonergan) widmete sich den **Einflüssen der Muskelstruktur auf die Zartheit von Fleisch**. Diese wird einerseits durch die Struktur der Muskelproteine (Myofibrillen, Bindegewebe) und andererseits durch zellinterne, eiweissabbauende Enzyme (Calpaine, Kathepsine, Proteasomen) beeinflusst. Das Reifungspotenzial ist v.a. vom Abbau von wichtigen strukturgebenden Proteinen in den Myofibrillen wie Desmin und Filamin (an der Basis der Z-Linie) wie auch Titin, Nebulin und Troponin-T (in I-Bande) abhängig, wobei der Reifungsprozess bereits nach 6 Stunden post mortem beginnt. Die Reifung des Fleisches wird durch die Oxidation von Eiweissen, die z.B. durch eine sauerstoffreiche Schutzgasverpackung gefördert wird, negativ beeinflusst, was sich schlussendlich nachteilig auf die Zartheit auswirkt.

Ein französischer Referent (J. Lepetit) befasste sich mit der **Struktur des Bindegewebes** und dessen Einfluss auf die Zartheit. Obwohl bekannt ist, dass mit zunehmendem Durchmesser der Muskelfasern bzw. der Muskelfaserbündel die Zartheit abnimmt, besteht kein direkter Zusammenhang zwischen dem Muskelfaserdurchmesser und dem Gehalt an Kollagen. Dagegen ist die Beziehung zwischen Bindegewebegehalt und der Zartheit hoch in Frischfleisch, nicht aber in gekochtem Fleisch. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass sich das Bindegewebe beim Erhitzen über 60°C vermehrt zusammenzieht, was zu einer Erhöhung der Anzahl Berührungspunkte und damit zu einer Ausbildung eines zufällig ausgebildeten Netzwerkes führt, in welchem sich jeweils 3 bzw. 4 Kollagenketten am selben Punkt treffen können. Die Folge davon ist, dass das Bindegewebe in diesem Temperaturbereich gummiartig und hart (!) wird. Das temperaturbedingte Zusammenziehen des Bindegewebes ist aber nur dann möglich, wenn nicht schon die Myofibrillen selber kontrahiert sind (Sarkomerlänge: ~ 1 µm). In einer dänischen Arbeit im selben Themenbereich (Brüggemann et al.) wurde mittels bildgebender Verfahren nachgewiesen, dass das Bindegewebe (Endomysium und Perimysium) nebst verschiedenen Blutbahnen auch von einem weit verzweigten, lymphatischen System durchzogen wird.



Grillierartikel aus Schweinefleisch (1 Rd 0.15 sFr.)

In einer kanadischen Studie (P.P. Purslow) wurde untersucht, weshalb die in der Praxis vorhandenen **Schwankungen in der Qualität von Schweinefleisch** (Nierstück, Schinken) bezüglich pH-Wert, Temperatur, Tropfsaftverlust (2.2 bis 16.4%), Farbe, etc. auftreten. Als wichtigste Ursache für die Schwankungen wurden die Schlachtcharge (beinhaltet Betrieb, Datum, etc.) sowie das Temperament der Tiere identifiziert. Aber auch der End-pH-Wert wie auch die Temperatur erwiesen sich als bedeutende Einflussfaktoren. Über Fütterungsmassnahmen (z.B. Zugabe von Tryptophan, kohlenhydratreiche Futter) liessen sich die genannten Schwankungen in der Fleischqualität kaum einschränken. Mit Massnahmen im Bereich des Verhaltens (z.B. Eberkontakt während 2 Minuten pro Tag, täglich 1 Minute aus der Bucht bewegen) konnten die Tropfsaftverluste hingegen um 1 bis 1.5% reduziert werden. Obwohl die Untersuchungen noch im Gange sind, werden derzeit v.a. genetische Faktoren im Bereich des Temperaments als bedeutende Ursache für das Auftreten der grossen Qualitätsschwankungen vermutet.

Ein holländischer Beitrag (Kapper et al.) konzentrierte sich auf das **Wasserhaltevermögen (WHV) von Schweinefleisch**. Es wurde aufgezeigt, dass zwischen pH und Tropfsaftverlust eine Korrelation von > 0.5 besteht; dies, obwohl der pH durch den Abbau von Glykogen bedingt und das WHV von der Qualität der Muskeleiweisse abhängig ist. Aufgrund der unterschiedlichen Ursachen wurde geschlossen, dass für die Voraussage des WHV's andere Methoden wie die Infrarotanalytik (NIR) zum Tragen kommen sollten.

In einer dänischen Studie (Jørgensen *et al.*) wurde, basierend auf Erfahrungen mit Rindfleisch, gezeigt, dass sich mit einer Kiwi-Marinade (Kiwi enthält die Protease Actindin) und einer Ultraschallbehandlung die **Zartheit von Schweine-Eckstücken** (z.T. auch das Wasserhaltevermögen) verbessern lässt.

In Schweinemuskeln können pH-Veränderungen durch puffernde Substanzen, z.B. Dipeptide wie **Anserin und Carnosin**, natürlicherweise verlangsamt werden. Eine kanadische Forschergruppe interessierte sich daher, ob sich zwischen normalem Fleisch (RFN) und Fleisch mit Fleischfehlern wie PSE, RSE (rötlich, weich, wässrig) und PFN (hell, fest, nicht-wässrig) unterschiedliche Gehalte an den beiden genannten Dipeptiden überhaupt nachweisen lassen. Es zeigte sich, dass Unterschiede zwischen den verschiedenen Fleischtypen auftreten, diese aber je nach Ort der Klassifizierung der Fleischfehler (Schlachthof vs. Labor) unterschiedlich ausfallen.

Aus Norwegen stammte eine weitere Arbeit (Sjerten *et al.*), die den Einfluss des **Fütterungsregimes** und der **Nüchternungsdauer** auf die **Schweinefleischqualität** (im Nierstück) thematisierte. Dabei wurden mit zunehmender Nüchternungsdauer (4 h, 17.5 h, 17.5 h plus Nacht, 26.5 h plus Nacht) ein höherer pH₄₅, weniger Tropfsaftverlust und eine leicht bessere Zartheit ermittelt, während die Saftigkeit unbeeinflusst blieb. In Abhängigkeit des Geschlechtes traten Effekte bezüglich Tropfsaftverlust (weibliche Tiere $>$ Kastraten) bzw. in Abhängigkeit von Fütterungsregime und Geschlecht auch bezüglich Zartheit und Saftigkeit auf.

Nachdem in früheren Jahren schon von einer muskelspezifischen Charakterisierung einzelner Teilstücke (oft als Muskel-Profiling bezeichnet) von Schwein und Rind berichtet wurde, widmete sich ein weiterer Beitrag aus Norwegen (Hildrum *et al.*) der **sensorischen Charakterisierung von verschiedenen Rindermuskeln** in Bezug auf Textur, Farbe und Geschmack. Dabei wurden grosse individuelle Unterschiede zwischen Schlachtkörpern, einzelnen Muskeln sowie in einzelnen Bereichen innerhalb der jeweiligen Muskeln aufgezeigt. Es wurde festgestellt, dass die Muskeln des Vorder Viertels im Vergleich zu denjenigen des Hinterviertels anhand der sensorischen Analyse vielfach unterschätzt werden.

In verschiedenen Forschungsinstituten auf der ganzen Welt werden derzeit diverse **biophysikalische Methoden zur Bestimmung der Muskelstruktur** an intakten Proben entwickelt. In einem französischen Übersichtsreferat (S. Clerjon) wurden die derzeit bekannten Methoden eingehend beleuchtet:

- mechanische Methoden: z.B. Warner-Bratzler-Scherkraft (stark von Faserrichtung abhängig)
- Ultraschall: für Bestimmung Fleisch-/Fettmenge
- spektroskopische Verfahren: Infrarot (NIR, MIR → misst Bindungsbewegungen innerhalb eines Moleküls), NMR (misst Bewegung der mittels Magnet angeregten Protonen), Raman-Spektroskopie (Messung mittels Laser, keine Interferenz mit Wasser, misst durch Verpackung hindurch, in Deutschland bereits Handgerät in Entwicklung), Fluoreszenz-Spektroskopie (misst Differenz zwischen absorbiertem und emittiertem Licht), Kolorimetrie (misst sichtbares Licht, $L^*a^*b^*$)
- dielektrische Verfahren: Impedanz (misst Fähigkeit, Widerstand gegen Strom aufzubauen), Mikrowellen)

Mehrere Posterbeiträge zeigten die **praktische Anwendung von biophysikalischen Methoden** zur Erfassung bestimmter Parameter konkret auf, wobei im Folgenden einige Beispiele thematisch aufgeführt sind (entsprechende Methoden in Klammern): Struktur von Bindegewebe bzw. Muskelfasern (Fluoreszenz-Polarimetrie), Magerfleischanteil (Computer-Tomographie), Kontrolle Fleischqualität (Raman-Spektroskopie), Fleisch- und Fettparameter (Ultraschall), Frische von Schweinsnierstücken (NIR), Scherkraft und Tropfsaftverlust (NMR).

Zudem wurde in einer britischen Studie (Richardson *et al.*) im Zusammenhang mit dem Auftreten von **Ebergeruch** gezeigt, dass rassebedingt 14% (Duroc) bzw. 2.8% (Edelschwein) der Tiere im Rückenspeck die Grenzwerte von 0.2 bzw. 1.0 $\mu\text{g/g}$ für Skatol bzw. Androstenon überschreiten. Eine Variation des Proteingehaltes im Futter zwischen 40 und 120 kg Lebendgewicht hatte hingegen keine Unterschiede betreffend des Auftretens von Ebergeruch zur Folge. Ein Posterbeitrag aus Belgien (Aluwé *et al.*) verglich das Fleisch von verschiedenen Rassen (Piétrain, Edelschwein, stressresistente Landschweine) in Abhängigkeit des Endgewichtes (50, 70, 90, 110 kg LG) mit unterschiedlichen Methoden (Bügeleisen auf Nackenfett, Konsumententest, sensorisches Panel, Fettanalyse im Labor). Es wurde gezeigt, dass das Vorkommen von Ebergeruch im Piétrain-Fleisch im Vergleich zu den Edelschweinen weniger relevant war und mit zunehmendem Schlachtgewicht erwartungsgemäss anstieg. In einem norwegischen Konsumententest mit 89 Personen (Lunde *et al.*) ergab sich, dass die Beliebtheit von aus Eberfleisch hergestelltem Kochschinken (warm, 60°C: in Sandwich mit Schmelzkäse vs. kalt, 5°C: auf Brot) bei Androstenon-sensitiven Personen (39 Personen) erst bei der höchsten Androstenon-Konzentration von 9.15 $\mu\text{g/g}$ abnimmt (Testbereich: 0.55–9.15 $\mu\text{g/g}$).



Durchzogenes Schweinskotelett

7. Verarbeitung / Technologie

Eine belgische Präsentation (L. de Vuyst) widmete sich den **Probiotika in Rohwürsten**. Probiotika sind Mikroorganismen, die die Magenpassage (sehr sauer!) unbeschadet überstehen und somit im Darm verfügbar sowie resistent gegenüber Technologieprozessen sind und gleichzeitig eine prophylaktische Wirkung im ganzen Körper (nicht nur auf Verdauungstrakt beschränkt!) entfalten können. Ihre vorbeugende Wirkung besteht oft in einem höheren Konkurrenzdruck gegenüber anderen Keimen, einer verbesserten Darmtätigkeit, einer besseren Verdauung, weniger Durchfall sowie der Stärkung des Immunsystems. Als Probiotika gelangen v.a. Stämme von Hefen (*Saccharomyces*) und Milchsäurebakterien (Laktobazillen, Bifidobakterien) zum Einsatz, deren Wirkung sowohl vom Stamm, der Matrix (hoher Fettgehalt ungünstig) wie auch vom einzelnen Individuum abhängig ist. Probiotika werden den funktionellen Lebensmitteln der 2. Generation zugerechnet (1. Generation: v.a. Rohnährstoffe). Aufgrund der sehr spezifischen Bedingungen in Rohwürsten (tiefer a_w -Wert, tiefer pH-Wert, hoher Salzgehalt) fehlt oft der Nachweis einer gesundheitsfördernden Wirkung (z.B. Wirkung gegen Listerien), zumal meist die entsprechenden Humanstudien fehlen.

Eine italienische Arbeit (Andersen und Cislighi) überprüfte den Einsatz von **GdL bzw. einer Starterkultur in Salami**. Mit beiden Dosierungen an Glucono-delta-Lacton (GdL: 0.4 und 0.8%) konnte die angestrebte pH-Absenkung unter 5.3 bei 25°C erreicht werden. Dies war auch mit der Starterkultur innert 17 Stunden möglich. Die höhere, nicht aber die tiefere GdL-Konzentration beeinflusste die Starterkultur negativ; die natürlich vorkommenden Milchsäurebakterien blieben hingegen unbeeinflusst. Aus den Ergebnissen wurde gefolgert, dass sich eine geringe GdL-Konzentration mit dem Einsatz einer Starterkultur gut kombinieren lässt. Leider wurde im Beitrag keine Aussage betreffend Umrötung gemacht, was für die Praxis ebenso von Bedeutung ist.

In einer Untersuchung von ALP (Hadorn et al.) wurde aufgezeigt, dass sich in Lyonern durch den Ersatz von 15% Rückenspeck durch 7.5% Inulin und 7.5% Wasser eine **Fettreduktion** um 40% ohne wesentliche sensorische Nachteile erreichen lässt. Dies obwohl, die instrumentellen Analysen eine Tendenz zu einer weicheren Textur zeigten und die Produktionskosten um bis zu 5% höher lagen.

Auf grosses Interesse stiess auch die Problematik der **Destrukturierungen von Kochschinken**, die nebst der Schweiz auch in anderen europäischen Ländern (F, B, D, DK, S, Litauen) von hoher Aktualität scheint. In einem weiteren Posterbeitrag aus der Schweiz (Hugenschmidt et al.) waren die destrukturierten Stellen in Kochschinken im Vergleich zu den normalen Bereichen heller, weicher und verfügten über einen geringfügig tieferen pH-Wert. Zudem zeichneten sie sich durch einen höheren Trockenmassen- sowie Gesamteiweissgehalt aus, während die Gehalte an Bindegewebsprotein wie auch an Rohasche und Zucker (→ geringere Lakeaufnahme?) tiefer waren. Sowohl der reduzierte Gehalt an unlöslichem Bindegewebe wie auch der höhere myofibrilläre Fragmentationsindex dürften den tieferen Strukturierungsgrad in den defekten Stellen zumindest teilweise erklären. Ein aus Frankreich stammender Beitrag (Vautier et al.) führte das Auftreten von «PSE-ähnlichen Stellen» in Kochschinken v.a. auf den End-pH-Wert und weniger auf den pH₁-Wert zurück. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zum eigentlichen Fleischfehler PSE dar, welcher durch einen raschen, frühpostmortalen Glykogenabbau charakterisiert wird. Es wurde gefolgert, dass das Auftreten von starken Destrukturierungen in Kochschinken unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schlachtbedingungen (Jahreszeit, Schlachthof, Betäubungsart), aber unter kontrollierten Nüchternungs- bzw. Ruhebedingungen sehr tief gehalten werden kann, wenn damit der End-pH-Wert des Rohmaterials über 5.7 zu liegen kommt. Gemäss ALP-eigenen Messungen (unveröffentlicht) kann dieser Wert für einen grossen



Brühwurst aus Lammfleisch

8. Verpackung

Teil der anfallenden Schinken in der Praxis derzeit jedoch nicht eingehalten werden.

Ein irisches Poster (McArdle et al.) warf die Frage auf, inwieweit sich eine **Hochdruckbehandlung** (200, 300, 400 MPa) bei unterschiedlichen Temperaturen (20, 40°C) auf die Qualität von Rindfleisch auswirkt. Die Behandlung mit Hochdruck führte generell zu einer Reduktion der Mikroflora, die vergleichbar mit derjenigen einer Hitzebehandlung war. Mit zunehmendem Druck und tieferer Temperatur erhöhten sich jedoch der Kochverlust, die Fettoxidationsrate und die Farbhelligkeit, weshalb für Frischfleisch nur eine milde Hochdruckbehandlung empfohlen wurde.

In einer japanischen Arbeit (Ichinoseki et al.) wurde festgestellt, dass das schnelle **Gefrieren von Schweinsnierstücken** (schnell: -50°C, 2 Stunden vs. langsam: -20°C, 4 Tage) weniger Gefrierverlust in den Nierstücken und einen höheren Biss in den aus dem entsprechenden Rohmaterial hergestellten Würsten zur Folge hat; dies obwohl keine klaren Strukturunterschiede festgestellt werden konnten.

In einem amerikanischen Übersichtsreferat (K.W. McMillin) über die Entwicklung von **Verpackungen** wurde zuerst zwischen Verpackungen mit veränderter Atmosphäre (MAP, durch Ersatz bzw. Entfernen) bzw. kontrollierter Atmosphäre (CAP, durch kontinuierliche Überwachung) unterschieden. Letztere gelangt im Fleischbereich weniger zum Einsatz (z.B. Früchte-Container), während erstere sowohl die Vakuumverpackung als auch diejenige mit unterschiedlichen Gasen wie Sauerstoff, Stickstoff bzw. CO₂ beinhaltet. Bei den MAP-Verpackungen wird zwischen passiven und aktiven differenziert, wobei die letzteren spezifische Komponenten zwecks Qualitätsverbesserung bzw. Verlängerung der Haltbarkeit einschliessen. Von besonderem Interesse beim Frischfleisch ist die Aufrechterhaltung einer leuchtend-roten Farbe. Hier hat eine Entwicklung von sauerstoffdurchlässigen Schrumpfpackungen hin zu den bekannten SB-Packungen mit Schutzgas stattgefunden. Deren Anteil am gesamten Frischfleischabsatz wird in Europa derzeit auf rund 43% und in den USA auf 64% geschätzt. Heute gelangen v.a. mehrschichtige Folien aus unterschiedlichen Materialien zum Einsatz, zumal kein Material bekannt ist, das gleichzeitig sämtliche Anforderungen wie physiologische Unbedenklichkeit, mechanische Stabilität, optischer Eindruck, physikalische Eigenschaften (z.B. geruchs- und geschmacksneutral, Durchlässigkeit von Gasen bzw. Feuchtigkeit) sowie Hitzebeständigkeit (z.B. Schweißvermögen, Schrumpfbarekeit) erfüllen kann. Überdies ist auch die Gaszusammensetzung innerhalb der Packung von entscheidender Bedeutung, zumal diese die Fleischfarbe [$> 80\% \text{ O}_2$ bzw. $> 0.4\% \text{ CO}$ (letzteres in EU und CH nicht erlaubt), muskelspezifische Unterschiede in Farbstabilität bekannt], die Textur [Zartheit von Rindfleisch durch Oxidation von Eiweissen schlechter, da diese Aggregate bilden], das Aroma [Oxidation von Fetten, Vitaminen] sowie die Haltbarkeit [20–40% CO₂ wirkt konservierend



Kühlregal in Supermarkt

gegenüber gram-negativen Bakterien (gram-positive oft fakultativ anaerob)] beeinflussen. Der Kopfraum sollte – trotz des oft minimierten Volumens zwecks Stapelns – rund 1.5 bis 3 Mal dem Fleischvolumen entsprechen. Dabei sind Kontakte mit der Deckfolie aufgrund möglicher Dunkelfärbungen unbedingt zu vermeiden. Weitere Anforderungen an Verpackungen beziehen sich auf deren Verbraucherfreundlichkeit (z.B. Öffnen der Packungen, Kommunikation), die Umweltverträglichkeit (z.B. Abbau von Plastikfolien, Recycling, bioabbaubare Materialien), Verlängerung der Haltbarkeit (z.B. antimikrobielle Filme, gasabsorbierende Materialien, Antioxidantien, Probiotika), Eignung für weitere Prozesse (z.B. Gefrieren, Hochdruck, Bestrahlung) sowie deren Wirtschaftlichkeit.

Ein amerikanisches Poster (Mancini et al.) befasste sich mit dem Einfluss der Verpackung (Vakuum vs. 80% O₂ + 20% CO₂ vs. 0.4% CO + 30% CO₂ + 69.6% N₂) sowie der Injektion von K-Laktat (ohne, 1.25%, 2.5%) auf die **Farbe von Rindfleisch**. Durch die Laktatzugabe (→ Fleischzubereitung) stieg der Rotwert (a*-Wert) nur in der O₂-Variante; ohne Laktat verhielt sich der Rotwert je nach Muskel unterschiedlich. Generell wurde in frischem Rindfleisch mit der CO-Mischung eine bessere Farbstabilität erzielt als mit der O₂- bzw. der Vakuumvariante. Ein ebenfalls aus den USA stammendes Poster (Raines et al.) beschäftigte sich mit dem Einfluss der Verpackung auf die Fleischfarbe, wenn verschiedene Rindermuskeln von unterschiedlicher Farbstabilität (Nierstück: hoch, Eckstück: mittel, Vorderschenkel: tief) in gehackter Form in eine MAP-Atmosphäre mit 80% O₂ und 20% CO₂ verpackt wurden. Der Einschluss von mehr als 25% Muskeln mit tiefer Farbstabilität führte zu einer Verschlechterung der Farbe. Es wird daher empfohlen, beim Verpacken von Rindfleisch die Farbstabilität der einzelnen Muskeln zu beachten, indem der Anteil der Muskeln mit tiefer Farbstabilität unter 25% und derjenige mit hoher Farbstabilität über 50% liegt.

Ein dänischer Posterbeitrag (M.A. Tørngren) verglich in Rindfleisch-Patties den Einfluss der Verpackungsart (Folie vs. Schutzgasverpackung mit hohem O₂-Anteil), den Zeitpunkt des **Gefrierens** (rasch vs. langsam) sowie des **Auftauens** (Kühlschrank: 24 Stunden, Raumtemperatur: 10 Stunden, Mikrowelle: 10 Minuten). Die Schutzgaspackung hatte einen weniger intensiven Geschmack, eine reduzierte Saftigkeit, einen höheren Kochverlust, mehr Fehleraromen/-geschmack [warmed-over-flavour (WOF), ranzig, sauer], eine gummigere Textur sowie mehr Verfärbungen des Fleisches zur Folge. Das langsamere Einfrieren wirkte sich in einer tieferen Saftigkeit, mehr Fehleraromen/-geschmack (ranzig, z.T. WOF) sowie in einer gummigeren Textur aus. Das Auftauen in der Mikrowelle reduzierte den Kochverlust (nur Schutzgas), die Verfärbungen sowie die Fehleraromen/-geschmack (ranzig, sauer, WOF).

In einer französischen Arbeit (Gobert et al.) wurde aufgezeigt, dass sich mit dem Zusatz von Vitamin E und einem pflanzlichen Extrakt zu einem Ausmastfutter die **Fettoxidation** in verarbeitetem Rindfleisch reduzieren lässt. Vergleichbare Ergebnisse waren auch in einer spanischen Studie (Sañudo et al.) zu beobachten, indem die Zugabe von Vitamin E bzw. von Bioflavonoiden zum Futter im Vergleich zu einer Negativkontrolle die Haltbarkeit von Rindfleisch um drei bzw. einen Tag verlängerte. Zudem resultierte durch die Vitamin E-Zugabe eine höhere sensorische Akzeptanz. In einer tschechischen Untersuchung (Pipek et al.) wurde der antioxidative Effekt von Gewürzextrakten (Rosmarin, Muskat, nicht näher definierte Gewürzmischung) in Brüh- und Rohwürsten untersucht. Sowohl hinsichtlich Fettoxidation wie auch **Farbstabilität** konnte mit sämtlichen Gewürzextrakten positive Effekte erzielt werden, wobei Rosmarin die beste Wirkung entfaltete. Gemäss einer Studie aus Estland (Püssa et al.) weisen auch Polyphenole aus Beerenextrakten antioxidative Eigenschaften auf, die sich beim Marinieren von Schweinefleisch direkt anwenden lassen. Gemäss einer amerikanischen-kanadischen Studie (Shahidi et al.) scheinen auch Phenole aus enzymatisch behandelten Kleien von unterschiedlichen Getreidearten (Weizen, Gerste, Hirse) über antioxidative Effekte zu verfügen, die zwecks Vermeidung der Oxidation von Fetten auch in Fleischprodukten eingesetzt werden können.

Eine portugiesische Studie (Fraquesa et al.) befasste sich mit dem Einfluss der **Bedingungen in der Ladentheke** auf die Haltbarkeit und Farbe von Rindfleisch. Dabei resultierten ein höheres mikrobielles Wachstum und damit eine geringere Haltbarkeit sowie nachteilige Farbveränderungen insbesondere dann, wenn das schutzgasverpackte Rindfleisch (70% O₂, 30% CO₂) höheren Lichtintensitäten bzw. schwankenden Temperaturen ausgesetzt wurde.

Ein sehr interessanter Posterbeitrag aus Dänemark (Hansen et al.) setzte sich mit dem Einfluss des Sauerstoffanteils auf die **Härte von in MAP-verpackten Schweinsnierstücken** auseinander. Es zeigte sich, dass mit zunehmendem O₂-Anteil (40, 50 und 70%; Ausgleich mit CO₂) in der Verpackung die Härte und die Partikelgröße von Schweinefleisch ansteigen. Diese wurden auf die Oxidation von Proteinen (→ Bildung von Proteinaggregaten) bzw. die O₂-bedingte Inaktivierung von μ -Calpain, einem der wichtigsten Reifungsenzyme, zurückgeführt.

Eine französische Forschergruppe (Picgidard und Lemoine) empfiehlt auf der Basis ihrer Arbeiten, für die **verlängerte Lagerung von Rindssteaks** bis 75 Tage folgende Punkte einzuhalten: möglichst rasche Abkühlung des ganzen Muskels nach der Schlachtung, Absenkung der Temperatur auf -1.5°C innert 3 Tagen, Lagertemperatur rund -1.5°C, unter Vakuum verpackt (8 mbar besser als 3 mbar). Wenn die Steaks vor der Lagerung bereits geschnitten werden, stellt eine MAP-Verpackung mit 50% CO₂ und 50% N₂ die beste Alternative zur Vakuumverpackung dar.

9. Unkonventionelle tierische Produkte

Gerade in Afrika ist der Konsum des **Fleisches von heimischen Tierarten** von Interesse. Ein südafrikanischer Referent (L.C. Hoffman) befasste sich daher mit der Fleischqualität von weniger genutzten, alternativen Tierarten wie Huftiere (z.B. Springbock, Antilopen), Kameliden (v.a. Kamele, Lamas), Nagetiere (z.B. Meer-schweinchen, Biberratte, Wasserschwein, Schilfratte), Laufvögel (Strauss, Emu, Nandu) und Reptilien (v.a. Krokodile, Eidechsen). Das Fleisch der meisten der genannten Tierarten zeichnet sich durch einen tiefen Cholesteringehalt sowie ein günstiges Fettsäuremuster (hoher Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren) aus. Obwohl derzeit v.a. das Fleisch von Huftieren grösseren Absatz findet, wird aufgrund der guten Fleischqualität wie auch der hohen Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Haltungsbedingungen dem Fleisch von Nagetieren in Zukunft das grösste Potenzial beigemessen.

In Afrika wird auch der **Produktion von Ziegenfleisch** grosse Bedeutung zugestanden (L. Simela), lassen sich Ziegen doch unter einfachsten Bedingungen halten. Derzeit wird in Afrika rund 20% des weltweiten Ziegenfleisches produziert, wobei der Anteil am globalen Export nur 5% beträgt.

Zwei Posterbeiträge aus Südafrika (Magoro *et al.*) thematisierten den Einbezug von **Rinder-Schlachtnebenprodukten in Brühwürste**, um auch finanziell schwachen Bevölkerungskreisen den Verzehr von Würsten zu ermöglichen. Dabei zeigte sich, dass Rezepturen mit Rindsabschnitten, Milz, Därmen, Herz und Zwieback mit einer Kontrolle mit Rindsabschnitten und Zwieback (!) durchaus vergleichbar sind.

Ein französischer Posterbeitrag (Lemoine *et al.*) befasste sich mit der **Verarbeitung von Schlachtabfällen** zu funktionellen Zutaten, um erstere in Zukunft als Quelle von tierischem Eiweiss besser zu nutzen. Am Beispiel von Schweinelungen wurde aufgezeigt, dass sich die Gewinnung von wässrigen Lösungen mittels Reinigungs- und Konzentrationsprozessen (Mikro-/Ultrafiltration) in Anhängigkeit von Temperatur, Extraktionszeit und Mengenverhältnis weiter optimieren lässt. Die aus Schweinelungen gewonnenen Proteinkonzentrate zeichnen sich durch Gelierungseigenschaften aus, die durchaus mit denjenigen anderer Eiweissträger wie Milch, Eier und Sojaeiweiss vergleichbar sind.

10. Ernährung

In einem südafrikanischen Vortrag (H.C. Schönfeldt) wurde aufgezeigt, dass weltweit derzeit 1.1 Mia bzw. 26% aller Personen übergewichtig sind. So weisen 87% der Bevölkerung in den USA (2006) einen Body Mass Index (BMI) von über 25 auf; ein Drittel der amerikanischen Bevölkerung gilt sogar als fettleibig (BMI > 30). In England nahm die Zahl der fettleibigen Kinder in den letzten Jahren um den Faktor 3–4 zu. Diese Entwicklung stellt die Folge einer vermehrten Aufnahme an Energie (hauptsächlich Kohlenhydrate und gesättigte Fettsäuren) dar, die v.a. durch verarbeitete Produkte bei gleichzeitig mangelnder Bewegung bedingt ist. Je nach Land stehen **Überernährung, Unterernährung** oder beide nebeneinander im Vordergrund. Die Referentin hob dabei die Wichtigkeit von aktuellen Nährwertdaten für die einzelnen Lebensmittelkategorien hervor, zumal in vielen Teilen der Welt nach wie vor mit Datenbanken gearbeitet wird, die der aktuellen Situation nicht mehr entsprechen. Dies ist gerade am Beispiel des Fettes gut ersichtlich, haben doch im Bereich der Zucht, der Zuschnitte, der Rezepturen und der Zugabe von Fett diverse Entwicklungen in Richtung einer Fettreduktion stattgefunden. Vielfach unterschätzt wird auch der Einfluss der Portionengrösse, der z.T. kulturell bedingt und oft nicht an den aktuellen Bedarf angepasst ist. Fleisch ist für eine ausgewogene Ernährung von zentraler Bedeutung, zumal es wertvolle Eiweisse, diverse Vitamine (B-Vitamine) und Mineralstoffe (z.B. Eisen, Zink, Selen) in einer hohen Bioverfügbarkeit enthält. Die Problematik der Überernährung lässt sich nach Ansicht der Referentin nur lösen, wenn das Thema in die Ausbildung der Kinder aufgenommen wird, preislich günstige Lebensmittel zur Verfügung stehen bzw. die Ernährungsinformationen (z.B. auf Etiketten) nicht ständig schwanken. Dabei sind vielfach aber auch kulturelle Barrieren zu überwinden, was den Kampf gegen das Übergewicht nicht einfacher macht.

Ein irischer Referent (D. Troy) ging in seinen Ausführungen auf die sich **verändernden Konsumentenbedürfnisse** ein. Ein wichtiger Faktor stellt dabei das globale Bevölkerungswachstum dar, welches v.a. auf einer Zunahme der älteren, kaum aber den jüngeren Bevölkerungsteilen beruht. Nebst einer starken Zunahme des mittleren BMI steigt auch der Lebensstandard, was mit einer abnehmenden Toleranz und einer zunehmenden Bedeutung des Erlebnisfaktors verbunden ist. Grosse Veränderungen sind auch bei den Ernährungsgewohnheiten zu erkennen. So sank die mittlere Vorbereitungszeit für eine Mahlzeit von 1 Stunde (1980) auf 12 Minuten (2000) und der Anteil derjenigen Personen, die sich alleine verpflegen, erhöhte sich auf 46%.

Eine weitere Präsentation aus Südafrika (E.C. Webb) befasste sich mit **Fett und Fleischqualität**. Nebst dem Aufzeigen des Wachstums von Fettzellen wurde v.a. auf die Zusammensetzung von tierischem Fett eingegangen, welches bekannterweise im Vergleich zu pflanzlichen Ölen ebenfalls einen hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren sowie einzelne, für den menschlichen Organismus bedeutsame Fettsäuren (z.B. Omega-3-Fettsäuren, CLA) enthält. Der Autor hielt auch fest, dass eine Veränderung des Fettes von Wiederkäuern über die Fütterung schwieriger ist als diejenige

von Nichtwiederkäuern, wobei sich die nachfolgenden Merkmale unterschiedlich beeinflussen lassen: Menge, Fettfarbe, fettlösliche Vitamine > Fettsäuremuster, Aroma/Flavour > wasserlösliche Vitamine.

In einer amerikanischen Präsentation (E. Dransfield) wurde darauf aufmerksam gemacht, dass der **Geschmack von Fett** je nach Land, Individuum und Geschlecht (1.5x mehr Frauen bevorzugen mageres Fleisch als Männer) variiert. Die Hauptkriterien dabei sind: Äusseres > Textur > Geruch, Geschmack. In der Mundhöhle (inkl. Zunge) gibt es neben den fünf bereits bekannten Geschmacksarten süss, bitter, sauer, salzig, umami (bouillonartig → Glutamat) anscheinend auch Chemorezeptoren (CD36) für den Fettgeschmack, deren Häufigkeit sich mit den obgenannten Ursachen für die auftretenden Schwankungen nahezu deckt. Diese «Andockstellen» dienen nebst der Geschmackswahrnehmung (v.a. in Mundhöhle) auch dem Transport von Fettsäuren (in Herz und Skelettmuskulatur), die über fettabbauende Enzyme, sog. Lipasen, abgebaut werden. Der Rezeptor CD36 bindet anscheinend auch oxidierte Formen von mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Dies erklärt die Wahrnehmung von Fettoxydationsprodukten (z.B. Ranzigkeit) zumindest teilweise; der direkte Nachweis muss aber noch erbracht werden.

Verschiedene Poster befassten sich mit der Anreicherung von Fleisch mit **Omega-3-Fettsäuren** bzw. **konjugierten Fettsäuren (CLA)**, die v.a. wegen ihrer schützenden Wirkung gegen Herz-Kreislauf-Krankheiten bzw. ihrem krebshemmenden Effekt von

breitem Interesse sind. Der Einsatz von Leinsaat (Grzeskowiak *et al.*) bzw. Fischöl (Hallenstvedt *et al.*) bei Schweinen hatte eine Anreicherung an Omega-3-Fettsäuren im Fleisch zur Folge, während Realini *et al.* durch die Zufütterung von CLA den CLA-Gehalt im Nierstück und im Schinken von 0 auf 0.4–0.5% erhöhen konnten. Bei Rindern war der Zusatz von Leinsaat ebenfalls mit einer Anreicherung von Omega-3-Fettsäuren und CLA im Fett verbunden (Habeanu *et al.*). Bei Tränkekälbern (Villar *et al.*) führte ein Milchersatz mit gehärteten pflanzlichen Fetten zu einer Anreicherung der gesundheitlich nachteiligen **trans-Fettsäuren**.

In Südafrika stellt die **Fettqualität von Schweineschlachtkörpern mit einem hohem Magerfleischanteil** zunehmend ein Problem dar (Hugo und van Schalwyk). Analog zur Fettzahl-Situation in der Schweiz konnte gezeigt werden, dass mit einer entsprechenden Anpassung der Fütterung gute Fettqualitäten in mageren Schlachtkörpern möglich sind. Leider wurden keine Angaben zu den möglichen Auswirkungen der getroffenen Fütterungsmassnahmen auf die Wirtschaftlichkeit gemacht.

In einer französischen Studie (Soucheyre und Parafita) wurde geprüft, wie der Gehalt von **Eisen und Selen in Rindfleisch** durch den Kochprozess beeinflusst wird. Der Gehalt an den beiden Spurenelementen unterschied sich je nach Muskel, blieb jedoch während einer Lagerdauer von 7 Tagen in einer Schutzgasverpackung unverändert. Das Kochen hatte hingegen eine Verschiebung des gut verfügbaren Häm-Eisens zum weniger gut verfügbaren Nicht-Häm-Eisen zur Folge.



Pouletschenkel ohne Haut

11. Fleischforschung

In einem ersten Teil wurden zwei **EU-Projekte**, ProSafeBeef (D. Troy) im Rindfleischbereich bzw. Q-PorkChains (A. Karlsson) im Schweinefleischsektor vorgestellt, die beide aufgrund ihrer Vielfalt an Themen und Partnern jeweils eine aufwändige Koordination bedingen.

Das Projekt ProSafeBeef (www.prosafebeef.eu) bezweckt, Strategien für den Rindfleischsektor zu erarbeiten, die einerseits das Risiko von mikrobiellen und chemischen Kontaminationen in der Warenkette über einen farm-to-fork-Ansatz reduzieren. Andererseits sollen neue Produkte entwickelt werden, die sicher, marktgerecht, von hoher Qualität und attraktiv für die Konsumenten sind. Insgesamt sind 42 Partner aus 19 Ländern (auch ausserhalb Europas) am Projekt beteiligt, für welches insgesamt 19 Mio € zur Verfügung stehen.

Das Projekt Q-PorkChains (www.q-porkchains.org) verfolgt das Ziel, die Qualität von Schweinefleisch und den entsprechenden Produkten zu verbessern und innovative, integrierte und nachhaltige Produktionsketten zu entwickeln, die gleichzeitig möglichst umweltfreundlich sind. Das Projekt dauert noch bis 2011 und umfasst 51 Partner aus 19 Ländern, die über ein Budget von 20.7 Mio € verfügen können.

Ein amerikanischer Referent (D. Meisinger), der seit 2005 in den USA die Forschung und die Industrie zusammenbringt, zeigte verschiedene **Entwicklungen in der internationalen Fleischforschung** auf und beleuchtete anhand von Beispielen drei Arten von Forschungsinstitutionen: universitäre Forschung, angewandte Forschung und Vertragsforschung. Dabei zeigen die letzten Jahre einen Trend von einer Reduktion von jungen Fleischforschern und weniger Fleischforschungsinstitutionen hin zur vermehrten Vertragsforschung.

12. Exkursion

Anlässlich der am ICoMST üblichen Exkursion konnte der Schreibende einen **Schweineschlachthof** in der Nähe von Kapstadt besichtigen, der rund 800 Schweine pro Tag (v.a. Edelschwein) schlachtet. Das mittlere Schlachtgewicht liegt bei 60 bis 65 kg (früher: 40 bis 45 kg), wobei ungewohnt grosse Variationen in der Grösse der Schlachtkörper zu beobachten waren. Bedingt durch das leichtere Schlachtgewicht ist die Kastration kein Thema. Der besichtigte Schlachthof war relativ alt und in vielerlei Hinsicht nicht mit den bei uns üblichen Standards vergleichbar (z.B. Ruhephase in grossen Gruppen führte zu grosser Unruhe, Elektrobetäubung, kreuzende Warenflüsse, etc.). Der jährliche Pro-Kopf-Konsum an Schweinefleisch liegt bei ca. 3 kg, wobei die Tatsache interessant ist, dass sich die Schlachtnebenprodukte grösstenteils auf den regionalen Märkten absetzen lassen. Auch die Zuschnitte waren speziell, indem z.B. Koteletts mit Schwartenrand angeboten werden.

Gleichentags konnte auch eine **Krokodilfarm** besucht werden. Die Krokodile werden, je nach Wachstum, jeweils im Alter von 4 bis 5 Jahren geschlachtet. Dabei steht der Verkauf des Leders an 1. Stelle; derjenige des Fleisches ist von geringerer Priorität.



Aufzucht von Krokodilen