

**Tierärztliche Hochschule Hannover**

**Untersuchungen zur sensorischen und mikrobiologischen Stabilität  
von frischem Putenhackfleisch in Schutzgasverpackung**

INAUGURAL-DISSERTATION

Zur Erlangung des Grades einer Doktorin  
der Veterinärmedizin

- Doctor medicinae veterinariae-  
(Dr. med. vet.)

vorgelegt von

Karen Remm

Berlin

Hannover 2010

Wissenschaftliche Betreuung:

Apl. Prof. Dr. B. Nowak  
Institut für Lebensmittelqualität und  
-sicherheit

1. Gutachter:

Apl. Prof. Dr. B. Nowak

2. Gutachter:

Apl. Prof. Dr. C. Gissel

Tag der mündlichen Prüfung:

19.07.2010

Diese Arbeit wurde finanziell unterstützt durch Mittel der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF, Berlin).

**Meiner Familie  
und meinem Freund Philippe**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Geflügelfleisch	1
1.2 Geflügelfleisch assoziierte Verderbniserreger und Pathogene	2
1.3 Hackfleisch	3
1.4 Schutzgasverpackung	3
1.5 Putenhackfleisch – Gegenstand der Untersuchungen	6
<b>2. Vorgehen bei den Untersuchungen</b>	<b>7</b>
<b>3. Zusammenfassende Ergebnisse</b>	<b>9</b>
<b>4. Zusammenfassende Diskussion</b>	<b>14</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>25</b>
<b>6. Summary</b>	<b>28</b>
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	<b>30</b>
<b>8. Anhang</b>	<b>42</b>
<b>9. Danksagung</b>	

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

°C	Grad Celsius
APC	Aerobic Plate Count
BF	Brustfleisch
BF3	Brustfleisch in 3-mm Zerkleinerung
BF10	Brustfleisch in 10-mm Zerkleinerung
ca.	circa
CAP	Controlled Atmosphere Packaging
CfU	Colony forming Units
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid, carbon dioxide
EC	European Commission
EFSA	European Food Safety Authority
EG	Europäische Gemeinschaft
et al.	et alii
EU	European Union
FAO	Food and Agriculture Organization
FF	Flügelfleisch
FF3	Flügelfleisch in 3-mm Zerkleinerung
FF10	Flügelfleisch in 10-mm Zerkleinerung
g	Gramm
ISO	International Organization for Standardization
KbE	Kolonie bildende Einheit
KF	Keulenfleisch
KF3	Keulenfleisch in 3-mm Zerkleinerung
KF10	Keulenfleisch in 10-mm Zerkleinerung
L	Lagerungstag
Log	Logarithmus
M.	Musculus
MAP	Modified Atmosphere Packaging
mm	Millimeter

Nr.	Nummer
N <sub>2</sub>	Stickstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
pH	Maßzahl für die Konzentration freier Wasserstoff-Ionen
spp.	Subspezies
T1	Temperatur 1 (+2°C)
T2	Temperatur 2 (+7°C)
USA	United States of America
USDA	United States Department of Agriculture
VO	Verordnung
Vol. %	Volumen%
WHO	World Health Organization
z.B.	zum Beispiel





**Teile der Arbeit wurden bereits in folgenden Zeitschriften bzw. Tagungsbänden veröffentlicht bzw. zur Publikation angenommen:**

REMM, K., T. v. MÜFFLING, G. KLEIN u. B. NOWAK (2008):

Zum Einfluss der Rohstoffauswahl und des Zerkleinerungsgrades auf die chemische und sensorische Beschaffenheit von Geflügelhackfleisch.

49. Arbeitstag des DVG-Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene 29.09.-02.10.2008, Garmisch-Partenkirchen.

Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle, Sonderausgabe, S. 217, ISSN 0945-3296.

REMM, K., K. KOCH, T. v. MÜFFLING u. B. NOWAK (2009):

A study on the microbial status of unseasoned ground turkey meat from an EU producer – a new product with risk potential?

Brit. Poult. Sci. 50, 495-503

REMM, K., M. LANGEN u. B. NOWAK (2010):

Microbiological quality and sensory evaluation of European unseasoned raw minced turkey meat.

Arch. Geflügelk. – Jahrgang 75, ISSN 0003-9098, © Verlag Eugen Ulmer



## **Untersuchungen zur sensorischen und mikrobiologischen Stabilität von frischem Putenhackfleisch in Schutzgasverpackung**

### **1. Einleitung**

#### 1.1 Geflügelfleisch

Weltweit nimmt der Konsum von Geflügelfleisch seit Jahren zu. Zu den am häufigsten verzehrten Geflügelfleischprodukten zählen Huhn und Pute. (FEHLHABER 2006; MCKEE 2007). FEHLHABER prognostizierte 2006 für die folgenden Jahre einen weiteren weltweiten Anstieg des Geflügelfleischkonsums. Die USDA hat diese Prognose 2009 mit ihrem Report „Livestock and Poultry: World Markets and Trade“ unter anderem für die EU-Länder bestätigt und für 2010 einen weiteren Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Geflügelfleisch vorhergesagt. Auch in Deutschland ist ein Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Geflügelfleisch zu verzeichnen (FEHLHABER 2006).

Die steigende Beliebtheit von Geflügelfleisch ist zum einen auf seine ernährungsphysiologischen Vorteile zurückzuführen; es wird vom Verbraucher als gesunde, fettarme Alternative zu Rotfleischprodukten (Rind, Schwein, Schaf) eingestuft (MCKEE 2007). Insbesondere Jungmastgeflügel ist fett- und bindegewebsarm und daher leicht verdaulich und weist eine zarte Fleischbeschaffenheit auf. In Anbetracht steigender Zahlen übergewichtiger Menschen weltweit (WHO 2010) ist das zunehmende Interesse an Geflügelfleischerzeugnissen auch unter diesem Gesichtspunkt zu erklären. Zu den weiteren Vorzügen von Geflügelfleisch zählen zum anderen seine relativ kostengünstige Erzeugung und die damit verbundene preiswerte Abgabe an den Endkonsumenten, die heutzutage mögliche Produktion großer Partien in konstanter Qualität sowie die vielseitigen Verarbeitungsmöglichkeiten (FEHLHABER 2006). Ein Großteil des Geflügels im Handel wird in Form von Teilstücken (z.B. Brust, Flügel oder Keule) sowie als Convenience Food angeboten.

Allerdings ist Geflügelfleisch neben den aufgezeigten Vorteilen auch dafür bekannt, Träger von pathogenen Erregern und anfällig für mikrobiologischen Verderb zu sein. Begründet in den Aufzucht- und Bestandsbedingungen ist derzeit eine vollständige Eliminierung von Pathogenen im Geflügelfleisch weder praktisch noch wirtschaftlich möglich (MEAD 2004). Während der Geflügelfleischverarbeitung sollen verschiedene Hygienekontrollen die mikrobielle Belastung minimieren, können aber die Verteilung von gesundheitsgefährdenden Mikroorganismen zwischen und auf den Karkassen nicht komplett verhindern (BRYAN u. DOYLE 1995; MEAD 2004).

## 1.2 Geflügelfleisch assoziierte Verderbniserreger und Pathogene

Wie im Zusammenhang mit der Fleischverarbeitung schon in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben, findet auch während der Geflügelfleischproduktion ein Wechsel der mesophilen Keimumgebung zu Anfang der Prozessierung in eine psychrotrophe Umgebung am Ende des Produktionszirkels statt (MCKEE 2007). Folglich ist der Verderb von Geflügelfleisch typischerweise mit psychrotrophen Mikroorganismen verbunden. Lagerung und Verpackung beeinflussen die mit Geflügelfleisch assoziierten Mikroorganismen ebenfalls. *Pseudomonas* spp. sind die am häufigsten vorkommenden Mikroorganismen im Zusammenhang mit gekühlten, unter aeroben Bedingungen gelagerten Fleischprodukten, so auch im Geflügelfleisch (MCKEE 2007).

Epidemiologische Studien haben gezeigt, dass in erster Linie Salmonellen und *Campylobacter* im Geflügelfleisch eine bedeutende Gesundheitsgefahr für den Verbraucher darstellen (LUBER 2009). Beide Erreger zählen zu den Hauptverursachern der humanen bakteriellen Gastroenteritis in der industrialisierten Welt (RASSCHAERT et al. 2007; EFSA 2010). Die Nachweisraten für *Campylobacter* liegen in diesem Zusammenhang jedoch laut MCKEE (2007) im Mittel deutlich über denen von Salmonellen. Die FAO/WHO (2002, 2003) nennen unzureichende Erhitzung und Kreuzkontamination als wichtigste Übertragungswege für humanpathogene Erreger durch Geflügelfleisch. Ein weiterer pathogener Erreger, der häufig im Zusammenhang mit Geflügelfleisch genannt wird, ist *Listeria* spp.,

*Listeria monocytogenes* wird dabei als prävalenteste Spezies beschrieben (MCKEE 2007).

### 1.3 Hackfleisch

Wie Geflügelfleisch ist auch Hackfleisch ein beliebtes, preisgünstiges und unkompliziert zuzubereitendes Lebensmittel. Es erfordert aber in Bezug auf die Lebensmittelsicherheit ebenfalls besondere Beachtung. Zum einen wird durch den Zerkleinerungsprozess bei der Hackfleischproduktion die Oberfläche des Produktes signifikant erhöht, zum anderen werden Mikroorganismen, die zunächst nur auf der Rohstoffoberfläche vorhanden waren, durch die Zerkleinerung im ganzen Produkt verteilt, wo sich günstige Bedingungen für Wachstum und Vermehrung der Keime bieten (USDA 1996).

Auf gesetzlicher Ebene finden sich in der VO (EG) Nr. 853/2004 spezifische Regelungen für die Herstellung von Hackfleisch und Faschiertem. Es ist hier definiert als entbeintes Fleisch, das durch Hacken/Faschieren zerkleinert wurde und weniger als 1% Salz enthält. Für Hackfleisch und Faschiertes sind des Weiteren maßgeblich die VO (EG) Nr. 2073/2005 (mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel) und ferner die VO (EG) Nr. 178/2002 (allgemeine Lebensmittelverordnung) sowie die VO (EG) Nr. 852/2004 (Lebensmittelhygiene).

### 1.4 Schutzgasverpackung

Da es sich bei Geflügel- und Hackfleisch, wie angesprochen, um jeweils sehr leicht verderbliche Produkte handelt, muss die Haltbarkeit durch geeignete Maßnahmen optimiert werden, um eine Vermarktung möglich zu machen (SAUCIER et al. 2000). Verpacken unter Schutzgasatmosphäre stellt in diesem Zusammenhang eine wirksame Möglichkeit dar (SAUCIER et al. 2000).

Verpacken unter Schutzgasatmosphären (engl. MAP – Modified Atmosphere Packaging) steht für den Ersatz der normalen Zusammensetzung der Atmosphäre, die das Lebensmittel umgibt, durch einzelne oder mehrere definierte Gase. Es findet

keine weitere Kontrolle über die initial eingesetzte Gaszufuhr statt (PHILLIPS 1996). Im Gegensatz dazu wird in CAP Verpackungen (Controlled Atmosphere Packaging) die vorher festgelegte Verpackungsatmosphäre durch sogenanntes „Active Packaging“ in Form von O<sub>2</sub>-Emittenten/CO<sub>2</sub>-Absorbern unterstützt. Die hauptsächlich in MAP Verpackungen eingesetzten Gase sind Sauerstoff (O<sub>2</sub>), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Stickstoff (N<sub>2</sub>) (PHILLIPS 1996). Im Zusammenhang mit der Verpackung von Geflügelfleisch finden insbesondere folgende Gase und Gaskombinationen (in Vol.%) Verwendung:

- 100% CO<sub>2</sub>
- 25-30% CO<sub>2</sub> + 70-75% N<sub>2</sub>
- 20-40% CO<sub>2</sub> + 60-80% O<sub>2</sub>
- 60-75% CO<sub>2</sub> + 5-10% O<sub>2</sub> + 20% N<sub>2</sub>

(FARBER 1991; CHURCH 1993)

Die eingesetzten Gase haben unterschiedliche Wirkungen und Aufgaben in der Schutzgasverpackung. Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurde eine Sauerstoff-Kohlendioxid-Kombination eingesetzt (70%O<sub>2</sub>, 30%CO<sub>2</sub>). Im Folgenden werden daher die Effekte dieser beiden Gase innerhalb von MAP Verpackungen kurz erläutert.

#### 1. Sauerstoff (O<sub>2</sub>):

Sauerstoff erhält zum einen das Myoglobin im Fleisch in oxidiertem Form, als sogenanntes Oxymyoglobin. Dies wird vom Verbraucher als frische rote Farbe wahrgenommen und als positiver Qualitätsparameter bewertet (PHILLIPS 1996). Zum anderen beeinflusst Sauerstoff die bakterielle Flora auf dem Produkt. Generell stimuliert es das Wachstum von Aerobiern und hemmt das Wachstum von Anaerobiern. Niedrige Sauerstofflevels von <0.5% können zu Farbänderungen in Fleisch und Fleischprodukten führen. Diese sind bedingt durch das Entstehen von Metmyoglobin, wodurch das Fleisch braun bzw. braun/grau erscheint (CHURCH 1993). Hohe Sauerstoffkonzentrationen hingegen können Ranzigkeit bedingen, verursacht durch Oxidationsprozesse. Dies bezieht sich allerdings hauptsächlich auf

Produkte mit hohem Fettgehalt, daher werden diese Produkte gewöhnlich in MAP ohne O<sub>2</sub>-Anteil verpackt. Sofern es sich nicht um sauerstoffundurchlässige Verpackungen handelt, findet während der Lagerung immer ein geringer O<sub>2</sub>-Austausch mit der Umgebung statt. Innerhalb der MAP Verpackung kann dieser O<sub>2</sub>-Anteil das Oberflächenwachstum von pathogenen Anaerobiern hemmen (PHILLIPS 1996).

## 2. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>):

Kohlendioxid ist der hauptkeimhemmende Faktor in MAP Verpackungen. Generell besteht der inhibitorische Effekt in der Verlängerung der Lag-Phase und der Generationsdauer während der logarithmischen Wachstumsphase der Mikroorganismen. Die Effektivität von Kohlendioxid wird von der Ausgangs- und Endkonzentration des Gases, von der Lagerungstemperatur und der Ausgangskeimbelastung beeinflusst (PHILLIPS 1996). Hohe CO<sub>2</sub> Konzentrationen hemmen mikrobielles Wachstum um bis zu >20% (WEBER 2004). Dieser Effekt kann durch entsprechende Lagerungstemperaturen gesteigert werden (REDDY et al. 1992). FARBER (1991) fasst die Wirkung von CO<sub>2</sub> auf Mikroorganismen wie folgt zusammen:

- Veränderung der Zellmembranfunktionen
- Direkte Hemmung von Enzymsystemen oder Herabsetzung der Enzymreaktionsrate
- Penetration der Membran, die zu Veränderungen des intrazellulären pHs führen
- Direkte Veränderungen von physio-chemischen Proteineigenschaften

Im Allgemeinen ist CO<sub>2</sub> in solchen Produkten am wirksamsten, in denen sich die normale Verderbnisflora aus aeroben, gram-negativen, psychrotrophen Bakterien zusammensetzt (PHILLIPS 1996). Andererseits kann die Hemmung von natürlicherweise mit einem Produkt assoziierten Mikroorganismen auch dazu führen, dass sich stattdessen humanpathogene Organismen vermehren (HOTCHKISS u. BANCO 1992).

## 1.5 Putenhackfleisch – Gegenstand der Untersuchungen

Das Inkrafttreten dreier EU Verordnungen (VO (EG) Nr. 178/2002, VO (EG) 853/2004, VO (EG) 2073/2005) macht die Herstellung und Vermarktung (unter Kühlbedingungen  $<+2^{\circ}\text{C}$ ) von Hackfleisch hergestellt aus frischem Geflügelfleisch auch für die europäischen Länder seit 2005 möglich.

In Nicht-EU Ländern wie zum Beispiel den USA war Geflügelhackfleisch hingegen schon früher auf dem Markt erhältlich. So hat die USDA bereits 1996 einen umfassenden mikrobiologischen Report über Putenhackfleisch für die gesamte USA veröffentlicht. Diesem ist zu entnehmen, dass die Hauptgefahren durch dieses Lebensmittel auf der einen Seite durch pathogene Erreger wie *Campylobacter* oder Salmonellen entstehen, die durch ungenügendes Erhitzen im Produkt infektiös bleiben können. Andererseits wird auf mögliche Kreuzkontaminationen hingewiesen, hervorgerufen zum Beispiel durch unzureichend gereinigte und desinfizierte Arbeitsflächen, die vorher mit rohem Geflügelhackfleisch in Kontakt waren (USDA 1996).

Grundlage für die im Folgenden dargestellten Untersuchungen waren zum einen die eingangs dargestellten Besonderheiten im Zusammenhang mit den Produkten Geflügel- und Hackfleisch. Diese sind wie erwähnt insbesondere im Zusammenhang mit dem Vorkommen pathogener Erreger und hoher mikrobiologischer Verderblichkeit zu sehen. Zum anderen fehlen bis heute entsprechende mikrobiologische, aber auch sensorische und weitere ergänzende Daten, für das auf dem europäischen Markt erhältliche Putenhackfleisch in MAP Verpackung und der für seine Herstellung verwendeten Rohstoffe vor und während der Prozessierung.



## 2. Vorgehen bei den Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen war, sowohl umfassende Qualitäts- als auch Lebensmittelsicherheitsparameter des neuen Produktes Putenhackfleisch und der für die Herstellung verwendeten Rohstoffe zu erheben.

In einem ersten Untersuchungsabschnitt wurden im Rahmen einer mikrobiologischen Prozessschrittanalyse vier Stufen der Putenhackfleischproduktion untersucht. Für jeden untersuchten Prozessschritt wurde parallel die Temperatur gemessen. Innerhalb dieser Untersuchung wurde der Rohstoff Putenflügelfleisch vor jeglicher Prozessierung, nach dem Zerkleinerungsprozess, nach dem Mischer und nach dem Abfüllen in Verpackungsschalen auf die Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacilli*, *Enterobacteriaceae*, *Listeria monocytogenes*, Salmonellen sowie *Campylobacter* untersucht. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch Lagerungsversuche, bei denen über einen Zeitraum von 10 Tagen die Gesamtkeimzahl, *Listeria monocytogenes*, Salmonellen, *Campylobacter*, *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* bestimmt wurden. *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* wurden als Repräsentanten für typische so genannte Verderbniserreger gewählt. Im Rahmen der Lagerungsversuche wurde das zu untersuchende Putenhackfleisch in zwei Chargen geteilt. Eine wurde vom Lagerungstag 0 an durchgehend bei +2°C (T1) gelagert. Die zweite Charge wurde bis zum 3. Tag ebenfalls bei +2°C gelagert, ab dem 3. Tag aber bei +7°C (T2), nachdem sie zuvor 45 Minuten lang einer Temperatur von +25°C ausgesetzt war. Dieses Vorgehen diene der Simulation eines regulär unter Handelsbedingungen gekühlten Produktes, welches durch den Verbraucher vom Handel nach Hause transportiert wird, wo das Produkt den Kühlschrankbedingungen (ca. +7°C) ausgesetzt wird. Die angegebene Vorgehensweise mit den korrespondierenden Werten wurde der wissenschaftlichen Literatur entnommen (NAUTA et al. 2002; MARKLINDER et al. 2004). Die Untersuchungen beider Chargen wurden an den Lagerungstagen 0, 3, 5, 7 und 10

(L0, L3, L5, L7, L10) auf die oben genannten Parameter durchgeführt. Begleitend wurden dazu pH Wertmessungen vorgenommen.

In einem weiteren Untersuchungsabschnitt wurden sechs verschiedene Varianten von Putenhackfleisch untersucht. Diese wurden aus drei verschiedenen Putenteilstücken Putenbrust (M. pectoralis, M. supracoracoideus, M. corobrachialis) Putenflügel (M. rhomboideus, M. latissimus dorsi, M. deltoideus, M. triceps, M. biceps) und Putenkeulenfleisch (mit den Hauptmuskeln: M. biceps femoris, M. gastrocnemius, M. peroneus longus) in jeweils zwei Zerkleinerungsgraden hergestellt (3- und 10-mm). Der Übersichtlichkeit halber werden diese sechs Varianten nachfolgend abgekürzt erwähnt. Dabei wird Brustfleisch in 3-mm bzw 10-mm Zerkleinerung als BF3 oder BF10, Flügelfleisch folglich als FF3 oder FF10 und Keulenfleisch entsprechend als KF3 oder KF10 angegeben. Das Hackfleisch war vor der weiteren Untersuchung unter Schutzgasatmosphäre (70% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>) verpackt.

Der Untersuchung der Putenhackfleischvarianten war ebenfalls eine mikrobiologische Analyse der Rohmaterialien vorangestellt. Die Untersuchung der sechs Hackfleischvarianten wurde jeweils an den Lagerungstagen 1 und 7 vorgenommen. Zu den erhobenen mikrobiologischen Parametern zählten: die Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* und *Salmonella*. Ergänzend zu den mikrobiologischen Untersuchungen wurde eine sensorische Evaluierung der sechs Hackfleischvarianten durchgeführt. Da ein neues Produkt untersucht werden sollte, wurde die Sensorik von geschulten Experten vorgenommen (ISO 8586-1:1993). Die sensorischen Untersuchungen der Putenhackfleischvarianten beinhalteten die Beurteilung von Farb-, Geruchs- und Konsistenzparametern. Im einzelnen wurden die Farbintensität, Farbunregelmäßigkeiten, Glanz, Feuchtigkeit und Festigkeit, sowie Geruchsintensität, Säuerlichkeit und Fremdartigkeit bewertet. Jeder der angegebenen Parameter wurde innerhalb eines Rangordnungstests (ISO 8587:2006, ISO 4121:2003) in sechs Intensitätsstufen von „sehr wenig“ in vier weiteren Abstufungen bis hin zu „sehr stark“ (Ränge 1 – 6) untergliedert.

Eine chemische Analyse der Rohmaterialien wurde für beide Untersuchungsabschnitte vorgenommen, um die Vergleichbarkeit des Probenmaterials sicher zu stellen.

Das detaillierte Vorgehen bei den Untersuchungen wurde von REMM et al. (2009) und REMM et al. (2010) in den vorliegenden Artikeln detailliert beschrieben. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse kurz erläutert.

### 3. Zusammenfassende Ergebnisse

#### Mikrobiologische Ergebnisse der Prozessschrittanalyse und Rohmaterialuntersuchungen der drei eingesetzten Putenteilstücke

Die Untersuchung von 1. Flügfleisch-Rohmaterial vor der Prozessierung, 2. nach dem Zerkleinern, 3. nach dem Mischer und 4. nach dem Abfüllen in Schalen liefert erste Ergebnisse über das neue Produkt. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Gesamtkeimzahl und parallel dazu die der Temperatur im Putenhackfleisch während der vier Prozessschritte. Zwischen den einzelnen Produktionsschritten zeigen sich bezüglich der Gesamtkeimzahl keine signifikanten Unterschiede. Im Verlaufe der Produktion steigt diese von log 3.8 KbE/g auf log 4.1 KbE/g. Die Temperatur liegt im Rohmaterial vor der Prozessierung bei +3.6°C und bei +2.7°C im Putenhackfleisch in der Verpackungsschale. Demnach kommt es während der Prozessierung des Rohmaterials zu einem Gesamtkeimzahlanstieg und einem leichten Temperaturabfall.

Der qualitative Pathogennachweis liefert im Bereich der Prozessschrittkontrolle positive Ergebnisse für Salmonellen und *Listeria monocytogenes*. *Listeria monocytogenes* ist der hier am häufigsten nachgewiesene pathogene Erreger, er wird in 7 von 48 (14.6%) der untersuchten Proben detektiert. *Salmonella* wird in einer Probe (2.1%), *Campylobacter* wird nicht nachgewiesen.

Im Rahmen des zweiten Untersuchungsabschnittes wird zunächst eine Rohstoffanalyse der drei verschiedenen Putenteilstücke (Brust-, Flügel- und Keulenfleisch) vorgenommen. Die in diesem Zusammenhang ermittelten Ergebnisse für die Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* zeigt die Abbildung 2. Die Rohstoffanalyse der drei Putenteilstücke ergibt die höchste Gesamtkeimzahl für das Putenbrustfleisch (BF), mit  $\log 4.00 (\pm 0.89)$  KbE/g. Der Wert für Flügelfleisch (FF) liegt bei  $\log 3.62 (\pm 0.47)$  KbE/g und Keulenfleisch (KF) zeigt eine Gesamtkeimzahl von  $\log 3.35 (\pm 0.44)$  KbE/g. Die Ergebnisse der Rohstoffuntersuchung auf *Brochothrix thermosphacta* und *Pseudomonas* spp. zeigen erneut die höchste Keimbelastung im Putenbrustfleisch - mit beiden Verderbniserregern. Die Untersuchung auf *Pseudomonas* spp. ergibt  $\log 3.28 (\pm 0.26)$  KbE/g und *Brochothrix thermosphacta* liegt bei  $\log 3.01 (\pm 0.54)$  KbE/g. Insgesamt ist die Kontamination des Rohmaterials mit *Pseudomonas* spp. höher als mit *Brochothrix thermosphacta* (Abbildung 2).

Zusammenfassend kann für die beiden Untersuchungsabschnitte festgestellt werden, dass vergleichbare Werte in Bezug auf die Gesamtkeimzahl des Rohmaterials vor der weiteren Prozessierung ermittelt werden. Innerhalb des ersten Untersuchungsabschnittes wird ausschließlich Flügelfleischrohmaterial untersucht, es zeigt eine Gesamtkeimzahl von  $\log 3.8$  KbE/g. Diese liegt nur gering unter dem Wert von  $\log 4.0$  KbE/g für die Gesamtkeimzahl des Flügelfleischrohmaterials im zweiten Untersuchungsabschnitt.

Bezüglich der Pathogene hingegen unterscheiden sich die Ergebnisse. Während Untersuchungsabschnitt eins Salmonellen und *Listeria monocytogenes* positive Proben aufweist, werden im zweiten Untersuchungsabschnitt alle Proben negativ auf Salmonellen getestet. Beiden Untersuchungen gemeinsam sind die negativen Ergebnisse für *Campylobacter*.

## Untersuchung des Putenhackfleisches unter unterschiedlichen Lagerungsbedingungen

In beiden oben angesprochenen Untersuchungsabschnitten wird das Putenhackfleisch in Lagerungsversuchen weitergehend analysiert.

Innerhalb des ersten Untersuchungsabschnittes finden (für Hackfleisch hergestellt aus Flügelfleisch) Lagerungsversuche über einen Zeitraum von 10 Tagen, unter Einwirkung zweier verschiedener Temperaturbedingungen statt. Der zweite Untersuchungsabschnitt beinhaltet die Untersuchung der sechs Putenhackfleischvarianten (BF3, BF10, FF3, FF10, KF3 und KF10) über einen Lagerungszeitraum von 7 Tagen unter Einfluss einer konstanten Temperatur.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung von Gesamtkeimzahl, *Brochothrix thermosphacta* und *Pseudomonas* spp. während der zwei verschiedenen Lagerungstemperaturen T1 (+2°C) und T2 (+7°C). Die Proben werden an den Lagerungstagen L0, L3, L5, L7 und L10 untersucht.

In Abbildung 3 ist erkennbar, dass das Putenhackfleisch bei Lagerung unter +2°C bis L7 eine relativ konstante Gesamtkeimzahlentwicklung zeigt. Ab diesem Zeitpunkt erfolgt ein signifikanter Gesamtkeimzahlanstieg. Ein Anstieg des Wachstums von *Brochothrix thermosphacta* und *Pseudomonas* spp. ist insbesondere bei T2 schon zwischen L3 und L5 zu beobachten. Insgesamt ergeben sich für T2 höhere Keimzahlen als für T1. Insbesondere die Zahl von *Brochothrix thermosphacta* steigt während der Lagerung an (L5-L7), sogar unter +2°C Lagerung (T1), und obwohl *Brochothrix thermosphacta* die niedrigste Ausgangskeimzahl (log 3.2 KbE/g) aller hier untersuchten Mikroorganismen aufweist. Die Ausgangskeimzahlen für alle untersuchten mikrobiologischen Parameter liegen konstant unter log 4.7 KbE/g. Der höchste nachgewiesene Wert in dieser Untersuchung liegt an Tag 10 für die Gesamtkeimzahl bei log 8.2 KbE/g in der Probencharge, die bei T2 gelagert wird. Weitere signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) sind in Abbildung 3 dargestellt.

Im Zusammenhang mit der Untersuchung auf pathogene Erreger wird innerhalb dieser Lagerungsversuche nur *Listeria monocytogenes* nachgewiesen. Der zweite

Untersuchungsabschnitt beinhaltet die Untersuchung der sechs Putenhackfleischvarianten während einer Lagerungswoche. Untersucht wird in diesem Fall an den Lagerunstagen L1 und L7. Die entsprechenden Ergebnisse für die Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* sind in Abbildung 4 zusammengefasst.

Es kann festgestellt werden, dass an L1 die Gesamtkeimzahl für das fein zerkleinerte Flügelfleisch (FF3) den höchsten Wert aufweist ( $\log 4.64 \pm 1.29$  KbE/g). Die höchste Keimbelastung für das grob zerkleinerte Putenhackfleisch zeigt sich für Brustfleisch (BF10) ( $\log 4.33 \pm 0.90$  KbE/g). An Lagerungstag 7 ist jeweils das Brustfleisch in beiden Zerkleinerungsgraden am stärksten belastet, mit  $\log 5.73 (\pm 1.05)$  KbE/g für BF3 und  $\log 5.43 (\pm 1.19)$  KbE/g für BF10. Weder an L1 noch an L7 werden zwischen dem fein und dem grob zerkleinerten Putenhackfleisch signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) für die Gesamtkeimzahl errechnet. An Lagerungstag 7 werden aber zwischen BF3/FF3 und zwischen KF3/FF3 signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) für die Gesamtkeimzahl ermittelt. Die Gesamtkeimzahl des fein zerkleinerten Putenhackfleisches steigt bei  $+2^\circ\text{C}$  während der siebentägigen Lagerung um  $\log 1.70$  auf  $\log 5.70$  KbE/g.

Abbildung 4 zeigt weiterhin, dass alle hier untersuchten Putenhackfleischvarianten an L1 stärker mit *Pseudomonas* spp. belastet sind als mit *Brochothrix thermosphacta*. *Pseudomonas* spp. wird an L1 am häufigsten im Putenhackfleisch aus Keulenfleisch (KF) nachgewiesen. Keulenfleisch 3-mm (KF3) zeigt  $\log 4.03 (\pm 0.46)$  KbE/g und KF10  $\log 3.79 (\pm 0.45)$  KbE/g. KF3 enthält zum gleichen Zeitpunkt  $\log 3.46 (\pm 0.38)$  KbE/g *Brochothrix thermosphacta*, KF10  $\log 3.35 (\pm 0.21)$  KbE.

An L7 hingegen ist das Putenhackfleisch konstant höher mit *Brochothrix thermosphacta* belastet als mit *Pseudomonas* spp. Für die fein zerkleinerten Putenhackfleischvarianten (3-mm) wird mit  $\log 4.98 (\pm 0.58)$  KbE/g der höchste Wert in FF3 gemessen. Von den 10-mm Varianten ist KF10 mit  $\log 4.78 (\pm 0.61)$  KbE/g am stärksten belastet. Die höchsten Werte für *Pseudomonas* spp. finden sich an L7 in BF3 ( $\log 4.48 \pm 0.41$  KbE/g) und KF10 ( $\log 4.42 \pm 0.41$  KbE/g). Innerhalb einer Woche steigt die Zahl von *Pseudomonas* spp. durchschnittlich um  $\log 1.20$  KbE/g auf Werte zwischen  $\log 4.27$  bis  $\log 4.48$  KbE für die 3-mm Varianten und  $\log 4.24$  bis

log 4.42 KbE/g für die entsprechenden 10-mm Varianten. Die Zahl an *Brochothrix thermosphacta* steigt um durchschnittlich log 2.00 auf log 4.56 bis log 4.98 KbE/g in den 3-mm Varianten und um durchschnittlich log 1.80 auf log 4.51 bis log 4.78 KbE/g in den entsprechenden 10-mm Proben. Wie auch für die Gesamtkeimzahl werden weder an L1 noch an L7 für *Pseudomonas* spp. oder *Brochothrix thermosphacta* signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den fein und den grob zerkleinerten Putenhackfleischvarianten nachgewiesen.

Insgesamt ist festzustellen, dass Flügelfleisch sowohl als Rohstoff, als auch in beiden Zerkleinerungsvarianten (FF3/FF10) am häufigsten die geringsten Keimzahlen für alle hier untersuchten Mikroorganismen aufweist.

Salmonellen und *Campylobacter* werden in diesem Untersuchungsabschnitt wiederum nicht nachgewiesen.

### Sensorische Evaluierung

Die sensorische Evaluierung durch Experten wird für die sechs Putenhackfleischvarianten (BF3, BF10, FF3, FF10, KF3 und KF10) in Form eines Rangordnungstests durchgeführt. Die aussagekräftigsten Ergebnisse ergeben sich für die Beurteilung der Farb- und Konsistenzparameter. Sie sind in Abbildung 5 dargestellt. Die Prüfung der olfaktorischen Qualität (Intensität, Säuerlichkeit, Fremdartigkeit) des Putenhackfleisches liefert hingegen keine signifikanten Resultate.

KF10 (Rang 6) weist für die Experten die höchste Farbintensität auf, gefolgt von KF3 (Rang 5). Jeweils zwischen BF3/BF10, FF3/FF10 und KF3/KF10 werden keine signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) für die Farbintensität ermittelt. Zwischen allen anderen untersuchten Proben können in allen Vergleichskombinationen hingegen jeweils signifikante Unterschiede für diesen Parameter nachgewiesen werden. Alle weiteren in dieser Untersuchung errechneten signifikanten Unterschiede ( $p < 0.05$ ) sind in REMM et al. (2010) detailliert aufgezeigt. KF10 (Rang 6) wird ebenfalls am höchsten für Farbunregelmäßigkeiten eingestuft, gefolgt von FF10 (Rang 5). FF10

wird in der sensorischen Evaluierung am höchsten für den Parameter Glanz eingestuft, gefolgt von BF10. Putenhackfleisch aus Brustfleisch wird als Produkt mit dem höchsten Feuchtigkeitsgrad bewertet, wobei BF10 (Rang 6) und BF3 (Rang 5) zugeteilt wird. KF10 (Rang 6) und KF3 (Rang 5) werden von den Experten als Produkte mit der höchsten Festigkeit bewertet. Die höchsten Ränge für die in der Abbildung 5 gezeigten Parameter werden in der sensorischen Evaluierung durchgehend für BF10, FF10 und KF10 vergeben.

#### **4. Zusammenfassende Diskussion**

##### Mikrobiologische Ergebnisse der Prozessschrittanalyse und Rohmaterialuntersuchungen der drei eingesetzten Putenteilstücke

Die mikrobiologischen Ergebnisse der Prozessschrittanalyse (erster Untersuchungsabschnitt) sowie die der Rohstoffuntersuchungen des zweiten Untersuchungsabschnittes ergaben Gesamtkeimzahlen für frisches rohes Putenfleisch, die unter der von FRAQUEZA et al. (2008) für Putenfleisch berichteten Ausgangs-Gesamtkeimzahl von  $\log 4.8$  KbE/g liegen. Dementsprechend kann von einer geringen Streubreite in der Keimbelastung von Geflügelfleisch ausgegangen werden (MCKEE 2007). Diese Spanne in der mikrobiellen Kontamination ist laut GILL (2004) bedingt durch eine Vielzahl von intrinsischen und extrinsischen Faktoren, die den mikrobiologischen Status von Fleisch und Fleischprodukten auf allen Stufen der Prozessierung beeinflussen. Während der Putenhackfleischproduktion wurden zwischen den einzelnen Prozessschritten, trotz des Temperaturanstieges um  $1,5^{\circ}\text{C}$  während des Zerkleinerungsvorganges, keine signifikanten Unterschiede in der Gesamtkeimzahlentwicklung nachgewiesen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass während des Mischens eine  $\text{CO}_2$ -Kühlung integriert war, die die Temperatur im Putenhackfleisch von ca.  $5^{\circ}\text{C}$  während des Zerkleinerungsprozesses auf anschließende  $0,8^{\circ}\text{C}$  reduzierte. Die Temperatur gilt als einer der wichtigsten Einflußfaktoren auf den mikrobiellen Verderb und die



Lebensmittelsicherheit (KOUTSOUMANISA u. TAOUKIS 2005). Ebenso entscheidend ist aber, wie lange das Lebensmittel einer bestimmten Temperatur ausgesetzt ist (COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES, UNIVERSITY OF ARIZONA 1998). Die Dauer des Zerkleinerungsvorganges betrug im Falle dieser Putenhackfleischproduktion etwa 5 Minuten und war somit vergleichsweise kurz. Die Gesamtkeimzahl des hergestellten Putenhackfleisches (log 4.1 KbE/g - letzter untersuchter Prozessschritt) liegt im Rahmen der Vorgaben der VO (EG) Nr. 2073/2005 für Hackfleisch am Ende des Herstellungsprozesses.

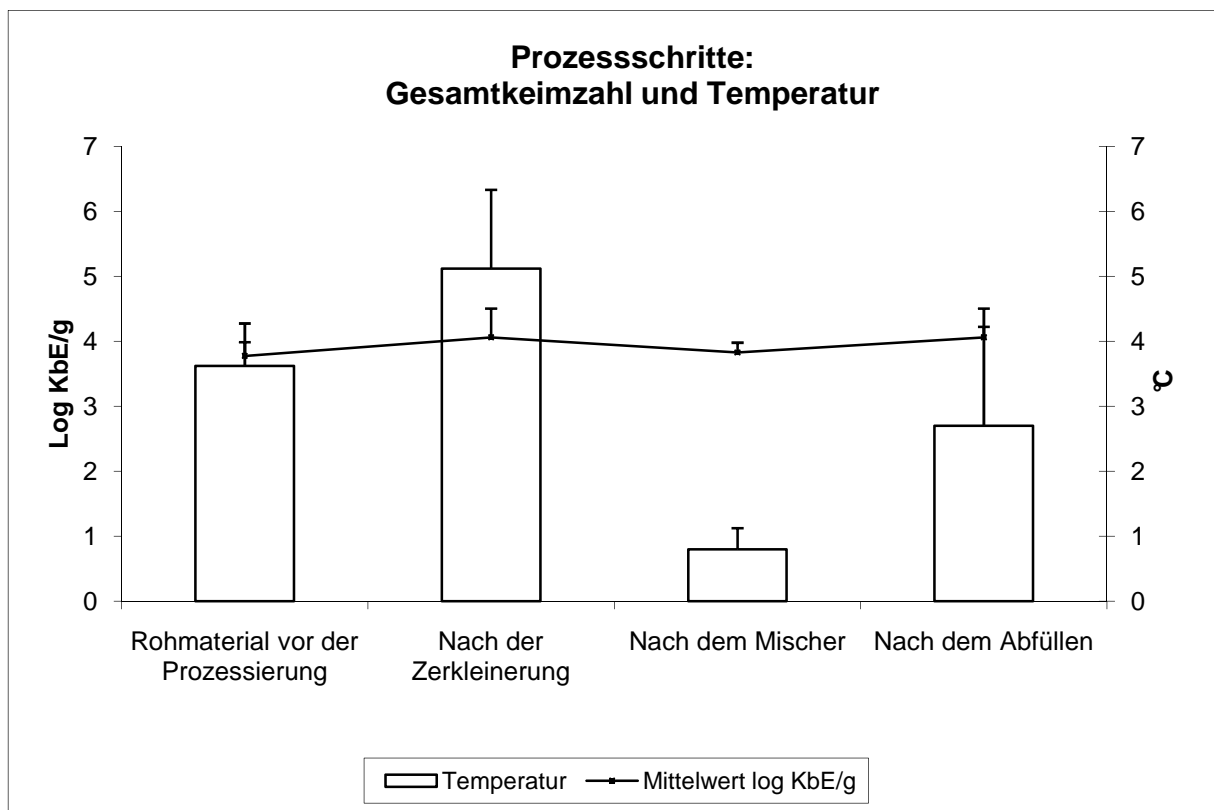


Abbildung 1: Entwicklung von Gesamtkeimzahl (log KbE/g; Mittelwerte  $\pm$  SD) und Temperatur für das Putenhackfleisch während der Herstellung.

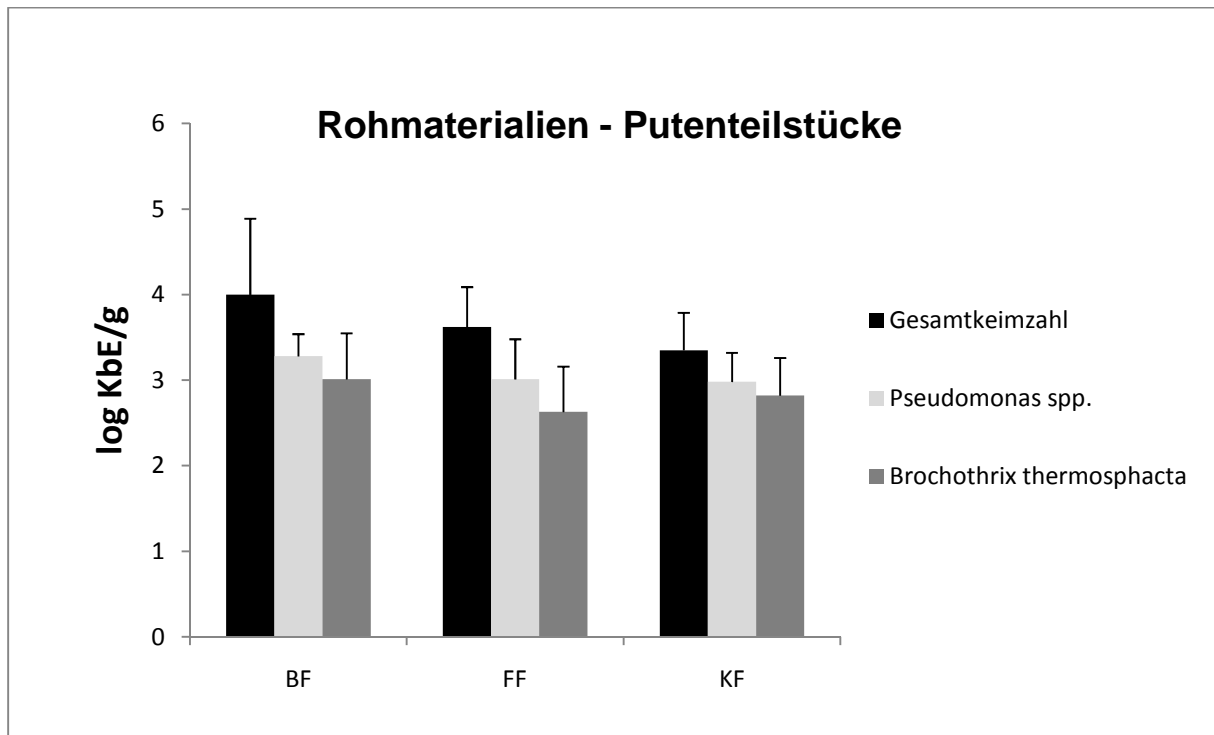


Abbildung 2: Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* (log KbE/g; Mittelwerte  $\pm$  SD) der Rohmaterialien (BF= Brustfleisch, FF= Flügelfleisch, KF= Keulenfleisch) vor der Prozessierung.

Eine Vielzahl epidemiologischer Studien hat die hohe Prävalenz von *Campylobacter* in Hühnern und Puten aufgezeigt; es werden Werte von 40-100% genannt (DICKENS et al. 2002). Dennoch wurde in keiner der hier durchgeführten Untersuchungen *Campylobacter* nachgewiesen. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass Geflügelbestände sehr unterschiedlich stark mit *Campylobacter* kontaminiert sein können (MEAD 2004). Für die Kontamination der Geflügelherden mit *Campylobacter* wird eine Vielzahl an Gründen diskutiert, die die unterschiedlichen Kontaminationsgrade von Herden und Beständen erklären können. Dazu gehören Parameter wie vertikale Kontaminationswege während der Aufzucht, Übertragung durch vorherige Herden oder Übertragung des Bakteriums durch andere Tiere des Betriebes, Insekten, Schadnager oder Trinkwasser (LINDBLUM u. KAIJSER 1986; ANNAN-PRAH u. JANC 1988; PEARSON et al. 1993; GREGORY et al. 1997; PETERSEN u. WEDDERKOPP, 2001; HIETT et al. 2002a,b; CARDINALE

et al. 2004). Zwei andere Pathogene wurden in der Prozessschrittanalyse nachgewiesen, *Listeria monocytogenes* (am häufigsten) und Salmonellen. Während *Salmonella* (wie auch *Campylobacter*) als Kontaminanten des lebenden Geflügels betrachtet werden können, erfolgt eine Kontamination der Karkassen durch Mikroorganismen wie *Listeria monocytogenes* innerhalb der Produktionskette, innerhalb derer *Listeria monocytogenes* sich vermehren kann (MEAD 2004). Sowohl Salmonellen, als auch *Listeria monocytogenes*, sind typischerweise in Geflügelfleisch und Hackfleisch auftretende pathogene Erreger (MEAD 2004). Dennoch kann festgestellt werden, dass obwohl viele Konsumenten Geflügelfleisch typischerweise mit Kontamination durch Salmonellen assoziieren, die Rate der tatsächlich nachgewiesenen Salmonellen generell vergleichsweise gering bleibt (MCKEE 2007). Dies resultiert nicht zuletzt aus der Tatsache, dass die gesetzlichen Bestimmungen eine Kontrolle während der Putenfleischprozessierung auf Salmonellen vorschreiben (VO (EG) Nr. 584/2008). Dass in der vorliegenden Prozessschrittanalyse dennoch in einigen Proben Salmonellen nachgewiesen wurden, zeigt, dass eine Rekontamination durch Salmonellen im Verlaufe der Prozessierung nicht ausgeschlossen werden kann. Andererseits war das Rohmaterial im zweiten Untersuchungsabschnitt tatsächlich Salmonellen-negativ.

#### Untersuchung des Putenhackfleisches unter unterschiedlichen Lagerungsbedingungen

Die Lagerungsversuche beider Untersuchungsabschnitte zeigen, dass das Putenhackfleisch (insbesondere das aus Flügel- und Keulenfleisch) während durchgehender Lagerung bei +2°C und unter Schutzgasatmosphäre verpackt, sieben Tage mikrobiologisch stabil war. Simuliertes Verbraucherverhalten führte hingegen schon zwischen dem 3. und 5. Lagerungstag zu weitaus höheren Keimzahlen (REMM et al. 2009). Rohes Hackfleisch erfordert somit besondere Vorsicht bei der Lagerung, da es für gewöhnlich hohe Anzahlen von Verderbniserregern (wie z. B. *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta*) aufweist, die sogar bei niedrigen Temperaturen bis zu +4°C wachsen können (FOOD SCIENCE AUSTRALIA 2005).

Ungleich anderer die Produktqualität beeinflussender Parameter (wie z.B. pH, Wasseraktivität oder Gaszusammensetzung), kann die Temperatur von gekühlten Produkten bedingt durch Transport und Lagerung (im Handel und durch den Verbraucher) variieren und weicht häufig von den empfohlenen Lagerungsbedingungen ab, was bedeutende Auswirkungen auf die Haltbarkeit des Produktes haben kann (VAIKOUSI et al. 2009).

Die Lagerungstemperatur ist nicht der einzige, die Haltbarkeit positiv beeinflussende Faktor. Schutzgasverpackung wie ‚Modified Atmosphere Packaging‘ (MAP) (insbesondere in Kombination mit niedriger Temperatur) hat ebenfalls einen positiven Effekt auf die Haltbarkeit von Frischfleisch (DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS, GREECE 2002). BOUILLET et al. stellten in diesem Zusammenhang allerdings schon 1982 fest, dass Schutzgasatmosphäre hauptsächlich dann einen effektiven Beitrag zur Haltbarkeit von Hackfleisch leisten kann, wenn die Ausgangskeimzahlen des Produktes so niedrig wie möglich sind, und die Kühlkette streng eingehalten wird. SAUCIER et al. (2002) sind andererseits der Meinung, dass Gaskombinationen in MAP Verpackungen überhaupt keinen ausreichenden Einfluß auf die Haltbarkeit von Geflügelfleisch haben können. Durch die kontroverse Diskussion dieses Parameters in der Literatur bleibt zu erörtern, ob es unter Umständen ratsam wäre, die Lebensmittelsicherheit von Geflügelhackfleisch durch den Einbau weiterer mikrobiologischer Hürden (z.B. durch den Einsatz von Genusssäuren) zusätzlich abzusichern. In diesem Zusammenhang besteht demnach Forschungsbedarf, um geeignete Möglichkeiten, insbesondere im Rahmen der europäischen Gesetzgebung, zu ermitteln.

Obwohl keine wissenschaftliche Literatur verfügbar ist, die exakt die hier durchgeführten Lagerungsversuche beschreibt, finden sich dennoch mikrobiologische Werte, die zum Vergleich herangezogen werden können. Diese stimmen teilweise mit den hier ermittelten Ergebnissen überein (USDA 1996), teilweise liegen sie über (SENER et al. 2000) oder unter (SENER et al. 2000) den hier erwähnten Werten. Demnach variiert auch die Gesamtkeimzahl von Putenhackfleisch innerhalb eines gewissen Rahmens.

An Lagerungstag 1 (L1) waren die sechs Putenhackfleischvarianten, wie auch die Rohmaterialien, höher mit *Pseudomonas* spp. belastet als mit *Brochothrix thermosphacta*. Diese Beobachtung wird von einer These NYCHAS et al. (2008) gestützt, die besagt, dass *Pseudomonas* spp. unter aeroben Bedingungen der dominanteste Verderbniserreger in Geflügelfleisch ist. Da insbesondere durch den Zerkleinerungsvorgang Sauerstoff ins Produkt eingebracht wurde, kann dies des Weiteren als Erklärung für die dominante Anzahl *Pseudomonas* spp. dienen.

An Lagerungstag 7 (L7) war die Situation mit *Brochothrix thermosphacta* als dominantestem Verderbniserreger gegenläufig zu L1. Dieses Ergebnis wird ebenfalls durch eine Aussage NYCHAS et al. (2008) gestützt, die besagt, dass in Fleisch bei einer Temperatur zwischen 0-4°C und unter <50% CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> verpackt, *Brochothrix thermosphacta* der frequenteste Verderbniserreger ist, während das Wachstum von *Pseudomonas* spp. durch CO<sub>2</sub>-Einfluß (insbesondere bei niedrigen Temperaturen bis zu +5°C) gehemmt wird. *Brochothrix thermosphacta*, ein gram-positives Bakterium, ist relativ resistent gegenüber CO<sub>2</sub>-Wirkung (LOSS u. HOTCHKISS 2001). Kohlendioxidangereicherte Atmosphären können das Wachstum aerober Verderbniserreger unterdrücken, die für off-odours und off-flavours im Geflügelfleisch verantwortlich sind (DAVIES 1995). Während der einwöchigen Lagerung wurden aber in dieser Untersuchung weder von *Pseudomonas* spp. noch von *Brochothrix thermosphacta* Keimzahlen von 10<sup>7</sup>-10<sup>9</sup> erreicht, die laut GRAM (2002) zu organoleptischen Veränderungen führen können.

Im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchungen zeigte sich insgesamt für Flügelfleisch (Rohstoff und Putenhackfleisch), im Vergleich zu den anderen Untersuchungsmaterialien (Brust- und Keulenfleisch), am häufigsten die niedrigste mikrobielle Belastung. Eine mögliche Erklärung für diese geringere mikrobielle Keimbelastung der Putenflügel (und des daraus hergestellten Hackfleisches) kann unter Umständen im Ablauf der Schlachtung gefunden werden. Durch die Prozessierung während der Schlachtung (FRIES 2001), kann angenommen werden, dass der Putenflügel durch seine weniger exponierte Position weniger mit Kontaminationsprozessen, zum Beispiel während der Eviszierung, in Kontakt gerät. In diesem Zusammenhang wäre unter Umständen eine weitere Untersuchung

sinnvoll, um innerhalb einer sehr großen Probenmenge abzusichern, ob Putenflügelfleisch dauerhaft konstant keimärmer ist.

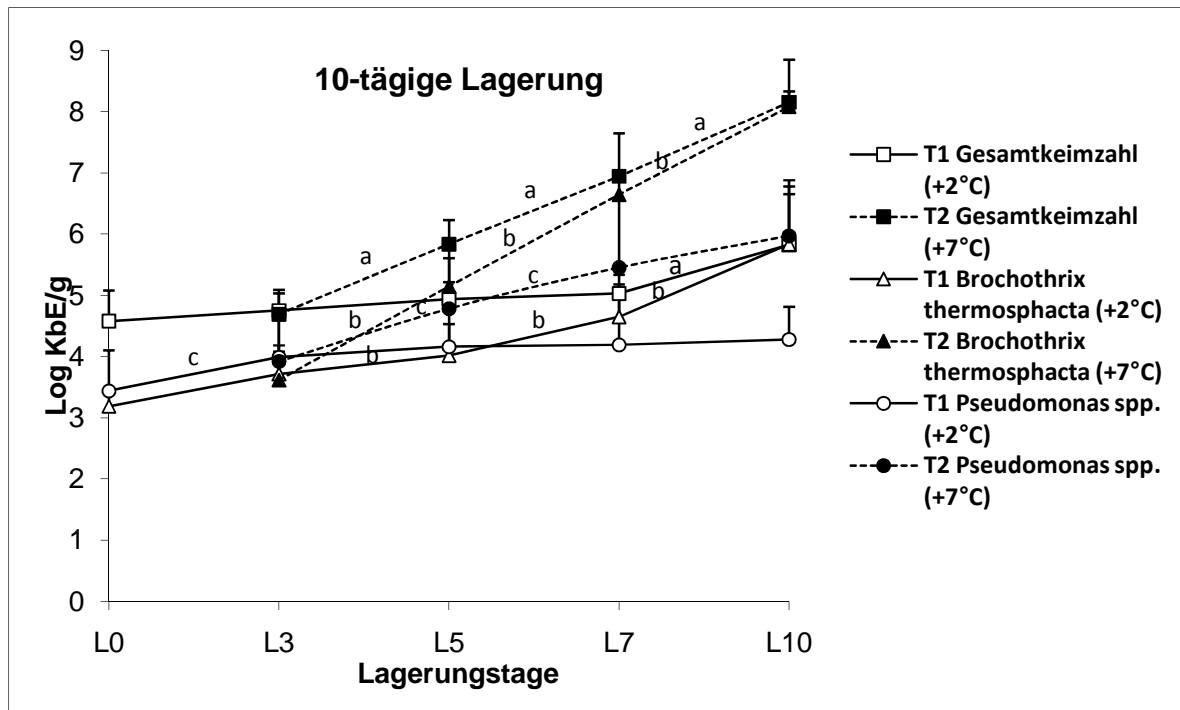


Abbildung 3: Entwicklung von Gesamtkeimzahl, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp. (log KbE/g, Mittelwerte,  $\pm$  SD) im Putenhackfleisch über einen Lagerungszeitraum von 10 Tagen (L0-L10); ab L3 bei zwei Temperaturen (+2°C (T1) und +7°C (T2)). Signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Lagerungstagen sind durch a, b und c gekennzeichnet.

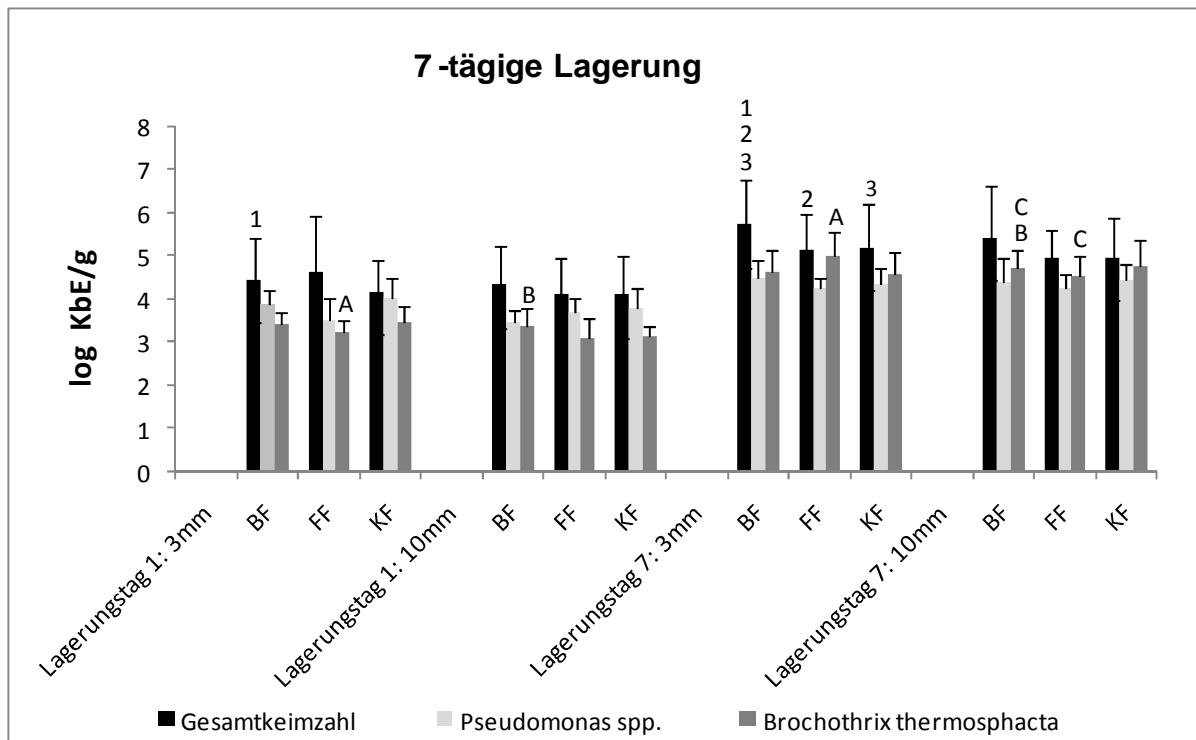


Abbildung 4: Gesamtkeimzahl, *Pseudomonas* spp. und *Brochothrix thermosphacta* (log KbE/g; Mittelwerte  $\pm$  SD) des Putenhackfleisches in beiden Zerkleinerungsgraden (BF3 = Brustfleisch 3-mm, BF10 = Brustfleisch 10-mm, FF3 = Flügelfleisch 3-mm, FF10 = Flügelfleisch 10-mm, KF3 = Keulenfleisch 3-mm, KF10 = Keulenfleisch 10-mm) an den Lagerungstagen 1 und 7. Signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) sind für die Gesamtkeimzahl durch Zahlen gekennzeichnet, für *Brochothrix thermosphacta* durch Buchstaben.

Im Rahmen der Lagerungsversuche des ersten Untersuchungsabschnittes wurde nur *Listeria monocytogenes* nachgewiesen. Im ersten und zweiten Untersuchungsabschnitt wurden weder Salmonellen, noch *Campylobacter* ermittelt. Die Tatsache, dass zwar Salmonellen nachgewiesen wurden, aber keine *Campylobacter*, wird unterstützt durch eine dänische Studie, die ebenfalls keine positive Assoziation zwischen dem Auftreten von *Salmonella* und *Campylobacter* nachweisen konnte (WEDDERKOPP 2001). Wie erwähnt kann sich *Listeria monocytogenes* innerhalb der Produktionskette vermehren (MEAD 2004), so dass

es, wie in der beschriebenen Untersuchung, im Endprodukt während der Lagerungszeit erneut nachgewiesen werden konnte.

Im zweiten Untersuchungsabschnitt wurden keine Pathogene nachgewiesen. Dies deckt sich mit Beobachtungen von CONNER et al. (2001), die aufzeigen, dass die Mehrzahl der bakteriellen Kontaminanten im Geflügelfleisch nicht-pathogen, sondern vielmehr mit Fleischverderb assoziiert sind.

Allerdings muss speziell im Zusammenhang mit den Ergebnissen für die Pathogene angemerkt werden, dass die in dieser Arbeit untersuchten Probenzahlen möglicherweise keine generellen Aussagen für Putenfleischrohmaterial und das daraus hergestellte Hackfleisch zulassen und dementsprechend mit Vorsicht interpretiert werden sollten.

### Sensorische Evaluierung

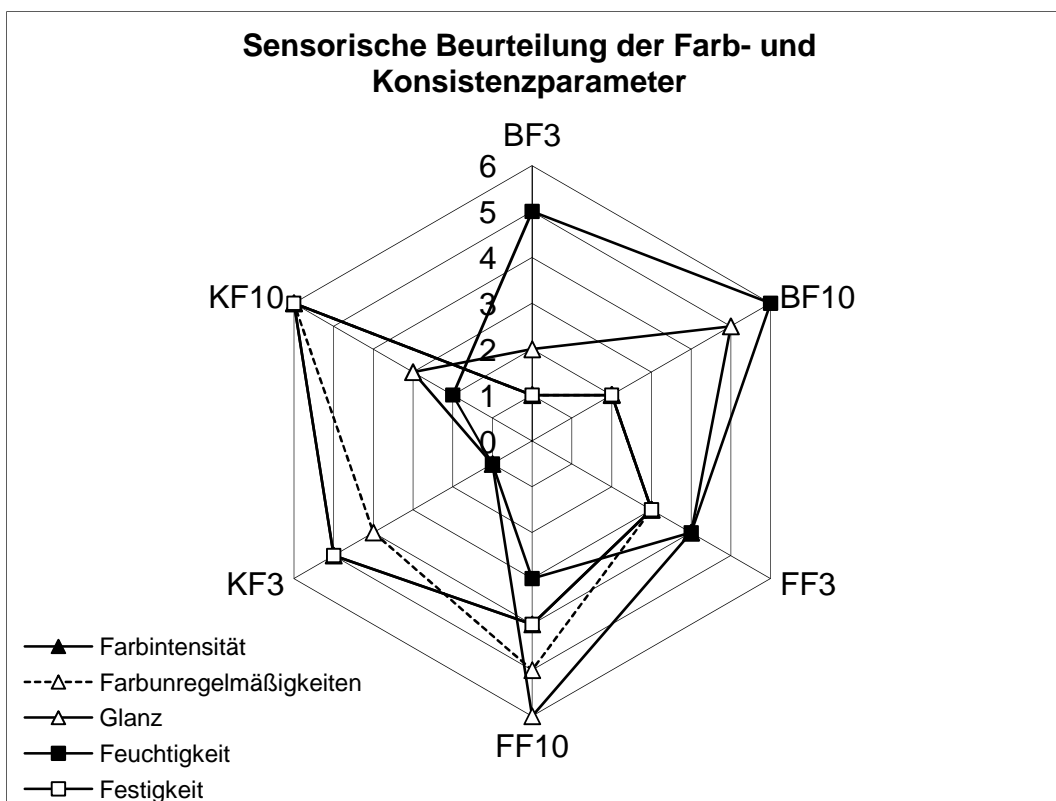
Die sensorische Beurteilung der sechs Putenhackfleischvarianten durch Experten sollte über weitere Qualitätsaspekte des neuen Produktes Aufschluß geben. Es ist derzeit keine vergleichbare sensorische Evaluierung von Putenhackfleisch in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben.

Auffällig im Zusammenhang mit der sensorischen Untersuchung ist, dass die grob (10-mm) zerkleinerten Putenhackfleischvarianten für alle untersuchten Parameter durchweg am höchsten eingestuft wurden (Abbildung 5), so auch für die negativ-assoziierten Parameter, wie Farbunregelmäßigkeiten, Feuchtigkeit und Festigkeit. Dies legt die Vermutung nahe, dass eine grobere Zerkleinerung, die oben aufgeführten Parameter in ihrer visuellen Ausprägung verstärkt. So kann zum Beispiel der höchste Rang für KF10 bezüglich Farbunregelmäßigkeiten damit erklärt werden, dass die Putenkeule die intensivste rote Farbe sowie den höchsten Fettgehalt aufweist, so dass entsprechend rot und weiß-beige farblich in einem Kontrast stehen. Dieser wird durch die grobe Körnung noch verstärkt, da jeweils die Partikel größer sind und weniger homogen erscheinen (REMM et al. 2010). BF10 wurde als Variante mit dem höchsten Feuchtigkeitsgrad gewertet, ein Ergebnis, das durch eine Untersuchung von RICHARDSON u. JONES (1987) unterstützt wird. Die



Autoren befanden die wasserhaltende Kapazität von Putenbrust als niedriger im Vergleich zu der von Putenkeulenfleisch. Diese Aussage passt ebenso zu dem Ergebnis der hier durchgeführten Untersuchung, dass KF10 den höchsten Festigkeitsgrad aufweist.

Abschließend kann zur Diskussion gestellt werden, ob in Ergänzung zu dieser Experten-Untersuchung nach ISO-Norm, eine umfangreiche Verbraucherstudie sinnvoll wäre, um weitere konsumentenorientierte Parameter im Zusammenhang mit diesem, auch für den europäischen Markt, vielversprechenden Geflügelfleischprodukt zu erheben.



*Abbildung 5: Sensorische Beurteilung der sechs Putenhackfleischvarianten. Bewertung von Farbintensität, Farbunregelmäßigkeiten, Glanz, Feuchtigkeit und Festigkeit, untergliedert in sechs Ränge. (KF10 bewertet mit Rang 6 für: Farbintensität, Farbunregelmäßigkeiten und Festigkeit).*

Aufgrund der beschriebenen Untersuchungen lassen sich zusammenfassend folgende Schlußfolgerungen ziehen. Da der Temperaturanstieg während der Zerkleinerungsphase in der Hackfleischproduktion am ausgeprägtesten war, ist konsequente Kühlung von erheblicher Bedeutung, um statistisch signifikante Gesamtkeimzahlerhöhungen zu vermeiden. Da Salmonellen auch nach der gesetzlich vorgeschriebenen Kontrolle während der Produktion nachgewiesen wurden, muss auf eine strikte Einhaltung der Hygienerichtlinien Wert gelegt werden. Das Auftreten pathogener Erreger im Rohstoff oder im prozessierten Putenhackfleisch kann derzeit aber insgesamt auf keiner Produktionsebene ausgeschlossen werden. Die Simulation des Verbraucherverhaltens hat gezeigt, dass der Transport des Endproduktes durch den Verbraucher die Keimzahlen signifikant ansteigen lässt. Die mikrobiologische Stabilität des Putenfleisches von sieben Tagen kann nur erreicht werden, wenn eine durchgängige Lagerungstemperatur von +2°C immer eingehalten wird. Die Bedeutung von niedrigen Temperaturen wird durch den signifikanten Unterschied von bei +2°C beziehungsweise +7°C gelagertem Putenhackfleisch unterstrichen. Putenhackfleisch muss als leicht verderbliches Produkt mit Risikopotential angesehen werden, das konsequent besondere Vorsicht in der Handhabung erfordert. Putenflügelfleisch (Rohmaterial, FF3/FF10) zeigte während der gesamten Untersuchung im Mittel die niedrigsten Keimzahlen, auch wenn signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) erst für L7 errechnet wurden. Die Kombination dieses Ergebnisses mit denen der sensorischen Untersuchung führt zu der Empfehlung, fein zerkleinertes Putenhackfleisch (3-mm) aus Flügelfleisch zu produzieren, da die 10-mm Varianten durchgehend die höchsten Ränge für negative Parameter wie Farbunregelmäßigkeiten, Feuchtigkeit und Festigkeit besetzten.

## 5. Zusammenfassung

**Karen Remm**

### **Untersuchungen zur sensorischen und mikrobiologischen Stabilität von frischem Putenhackfleisch in Schutzgasverpackung**

Hauptziele der vorliegenden Untersuchungen waren zum einen die Erfassung umfassender mikrobiologischer Daten im Zusammenhang mit einem, für den europäischen Markt neuen Produkt, Putenhackfleisch. Zum anderen ermöglichte eine Evaluierung durch Experten mittels eines Rangordnungstests eine erste sensorische Qualitätseinstufung des Putenhackfleisches. Innerhalb zweier Untersuchungsabschnitte wurde Putenfleisch (Rohmaterial und Putenhackfleisch) von einem großen europäischen Geflügelfleischproduzenten untersucht.

Im ersten Untersuchungsabschnitt wurden im Rahmen einer Prozessschrittanalyse an vier Stationen der Herstellung (Putenflügel-Rohmaterial vor der Prozessierung, nach dem Zerkleinerungsprozess, nach dem Mischer und nach dem Abfüllen) und zusätzlich durch Lagerungsversuche mikrobiologische Daten erhoben. Die Lagerungsversuche dienten der Simulation typischen Verbraucherverhaltens. Zu diesem Zweck wurde das verpackte Putenhackfleisch in zwei Chargen unterteilt, wovon zunächst beide unter den gesetzlich vorgeschriebenen Kühlbedingungen von +2°C gelagert wurden. Während die erste Charge konstant bei dieser Temperatur weiter gelagert wurde, wurde die zweite Charge am 3. Tag für 45 Minuten einer Temperatur von +25°C ausgesetzt (Transportsimulation des Endproduktes durch den Verbraucher), um sie anschließend bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes von 10 Tagen bei +7°C (Kühlschrankbedingungen im Verbraucherhaushalt) zu lagern.

Die Ergebnisse der Prozessschrittanalyse zeigen, dass die Gesamtkeimzahl des Rohmaterials vor der weiteren Prozessierung bei log 3.8 KbE/g liegt. Trotz Temperaturerhöhung nach dem Zerkleinerungsvorgang, ist kein signifikanter Anstieg der Gesamtkeimzahl zu verzeichnen. *Listeria monocytogenes* ist der am häufigsten nachgewiesene pathogene Erreger, er wird in 7 von 48 (14.6%) untersuchten Proben

gefunden. *Salmonella* wird in einer Probe (2.1%), *Campylobacter* wird nicht nachgewiesen.

Die Werte für die Gesamtkeimzahl des Putenhackfleisches liegen mit Anfangskeimgehalten von etwa 4.5 log KbE/g im Rahmen der EU VO 2073/2005. *Brochothrix thermosphacta* und *Pseudomonas* spp. sind die am häufigsten nachgewiesenen Mikroorganismen. Unter Einhaltung einer Lagerungstemperatur von +2°C ist das Putenhackfleisch mikrobiologisch sieben Tage stabil. Das simulierte Verbraucherverhalten führt direkt nach dem „Transport“ zu einem signifikanten Anstieg ( $p < 0.05$ ) der Keimzahlen. Durch die Untersuchungen kann gezeigt werden, dass Putenhackfleisch ein risikobehaftetes, leicht verderbliches Produkt ist, insbesondere dann, wenn der Anfangskeimgehalt des verwendeten Rohmaterials nicht ausgesprochen niedrig ist, pathogene Erreger nachgewiesen werden und wenn typisches Verbraucherverhalten simuliert wird.

Im zweiten Untersuchungsabschnitt wurden sechs Putenhackfleischvarianten in zwei Zerkleinerungsgraden (3- und 10-mm) aus Brust-, Flügel-, und Keulenfleischrohmaterial hergestellt und unter Schutzgasatmosphäre verpackt (70% O<sub>2</sub>, 30%CO<sub>2</sub>). Diese Varianten wurden anschließend bei +2°C über sieben Tage gelagert. Das Rohmaterial sowie die Putenhackfleischvarianten wurden auf die Gesamtkeimzahl, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* und *Campylobacter* untersucht.

Bei +2°C Lagerung ist das Putenhackfleisch (vergleichbar dem ersten Untersuchungsabschnitt) mindestens sieben Tage mikrobiologisch stabil. An Lagerungstag sieben bestehen für die Gesamtkeimzahl zwischen dem fein zerkleinerten (3-mm) Brust/Flügelfleisch und dem Keulen/Flügelfleisch signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ). Insgesamt werden für das Flügelfleisch (Rohstoff und Putenhackfleisch) die niedrigsten Keimzahlen nachgewiesen. Die sensorische Beurteilung beinhaltet Farb-, Konsistenz-, und Geruchsprüfungen. Es zeigt sich, dass alle grob zerkleinerten Putenhackfleischvarianten am häufigsten mit negativen Parametern wie Farbunregelmäßigkeiten, Feuchtigkeit und Festigkeit belegt werden.

Auf Grundlage der mikrobiologischen und sensorischen Ergebnisse aus beiden Untersuchungsabschnitten erscheint die Herstellung von Putenhackfleisch aus Flügelfleisch mit einem Zerkleinerungsgrad von 3-mm empfehlenswert.

## 6. Summary

Karen Remm

### Sensory and microbiological stability of fresh turkey minced meat under modified atmosphere packaging

The main objectives of the present examinations were to collect comprehensive microbiological data associated with a product new to the market in the European Union, minced turkey meat, and to additionally evaluate the product quality within the frame of a sensory expert evaluation.

Material from a large-scale EU producer was examined in two examination units.

Firstly, turkey meat raw material and turkey minced meat were analysed at four processing stages (the raw material prior to further processing; after passage through the meat chopper; after passage through the cutter and after filling). The packaged minced meat was then examined during ten days of storage, once using the legally recommended conditions ( $< +2^{\circ}\text{C}$ ), and then under simulated consumer handling; one batch was stored for 3 days at  $+2^{\circ}\text{C}$  then kept for 45 min at  $25^{\circ}\text{C}$  and then stored at  $+7^{\circ}\text{C}$ .

Results of testing during processing show that the mean total aerobic plate count (APC) of the unprocessed material is  $\log 3.8$  CfU/g and does not rise significantly, although the temperature rises briefly after the material left the meat chopper. *Listeria monocytogenes* is the pathogen detected most often, in 7 (14.6%) of 48 samples, followed by *Salmonella* in one (2.1%). No *Campylobacter* are found.

Initial contaminations (APC) of about  $\log 4.5$  CfU/g are common in stored minced meat, conforming to European Union Regulations EC 2073/2005. *Brochothrix thermosphacta* and *Pseudomonas* spp. are the bacteria found most frequently. Under strict maintenance at a storage temperature of  $+2^{\circ}\text{C}$ , the microbiological stability of the material is seven days. Under simulated consumer handling, the microbial counts increase significantly, immediately after transport. The findings indicate that minced turkey meat is a risky, perishable product, especially if the raw

material does not have a low APC, is not pathogen-free, and maintained under typical consumer handling and storage conditions.

For the second part of the examinations, six varieties of minced turkey meat in two granulation sizes – fine (3-mm) and coarse (10-mm) – made from fresh breast, wing and thigh meat, packaged under modified atmosphere (70% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>), were stored for seven days at +2°C. The raw materials as well as the minced meat varieties were tested for the total aerobic plate count (APC), *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* and *Campylobacter*.

At +2°C the turkey mince is microbiologically stable for at least seven days (comparable to the results of the first examination unit). On storage day seven, for the 3-mm breast/wing and thigh/wing meats, significant differences ( $p < 0.05$ ) in microbiological contamination are found for the APC. The sensory evaluation included colour, texture and odour. It shows that all coarsely minced varieties are always ranked the highest for negative sensory parameters such as colour irregularities, moisture and firmness.

On the basis of the microbiological and sensory parameters analysed, the recommendation of this work is to produce finely minced turkey (3-mm granulation size) from wing meat.

## 7. Literaturverzeichnis

ANNAN-PRAH, A. u. M. JANC (1988):

The mode of spread of *Campylobacter jejuni/coli* to broiler flocks.

Zbl. Vet. Med. B 35, 11–18

BOUILLET, A., M. DUCHÊNE u. C. DEROANNE (1982) :

Conservation en congélation et réfrigération de la viande hachée de boeuf et de porc: évolution de la flore microbienne et des propriétés physico-chimiques en cours de stockage.

Int. J. Refrig. 5, 343-347

BRYAN, F. L. u. M. P. DOYLE (1995):

Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry.

J. Food Prot. 58, 326-344

CARDINALE, E., F. TALL, E. F. GUEYE, M. CISSE u. G. SALVAT (2004):

Risk factors for *Campylobacter* spp. infection in Senegalese broiler-chicken flocks.

Prev. Vet. Med. 64, 15–25

CHURCH, P. N. (1993):

Meat and meat products

in: R.T. PARRY (Hrsg.): Principles and applications of modified atmosphere packaging of food, S. 170-187, Blackie, Glasgow



CONNER, D. E., A.D. MICHAEL u. L. ZHANG (2001):

Poultry-borne pathogens: plant considerations.

in: A. R. SAMS (Hrsg.): Poultry Meat Processing. 2. Auflage, S. 138-151, CRC Press, Boca Raton, Boston, New York, Washington DC

COOPERATIVE EXTENSION, COLLEGE OF AGRICULTURE & LIFE SCIENCES,  
THE UNIVERSITY OF ARIZONA (1998):

Food safety, preparation and storage tips

[<http://cals.arizona.edu/pubs/health/foodsafety/az1086.html>]

DAVIES, A.P. (1995):

Advances of MAP

in: G. W. GOULD (Hrsg.): Natural antimicrobial systems and Food Preservation, S. 304-320, Blackie Academic and Professional, Glasgow

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, AGRICULTURAL  
UNIVERSITY OF ATHENS, GREECE (2002):

Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions.

Int. J. Food Microbiol. 79, 35-45

DICKENS, M. A., S. FRANKLIN, R. STEFANOVA, G. E. SCHUTZE, K. D.

EISENACH, I. WESLEY u. M. D. CAVE (2002):

Diversity of Campylobacter isolates from retail poultry carcasses and from humans as demonstrated by pulsed-field gel electrophoresis.

J. Food Prot. 65 957-962

EFSA (2010):

Food-borne diseases

[<http://www.efsa.europa.eu/en/biohaztopics/topic/foodbornediseases.htm>]

FAO/WHO (2002):

Risk Assessment of Salmonella in Eggs and Broiler Chickens.

Interpretive Summary. WHO Library, Geneva, Switzerland

FAO/WHO (2003):

A Draft Risk Assessment of Campylobacter spp. in Broiler Chickens.

Interpretive Summary. WHO Library, Geneva, Switzerland

FARBER, J. M. (1991):

Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging – a review.

J. Food Prot. 54, 58-70

FEHLHABER, K. (2006):

Geflügelfleisch in: K. FEHLHABER, J. KLEE u. F. KLEY:

Handbuch Lebensmittelhygiene Praxisleitfaden mit wissenschaftlichen Grundlagen,

Kapitel XII.2, B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg

FOOD SCIENCE AUSTRALIA (2005):

Food Science Australia Fact Sheet – Refrigerated storage of perishable foods

[<http://www.foodscience.csiro.au/refrigerated.htm>]

FRAQUEZA, M. J., M. C. FERREIRA u. A. S. BARRETO (2008):

Spoilage of light (PSE-like) and dark turkey meat under aerobic or modified atmosphere package: microbial indicators and their relationship with total volatile basic nitrogen.

Brit Poultry Sci, 49, 12-20

FRIES, R. (2001):

Geflügelfleischgewinnung in R. FRIES, V. BERGMANN u. K. FEHLHABER (Hrsg.): Praxis der Geflügelfleischuntersuchung, S. 37-46, Schlütersche GmbH & Co. KG., Hannover

GILL, C. O. (2004):

Spoilage, Factors affecting/ Microbiological in C. DEVINE, W. JENSEN u. M. DIKEMAN (Hrsg.): Encyclopedia of Meat Science, S. 1324-1330, Academic Press, USA/ UK

GRAM, L., M. RASCH, J.B. BRUHN, A.B. CHRISTENSEN, M. GIVSKOV (2002):

Food spoilage – interactions between food spoilage bacteria.

Int. J. Food Microbiol. 78, 79-97

GREGORY, E., H. BARNHART, D. W. DREESEN, N. J. STERN u. J. L. CORN (1997):

Epidemiological study of Campylobacter spp. in broilers: Source, time of colonization, and prevalence.

Avian Dis. 41, 890–898

HIETT, K.L., N. A. Cox, R. J. Buhr u. N. J. Stern (2002a):

Genotype analyses of Campylobacter isolated from distinct segments of the reproductive tracts of broiler breeder hens.

Curr. Microbiol. 45, 400–404

HIETT, K.L., N. J. STERN, P. FEDORKA-CRAY, N. A. COX, M. T. MUSGROVE u. S. LADELY (2002b):

Molecular subtype analyses of Campylobacter spp. from Arkansas and California poultry operations.

Appl. Environ. Microbiol. 68, 6220–623

HOTCHKISS, J. H. u. M. J. BANCO (1992):

Influence of new packaging technologies on the growth of microorganisms in produce.

J. Food Prot. 55, 815-820

ISO (1993(E)):

Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – Part 1: selected assessors. ISO Standard Method No. 8586-1. Geneva: ISO

ISO (2003(E)):

Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales. ISO Standard Method No. 4121. Geneva: ISO

ISO (2006):

Sensory analysis -- Methodology – Ranking. ISO Standard Method No. 8587. Geneva: ISO

KOUTSOUMANISA, K., TAOUKIS, P. S. & NYCHASC, G. J. E. (2005):

Development of a safety monitoring and assurance system for chilled food products. Int. J. Food Microbiol. 100, 253–260

LINDBLOM, G.B.S. u. E. B. KAIJSER (1986):

Natural Campylobacter colonization in chickens raised under different environmental conditions.

J. Hyg. 96, 385–391

LOSS, C.R. u. J.H. HOTCHKISS (2001):

Inhibition of microbial growth by low-pressure and ambient pressure gases  
in: V. K. JUNEJA u. J. K. SOFOS (Hrsg.): Control of foodborne microorganisms, 1. Auflage, S. 245-281, CRC Press USA

LUBER, P. (2009):

Cross-contamination versus undercooking of poultry meat or eggs — which risks need to be managed first?

Int. J. Food Microbiol. 134, 21-28

MARKLINDER, I. M., M. LINDBLAD, L. M. ERIKSSON, A. M. FINNISON u. R. LINDQVIST (2004):

Home storage temperatures and consumer handling of refrigerated foods in Sweden.  
J. Food Prot. 67, 2570-2577

MEAD, G. C. (2004):

Microbial hazards in production and processing  
in: G. C. MEAD (Hrsg.): Poultry meat processing and quality, S. 232-257, CRC Press, Boca Raton, Boston, New York, Washington DC

MCKEE, L. (2007):

Microbiological and sensory properties of fresh and frozen poultry  
in: L. M. L. NOLLETT (Hrsg.): Handbook of Meat, Poultry & Seafood Quality, S. 487-496, Blackwell Publishing, Iowa, USA

NAUTA, M. J., S. LITMAN, G. C. BARKER u. F. CARLIN (2002):

A retail consumer phase model for exposure assessment of *Bacillus cereus*.  
Int. J. Food Microbiol. 83, 205-218

PEARSON, A.D., M. GREENWOOD, T. D. HEALING, D. ROLLINS, M. SHAHAMAT, J. DONALDSON u. R. R. COLWELL (1993):

Colonization of broiler chickens by waterborne *Campylobacter jejuni*.  
Appl. Environ. Microbiol. 59, 987-996

PETERSEN, L. u. A. WEDDERKOPP (2001):

Evidence that certain clones of *Campylobacter jejuni* persist during successive broiler flock rotations.

Appl. Environ. Microbiol. 67, 2739–2745

PHILLIPS, C. A. (1996):

Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce.

Int. J. Food Sci. Technol. 31, 463-479

RASSCHAERT, G., K. HOUF, J. VAN HENDE u. L. DE ZUTTER (2007):

Investigation of the concurrent colonization with *Campylobacter* and *Salmonella* in poultry flocks and assessment of the sampling site for status determination at slaughter.

Vet. Microbiol. 123, 104-109

REDDY, N. R., D. G. ARMSTRONG, E. J. RHODEHAMEL u. D. A. KAUTTER

(1992): Shelf-life extension and safety concerns about fresh fishery products packaged under modified atmospheres: a review.

J. Food Safety 12, 87-118

REMM, K., M. LANGEN u. B. NOWAK (2010):

Microbiological quality and sensory evaluation of European unseasoned raw minced turkey meat.

Arch. Geflügelk. (angenommen zur Publikation für Ausgabe 2/75)

RICHARDSON, R. I. u. J. M. JONES (1987):

The effects of salt concentration and pH upon water-binding, water holding and protein extractability of turkey meat.

Int. J. Food Sci. Technol. 22, 683-692

SAUCIER, L., C. GENDRON u. C. GARIÉPY (2000):

Shelf Life of Ground Poultry Meat Stored Under Modified Atmosphere.

Poultry Sci. 79, 1851-1856

SENER, S. D., J. W. ARNOLD u. V. CHEW (2000):

APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions.

J. Sci. Food Agr. 80, 1559-1564

USDA (1996):

Nationwide raw ground turkey microbiological survey

[<http://www.fsis.usda.gov/ophs/baseline/rwgrturk.pdf>]

USDA (2009):

Livestock and Poultry: World Markets and Trade

[[http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2009/livestock\\_poultry\\_10-2009.pdf](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2009/livestock_poultry_10-2009.pdf)]



VAIKOUSI, H., C. G. BILIADERIS u. K. P. KOUTSOUMANIS (2009):

Applicability of a microbial Time Temperature Indicator (TTI) for monitoring spoilage of modified atmosphere packed minced meat.

Int. J. Food Microbiol. 133, 272-278

WEBER, H. (2004):

Haltbarmachung und sonstige Behandlung von Lebensmitteln

in: H. J. SINELL (Hrsg.): Einführung in die Lebensmittelhygiene, S. 202, Parey

Verlag, Stuttgart, Deutschland

WEDDERKOPP, A., K. O. GRADEL, J. C. JØRGENSEN u. M. MADSEN (2001):

Pre-harvest surveillance of Campylobacter and Salmonella in Danish broiler flocks: a 2-year study.

Int. J. Food Microbiol. 68 53-59

WHO (2010):

Obesity and overweight

[<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/>]

## **Rechtstexte**

2002

Verordnung 178/2002 des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.

ABI, L. 31/1 vom 28.01.2002

2004

Verordnung 852/2004 des Europäischen Parlamentes und des Rates über Lebensmittelhygiene.

ABI, L. 139/1 vom 29.04.2004

2004

Verordnung 853/2004 des Europäischen Parlamentes und des Rates über spezifische Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs.

ABI, L.139/55 vom 30.04.2004

2005

Verordnung 2073/2005 der Kommission über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel.

ABI, L.338/1 vom 15.11.2005

2008

Verordnung 584/2008 der Kommission zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf das Gemeinschaftsziel zur Senkung der Prävalenz von *Salmonella Enteritidis* und *Salmonella Typhimurium* bei Puten.

ABl, L.162/3 vom 20.06.2008

## 8. Anhang

REMM, K., K. KOCH, T. v. MÜFFLING u. B. NOWAK (2009):

A study on the microbial status of unseasoned ground turkey meat from an EU producer – a new product with risk potential?

Brit. Poult. Sci. 50, 495-503

REMM, K., M. LANGEN u. B. NOWAK (2010):

Microbiological quality and sensory evaluation of European unseasoned raw minced turkey meat.

Arch. Geflügelk. (angenommen zur Publikation für Ausgabe 2/75)

Artikel veröffentlicht:

REMM, K., K. KOCH, T. v. MÜFFLING u. B. NOWAK (2009):

A study on the microbial status of unseasoned ground turkey meat from an EU producer – a new product with risk potential?

Brit. Poult. Sci. 50, 495-503

## ABSTRACT

1. The aim of this study was to point out potential risks associated with a product new to the market in the European Union: unseasoned minced turkey meat.
2. On six days of sampling, minced turkey meat from a large-scale EU producer was analysed at four processing stages.
3. The packaged minced meat was then examined during ten days of storage, once using the legally recommended conditions (< +2 °C), and then under simulated consumer handling; one batch was stored for 3 days at +2 °C then kept for 45 min at 25 °C and then stored at +7 °C. Microbiological and physical parameters were tested on five days.
4. Results of testing during processing showed that the mean total aerobic plate count (APC) of the unprocessed material was 3.8 log CfU/g and did not rise significantly, although the temperature rose briefly after the material left the meat chopper. *Listeria monocytogenes* was the pathogen detected most often, in 7 (14.6%) of 48 samples, followed by *Salmonella* in one (2.1%). No *Campylobacter* were found.
5. Initial contaminations (APC) of about 4.5 log CfU/g were common in stored minced meat, conforming to European Union Regulations EC 2073/2005 and 1441/2007. *Brochothrix thermosphacta* and *Pseudomonas* spp. were the bacteria found most frequently. Under strict maintenance at a storage temperature of +2 °C, the maximum microbiological stability of the material was seven days. Under simulated consumer handling, the microbial counts increased significantly, immediately after transport.
6. Our findings indicate that unseasoned minced turkey meat is a risky, perishable product, especially if the raw material does not have a low APC, is not pathogen-free, and maintained under typical consumer handling and storage conditions.

Artikel angenommen zur Veröffentlichung:

REMM, K., M. LANGEN u. B. NOWAK (2010):

Microbiological quality and sensory evaluation of European unseasoned raw minced turkey meat.

Arch. Geflügelk. – Jahrgang 75, ISSN 0003-9098, © Verlag Eugen Ulmer

## **ABSTRACT**

This study presents microbiological and sensory data for a product new to the European market. Six varieties of minced turkey meat in two granulation sizes – fine (3 mm) and coarse (10 mm) – made from fresh breast, wing and thigh meat, packaged under modified atmosphere (70% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>), were stored for 7 days at +2 °C. The raw materials as well as the minced meat varieties were tested for the total aerobic plate count (APC), *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* and *Campylobacter*. At +2°C the turkey mince was microbiologically stable for at least 7 days. On storage day seven, for the 3-mm breast/wing and breast/thigh, significant differences ( $P < 0.05$ ) in microbiological contamination were found for the APC. The sensory evaluation included colour, texture and odour. It showed that all coarsely minced varieties were always ranked the highest for negative sensory parameters such as colour irregularities, moisture and firmness.

## 9. Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Günther Klein für die Förderung und Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Bernhard Nowak für das Überlassen des Promotionsthemas und die wissenschaftliche Begleitung der Arbeit.

Frau Dr. Theda von Müffling danke ich für ihre Unterstützung bei den Labortätigkeiten und beim Erlernen des wissenschaftlichen Schreibens.

Allen MitarbeiterInnen des Instituts für Lebensmittelqualität und -sicherheit, insbesondere Frau Bettina Engel-Abé, Frau Marion Busse, Frau Marija Livio und Herrn Dietmar Köke, danke ich herzlich für die vielen Anregungen und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ich bedanke mich bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) für die großzügige finanzielle Förderung dieser Arbeit.

Meinen Mit-Doktoranden danke ich für eine, trotz allen Schwierigkeiten, gute gemeinsame Zeit und die daraus entstandenen Freundschaften. Insbesondere Kerstin Koch danke ich für ihre Hilfe und Unterstützung bei fachlichen Belangen und die unzähligen aufbauenden Gespräche und ‚Kriegsratsitzungen‘. Johanna von Waldthausen danke ich für die fröhliche und motivierende Zeit in unserem kleinen Büro, in dem viel gelacht und von ‚besseren Zeiten‘ geträumt wurde.

Außerdem möchte ich Frau Judy McAlister-Hermann danken, die mich bei der englisch-sprachigen Gestaltung der Texte sehr geduldig und freundlich unterstützt hat.

Meinem Freund Philippe Böning danke ich von ganzem Herzen für seine nicht enden wollende Geduld, stete Unterstützung und Hilfe, wann immer ich sie brauchte. Neben Deiner Zuversicht und aufmunternden Einstellung waren insbesondere Dein unerschöpfliches Wissen bei allen erdenklichen Computerfragen und -problemen eine riesige Hilfe. Ich weiß, Du hattest es manches Mal schwer mit mir, ich danke Dir, dass Du trotzdem da warst und bist.

Meinem ehemaligen Mitbewohner Marcus Langen danke ich sehr für seine Geduld, die Unterstützung in den letzten Jahren, seine positive und mitreißende Einstellung und die vielen lustigen gemeinsamen Aktivitäten, die immer wieder für Abwechslung gesorgt haben.

Meiner lieben Freundin Uta Reimers danke ich für ihre emotionale Unterstützung, wann immer ich sie brauchte. Du hast mir geholfen, die Dinge positiv zu sehen und warst immer für mich da. Ich freue mich auf die nächsten Jahre dieser wunderbaren Freundschaft.

Friederike Hänsch möchte ich danken für ihre Hilfe und Beratung, ihre gutes Zureden und die lustigen und sarkastischen Gespräche über die Doktorandenzeit und das Leben an sich.

Ganz besonderer Dank gebührt zuletzt meinen Eltern, ohne die mein Studium und die Promotion nicht möglich gewesen wären.

Ich danke meinen Eltern und meiner Schwester außerdem von ganzem Herzen für ihre liebevolle Unterstützung, Geduld und Bereitschaft zu vielen beratenden und hilfreichen Gesprächen. Ihr habt mir mehr geholfen als ich hier beschreiben könnte.