

Frischfleisch in der SB-Theke

Aspekte der Sicherheit und Qualität in Abhängigkeit der Verpackung

Klaus Troeger

>>> Fleisch ist ein leicht verderbliches Lebensmittel. Durch unsachgemäße Handhabung kann es zum Risikoprodukt werden. Regelmäßige Fleischkontaminanten wie *Salmonella* spp. und *Listeria monocytogenes* können bei empfänglichen Risikogruppen zu lebensbedrohlichen Infektionskrankheiten führen. Ziel einer guten Hygienepaxis und im Sinne des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist es daher, die Exposition des Verbrauchers mikrobiellen Gefahren gegenüber auf ein verantwortbares Maß zu begrenzen. Eine Übersicht über bakterielle Erreger von Lebensmittelinfektionen, die nach Verzehr von Fleisch bzw. Fleischerzeugnissen aufgetreten sind, gibt Tabelle 1. Durch geeignete Maßnahmen, insbesondere der Kühlung und Verpackung, ist dafür Sorge zu tragen, daß toxischbildende und infektiöse Mikroorganismen in ihrer Entwicklung ausreichend gehemmt werden.

Die sensorische Fleischqualität wird wesentlich durch die postmortale Behandlung des Fleisches bestimmt. Die Art der Verpackung beeinflusst die Farbstabilität, die Konsistenz, die Saftigkeit sowie Geruch und Geschmack des Fleisches. Im Folgenden soll der Einfluß unterschiedlicher Verpackungsarten von SB-Frischfleisch auf die

Sicherheit sowie die sensorische Qualität des Fleisches näher beleuchtet werden.

Verpackungsarten

SB-Frischfleisch wird im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) überwiegend in folgenden Verpackungen angeboten:

■ **Auf (Hartschaum-)Trays, mit Stretchfolie umhüllt** (Abb. 1). Diese Art der Verpackung stellt lediglich einen Griffschutz dar. Aufgrund der hohen O_2 -Durchlässigkeit der Folie behält das Fleisch seine natürliche rote Farbe. Das so verpackte SB-Fleisch ist bezüglich Haltbarkeit und Qualität vergleichbar mit Fleisch aus der Bedientheke.

■ **Unter Schutzatmosphäre verpackt** (Abb. 2). Das Fleisch liegt in Plastikschalen (PP-Monoschalen, EPS-Schalen mit EVOH-Barrierschicht), meist auf einer Vlies- bzw. Saugeinlage, umgeben von einer definierten Gasatmosphäre („Schutzatmosphäre“). Die Schalen sind durch eine Deckelfolie (Schrumpf-/Verbundfolien) gasdicht versiegelt. Folgende Gasgemische werden eingesetzt bzw. empfohlen: 70 % O_2 , 25 % CO_2 , 5 % N_2 oder 70–80 % O_2 , 30–20 % CO_2 für Rotfleisch sowie 65–75 % N_2 , 25–35 % CO_2 für Frischgeflügel. Das Verpackungssystem wird auch als MAP (Modified Atmosphere Packaging) bezeichnet. Als

„high O_2 -MAP“ gelten Schutzatmosphären-Verpackungen mit mindestens 50 % Sauerstoff.

■ **In Skin-/Vakuumverpackung** (Abb. 3). Der Begriff Skinverpackung wurde gewählt, weil die Folie dem Fleisch wie eine zweite Haut anliegt. Bei den Vakuum-Skin-Verpackungen des Systems Cryovac Darfresh® sind Ober- und Unterfolie (Folientray) mit Barrierschicht rund um das Produkt vollständig miteinander versiegelt. Das Verpackungssystem wird meist für höherwertigere Produkte wie gereiftes Rindfleisch oder Wild eingesetzt und verspricht längere Haltbarkeiten sowie Farbstabilität (dunkelrot) und geringeren Dripverlust.

Welches Verpackungssystem gewählt wird, hängt, neben produktbezogenen Faktoren wie der angestrebten Mindesthaltbarkeit oder der Fleischart, auch von Art und Organisation der LEH-Unternehmen ab. So hat der Einstieg großer Discounter in die Frischfleischvermarktung eine deutliche Zunahme der MAP-Packungen gebracht. Diese werden überwiegend von den großen Schlacht- und Zerlegebetrieben zentral hergestellt. Andere Handelskonzerne setzen auf regionale Fleischlieferanten; Portionierung und Verpackung (Stretchfolie) des Fleisches erfolgen hier in eigenen Fleischerei-Abteilungen der Supermarkt-Filialen.



Abb. 1: SB-Hackfleisch auf Hartschaum-Tray, mit Stretchfolie umhüllt. Fotos: Verfasser



Abb. 2: SB-Hackfleisch in Schutzatmosphären-Verpackung (MAP).



Abb. 3: SB-Roastbeef in Vakuum-/Skinverpackung.

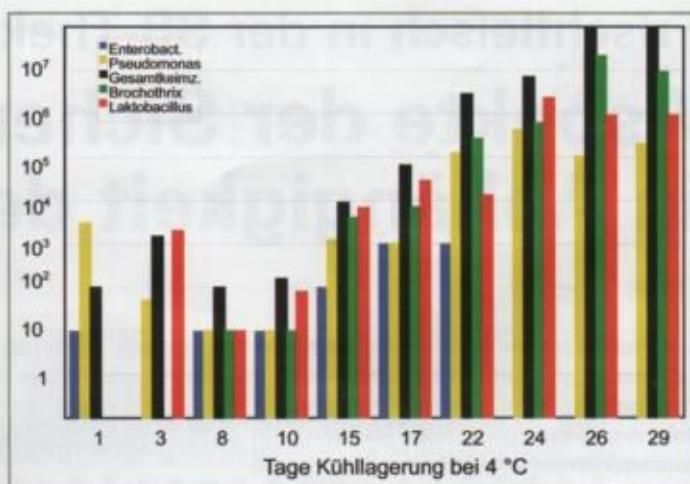


Abb. 4: Entwicklung der Keimflora auf Schweinerücken-Muskulatur in MAP-Verpackung ($O_2/CO_2 = 80/20$) (Dreys (2009), unveröff.).

Aspekte der Sicherheit

Die Verpackung beeinflusst die Keimflora des Fleisches. Dabei kann differenziert werden zwischen dem Einfluß auf die Verderbsflora einerseits und das Wachstum bakterieller Erreger von Lebensmittelinfektionen andererseits. Tabelle 2 gibt einen Überblick über mikrobielle Verderbs-Assoziationen bei kühl gelagertem Frischfleisch in Abhängigkeit der Verpackung. Es wird deutlich, dass bei einer Verpackung in O_2 -durchlässiger (Stretch-)folie keine Hemmung der aeroben Verderbnisflora erfolgt. Das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) dieser Packungen beträgt deshalb lediglich 1 bis 5 Tage. Dagegen findet eine Unterdrückung dieser Pseudomonaden-Flora unter den üblichen MAP-Bedingungen statt, was eine deutliche Verlängerung des MHD auf etwa 10 Tage erlaubt (Abb. 4). Bei längerer Lagerdauer kommt es zum

Verderb, wobei *Brochothrix thermosphacta* dank seiner Resistenz gegenüber CO_2 hohe Keimdichten erreicht. Noch längere Mindesthaltbarkeiten sind in Skin-/Vakuum-packungen möglich; unter der Voraussetzung eines normalen Fleisch-pH-Wertes ($<5,9$) dominieren hier üblicherweise Milchsäurebakterien, welche durch ihre Stoffwechselprodukte das Fleisch stabilisieren. Bakterielle Erreger von Lebensmittel-Infektionen, die sich bei einer Fleisch-Kühl-lagerungstemperatur von 7 °C vermehren können, sind insbesondere *Yersinia enterocolitica* sowie *Listeria monocytogenes* (Tab. 1). Auch unter MAP-Bedingungen vermehrten sich *Yersinia enterocolitica* noch bei 4 °C in Hackfleisch, während *Listeria monocytogenes* bei dieser Temperatur kaum Wachstum zeigte (Tab. 3).

Bei vorverpacktem Fleisch, insbesondere Hackfleisch, findet sich häufig der

(oder ein ähnlicher) Hinweis: „Nicht zum Rohverzehr geeignet. Vor dem Verzehr durchgaren.“ Um einen Pasteurisationseffekt zu erzielen und möglicherweise vorhandene pathogene Keime abzutöten, sollte (Hack-)fleisch bei der Zubereitung auf eine Kerntemperatur von mindestens 71 °C erhitzt werden. Verbraucher benutzen bei der Zubereitung i. allg. kein Thermometer sondern gehen davon aus, dass die Braunfärbung im Inneren des Fleisches ein Indikator für eine ausreichende, keimtötende Erhitzung ist. Beim Erhitzen von Rindfleisch kann es jedoch zur sog. frühzeitigen Bräunung kommen. Dabei tritt bereits bei niedrigeren Temperaturen, als sie für einen Pasteurisationseffekt notwendig sind, eine Denaturierung (Braunfärbung) des Myoglobins auf. Die führt zur fälschlichen Annahme, dass eine thermische Keimabtötung stattgefunden hat.

Tab. 1: Häufigere bakterielle Erreger von Lebensmittel-Infektionen, die nach Verzehr von Fleisch(erzeugnissen) aufgetreten sind.

Bakterienart	Vorkommen ^{a)} Rind, Schwein Gfl.	Über- lebt 70 °C	Wächst bei 7 °C	Minimale Infektions- dosis ^{b)}	Sterblich- keit (%)	Riskantes Fleisch- produkt
<i>Salmonella Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i>	+ ++	nein	nein	variabel ^{b)}	0,1	rohes oder nicht durchgegartes Hack- fleisch; nicht durch- gegartes Geflügel
<i>Escherichia coli</i> (STEC/ EHEC)	+ selten Rd. Sf.	nein	nein	<1000	2	rohes oder nicht durchgebratenes Rind- u. Lammfleisch
<i>Yersinia enterocolitica</i>	+ selten (Schwein)	nein	ja	variabel ^{b)}	<0,1	rohes oder nicht durchgebratenes Schweinefleisch
<i>Listeria monocytogenes</i>	+ +	nein	ja	variabel ^{b)}	10 ^{b)}	erhitzte und nach- folgend kontaminier- te Fleischerzeugnisse
<i>Campylobacter jejuni</i>	+ ++	nein	nein	<1000	<0,1	nicht durchgegartes Geflügel, insbeson- dere Geflügelleber

^{a)} Angaben beziehen sich auf 25 g-Proben von Hackfleisch bzw. auf 25 cm² Geflügelhaut. +: nachgewiesen in etwa 1–10 % der Proben; ++: nachgewiesen in mehr als 10 % der Proben. ^{b)} abhängig von der Virulenz des Erregers und den Abwehrkräften der Patienten. Im allgemeinen ist der Infektion eine Vermehrung der Erreger im Lebensmittel vorausgegangen. Gfl. = Geflügel. Gekürzt aus: F.-K. Lücke und K. Troeger (2007) Mikrobiologische Risiken. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag.

Tab. 2: Mikrobielle Verderbs-Assoziationen bei kühl-gelagertem Frischfleisch in Abhängigkeit der Verpackung.

pH-Wert	Fleischart	Verpackung	Temperatur	Verderbs-Assoziation	Geruch
>5,9	Geflügelhaut, Bindegewebe, glykogenarme Muskulatur	O ₂ -durchlässige Folie	<7 °C	Pseudomonas, Psychrobact., Shewanella, Acinetobacter	Fruchtig bis muffig-faulig
>5,9	Geflügelhaut, Bindegewebe, glykogenarme Muskulatur	O ₂ -undurchlässige Folie; Vakuum oder >20 % CO ₂	<7 °C	Brochothrix, psychrotrophe Enterobacteriaceae	Käsig-muffig
<5,9	Glykogenreiche Muskeln	O ₂ -durchlässige Folie	2 °C	Pseudomonas	Fruchtig bis faulig
<5,9	Glykogenreiche Muskeln	O ₂ -durchlässige Folie	7 °C	Pseudomonas, psychrotr. Enterobacteriaceae	Fruchtig bis muffig-faulig
<5,9	Glykogenreiche Muskeln	O ₂ -undurchlässige Folie; Vakuum	2 °C	Lactobacillus, Leuconostoc, Carnobacterium	Säuerlich bis buttermilchartig
<5,9	Glykogenreiche Muskeln	O ₂ -undurchlässige Folie; Vakuum	7 °C	Lactobacillus, Leuconostoc, Carnobacterium, psychrotr. Enterobacteriaceae	Säuerlich bis buttermilchartig muffig
<5,9	Glykogenreiche Muskeln	O ₂ -undurchlässige Folie; O ₂ + > 20 % CO ₂ (MAP)	<7 °C	Brochothrix	Säuerlich bis muffig-käsig

Verändert aus: F.-K. Lücke und K. Troeger (2007) Mikrobiologische Risiken. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag.

Das Redoxpotential von Myoglobin ist verantwortlich für seine Stabilität gegenüber einer hitzeinduzierten Denaturierung. Deoxymyoglobin ist am stabilsten, Metmyoglobin am instabilsten. Deshalb beeinflusst die Art der Verpackung die Farbe von erhitztem Fleisch. So besteht bei Rindfleisch, welches in Schutzatmosphären-Packungen (MAP) mit hohem Sauerstoffanteil gelagert war, eine Tendenz zur frühzeitigen Bräunung bei der Zubereitung. Das Fleisch erscheint bereits bei einer Kerntemperatur von nur 62 °C als „welldone“, also durchgegart (Clausen et al., 2009). Auch amerikanische Wissenschaftler (Suman et al., 2009) fanden einen Zusammenhang zwischen der Verpackung von rohen Hackfleisch-Patties und dem Rotton des Fleisches im Inneren nach dem Garen. Eine Schutzatmosphären-Verpackung (MAP) mit hohem Sauerstoffanteil erhöhte die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von frühzeitiger Bräunung des Fleisches beim Erhitzen (66 °C Kerntemperatur), verglichen mit Hackfleisch aus PVC-Folie oder Vakuumverpackung.

Aspekte der Fleischqualität

Die Fleischfarbe ist das Hauptkriterium, aufgrund dessen der Verbraucher über den

Kauf eines Stückes Fleisch entscheidet. Es wird eine frische rote bis hellrote Farbe erwartet. Bräunlich – dunklere Farbtöne, auch partiell, werden mit „alt“ oder gar „verdorben“ assoziiert und abgelehnt. Dieses Käuferverhalten stellt für die Fleischindustrie, insbesondere bei (gereiftem) Rindfleisch, ein Problem dar. Um hier im Handel eine frische rote Farbe möglichst lange aufrechtzuerhalten, setzt die Industrie zunehmend auf MAP. Der hohe Sauerstoffanteil der „Schutzatmosphäre“ führt zur intensiven Bildung von Oxymyoglobin, welches die gewünschte hellrote Farbe besitzt (Abb. 5). Abb. 6 zeigt an einem frischen Rindfleischanschnitt die 3 unterschiedlichen Myoglobinformen Oxymyoglobin (äußerer, hellroter Rand), Metmyoglobin (graugrüne, anschließende Ringzone) und Deoxymyoglobin (Zentrum). Metmyoglobinbildung tritt auf bei Sauerstoffkonzentrationen um 0,1 %. Um eine derartige Braunfärbung bei Vakuumpackungen zu vermeiden, müssen ausreichend sauerstoffdichte Folien verwendet werden.

Neben der gewünschten Wirkung des Sauerstoffs in MAP-Packungen, der Stabilisierung der roten Farbe durch Oxymyoglobinbildung, treten jedoch auch eine Reihe

unerwünschter, der Qualität des Fleisches abträglicher Wirkungen auf. Sauerstoff wirkt prooxidativ. Dies betrifft Fette, aber auch Proteine des Fleisches. Als Maß für den Fettoxydationsgrad (Ranzigkeit) können die Thiobarbitursäure-reaktiven Substanzen (TBARS)



Abb. 5: Rinder-Minutensteak aus MAP-Verpackung, frischer Anschnitt: Oxymyoglobinbildung bis in den Kern.



Abb. 6: Rindermuskulatur aus der Bedientheke, frischer Anschnitt: Äußere, hellrote Ringzone: Oxymyoglobin (durch Luft-sauerstoff). – Innere, graugrüne Ringzone: Metmyoglobin. – Zentrum: Deoxymyoglobin.

Tab. 3: Wachstum bakterieller Erreger von Lebensmittelinfektionen in Rinderhack* unter Schutzatmosphäre (MAP: 70 % O₂, 30 % CO₂).

	Wachstum nach 5 Tagen Lagerung bei	
	4 °C	10 °C
<i>Yersinia enterocolitica</i>	5 x 10 ² → 10 ⁴	5 x 10 ² → 10 ⁵
<i>Listeria monocytogenes</i>	kaum Wachstum	5 x 10 ³ → 10 ⁵
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	–	kaum Wachstum
<i>Salmonella</i> spp.	–	kein/kaum Wachstum

*) pH = 5,8 Nach Nissen et al. (2000), Int. J. Food Microbiol. 59, 211–220.

dienen, bestimmt als µmol bzw. mg Malondialdehyd pro kg Fleisch. In einer Reihe von Untersuchungen (Jakobsen and Bertelsen, 2000; Jayasingh et al., 2002; John et al., 2004; Seyfert et al., 2004; Clausen et al., 2009) wurden erhöhte Malondialdehyd-Werte nach Kühlagerung von Fleisch in high O₂-MAP-Packungen gefunden. So berichteten Clausen et al. (2009), dass nach 6-tägiger

Kühlagerung von Rindersteaks in high O₂-MAP-Packungen die Malondialdehyd-Werte von 1,7 bis 2,1 µmol (6 Tiere) auf 7,8 bis 13,5 µmol angestiegen waren. Der höchste Wert wurde mit 23,9 µmol nach 20-tägiger Kühlagerung in 50 % O₂/CO₂ gemessen.

Wie eigene Untersuchungen ergaben, wirkt es sich besonders negativ auf die sensorische Qualität aus, wenn Fleisch in high O₂-MAP-Packungen eingefroren und auch nur wenige Monate tiefgefroren gelagert wird. Es wurden je 5 MAP-Packungen mit Schweine- und Rinderhackfleisch (300 bis 500 g) aus dem Handel mit identischem Verbrauchsdatum gezogen. Die mittleren O₂- und CO₂-Konzentrationen betrugen 66,5 % und 16,1 %. Je eine Probe wurde am Tag des Erwerbs sensorisch geprüft und TBARS analysiert. Der Inhalt von je 2 MAP-Packungen wurde in Vakuumbeutel umverpackt und vakuumiert. Die übrigen 2 MAP-Packungen sowie die vakuumierten Proben wurden bei -18 °C eingefroren und 3 bzw. 6 Monate gefriergelagert. Die sensorische Prüfung der gegrillten Hackfleisch-Burger (ohne Gewürzzusatz) aus dem Hackfleisch am Tag des Erwerbs sowie dem vakuumiert 3 Monate tiefgefroren gelagerten Hackfleisch ergab keine Beanstandungen; Geruch und Geschmack waren art-typisch und aromatisch. Abweichende sensorische Befunde ergaben sich jedoch nach 3-monatiger Gefrierlagerung der originalen MAP-Packungen. Die Burger aus diesem Schweinehackfleisch wurden als „ranzig, ölig-tranig“ beschrieben und als nicht mehr verzehrtauglich bewertet. Bei den entsprechenden Burgern aus Rinderhackfleisch wurden ebenfalls deutliche Fettveränderungen festgestellt; die Beurteilung lautete ebenfalls „nicht mehr verzehrtauglich“. Nach 6-monatiger Gefrierlagerung war die Ranzigkeit des Schweinehackfleisch aus den MAP-Packungen noch gravierender („stark ranzig, nicht mehr verzehrtauglich“), die entsprechende Rinderhackfleischprobe wurde dagegen lediglich als „etwas ranzig und ölig“ bewertet. Die 6 Monate vakuumiert gelagerten Proben wurden sensorisch nicht beanstandet. Die Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen wurden durch die TBARS-Analysen bestätigt. Der Anstieg der Malondialdehyd-Werte von Schweinehackfleisch in MAP-Packungen verlief von 0,22 mg/kg in frischem Zustand über 0,47 mg/kg nach 3-monatiger Gefrierlagerung bis auf 1,1 mg/kg nach 6-monatiger Gefrierlagerung. Die entsprechenden

Analysenwerte bei Rinderhackfleisch betrugen 1,48 mg/kg, 1,71 mg/kg sowie 1,70 mg/kg. Im Gegensatz dazu war bei den vakuumverpackt gefriergelagerten Hackfleischproben praktisch kein Anstieg der TBARS-Werte festzustellen. Die Untersuchung macht deutlich, dass Hackfleisch in

MAP-Packungen nicht eingefroren und im Tiefkühlschrank gelagert werden sollte. Ein entsprechender Verbraucherhinweis auf der Packung wäre wünschenswert.

Der hohe Sauerstoffgehalt in MAP-Packungen birgt auch das Risiko eines Anstiegs der Proteinoxidation. Zwei Varianten der Proteinoxidation kommen in Betracht: Erstens eine Hemmung des für den frühpostmortalen Reifungsprozess wichtigen Enzyms Calpain und zweitens die Oxidation struktureller Proteine mit Ausbildung vernetzter Polymere, was zu einer Verfestigung der myofibrillären Struktur des Fleisches führt. Beide Prozesse erhöhen die Festigkeit des Fleisches. Eine Reihe von Untersuchungen (Lund et al., 2007; Clausen et al., 2008; Zakrys et al., 2009) belegen, dass die Lagerung von Fleisch in Gasatmosphären mit hohem Sauerstoffanteil die Zartheit des Fleisches vermindert. Auch die Wasserbindekapazität und damit die Saftigkeit des Fleisches nehmen ab (Huff-Lonergan and Lonergan, 2005). Das Ziel der Untersuchungen von Lund et al. (2009) war es, abzuklären, welche Reaktionen des Sauerstoffs, eine Oxidation und Inaktivierung der Protease Calpain und/oder die Oxidation struktureller Proteine für diese Verschlechterung der Fleischtextur verantwortlich sind. Es zeigte sich, dass die erhöhte Festigkeit überwiegend auf eine Vernetzung von Myosin zurückzuführen war, während die Calpain-Aktivität durch die Gasatmosphäre nicht beeinflusst wurde. Während die Zartheit von Schweinerückensteaks, verpackt ohne Sauerstoff, während der Kühlagerung zunahm, nahm sie in high O₂-MAP-Packungen beständig ab. Damit wird deutlich, dass Sauerstoff nicht nur das reifungsbedingte Zartwerden des Fleisches verhindert, sondern die myofibrilläre Struktur über die Lagerzeit sogar zunehmend verfestigt.

Schlussfolgerungen

Es wird deutlich, dass verschiedene Verpackungsarten die Sicherheit und Qualität des Fleisches unterschiedlich beeinflussen. Die reine Griffschutzverpackung, bei welcher das Fleisch lediglich mit sauerstoffdurchlässiger Stretchfolie umhüllt ist, birgt für den Verbraucher kein anderes Risiko als er es beim Kauf von Fleisch an der Bedientheke eingeht. Der Zustand des Fleisches lässt sich aufgrund von Aussehen und Geruch abschätzen. Das relativ kurze MHD bringt zusätzliche Sicherheit.

Fleisch in Vakuum-/Skinverpackung zeichnet sich durch eine deutlich längere Haltbarkeit aus. Das Fleisch weist eine purpurrote Farbe (Deoxymyoglobin), die an der Luft aufrötet und unmittelbar nach Öffnen der Packung einen typischen, säuerlichen bis buttermilchartigen Geruch auf. Wird Fleisch mit zu hohem pH-Wert (> 6,0) vakuumverpackt, droht Verderb, gekenn-

zeichnet durch *Brochothrix* sowie psychrotrophe *Enterobacteriaceae*. Der Verbraucher erkennt den Verderb an einem abweichenden, käsig-muffigen Geruch. Bei Lagertemperaturen < 12 °C sind die Wachstumsraten von *E. coli* und *Salmonella typhimurium* unter diesen Bedingungen zudem merklich langsamer als die der Verderbnisflora (Gill and DeLacy, 1991).

Bei Verpackung von Fleisch unter Schutzatmosphäre wird die aerobe Verderbnisflora (*Pseudomonas*) bei einem CO₂-Anteil von mindestens 20 % gehemmt. Dagegen können sich *Yersinia enterocolitica* und *Listeria monocytogenes* bei Kühlschrank-Temperaturen vermehren (Nissen et al., 2000). In Kombination mit einer Untererhitzung des Fleisches aufgrund frühzeitiger Bräunung könnte hier ein gewisses mikrobiologisches Risiko für den Verbraucher gesehen werden. Das eigentliche Problem von high O₂-MAP sind jedoch die merklichen Fleischqualitätseinbußen. Als Alternativen wäre MAP ohne (oder mit geringerem) Sauerstoffanteil und Vakuumverpackungen zu prüfen.

Zusammenfassung

Das Angebot von Frischfleisch in SB-Theken hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen; bei Discountern und den meisten Supermärkten ist diese Angebotsform die Regel. Bezüglich der Verpackung des Fleisches bestehen allerdings unterschiedliche Konzepte. Während Discounter i. allg. auf MAP (Modified Atmosphere Packaging), also sog. Schutzatmosphären-Verpackungen setzen, umhüllen andere Handelskonzerne das auf Hartschaum-Trays liegende Fleisch mit sauerstoffdurchlässiger Stretchfolie. Eine dritte Verpackungskategorie sind die sog. Skinverpackungen. Dabei wird das Fleisch unter Vakuum in hoch sauerstoffdichte Folien eingeschweißt. Es wurden die Einflüsse der verschiedenen Verpackungsarten auf die Sicherheit und Qualität des Fleisches mittels einer Literaturstudie sowie anhand eigener Untersuchungsergebnisse erhoben. Dabei zeigte sich, dass das sog. high O₂-MAP, also das Verpacken in Schutzatmosphäre mit hohem Sauerstoffanteil, neben gewissen mikrobiologischen Unwägbarkeiten vor allem eine merkliche Verschlechterung der Fleischqualität mit sich bringt.

Literatur beim Verfasser.

Prof. Dr. Klaus Troeger,
Max-Rubner-Institut, Bundesforschungs-
institut f. Ernährung u. Lebensmittel,
Institut f. Sicherheit u. Qualität b. Fleisch,
E.-C. Baumannstrasse 20, 95326 Kulmbach,
klaus.troeger@mri.bund.de