Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 127 (1985)

Artikel: Mikrobiologische Probleme bei der Folienverpackung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

Autor: Cerny, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-588719

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweiz. Arch. Tierheilk. *127*, 99–108, 1985

Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und -verpackung
an der technischen Universität München

Mikrobiologische Probleme bei der Folienverpackung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

G. Cerny

1. Aufgaben der Fleischverpackung

Fleisch- und Wurstwaren werden zumeist über Bedienungstheken verkauft, wobei sich in Selbstbedienungsläden neben dem Verkauf über bediente Theken auch vorverpackte, portionierte Ware durchgesetzt hat. Unter den vielfältigen Verpackungsformen, von denen einigen nur eine Hygiene- oder Werbefunktion zukommt, soll im folgenden auf Verpackungsarten eingegangen werden, die zu einer echten Haltbarkeitsverlängerung führen: die Vakuum- und die Schutzgasverpackung. Neben dem Schutz vor manueller Berührung, vor Staub, Gewichtsverlusten und Umwelteinflüssen kann der Folienverpackung unter bestimmten Voraussetzungen auch ein haltbarkeitsbegünstigender Einfluss zukommen. In diesem Zusammenhang sind die Sperreigenschaften – insbesondere die Gasdurchlässigkeit von grosser Bedeutung, wobei als Gase Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf (der sich wie ein Gas verhält) relevant sind.

Will man Fleischerzeugnisse durch eine Vakuum- oder Schutzgasverpackung mikrobiell stabilisieren, so sollten die abgepackten Produkte bereits eine niedrige Ausgangskeimbelastung haben. Die besten Schutzeffekte werden in Kombination mit einer Kühllagerung erzielt.

2. Die Vakuumverpackung

Die stabilisierende Wirkung einer Vakuumverpackung wurde am Beispiel Frischfleisch an der Universität Zürich von *Hess et al.* (1980) eingehend studiert. Wie aus Abb. 1 und 2 hervorgeht, konnte die aerobe Gesamtkeimzahl bei 1 °C im Vakuum für die Dauer von 10 Tagen bei 10^4 Keimen/g gehalten werden, die Enterobacterien wuchsen verzögert an, die obligat aeroben Pseudomonaden wurden vollständig gehemmt, die Lactobacillen hingegen nur geringfügig.

Es konnte gezeigt werden, dass bei entsprechend niedriger Ausgangskeimbelastung des Fleisches bei einer Lagerung im Vakuum bei 1 °C eine beträchtliche Haltbarkeitsverlängerung erzielt wird.

Nun sind die wiedergegebenen Versuchsergebnisse unter Idealbedingungen zustande gekommen: zum einen war eine niedrige Ausgangskeimzahl gewährleistet, zum anderen eine konstante Einhaltung von + 1 °C, zum dritten ein wirksames Vakuum, Bedingungen also, die in der Praxis nicht immer zu garantieren sind. *Hess und Mitarbeiter* haben selbst aufgezeigt, dass die haltbarkeitsverlängernden Auswirkungen einer

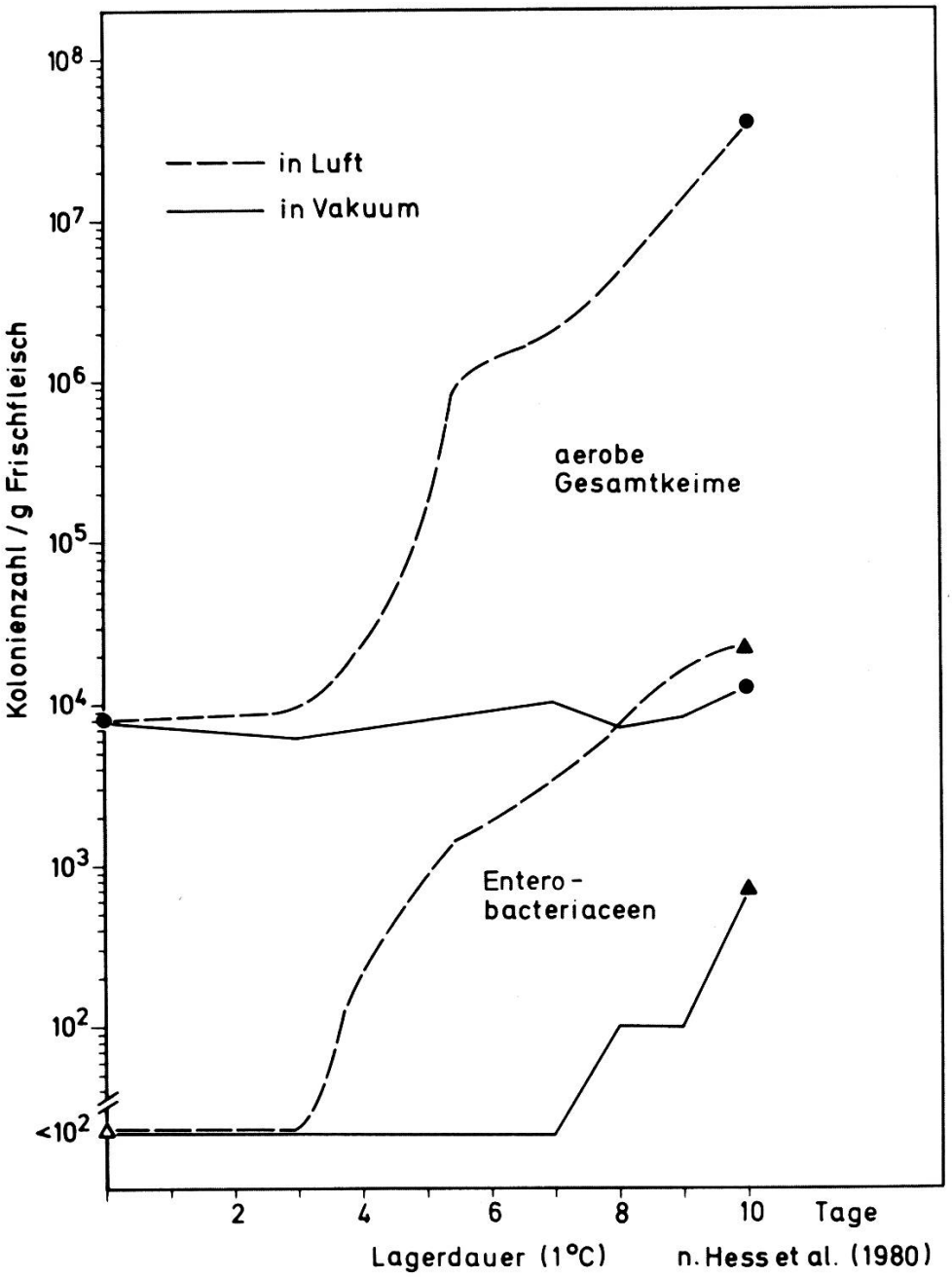

Abb. 1: Verlauf der aeroben Gesamtkeimzahl und der Anzahl der Enterobacteriaceen bei der Lagerung von Frischfleisch (Gulaschwürfel) mit bzw. ohne Vakuum bei +1 ± 1 °C.

Vakuumverpackung von Frischfleisch nur voll zum Tragen kamen, wenn frisch erschlachtetes Fleisch nach dem Auskühlen in einem ununterbrochenen Arbeitsgang ausgebeint, zerlegt, zerkleinert und abgepackt wurde. Eine bereits adaptierte, in der logarithmischen Vermehrungsphase befindliche Mikroflora konnte auch im Vakuum nicht ausreichend am Wachstum gehindert werden.

Ein sehr wesentlicher Punkt ist die Höhe des Vakuums und damit die Menge des verfügbaren Restsauerstoffs. Obligat aerobe Mikroorganismen (Pseudomonaden

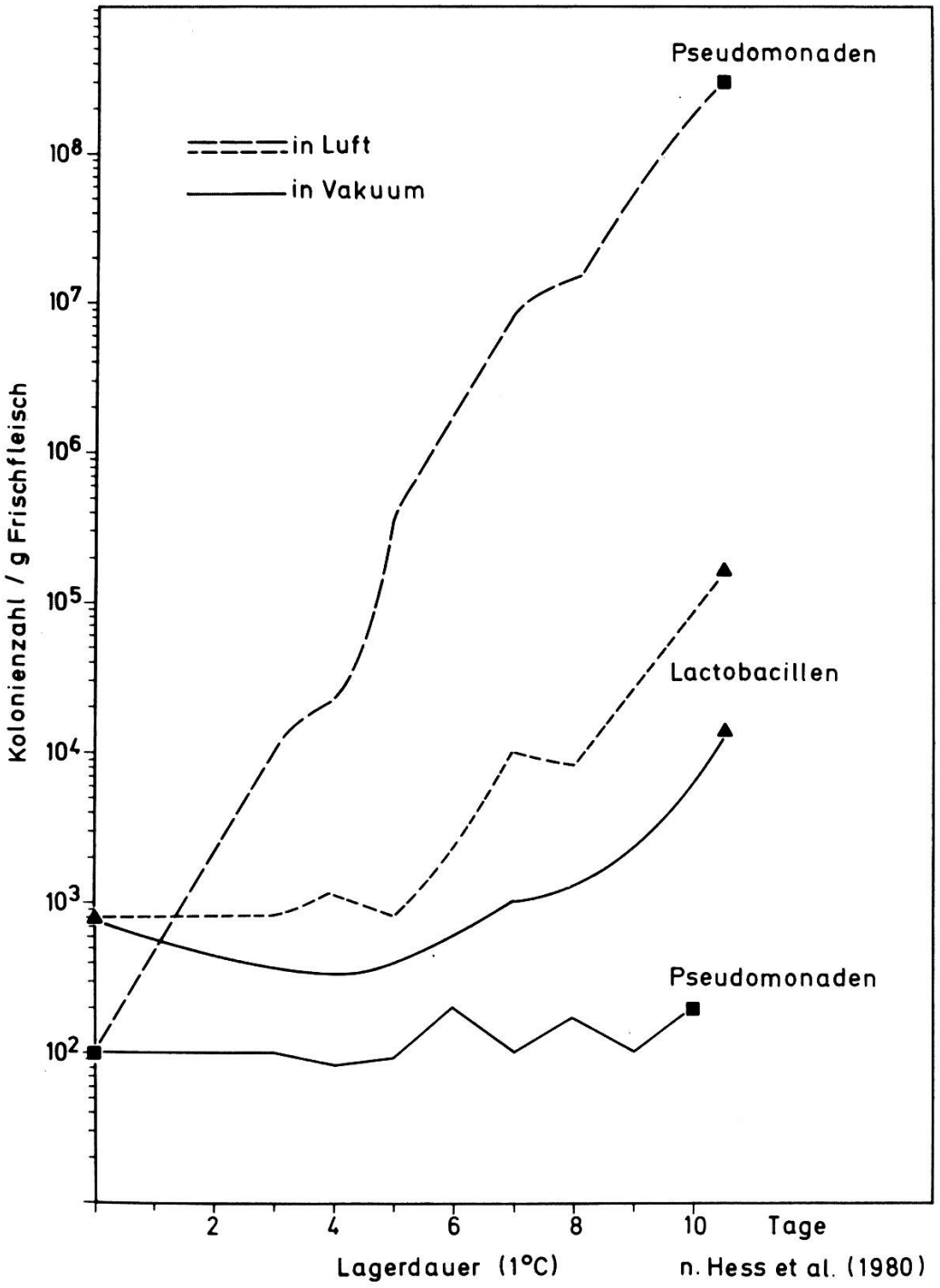

Abb. 2: Verlauf der Kolonienzahl der Pseudomonaden und Lactobacillen bei der Lagerung von Frischfleisch (Gulaschwürfel) mit bzw. ohne Vakuum bei +1 ± 1 °C.

Schimmelpilze) können bei Atmosphärendruck unterhalb von 0,1–0,2% Restsauerstoff nicht mehr wachsen. Äquivalente Verhältnisse herrschen in der Vakuumpackung bei Gesamtgasdrücken von 5–10 mbar.

Die Untersuchungen von *Hess et al.* (1980) zeigten ein langsames Wachstum der Pseudomonaden erst bei 20 mbar Vakuum, was sich mit unseren Erfahrungen mit obli-

Tabelle 1 Gaszusammensetzung in abgepacktem Rindfleisch in Abhängigkeit von der Lagerdauer (4 °C).

Gaszusammensetzung (Lagerbeginn)	Lagerzeit in Tagen	CO_2 (%)	O_2 (%)
Luft	0	0,03	20,9
	3	5,1	19,3
	7	10,0	16,6
	14	19,7	4,0
Vakuum	7	86,2	2,0
	21	91,3	0,8

Daten aus: *I. Erichsen und G. Molin:* J. Food Protection *44* (1981) Nr. 11, 866–869.

gat aeroben Keimen deckt. Die Pseudomonaden wachsen so lange, bis der verfügbare Sauerstoff aufgezehrt ist. Bei schlechteren Evakuierbedingungen (70–100 mbar) können bereits die meisten aeroben Keime mehr oder minder rasch – mitunter bis in den Verderbsbereich – hochwachsen.

Die Vakuumpackung von Frischfleisch und anderen mikroorganismenhaltigen Fleischerzeugnissen ist häufig im Grunde eigentlich eine endogene Schutzgaspackung: Durch mikrobielle und enzymatische Stoffwechselreaktionen wird in einer Vakuumverpackung laufend Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid gebildet. Diese Gaswechselreaktionen wurden in unserem Institut zur Grundlage rascher Keimzahlbestimmungen gemacht.

Durch den kontinuierlichen Sauerstoffverbrauch bei kontinuierlicher CO_2-Freisetzung baut sich in einer dichten Folienverpackung, insbesondere bei der Vakuumverpackung rasch eine CO_2-Atmosphäre auf (Tab. 1), der – wie später noch gezeigt wird – eine beträchtliche Schutzfunktion vor mikrobiellem Verderb zukommt.

Dieser Sachverhalt kann allerdings unter ungünstigen Bedingungen zu Schadensfällen führen, nämlich wenn der Anteil an CO_2-bildenden Bakterien (z. B. heterofermentativen Lactobacillen) in bestimmten Fleischerzeugnissen so hoch ist, dass die grosse Menge des gebildeten CO_2 die Packung bläht (Bombage bei vakuumverpackten Brühwürsten).

Bei der Vakuumverpackung spielen die Gasdurchlässigkeiten der Folie eine bedeutsame Rolle. Die Gasdurchlässigkeit hängt von der Materialbeschaffenheit der Folie, deren Dicke und der Partialdruckdifferenz für die betreffenden Gase zwischen Packung und Umgebungsatmosphäre ab. Die Durchlässigkeit von Kunststoffolien ist für Stickstoff stets am niedrigsten, für Kohlendioxid am höchsten, während Sauerstoff eine Mittelstellung einnimmt.

Viele *Schadensfälle* bei vakuumverpackten Fleischwaren sind auf unzureichende Folienstärken zurückzuführen, v. a. auf Überdehnungen bei Tiefziehprozessen, so dass ein mikrobieller Verderb begünstigt wird. Bei vakuumverpacktem, gekühltem Schinken kann eine Verschiebung in Richtung psychrotoleranter aerober Keime beobachtet werden, wenn die Verpackung zu sauerstoffdurchlässig ist. Die verstärkte Protease- und Lipase-Aktivität lässt sich sensorisch erfassen. Wir konnten in einigen Fällen sogar das

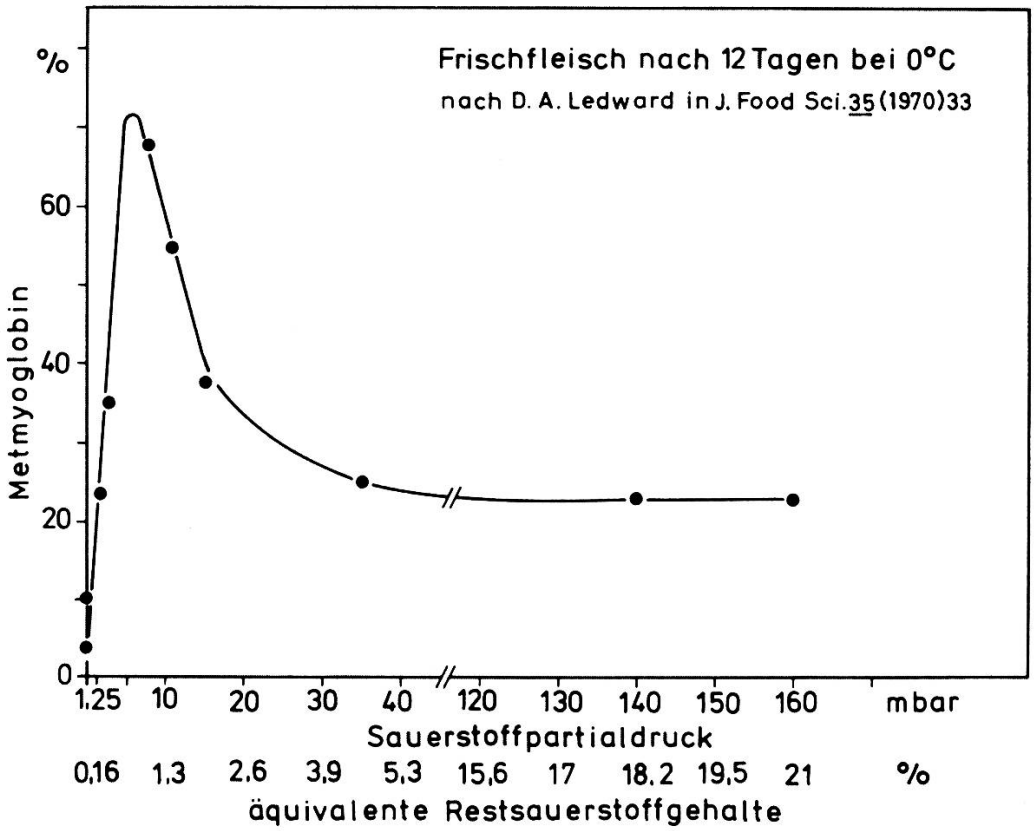

Abb. 3: Bildung von Metmyoglobin bei Frischfleisch in Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck.

dominante Wachstum aerober Bacillen beobachten, welche Schleime produzierten und als *Bacillus globisporus* identifiziert wurden.

Visuell deutlich in Erscheinung treten Schimmelpilze in entweder unzureichend evakuierten oder undichten Vakuumpackungen. *Cladosporium herbarum* kann auf Fettabschnitten von Schinken oder Wursthäuten auch bei Kühltemperaturen gut wachsen, wenn genügend Sauerstoff verfügbar ist. Ähnlich verhält es sich mit *Penicillium verrucosum.* Mikrobielle Probleme können bei folienverpackten Fleischerzeugnissen auch dann auftreten, wenn die Folien selbst zum Keimüberträger werden. Dies ist allerdings nur in Ausnahmefällen zu beobachten. So können auf mit Stärkemehlen gepuderten Folien die Stärken in Einzelfällen relativ hoch keimbelastet sein – v. a. mit Schimmelsporen. Durch eine Verwirbelung dieser Stärkepuder im Betrieb über ungünstig installierte Absaugpumpen und Ventilatoren kann es zu einer massiven Kontamination des Fleischproduktes (z. B. in den Kühlräumen) kommen, die allerdings erst bei hinzukommendem zu hohem Sauerstoffangebot in der Vakuumverpackung manifest wird und dadurch zu groben Schadbildern führt.

3. Die Schutzgasverpackung

Vieles von dem über die Vakuumverpackung Gesagten gilt entsprechend auch für die Schutzgasverpackung. Eine haltbarkeitsverlängernde Wirkung lässt sich – analog

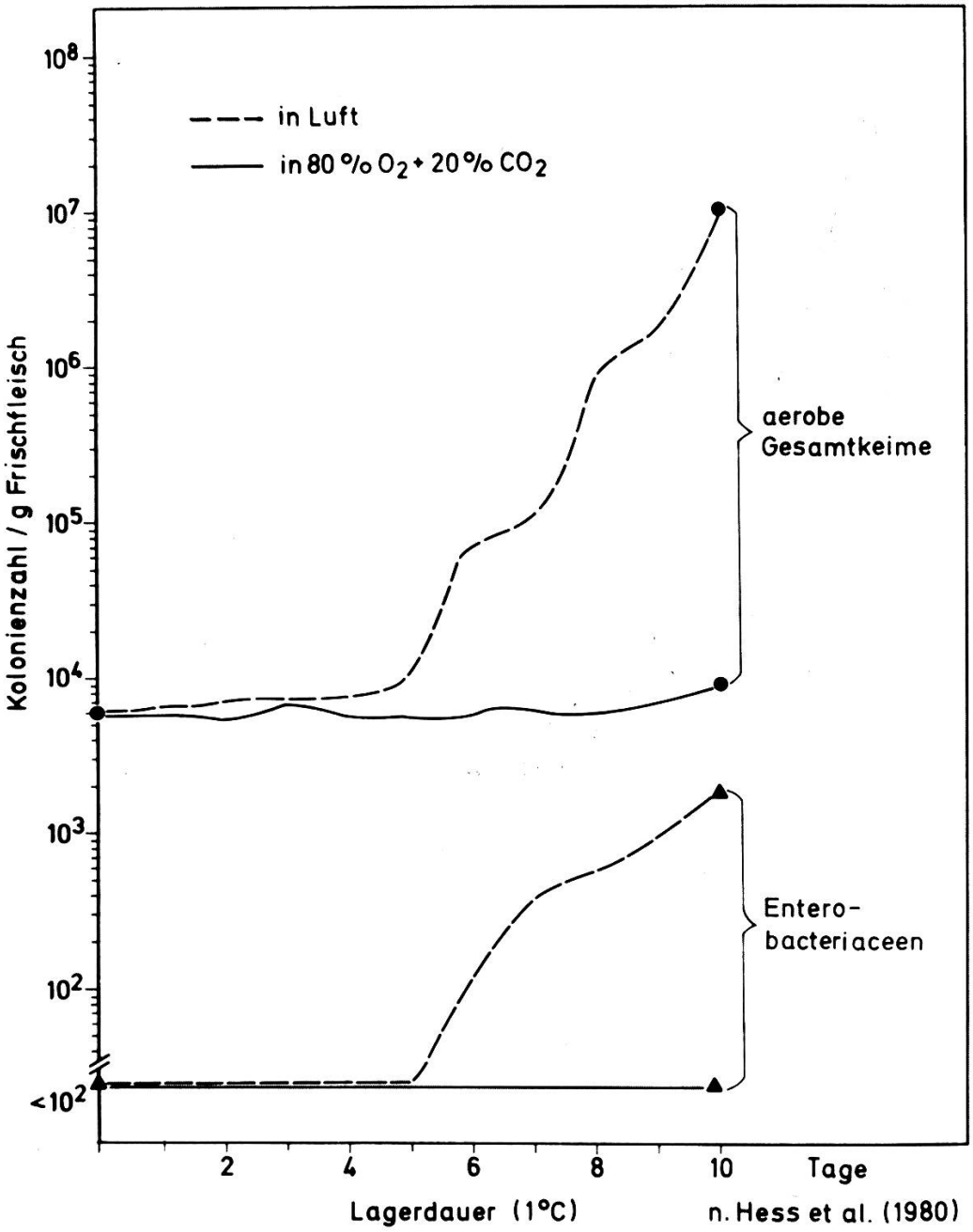

Abb. 4: Verlauf der aeroben Gesamtkeimzahl und der Anzahl an Enterobacteriaceen bei der Lagerung von Frischfleisch (Gulaschwürfel) in Luft bzw. Schutzgasatmosphäre bei +1 ± 1 °C (vgl. a Abb. 1).

zur Vakuumverpackung bei Frischfleisch – nur bei niedriger Anfangskeimbelastung und bei möglichst niedrigen Lagertemperaturen erreichen.

Als Schutzgase werden Kohlendioxid, Sauerstoff und in einigen Fällen zusätzlich Stickstoff verwendet. Das Kohlendioxid hat antimikrobielle Eigenschaften. Besonders wirksam ist die CO_2-Schutzbegasung in Kombination mit einer Kühlung, weil sich dann besonders viel Kohlendioxid in Wasser löst (1,7 l gasförmiges CO_2 lösen sich bei 0 °C und Atmosphärendruck in 1 l Wasser!).

An sich wäre es erstrebenswert, eine Schutzbegasung mit reinem Kohlendioxid durchzuführen. Dies wird bei der Fleischverpackung aus mehreren Gründen nicht getan. Der Hauptgrund ist die optimale Farberhaltung. Da es in der üblichen Abpacktechnologie nicht möglich ist, die Restsauerstoffgehalte in einer Schutzgaspackung erheblich unter 0,1% abzusenken, würde die leuchtend rote Fleischfarbe bei einer CO_2-Begasung infolge Metmyoglobinbildung verloren gehen. Die ungewünschte Verfärbung ist im Bereich niedriger Sauerstoffpartialdrücke am ausgeprägtesten (Abb. 3). Die Verfärbung könnte zwar umgangen werden, wenn der Sauerstoffpartialdruck praktisch auf Null abgesenkt werden könnte. Da dies – wie zuvor erwähnt – in der Praxis nicht realisierbar ist, wird der Sauerstoffanteil *erhöht* und zwar auf Werte zwischen 70 und 80%. Bei der Schutzgasverpackung kann durch hohe Sauerstoffanteile die Verfärbung von Frischfleisch – im Gegensatz zur Vakuumpackung – vermieden oder zumindest verzögert werden. Dies hat nicht nur Vorteile. *Tändler* (1977) hat herausgestellt, dass in Mischgasatmosphäre abgepacktes Fleisch selbst dann noch eine ansprechende Farbe aufweist, wenn es bakteriologisch bereits als verdorben zu betrachten ist.

Ein häufig eingesetztes und auch von *Hess et al.* (1980) erprobtes Gasgemisch besteht aus 20% CO_2 und 80% Sauerstoff. Nun könnte man annehmen, dass in dieser rund vierfach höheren Sauerstoffkonzentration in der Schutzgaspackung im Vergleich zur Luft (21%) die aeroben Keime besonders gut wachsen.

Hierzu muss angemerkt werden, dass man aerobe Keime nicht nur durch *Absenken* des Sauerstoffpartialdrucks am Wachstum hindern kann, sondern auch durch Erhöhen der O_2-Konzentration über den in Luft vorhandenen Anteil hinaus, allerdings weit weniger wirkungsvoll.

Ein hoher Sauerstoffanteil von 80% in Kombination mit 20% Kohlendioxid hat auf den Stoffwechsel zahlreicher Mikroorganismen nachteilige Auswirkungen, insbesondere auf nicht adaptierte Zellen in der sog. lag-Phase, so dass in Schutzgasatmosphäre beträchtliche Haltbarkeitszuwächse zu erzielen sind, wie die Studien von *Hess et al.* (1980) bei 1° Lagerung gezeigt haben (Abb. 4–6). Für die Dauer von 10 Tagen konnten nicht nur die Enterobakterien völlig unterdrückt und die Lactobacillen und Pseudomonaden deutlich gehemmt werden, auch die aerobe Gesamtkeimzahl stagnierte.

Ähnliche Ergebnisse wurden von *Hess et al.* (1980) an Hackfleisch erzielt, ein Produkt, das kürzlich auch von *Hammes et al.* (1983) in Schutzgasatmosphäre detailliert untersucht wurde. Obwohl die Schutzbegasung dieses heiklen Produktes amtlicherseits wegen der gesundheitlichen Risiken in der Bundesrepublik Deutschland (Hackfleisch-VO) nicht so bald generell zugelassen werden dürfte, ist es doch interessant zu sehen, dass unter günstigen Voraussetzungen auch Hackfleisch in Schutzgasatmosphäre eine erstaunliche Haltbarkeit erreicht. Da sich nur keimarmes Hackfleisch für eine Schutzbegasung eignen würde, müssten rasche Keimzahlbestimmungsmethoden verfügbar sein. Dieses Problem ist derzeit noch nicht zufriedenstellend gelöst; an unserem Institut wird an dieser Thematik gearbeitet.

Stickstoff, der Schutzgaspackungen mitunter zusätzlich beigemischt wird, hat keine Auswirkungen auf die Mikroorganismen. Aufgrund der geringsten Permeationsgeschwindigkeit diffundiert dieses Gas langsamer aus der Packung als CO_2 und vermindert als Stützgas einen Pseudovakuumeffekt. Nach unseren Erfahrungen kann der

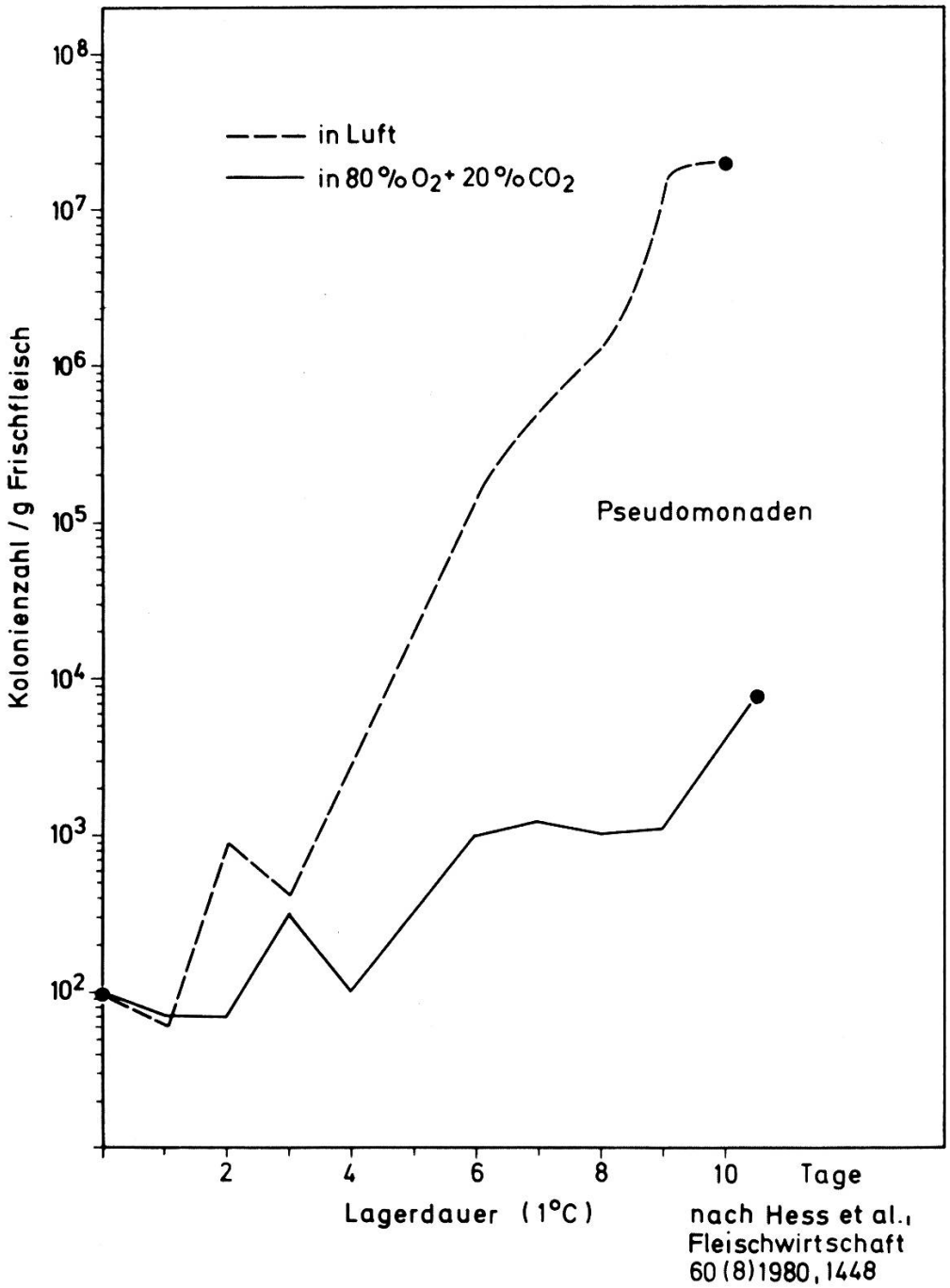

Abb. 5: Verlauf der Kolonienzahl der Pseudomonaden bei der Lagerung von Frischfleisch (Gulaschwürfel) in Luft bzw. Schutzgasatmosphäre bei +1 ± 1 °C (vgl. a. Abb. 2).

Pseudovakuumeffekt in Schutzgaspackungen mit hohen CO_2-Anteilen bei Kühllagerung sehr rasch auftreten – so bei vorfritierten Pommes frites – und zwar weniger aus dem Grund, weil das CO_2 durch die Folie nach aussen permeiert, sondern weil sich CO_2 in wasserreichen Lebensmitteln in der Kälte sehr gut löst. Da sich Sauerstoff in Wasser erheblich weniger und Stickstoff wiederum noch weniger im Wasseranteil löst, wird durch eine Mehrkomponentenatmosphäre der Pseudovakuumeffekt begrenzt. Bis zu einem gewissen Grade kann dieser Effekt jedoch durchaus erwünscht sein, da er ein In

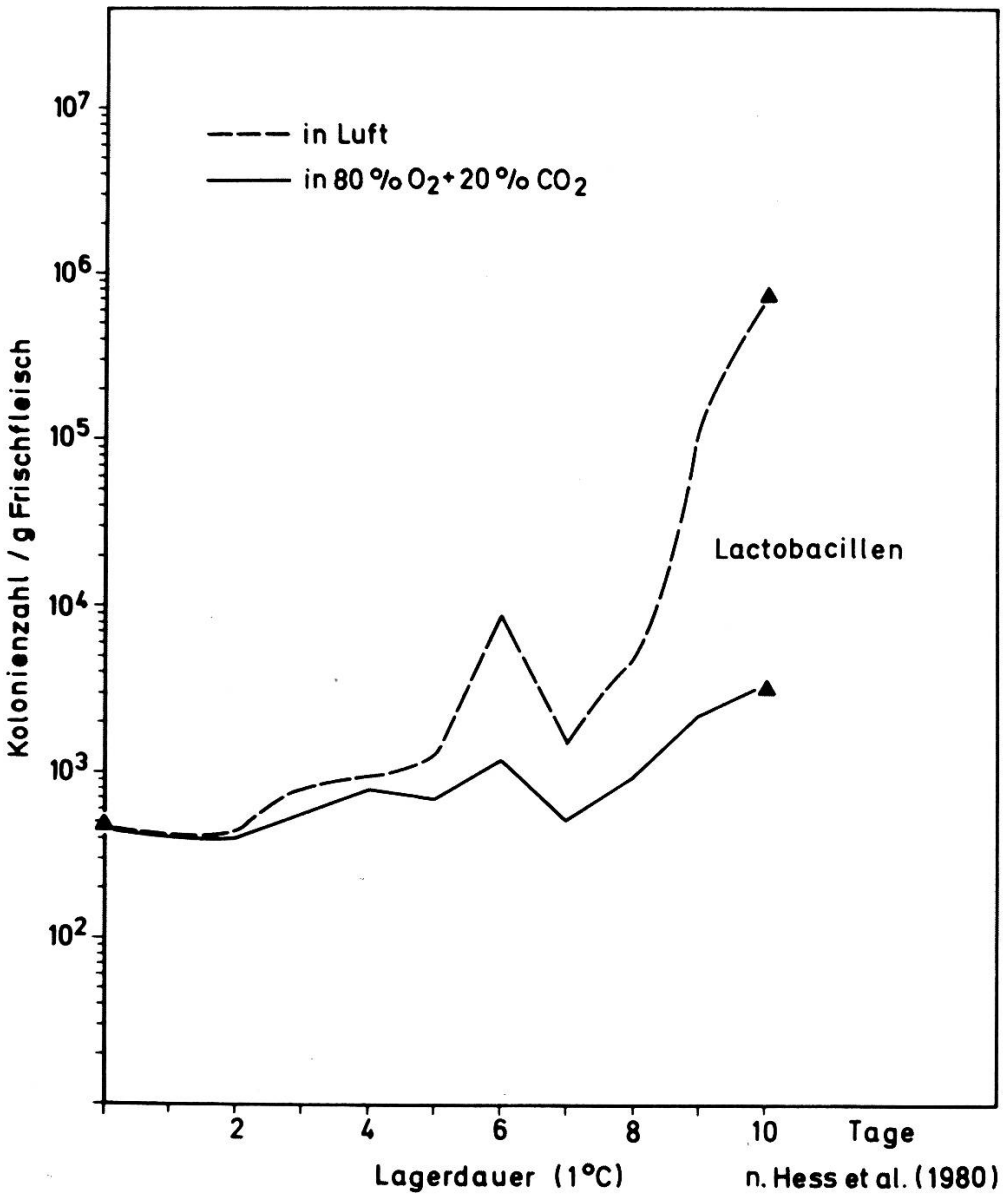

Abb. 6: Verlauf der Lactobacillenkolonienzahl bei der Lagerung von Frischfleisch (Gulaschwürfel) in Luft bzw. Schutzgasatmosphäre bei +1 ± 1 °C (vgl. a. Abb. 2).

diz für die Dichtigkeit der Siegelnähte und Freiheit von Perforationen ist. Bei Fleischerzeugnissen ist dieser Effekt relativ selten zu beobachten, da diese Produkte oft hohe Gasanteile von gelöstem CO_2 enthalten (vgl. Tab. 1).

Mikrobiologische Probleme treten – analog zur Vakuumverpackung – auf, wenn die Sperreigenschaften der Folien ungenügend sind. Probleme können auch bei zu niedrigen CO_2-Anteilen auftreten. Während bei Vakuumverpackungen der Restsauerstoffpartialdruck ein Indikator für das Ausmass der Evakuierung ist – sind bei Schutzgaspackungen in Schadensfällen kompliziertere Analysen der Einzelkomponenten erforderlich. Die Schutzgaszusammensetzung muss bereits an der Maschine laufend überwacht werden. Folien mit ausreichenden Sperreigenschaften werden von zahlreichen Firmen angeboten.

Zusammenfassung

Sowohl die Vakuum- als auch die Schutzgasverpackung lassen unter optimalen Bedingungen bei Fleisch und Fleischerzeugnissen beträchtliche Haltbarkeitszuwächse aus mikrobiologischer Sicht zu. Diese Idealbedingungen sind allerdings in der Praxis nicht immer leicht zu erfüllen. Eine grösstmögliche Betriebshygiene, eine Distribution ohne Unterbrechung der Kühlkette bei möglichst niedrigen Temperaturen wären gute Voraussetzungen. Die verwendeten Packstoffe müssen der angestrebten Haltbarkeit entsprechende Gasdichtigkeiten aufweisen. Da die Höhe des Vakuums grosse Auswirkungen auf die mikrobielle Stabilität der abgepackten Waren hat, sollten leistungsfähige Vakuumpumpen eingesetzt werden und auf eine hinreichende Evakuierung nicht zugunsten hoher Abpackgeschwindigkeiten verzichtet werden. Der Packstoff selbst darf keinesfalls zum Überträger von Verderbserregern werden. Bei Schutzgasverpackungen ist eine laufende Überwachung der Gasgemische erforderlich.

Résumé

La viande et la charcuterie sont de plus en plus présentées préemballées dans les magasins libre-service. Certaines de ces formes d'emballage permettent de prolonger considérablement la durée de conservation du produit emballé. C'est le cas surtout pour les emballages sous vide et sous gaz protecteur. L'étanchéité – plus spécialement la perméabilité aux gaz du matériel d'emballage – revêt une importance particulière. La perméabilité aux gaz dépend de la composition du matériel d'emballage utilisé, de son épaisseur et de la différence de pression partielle pour les gaz concernés entre l'intérieur et l'extérieur de l'emballage.

De nombreux cas de détérioration de denrées carnées emballées sous vide sont dus à une résistance insuffisante de l'emballage, ou à un surétirage, ce qui favorise une décomposition microbienne. Les jambons emballés sous vide et conservés sous réfrigération sont sujets à une modification de la flore microbienne: des germes aérobies psychrotolérants apparaissent si l'emballage est perméable à l'oxygène. Certains cas de prolifération prédominante de bacilles aérobies *(B. globisporus)* producteurs de poissage ont été signalés.

Des moisissures deviennent visibles lorsque l'emballage sous vacuum n'a pas été assez évacué ou n'est pas étanche. Le *Cladosporium herbarum* peut facilement proliférer sur le lard d'un jambon ou sur le boyau des saucisses même à basses températures de réfrigération si suffisamment d'oxygène est disponible. Le comportement est analogue avec le *Penicillium verrucosum.* Des problèmes microbiens peuvent aussi surgir pour les denrées carnées sous film lorsque l'emballage lui-même est porteur de germes, ce qui est cependant rare, exceptionnel. C'est ainsi que si on utilise un matériel d'emballage poudré avec une farine d'amidon, cette poudre d'amidon peut, dans des cas isolés, être contaminée à un degré relativement élevé par des germes (spores de moisissures p. ex.). En se propageant dans l'air ambiant de l'entreprise, cette poudre d'amidon peut alors contaminer massivement les produits carnés en pénétrant dans des pompes aspirantes et des ventilateurs mal placés (p. ex. dans les chambres froides); cette contamination ne se manifeste et n'occasionne des détériorations visibles que si l'emballage sous vide contient trop d'oxygène (p. ex. évacuation insuffisante.).

Pour les emballages scellés sous gaz protecteur, les problèmes microbiologiques surgissent – comme pour les emballages sous vide – lorsque l'étanchéité de l'emballage laisse à désirer. S'il y a trop peu de CO_2, la stabilité microbienne de la denrée carnée concernée peut être diminuée, c'est pourquoi la composition du gaz protecteur doit être constamment surveillée, déjà sur l'emballeuse mécanique.

Literaturverzeichnis

[1] *Erichsen I. and Molin G.:* Microbial Flora of Normal and High pH Beef Stored at 4 °C in Different Gas Environments. J. Food Prot. *44,* 866–869 (1981). – [2] *Hess E., Ruosch W., und Breer C.:* Verfahren zur Verlängerung von verpacktem Frischfleisch. Fleischwirtsch. *60,* 1448–1461 (1980). – [3] *Hammes W. P., Fischer A., Schramm F. und Bauer A.:* Lagerfähigkeit von Hackfleisch in kontrollierter Atmosphäre. II. Einfluss auf mikrobiologische Vorgänge. Fleischwirtsch. *63,* 1715–1725 (1983). – [4] *Tändler K.:* Frischfleischverpackungen für SB-verpacktes, portioniertes Fleisch. Fleischwirtsch. *57,* 550–554 (1970).