

Über das Gefrieren von Fleisch und Geflügel

Mit Hilfe der Gefrierkonservierung können besser als mit anderen Verfahren die spezifischen Eigenschaften frischen Fleisches und Geflügels über längere Zeit erhalten werden. Die bei sachgerechtem Gefrieren auftretenden Veränderungen sind von geringer Bedeutung für die Qualität der zum Verzehr kommenden Erzeugnisse. Schnell gefrorenes Fleisch hat ein besseres Wasserhaltevermögen beim Auftauen als langsam gefrorenes. Ein sehr schnelles bzw. ultraschnelles Gefrieren wird nur in Sonderfällen lohnend sein. Auf seine Anwendung für die Bildung einer kreidig hellen Hautfarbe bei Geflügel und zur Verhinderung des Auftretens von anomal blassem und wärrigem Schweinefleisch wird hingewiesen.

Während der Gefrierlagerung verändern sich die sensorischen Eigenschaften von Fleisch und Geflügel vorwiegend durch eine Denaturierung der Eiweiße und eine Oxidation der Fette. Diese Veränderungen sind zeit-temperatur-abhängig. Wenn verlangt wird, daß sich während der Lagerung tiefgefrorenes Fleisch und Geflügel nicht wesentlich verändern sollen, dann können nach den ausgewerteten Unterlagen Rindfleisch bei -18° 10 bis 12 und bei -30° 22 bis 24 Monate, Schweinefleisch bei -18° 4 bis 6 und bei -30° 13 bis 15 Monate und Hähnchen bei -18° 7 bis 8 und bei -24° 11 bis 12 Monate gelagert werden. Wegen der verschiedenen langen zulässigen Lagerungsdauer in dem für die Lagerung angewendeten Temperaturbereich von -18 bis -30° C müßte eine Haltbarkeitsangabe für die nach der Einwirkungszeit gewogene mittlere Temperatur in der Tiefkühlkette gelten. Diese Temperatur wäre als Bezugstemperatur anzugeben.

Wenn neben dem Angebotszustand „tiefgefroren“ ein Angebotszustand „gefroren“ für Fleisch zugelassen wird, sollte den ECE-Empfehlungen über die internationale Beförderung leichtverderblicher Lebensmittel entsprechend die Lager- und Transporttemperatur -10° C oder tiefer sein und ein kurzfristiger Temperaturanstieg um höchstens 3° C toleriert werden.

The freezing of meat and poultry

The specific characteristics of fresh meat and poultry can be better retained for a long time by freezing than by other methods of preservation. The changes which occur where the products are expertly frozen are of little significance in relation to the quality of the product when it is consumed. Rapidly frozen meat has a better water binding capacity when thawed than slowly frozen meat. Very quick or ultra-quick freezing is only worth while in special cases. Mention is made of the application of this method for obtaining a chalky, light skin colour in poultry and to prevent the occurrence of anomalously pale and watery pork.

During frozen storage the organoleptic properties of meat and poultry change largely as a result of denaturing of the proteins and oxidation of the fats. These changes are dependent on time and temperature. If it is required that deep-frozen meat and poultry should not change much during storage, then beef can be stored at -18° for 10 to 12 months and at

-30° for 22 to 24 months: pork can be stored at -18° for 4 to 6 months and at -30° for 13 to 15 months and chickens at -18° for 7 to 8 months and at -24° for 11 to 12 months. Owing to the fact that the permissible storage period varies in length within the temperature range -18 to -30° C. used for storage a statement of shelf life would have to apply for the mean temperature in the deep-freeze chain obtained on the basis of the effective time. This temperature would be given as reference temperature.

If, along with the description "deep-frozen", a description "frozen" were permitted for meat, the storage and transport temperature would have to be -10° C. or lower to be in line with EEC recommendations on international traffic in perishable foods: a short temperature rise of 3° C. at the most could be tolerated.

La congélation de viande et de volaille

Grâce à la conservation par congélation il est possible de conserver plus longtemps et mieux les qualités de la viande et de la volaille fraîche que cela n'est possible par d'autres procédés. Les transformations qui se manifestent lors de la congélation en bonne forme sont d'importance secondaire pour la qualité des produits arrivant à la consommation. De la viande congelée rapidement conserve mieux son humidité lors du dégellement que celle congelée lentement. Une congélation très ou ultra-rapide n'est rentable que dans des cas spéciaux. L'attention est attirée sur son utilisation pour obtenir une peau blanche chez la volaille et pour éviter que de la viande de porc devienne anormalement pâle et aqueuse.

Pendant le stockage à l'état congelé les qualités perceptibles par les sens de la viande et de la volaille subissent des transformations par la dénaturation de l'albumine et par une oxydation de la graisse. Ces transformations dépendent du temps et de la température de stockage. Si on demande que la viande et la volaille congelées ne subissent que

peu de changements de qualité pendant le stockage, on peut se baser sur les données élaborées suivantes: la viande de boeuf peut être conservée à -18° de 10 à 12 mois, à -30° de 22 à 24 mois, la viande de porc à -18° de 4 à 6 mois, à -30° de 13 à 15 mois, et les poulets à -18° de 7 à 8 mois, à -30° de 11 à 12 mois. En raison des périodes de stockage admises de différente importance pour les températures de -18 à -30° C, il y aurait lieu d'indiquer comme date limite de conservation dans la chaîne du froid une date calculée suivant une température moyenne. Cette température devrait être indiquée comme température de référence.

Dans le cas où on autoriserait d'offrir, outre de la marchandise „congelée“, de la marchandise „gelée“, la température de stockage et de transport devrait être de -10° C ou moins et une augmentation très courte jusqu'à 3° C au plus pourrait être tolérée, suivant les recommandations de la C.E.E. sur le transport international de denrées alimentaires périssables.

Sobre la congelación de carne y aves

Con la ayuda de substancias conservadoras de congelación, pueden ser conservados mejor que con otros procesos durante largo tiempo las cualidades específicas de carne fresca y aves. Las modificaciones que entran en una congelación pericial, son de insignificante importancia para la calidad de los productos consumidos después. Carne congelada rápidamente tiene una riqueza especial en contenido de agua en el deshielo, que en congelaciones lentas. Una rápida es decir ultra rápida congelación, sólo compensará en casos especiales. En su empleo para la formación de un color de la piel tiza claro en aves y disminución de la entrada de anómalo pálido y acuosa, carne de cerdo. Durante el almacenaje congelado se modifican las cualidades sensitivas de carne y especialmente aves, por una desnaturalización de la albúmina y una oxidación de la grasa. Estas modificaciones dependen del tiempo y temperatura. Si se exige, que no debe modificarse considerablemente durante el almacenaje de carne y aves congeladas a bajas temperaturas, entonces pueden ser almacenados según los datos que se citan, carne

de bovino a -18° de 10 á 12 y a -30° de 22 á 24 meses, carne de cerdo a -18° de 4 á 6 y a -30° de 13 á 15 meses, y aves a -18° de 7 á 8 y a -24° de 11 á 12 meses. A causa de los diferentes tiempos de duración permitidos, en la temperatura empleada en el almacenaje de -18° hasta -30° C, debe ser puesta una instalación consistente de temperatura media en la cadena de congelación, teniendo en consideración el tiempo de influencia comunicado. Esta temperatura debería darse como temperatura de referencia.

Si se autoriza para carne el estado de las ofertas „congeladas a bajas temperaturas“, un estado de ofertas „congeladas“ debe corresponder la recomendación ECE sobre los organismos internacionales de viveres de fácil descomposición, la temperatura en el almacén y en el transporte de -10° C ó ser más baja y ser tolerado a corto plazo como máximo un aumento de temperatura de 3° C.

Sulla congelazione della carne e del pollame

Il procedimento di congelazione è il più adatto a conservare per lungo tempo le caratteristiche specifiche della carne fresca e del pollame. Le modificazioni che hanno luogo in seguito ad un trattamento di congelazione eseguito a regola d'arte non influenzano che in minima misura la qualità dei prodotti destinati al consumo. La carne congelata rapidamente ha un potere di ritenzione dell'acqua all'atto dello scongelamento migliore della carne congelata lentamente. Un processo di congelazione rapido o ultrarapido è redditizio solo in casi particolari. Si fa cenno al suo impiego per ottenere nel pollame una colorazione biancastra e nel maiale per impedire la formazione di una carne chiara e acquosa.

Durante il magazzinaggio le alterazioni a carico dei caratteri organolettici della carne e del pollame congelati sono dovute prevalentemente a una denaturazione delle proteine e all'ossidazione dei grassi. Queste modificazioni dipendono dal tempo e dalla temperatura. Per evitare variazioni sensibili durante il magazzinaggio nella carne e nel pollame surgelati, in

Frisches Fleisch kann je nach Art und Verarbeitung 5 Tage bis 5 Wochen, frisches Geflügel 7 bis 10 Tage bei optimalen Bedingungen im Kühlraum gelagert werden, wenn es noch mit einer ansprechenden Qualität an den Verbraucher abgegeben werden soll. Wenn eine längere Lagerungsdauer erforderlich ist, müssen andere Verfahren als die Kühlung zur Haltbarmachung angewendet werden. Eine vergleichende Bewertung der Verfahren ergibt, daß es nur mit Hilfe der Gefrierkonservierung möglich ist, die spezifischen Eigenschaften frischen Fleisches und Geflügels über längere Zeit weitgehend zu erhalten.

Bei sachgemäßer Verarbeitung können aus gefrorenem Fleisch und Geflügel zubereitete Gerichte praktisch nicht von den aus kühlgelagerten Parallelproben hergestellten unterschieden werden. Mikroskopische Aufnahmen zeigen praktisch das gleiche Muster in der Querstreifung der Fibrillen bei der gefrorenen, wieder aufgetauten Muskulatur wie bei der nicht gefrorenen. Mechanische Verletzungen, etwa Fibrillen- und Membranzerstörungen, wurden nach einem in der Praxis üblichen Gefrieren nicht beobachtet. Eine Teilfunktion der lebenden Muskeln, ihre Kontraktibilität, bleibt praktisch voll erhalten.

Und doch werden Fleisch und Geflügel wie alle stark wasserhaltigen Lebensmittel durch den Gefrierprozeß verändert. Der mit der Eisbildung beim Gefrieren verbundene Anstieg der Konzentration an gelösten Salzen im noch nicht gefrorenen Wasseranteil und deren Einwirkung auf empfindliche hochmolekulare Stoffkomplexe wie z. B. die Lipoproteide sowie der Wasserentzug aus diesen führt zu einer Schädigung des Protoplasmas und der Zellmembranen und damit zu einem Verlust der osmotischen Eigenschaften. Produkte, die wie Obst und Gemüse z. T. in lebendem Zustand gefroren werden, sterben ab. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Muskelgeweben zeigen Schrumpfung und knotenartige Verdickungen in den Mitochondrien sowie Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Schichten anderer Membransysteme nach dem Gefrieren und Auftauen. Der Unterschied zwischen frischem und gefrorenem Fleisch ist analytisch bestimmbar.

Wasserentzug und Erhöhung der Salzkonzentration im nicht gefrorenen Restwasser führen unter anderem auch zu einem Lösen intramolekularer Bindungen und einer Auffaltung der Strukturproteine Actin und Myosin, insbesondere im Temperaturbereich von -2 bis -5° , in dem noch genügend Lösungswasser vorhanden ist. Diese Denaturierung der Proteine ist außer von der Temperatur von der Zeit abhängig und tritt meist während der Lagerung verstärkt in Erscheinung. Die Fähigkeit, das ausgefrorene Wasser beim Auftauen zu reabsorbieren, wird eingeschränkt und damit das Wasserhaltevermögen des Muskelgewebes verringert; eine merkliche Verschlechterung der Konsistenz kann die Folge sein.

Neben den Eiweißveränderungen ist ein Qualitätsrückgang von Fleisch und Geflügel während der Gefrierlagerung hauptsächlich durch die Veränderung der Fette bedingt. Während die Fette von Rind und Hammel relativ resistent gegen oxydative Veränderungen sind, wird Schweinefett mit seinem größeren Anteil an ungesättigten Fettsäuren schnell ranzig. Auch bei Geflügel bestimmt die Art und Menge des Fettes die Lagerungsfähigkeit des Gefrierprodukts. In allen Lebensmitteln können aus den Lipoproteidkomplexen der Zellmembranen abgespaltene Lipide weiter zu freien Fettsäuren und ihren Oxydationsprodukten abgebaut werden. Bei der weiten Verzweigung des Membransystems im Muskelgewebe sind hierdurch die Voraussetzungen für eine umfangreiche Reaktion auch im fettarmen Fleisch gegeben.

Aus den einleitenden Worten ist zu ersehen, daß durch den Gefrierprozeß selbst zwar Veränderungen in den Zellbestandteilen hervorgerufen werden, daß diese jedoch praktisch kaum einen Einfluß auf den Genuß- und Nährwert von sachgerecht gefrorenem Fleisch und Geflügel haben. Da es möglich ist, die Güte der zum Gefrieren verwendeten Tierkörper oder

base alla documentazione a nostra disposizione si raccomanda la conservazione della carne bovina a -18°C per 10—12 mesi, a -30°C per 22—24 mesi; della carne suina a -18°C per 4—6 mesi, a -30°C per 13—15 mesi e infine dei polli a -18°C per 7—8 mesi e a -24°C per 11—12 mesi. Poiché la durata del magazzinaggio nel campo di temperature da -18 a -30°C impiegato per la conservazione è variabile, l'indicazione della conservabilità dovrebbe essere riferita alla temperatura media della catena del freddo tenuto conto del tempo di azione. Questa temperatura andrebbe indicata come temperatura di riferimento.

Qualora venisse ammessa la vendita della carne oltre che „surgelata“ anche „congelata“, conformemente alle raccomandazioni della ECE sul trasporto internazionale degli alimenti di facile deperibilità, la temperatura di magazzinaggio e di trasporto dovrebbe essere di almeno -10°C e tollerato andrebbe solo un breve aumento della temperatura di al massimo di 3°C .

der aus ihnen gewonnenen Fleischstücke durch den Gefrierprozeß so gut zu erhalten, ist ihre Auswahl und ihre Behandlung vor dem Gefrieren von besonderer Bedeutung. Hierzu nur ein Hinweis. Tierkörper werden nach Ablauf der Totenstarre, aber auch unmittelbar nach dem Schlachten eingefroren. Das Gefrieren der schlachtwarmen Tiere bringt wirtschaftliche Vorteile durch die einfachere Handhabung und durch eine Verminderung des Gewichtsverlustes gegenüber dem Kühlen mit anschließendem Gefrieren, auch wenn die Verlängerung der effektiven Gefrierzeit um rund 20 Prozent und das schnellere Bereifen des Verdampfers sich nachteilig auf die Kosten auswirken.

Infolge des sehr schnellen Verlaufs der postmortalen Veränderungen im Schweinefleisch können Schweinehälften ohne Nachteile unmittelbar nach dem Schlachten schnell gefroren werden. Auch Rinderviertel verlieren, wie die sehr umfangreichen Arbeiten von Howard und Lawrie gezeigt haben, wesentlich weniger an Gewicht, wenn sie schlachtwarm gefroren werden. Das Fleisch erreichte aber nur den Genußwert und insbesondere die Zartheit des Fleisches der nach dem Schnellkühlen und Reifen gefrorenen Rinderviertel, wenn man schnell bei einer Temperatur von -40° und etwa 5 m/sec Windgeschwindigkeit gefror. Das gleiche galt für den Saftverlust beim Auftauen. Wenn danach auch ein schnelles Gefrieren von Rindervierteln unmittelbar nach dem Schlachten vorteilhaft erscheint, so mahnt die unterschiedliche Qualität des Fleisches von Rindervierteln, die mit nur wenig verschiedenen Gefrierzeiten schnell gefroren wurden, doch zur Vorsicht. Ein Reifen bei möglichst tiefer Kühlraumtemperatur vor dem Gefrieren gibt nach Bate-Smith die beste Gewähr dafür, daß die Ruhelänge der Muskulatur weitgehend erhalten bleibt und das Fleisch nach dem Auftauen eine gleichmäßig gute Qualität hat. Rindfleisch, das im gefrorenen Zustand später weiterverarbeitet werden kann, behält nach Hamm die hohe Wasserbindefähigkeit des schlachtwarmen Fleisches weitgehend, wenn man es bald nach dem Schlachten in dünnen Scheiben schnell gefriert, bevor ein starker Abbau von ATP und Glykogen einsetzt.

Hammel und Lämmer werden in Neuseeland in großem Umfang schlachtwarm gefroren. Obgleich bei Lämmern die Gefriergeschwindigkeit theoretisch hoch genug ist, um das Fleisch vor dem Einsetzen der Totenstarre zu gefrieren, so tritt doch auch hier in der Praxis kaum ein Taurigor mit seiner starken Kontraktur und seinem hohen Saftverlust auf. Der Grund dafür dürfte nicht nur in der Fixierung der Muskeln durch das Knochengestüt, sondern auch in der Beschleunigung des ATP-Abbaus durch die Störung der Membranfunktion bei Gefrierbeginn zu suchen sein. Marsh und Mitarb. fanden allerdings, daß infolge einer bleibenden Verkürzung der Muskeln während des Abkühlens das Fleisch von Lämmern, die innerhalb von 12 Std. nach dem Schlachten gefroren wurden, zäher war als das von über 16 Std. lang bei 12 bis 15°C vorgelagerten, so daß auch hier ein Gefrieren nach einer Zwischenlagerung sich vorteilhaft auf die Güte des Fleisches auswirken kann.

Nach dem Lösen der Totenstarre gefrorene Tierkörper haben ein Fleisch guter Qualität, gleich ob sie im Gefriertunnel bei -40° und 3 bis 5 m/sec Luftgeschwindigkeit schnell in 10 bis 15 Stunden oder im Gefrierraum bei -20° mit 100- bis 200fachem Luftwechsel langsam in 1—2 Tagen gefroren worden sind. Der Gewichtsverlust beim Gefrieren, der im wesentlichen auftritt, wenn die Oberflächentemperatur noch über -10° liegt, kann durch ein schnelles Gefrieren kleiner gehalten werden. Hinterviertel von Rindern mit rund 190 kg Schlachtgewicht verloren 35 bis 40 Prozent weniger an Gewicht, wenn die Gefrierzeit auf etwa die Hälfte reduziert wurde.

Ich spreche von schnellem und langsamem Gefrieren und beziehe mich dabei auf die Richtlinien der VDI-Fachgruppe Lebensmitteltechnik über die begrifflichen Grundlagen in der Fleischwirtschaft. Danach werden unterschieden

ein sehr langsames Gefrieren mit einer mittleren Gefriergeschwindigkeit von unter 0,1 cm/h,

ein langsames Gefrieren mit 0,1 bis 0,5 cm/h,

ein schnelles Gefrieren mit 0,5 bis 5 cm/h,

Vortrag, gehalten vor der VDI-Fachgruppe Lebensmitteltechnik Ausschuß „Fleisch“ in Hamburg am 19. 6. 1968.

ein sehr schnelles Gefrieren mit einer mittleren Gefriereschwindigkeit von über 5 cm/h und schließlich

ein ultraschnelles Gefrieren in verflüssigten Gasen mit tiefer Siedetemperatur.

Zur Begriffsklärung sei noch gesagt, daß man die mittlere Gefriereschwindigkeit eines Produktes erhält, wenn die kürzeste Entfernung von der gekühlten Oberfläche bis zum Kern, das ist der thermische Mittelpunkt, durch die nominelle Gefrierzeit dividiert wird. Dabei ist nach der Definition des Internationalen Kälteinstituts die nominelle Gefrierzeit, die zum Abkühlen des Produktes von gleichmäßig 0° auf -15° im Kern erforderliche Zeit.

Die Gefrierzeit hängt von den Gefrierbedingungen und vom Gefrierprodukt ab. Vom Produkt aus bestimmen die Abmessungen, die Form, die zu entziehende Wärmemenge und die Wärmeleitfähigkeit die Dauer des Gefrierens; die Gefrierbedingungen sind durch die Temperatur des Gefriermediums und durch den Wärmeübergang vom Produkt an dieses gegeben. Große Fleischstücke oder Tierhälften können z. B. nicht ultraschnell und meist auch nicht sehr schnell gefroren werden, da die Gefriereschwindigkeit infolge der begrenzenden Wärmeleitfähigkeit des Fleisches in den Innenzonen klein bleibt. Bei einem guten Wärmeübergang an das Gefriermedium steigt die Gefrierzeit eines Lebensmittels etwa proportional zum Quadrat seiner Dicke an.

Mikroaufnahmen von verschiedenen schnell gefrorenen kleinen Fleischstücken zeigen, daß die Veränderungen im Zellgefüge um so geringer sind, je schneller gefroren wird. Die sich bildenden Eiskristalle werden kleiner und ihre Anzahl größer. Die Wassermenge, die während des Gefriervorganges aus dem Zellinnern in die Zellzwischenräume diffundiert, nimmt ab.

Wenn auch die Veränderung in den osmotischen Eigenschaften und der damit verbundene Rückgang im Wasserhaltevermögen selbst durch ein ultraschnelles Gefrieren nicht verhindert werden kann, so geht doch mit zunehmender Gefriereschwindigkeit der Saftverlust beim Auftauen zurück. Beim Vergleich von schnell und langsam gefrorenen Steaks und Koteletts wurde außerdem gefunden, daß das schnell gefrorene Fleisch in der Regel zarter war als das langsam gefrorene. In den anderen sensorischen Eigenschaften, im Geschmack, im Geruch und in der Saftigkeit, wurden keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den schnell und langsam gefrorenen Proben gefunden. Ein sehr langsames Gefrieren kann sich nachteilig auf die Qualität auswirken und sollte vermieden werden.

Von der Industrie werden Fleischstücke, nicht nur um einen Saftaustritt beim Auftauen klein zu halten oder zu vermeiden, sondern der wirtschaftlichen Arbeitsweise wegen und um den Anforderungen an tiefgefrorene Lebensmittel in den Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches zu genügen, ganz allgemein schnell mit 1 bis 5 cm/h gefroren. Dazu verwendet man meist Luftgefrierapparate mit einer Lufttemperatur von -35 bis -45° und einer Luftgeschwindigkeit von 4 bis 8 m/sec. Zum Teil wird aber auch in Plattengefrierapparaten mit einer Platten-Temperatur von -30 bis -40° gefroren.

Versuchsergebnisse deuten an, daß das Safthaltevermögen weiter verbessert werden kann, wenn Fleischstücke sehr schnell mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 15 cm/h, z. B. in einem sehr kalten und schnellen Luftstrom oder verpackt in einer kalten Lösung, aber auch im Sprühverfahren mit verflüssigten Gasen unter Ausnutzung der sensiblen Wärme des Gases gefroren werden. Da jedoch sachgerecht behandeltes schnell gefrorenes Fleisch nach der Zubereitung meist dem frisch zubereiteten in der Konsistenz überlegen und sonst gleichwertig ist, werden die sensorischen Eigenschaften nur noch wenig zu verbessern sein, so daß die Anwendung eines teureren Verfahrens kaum zu rechtfertigen sein dürfte, es sei denn, daß die Veränderungen während der Gefrierlagerung dadurch verzögert werden können. Ob dies möglich ist, sollte untersucht werden.

Ein ultraschnelles Gefrieren mit einer Gefriereschwindigkeit von 300 bis 600 cm/h, wie sie beim Tauchen dünner Fleischscheiben in verflüssigten Gasen auftritt, wird in der Praxis kaum angewendet werden. Es ist schwierig, die Gefrierzeit so genau in Abhängigkeit von der Dicke der Stücke zu begrenzen, daß einerseits nach Ausgleich die für die Gefrierlagerung gewünschte Temperatur erreicht und andererseits ein Zerreißen der Randschichten durch ein vollständiges Gefrieren der Kernzone während des Tauchens vermieden wird. Gefrierversuche mit Fischfilet von Lorentzen haben außerdem gezeigt, daß keine Verbesserungen der sensorischen Eigenschaften durch das ultraschnelle gegenüber dem sehr schnellen Gefrieren zu erzielen sind. Das dürfte auch für Fleisch gelten.

Obleich das Gefrieren in verflüssigten Gasen wesentlich teurer ist als das Gefrieren in herkömmlichen Gefrieranlagen, kann es doch für spezifische Behandlungen von Fleisch und Geflügel von Interesse sein. Borchert und Briskey fanden zum Beispiel in vergleichenden Untersuchungen, daß die Ausbildung eines anomal blassen und wäbrigen Schweinefleisches durch ein sehr schnelles Gefrieren der Randschicht des schlachtwarmen Fleisches verhindert werden kann. Die Randschicht wurde von ihnen in Flüssig-Stickstoff gefroren; der Temperaturausgleich erfolgte u. a. bei -18°. Da eine Tauchzeit von rund 10 s/kg genügte, um

die Qualität zu verbessern, wird vorgeschlagen, dem üblichen Gefrieren eine Schnellgefrierzone vorzuschalten, in der das Fleisch mit Flüssig-Stickstoff besprüht wird.

Bei Geflügel wurde kein Einfluß der Gefriereschwindigkeit auf die Güte des Fleisches gefunden, die Veränderungen in den Markknochen von Hähnchen, die zu einer Dunkelfärbung der Knochen und oft auch des anliegenden Fleisches führen, treten jedoch verstärkt bei sehr langsamem Gefrieren auf. Wenn der Verbraucher eine kreidig helle Hautfarbe des Geflügels wünscht, wird diese meist durch ein sehr schnelles Gefrieren der Randschicht im Tauchverfahren nach dem Verpacken erzielt. Dadurch wird auch ein Austreten von Flüssigkeit in die Packung unterbunden.

Die Aufrechterhaltung einer hinreichend tiefen Temperatur des Fleisches und Geflügels in einer Gefrierkette von der Herstellung bis zur Abgabe an den Letztverbraucher ist die eigentliche Konservierung, die durch den Gefrierprozeß eingeleitet wird. Da sich Bakterien unter einer Temperatur von -5° und Schimmelpilze sowie Hefen unter -10°, wenn in magerem Fleisch 80 bis 85 bzw. 90 bis 95 Prozent des gefrierbaren Wassers ausgefroren sind, praktisch nicht mehr zu entwickeln vermögen, können Fleisch und Geflügel während der Gefrierlagerung nicht im üblichen Sinn verderben. Ihre Lagerungsdauer ist jedoch begrenzt, weil selbst bei der für die Gefrierlagerung angewendeten tiefsten Temperatur die chemischen Reaktionen nicht ganz zum Stillstand kommen und durch sie die sensorischen Eigenschaften, insbesondere der Geschmack und die Konsistenz, verändert werden.

Wie stark die Qualität von Fleisch und Geflügel während der Gefrierlagerung zurückgeht, hängt von der Art, der Zusammensetzung, dem Zustand und der Verpackung des gefrorenen Produktes sowie von den Lagerungsbedingungen und der Lagerungsdauer ab. Schweinefleisch verändert sich schneller als Rindfleisch, fettes Schweinefleisch schneller als mageres, gepökelttes Fleisch schneller als frisches, stark kontaminiertes schneller als schwach kontaminiertes. Die Lagerungsbedingungen sind durch die Temperatur, die relative Luftfeuchte und die Luftbewegung im Lagerraum gegeben. Tiefgefrorene Fleischstücke und tiefgefrorenes Geflügel werden in einer wasserdampfdichten Verpackung gelagert, so daß sich unabhängig vom Luftzustand im Raum ein Feuchtigkeitsgleichgewicht an der Oberfläche des Gutes einstellt.

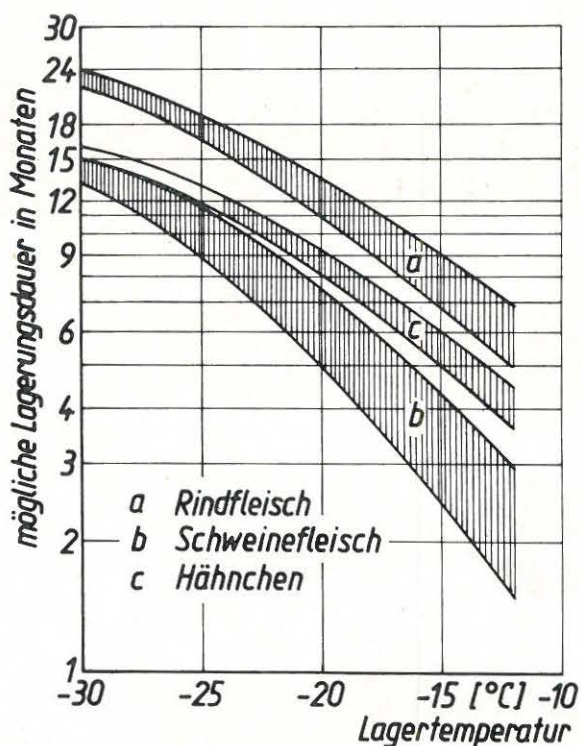
Tierkörper werden in der Regel nicht gegen eine Austrocknung geschützt. Der beste Weg, den Gewichtsverlust klein zu halten und damit das Entstehen von Gefrierbrand zu unterbinden, ist, die Tierkörper bei einer konstanten, möglichst tiefen Temperatur, einer möglichst hohen relativen Luftfeuchte und einer möglichst geringen Luftbewegung zu lagern. Eine relative Luftfeuchte von über 95 Prozent bei geringster Luftbewegung wird bei einer Mantelkühlung des Gefrierlagerraums erreicht. In einem Raum mit Mantelkühlung bei -17 bis -18° und 96 bis 97 Prozent relativer Luftfeuchte gelagertes Rindfleisch hatte einen Gewichtsverlust von nur 0,78 Prozent im Jahr. Der Unterschied im Wasserdampfpartialdruck zwischen der Fleischoberfläche und der umgebenden Luft wird um so geringer, je tiefer die Temperatur gesenkt wird, so daß es auch in Räumen mit üblicher Kühlung möglich ist, den Gewichtsverlust klein zu halten, wenn die Lagertemperatur hinreichend tief gesenkt wird. Bei -30° C blieb der Gewichtsverlust von Rindfleisch unter 0,1 Prozent im Monat.

Bei gut verpacktem Fleisch und Geflügel wird die Geschwindigkeit des Qualitätsrückgangs der einzelnen Produkte während der Lagerung praktisch nur von der Stärke der chemischen Reaktionen, d. h. von der Lagertemperatur bestimmt. Die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt in dem für die Gefrierlagerung verwendeten Temperaturbereich um das 2- bis 3fache ab, wenn die Temperatur um 10° gesenkt wird. Die Lagerungsdauer verlängert sich demnach um das 2- bis 3fache, wenn ein gleich großer Qualitätsrückgang vor und nach der Temperatursenkung zugelassen wird. Wie lange Fleisch und Geflügel gelagert werden können, ist abhängig von den Anforderungen, die an die Ausgangsware und an das Gefrierprodukt bei der Entnahme aus dem Gefrierlagerraum gestellt werden, d. h. von dem während der Lagerung zugelassenen Qualitätsrückgang.

Üblicherweise wird gefordert, daß sich die Gefrierprodukte während der Lagerung und des Vertriebs nicht wesentlich verändern dürfen, d. h. die mit vorzüglicher Qualität aus der Gefriereinrichtung in den Lagerraum kommenden Produkte sollen am Ende der Lagerung noch eine gute Qualität und einen hohen Verkaufswert haben. Die sensorischen Eigenschaften der Lebensmittel werden oft nach einer Neun-Notenskala bewertet. Durch die Begrenzung des Güterrückgangs auf 1 bis 2 Noten dieser Skala wird die Forderung an die Verkaufswürdigkeit der Gefrierprodukte Genüge getan, wenn die Ausgangsprodukte ein hohes Qualitätsniveau haben. Die damit erreichbare Lagerungsdauer wird vom Internationalen Kälteinstitut nach dem englischen Sprachgebrauch als „expected storage life“ bezeichnet. Wir sprechen von der möglichen oder der zulässigen Lagerungsdauer, aber auch von der Lagerungsfähigkeit der Gefrierprodukte. Sehr qualitätsbewußte Hersteller werden diese mögliche Lagerungsdauer als Grenze der Haltbarkeit ansehen.

Die mögliche Lagerungsdauer von gut verpackten Hähnchen, Rind- und Schweinefleisch im Temperaturbereich von -12 bis -30° ist nach

Angaben des Internationalen Kälteinstituts sowie nach amerikanischen, dänischen und eigenen Untersuchungsergebnissen in der Abbildung aufgetragen worden. Unter den genannten Voraussetzungen kann nach



Mögliche Lagerungsdauer von Rindfleisch, Schweinefleisch und Hähnchen im Temperaturbereich von -12 bis -30°C

dieser Darstellung Rindfleisch je nach der Zusammensetzung und dem Ausgangszustand des Gefrierprodukts 10 bis 12 Monate bei -18 , 16 bis 18 Monate bei -24 und 22 bis 24 Monate bei -30° gelagert werden, während Schweinefleisch nur 4 bis 6 Monate bei -18 , 8 bis 11 Monate bei -24 und 13 bis 15 Monate bei -30°C lagerungsfähig ist. Die mögliche Lagerungsdauer von Hähnchen kann hiernach mit 7 bis 8 Monaten bei -18° und 11 bis 12 Monate bei -24°C angenommen werden.

Tiefgefrorenes Fleisch und Geflügel wird auf dem Weg von der Herstellung bis zur Abgabe an den Letztverbraucher bei einer Temperatur von -30° bis -18° gelagert oder transportiert. In jedem Glied der Gefrierkette geht die Qualität entsprechend der Temperatur und der Verweildauer mehr oder weniger stark zurück. Wenn man daher entsprechend der von 1968 an geltenden Fassung der Lebensmittelkennzeichnungs-Verordnung die Haltbarkeit für ein Gefrierprodukt angibt, ist dieser Angabe die gewogene mittlere Temperatur zugrunde zu legen, da Fleisch und Geflügel ja bei -30° zwei- bis dreimal solange gelagert werden können, wie bei -18° .

Obgleich gefrorenes Fleisch und Geflügel bei -12° je nach Art und Zusammensetzung $1\frac{1}{2}$ bis 7 Monate eine gute Qualität behalten, werden unter der Bezeichnung „tiefgefroren“ in den Verkehr gebrachte Produkte bei -18° oder tiefer bis zur Abgabe an den Letztverbraucher befördert und gelagert, wobei während des Transports und im Verkaufsmöbel die Temperatur in der Randschicht um 3°C , aber nicht höher als -15°C , ansteigen kann. Nur im Haushaltskühlschrank werden gefrorene Lebensmittel oft bei -12° bis zum Verbrauch kurze Zeit aufbewahrt. In den ECE-Vereinbarungen und Empfehlungen über die internationale Beförderung leichtverderblicher Lebensmittel wird zwischen „gefrorenen“ und „tiefgefrorenen“ Lebensmitteln unterschieden. Während für tiefgefrorenes Fleisch und Geflügel eine Transporttemperatur von -18°C und tiefer gefordert wird, begnügt man sich bei gefrorenem mit einer Temperatur von -10 bzw. -12°C und tiefer. Auch hier ist ein zeitweiliger Anstieg der Temperatur in einem Teil der Ladung um 3°C zugelassen. Da die

Geschwindigkeit der chemischen Umsetzungen bei einem Temperaturanstieg über -10°C wesentlich schneller zunimmt als im Temperaturbereich von -30 bis -15 und außerdem bei längerer Lagerung die Gefahr des Wachstums psychrophiler Mikroorganismen besteht, dürfte eine obere Grenztemperatur von -7°C der höchstzulässige Wert für einen kurzfristigen Temperaturanstieg gefrorener Lebensmittel sein. Wenn für einzelne Lebensmittel neben dem Angebotszustand „tiefgefroren“ ein Angebotszustand „gefroren“ eingeführt wird, sollte dies beachtet werden.

Wenn wir die gegenwärtige Situation in der Gefrierkette betrachten, so ist der Übergang zu tieferen Temperaturen in den ersten Gliedern dieser Kette unverkennbar. Mehr und mehr werden Temperaturen von -24 bis -30° für die Lagerung von Gefrierprodukten vom Hersteller und auch vom Großhandel angewendet. Auch für die letzten Glieder der Gefrierkette stehen Transportmittel und Verkaufsmöbel mit einer Temperatur von -18° und tiefer zur Verfügung. Möge eine beharrliche Aufklärungsarbeit bald dazu führen, daß diese überall sachgerecht verwendet werden und ein sorgfältiger Umgang mit den Gefrierprodukten die Erhaltung ihrer Qualität bis zum Verkauf gewährleistet.

Literatur:

- Bate-Smith, E. C.:** Progress in the chilling and freezing of foods. *J. Food Technology* 2 (1967) 191
- Bellstedt, N.:** Einfrieren, Tiefkühlagerung und Auftauen von Fleisch. *Fleischwirtschaft* 48 (1968) 31
- Berner, H. und Scholtyssek, S.:** Möglichkeiten zur Verbesserung der Schlachthygiene beim Geflügel. *Fleischwirtschaft* 48 (1968) 422
- Borchert, L. L. u. Briskey, E. J.:** Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through partial freezing with liquid nitrogen post mortem. *J. of Food Sci.* 29 (1964) 203
- Dahl, D.:** Freeze storage of meat under different temperatures. *J. Refrig.* 1 (1958) 170
- Deutsches Lebensmittelbuch:** Leitsätze für tiefgefrorene Lebensmittel vom 8. 4. 1965. Bundesanzeiger 1965, Nr. 101, S. 18
- Economic Commission for Europe (ECE):** Agreement on special equipment for the transport of perishable foodstuffs and on the use of such equipment for the international transport of those foodstuffs. Geneva 15. 1. 1962
- Finn, D. B.:** Denaturation of proteins in muscle juice by freezing. *Proc. Roy. Soc. Ser. 13*, 111 (1932) 396
- Gutschmidt, J.:** Untersuchung über die Gefrierlagerung von Hähnchen. *Kältetechnik* 11 (1959) 310
- Hamm, R.:** Die Verarbeitung von schlachtwarm eingefrorenem Fleisch. *Fleischwirtschaft* 46 (1966) 772
- Hamm, R. u. Körmندی, L.:** Biochemisches Routineverfahren zur Unterscheidung zwischen Frischfleisch und aufgetautem Gefrierfleisch. *Fleischwirtschaft* 46 (1966) 615
- Hicks, E. W., Howard, A. u. Kaess, G.:** The cooling, freezing, storage and transport of frozen meat. *Comptes Rendus du IXe Congrès International du Froid* 1955, Bd. II, S. 4133
- Howard, A. u. Lawrie, R. A.:** Studies on Beef Quality. *Spec. Rep. Food Invest. Board* Nr. 63, London 1956
- International Institute of Refrigeration:** Recommendations for the processing and handling of frozen foods. Annexe au Bulletin de l'Institut Intern. du Froid, Paris 1964
- Lawrie, R. A.:** Meat Science. Pergamon Press. Ltd., London 1966
- Lorentzen, G.:** Some problems in nitrogen freezing of fish. Annexe 1964-1 supplément au Bull. de l'Institut Int. du Froid S. 39
- Love, R. M. u. Elerian, M. K.:** Protein denaturation of frozen fish. VIII. The temperature of maximum denaturation in cod. *J. Sci. Food Agric.* 15 (1964) 805
- Marsh, B. B. u. Leet, N. G.:** Studies in Meat tenderness. III. The effect of cold shortening on tenderness. *J. of Food Sci.* 31 (1966) 450
- Marsh, B. B., Woodhams, P. R. u. Leet, N. G.:** Studies on Meat Tenderness. 5. The effects on tenderness of carcass cooling and freezing before the completion of rigor mortis. *J. of Food Science* 33 (1968) 12
- Meat Chilling, Freezing and Storage in Commodity:** Storage Manual of The Refrigeration Research Foundation, Colorado Springs, Col. USA, Revised Ed. 1963
- Partmann, W.:** Wirkung von Temperaturen unter 0°C auf die freien Aminosäuren, die Löslichkeit fibrillärer Muskelproteine und die Kontraktilität von Hühnermuskeln. *Fleischwirtschaft* 47 (1967) 957
- Partmann, W.:** Physikalische und biochemische Veränderungen von Lebensmitteln beim Gefrieren und bei der Gefrierlagerung. *Wissensch. Veröffentl. d. Dtsch. Ges. für Ernährung* 12 (1964) 32
- Rapat, G. u. Luyet, B.:** On the mechanism of ice formation and propagation in muscle. *Biodynamica* 8 (1959) 121
- Schmidt-Lorenz, W.:** Behaviour of microorganism at low temperature. *Bull. Internat. Institute of Refrig.* 47 (1967) 390 u. 313
- VDI-Fachgruppe Lebensmitteltechnik, Ausschuss „Fleisch“:** Begriffliche Grundlagen in der Fleischwirtschaft, Bl. 2, Kälteanwendung bei Fleisch u. Fleischwaren (VDI 2656, Bl. 2). *Fleischwirtschaft* 48 (1968) 935

Anschrift des Verfassers: 7500 Karlsruhe, Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelkonservierung (Bundesrepublik Deutschland).