

5. FISCH ALS LEBENSMITTEL

Tiefgefrieren und Gefriertrocknen, Container-Transport

An der Deutschen Kältetagung vom 8. -11. Oktober 1969 in Düsseldorf nahmen nahezu 400 Kältefachleute, vorwiegend aus dem Inland, aber auch aus 10 weiteren Ländern teil. In 16 Vorträgen wurden ausgewählte Themen aus dem Gebiet der Kälteerzeugung und Kälteanwendung behandelt.

Der folgende Bericht gibt einen Überblick über die in der Arbeitsabteilung III, KÄLTEANWENDUNG IN DER LEBENSMITTELTECHNIK, KÜHLHÄUSER UND KÜHLTRANSPORTE, gehaltenen Vorträge und Diskussionen, die die oben genannten Themen behandelten.

A. Tiefgefrieren und Gefriertrocknen

=====

1. Das Tiefgefrieren von Lebensmitteln mit siedenden Flüssigkeiten behandelte G. DINGLINGER, Düsseldorf, im Hinblick auf die in Betracht kommenden Kältemittel flüssiger Stickstoff, flüssige Luft und R 12 ("Freon"). Die Vorteile und Grenzen des schnellen Gefrierens mit siedenden Flüssigkeiten unter Verwendung von kontinuierlich arbeitenden Schnellgefrieranlagen wurden aufgezeigt.

Bei Verwendung tiefsiedender Flüssiggase (Stickstoff, Luft) wird das Gefrierverfahren dadurch mitbestimmt, daß das Rückkondensieren dieser Kältemittel hierbei nicht in Betracht kommt, da ihre Kondensationstemperatur bei atmosphärischem Druck um -195°C liegt. In einer Vorkühlzone, in der das kalte Gas mit hoher Turbulenz strömt, wird dem Gefriergut zunächst auf relativ kurzer Strecke eine große Wärmemenge entzogen. In der anschließenden Sprühzone wird aufgesprühtes Flüssiggas unmittelbar auf dem Gefriergut zum Sieden gebracht, wodurch im wesentlichen die Gefriergeschwindigkeit und die Leistung des Gerätes bestimmt werden. Sofortiges Besprühen oder sogar Tauchen des Gefriergutes in das siedende Flüssiggas wäre nachteilig, da die schockartig gefrierenden Außenschichten des Lebensmittels durch die Ausdehnung der erst anschließend gefrierenden inneren Hauptmasse des Produktes gesprengt würden. Das Lebensmittel bekäme Risse und ein unansehnliches Aussehen.

Infolge der großen Temperaturdifferenz zwischen Kältemittel und Gut sowie durch den großen Wärmeübergang an der Oberfläche des Gutes besteht am Ende des Gefrierprozesses noch eine große Temperaturdifferenz zwischen Gutoberfläche und dessen Kern. Durch richtige Längenrelation zwischen der Vorkühl- und Sprühzone

sowie einer abschließenden Temperaturlausgleichszone kann der Temperaturverlauf im Gefriergut so beeinflusst werden, daß eine optimale Gefriereschwindigkeit zustandekommt.

Im Unterschied zu den tiefsiedenden Flüssiggasen wird R 12 ("Freon") nach seiner Verdampfung rückverflüssigt; das Gut wird ohne Vorkühlung mit Kaltgas sofort mit dem flüssigen siedenden Kältemittel in Berührung gebracht. Die bei -30°C liegende Siedetemperatur erfordert keine besonderen Maßnahmen der Verfahrensführung, eine Vorkühl- und Temperaturlausgleichszone sind nicht notwendig.

Da in beiden Fällen die Lebensmittel in direktem Kontakt mit der siedenden Flüssigkeit gefroren werden, ist im Vergleich zum konventionellen Gefrieren beispielsweise im Gefriertunnel, bei diesen neuen Verfahren der Gewichtsverlust des Gefriergutes infolge des sehr viel schnelleren Gefrierens der Lebensmitteloberfläche wesentlich geringer.

Durch die unterschiedliche Berührung der zu gefrierenden Lebensmittel mit dem Kältemittel gleich zu Beginn ihres Eintritts in den Gefrierapparat ist beim Gefrieren mit flüssigem R 12 ein noch geringerer Gewichtsverlust zu erwarten als beim Gefrieren mit flüssigem Stickstoff. Er liegt bei beiden Verfahren je nach der spezifischen Oberfläche der Lebensmittelstücke aber beträchtlich unter den Gewichtsverlusten, wie sie beim konventionellen Gefrieren z. B. im Gefriertunnel auftreten.

Im Hinblick auf die Investitions- und Betriebskosten ist grundsätzlich zu bemerken: Bei der Stickstoff-Gefrieranlage ist im allgemeinen mit niedrigeren Anschaffungskosten gegenüber der R 12-Gefrieranlage zu rechnen. Dies beruht darauf, daß die R 12-Gefrieranlage das während des Lebensmittelgefrierens verdampfende flüssige R 12 - von Undichtigkeitsverlusten der Anlage und evtl. Rückständen im Lebensmittel abgesehen - mit Hilfe einer eingebauten Kältemaschine wieder verflüssigt, um es kreislaufartig wieder zu verwenden. Bei der Stickstoff-Gefrieranlage geht der verdampfte flüssige Stickstoff verloren, da seine Wiederverflüssigung infolge der sehr niedrigen Verflüssigungstemperatur, wie bereits erwähnt, nicht in Betracht kommt. Dadurch ist bei der Stickstoff-Gefrieranlage mit höheren Betriebskosten zu rechnen, die entscheidend durch den Preis für den flüssigen Stickstoff bestimmt werden. Bei hochwertigen Lebensmitteln fällt dies weniger ins Gewicht als bei billigerer Ware.

Als vorteilhaft bei der Stickstoff-Gefrieranlage kann ihre größere Mobilität angesehen werden. Das geringe Anlagengewicht ermöglicht einen einfacheren Wechsel des Standortes und z. B. die vorübergehende Aufstellung direkt am Ort der Anlandung von Meeresprodukten - oder z. B. am Ernteort von landwirtschaftlichen Produkten.

Zur Zeit kann aus lebensmittelrechtlichen Gründen vorerst nur das Verfahren mit flüssigem Stickstoff (bzw. flüssiger Luft) angewendet werden; für die Zulassung von R 12 als mit dem Lebensmittel in Berührung kommendem Kältemittel läuft das Genehmigungsverfahren beim Bundesgesundheitsamt in Berlin (für die BRD). In den USA, wo dieses Verfahren entwickelt wurde, ist die Genehmigung erteilt.

2. Über den Wärme- und Stofftransport beim Gefriertrocknen fluider Lebensmittel (W. SPIESS, W. WOLF und H. HEDERER, Karlsruhe)

trug W. WOLF aufgrund von experimentellen Untersuchungen und theoretischen Überlegungen vor.

Nach mikroskopischen Feststellungen an gefriergetrockneten flüssigen und pastösen Lebensmitteln wurden zwei Grundstrukturen definiert: eine Rohrbündelstruktur, deren Rohrachsen in Richtung des Wasserdampftransportes bei der Trocknung verlaufen und eine Zellenstruktur.

Untersuchungen des Stofftransportes zeigen, daß beim Vorliegen der Röhrenstruktur der Transport des Wasserdampfes als eine unbehinderte Molekularbewegung beschrieben werden kann, während bei der Zellenstruktur mit einer Behinderung der Molekularbewegung zu rechnen ist. Vorstellungen, daß im Falle der Zellenstruktur eine aus Molekular-(leere Zellen) und Diffusionsbewegung (Zellzwischenwände) zusammengesetzte Transportbewegung vorherrscht, konnten nicht bestätigt werden. Mit Hilfe der durch die Ergebnisse der Untersuchungen des Stofftransportes bestätigten Vorstellungen über den geometrischen Aufbau der Gutsstruktur wurden Modellvorstellungen über den Transport der Wärme zur Sublimationsebene bei einseitiger Wärmezufuhr durch Strahlung entwickelt. Eine Berechnung der Temperaturverteilung im Gut (Binder-Schmidt-Verfahren) aufgrund dieser Vorstellungen zeigte eine weitgehende Übereinstimmung mit experimentell ermittelten Werten.

B. Container-Transport und Fragen der Isolierung innerhalb der Gefrierkette
=====

1. Über Kälteanlagen für Kühlcontainer und ihre Anwendung in der Transportkette gab F. LIEDING, Rodenkirchen, einen ausführlichen Überblick.

Kühlcontainer werden vorzugsweise im gebrochenen Langstreckenverkehr verwendet, bei dem für die Beförderung der Güter mehrere verschiedene Verkehrsmittel - z. B. Kraftfahrzeug, Schiff, Eisenbahn - eingesetzt sind, wobei der Schwerpunkt beim überseeischen Schifftransport liegt. Um eine wirtschaftliche Ausnutzung der Kühlcontainer zu ermöglichen, müssen sie universell einsetzbar sein. Die Kälteanlage hat dabei wahlweise jede gewünschte Temperatur zwischen ca +12° und - 25° C (-30° C) bei der maximal auftretenden Umgebungstemperatur zu gewährleisten. Außerdem schreiben die Klassifikationsgesellschaften maximale tägliche Laufzeiten vor.

Wenn auch die Verwendung von Kühlmitteln wie Trockeneis, flüssige Luft und flüssiger Stickstoff prinzipiell möglich ist, werden für den Überseetransport vorwiegend Kühlcontainer mit Kompressions-Kältemaschinen eingesetzt. Diese sind mit dem Antrieb meist zu einer Einheit zusammengebaut. Bisher dominiert die Stopferbauart, bei welcher sich der Hochdruckteil der Kältemaschine außerhalb des isolierten Kastens (des Containers) befindet und der Verdampferteil durch eine Öffnung in den Innenraum hineinragt. Die Abmessungen dieser Öffnung und der Befestigungspunkte der Kältesätze sind zwar nicht genormt, aber bei den verschiedenen Fabrikaten nahezu gleich, so daß Austauschbarkeit besteht. Seit einiger Zeit ist eine Tendenz zur Entwicklung von Anbaugeräten erkennbar, bei denen der Verdampfer außerhalb des isolierten Kastens angeordnet ist. Da nicht überall elektrischer Strom zur Verfügung steht, muß der Kältesatz nicht nur elek-

trisch, sondern auch mit flüssigem oder gasförmigem Brennstoff betrieben werden können. Der Verbrennungsmotor ist entweder in den Kältesatz fest eingebaut oder in einem Generatorsatz enthalten, der abnehmbar am Kühlcontainer oder am Transportfahrzeug angebracht wird. In diesem Fall werden elektrisch betriebene, mit halbhermetischen Motorverdichtern ausgerüstete Kältesätze verwendet. -

Der Seetransport von Kühlcontainern stellt hohe Anforderungen an die Kältesätze hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit sowie Erschütterungs- und Lageunempfindlichkeit. Normale Fahrzeugkältesätze für den Überlandtransport sind für Kühlcontainer daher nicht geeignet.

Für die Australienfahrt - mit langen Reisedauern im Vergleich zur Nordatlantikfahrt - wurde von britischen Reedereien ein neues System eingeführt, wobei Kühlcontainer an Bord der Schiffe durch eine zentrale Kälteanlage gekühlt werden. Nur während des Landtransportes wird ein elektrisch angetriebener Kältesatz unter Benutzung der Container-Eckbeschläge angebaut.

Der weltweite Einsatz von universell verwendbaren Kühlcontainern eröffnet völlig neue Möglichkeiten für den internationalen und interkontinentalen Austausch leichtverderblicher frischer und tiefgefrorener Lebensmittel. Entscheidend ist dabei der Fortfall der mehrfachen Erwärmung des Kühlgutes, die bei Verwendung konventioneller Kühlschiffe und Kühlwagen beim Umschlag von einem Transportmittel zum anderen unvermeidbar ist. Da Kühlcontainer unmittelbar am Ort der Erzeugung beladen werden und die Lebensmittel dann bis zum Entladen, das erst am Verbrauchsort erfolgt, auf der für die Qualitätserhaltung günstigsten Temperatur gehalten werden, ist der Qualitätsverlust während des Transportes nicht größer als bei der Lagerung in einem Kühlhaus. Es können daher bedeutend längere Reisedauern zugelassen und entsprechend größere Entfernungen zwischen Erzeugern und Verbrauchern überbrückt werden als bisher.

1. Über Polyurethan-Isolierung in der Gefrierkette berichtete W. SCHMIDT, Leverkusen.

Bei der Isolierung von Elementen der Gefrierkette haben die harten Polyurethan-Schaumstoffe die herkömmlichen Isolierstoffe in einigen Bereichen fast völlig verdrängt. Der Grund hierfür sind die günstigen physikalischen und anwendungstechnischen Eigenschaften der harten Polyurethan-Schaumstoffe. Unter diesen sind zu nennen:

die niedrige Wärmeleitfähigkeit, derzufolge bis zur Hälfte der Isolierdicke von herkömmlichen Isolierstoffen eingespart werden kann mit dem Vorteil oft entscheidend wichtiger Raumeinsparungen, z. B. bei Kühlwagen im Palettenbetrieb bis zu 30%;

die mechanische Festigkeit, die die Verwendbarkeit als Stützwerkstoff für Leichtkern-Verbundanordnungen mit dem Vorteil der Gewichtsersparnis bei der Leichtbauweise ergibt;

die Temperaturbeständigkeit sowohl im Tieftemperaturgebiet als auch in dem Gebiet oberhalb der Umgebungstemperatur. Z. B. liegen bei harten Polyurethan-Schaumstoffen keine Temperatureinschränkungen bei der Sonnenbeaufschlagung von hiermit isolierten Verkehrsmitteln vor.

Bei der insitu-Verschäumung entsteht Haftung mit vorgegebenen Deckschichten ohne Anwendung zusätzlicher Klebevorgänge, wobei auch bei kompliziert profilierten Deckschichten jeder vorgegebene Hohlraum ausgefüllt wird.

Diese vorteilhaften Eigenschaften haben zu Anwendungen des harten Polyurethan-Schaumstoffes bei den stationären (Kühlhäuser, Kühlräume und Kühlmöbel) wie bei den instationären Elementen (Kühlfahrzeuge für Straße und Schiene, Isoliercontainer) der Kühlkette geführt.

(Dieser Tagungsbericht enthält Teile der Vortragskurzfassungen der Referenten)

W. Flechtenmacher
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg