

5. FISCH ALS LEBENSMITTEL

Kälteanwendung auf Kühlschiffen und bei Containern

An der Tagung der Kommission 8 (GEKÜHLTE SEETRANSPORTE) des Internationalen Kälteinstituts vom 30.6.-4.7.1969 in Le Havre beteiligten sich insgesamt 130 Fachleute aus 18 Ländern und behandelten in 16 Vorträgen Neuentwicklungen und Untersuchungsergebnisse über

- A. Kälteanwendung in der Fischerei
- B. Kühlcontainer
- C. Kühlschiffe und Kälteanwendung beim Seetransport verderblicher Lebensmittel.

Im I. Teil dieses Berichtes werden vor allem die die Fischwirtschaft und die Verfahrenstechnik der Fischverarbeitung betreffenden Ergebnisse der Vorträge und Diskussionen zusammengefaßt. Der II. Teil enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Vortragstitel in deutscher Übersetzung.

I. TEIL

A. Kälteanwendung in der Fischerei

1. Besondere Aufmerksamkeit galt der Vorkühlung des Fanges vor seiner Verarbeitung an Bord von Gefriertrawlern. Wie seit 1960 auf polnischen Fischereifahrzeugen installierte Vorkühleinrichtungen zeigen, ergibt das Vorkühlen vor dem Tiefgefrieren eine deutlich verbesserte Qualität des Endproduktes. Dies betrifft nicht nur grundsätzlich Fänge in warmen Gewässern, um die Fischanfangstemperatur schnell abzusenken, sondern im besonderen auch große Fänge in kalten Gewässern, um Fischerwärmungen durch Liegenbleiben auf dem Arbeitsdeck bis zur Verarbeitung zu vermeiden.

Die Entwicklung des Vorkühlverfahrens auf polnischen Gefriertrawlern nahm folgenden Gang:

a) Die zunächst auf den B 23-Trawlern (600 tdw) durch Beimengen von Schupeneis zu den Fischen angewendete Vorkühlmethode ist wegen des - zur Erzielung einer guten Eisverteilung - zu großen Arbeitsaufwandes wieder aufzugeben und

b) bei den B 18-Trawlern (1250 tdw) durch das Vorkühlen mit gekühltem Seewasser ersetzt werden. Dadurch erzielbare Vorteile sind die Möglichkeit der Mechanisierung des Vorganges, eine schnellere Abkühlung und schonendere Behandlung der Fische. In Kauf zu nehmende Nachteile sind die Verunreinigung des Vorkühlwassers, der Aufwand zum Aufrechterhalten einer gleichmäßigen Wasserbewegung für einheitliche Fischabkühlung, die mögliche Verstopfung von Filtern bei Pumpen-Zwangsumlauf des Wassers und gewisse Kälteverluste, die mit dem ablaufenden verunreinigten Kaltwasser eintreten. Anstatt durch Umpumpen kann das Vorkühlwasser auch durch auf und ab bewegte Turbulenzplatten im unteren Teil der Becken oder auch durch Einblasen von Luft in Bewegung gehalten werden.

Seewasser wird von Außenbord über Filter³ und solegekühlte Wärmeaustauscher in vier Behälter mit insgesamt rd. 60 m³ Inhalt gepumpt und durch einen anderen Umpumpkreislauf mit anderen Wärmeaustauschern kalt gehalten. Die Behälter sind von außen mit Solekühlrohren versehen und zusätzlich isoliert.

Die Fische werden im Verhältnis 1,5 : 1 in das auf 0° bis + 2°C vorgekühlte Seewasser unmittelbar aus dem Netz in die vier Behälter entleert. Nach ihrer Abkühlung werden sie mit Drahtnetzbändern, Becherwerken oder nach dem Ablassen des Vorkühlwassers auch durch Schwerkraft wieder entnommen.

Als nachteilig bei dieser Vorkühlmethode hat sich die Belastung der Vorkühlbehälter durch den nicht für die Verarbeitung bestimmten Beifang erwiesen. Durch die zusätzliche Verunreinigung infolge der Entleerung des gesamten Netzinhalts muß das Vorkühlwasser nach jeder Charge erneuert werden.

c) Bei der letzten Entwicklungsstufe an Bord der B 29-Trawler (800 tdw) ist die gesamte Behälterkapazität in zwei wechselweise zu benutzende Abteilungen aufgeteilt worden. Anstatt des Umpumpens über Filter und Kühler wird das Vorkühlwasser in den Behältern durch Beigabe von Seewassereis gekühlt. Dafür stehen zwei Scherbeneis-Anlagen mit je 8 t Gefrierleistung pro Tag und ein Eissilo mit 10 m³ Inhalt zur Verfügung. Betriebserfahrungen liegen mit diesem erst kürzlich in Betrieb genommenen System noch nicht vor.

2. Ein weiteres Thema bildeten kanadische Erfahrungen bei der Behandlung von Fischen an Bord von kombinierten Gefrierfisch-/Frischfisch-Trawlern. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Fischereifahrzeuge bei Anlandung von maximal 9 bis 9 1/2 Tage auf Eis gelagertem Frischfisch wird im ersten Teil der Fangreise während etwa 1/3 bis 2/3 der gesamten Fangzeit tiefgefroren.

Der zu gefrierende Fang wird als Ganzfisch unmittelbar nach dem Waschen in Behältern mit Seewasser entblutet. Bei einer Wassertemperatur von 10°C im Entblutungsbecken reichten 15 bis 20 Minuten aus, um bei Kabeljau und Schollen - der nach dem Auftauen filetierten Ganzfische - ein helles Filet zu erzielen. Ein verlängerter Aufenthalt in Entblutungsbecken bis zu 40 Minuten brachte keine nennenswerte Verbesserung. Die Entblutung ist besser, wenn die Fische gleich nach dem Schlachten gewaschen werden, bevor sie in das Entblutungsbecken gelangen und sie ist schlechter, wenn die Fische nach dem Schlachten durch Liegenbleiben antrocknen.

Die festgestellte Erwärmung der Fische während dieser Verarbeitung auf dem Arbeitsdeck (Schlachten, Waschen, Entbluten, Transport mit Förderband zum Vertikalplattenfroster) ergab bei 10°C Raum- und 10°C Waschwasser (Seewasser)-Temperatur folgende Werte:

Für Schollen mit etwa 1,7°C Anfangstemperatur beim An-Deck-Holen etwa 8°C (unabhängig von der Fischgröße) bzw. unter Umgehung des

Entblutungsbeckens etwa $2,5^{\circ}\text{C}$ (bei den größten Fischen) bis etwa 7°C (bei kleinen Fischen). Dabei betrug die Dauer vom An-Deck-Holen der Fische bis zum Schlachten etwa 25 min und für das Schlachten, Waschen und Transportieren bis zu den Gefrierapparaten zusätzlich bis zu 30 min. Mit effektiv 20 bis 40 min für das Entbluten verstrichen bis zum Gefrierbeginn somit einschließlich Entbluten etwa 75 bis 95 min bzw. ohne Entbluten etwa 55 min.

Entsprechend wurden bei Kabeljau mit gleicher Anfangstemperatur und ebenfalls etwa 25 min Dauer bis zum Schlachten, zusätzlich aber nur 15 min für Schlachten, Waschen und Transportieren zu den Gefrierapparaten etwa 4°C (bei großen Fischen) bis etwa 6°C (bei kleinen Fischen) gemessen. Zwischen dem An-Deck-Holen der Fische und dem Gefrierbeginn verstrichen in diesem Fall somit 40 min.

Wie diese Werte zeigen, trat eine Erwärmung der Fische unter den vorgelegenen Verhältnissen vorwiegend durch den Waschvorgang ein, der hier im Waschbecken durchgeführt wurde.

3. Ein kanadisch-britischer Gemeinschaftsbericht behandelte Einflüsse auf die Qualität des Endproduktes durch die Art der Verarbeitung bis zum Gefrieren von Ganzfisch sowie die spätere Weiterverarbeitung an Land.

Im allgemeinen muß selbst bei zügiger Verarbeitung des Fanges zwischen dem An-Deck-Holen und dem Einfrieren der Ganzfische mit 2 Stunden gerechnet werden. Der Fanganteil, für den sich diese Zeit bei großen Fängen infolge Liegenbleibens von Fischen auf dem Arbeitsdeck auf etwa $3\frac{1}{2}$ Stunden verlängert, wurde mit etwa 20% angegeben. In diesen Verarbeitungszeiten sind jeweils einige min verlängerte Waschzeit für besseres Ausbluten und eine zusätzliche Entblutung in Seewasser von i.M. 30 min enthalten.

Qualitätsminderungen in seegefrorener Ware werden vor allem auf erhöhte Temperaturen während der Bordlagerung sowie bei den übrigen Manipulationen zurückgeführt.

Beim Auftauen von tiefgefrorenem Ganzfisch für die Weiterverarbeitung durch Eintauchen in Wasser (ohne oder bis höchstens 1 cm/sec Zwangsbewegung) wird von gechlortem Wasser Gebrauch gemacht. In Großbritannien wird vorwiegend das Auftauen in befeuchtetem Luftstrom bei etwa 6 m je sec Luftgeschwindigkeit mit 13° bis höchstens 20°C bei absatzweiser Betriebsweise angewendet. Es ist im übrigen üblich, den Keimgehalt der aufgetauten Fische durch zusätzliches Waschen zu reduzieren.

4. Nach japanischer Praxis beim Tiefgefrieren von Thunfischen sind zur Vermeidung von farblichen Veränderungen besonders tiefe Gefrierlagertemperaturen von -35°C oder niedriger erforderlich. Durch diese tiefen Temperaturen bedingt, wurden auf japanischen Thunfisch-Gefriertrawlern vollmechanisierte Systeme zum Tiefgefrieren der Fische hängend im Kaltluftstrom eingeführt; das Personal braucht dadurch die Räume nicht zu betreten.

5. Die Automatisierung des Kontaktgefrierens an Bord zur Einsparung von Arbeitskräften wurde in einer britisch-holländischen Neuentwicklung gezeigt, bei der das Gefriergut (Filets oder Ganzfische) in Gefrierschalen schrittweise serpentinartig durch die übereinander liegenden horizontalen Gefrierschichten eines Plattengefrierapparates geführt wird. Die Gefrierschalen verbleiben im Gefrierapparat und beanspruchen nicht, wie beim handbedienten Horizontalplattenfroster, zusätzlichen Raum an Bord. Das Arbeitsprinzip ist ähnlich wie bei automatischen Gefriertunneln auf

Fabrikschiffen. Anstatt der beim Gefriertunnel permanent um die taktweise umlaufenden Gefrierschalen strömenden Kaltluft werden hier die Kontaktgefrierplatten nach jedem Vorschubschritt auf die Gefrierschalen aufgedrückt.

B. Kühlcontainer

Großbehälter (Container) *) für den Transport von Gefriergut, insbesondere auch von Tiefgefrierfisch im Welthandel, bieten günstige Voraussetzungen zum Konstanthalten der Gefrierguttemperatur: Das Gefriergut kann vom Ort der Erzeugung bis zu dem der Weiterverarbeitung bzw. des Absatzes bei ununterbrochen niedriger Temperatur gehalten werden. Dabei werden qualitätsmindernde Temperaturerhöhungen vermieden, da das bisher notwendige Umladen des Gutes in warmer Umgebung entfällt.

Für das Konstanthalten der Container-Innentemperatur wird die Regelung der Lufttemperatur bzw. der Kälteleistung entsprechend wie bei stationären Kühlräumen vorgenommen. Der nicht ortsgebundene, bewegliche Container mit eigener Kälteversorgung oder zum Anschluß an eine z.B. zentrale Kälteanlage im Kühlschiff stellt aber im Unterschied zu stationären Anlagen zusätzliche Anforderungen an die Kälteerzeugung und die Regelungstechnik.

1. Die Wirtschaftlichkeit der Kälteversorgung von Kühlcontainern an Bord ist - nach grundsätzlichen Überlegungen und nach bisherigen Erfahrungen beim überseeischen Containerverkehr - abhängig von der Containerzahl je Schiff und von der Schiffsreisedauer. Ist die Reisedauer verhältnismäßig kurz und die Containerzahl je Transportschiff verhältnismäßig klein (wie z.B. im nordatlantischen Raum), so ist die individuelle Kälteversorgung durch mechanische Kühlung jedes einzelnen Containers mit angebautem Aggregat vorteilhafter; ist die Reisedauer hingegen lang mit großen Stückzahlen von rd. 300 Containern je Schiff (wie z.B. im Containerschiffsverkehr zwischen Großbritannien und Australien) und mehr, so ist die zentrale Kälteversorgung durch Anschluß der Container an eine zentrale Schiffskälteanlage wirtschaftlicher. Dies ist dadurch bedingt, daß eine große Anzahl kleiner Aggregate einen größeren Energiebedarf und erhöhten Bedienungsaufwand hat gegenüber einer einzigen zentralen Kälteanlage.

Container für zentrale Kälteversorgung werden während des Schiffstransportes an Umluftkanäle der zentralen Schiffskälteanlage angeschlossen. Wesentliche Voraussetzung hierfür war die Entwicklung von Spezialkupplungen, die bei dem erforderlichen Luftdurchtrittsquerschnitt ausreichend flexibel sowie dicht und robust im Gebrauch sind. Diese Container werden ausschließlich unter Deck höchstens je 6 Stück übereinander gestapelt. Sie werden gruppenweise zu 6-24 Behälter an einen über einen Luftkühler geführten Luftkreislauf angeschlossen, so daß alle Container der Gruppe mit der gleichen Zulufttemperatur versorgt werden. Die Rückluft aus jedem Container ist ein Maß für die jeweilige Ladungstemperatur und dient als Regelgröße für die individuell zugeführte Zuluftmenge. Große Kältebedarfsschwankungen sind bei dieser Transportart unwahrscheinlich, da die isolierten Container in den Laderäumen unter Deck stehen, in denen die Raumtemperatur unter Umständen zusätzlich geregelt wird. Im übrigen erlaubt die zentrale Kälteanlage an Bord des Schiffes einen relativ hohen Automatisierungsaufwand.

*) z.B. ISO-Container 10' x 8' x 8' ($3,04 \times 2,43 \times 2,43 \text{ m}^3 = 18 \text{ m}^3$)
bis 40' x 8' x 8' ($12,2 \times 2,43 \times 2,43 \text{ m}^3 = 72 \text{ m}^3$)

Container für zentrale Kälteversorgung an Bord müssen für ihren Landaufenthalt bzw. Landtransport mit einem "Huckepack-Kälteaggregat" ausgerüstet werden. Dies Kälteaggregat wird an Land angeschlossen und besitzt eigene Energieversorgung oder es erhält seine Antriebsenergie im allgemeinen mittelbar vom Fahrzeugmotor her.

Im Unterschied zu den beiden genannten Kühlungsarten mit mechanischer Kälteerzeugung wird für begrenzte Kühldauer auch Flüssiggaskühlung, und zwar im allgemeinen bei Ladungen angewendet, für die der Luftsauerstoff keine notwendige Rolle spielt, wie bei Gefriergut. Flüssiggaskühlung durch Umspülung der Ladung mit dem vergastem Flüssiggas in freier Konvektion ergibt aber eine weniger gute Temperaturkonstanz in der Ladung als die individuelle oder zentrale Kälteversorgung mit Zwangsbelüftung. Bedingt durch die freie Konvektion des Flüssiggases, mißt der Regelthermostat die Lagerraumatmosphäre nur in der unmittelbaren Umgebung des Thermostatfühlers, die nicht für die gesamte Ladung repräsentativ ist. Durch Flüssiggas-Mantelkühlung können diese Verhältnisse wesentlich verbessert werden.

2. Die Regelungstechnik von Kühlcontainern, ob mit fest angebautem eigenem Kälteaggregat für Betrieb an Bord wie an Land oder mit "Huckepack"-Kälteaggregat nur für Landbetrieb hat grundsätzlich die gleichen Anforderungen zu erfüllen. Die bei wechselnden Umgebungsbedingungen aufzubringende Kälteleistung liegt zwischen Ladungstemperaturen von -30° und $+12^{\circ}$ C bei 60-fachem, meist kontinuierlichem Luftwechsel, bezogen auf das leere Container-Volum (wie in Laderäumen von Kühlschiffen).

Die Leistung von fest angebauten oder ansetzbaren Kälteaggregaten wird überdimensioniert, um später unter Umständen zu erwartende Verschlechterungen der Isolierung und Kälteverluste durch Undichtigkeiten zu kompensieren. Es wird auch eine Leistungsreserve für gegebenenfalls erforderliche Ladungsabkühlung verlangt.

Im Hinblick auf eine wünschenswert breite Anwendung von Kühlcontainern zum Transport von Tiefgefrierfisch kommt aus Gründen der Qualitätserhaltung der Regelung der Ladungstemperatur besondere Bedeutung zu. Die Regelungsarten zum Konstanthalten der Ladungstemperatur in Kühlcontainern wurden im einzelnen behandelt, wie sie sich bei Kühlcontainern für universellen Einsatz, d.h. wahlweise für tiefgefrorene oder ungefrorene Ladung im Verkehr befinden.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß der ideale Kühlcontainer, der sowohl für Plusladung (Früchte) wie für Minusladung (Gefriergut) in gleicher Weise optimal geeignet ist, noch nicht existiert.

3. Zur Kälteisolierung von Kühlcontainern wurden schließlich die seit 1958 auf den verschiedensten Gebieten unter anderem auch im Schiffbau angewendeten Polyurethanschäume diskutiert.

C. Kühlschiffe und Kälteanwendungen beim Transport verderblicher Lebensmittel

Der Ausbau und Einsatz der Fischereiflotten auf den Weltmeeren hat in zunehmendem Maße dazu geführt, daß Kühlschiffe von zentralen Anlandungshäfen der Fangflotten zum Transport von tiefgefrorenem Fisch zu den Absatzgebieten eingesetzt werden. Dadurch ist die Entwicklung im Kühlschiffbau auch für die Fischerei von wachsendem Interesse.

1. Im Hinblick auf das Konstanthalten der Ladungstemperatur und die davon abhängige Gefriergut- bzw. Kühlgutqualität interessiert wiederum die Art und

Güte der Regelung der Laderaumtemperatur. Die Entwicklung hat bekanntlich von der handbedienten Solekühlung in letzter Zeit in schneller Folge zu vollautomatischen Kälteanlagen mit direkter Kältemittelverdampfung geführt. Die Anlagen werden zur Erfüllung der Betriebsbedingungen, die durch die zu transportierenden verschiedenartigen temperaturempfindlichen Lebensmittel gestellt werden, an die jeweilige Konzeption des Kühlschiffes angepaßt. Zur Temperaturregelung finden Temperaturfühler mit einer Empfindlichkeit von weniger als $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ Verwendung.

2. Im Kälteanlagenbau ist zunehmend zu beobachten, daß Funktionsgruppen, vor allem der Automatik, aber auch von Maschineneinheiten soweit wie möglich im Lieferwerk vormontiert werden. Dadurch wird die Montage rationalisiert und die Betriebssicherheit dieser Einheiten durch weitgehendes Ausschalten ortsgebundener Störeinflüsse erhöht. Werksmontierte Anlagen sind besonders für verhältnismäßig kleine Laderäume wirtschaftlich.

3. Bei Kühlschiffen für gemischte Ladung sind Entwicklungen zu beobachten, bei denen für das Laden bzw. Löschen von Palettenladung Gabelstapler an Bord eingesetzt werden. Zum Überwinden großer Höhen wird die Palettenladung von Gabelstapler zu Gabelstapler übergeben.

Ladetore auch in den Außenbordwänden ermöglichen die horizontale Bewegung von Ladungseinheiten. Solche Schiffe sind auch mit großen Ladeluken für das unmittelbare Anstellesetzen großer Ladungseinheiten wie auch von Containern ausgerüstet.

Bestrebungen dieser Art zur Mechanisierung der Transportkette unter Verwendung von Fördergeräten an Bord wie an Land dienen der Rationalisierung durch Verkürzung der Hafanliegezeiten. Solche Maßnahmen sind in besonderem Maße für gekühlte bzw. tiefgefrorene Ladung von Bedeutung, sofern sie nicht in Kühlcontainern befördert wird. Wo die Gefrierkette noch nicht durch den Einsatz von Containern geschlossen ist, wirken sich solche Mechanisierungsmaßnahmen beim Umladen insbesondere von Gefriergut vorteilhaft in einer Verkürzung der qualitätsschädigenden Einwirkung der erhöhten Umgebungstemperatur aus.

II. TEIL

Zusammenstellung der wichtigsten Vortragstitel der auf der Tagung der Kommission 8 (GEKÜHLTE SEETRANSPORTE) des Internationalen Kälteinstituts vom 30.6. - 4.7.69 gehaltenen Vorträge *)

A. Über Kälteanwendung in der Fischerei:

- 1) Kanadische Erfahrungen bei der Fischverarbeitung auf kombinierten Gefrierfisch/Frischfisch-Trawlern (A.A. ETCHEGARY, H.S. CREWE u. W.A. Mac CALLUM/E) - 2) Die Verarbeitung von seegefrorenem Ganzfisch und ihre Auswirkungen auf den bakteriellen Verderb und die sensorischen Qualitätsmerkmale (W.A. Mac CALLUM/E) - 3) Kälteanlagen auf japanischen Fangschiffen (YUTAKA OGAWA/E) - 4) Neuentwicklungen beim Tiefgefrieren an Bord (L.J.R. de BOCK/E) - 5) Fischverköhlung vor dem Tiefgefrieren an Bord von polnischen Fischereifahrzeugen (E. KORDYL u. K. KARNICKI/E). -

B. Über Kühlcontainer:

- 1) Brandschutz für Polyurethan-Hartschaum (D.J. DOHERTY u. W.J. WILSON/E) - 2) Eine Kupplung zum Anschluß von isolierten Containern an die Luftkanäle

*) Originalvortrag in E = englisch, F = französisch

in Kühlschiffen (J.R.STOTT/E) - 3) Die Regelung von Kühlsystemen für Container (G.L. SCRINE/E). -

C. Über Kühlschiffe und Kälteanwendung beim Transport verderblicher Lebensmittel:

1) Der Einfluß von Wasser im Kältemittel-R 12 - Kreislauf bei tiefen Temperaturen auf die Funktion automatischer Regelorgane in Schiffskälteanlagen (Z.R. HUELLE/E) - 2) Die Weiterentwicklung der Regelung von Kälteanlagen an Bord von Kühlschiffen (P. GIRARDIN/F) - 3) Werksmontierte Kompakt-Kälteanlagen für Frachtschiffe mit teilweise gekühlten Laderäumen (J. VAN HAASTERT u. G.A. ZWART/E) - 4) Anpassung von Kühlschiffen an verschiedenartige Stückgutladung und an Container (M.ESTOCQ/F). -

W. Flechtenmacher
Institut für Biochemie und Technologie
Hamburg