

# FISCH ALS LEBENSMITTEL

## Die Verarbeitung von Krill

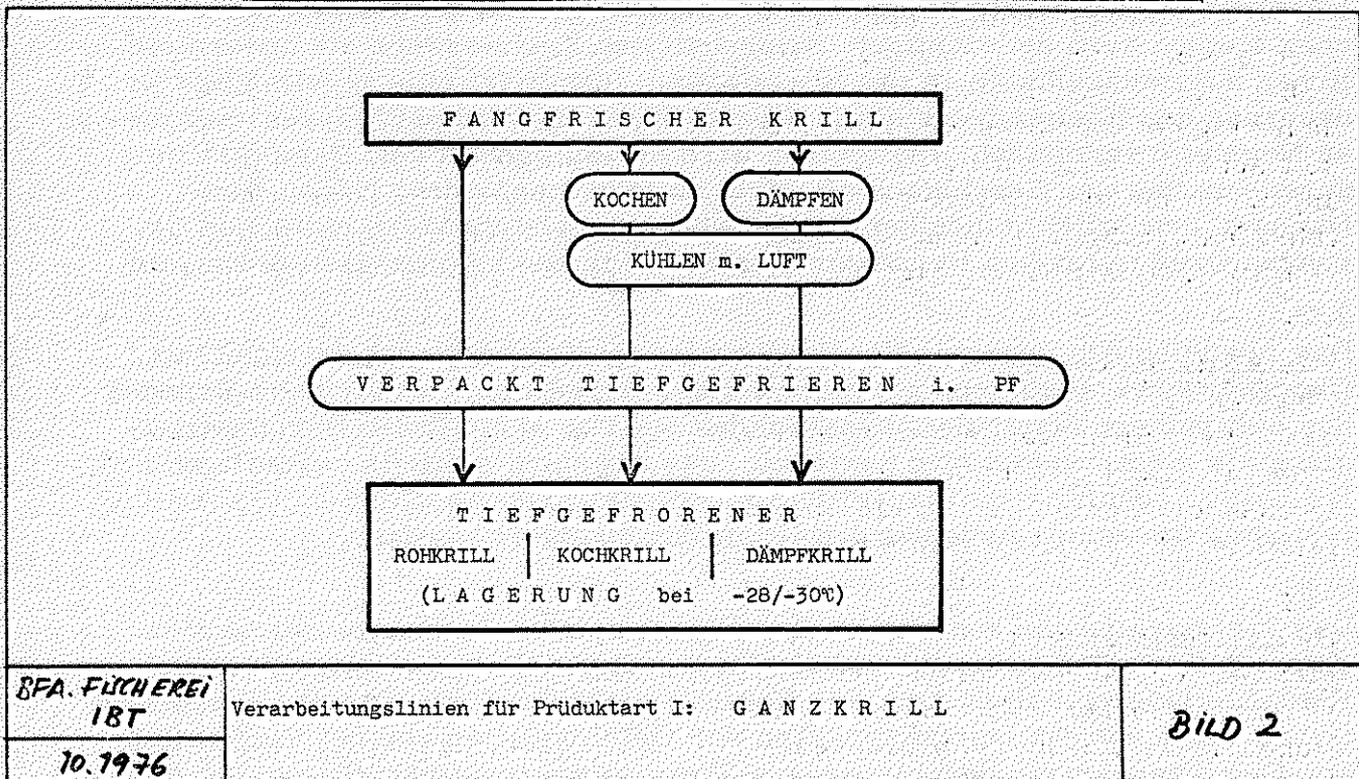
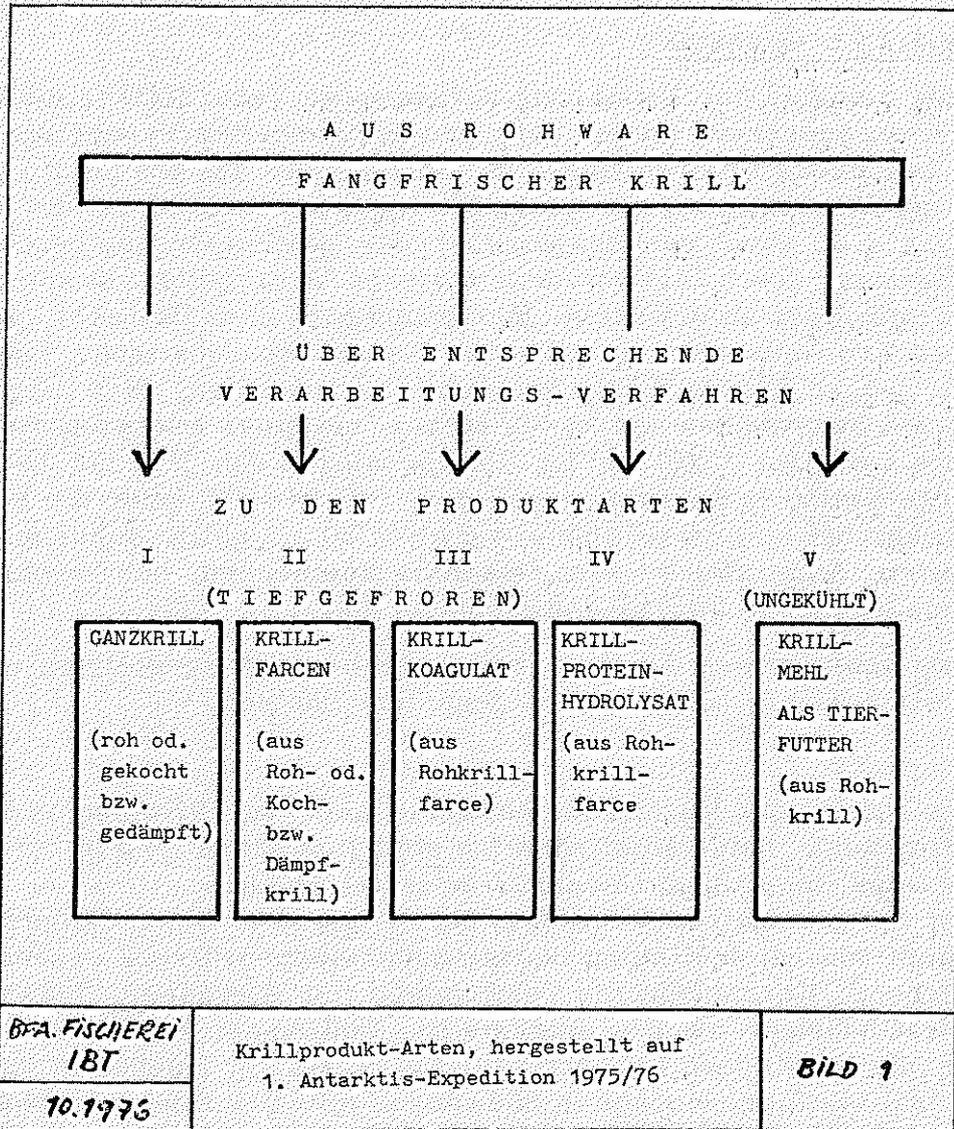
### 1. Einleitung

Im folgenden soll eine Übersicht über die während der deutschen Antarktisexpedition 1975/76 an Bord der beiden Schiffe durchgeführten Verarbeitungsversuche mit Krill gegeben werden. Hierbei sind eine Reihe von Zwischenprodukten erhalten worden, die als Ausgangsmaterial für die weitere Verarbeitung, insbesondere zu Lebens- und Futtermitteln angesehen werden können.

Versuche in dieser Richtung, die die Verwertbarkeit dieser Zwischenprodukte für ansprechende Krill-Gerichte zeigen, wurden im Rahmen des Instituts bereits durchgeführt und der Öffentlichkeit bei mehreren Anlässen vorgestellt [4]. Weitere Vorstellungen solcher Produkte sind auf der InterOcean 1976, auf Pressekonferenzen des Bundesministeriums für Forschung und Technologie in Bonn und im Rahmen der Ausstellung "Du und Deine Welt" in Hamburg sowie zuletzt auf der Internationalen Feinkostmesse IKOFA in München erfolgt.

Die während der Fahrt an Bord der Schiffe ausgeführten Verarbeitungsgänge können auch im Rahmen einer kommerziellen Verarbeitung auf einem Fangverarbeitungsschiff durchgeführt werden und ergeben in der einen oder anderen Form verwertbare Zwischenprodukte, die im folgenden besprochen werden:

- I. tiefgefrorener Ganzkrill, roh, gekocht bzw. gedämpft
- II. tiefgefrorene Krillfarcen aus Roh- oder Koch- bzw. Dämpfkrill
- III. tiefgefrorenes Krill-Koagulat aus Rohkrill-Farce
- IV. tiefgefrorenes Krill-Protein-Hydrolysat aus Rohkrill-Farce und schließlich
- V. ungekühlt lagerfähiges Krillmehl als Tierfutter aus Rohkrill (Bild 1).



## 2. Produktart I : Ganzkrill

Jede für die menschliche Ernährung vorgesehene Verarbeitung muß von fangfrischem Krill ausgehen, an den aufgrund der schnellen Verderblichkeit des Rohkrills besondere Anforderungen zu stellen sind: Da der Krill im Unterschied zu den Wirbeltieren nur wenig Bindegewebe besitzt, ist die Neigung zur Autolyse u. a. durch den Enzymgehalt der inneren Organe besonders groß. Eine Vorlagerung des Krills vor dem weiteren Verarbeiten ist somit bestimmten Einschränkungen unterworfen. Die grundsätzlich in Betracht kommende Lagerung in Trockenschüttung sollte bei etwa 30 cm Schütthöhe 6 Stunden, bei vorwiegend jungen Tieren 4 Stunden nicht überschreiten; dies zeigten Untersuchungen bei Schütthöhen von 30 bis 80 cm, bei einer Lufttemperatur auf dem Arbeitsdeck von etwa 13°C und Krilltemperaturen von 1°C bis 4°C. Die Vorlagerung des Krills in Seewasser von etwa 1°C bis 2°C oder die Berieselung mit Seewasser bei einer Schütthöhe von etwa 80 cm sollte 8 Stunden nicht überschreiten. Andernfalls treten Geschmackseinbußen, bei Seewasser-Vorlagerung insbesondere infolge Auswaschung ein.

Bild 2 zeigt schematisch die Verarbeitungslinien zur Herstellung von tiefgefrorenem Ganzkrill in rohem und in gegartem Zustand.

### 2.1

Zum Garen kommt das Kochen in Seewasser oder das Dämpfen in Wasserdampf in Betracht; beide Möglichkeiten sind angewendet und in ihrer Auswirkung auf das Endprodukt Ganzkrill bewertet worden.

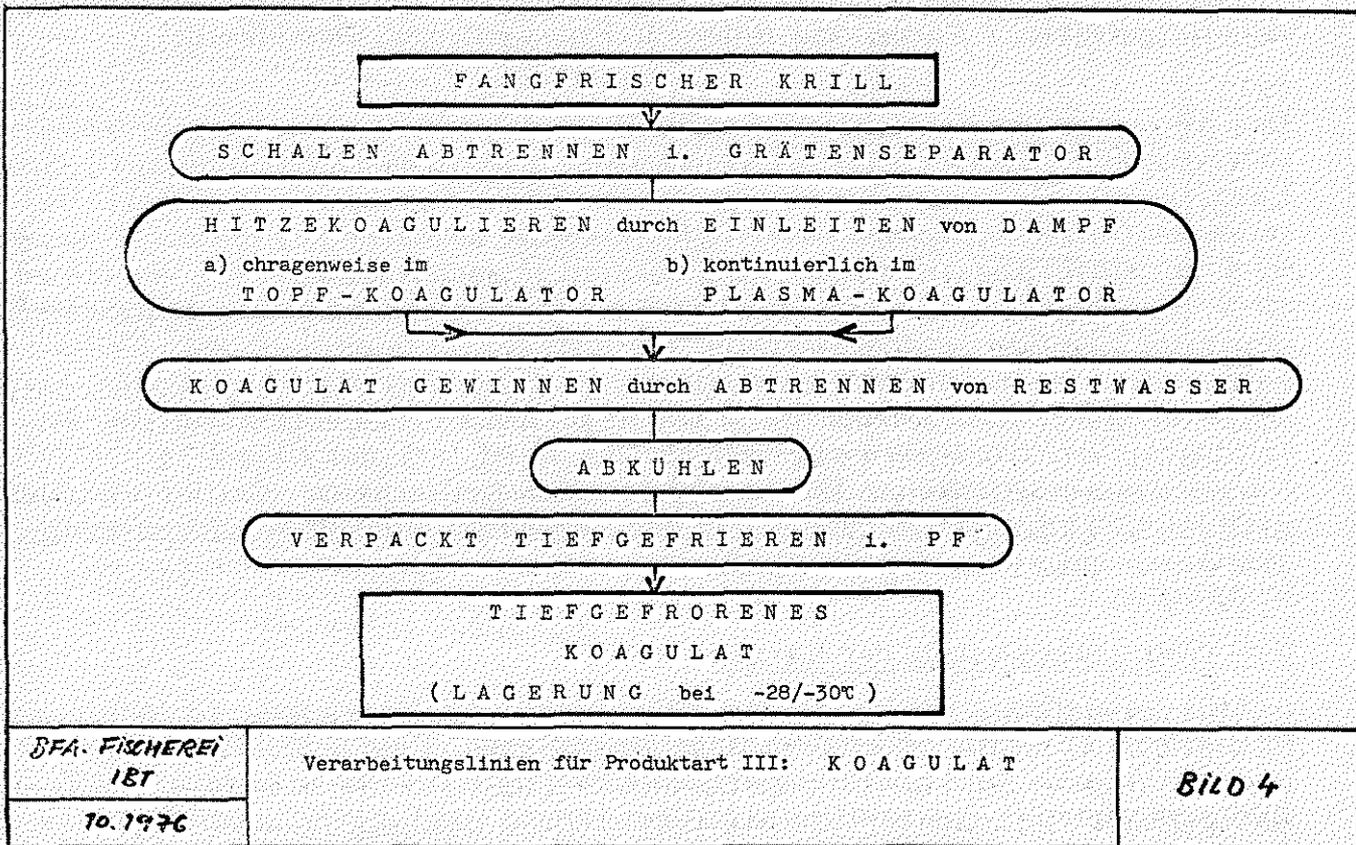
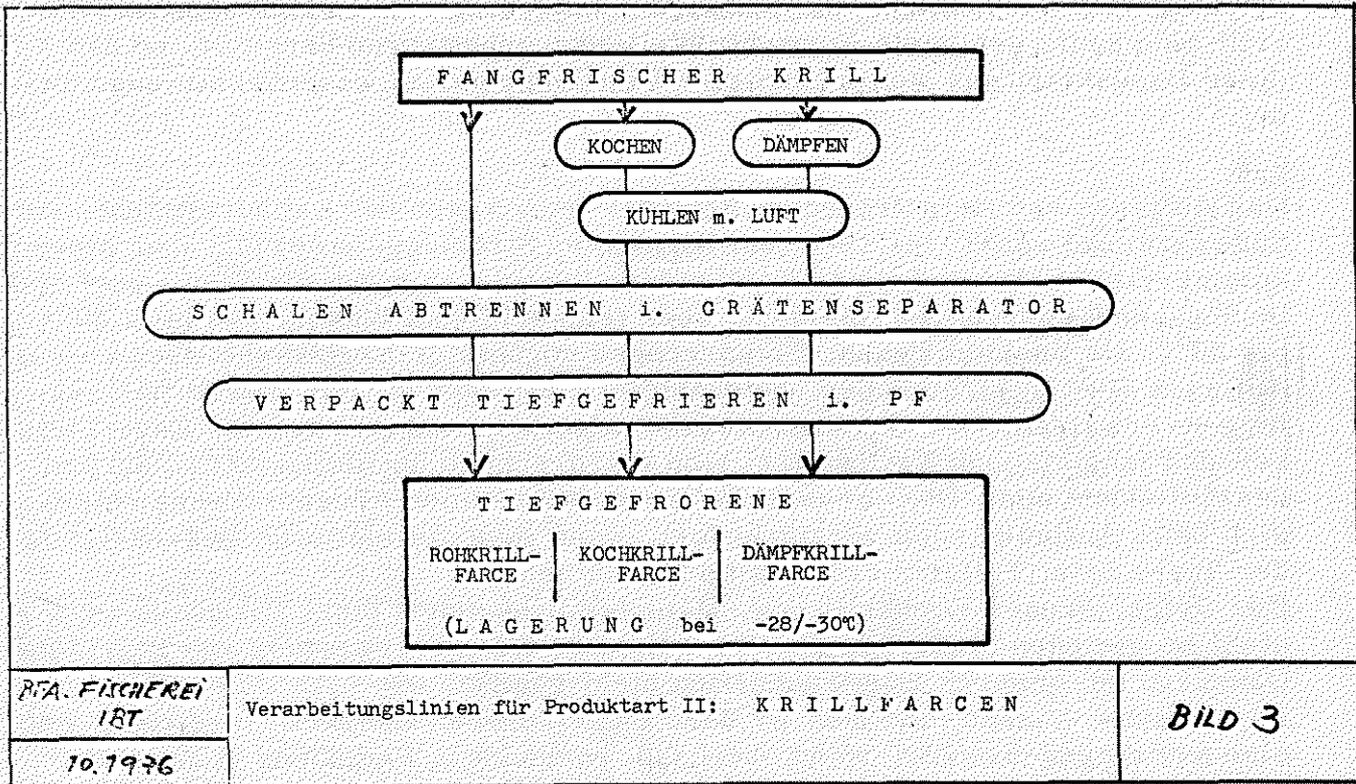
Kochzeiten von mindestens 2 Minuten bei 94 bis 96°C bzw. Dämpfzeiten in Wasserdampf von rd. 5 Minuten bei atmosphärischem Druck erwiesen sich als ausreichend. Versuchsweise Verwendung von Seewasser, Süßwasser oder auf einen NaCl-Gehalt von 1 % eingestelltes Süßwasser ergibt Geschmacksqualitäten, die bei Kochen in Seewasser als zu salzig, Kochen in Süßwasser als zu neutral bis fade, Kochen in Süßwasser mit 1 % Kochsalzgehalt im allgemeinen als angenehm empfunden werden. Nachteile des Garens durch Kochen bleiben auch bei richtigem Salzgehalt des Kochwassers die unvermeidlichen Substanzverluste an das Kochwasser; daher ist eine regelmäßige Erneuerung des Kochwassers nötig. Durch Garen in Sattedampf lassen sich diese Nachteile vermeiden. Im übrigen wird der Salzgehalt von Dämpfkrill als angenehm und der Geschmack als nicht zu fade empfunden. Garen durch Dämpfen ermöglicht einen kontinuierlichen, vergleichsweise einfachen Gärungsprozeß mit hohen Durchsatzleistungen für den kommerziellen Einsatz.

### 2.2

Das Abkühlen des gegarten Ganzkrills wird im Kaltluftstrom durchgeführt. Chargenweises Abkühlen, wie während der Expedition, hat sich aus Gründen des notwendigen Manipulationsaufwandes und der erzielbaren Durchsatzleistung als nicht zweckmäßig erwiesen; das Abkühlen sollte in zukünftigen Fällen besser ebenfalls kontinuierlich im unmittelbaren Anschluß an ein kontinuierliches Garen mit Außenbord-Kaltluft durchgeführt werden.

### 2.3

Das Tiefgefrieren in konventionellen Plattengefrier-Apparaten hat sich in gleichen Verfahrensweisen, wie sie für das Herstellen von tiefgefrorenen Fischfiletblöcken üblich sind, für Rohkrill nicht bewährt: Die druckempfindlichen Tiere werden beim Anpressen der Gefrierplatten und bei Vertikalplatten-Gefrierapparaten durch die obere Pressleiste in beträchtlichem Maße beschädigt oder sogar zerquetscht. Will man Rohkrill im Plattengefrier-Apparat einfrieren, so erscheint dies nur in loser Schüttung im Vertikalplatten-Ge-



frierapparat sinnvoll, wobei die Hohlräume zwischen den Tieren mit Seewasser aufgefüllt werden könnten. Es wird noch gezeigt, daß tiefgefrorener Rohkrill eine kaum geeignete Form für Weiterverarbeitungen darstellt, so daß diese Produktart aus weiterführenden Überlegungen im wesentlichen ausscheidet.

#### 2.4

Das Auftauen von tiefgefrorenem Rohkrill erwies sich bei Auftauversuchen im Süßwasserbad von 8° bis 10°C bei langsamer Strömungsbewegung (bei einer kommerziellen Anwendung an Land stünde Seewasser nicht zur Verfügung) und im Wrasendampf von 40° bis 45°C über temperiertem Wasser von etwa 60°C bis 80°C als problematisch. Entsprechend ungünstige Ergebnisse wären beim Auftauen etwa in strömender, befeuchteter Luft oder mittels Wasserberieselung zu erwarten. Die eingangs bereits aufgezeigte eingeschränkte Lagerfähigkeit des fangfrischen Krills wirkt sich entsprechend nachteilig auch während des Auftauens aus: Die vor dem Gefrieren wirksamen Abbauprozesse setzen sich beim Auftauen noch verstärkt fort, wenn eine mechanische Beschädigung der Tiere beim Tiefgefrieren stattgefunden hat.

Für tiefgefrorenen Kochkrill bzw. Dämpfkrill bestehen diese Einwände zwar nicht im gleichen Maße; da aber eine direkte Weiterverwertung von gegartem Ganzkrill bei unseren Eßgewohnheiten nicht gegeben ist - im Unterschied etwa zu Japan -, kann man dem an Bord eingefrorenen Ganzkrill insgesamt wohl eine nur eingeschränkte, wenn überhaupt vorhandene Bedeutung beimessen.

### 3. Produktart II : Krillfarcen

Wendet man sich der Produktart II, den Krillfarcen, zu, so kann man hier wesentlich optimistischer sein. Bild 3 zeigt die Verarbeitungslinien zur Herstellung tiefgefrorener Farcen aus Rohkrill, Kochkrill bzw. Dämpfkrill.

#### 3.1

Das Abtrennen der Schalen vom Ganzkrill, ob roh oder gegart, ist mit dem Geräteseparator (Baader 694) bei Verwendung einer Separiertrommel mit 1,3 mm Loch-Durchmesser ohne Schwierigkeiten möglich. Der unproblematische Betrieb des Grätenseparators liefert eine Ausbeute an Farce aus Ganzkrill von rd. 85 % bei einem abgeschiedenen Schalenanteil je nach Ausgangsware von bis zu 10 % (Feuchtgewicht), beides gemessen als Gewichtsprozente des dem Grätenseparator zugeführten Rohmaterials. Geringfügige Schalenreste bzw. Chitinkörperteile, die durch die Trommellochung mit der Farce hindurchtreten, sind weder sichtbar, noch werden sie in der Regel als störend empfunden. Ihr Anteil beträgt der Größenordnung nach nur bis zu rd. 1 % der Farce.

Verwendungsmöglichkeiten für die abgetrennten Krillschalen (Chitin) bestehen nach Partialhydrolyse zu Chitosan in der Lebensmittelindustrie, der pharmazeutischen Industrie, der Textilindustrie, bei der Papierverarbeitung, bei Klebstoffen.

#### 3.2 Weiterverwendung der Farcen

Auf die Verwendung von Koch- bzw. Dämpffarce zur Herstellung von effertigen Krillprodukten wurde bereits eingangs hingewiesen. Eine ausführliche Darstellung mit Angabe von Zubereitungsrezepten erfolgte bereits an anderer Stelle 4. Demgegenüber ist eine unmittelbare Verwendung von tiefgefrorener, z. B. zu Portionstafeln oder Stäbchen geschnittener Rohfarce, etwa durch Braten, noch mit geschmacklichen Problemen im zubereiteten Produkt behaftet: Offenbar durch die relativ hohe Erhitzung beim Braten in siedendem Fett (rd. 160°C) entstehen strenge, brandige Geschmackskomponenten; ob diese nachteiligen Wirkungen auf der Zusammensetzung der Rohfarce beruhen (gesamter Inhalt

der Tiere einschließlich Magen, Schwanzfleisch und übrige Anteile), ist noch nicht zu beantworten, da das Abtrennen des reinen Schwanzfleisches und eine entsprechende Zubereitung nur des Schwanzfleisches bisher noch nicht befriedigend gelungen ist; Ansatzpunkte sind jedoch vorhanden. Diese lassen den Schluß zu, daß bei einer mit Schwanzfleischteilchen aus Rohfarce angereicherten Fraktion die strengen, brandigen Geschmacksnoten beträchtlich vermindert sind.

Die Alternative zu dieser Abtrennung von Schwanzfleischteilchen - sie haben in der Rohfarce Abmessungen von nur um 1 mm, gebildet beim Hindurchpressen des Tierinhalts durch die 1,3 mm-Lochtrommel des Grätenseparators -, das Herauslösen des unversehrten Schwanzfleisches aus dem Chitinpanzer, ist uns nicht gelungen. Versuche einer Ablösung der Schalen durch spontane Dampfbildung zwischen Schale und Fleisch im Vakuum hatten keinen Erfolg; die weiche, dünne Schale ist mit der darunter liegenden Fleischschicht zu fest verwachsen. Der Gedanke, die Tiere etwa wie Nordseegarnelen oder ähnliche Krustaceen maschinell einzeln zu schälen, scheidet nicht nur aus diesem Grunde, sondern auch wegen der kleinen Masse von überwiegend unter 1 g je Individuum, völlig aus.

Eine unmittelbare Verwendung an Bord kann die Rohfarce durch eine Weiterverarbeitung gleich nach ihrer Gewinnung zur Herstellung von Koagulat und Hydrolysat finden.

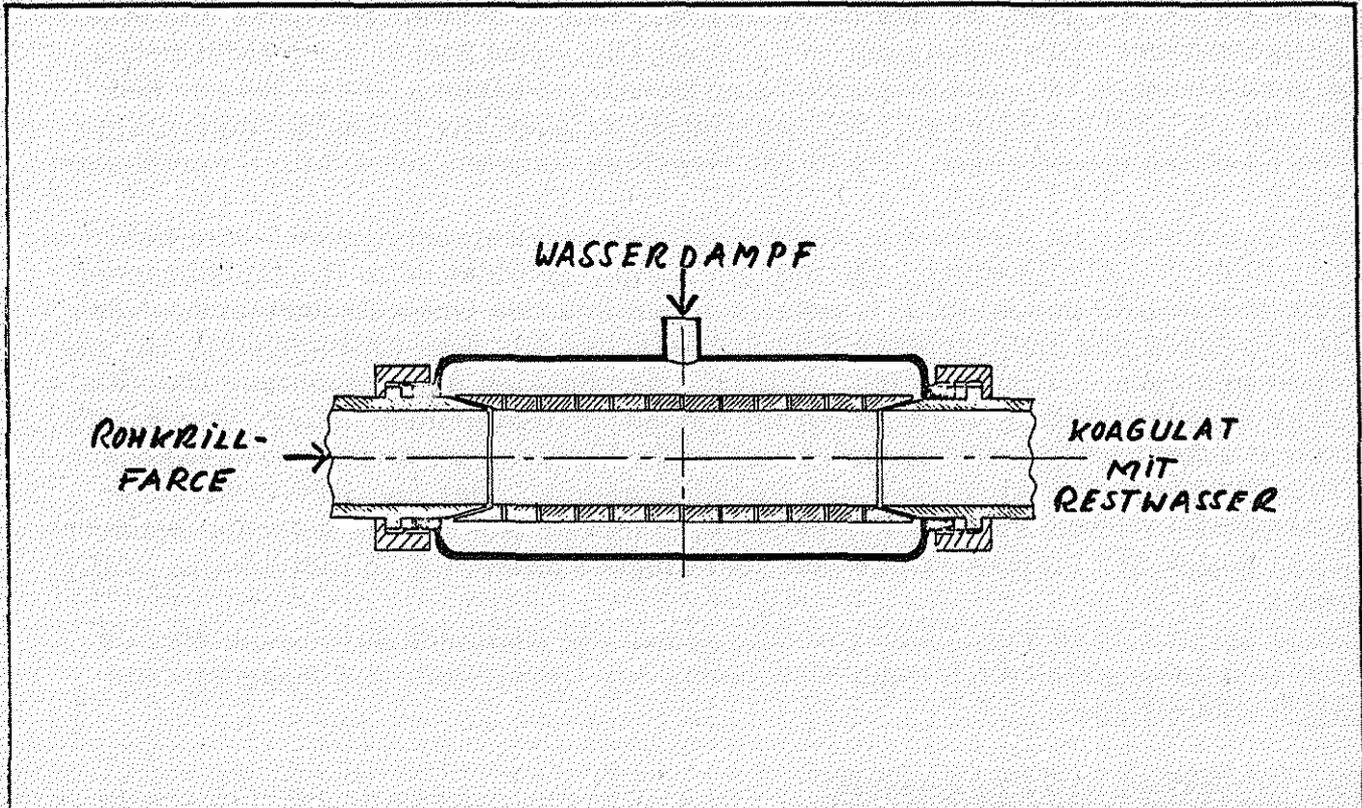
#### 4. Produktart III : Krillkoagulat

Das in der Rohfarce enthaltene Eiweiß - der Protein-Anteil beträgt rd. 15 % und hat bekanntlich eine ausgewogene Aminosäurezusammensetzung, die den Krill als hochwertige Eiweißquelle kennzeichnet [1] - läßt sich aufgrund der Fließfähigkeit der Rohfarce leicht durch Hitze einwirkung koagulieren und von dem verbleibenden wässrigen Überstand abtrennen. Dieser Verarbeitungsgang ist auf Bild 4 schematisch dargestellt. Durch Erhitzen der Rohfarce auf mindestens 75°C bis an 90°C läßt sich eine Fällung von koagulierte Eiweiß erhalten. Dies kann chargenweise in einem sogenannten Topf-Koagulator geschehen, indem unmittelbar in die Rohfarce Wasserdampf eingeblasen wird, der Koagulationsprozeß ist aber auch kontinuierlich mit hoher Durchsatzleistung nach Bild 4.1 durchführbar: Die Rohkrill-Farce wird durch eine Siebrohr-Strecke gepumpt, in die radial von außen Wasserdampf über die gesamte Mantelfläche dieser Siebrohr-Strecke mit Überdruck in die Rohfarce einströmt. Er kondensiert hier und führt zur Koagulation des Eiweißanteiles. Das je nach Koagulationstemperatur mehr oder weniger kompakte Koagulat tritt in Strangform, mit dem wässrigen Überstand vermengt, als nur noch zu entwässerndes und abzukühlendes Koagulat aus dem Koagulator aus. Das Gemenge aus Proteinniederschlag und Überstand kann leicht über Siebe getrennt werden.

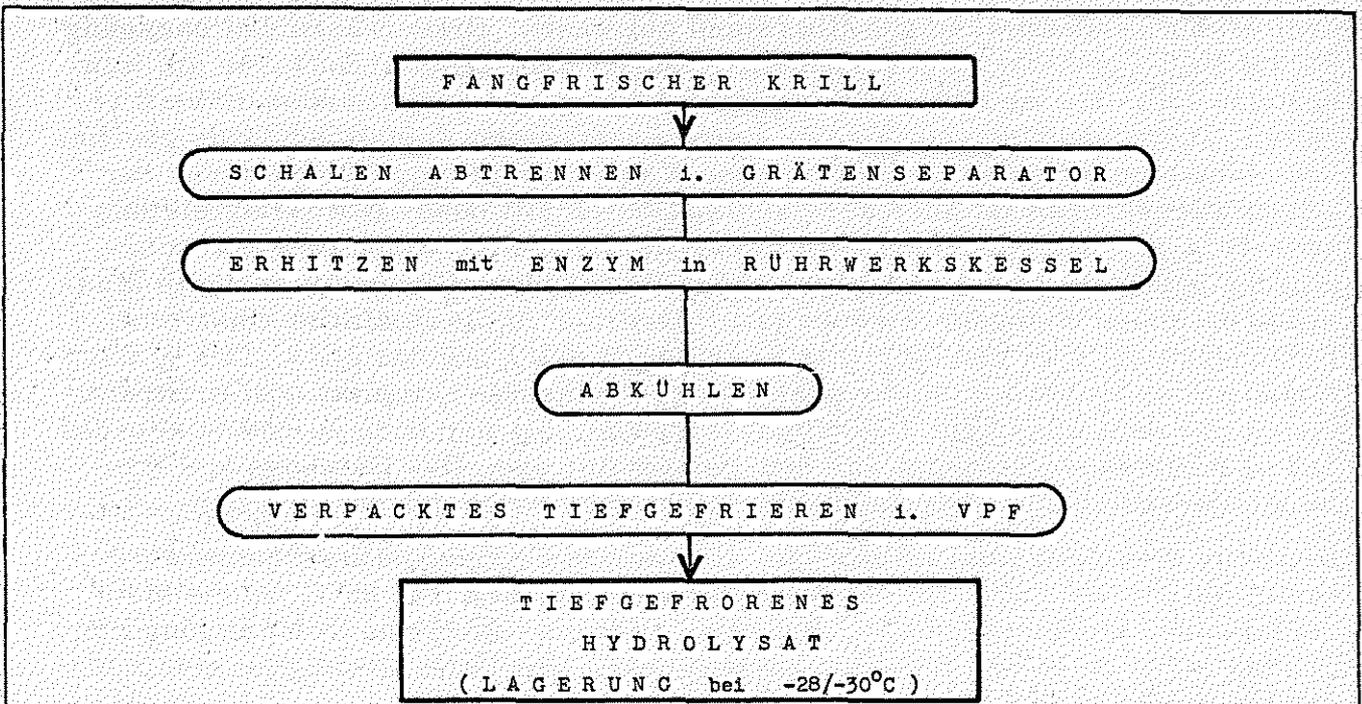
Die Konsistenz des Koagulators läßt sich durch die Koagulationstemperatur beeinflussen: bei 75°C ist das Koagulat nicht stückig, bei 80°C bilden sich zerfallende, kloßartige Stücke, bei 85°C tritt eine deutliche Verfestigung ein, und bei 90°C entstehen feste bis harte Stücke. Die Texturgebung ist somit für das Koagulat wider Erwarten kein nennenswertes Problem.

Nach Abkühlung kann das Produkt in herkömmlichen Platten-Gefrierapparaten zu Blöcken tiefgefroren werden.

Koagulationsversuche mit einem Wärmeaustausch-Koagulator ohne direktes Einleiten von Dampf wurden nur in beschränktem Umfang aufgenommen. Dieses Verfahren vermeidet evtl. Probleme hinsichtlich Lebensmitteleignung des Betriebsdampfes auf einem Fang/Verarbeitungsschiff.



BFA. FISCHEREI IBT 10. 1976	<b>PLASMA-KOAGULATOR</b>	BILD 4.7
-----------------------------------	--------------------------	----------



BFA. FISCHEREI IBT 10. 1976	Verarbeitungslinie für Produktart IV: HYDROLYSAT	BILD 5
-----------------------------------	--	--------

#### 5. Produktart IV : Krill-Hydrolysat und -proteinpulver

Versuchsweise wurde Rohkrill-Farce auch durch Zusatz eines proteolytischen Enzyms (Papain) bei thermischer Behandlung im Rührwerkskessel in eine hellorangefarbene, angenehm schmeckende, suppenartige Zubereitung überführt und im Vertikalplatten-Gefrierapparat zu Platten tiefgefroren (Bild 5). Das Hydrolysat erlaubt neben unmittelbarer Verwendung beispielsweise auch eine Weiterverarbeitung durch Sprühtrocknung zu rieselfähigem Pulver. Neben diesem Verfahren kann ein pulverförmiges Produkt noch durch andere Verarbeitungsweisen hergestellt werden: Die Anwendung eines geeigneten Trocknungsverfahrens auf fließfähige Rohkrill-Farce (TS-Gehalt rd. 20 %), kompaktere Kochkrill-Farce (TS-Gehalt rd. 22 %) bzw. Koagulat (TS-Gehalt rd. 35 %) soll mit tiefgefrorenem Rohmaterial in Zukunft noch untersucht werden.

#### 6. Produktart V : Krillmehl als Futtermittel

Neben den bereits behandelten Produktarten Ganzkrill, Farcen, Koagulat und Hydrolysat, die sämtlich für die menschliche Ernährung bestimmt sind, ist unter Einsatz der an Bord befindlichen Konventionellen Fischmehlanlage aus Überschussmengen bzw. überlagertem Rohkrill Krillmehl für Futterzwecke produziert worden. Während die Herstellung des Mehles nur geringere Schwierigkeiten bereitete, entstanden während der Lagerung Probleme durch Selbsterhitzung des abgefüllten und vielleicht zu warm sackweise gestapelten Mehles. Mehrfach kam es bis zur Entwicklung einer Verschmelzung des Mehles, so daß einige Partien über Bord gegeben werden mußten.

Die Ursache für diese Selbsterhitzung kann in dem hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren (eine Abtrennung der Lipide als Öl gelang nur bei einigen Chargen) gesehen werden, die besonders bei erhöhter Absacktemperatur mit Sauerstoff exotherm reagieren; das als Pulver eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit besitzende Mehl vermag die entstandene Reaktionswärme nicht nach außen abzuleiten, so daß es zur Selbsterhitzung bis zu Schwelbränden kommen kann. Als Konsequenz hieraus ist die gesamte angelandete Krillmehlmenge mit dem Antioxidans Äthoxyquin versetzt worden (400 bis 450 ppm), um eine weitere Gefährdung auszuschließen. Bei einer zukünftigen Herstellung von Krillmehl an Bord wird Antioxidans unmittelbar nach dem Herstellprozeß zugemischt werden müssen.

#### 7. Ausblick

Es scheint, daß unsere Untersuchungen an Bord und anschließend an Land zur Entwicklung von verzehrfähigen Nahrungsmitteln aus Krill erfolgversprechend verlaufen; zu nennen ist hier die Entwicklung von Gerichten im Institut aus Kochkrill-Farce, die auch höheren Ansprüchen gerecht werden. Darüber hinaus ist in einer breit angelegten Aktion allen interessierten, lebensmittelverarbeitenden Konzernen bzw. Firmen und sonstigen Interessenten Expeditionsmaterial für weiterführende Entwicklungsarbeiten übergeben worden. Insgesamt wurden auf diesem Wege bis zur Zeit rd. 48 Tonnen Krillmaterial, überwiegend für Nahrungsmittelzwecke, zuzüglich rd. 16 Tonnen Krillmehl für Fütterungsversuche abgegeben.

Es sei in diesem Zusammenhang noch erwähnt, daß außer Krill auch beträchtliche Mengen an Nutzfischen, nämlich rd. 22 1/2 Tonnen an Interessenten abgegeben worden sind. Davon werden allein 20 Tonnen Filetware von *Notothenia rossi marmorata* unmittelbar einem Verbrauchertest zugeführt. Dieser Fisch hat inzwischen den offiziellen deutschen Handelsnamen "Antarktis-Marmorbarsch" oder "antarktischer Marmorbarsch" erhalten.

Das Abgabeverfahren für dieses Krill- und Nutzfischmaterial sieht vor, daß die Abnehmer die Ergebnisse ihrer Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei zur Verfügung stellen, so daß sie in die Gesamtauswertung der Expedition eingehen können. Die Ergebnisse sollen - soweit dies bis zur Zeit überhaupt schon möglich ist - eine breit gefächerte Beantwortung der Frage liefern, inwieweit aus antarktischem Krill qualitativ marktfähige Produkte zu gewinnen sind. Bei Nutzfischen kann man die Frage jetzt schon positiv beantworten.

Literatur:

- (1) Schreiber, W.: Nahrungsmittel aus Krill - Möglichkeiten und Aussichten.  
Allg. FischwZtg 28 (12) : 4 - 5, 1976
- (2) Die Krill-Aufbereitung mittels des Grätenseparators.  
Allg. FischwZtg 28 (15/17) : 6, 1976
- (3) Roschke, N.: Chemische Analysen von Krill- und Fischprodukten der deutschen Antarktis-Expedition 1975/76 : Methoden und erste Ergebnisse. Infn Fischw. 23 (4/5) : 136 - 139, 1976
- (4) Christians, O.; Leinemann, M.: Krill, eine neue Delikatesse für die Küche? Infn Fischw. 23 (4/5) : 139 - 143, 1976

W. Flechtenmacher, W. Schreiber  
O. Christians, N. Roschke  
Institut für Biochemie und Technologie  
Hamburg