



Hochschule Bremerhaven

Abschlußarbeit zur Erlangung des Grades eines Diplom - Ingenieurs
im Studiengang Lebensmitteltechnologie
an der Hochschule Bremerhaven
zum Thema

Untersuchungen zur Optimierung eines neuen Hydroklaven -
Sterilisationssystems in der Lebensmittelkonservenindustrie und
Vergleich mit den bereits auf dem Markt befindlichen
Autoklavierungssystemen im Hinblick auf ökonomische und
sensorische Gesichtspunkte

Bearbeitet von
Jens Schütt

Referent: Prof. Dr. J. Stockemer
Korreferent: Prof. Dr. A. Harz

An dieser Stelle möchte ich der Firma „Richter & Greif Feinkost“ in Cuxhaven dafür danken, daß sie die Bearbeitung dieses Themas möglich gemacht hat. Hier gilt ein besonderer Dank den Mitarbeitern des Betriebes, die mir mit Rat und Tat bei der Durchführung der Versuche zur Seite gestanden haben.

Ein weiterer Dank gilt der Herstellerfirma des Hydroklaven (KRAFTANLAGEN ENERGIE- UND UMWELTTECHNIK GmbH, Heidelberg), hier insbesondere Herrn Boos, für die hervorragende und sehr freundliche Zusammenarbeit.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Stockemer und Herrn Prof. Dr. Harz für die sehr gute Betreuung während der Bearbeitung des Themas und bei allen Personen, die mir bei der Erstellung und der Korrektur der Ausarbeitung zur Seite gestanden haben.

Ehrenwörtliche Erklärung gemäß § 19 (67) der Prüfungsordnung vom 15.10.1993

Hiermit versichere ich, daß ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfaßt habe und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Wörtlich oder dem Sinn nach entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.



(Jens Schütt)

Inhalt

| | | |
|-----------------------------|---|--------|
| 0. | Thema | - 1 - |
| 0.1. | Problemstellung | - 1 - |
| I. Deskriptiver Teil | | |
| 1. | Arbeitsablauf der Fischdauerkonservenherstellung | - 3 - |
| 1.1. | Fischverbrauch..... | - 3 - |
| 1.2. | Definition Fischdauerkonserven | - 3 - |
| 1.3. | Rohstoff Fisch..... | - 4 - |
| 1.3.1. | Zusammensetzung..... | - 6 - |
| 1.4. | Herstellungsverfahren | - 8 - |
| 1.5. | Blanchieren | - 10 - |
| 1.5.1. | Definition | - 10 - |
| 1.5.2. | Kinetik der Inaktivierung der Enzyme beim Blanchieren..... | - 11 - |
| 1.5.2.1. | Der D_E -Wert..... | - 11 - |
| 1.5.2.2. | Der z-Wert bei der Enzyminaktivierung | - 12 - |
| 1.5.2.3. | Der E_r -Wert..... | - 13 - |
| 1.5.3. | Vergleich der Blanchierverfahren..... | - 14 - |
| 1.6. | Konservendose..... | - 15 - |
| 1.6.1. | Dosenunterteil | - 15 - |
| 1.6.2. | Deckel | - 15 - |
| 1.7. | Verschuß | - 17 - |
| 1.7.1. | Kontrolle von Dosenverschlüssen..... | - 18 - |
| 1.7.1.1. | Verschließfehler durch falsche Einstellungen..... | - 18 - |
| 1.7.1.2. | Verschußkontrollen..... | - 19 - |
| 2. | Grundlagen der Sterilisation | - 24 - |
| 2.1. | Allgemeines zur Sterilisation | - 24 - |
| 2.2. | Definition Sterilisieren und Pasteurisieren | - 25 - |
| 2.3. | Ursachen des Mikroorganismetodes durch Hitzeinwirkung | - 26 - |
| 2.4. | Kinetik der Inaktivierung der Mikroorganismen beim Sterilisieren | - 27 - |
| 2.4.1. | Der D-Wert | - 28 - |
| 2.4.2. | Die Temperatur-Todzeit-Kurve | - 30 - |
| 2.4.3. | Der z-Wert | - 30 - |
| 2.4.4. | Der Q_{10} -Wert..... | - 31 - |
| 2.5. | Beschreibung der Hitzeabtötung bei zeitlich veränderlichen Temperaturen | - 33 - |
| 2.5.1. | Der F-Wert..... | - 33 - |
| 3. | Autoklaven (Stand der Technik)..... | - 37 - |
| 3.1. | Normalautoklav | - 37 - |
| 3.2. | Normalautoklav mit Druckkühlung | - 39 - |
| 3.3. | Überdruckautoklaven..... | - 40 - |
| 3.4. | Rotierende Autoklaven | - 41 - |
| 3.5. | Kontinuierliche Sterilisatoren | - 41 - |
| 3.6. | Der Hydroklav | - 44 - |
| 3.7. | Abbildungen der Autoklaventypen | - 45 - |
| 3.7.1. | Standautoklav..... | - 45 - |
| 3.7.2. | Drehtrommelautoklav | - 45 - |
| 3.7.3. | Rotations-Überdruck-Autoklav..... | - 46 - |
| 3.7.4. | Hydrostatischer Sterilisator..... | - 46 - |

| | | |
|-------------------------------------|--|--------|
| 4. | Auswirkung der Hitzebehandlung auf die Inhaltsstoffe der Lebensmittel..... | - 47 - |
| 4.1. | Kinetik des Abbaus von Inhaltsstoffen..... | - 48 - |
| 4.1.1. | Der C-Wert | - 48 - |
| 4.1.2. | Berechnung des Abbaus von Inhaltsstoffen..... | - 49 - |
| 4.2. | Garen..... | - 50 - |
| 4.2.1. | Probleme beim Garen bzw. Kochen | - 50 - |
| 4.2.2. | Parameter und Veränderungen beim Garen..... | - 50 - |
| 4.2.3. | Mechanismen und Veränderungen beim Garen..... | - 51 - |
| 4.2.3.1. | Physikalische Veränderungen beim Garen | - 52 - |
| 4.2.3.2. | Wärmedurchgang in Konservendosen bei der Sterilisation..... | - 52 - |
| 4.2.3.3. | Qualitätsveränderungen | - 53 - |
| 4.3. | Stoffliche Veränderungen des Fischfleisches bei hohen Temperaturen | - 54 - |
| 4.3.1. | Protein..... | - 54 - |
| 4.3.2. | Molekulare Proteinveränderungen..... | - 54 - |
| 4.3.2.1. | Protein..... | - 54 - |
| 4.3.2.2. | Kollagen..... | - 55 - |
| 4.4. | Reaktionen der Inhaltsstoffe | - 56 - |
| 4.4.1. | Maillard-Reaktion..... | - 56 - |
| 4.5. | Texturumbildung bei der Erwärmung von Fischmuskelfleisch | - 57 - |
| 4.6. | Veränderung der Wasserbindung im Fischgewebe durch thermische Behandlung..... | - 59 - |
| 5. | Sensorik | - 62 - |
| 5.1. | Grundlagen der Lebensmittelsensorik | - 62 - |
| 5.2. | Allgemeine Einsatzgebiete der Lebensmittelsensorik..... | - 65 - |
| 5.3. | Sensorische Prüfverfahren | - 66 - |
| 5.3.1. | Bewertende Prüfung mit Skale | - 66 - |
| 5.3.1.1. | Vorbereitung für die sensorische Prüfung | - 67 - |
| 5.3.1.2. | Anleitung zur Kriteriengewichtung und Berechnung des sensorischen Endwertes..... mit Qualitätsaussage | - 68 - |
| 5.3.2. | Mehrprobenprüfung..... | - 69 - |
| 5.3.2.1. | Einzelprotokoll I (Vergleich von zwei Prüfmustern)..... | - 70 - |
| 5.3.2.2. | Einzelprotokoll II (Gewichtung, Gruppenendnote, Qualitätsaussage) | - 71 - |
| 5.3.3. | Dreiecksprüfung - Triangel-Test..... | - 72 - |
| 5.3.3.1. | Auswertung der Dreiecksprüfung..... | - 73 - |
| 5.3.3.2. | Protokoll der erweiterten Dreiecksprüfung..... | - 76 - |
| 5.3.3.3. | Signifikanz bei der einfachen Dreiecksprüfung..... | - 77 - |
| II. Experimenteller Teil | | |
| 6. | Beschreibung des Versuchsprogrammes | - 78 - |
| 6.1. | Vorversuche..... | - 78 - |
| 6.1.1. | Pökeln | - 78 - |
| 6.1.2. | Blanchieren | - 79 - |
| 6.1.3. | Sterilisieren | - 79 - |
| 6.1.3.1. | Meßvorrichtung | - 79 - |
| 6.1.3.2. | Temperaturverteilung in den Autoklaven | - 79 - |
| 6.1.3.3. | Temperaturverlauf im Hydroklav | - 80 - |
| 6.1.3.4. | Vorausberechnung des zu erwartenden F-Wertes im Hydroklav | - 80 - |
| 6.2. | Hauptversuche | - 80 - |
| 6.2.1. | Rohwarenuntersuchung (Fisch) | - 80 - |
| 6.2.2. | Herstellen der Versuchsmuster | - 80 - |
| 6.2.3. | Sterilisationsversuche | - 81 - |
| 6.2.4. | Sensorik | - 81 - |

| | | |
|----------|---|---------|
| 6.3. | Analytik (Übersichtsmethoden) | - 82 - |
| 6.3.1. | pH-Wert-Bestimmung in Fleisch und Fleischerzeugnissen | - 82 - |
| 6.3.2. | TVB-N-Bestimmung..... | - 82 - |
| 6.3.3. | Fettbestimmung / Feuchtigkeitsbestimmung | - 84 - |
| 6.3.4. | Kochsalzbestimmung / Essigsäurebestimmung | - 85 - |
| 6.3.5. | Temperaturverlaufsmessung | - 86 - |
| 6.4. | Beschreibung der Sterilisationssysteme..... | - 87 - |
| 6.4.1. | Der Hydroklav | - 87 - |
| 6.4.2. | Der STERITECH Dampf-Autoklav (Jumbo-Autoklav) | - 93 - |
| 6.4.3. | Der Lagarde Dampf-Autoklav | - 94 - |
| 7. | Versuchsdurchführung | |
| 7.1. | Vorbereitungen für die Hauptversuche..... | - 95 - |
| 7.1.1. | Vorbehandlung mit Salz und Essig..... | - 95 - |
| 7.1.2. | Blanchierenverfahren..... | - 95 - |
| 7.1.2.1. | Ergebnisse der Blanchierversuche | - 97 - |
| 7.1.3. | Temperaturmessungen in den Sterilisationssystemen..... | - 99 - |
| 7.1.3.1. | Vorversuche für den Hydroklav | - 100 - |
| 7.1.3.2. | Vorversuche für den Lagarde-Autoklav | - 103 - |
| 7.1.3.3. | Vorversuche für den Jumbo-Autoklav..... | - 104 - |
| 7.2. | Hauptversuche | - 105 - |
| 7.2.1. | Rohware | - 105 - |
| 7.2.1.1. | Fisch..... | - 105 - |
| 7.2.1.2. | Creme..... | - 105 - |
| 7.2.1.3. | Garnierung | - 105 - |
| 7.2.1.4. | Verpackung..... | - 106 - |
| 7.2.2. | Herstellen der Versuchsmuster | - 108 - |
| 7.2.3. | Sterilisationsversuche | - 110 - |
| 7.2.4. | Sensorik | - 111 - |

III. Ergebnis Teil

| | | |
|---------|---|---------|
| 8. | Ergebnisse..... | - 112 - |
| 8.1. | Ergebnisse der Sterilisationsversuche..... | - 113 - |
| 8.1.1. | Probe L (Hydroklav 1; 115°C / 0,50 m/s = 33,3 min) | - 113 - |
| 8.1.2. | Probe J (Hydroklav 3; 116°C / 0,60 m/s = 27,8 min) | - 115 - |
| 8.1.3. | Probe A (Hydroklav 1; 116°C / 0,65 m/s = 25,6 min) | - 117 - |
| 8.1.4. | Probe D (Hydroklav 1; 118°C / 0,65 m/s = 25,6 min) | - 119 - |
| 8.1.5. | Probe K (Hydroklav 3; 117°C / 0,70 m/s = 23,8 min) | - 121 - |
| 8.1.6. | Probe M (Hydroklav 1; 117°C / 0,80 m/s = 20,8 min) | - 123 - |
| 8.1.7. | Probe N (Hydroklav 1; 119°C / 0,90 m/s = 18,5 min) | - 125 - |
| 8.1.8. | Probe O (Hydroklav 1; 120°C / 1,00 m/s = 16,6 min) | - 127 - |
| 8.1.9. | Probe B (Lagarde; 121°C / 23 min) | - 129 - |
| 8.1.10. | Probe C (Lagarde; 121°C / 25 min) | - 131 - |
| 8.1.11. | Probe E (Lagarde; 112°C / 60 min) | - 133 - |
| 8.1.12. | Probe F (Lagarde; 112°C / 60 min (gedämpfte Rohware)) | - 135 - |
| 8.1.13. | Probe H (Jumbo-Autoklav; 112°C / 60 min) | - 137 - |
| 8.1.14. | Probe I (Jumbo-Autoklav; 118°C / 25 min) | - 139 - |

| | | |
|----------|--|---------|
| 8.2. | Ergebnisse der sensorischen Bewertung..... | - 141 - |
| 8.2.1. | Probe L (Hydroklav 1; 115°C / 0,50 m/s = 33,3 min)..... | - 141 - |
| 8.2.2. | Probe J (Hydroklav 3; 116°C / 0,60 m/s = 27,8 min)..... | - 142 - |
| 8.2.3. | Probe A (Hydroklav 1; 116°C / 0,65 m/s = 25,6 min)..... | - 142 - |
| 8.2.4. | Probe D (Hydroklav 1; 118°C / 0,65 m/s = 25,6 min)..... | - 142 - |
| 8.2.5. | Probe K (Hydroklav 3; 117°C / 0,70 m/s = 23,8 min)..... | - 143 - |
| 8.2.6. | Probe M (Hydroklav 1; 117°C / 0,80 m/s = 20,8 min)..... | - 143 - |
| 8.2.7. | Probe N (Hydroklav 1; 119°C / 0,90 m/s = 18,5 min)..... | - 143 - |
| 8.2.8. | Probe O (Hydroklav 1; 120°C / 1,00 m/s = 16,6 min)..... | - 144 - |
| 8.2.9. | Probe B (Lagarde; 121°C / 23 min)..... | - 144 - |
| 8.2.10. | Probe C (Lagarde; 121°C / 25 min)..... | - 144 - |
| 8.2.11. | Probe E (Lagarde; 112°C / 60 min)..... | - 145 - |
| 8.2.12. | Probe F (Lagarde; 112°C / 60 min (gedämpfte Rohware))..... | - 145 - |
| 8.2.13. | Probe H (Jumbo-Autoklav; 112°C / 60 min)..... | - 145 - |
| 8.2.14. | Probe I (Jumbo-Autoklav; 118°C / 25 min)..... | - 146 - |
| 8.2.15. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung..... (Gruppenendnote) | - 146 - |
| 8.2.16. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung der ... Textur | - 147 - |
| 8.2.17. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung des Geschmackes | - 148 - |
| 8.2.18. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung der ... Farbe | - 149 - |
| 8.2.19. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung der Form | - 150 - |
| 8.2.20. | Rangliste der einzelnen Sterilisationsverfahren nach der sensorischen Bewertung des Geruches | - 151 - |
| 8.3. | Zusammenfassung aller Ergebnisse..... | - 152 - |
| 9. | Ökonomische und ökologische Aspekte..... | - 153 - |
| 9.1. | Vergleich der Kosten für die verschiedenen Sterilisationsverfahren..... | - 153 - |
| 9.1.1. | Anschaffungskosten..... | - 153 - |
| 9.1.2. | Energieberechnung..... | - 153 - |
| 9.1.2.1. | Berechnung der allgemeinen wärmetechnischen Daten des Produktes..... | - 154 - |
| 9.1.2.2. | Berechnung des Heizenergieverbrauches des Hydroklavens..... | - 158 - |
| 9.1.2.3. | Wasserverbrauch im Hydroklavens..... | - 160 - |
| 9.1.2.4. | Elektrischer Energieverbrauch im Hydroklavens..... | - 160 - |
| 9.1.2.5. | Heizenergieberechnung für den STERITECH-Jumbo-Autoklavens..... | - 161 - |
| 9.1.2.6. | Wasserverbrauch im Jumbo-Autoklavens..... | - 161 - |
| 9.1.2.7. | Elektrischer Energieverbrauch im Jumbo-Autoklavens..... | - 161 - |
| 9.1.2.8. | Heizenergieberechnung für den Lagarde-Autoklavens..... | - 162 - |
| 9.1.3. | Wartungskosten..... | - 162 - |
| 9.1.4. | Personalkosten..... | - 162 - |
| 9.2. | Arbeitsweise der Sterilisationsverfahren..... | - 163 - |
| 9.2.1. | Vergleich der Kapazitäten bzw. der Sterilisationsleistung..... | - 163 - |
| 9.2.2. | Vor- und Nachteile für die Endverpackung..... | - 163 - |
| 9.2.3. | Eignung der Sterilisationsverfahren für verschiedene Dosenformate..... | - 164 - |
| 10. | Ergebnisdiskussion..... | - 165 - |
| 10.1. | Zusammenfassung der Ergebnisse des Systemvergleichs..... | - 165 - |
| 10.2. | Aussagen über die optimierten Sterilisationsparameter im Hydroklavens..... | - 168 - |
| 11. | Zusammenfassung..... | - 173 - |
| | Literaturverzeichnis..... | - 174 - |
| | Abbildungsverzeichnis..... | - 176 - |
| | Tabellenverzeichnis..... | - 180 - |
| | Anhang | |

0. Thema

Untersuchungen zur Optimierung eines neuen Hydroklaven-Sterilisationssystems in der Lebensmittelkonservenindustrie und Vergleich mit den bereits auf dem Markt befindlichen Autoklavierungssystemen im Hinblick auf ökonomische und sensorische Gesichtspunkte.

0.1 Problemstellung

Zur Sterilisation von Fischdauerkonserven werden heute in der Fischindustrie überwiegend diskontinuierlich arbeitende Standautoklaven, die vielfach nur manuell beschickt werden können und die mit Wasser oder Dampf als Heizmedium arbeiten, eingesetzt.

Diese Art der Sterilisation ist mit erheblichen Nachteilen verbunden:

- Die weitgehend automatisierten und kontinuierlich arbeitenden Linien bei der Fischdauerkonservenproduktion lassen sich beim Sterilisationsprozeß nicht fortsetzen.
- Die Hitzebehandlung in den chaotisch gepackten Körben der Standautoklaven ist sehr ungleichmäßig, so daß mit hohen Sicherheitszuschlägen bei der Sterilisation gearbeitet werden muß.
- Der Standautoklav entspricht hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Produktqualität nicht in allen Punkten den heutigen Anforderungen.

Dennoch hat sich das Sterilisieren in Standautoklaven bewährt und wird auch heute noch bei Neuinvestitionen in modifizierter Form (so z.B. automatisierte Be- und Entstapelung der Käfige) in den Produktionsablauf eingebunden.

1989 wurde erstmals in der Fischindustrie eine kontinuierlich arbeitende Hydroklaven-Anlage für ovale Fischkonserven eingeführt. Bei diesem System handelt es sich um eine aus mehreren Abschnitten bestehende lange Rohrleitung, die mit Wasser durchströmt wird. Die in Kunststoffkartuschen eingekapselten Dosen werden mit dem Wasser transportiert und je nach Abschnitt und Temperatur des Wassers aufgeheizt oder gekühlt. Hierbei wird die Dose vom Transportwasser vollständig und turbulent umströmt. Nach Angaben des Herstellers besitzt das System einen großen Vorteil in Wasser- und Heizenergiebedarf gegenüber der Standautoklaven. Desweiteren soll die Sterilisation im Hydroklav effizienter und produkt-schonender sein.

Die neue Technik des Hydroklaven bietet der Fischindustrie, aber auch der gesamten Konservenindustrie, neue Perspektiven. Hieraus ergibt sich die Frage, ob der Hydroklav auch nach ökonomischen Gesichtspunkten und auch im praktischen Gebrauch für die Industrie geeignet ist. So ist es z.B. fraglich, ob die kontinuierliche Arbeitsweise die fehlende Flexibilität in Bezug auf die Sterilisationsparameter ausgleicht.

Bei der Sterilisation von Fischprodukten besteht weiterhin das Problem, daß sich die Sterilisationsparameter nur sehr schlecht optimieren lassen. Dies begründet sich einmal durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Saucen und Garnierung, aber auch durch die saisonalen Schwankungen in der Zusammensetzung der Rohware Fisch. Erschwerend kommt beim Hydroklaven hinzu, daß die Sterilisationszeit durch die Fließgeschwindigkeit in der Sterilisationsstrecke entschieden wird. Die Fließgeschwindigkeit wiederum wird durch den Druckunterschied am Ein- und Austrag geregelt. Somit läßt sich ein zu erwartender F-Wert bei vorgegebenen Parametern nur sehr schwer berechnen.

Hieraus ergibt sich die Aufgabe, eine Methodik zu entwickeln, den zu erwartenden F-Wert bei veränderten Sterilisationsparametern (Sterilisationstemperatur und Sterilisationszeit) des Hydroklaven schnell und zuverlässig zu ermitteln.

Dadurch, daß die Dosen im Hydroklaven in einem von Wasser durchströmten Röhrensystem turbulent umströmt werden, ist der Wärmeübergang mit herkömmlichen Methoden der Sterilisation nur schlecht zu vergleichen. Die daraus unter Umständen entstehenden sensorischen Unterschiede sollen durch unabhängige Prüfer mit Hilfe einer organoleptischen Prüfung bestätigt werden.

Ziel der Arbeit ist es, eine Optimierung der Sterilisationsparameter im Hydroklaven unter vorrangiger Berücksichtigung sensorischer Gesichtspunkte zu erreichen.

I. Deskriptiver Teil

1. Arbeitsablauf der Fischdauerkonservenherstellung

1.1. Fischverbrauch

Der Appetit auf Fisch ist mit einem Verbrauch von rund 14 Kilogramm pro Kopf in der Bundesrepublik tendentiell weiter gewachsen. Seit 1983 hat der Verbrauch von Fisch und Fischprodukten um rund drei Kilogramm pro Kopf und Jahr zugenommen. Die beliebtesten Seefischarten sind nach Angaben des Fischwirtschaftlichen Marketing-Institut (FIMA) in Bremerhaven Hering, Seelachs, Thunfisch und Kabeljau. Der Trend im Lebensmittelmarkt geht zu Konserven und Tiefkühlfisch mit einem geschätzten Marktanteil von 50%. Die Preissteigerung für Fischprodukte lag nach FIMA-Angaben 1995 deutlich unter dem Durchschnitt der Lebensmittelpreise im Einzelhandel.

Die Umsätze der Fischwirtschaft dagegen stiegen 1995. Bei der Industrie nahmen sie gegenüber dem Vorjahr um 2,2 Prozent, bei der See- und Binnenfischerei jeweils um 8,8 Prozent und in Fischrestaurants um zehn Prozent zu. Der Export deutscher Erzeugnisse erzielte mit einer Ausfuhr von 555000 Tonnen im Vergleich zum Vorjahr eine Steigerung um 5,5 Prozent. („Die Welt“ vom 06.08.1996)

1.2. Definition Fischdauerkonserven

Nach den Leitsätzen für Fisch, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus (i.d.F. vom 06.02.1992) des Deutschen Lebensmittelbuches werden Fischdauerkonserven folgendermaßen bestimmt: Fischdauerkonserven sind Erzeugnisse aus Frischfischen, gefrorenen oder tiefgefrorenen Fischen oder Fischteilen, deren Haltbarkeit ohne besondere Kühlhaltung für mindestens 1 Jahr durch ausreichende Hitzebehandlung in gasdicht verschlossenen Packungen oder Behältnissen erreicht wird.

Hergestellt werden als Fischdauerkonserven:

- Fischerzeugnisse in eigenem Saft,
- Fischerzeugnisse in eigenem Saft und Aufguß,
- Fischerzeugnisse in Aufguß,
- Fischerzeugnisse in Öl,
- Fischerzeugnisse in Öl und eigenem Saft,
- Fischerzeugnisse in Soßen (Sauce, Tunken) oder Cremes,
- Fischerzeugnisse mit einem Anteil wertbestimmender stückiger Beilagen anderer Lebensmittel,
- Fischpasten,
- Fischklöße, Fischklopse, Fischbällchen, Fischfrikadellen,
- Erzeugnisse mit einem Zusatz von Fisch.

1.3. Rohstoff Fisch

Fische und Fischprodukte spielen bei der Ernährung eine wesentliche Rolle bei der Versorgung des Menschen mit biologisch hochwertigen Eiweiß, Fett und fettlöslichen Vitaminen.

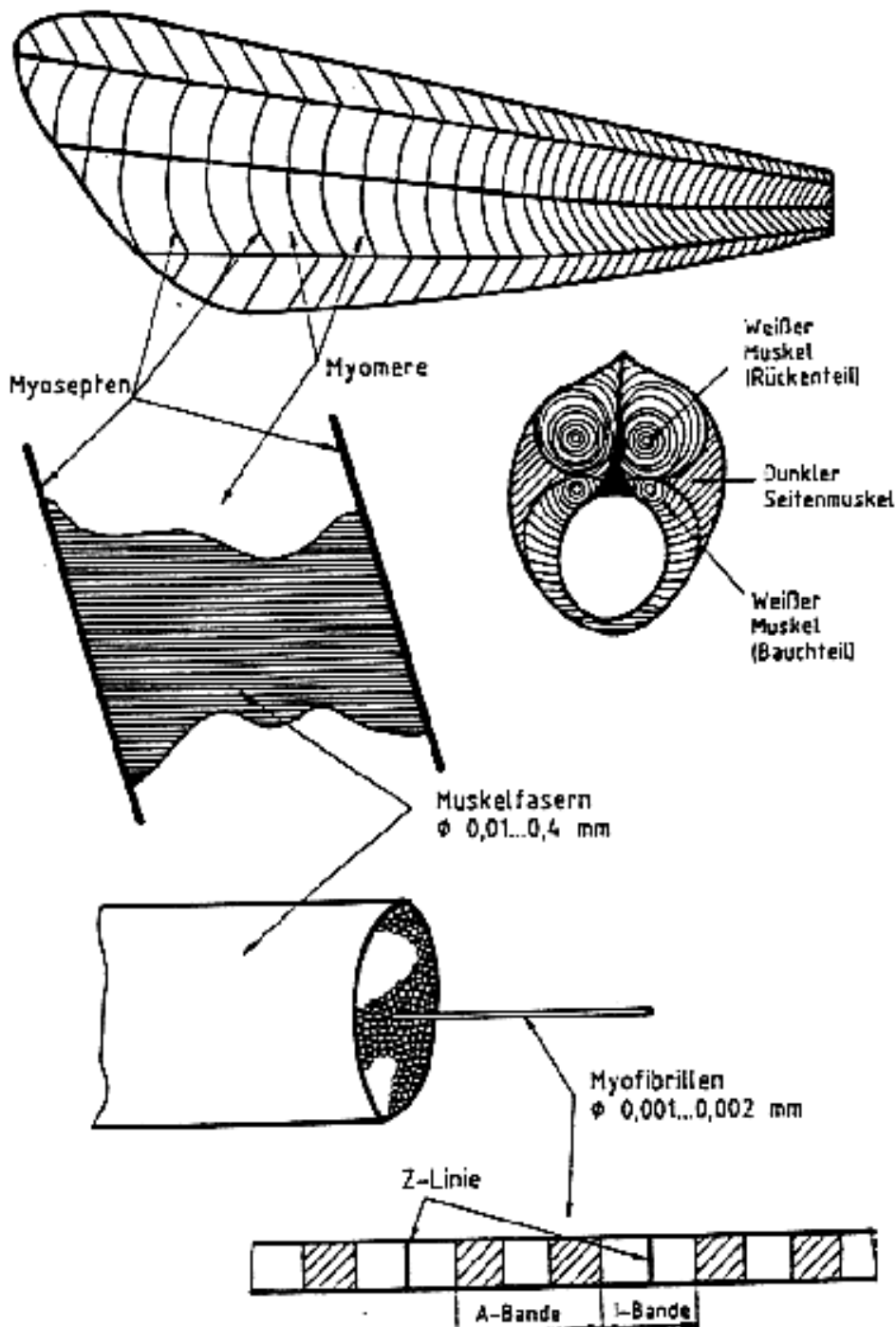
An Vitaminen ist hier besonders der Gehalt an A-, B- und D-Vitaminen zu nennen und an Mineralstoffen besonders Kalium und Phosphor, bei Seefischen auch Iod und Selen. Seefische können im Gegensatz zu Süßwasserfischen Iod aus Meerwasser kumulieren. So kann eine Fischmahlzeit den Iod-Bedarf eines Tages decken. Auch verschiedene Seetangarten, die in den Ländern Südostasiens verzehrt werden, liefern einen wesentlichen Beitrag zur Iod-Versorgung. Einige Fischarten können Gifte produzieren und gelegentlich gelangen auch natürliche Gifte, wie Toxine aus Algen, über die Nahrungskette in den Fisch. Außerdem kann der Fisch durch die in den Gewässern vorhandenen Umweltschadstoffe beeinträchtigt werden. Hier sind insbesondere folgende Substanzen zu nennen: Schwerflüchtige Organochlor-Verbindungen, Dioxine u. Dibenzofurane, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle, wie Quecksilber, Blei, Cadmium und Arsen. Da jedoch ca. 90% des Fischverzehr aus Seefischen stammen, die arm an Schadstoffen sind, ist die anteilige Belastung des Verbrauchers durch Umweltschadstoffe aus Fisch in der Regel gering.

Der Fisch wird als Frischfisch oder Fischerzeugnis in den Verkehr gebracht. Außer dem Fischfleisch werden auch die Eier (Fischrogen, Kaviar), das Sperma des Fisches (Fischmilch) und die sehr fettreiche Leber verarbeitet. Die bei der Be- und Verarbeitung anfallenden Fischreste werden zu Fischmehl und Seetierölen verarbeitet.

Der Fisch gehört zu der stammesgeschichtlich ältesten und untersten Gruppe der Wirbeltiere (Vertebrata). Er ernährt sich mit Ausnahme einiger Raubfischarten im allgemeinen von Plankton und Algen, die Fortpflanzung erfolgt bei den meisten Arten durch das Legen von Eiern. Fische atmen durch Kiemen. Es gibt ca. 25000 Fischarten. Unterschieden wird zwischen Knorpelfischen (Chondichthyes, Elasmobranchii) und Knochenfischen (Osteichthyes, Teleostei). Es sind jedoch noch weitere Unterteilungen möglich. So wird z.B. nach dem Lebensraum in Seefische und Süßwasserfische unterschieden oder nach der Körperform in Rundfische und im Gegensatz dazu die Plattfische. Desweiteren läßt sich Fisch auch noch nach dem Fettgehalt in Fettfische und Magerfische unterteilen.[1]

Die Haut der Fische besteht aus zwei Schichten, der Oberhaut und der Lederhaut. Die Oberhaut ist sehr wasserreich und enthält zahlreiche Drüsenzellen. Sie ist nach außen nicht verhornt und ist für die schleimige Oberfläche von Fischen verantwortlich. Aus der Lederhaut entwickeln sich die verschiedenen Schuppen, die je nach Fischart eine bestimmte Größe, Anzahl und Art aufweisen. Diese Unterschiede sind für die Verarbeitung sehr wichtig. Insgesamt ist die Beschaffenheit der Haut bei Fischen für die Haltbarkeit und die geschmackliche Qualität von Bedeutung. Die schnelle Ausbreitung der in der Haut befindlichen psychrophilen und psychrotoleranten Mikroorganismen ist die Ursache für den schnellen Verderb von Fisch. Aber auch die im Darm befindlichen Bakterien tragen zum Verderb bei.[1,2]

Fische haben ein über den ganzen Körper verlaufendes Muskelsystem, das in dorsoventraler Richtung durch Wirbelfortsätze und Flossenstrahlen, in horizontaler Richtung durch Scheidewände (Septern) geteilt ist. Entsprechend der Zahl der Wirbel ist die Rumpfmuskulatur in Muskelabschnitte (Myomere) eingeteilt, die durch Bindegewebshüllen getrennt sind. Die Fibrillen sind wie bei den Säugetieren quergestreift. Aufgrund eines unterschiedlichen Myoglobingehaltes sind bei Fischen helle und dunkle Muskelpartien vorhanden. Bei einigen Fischarten (z.B. Hering und Makrele) ist der Anteil an dunklem Muskel sehr hoch (ca. 10%), bei anderen (z.B. Dorsch) beschränkt er sich auf eine dünne



Schicht unter der Haut.[2]

Abbildung 1: Muskelaufbau des Fisches [3]

1.3.1. Zusammensetzung

Der Fisch besteht im Groben aus drei Substanzen: Aus Wasser, Protein und Fett. Während der Rohproteingehalt von Fischen meist bei Werten von 17-20% liegt, kann der Fettgehalt und damit der Wassergehalt in weiten Grenzen schwanken. So gibt es ausgesprochene Magerfische, wie z.B. Schellfisch und Kabeljau, die einen Fettgehalt von 0,1-0,3% aufweisen. Zu ihnen stehen im Gegensatz die Fettfische, wie z.B. Hering und Aal, die Fettgehalte von über 26% aufweisen können.

Der eßbare Anteil bei Fischen ist geringer als bei Warmblütern. Bei einigen Fischarten beträgt dieser Anteil nur 50%. Der Sättigungswert von Fischfleisch ist geringer als der von Warmblüterfleisch, da es schneller verdaut wird. Die biologische Wertigkeit des Proteins ist der von Warmblütern gleichzusetzen. Beim Kochen tritt ein Verlust von etwa 15% ein, wobei Fischfleisch weit weniger schrumpft als Rindfleisch.[1]

Fischfleisch enthält folgende chemische Verbindungen:[1]

- Freie Aminosäuren [1]

Der Wohlgeschmack von Fisch und Meeresfrüchten wird durch wasserlösliche Substanzen mit niedriger Molmasse hervorgerufen. Dazu gehören neben niedrigen Peptiden, Nucleotiden, organischen Säuren und Basen sowie anorganischen Verbindungen vor allem die freien Aminosäuren.

Hierbei weist der Hering folgende freie Aminosäuren in mg/100g rohes Muskelfleisch auf:

| | |
|----------------|-----------|
| Taurin | 124 |
| Asparaginsäure | in Spuren |
| Threonin | 12 |
| Serin | 5 |
| Prolin | in Spuren |
| Glutaminsäure | 7 |
| Glycin | 20 |
| Alanin | 22 |
| Valin | 4 |
| Methionin | in Spuren |
| Isoleucin | in Spuren |
| Leucin | 3 |
| Tyrosin | in Spuren |
| Phenylalanin | in Spuren |
| Lysin | 15 |
| Histidin | 88 |
| Arginin | in Spuren |

Tabelle 1: Freie Aminosäuren im rohen Fischmuskel des Herings [1]

Bei dunkelfleischigen Fischen (Thunfisch, Makrelen, Sardinen) ist der hohe Gehalt an Histidin, bei weißfleischigen See- und Süßwasserfischen der hohe Gehalt an Taurin von Bedeutung. In Krebstieren ist der Anteil an freien Aminosäuren sehr hoch.

- Biogene Amine [1]

Biogene Amine entstehen u.a. durch Decarboxilierung von Aminosäuren des Fischeiweißes. Dieses geschieht vorwiegend durch Decarboxilasen aus Bakterien (Enterobakterien, Pseudomonaden, d-Enterokokken, Lactobacillen und Clostridien). So bildet sich aus Histidin das für Fische und Fischerzeugnisse bedeutendste biogene Amin Histamin, aus dem Tyrosin das Tyramin. Ferner entsteht im wesentlichen neben Putrescin, Cadavarin und Tryptamin. Spermin und Spermidin sind von untergeordneter Bedeutung.

Weißfleischige Fische enthalten im Gegensatz zu dunkelfleischigen Fischen nur sehr geringe Mengen an biogenen Aminen. Die durch Bakterien gebildeten biogenen Amine sind ein Indikator für den Frischegrad des Fisches und stellen eine deutliche Qualitätsminderung dar. Konserven aus Thunfisch, Makrelen und Sardinen können zu einer Histamin-Intoxikation führen. In Deutschland werden bereits Konzentrationen von 200 mg/kg beanstandet. Histamin ist hitzestabil und kann sich auch durch eine Sekundärinfektion ausbilden. Dieses ist bei der Fischdauerkonservenherstellung zu beachten.

Biogene Amine werden heute meist mit Hilfe der HPLC bestimmt.

- Fischeiweiß [1]

Der Stickstoffgehalt von Fischfleisch liegt bei 2-3%, der Rohproteingehalt bei 17-20%. Der Anteil der kontraktilen Proteine am Gesamtprotein ist höher als beim Säugetiermuskel, die Komponenten entsprechen sich aber. Die thermische Stabilität der Fischproteine ist allerdings kleiner, die Denaturierung durch Harnstoff erfolgt leichter und die Hydrolyse mit Trypsin und Chymotrypsin verläuft schneller. Diese Eigenschaften bedingen die gute Verdaulichkeit von Fischfleisch. Der Gehalt an Bindegewebsprotein ist beim Säugetiermuskel höher als beim Fischmuskel. Die Schrumpftemperatur ist beim Fischkollagen bei ca. 45°C deutlich geringer als beim Säugetierkollagen (60-65°C). Der niedrige Anteil an Bindegewebsprotein und die niedrige Schrumpftemperatur bedingen, daß der Fischmuskel zarter als der Säugetiermuskel ist. Der Eiweißgehalt von weiblichen und männlichen Fischen ist bei den Arten Seelachs, Kabeljau, Schellfisch und Hering gleich groß. Einen wesentlichen Einfluß auf den Eiweißgehalt hat der Ernährungszustand der Fische. Die atlantische Sardine hat z.B. im März einen Proteingehalt von 16% und im Juli von 20,6%.

- Harnstoff [1]

Für Knorpelfische wie z.B. Rochen und Hai ist ein hoher Gehalt an Harnstoff im Muskel charakteristisch. Bei der Lagerung dieser Fische erfolgt der Abbau des Harnstoffes zu Ammoniak durch bakterielle Urease. Dadurch werden die Werte des flüchtigen Basenstickstoffes erhöht und die Genußtauglichkeitsgrenze verändert (z.B. Kabeljau 35-40 mg/100g Fischfleisch und Hai 60-80 mg/100g [1]).

1.4. Herstellungsverfahren

Die Rohware für die Fischdauerkonservenherstellung wird zum größten Teil als geschnittene, frische oder gefrostete Ware mit dem LKW angeliefert. Hauptsächlich werden Hering und Makrele, aber auch Sprotten, Sardinen, Pilchard, Forellen, Aal, Thunfisch und Krebs- und Weichtiere verarbeitet. Die angelieferte Ware wird einer Eingangskontrolle unterzogen. Hierbei wird unter anderem die Frische, der Fettgehalt (der beim Hering bei der Dauerkonservenherstellung nicht unter 10 % betragen sollte), ein Nematodenbefall und evtl. TVBN bestimmt. Danach kommt der Fisch für ca. 10 bis 20 Minuten in ein Entblutebad bzw. Pökelbad, das ca. 5 bis 7% Salz und gelegentlich auch 0,5 bis 3% Essigsäure enthält. Dieses Bad bewirkt einmal das Waschen und überträgt gleichzeitig ca. 1% Salz auf das Fischfilet, was eine geschmackliche und farbliche Verbesserung und Festigung des Fischfleisches bewirkt. Von den Pökelbädern aus wird der Fisch an die Verarbeitungslinien transportiert und dort auf das Band gelegt. Um dem Fisch Gewebewasser (ca. 15%) zu entziehen und evtl. eine weitere Geschmacksgebung zu erreichen, wird der Rohstoff in den meisten Fällen einer Vorbehandlung unterzogen, bevor er in die Dose gepackt wird. Hierzu zählen das Dämpfen, das Blanchieren, das Räuchern und das Braten. Das Dämpfen ist die am häufigsten verwendete Methode. Hierbei wird der Fisch in einem Dämpftunnel ca. 7 min mit 90 bis 95 °C heißem Dampf gegart. Beim Blanchieren wird der Fisch 5 bis 8 Minuten durch ein ca. 90°C heißes Wasserbad mit einem Salzgehalt von ca. 6% und einem Essiggehalt von 1% gezogen. Das Räuchern ist eine weitere Vorbehandlungsmethode. Diese Methode ist jedoch mit dem eigentlichen Räuchern nicht zu vergleichen, da das Fischfilet hierbei nur zum Zweck des Gewebewasserverlustes und der Farb- und Geschmacksgebung in einer kontinuierlichen Räucheranlage ca. 45 min bei 70-85°C geräuchert wird. Beim Braten durchläuft der vorher panierte Fisch eine kontinuierliche, indirekt beheizte, mit Pflanzenfett gefüllte, Bratanlage. Dieser Vorgang dauert bei einer Temperatur von 170-180°C ca. 4-8 Minuten.

Es ist aber auch möglich, den Fisch ohne eine wasserentziehende Vorbehandlungsmethode roh einzudosen. Hierbei muß jedoch beachtet werden, daß z.B. bei den Zutaten der Tunken bis zu 1/3 mehr an Gewürzen und an Dickungsmittel verwendet werden muß, um die Verdünnung durch das bei der Sterilisation austretende Gewebewasser wieder aufzufangen. Nach dem jeweiligen Vorbehandlungsverfahren wird der Fisch meistens in Handarbeit in die oftmals vorgetunkten Dosen gepackt. Versuche, den Fisch vollautomatisch in die Dose zu packen, haben bisher noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Es werden fast ausschließlich zweiteilige Aluminiumdosen verwendet. Das am häufigsten verwendete Behältnis ist die sogenannte Hansa-Dose, es gibt jedoch noch eine Vielzahl von anderen langovalen und runden Dosen. In letzter Zeit werden aus Marketinggründen jedoch immer mehr andere Dosenformate, die sich in der Form und Größe von den herkömmlichen Dosen unterscheiden, verwendet.

Das Packungsverhältnis und der Mindestfettgehalt für Cremes und Tunken ist in den Leitsätzen für Fisch, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus des Deutschen Lebensmittelbuches geregelt.

Nachdem der Fisch in die Dose gepackt wurde, wird nachgetunkt und evtl. garniert und dann der Deckel auf die Dose gefalzt, so daß ein gasdichter Verschuß entsteht. Um die bei der Befüllung der Behältnisse anhaftenden Verschmutzungen zu entfernen, werden die Dosen gewaschen. Jetzt kann die Dose sterilisiert, verpackt und ausgeliefert werden.



Abbildung 2: Fließschema Fischdauerkonservenherstellung