

Abschlussbericht zum Projekt:

„Aufbau einer Pilot- und Demonstrationsanlage zur Verwertung von Nebenprodukten aus der Fischverarbeitung im Gebiet Kaliningrad, Russische Föderation“

DBU-Aktenzeichen Az.: 35653/01-23

Bewilligungsschreiben vom 14.06.2021

Laufzeit: 14.06.2021-31.12.2024

ANiMOX (Thomas Grimm)

BIOTECH (Vladimir Volkov)

Berlin / Kaliningrad, Juni 2025

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Zusammenfassung | 7 |
| 2 | Einleitung | 8 |
| 2.1 | Arbeitsplanung im Projekt | 8 |
| 2.2 | ANiMOX..... | 9 |
| 2.3 | BioTech | 10 |
| 3 | Hauptteil - Projektergebnisse | 11 |
| 3.1 | AP 1 – Massenströme und Rohstoffqualitäten | 11 |
| 3.1.1 | AP 1a: Dokumentation und Qualitätssicherung (ANiMOX) | 11 |
| 3.1.2 | AP 1b: Erfassung, Gruppierung und Analyse Massenströme und Rohstoffqualitäten (BIOTECH/KSTU)..... | 12 |
| 3.2 | AP 2: Entwicklung technischer Schritte und Auswahl von Systemen..... | 15 |
| 3.2.1 | AP 2a: Auswahl von technischen Systemen (ANiMOX) | 15 |
| 3.2.2 | AP 2b: Entwicklung von technischen Schritten für Musterproduktionsvarianten. Begleitung der Produktionsschritte und Überwachung (BIOTECH)..... | 16 |
| 3.3 | AP 3: Entwicklung eines flexiblen Produktionsverlaufs..... | 20 |
| 3.3.1 | AP 3a: Entwicklung eines flexiblen Produktionsablaufes (ANiMOX) | 20 |
| 3.3.2 | Transfer und Prüfung des Produktionsschemas (BIOTECH) | 22 |
| 3.4 | AP 4 - 6: Entwicklung des Produkthallenkonzeptes und Aufbau und Implementierung eines Anlagenschemas und Pilotanlage..... | 24 |
| 3.4.1 | Entwicklung des Produkthallenkonzeptes..... | 24 |
| 3.4.2 | Zusammenstellung eines Geräte- und Anlagenkonzeptes..... | 27 |
| 3.5 | Meilenstein 1: Erfolgreiches Anlagenkonzept | 29 |
| 3.6 | AP 7: Entwicklung von Produktapplikationen..... | 30 |
| 3.6.1 | AP 7a: Entwicklung von Produktanwendungen anhand der vorhandenen Erfahrungen auf dem Weltmarkt (ANiMOX)..... | 30 |
| 3.6.2 | AP 7b: Entwicklung von technischen Mustern (BIOTECH)..... | 33 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.7 | AP 8: Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements..... | 34 |
| 3.8 | AP 9: Unterstützung bei der technischen Entwicklung und Umsetzung der Nebenproduktnutzung in der Fischverarbeitung | 37 |
| 3.8.1 | AP 9a: Regionale Unterstützung von Verarbeitungsbetrieben bei der technischen Entwicklung und Umsetzung von Prozessanpassungen in der Fischproduktion und im Nebenproduktmanagement mit Betrieben in Ostdeutschland (ANiMOX)..... | 37 |
| 3.8.2 | AP 9b: Entwicklung und Umsetzung von Prozessanpassungen in der Fischproduktion und im Nebenproduktmanagement mit russischen Fischverarbeitern und Sa Rodinu (Biotech)..... | 44 |
| 4 | Fazit..... | 50 |
| 5 | Literaturverzeichnis..... | 51 |
| 5.1 | Literatur..... | 51 |
| 5.2 | Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen, Vorträge | 52 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Arbeitsplanung zum Entwicklungsvorhaben | 8 |
| Abbildung 2: QM-Planung für das Anlagenkonzept..... | 11 |
| Abbildung 3: Verlauf der Zusammensetzung der Sprotten über die Jahreszeiten | 14 |
| Abbildung 4: Anlagenkonzepte zur kompakten Fischnebenprodukteverarbeitung der Hersteller Harslev, Gea, Alfa-Laval und AMOF Fjell (Wegen Urheberrecht schematisch zusammengefasst). | 15 |
| Abbildung 5: Anlagenkomponenten für den Aufbau einer Pilotanlage von verschiedenen Herstellern (schematisch dargestellt wegen Urheberrecht), Bilder auf den Webseiten (https://de.haarslev.com/ , https://www.gea.com/de/ , https://www.alfalaval.de/ , https://www.flottweg.com/de/)..... | 16 |
| Abbildung 6: Produktionsablauf für eine Verarbeitung von Sprottennebenprodukten im Batchbetrieb | 21 |
| Abbildung 7: Produktionsablauf für eine Verarbeitung von Sprottennebenprodukten im Kontinuitätsbetrieb..... | 21 |
| Abbildung 8: Hallenkonzepte für die Anlagenplanung (schematisch wegen Urheberrecht) (siehe auch https://herchenbach-industrial.com/de)..... | 24 |
| Abbildung 9: Anlagenbilder 2021 „Sa Rodinu“, leere Halle (oben) und laufende Produktion (unten) | 24 |
| Abbildung 10: Produktionsanlage Sprotten bei Sa Rodinu mit Freibereichen | 25 |
| Abbildung 11: Hallenkonzept für die Pilotanlage und Sanierungsplanung Halle auf Sa Rodinu-Gelände..... | 26 |
| Abbildung 12: Schema einer industriellen Fischmehlproduktionsanlage mit Verwertung von Presswasser..... | 27 |
| Abbildung 13 Schema einer Pilotanlage zur Verwertung von Sprottennebenprodukten..... | 28 |
| Abbildung 14: Anlagenplanung nach dem Angebot von Alfa-Laval (Auszug)..... | 29 |
| Abbildung 15: Anlagen-Angebotsplanung der Firma Korolan (RU) (Auszug)..... | 29 |
| Abbildung 16: Behandlung von Dorschhäuten zur Kollagenengewinnung..... | 30 |
| Abbildung 17: Hydrolyseausbeute und Molekulargewichtsverteilung bei der Kollagenhydrolyse | 31 |
| Abbildung 18: Welt-Fischfang und Aquakultur (Food and Agriculture Organization, United Nations, 2020) | 31 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 19: Test auf Fischprotein-Gewinnung aus Brachsenbeifang | 32 |
| Abbildung 20: Muster mit Hydrolyseprodukten | 33 |
| Abbildung 21: Von links nach rechts: Forellen- und Saiblingszucht Kunsterspring (Aquakultur), Fischerei Kallinchen (Fischerei), Müritzfischer (Zusammenschluss mehrerer Fischereibetriebe). 38 | |
| Abbildung 22: Fischzucht Zippelsförde (Aquakultur und Angelteiche), Fläming-Forelle Gottow (Aquakultur mit eigener Fischaufzucht)..... | 38 |
| Abbildung 23:Nebenprodukte original und zerkleinert von den Standorten Müritzfischer (oben links), Zippelsförde (oben rechts), Kunsterspring (Mitte), Kallinchen (unten links) und Gottow (unten rechts)..... | 39 |
| Abbildung 24: Ergebnisse der Analytik der homogenisierten Rohmaterialien aus den Beprobungen (Fk = Fischkarkassen, Fi = Fischinnereien, Fr = Fischreste gemischt, Mz = Müritz, Ks = Kunsterspring, Zi = Zippelsförde, Ka = Kallinchen, Go = Gottow) | 40 |
| Abbildung 25: Extraktionsversuch, Separation der Komponenten und getrennte Phasen für die Analytik. | 41 |
| Abbildung 26: Masseanteile der Fraktionen nach den Versuchen und der nachfolgenden Separation der Phasen. | 41 |
| Abbildung 27: Getrocknete Proteinhydrolysate aus den Versuchen..... | 42 |
| Abbildung 28: Analytik der Proteinprodukte aus den Extraktionsversuchen | 42 |
| Abbildung 29: Produkte aus der Verarbeitungsanlage Bioindustrie | 45 |
| Abbildung 30: Verarbeitung von Karauschen aus Beifang..... | 47 |
| Abbildung 31: Verarbeitung von Reststoffen Blauer Wittling | 47 |
| Abbildung 32: Venture Club von Argrarbank November 2023, Bioprom 2024, Gelendzhik, 8. Oktober 2024..... | 48 |
| Abbildung 33: Hydrolysatmuster Wladiwostok und Molekulargewichtsbestimmung | 49 |

Tabellenverzeichnis:

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Rohstoffe für Pilotanlage | 12 |
| Tabelle 2: Chemische Zusammensetzung der Rohmaterialien für Pilotanlage..... | 13 |
| Tabelle 3: Fettgehalt Sprotten 2020-2021 in Abhängigkeit der Jahreszeiten | 14 |
| Tabelle 4: Hydrolyseversuche mit geräucherten Sprottenabfällen 1500 g : Wasser 1500 g.... | 17 |
| Tabelle 5: Ausbeuten der Hydrolyseversuche mit geräucherten Sprottenabfällen 1500 g : Wasser 1500 g | 17 |
| Tabelle 6: Chemische Zusammensetzung von Proteinhydrolysaten | 18 |
| Tabelle 7: Chemische Zusammensetzung von Sedimenten | 19 |
| Tabelle 8: Ausbeute von getrockneten Hydrolyseprodukten aus Sprottenköpfen | 19 |
| Tabelle 9: Aussehen von Proteinhydrolysaten und Futtermehl, sowie Fischöl (thermischer Schritt)..... | 23 |
| Tabelle 10: Festlegung wichtiger Gefahren und Kontrolle bei FPH-Produktion in Russland in der geplanten Pilotanlage | 36 |
| Tabelle 11: Kritische Kontrollpunkte (KKP) in der FPH in der Pilotanlage | 36 |
| Tabelle 12: Chemische Zusammensetzung der Rohmaterialien zur Produktion von Fischkollagenhydrolysat..... | 48 |

1 Zusammenfassung

Der Abschlussbericht dokumentiert die Ergebnisse des Projekts zur Entwicklung einer Pilot- und Demonstrationsanlage zur Verwertung von Nebenprodukten aus der Fischverarbeitung im Gebiet Kaliningrad, Russland, das von Juni 2021 bis Dezember 2024 durchgeführt wurde. Die Projektpartner ANiMOX und BioTech haben gemeinsam an der Umsetzung gearbeitet, um umweltfreundliche Lösungen für die Verarbeitung von Fischnebenprodukten zu entwickeln.

Projektziele und -verlauf

Das Hauptziel des Projekts war die Entwicklung einer Pilotanlage zur Verarbeitung von Fischnebenprodukten in Kaliningrad. Die ersten Schritte umfassten die Erarbeitung von Konzepten und die Planung der Anlage, die durch enge Zusammenarbeit mit lokalen Fischverarbeitungsunternehmen wie „Sa Rodinu“ unterstützt wurde. Die Projektpartner haben während der ersten Projektphase wichtige Grundlagen gelegt, die in der zweiten Phase angepasst werden mussten, um den geänderten Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen.

Arbeitsplanung

Die Arbeitsplanung umfasste mehrere Arbeitspakete (AP), die sich auf die Erfassung von Massenströmen, die Entwicklung technischer Schritte und die Auswahl geeigneter Systeme konzentrierten. ANiMOX und BioTech führten regelmäßige Online-Sitzungen durch, um den Fortschritt zu überwachen und die nächsten Schritte zu planen.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Rohstoffe identifiziert, die für die Verarbeitung in der Pilotanlage geeignet sind. Die chemische Analyse der Rohstoffe ergab, dass insbesondere die Köpfe von geräucherten Sprotten und Nebenprodukte aus dem Fischfiletieren hohes Potenzial für die Gewinnung von Protein und Fetten aufweisen. Die durchgeführten Hydrolyseversuche zeigten, dass durch enzymatische und thermische Verfahren hochwertige Proteinhydrolysate und Futtermehle aus Fischnebenprodukten gewonnen werden können.

Technische Entwicklung

Die technische Entwicklung umfasste die Auswahl und den Vergleich von Anlagenkomponenten verschiedener Hersteller. Dabei wurde ein flexibles Produktionssystem entwickelt, das sowohl Batch- als auch kontinuierliche Verarbeitungsoptionen berücksichtigt.

Hygiene- und Qualitätsmanagement

Das Projekt legte großen Wert auf die Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements, das auf den EU-Vorgaben basiert. HACCP-Prinzipien wurden implementiert, um die Sicherheit der Produkte während der Verarbeitung zu gewährleisten.

Fazit

Das Projekt hat erfolgreich die Grundlagen für die Errichtung einer Pilotanlage zur Verwertung von Fischnebenprodukten gelegt. Die gewonnenen Erkenntnisse und die entwickelten Technologien bieten eine vielversprechende Basis für eine nachhaltige Nutzung von Fischabfällen in Russland und sind übertragbar auf die Fischverarbeitung in Ostdeutschland.

2 Einleitung

2.1 Arbeitsplanung im Projekt

Die in der Projektplanung 2021-2024 geplanten Zeitlinien sahen die Entwicklung einer Pilotanlage zur Verarbeitung von Nebenprodukten aus der Fischverarbeitung in Kaliningrad vor. Die Übersicht zum Arbeitsplan ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Zeit- und Meilensteinplanung
ANIMOX GmbH, Biotech

| Thema / Meilenstein | 2021 | | | 2022 | | | | 2023 | | | | 2024 | |
|--|----------|----|--|------|----|-----|----|------|----|-----|----|------|----|
| | II / III | IV | | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II |
| AP 1 Massenströme und Rohstoffqualitäten | | | | | | | | | | | | | |
| AP 2 Entwicklung technischer Schritte und Auswahl von Systemen | | | | | | | | | | | | | |
| AP 3 Entwicklung eines flexiblen Produktionsablaufs | | | | | | | | | | | | | |
| AP 4 Entwicklung eines Produkthallenkonzeptes | | | | | | | | | | | | | |
| AP 5 Aufbau und Implementierung eines Anlagenplanes/Verrohrungsschemas | | | | | | | | | | | | | |
| M 1 Erfolgreiches Anlagenkonzept für die Umsetzung der Pilotanlage Sa Rodinu | | | | | | | | | | | | | |
| AP 6 Aufbau der Pilotanlage | | | | | | | | | | | | | |
| AP 7 Entwicklung der Produktapplikationen | | | | | | | | | | | | | |
| AP 8 Hygiene- und Qualitätsmanagement | | | | | | | | | | | | | |
| AP 9 Prozessanpassungen und Nebenproduktmanagement | | | | | | | | | | | | | |
| M 2 Prozess zum Aufbau einer Pilotanlage etabliert | | | | | | | | | | | | | |
| AP 10 Begleitung der Inbetriebnahme | | | | | | | | | | | | | |
| AP 11 Optimierung der Prozessabläufe | | | | | | | | | | | | | |

Abbildung 1: Arbeitsplanung zum Entwicklungsvorhaben

In den folgenden Kapiteln wird über die schrittweise Bearbeitung der Kapitel berichtet. In der ersten Projekthälfte wurden die Grundlagen zur Errichtung einer Pilotanlage erarbeitet. Dabei konnte in direkten Gesprächen und Anlagenbesichtigungen durch ANiMOX und BioTech im Q4-2021 bei SaRodinu, konkrete Absprachen für die Anlagenplanung und -organisation getroffen werden. Nachfolgend wurden wichtige Konzepte erarbeitet, mit Anlagenbauern aus der EU und Russland Planungen entwickelt und der Kostenrahmen in Angeboten konkretisiert.

Während dieser erste Teil der Arbeiten bis zum Meilenstein 1 trotz der geänderten Rahmenbedingungen noch planmäßig durchgeführt werden konnte, mussten im zweiten Teil des Projektes das Planungskonzept angepasst werden. Die notwendigen Änderungen in der Zielsetzung sind nach Abstimmung mit dem Projektträger und Darlegung im Zwischenbericht umgesetzt worden. Das betraf vor allem die Arbeitspakete zur Umsetzung der Anlagenplanung und zum Aufbau der Pilotanlage.

Deshalb wurden durch die Projektpartner ANiMOX und BioTech Maßnahmen ergriffen, die diesen Ausfall ausgleichen sollten.

2.2 ANiMOX

Grundlage der Tätigkeit der Firma ANiMOX im Projektablauf sind die Arbeitspakete des Arbeitsplanes. Diese werden in den regelmäßigen Online-Sitzungen mit Biotech/KSTU sowie beim Treffen in Kaliningrad präzisiert, spezifiziert und in konkrete Arbeitsaufgaben untersetzt. Die gewohnt enge Zusammenarbeit zwischen den Partner, die sich auch in vielen gemeinsamen Laborversuchen widerspiegelt, wurde auch in diesem Projekt geplant. Sie musste aber ab dem Q1-2022 auf eine regelmäßige Onlinekonsultation umgestellt werden. Dadurch wurden gemeinsame Experimente, Analysen und Auswertungen online abgestimmt und das Versuchs- und Entwicklungsprogramm in den Laboren von ANiMOX und Biotech/KSTU durchgeführt.

ANiMOX hat wie bereits im Zwischenbericht beschrieben neben der Zusammenarbeit mit BioTech den Fokus auf die Untersuchung regionaler Fischfang, Fischzucht und -verarbeitungsbetriebe gelegt und an den Punkten Bedarfserfassung, Mengenerfassung, Beprobung und Verarbeitungsversuche bis zur Mustererstellung gelegt. Dabei wurde untersucht, inwiefern Nebenprodukte aus der Fischverarbeitung von Zuchtbetrieben und Beifang, d.h. Fischen, die von Betrieben gefangen aber nicht verwertet werden wie z.B. Blei, Karauschen u.ä. eine Verwertung im Lebensmittel bzw. Futtermittelbereich zugeführt werden können. Dadurch wurden sowohl Verwertungsversuche als auch die Erfassung von Betrieben durchgeführt und das erfolgreiche Konzept der Verarbeitung auf die deutsche Binnenfischwirtschaft übertragen. Hier wurde allerdings nicht wie im Raum Kaliningrad auf Fischnebenprodukte von Großbetrieben gesetzt, die mit Ihren Nebenproduktmengen bereits in Verwertungsketten eingebunden sind. Bei den Untersuchungen wurde der Schwerpunkt auf kleine und mittlere Verarbeiter gesetzt, die Ihre Nebenprodukte derzeit nicht in die stoffliche Verwertung einspeisen können, sondern einer Entsorgung in Biogasanlagen zugeführt werden. Wegen der Menge der kleinen Fischzucht-, Fischfang- und Fischverarbeitungsbetrieben kommen hier aber auch signifikante Mengen für eine Verwertung zusammen, weshalb deren Nutzbarmachung untersucht wurde.

2.3 BioTech

Die Firma Biotech arbeiteten im Projektablauf systematisch nach den geplanten Arbeitspaketen. Diese wurden in den regelmäßigen Online-Sitzungen mit ANiMOX sowie beim Treffen Kaliningrad untersetzt, präzisiert und in konkrete Arbeiten geplant. Biotech organisieren die Treffen mit Unternehmen und Verbänden aus dem Raum Kaliningrad, Murmansk, Archangelsk, Moskau, Fernosten, Dagestan (Kaukasus) und Sibirien, vor allem Unternehmen mit großen Problemen bei der Abfallentsorgung und -verwertung. Dadurch wird ein hoher Nutzen für die Umwelt im Raum Kaliningrad erreicht und gleichzeitig Produkte für die Nutzung der Reststoffe entwickelt und hergestellt.

Im Kompetenzzentrum in Kaliningrad mit seinem Versuchs- und Analytiklabor wurden mehr als 20 Verfahren zur abfallfreien Verwertung von Nebenprodukten aus Lebensmittelindustrie sowie aus pflanzlichen Rohstoffen sowie zahlreichen Analysen von hochwertigen Proteinprodukten aus Lebens- sowie Nahrungsergänzungsmittel durchgeführt.

Ein Monitoring der Verarbeitungsbetriebe des Kaliningrader Gebiets (Fisch- und Fleischverarbeitung, Brauerei, Verarbeitung von Sojabohnen, Alkoholherstellung usw.) wurde durchgeführt. Industriebetriebe wurden besucht, an Ausstellungen und wissenschaftlichen Konferenzen wurde teilgenommen. Nach russischen Standards GOST 7631 und GOST 7636 wurden chemische Zusammensetzung und Qualität der Nebenproduktmuster (organoleptische Bewertung, Wassergehalt, Fett, Mineralstoffe, Proteine, Aminostickstoff) bestimmt. Zwei Rohstoffarten aus der Fischindustrie, mit hohem biologischem und industriellem Potenzial im Kaliningrader Gebiet, wurden für eine industriellen Pilotanlage zur Hydrolyse identifiziert und erforscht.

BioTech hat die Kooperation zur Errichtung einer Anlage von Fischnebenprodukten von der Zusammenarbeit mit Sa Rodinu als Partner auch auf andere Verarbeitungsbetriebe in Russland ausgedehnt und hat dafür in Abstimmung und mit Unterstützung von ANiMOX Versuchsreihen durchgeführt und die Planungsoptionen erweitert. Da die Pilotanlage bisher bei SaRodinu in Kaliningrad nicht umgesetzt werden konnte, wurde auch mit anderen Verarbeitern über einen Transfer des Verarbeitungskonzeptes für Nebenprodukte der Fischverarbeitung kooperiert.

Zwischen ANiMOX und Firma Biotech sowie KSTU fand ein aktiver Erfahrungsaustausch statt. Dadurch konnten erfolgreich sämtliche Arbeitspakete realisiert und angepasst werden und es wurde eine gute Grundlage für die Pilotanlage gelegt.

3 Hauptteil - Projektergebnisse

3.1 AP 1 – Massenströme und Rohstoffqualitäten

3.1.1 AP 1a: Dokumentation und Qualitätssicherung (ANiMOX)

Aufbau der Dokumentation und Qualitätssicherung für die tages- und jahreszeitlichen Massenströme und Rohstoffqualitäten der Reststoffmengen im Fischverarbeitungsbetrieb „Sa Rodinu“ und Gruppierung der Produktarten und -qualitäten (1.5 PM)

Für die geplante Verarbeitung der Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie in der Fischverarbeitung sollte von Anfang an eine Qualitätssicherung mitgedacht und entwickelt werden, die zu einer reproduzierbaren Verarbeitung und gleichbleibenden Qualität in definierten Bereichen führt. Basierend auf dem QMS bei ANiMOX (ISO 9001:2015) wurde ein Grundgerüst übertragen, das mit dem Aufbau einer Anlage schrittweise weiterentwickelt wurde. In Abbildung 2 ist das entwickelte QMS dargestellt:

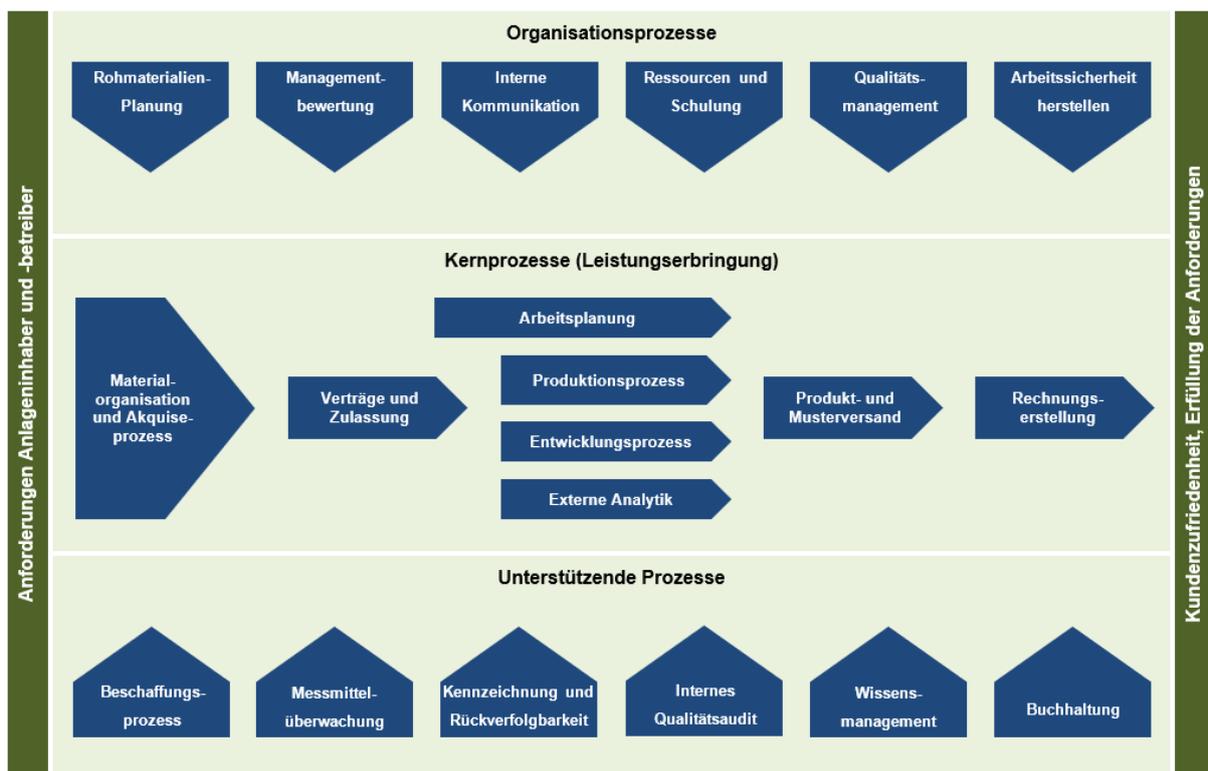


Abbildung 2: QM-Planung für das Anlagenkonzept

Begleitend zu diesem Basis QMS wurden grundlegende Dokumente, die für das QM für den Betrieb der Anlage notwendig sind, aufgestellt. Das beinhaltet die Dokumente strategische Planung, Rohstoffakquiseprozess, Arbeitsplanung, Rohstoffverarbeitung, Produktprüfung und

-versand. Diese Dokumente zu BioTech transferiert. Abgeleitet von den QMS-Vorgaben wurden auch Vorlagen für Stoffstromerfassung der Anlage entwickelt und für die Arbeiten in Kaliningrad zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten für den QMS-Transfer wurden projektbegleitend weitergeführt und schrittweise vervollständigt und transferiert.

3.1.2 AP 1b: Erfassung, Gruppierung und Analyse Massenströme und Rohstoffqualitäten (BIOTECH/KSTU)

Repräsentative Erfassung, Gruppierung und Analyse der tages- und jahreszeitlichen Massenströme und Rohstoffqualitäten der Reststoffmengen im Fischverarbeitungsbetrieb „Sa Rodinu“

Nebenprodukte aus Fischindustrie ist ein komplexes und dauerhaftes organisches System mit einem hohen Gehalt an Kollagenproteinen, Mineralien (hauptsächlich Calcium und Phosphor in gebundenem Zustand mit Metalloproteinproteinen), Verdauungsenzymen von Fischdärmen und anderen Makro- und Mikroelementen. Die Trennung dieser Komponenten in separate Fraktionen ist ein komplexer technologischer Prozess.

Die Rohstoffe aus Fischindustrie mit dem höchsten industriellen Potenzial im Kaliningrader Gebiet sind die Köpfe von geräucherten Sprotten. Aber auch frische Nebenprodukte, die beim Fischfiletieren entstehen, sind hochwertig und vom großen Interesse für Pilotanlage zur Hydrolyse und Produktion von niedermolekularen Peptiden. In der Tabelle 1 sind die Rohstoffe dargestellt.

Tabelle 1: Rohstoffe für Pilotanlage

| Köpfe von geräucherten Sprotten | Nebenprodukte aus dem Fischfiletieren |
|---|--|
|  |  |

Die chemische Zusammensetzung der Rohmaterialien wurde durch Standardverfahren untersucht. Die Durchschnittswerte sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Chemische Zusammensetzung der Rohmaterialien für Pilotanlage

| Rohstoffart | Wasser (kg/100 kg) | TS (kg/100 kg) | Protein (kg/100 kg) | Fett (kg/100 kg) | Asche (kg/100 kg) |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Köpfe von geräucherten Sprotten | 58,7 | 41,3 (100) | 18,6 (45,1) | 17,2 (41,6) | 5,55 (13,4) |
| Nebenprodukte aus dem Fischfiletieren | 71,5 | 28,5 (100) | 16,1 (56,5) | 5,86 (20,5) | 6,54 (23,0) |

Bei der Verwendung von Rohstoffen mit höherem Fettgehalt (mehr als 10 % Fett in roher Sprotte) entsteht bei der Verarbeitung eine Emulsion (Eiweiß-Wasser-Fett-Gemisch), die entweder kaum oder gar nicht in Fett und Eiweißhydrolysat getrennt wird. Somit steht die Tatsache einer Abnahme der Ausbeute an Proteinprodukten und einer Zunahme der Ausbeute der Masse der Emulsion in direktem Zusammenhang mit dem Fettgehalt des Ausgangsmaterials.

In diesem Zusammenhang wurden im Labor der staatlichen Körperschaft „Sa Rodinu“ Daten zum Fettgehalt des Ausgangsmaterials im Zeitraum 2020-2021 erhoben. je nach Saison. Für Fisch-Sekundärrohstoffe mit einem Ausgangsfettgehalt von mehr als 10 % wird empfohlen, von Oktober bis Januar eine obligatorische Fettvorabscheidung durchzuführen.

In Tabelle 3 und Abbildung 3 sind die Daten in Zahlen und grafisch zusammengestellt und die jahreszeitliche Abhängigkeit gut erkennbar.

Tabelle 3: Fettgehalt Sprotten 2020-2021 in Abhängigkeit der Jahreszeiten

| Monat | 2020 | Fett (%) | 2021 | Fett (%) |
|----------|------------|----------|------------|----------|
| Januar | | | 09.01.2021 | 13,3 |
| | 21.01.2020 | 6,0 | 18.01.2021 | 6,6 |
| | 28.01.2020 | 5,3 | 30.01.2021 | 5,7 |
| Februar | 08.02.2020 | 5,1 | 02.02.2021 | 5,4 |
| | 29.02.2020 | 6,1 | 10.02.2020 | 6,8 |
| März | | | 03.03.2021 | 7,3 |
| | 15.03.2020 | 4,1 | 10.03.2021 | 5,4 |
| | 30.03.2020 | 4,3 | 24.03.2021 | 3,3 |
| April | | | 04.04.2021 | 3,2 |
| | 21.04.2020 | 1,8 | 19.04.2021 | 1,0 |
| Mai | 13.05.2020 | 1,9 | | |
| Oktober | 02.10.2020 | 10,7 | 14.10.2021 | 11,2 |
| | 20.10.2020 | 16,0 | 18.10.2021 | 9,9 |
| November | 13.11.2020 | 11,6 | 09.11.2021 | 10,1 |
| | 30.11.2020 | 13,3 | | |
| Dezember | 13.12.2020 | 13,7 | 01.12.2021 | 14,5 |
| | 16.12.2020 | 13,3 | | |

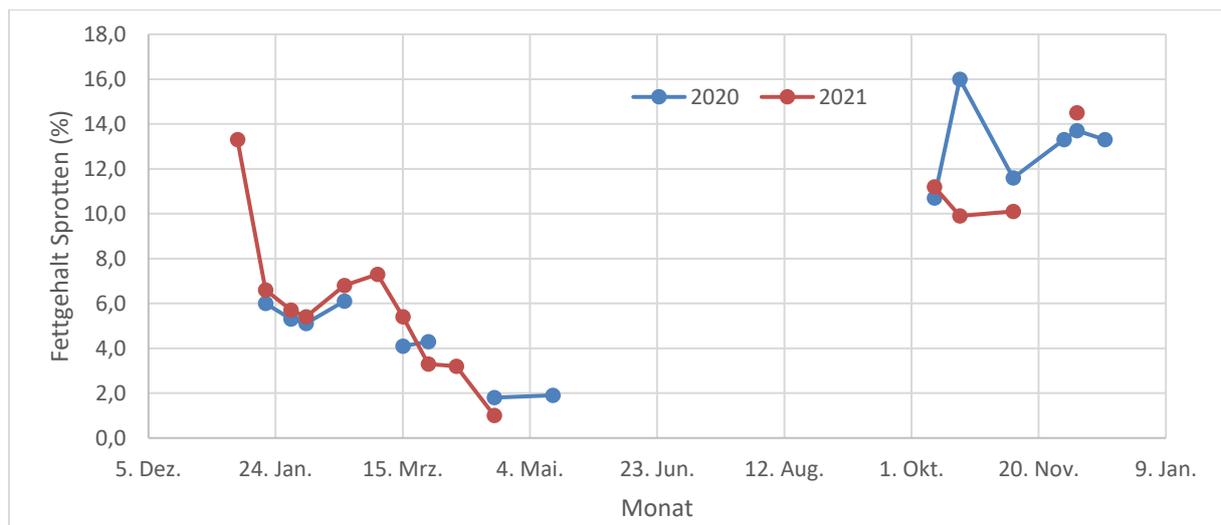


Abbildung 3: Verlauf der Zusammensetzung der Sprotten über die Jahreszeiten

3.2 AP 2: Entwicklung technischer Schritte und Auswahl von Systemen

3.2.1 AP 2a: Auswahl von technischen Systemen (ANiMOX)

Schwerpunkt der Arbeiten von ANiMOX war in diesem Arbeitspaket der Transfer und Abgleich der Ergebnisse aus den Entwicklungsarbeiten in den technischen Maßstab der verschiedenen am Markt agierenden technischen Herstellern von Anlagenlösungen für die Reststoffverarbeitung. Dabei wurden Systeme der Hersteller Gea, Alfa-Laval, Harslev und AMOF gegenübergestellt. Wichtig war hier der technologieoffene Vergleich der allgemeinen technischen Systeme von Herstellern als Vorlagen und die Gegenüberstellung der Lösungen zur optimalen Verarbeitung, Produktqualität und Umweltverträglichkeit (Abbildung 4).

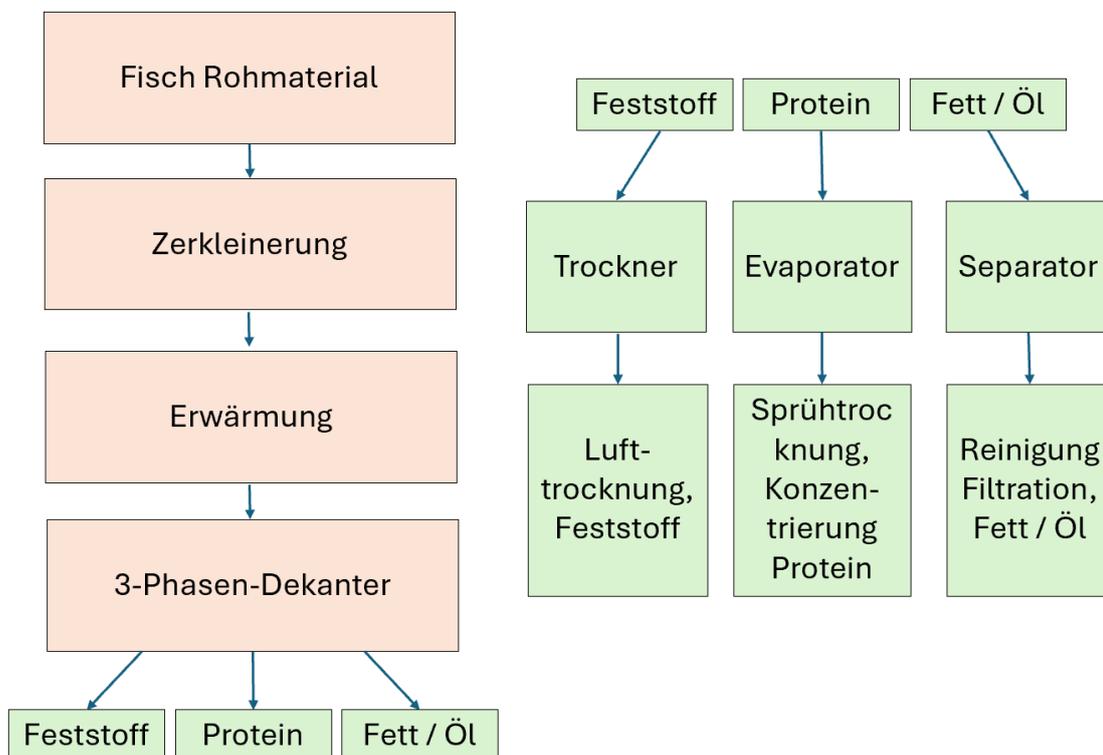


Abbildung 4: Anlagenkonzepte zur kompakten Fischnebenprodukteverarbeitung der Hersteller Harslev, Gea, Alfa-Laval und AMOF Fjell (Wegen Urheberrecht schematisch zusammengefasst).

Im Vergleich der Systeme zeigte sich grundsätzlich eine Übertragbarkeit auf das geplante Anlagenkonzept. Wichtig war für die Auswahl eine gewisse Flexibilität in der Verarbeitung, um verschiedene Rohstoffe nutzen und verschiedene Produkte herstellen zu können. Außerdem ist

die Ausführung des Systems als Lebensmittelvariante sinnvoll, um auch Proteine in Lebensmittelqualität herstellen zu können. Somit konnten durch das systematische Screening der Hersteller Komponenten für die Anlagenplanung detektiert werden.

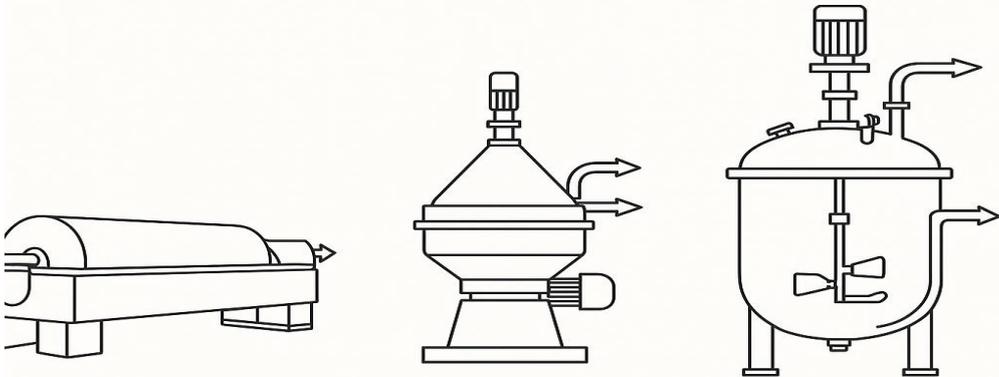


Abbildung 5: Anlagenkomponenten für den Aufbau einer Pilotanlage von verschiedenen Herstellern (schematisch dargestellt wegen Urheberrecht), Bilder auf den Webseiten (<https://de.haarslev.com/> , <https://www.gea.com/de/> , <https://www.alfalaval.de/> , <https://www.flottweg.com/de/>)

Mit den verschiedenen detektierten Komponenten der Hersteller konnten dann die Anlagenplanungen in den folgenden Arbeitspaketen durchgeführt werden.

3.2.2 AP 2b: Entwicklung von technischen Schritten für Musterproduktionsvarianten. Begleitung der Produktionsschritte und Überwachung (BIOTECH)

Ziel der Experimente war es Protein-, Protein-Mineral- und Lipidprodukte aus Nebenprodukten der Sprottenverwertung zu gewinnen. Der größte Teil dieser Art von Rohstoffen wird durch geräucherte Sprottenrohstoffe repräsentiert, in diesem Zusammenhang wurden Versuche hauptsächlich mit dieser Art von Rohstoffen durchgeführt.

Bei den Versuchen wurde eine bestimmte Menge Fischnebenprodukten nach der Zerkleinerung mit heißem destilliertem Wasser im Verhältnis 1:1 vermischt. Wenn das Rohmaterial fettig war (mehr als 10 % Fettgehalt), wurden Entfettungsexperimente periodisch durchgeführt, um Wirkung der Entfettung auf die Hochtemperatur-Hydrothermolyse zu untersuchen. Dazu wurde die Fischmischung etwa 30 Minuten lang bei der Temperatur ca. 80 °C gehalten, wonach das Fett durch Zentrifugieren bei 3900 U/min 15 Minuten lang entfernt wurde. Die verbleibende Mi-

schung (entfettete flüssige Fraktion und Sediment) wurde im Reaktor hydrolysiert. Die Betriebsarten des Reaktors wurden je nach Zielsetzung in folgende Optionen geändert: Die Temperatur im Reaktormantel betrug 160 und 200 °C, die Temperatur im Produkt war 130 und 160°C, die Dauer des Thermolyseprozesses variierte von 30, 60 und 90 Minuten, der Druck im Reaktor variierte von 1,5 bis 2,0 bar.

Bei einem effizienten Thermolyseverfahren trennt sich das Fett gut und kann nach kurzer Absetzzeit im Scheidetrichter erfolgreich vom Hydrolysat getrennt werden. In einigen Fällen wurde die Fettabtrennung sehr schlecht durchgeführt, es stellte sich heraus, dass eine große Menge davon emulgiert war, es war nicht einfach und manchmal unmöglich, diese Emulsion abzutrennen. Alle Hydrolysemersuche wurden hinsichtlich physikalischer Parameter (Temperatur im Autoklavenmantel und Produkt, Hydrolysedauer, Druck im Autoklaven) erfasst und nach Auswertung der Ergebnisse ausgewertet.

Die Liste der durchgeführten Experimente ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Hydrolyseversuche mit geräucherten Sprottenabfällen 1500 g : Wasser 1500 g

| Nr. | Vorbehandlung, Hydrolyseart (T-thermisch, E-enzymatisch) | Fett, % Rohware | T, °C | Dauer, Min | Gewicht des Materials aus Reaktor, g | Emulsionsbildung |
|-----|---|-----------------|-------|------------|--------------------------------------|------------------|
| 1 | T | 18,8 | 160 | 75 | 2930 | + |
| 2 | T | 18,8 | 130 | 60 | 2889 | + |
| 3 | Vorentfettung, T | 18,8 | 130 | 60 | 2893,5 | - |
| 4 | Vorentfettung, E, (Protosubtilin, 0,5% zu FM, 2 Std bei 40 °C), T | 13,5 | 130 | 85 | 2748 | - |
| 5 | Vorentfettung, T | 24,3 | 130 | 60 | 2637,5 | - |

Tabelle 5: Ausbeuten der Hydrolyseversuche mit geräucherten Sprottenabfällen 1500 g : Wasser 1500 g

| Nr. | Vorbehandlung, Hydrolyseart (T-thermisch, E-enzymatisch) | Fett, % Rohware | T, °C | Proteinhydrolysat flüssig, g/% Rohware | Fett, g/% Rohware | Sediment, g/% Rohware | Emulsion, g/% Rohware |
|-----|---|-----------------|-------|--|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | T | 18,8 | 160 | 1817,5 g/121,7 % | 208,3 g/13,88 % | 746,5 g/49,77 % | 28,3 g/ 1,1 % |
| 2 | T | 18,8 | 130 | 1332,5 g/88,8 % | 142,2 g/9,48 % | 1329 g/88,6 % | 45,5 g/3,03 % |
| 3 | Vorentfettung, T | 18,8 | 130 | 1301,5 g/86,8 % | 150,8 g/ 10 % | 1227,0 g/81,8 % | 18,1 g/1,2 % |
| 4 | Vorentfettung, E, (Protosubtilin, 0,5% zu FM, 2 Std bei 40 °C), T | 13,5 | 130 | 1796,0 g/119,7 % | 150,3 g/10,0 % | 911,0 g/60,7 % | 40,4 g/ 2,7 % |
| 5 | Vorentfettung, T | 24,3 | 130 | 1307 g/ 87,1 % | 218,5 g/ 14,6 % | 1209,5 g/80,6 % | 28,8 g/1,9 % |

Laut den Versuchsergebnissen in Tabelle 4 und Tabelle 5 liegt die Menge des flüssigen Hydrolysats aus Sprotenköpfen zwischen 85,3 bis 121,7 Gew.-% des Rohmaterials. Vorentfettung reduziert die Emulsionsmenge und ist notwendig für Herbst- und Wintersproten mit viel Fett.

Das Volumen des feuchten Protein-Mineral-Sediments bei verschiedenen Arten der Hydrolyse von Sprotenköpfen liegt zwischen 49,77 % und 88,6 % des Rohmaterialgewichts. Ein wichtiger Indikator für den Prozess der thermischen Hydrolyse eines proteinhaltigen Materials ist der Fettextraktionsgrad, der in dieser Versuchsreihe von 9,48 % bis 14,6 % der Masse des Rohmaterials reicht. Höhere Raten wurden bei fettreicheren Rohmaterialien beobachtet. Der Fettextraktionsgrad steigt mit einer Erhöhung der Temperatur im Reaktor von 130°C auf 160°C bei gleichem Fettgehalt von 9,48 Gew.-% des Rohmaterials gegenüber 13,88 Gew.-% des Rohmaterials (Versuch Nr. 2 und 1). Gleichzeitig verschlechtert sich jedoch die Qualität des ausgeschiedenen Fettes, es wird intensiv Hydrolyse und Oxidation ausgesetzt. Um die Fettqualität zu erhalten, die schädlichen Auswirkungen der Hochtemperatureinwirkung darauf zu verringern und die Ausbeute der Haupthydrolyseprodukte zu erhöhen, wurde eine vorläufige Fetttrennung durchgeführt. Dazu wurde eine Mischung aus zerkleinerten Rohstoffen und Wasser auf 70-80°C erhitzt und 30 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Danach wurde die Mischung durch Zentrifugation bei einer Rotorgeschwindigkeit von 3900 U/min für 10–15 Minuten in Fraktionen aufgetrennt. Nach den Hydrolyseversuchen wurden Analysen der gesamten chemischen Zusammensetzung der Endprodukte durchgeführt, die in den Tabellen 6 und 7 unten dargestellt sind.

Tabelle 6: Chemische Zusammensetzung von Proteinhydrolysaten

| Nr. | Wasser, % | TS, % | Protein, % | Fett, % | Asche, % |
|-----|-----------|-------|------------|---------|----------|
| 1 | 5,7 | 94,3 | 88,4 | 1,0 | 0,4 |
| 2 | 6,4 | 93,6 | 78,9 | 4,9 | 0,5 |
| 3 | 7,2 | 92,8 | 81,0 | 2,4 | 0,5 |
| 4 | 6,7 | 93,4 | 83,2 | 2,4 | 0,6 |
| 5 | 6,3 | 93,7 | 72,1 | 8,3 | 1,0 |

Die Vorentfettung erhöht den Proteingehalt in den Proteinhydrolysaten bei gleichem Fettgehalt (Versuche 2 und 3). Eine höhere Temperatur und enzymatische Behandlung erhöhen auch den Proteingehalt aber verschlechtern qualitative Charakteristika von Proteinhydrolysaten (Geschmack, Farbe, Fettqualität usw.). Aus diesen Gründen wurde Hydrolyse mit Vorentfettung durchgeführt.

Tabelle 7: Chemische Zusammensetzung von Sedimenten

| Nr. | Wasser, % | TS, % | Protein, % | Fett, % | Asche, % |
|-----|-----------|-------|------------|---------|----------|
| 1 | 4,6 | 95,5 | 57,9 | 15,8 | 21,7 |
| 2 | 4,9 | 95,1 | 65,8 | 10,3 | 19,0 |
| 3 | 2,2 | 97,8 | 62,0 | 16,0 | 19,7 |
| 4 | 3,8 | 96,4 | 53,0 | 19,9 | 23,5 |
| 5 | 5,6 | 94,4 | 59,0 | 14,3 | 21,2 |

Die Ausbeute von getrockneten Hydrolyseprodukten aus Sprottenköpfen unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, die durch Hochtemperaturhydrolyse unter verschiedenen Modi erhalten wurden, wird in Tabelle 8 in Prozent von Rohwarenmasse dargestellt.

Tabelle 8: Ausbeute von getrockneten Hydrolyseprodukten aus Sprottenköpfen

| № | Ausbeute Proteinhydrolysat, % | Ausbeute Futtermehl, % |
|---|-------------------------------|------------------------|
| 1 | 10,0 | 20,3 |
| 2 | 4,7 | 26,4 |
| 3 | 4,7 | 24,6 |
| 4 | 9,7 | 20,7 |
| 5 | 6,4 | 29,0 |

Aus den Daten in Tabelle 8 ergibt sich, dass die Ausbeute von getrockneten Proteinhydrolysaten zwischen 4,7 und 9,7 Gew.-% der Rohwarenmasse liegt. Tabelle 8 zeigt, dass das Temperaturregime der Thermohydrolyse die Extraktionsausbeute von Proteinen in Lösung erheblich beeinflusst. Die höchste Ausbeute an Proteinhydrolysat wurde bei der Thermolyse erzielt, die 60 Minuten lang bei 160 °C durchgeführt wurde. Sie betrug 10,0 Gew.-% der Rohstoffe (Versuch 1). Allerdings erwies sich die Sedimentfraktion hinsichtlich organoleptischer und äußerer Qualitätsindikatoren als inakzeptabel (sehr dunkle verbrannte Masse mit spezifischem Geruch). Die höchste Extraktion von trockenen und stickstoffhaltigen (Protein-)Stoffen wird beobachtet, wenn enzymatische und thermische Hydrolysen kombiniert werden (kombinierte Hydrolyse). So wurden im Versuch Nr. 4, bei dem das Rohmaterial nach der vorläufigen Fettabtrennung mit dem Enzympräparat Protosubtilin G3X (0,5 Gew.-% des Rohmaterials) behandelt wurde, dabei Ausbeute des Proteinhydrolysats betrug 9,7 % der Rohwarenmasse.

Die Menge und Qualität des Protein-Mineral-Zusatzes (Futtermehl) im Hinblick auf die Produktausbeute hängt von der Temperatur (je höher, desto weniger Protein-Mineral-Zusatz) und

dem anfänglichen Fettgehalt im Rohmaterial (je mehr Fett, desto höher die Ausbeute) ab. Die vorläufige Fettabtrennung erhöht zudem die Ausbeute und Qualität des Protein-Mineralstoff-Ergänzungsmittels. Ein wertvolles Produkt der Hydrolyse sekundärer Fischrohstoffe ist Fischöl – eine der wenigen natürlichen Quellen für essentielle hochungesättigte Eicosapentaen- und Docosahexaensäure-Omega-3-Fettsäuren. Die vorherige Fettabtrennung erhält die Qualität des Fischöls und ist notwendig beim Fettgehalt in der Rohware über 10 %.

3.3 AP 3: Entwicklung eines flexiblen Produktionsverlaufs

3.3.1 AP 3a: Entwicklung eines flexiblen Produktionsablaufes (ANIMOX)

Basierend auf den Ausgewählten Varianten der Hersteller und den Geräten wurden gemeinsam mit Biotech 2 Konzeptideen für flexible Produktionsabläufe entwickelt. Die Abläufe wurde jeweils auf eine Verarbeitungsmenge von 6.000 kg Sprotten ausgelegt, die möglichst in einer Schicht von 8 h verarbeitet werden können. Die Abläufe sind in den Abbildungen zu sehen.

Der erste Ablauf ist für ein Produktionsschema im Batchbetrieb konzipiert. Dabei wurde geplant die Menge von 6.000 kg in 4 Einzelbatches a 1.500 kg unterteilt, die schrittweise durch die verschiedenen Verarbeitungsstufen gebracht werden, wobei der nächste Batch bereits gestartet werden kann, wenn der vorherige Batch eine Stufe weiter ist. Dadurch können bestimmte Stufen wie der Tricanter quasi kontinuierlich beschickt werden. Es werden aber teilweise höhere Kapazitäten benötigt, um die Materialmenge abarbeiten zu können, bevor die nächste Teilcharge fertig ist.

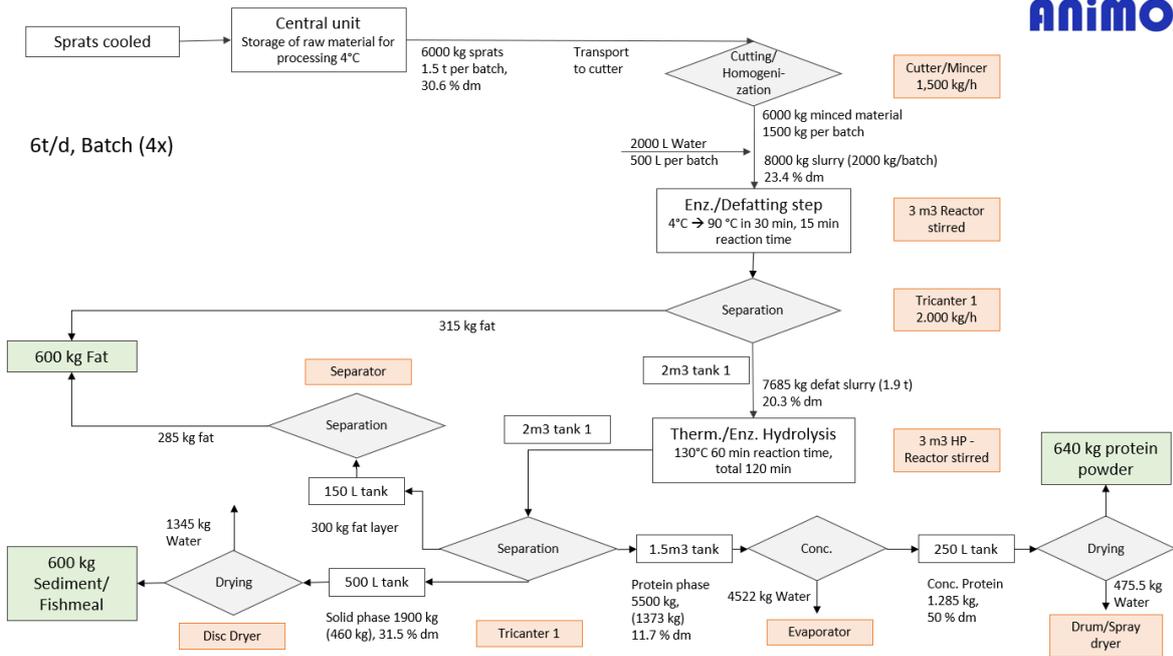


Abbildung 6: Produktionsablauf für eine Verarbeitung von Sprottennebenprodukten im Batchbetrieb

Alternativ zu diesem Konzept wurde eine Option zu einer kontinuierlichen Verarbeitung erstellt. Bei dieser Variante wird das Material möglichst gleichmäßig durch alle Komponenten der Anlage geschickt und dadurch bis zum Produkt verarbeitet. Der Ablauf ist in Abbildung 7 dargestellt.

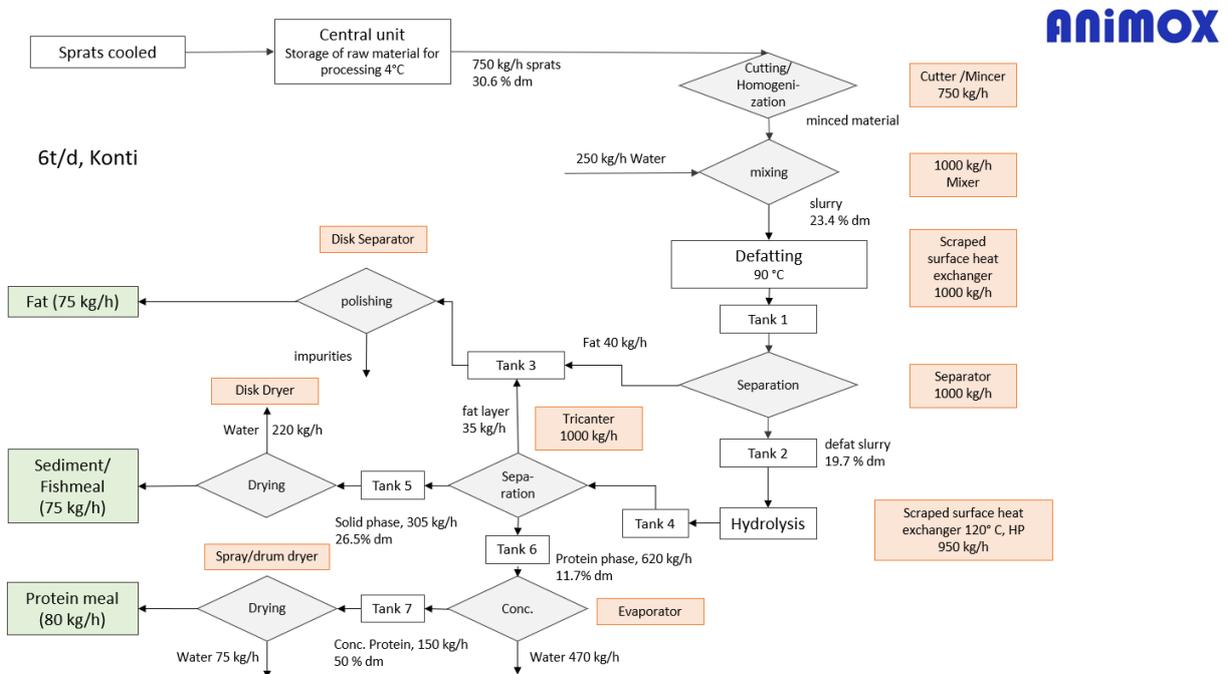


Abbildung 7: Produktionsablauf für eine Verarbeitung von Sprottennebenprodukten im Conti-betrieb

Bei der kontinuierlichen Verarbeitung sollten die eingezeichneten Zwischentank nur ein geringes Volumen aufweisen und als Zwischenspeicher für den nachfolgenden Verarbeitungsschritt dienen. Für den reibungslosen Ablauf ist auch die richtige Berechnung der beiden Durchflusserhitzersysteme entscheidend, da hier einerseits die richtige Zieltemperatur, andererseits auch die richtige Verweilzeit erreicht werden muss. Dadurch wird mit einer Gesamtverweilzeit im System von etwa 2 h gerechnet.

3.3.2 Transfer und Prüfung des Produktionsschemas (BIOTECH)

Transfer und Prüfung des auf alle Varianten passendes Produktionsschemas mit den Massenströmen der Nebenprodukte und den herzustellenden Produktmengen unter enger Abstimmung mit dem Modellbetrieb Sa Rodinu unter Berücksichtigung der Zulassungsfähigkeit anhand der Gesetze der Russischen Föderation und der EU erfolgte bei BIOTECH in Kaliningrad.

Der technologische Prozess der Hydrolyse von sekundären Fischrohstoffen für die Lebensmittelproduktion umfasst Zerkleinerung der Rohstoffe, Homogenisierung, Entfettung, Hydrolyse, Wärmebehandlung, Kühlung und Trocknung. Nach der Hydrolysebehandlung werden sekundäre Fischrohstoffe nahezu vollständig in native Fraktionen organischer Substanzen mit Lipid-, Peptid- und Mineral-Protein-Zusammensetzung getrennt, wodurch geeignete Lebensmittel- und Futtermittelzusatzstoffe mit erhöhter Qualität und Lagerstabilität hergestellt werden. Das wird durch die Kombination der Technologien gewährleistet und führt zu Effekten, die mit den angegebenen Parametern auftreten.

Die Hauptprodukte der Hydrolyse sind Proteinhydrolysate mit festgelegten Qualitätsindikatoren (Molekulargewicht, Aminosäurezusammensetzung, sensorische Eigenschaften) in flüssiger und pulverförmiger Form. Zur Gewinnung von Lebensmittelhydrolysaten aus Fischrohstoffen (Haut, Schuppen, Gräten, Köpfe) werden Rohstoffe verwendet, die den Anforderungen der speziell entwickelten Spezifikation TU 9283-004-00471544-2019 „Kollagenhaltiges Rohfischeis und gekühlt“ entsprechen. Aus diesem Rohstoff werden Proteinhydrolysate in Pulverform mit einem Proteingehalt von 70-90 %, einem Fettgehalt von weniger als 5 % und einem Aschegehalt von weniger als 15 % und einer Lagerzeit von bis zu 24 Monaten gewonnen. Aussehen: feines Pulver oder dicke Flüssigkeit; Pulverfarbe – sandig mit hellbraunen Farbtönen; die Farbe der Flüssigkeit reicht von hell- bis dunkelbraun; Geruch und Geschmack sind spezifisch, mit einem Hauch von getrocknetem Fisch, ohne fremde oder diskreditierende Gerüche und Geschmäcker. Massenanteil an Feuchtigkeit - nicht mehr als 8 % (Pulver) oder 90 % (Flüssigkeit);

Fett – nicht mehr als 5 % Trockensubstanz (TS); Protein - nicht weniger als 70 %. Index der gesamten mikrobiellen Kontamination – nicht mehr als $1,0 \times 10^4$ Zellen/g. Proteinhydrolysate enthalten alle essentiellen Aminosäuren und werden zur Verwendung als Lebensmittel und biologisch aktive Zusatzstoffe sowie in funktionellen und speziellen (gerodiätischen, sportlichen) Ernährungstechnologien empfohlen.

Ein weiteres Produkt aus Fischabfällen ist ein Protein-Mineralstoff-Ergänzungsmittel, bei dem es sich um ein feines braunes Pulver handelt. Der Gehalt an Mineralstoffen beträgt nicht weniger als 10 % TS, der Feuchtigkeitsgehalt beträgt nicht mehr als 12 %, der Kalziumgehalt beträgt nicht weniger als 10 %, der Phosphorgehalt beträgt nicht weniger als 5 %, der Proteingehalt beträgt nicht weniger als 50 % TS.

Die Produkte können als Nahrungsergänzungsmittel – Quellen für MUFAs, PUFAs, Mineralien und Protein-Ballaststoffe – und Lebensmittelzusatzstoffe bei der Formulierung von Brot, Brötchen, Keksen, Keksen und anderen Produkten verwendet werden. Das Erscheinungsbild von Proteinhydrolysaten und Futtermehl ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Aussehen von Proteinhydrolysaten und Futtermehl, sowie Fischöl (thermischer Schritt)

| Versuch | Proteinhydrolysat nach Entfettungsschritt / Öl | Proteinhydrolysat nach therm. Hydrolyse | Futtermehl |
|---|---|---|---|
| Thermische Hydrolyse |  |  |  |
| Thermische Hydrolyse mit Fettabtrennung |  |  |  |

Ein Zusatzprodukt ist ein natürliches Fett mit einem Fettanteil von 100 %. Bei Fischöl sollte die Säurezahl weniger als 4 mg KOH/1 g Fett betragen, die Peroxidzahl sollte 10 mmol Aktivsauerstoff/1 kg Fett nicht überschreiten und in den Verhältnissen Anteile von SFA, MUFA und PUFA enthalten (1: 1-3: 0,5 -2,3).

3.4 AP 4 - 6: Entwicklung des Produkthallenkonzeptes und Aufbau und Implementierung eines Anlagenschemas und Pilotanlage

3.4.1 Entwicklung des Produkthallenkonzeptes

Zur Unterstützung bei Entwicklung des für den Produktionsablauf und auf die Geräte passenden Produkthallenkonzeptes wurden verschiedene marktübliche Systeme und die örtlichen Gegebenheiten abgeglichen. Typische Anlagenkonzepte sind Leichtbauhallen, die flexibel an das Anlagenkonzept angepasst werden können. In sind verschiedene Varianten dargestellt, wobei für den Ganzjahresbetrieb die Variante 3 mit Temperierung zu nutzen ist.

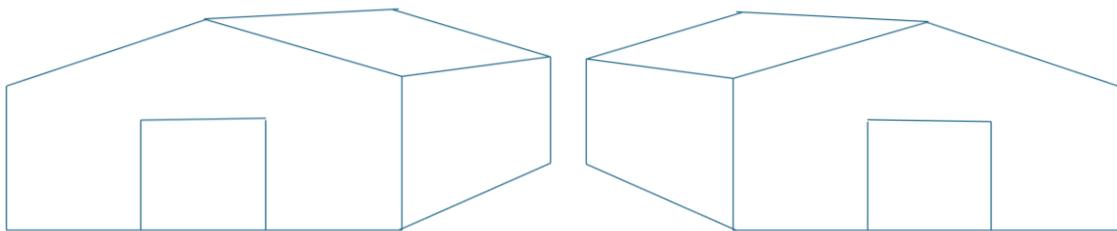


Abbildung 8: Hallenkonzepte für die Anlagenplanung (schematisch wegen Urheberrecht) (siehe auch <https://herchenbach-industrial.com/de>)

Auf Basis der Vorgaben wurden die örtlichen Gegebenheiten abgestimmt. Hier ergaben sich zwei Optionen, die Nutzung einer leerstehenden Halle und die Integration in eine vorhandene Produktionshalle. Die Bilder sind in Abbildung 9 dargestellt.



Abbildung 9: Anlagenbilder 2021 „Sa Rodinu“, leere Halle (oben) und laufende Produktion (unten)

Nach Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber bei Sa Rodinu sind die Optionen 1- Ausbau der alten Halle und 2- Integration in die vorhandene Produktion möglich.

Der Ausbau der alten Halle bietet den Vorteil der unabhängigen Verarbeitung und viel Ausbaufäche für Erweiterungen, es müssen aber alle Medien herangeführt und die Materialien transportiert werden. Außerdem sind signifikante Investitionen in die Instandhaltung notwendig.

Die Nutzung von Platz in der vorhandenen Produktion hat den Vorteil sehr niedriger Investitionskosten, vorhandener Medien und Rohstofftransporte, es ist allerdings nur ein begrenzter Platz verfügbar. In Abbildung 10 sind Einblicke in die Anlage mit markierten Freibereichen.



Abbildung 10: Produktionsanlage Sprotten bei Sa Rodinu mit Freibereichen

Basierend auf der Anlagenplanung wurde durch die Projektpartner ein Hallenkonzept entwickelt, das ideal für die Pilotanlage passend ist. In Abbildung 11 wird eine Halle für Pilotanlage zur Fischhydrolyse mit einer Tageskapazität von bis auf 6 Tonnen (enzymatisch-thermische Hydrolyse) bzw. (thermische Hydrolyse) dargestellt. Es gibt 3 Hauptbereiche: Rohstoffeingang, Produktionsbereich, Lager und Büro. Die Halle ist 12,60 m breit und 61,77 lang mit Gesamtfläche von 782 qm für den Aufbau der Pilotanlage geplant worden. Weiterhin ist eine Umbauplanung für die vorhandene Althalle bei Sa Rodinu dargestellt, die durch eine Renovierung und Umbau nutzbar gemacht werden kann.

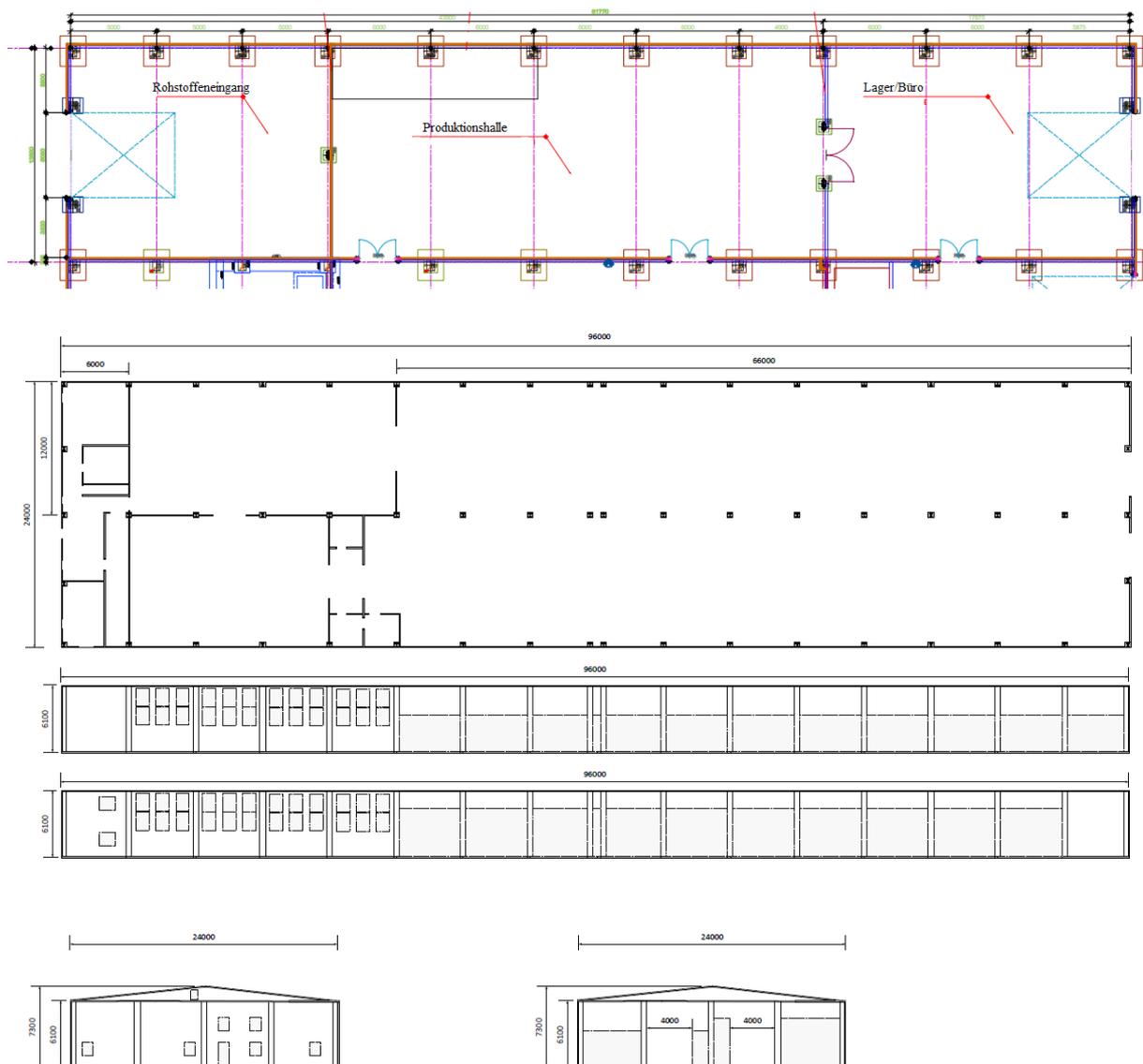


Abbildung 11: Hallenkonzept für die Pilotanlage und Sanierungsplanung Halle auf Sa Rodinu-Gelände

3.4.2 Zusammenstellung eines Geräte- und Anlagenkonzeptes

Für die Zusammenstellung eines Geräte- und Anlagenkonzeptes wurden verschiedene vorhandene Anlagen besichtigt. In Abbildung 12 wird ein Schema einer industriellen Fischmehlproduktionsanlage mit Verwertung von Presswasser dargestellt. Verwertung von Presswasser erhöht Proteingehalt in Fischmehl und beseitigt große Mengen von Abwasser. Dieses Schema ist eine Grundlage für Planung einer Pilotanlage mit thermischer und enzymatisch-thermischer Hydrolyse von Fischrohstoffen.

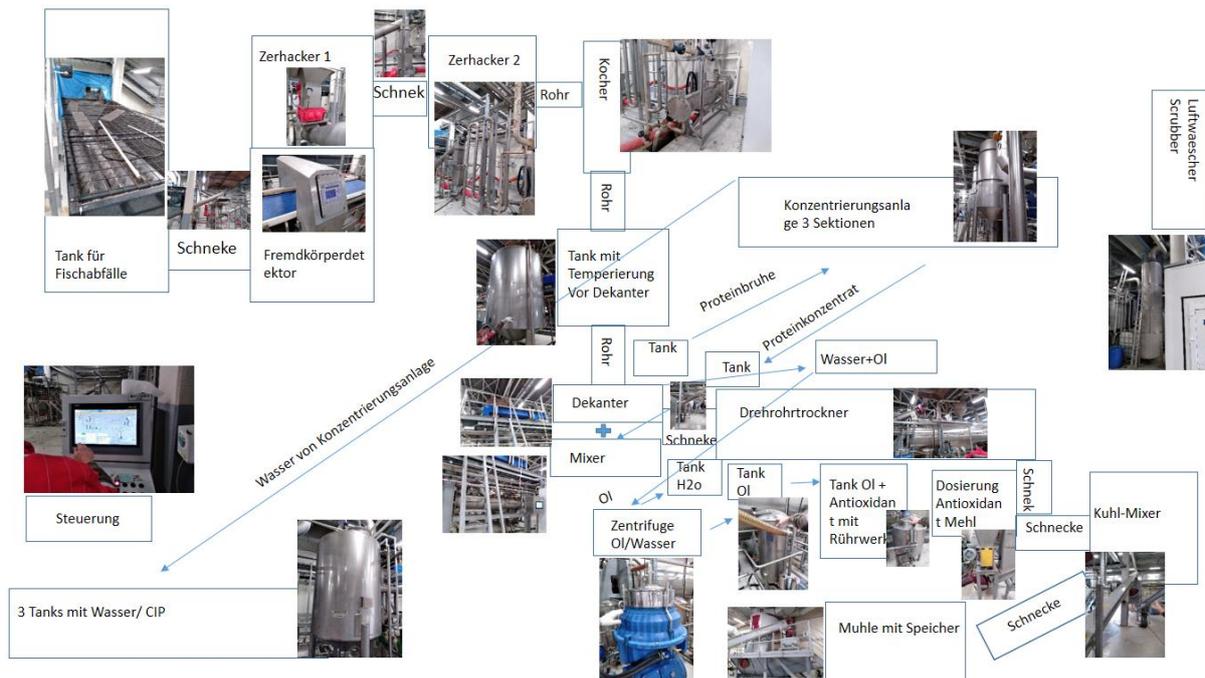


Abbildung 12: Schema einer industriellen Fischmehlproduktionsanlage mit Verwertung von Presswasser

Dieses Schema zeigt verschiedene Anlagenkomponenten. Zu den Anlagenkomponenten wurden die Hersteller und auch die entsprechenden Anlagenbauer kontaktiert, um die Komponenten mit in die Planung aufnehmen zu können.

In der folgenden Abbildung 13 wird ein Schema einer Pilotanlage zur Verwertung von Sprottennebenprodukten mit Tageskapazität von bis auf 4 Tonnen Sprottennebenprodukten dargestellt. Die Anlage besteht aus der Rohwareninspektion, Zerkleinerung, 2 Reaktoren, Dekanter, Zentrifuge, Filter, Puffertanks, Verdampfungsanlage, Trocknungsanlage, Sprühtrocknung, Luftreinigung, Dampfgenerator, Pumpen und weiteren Hilfs-Aggregaten.

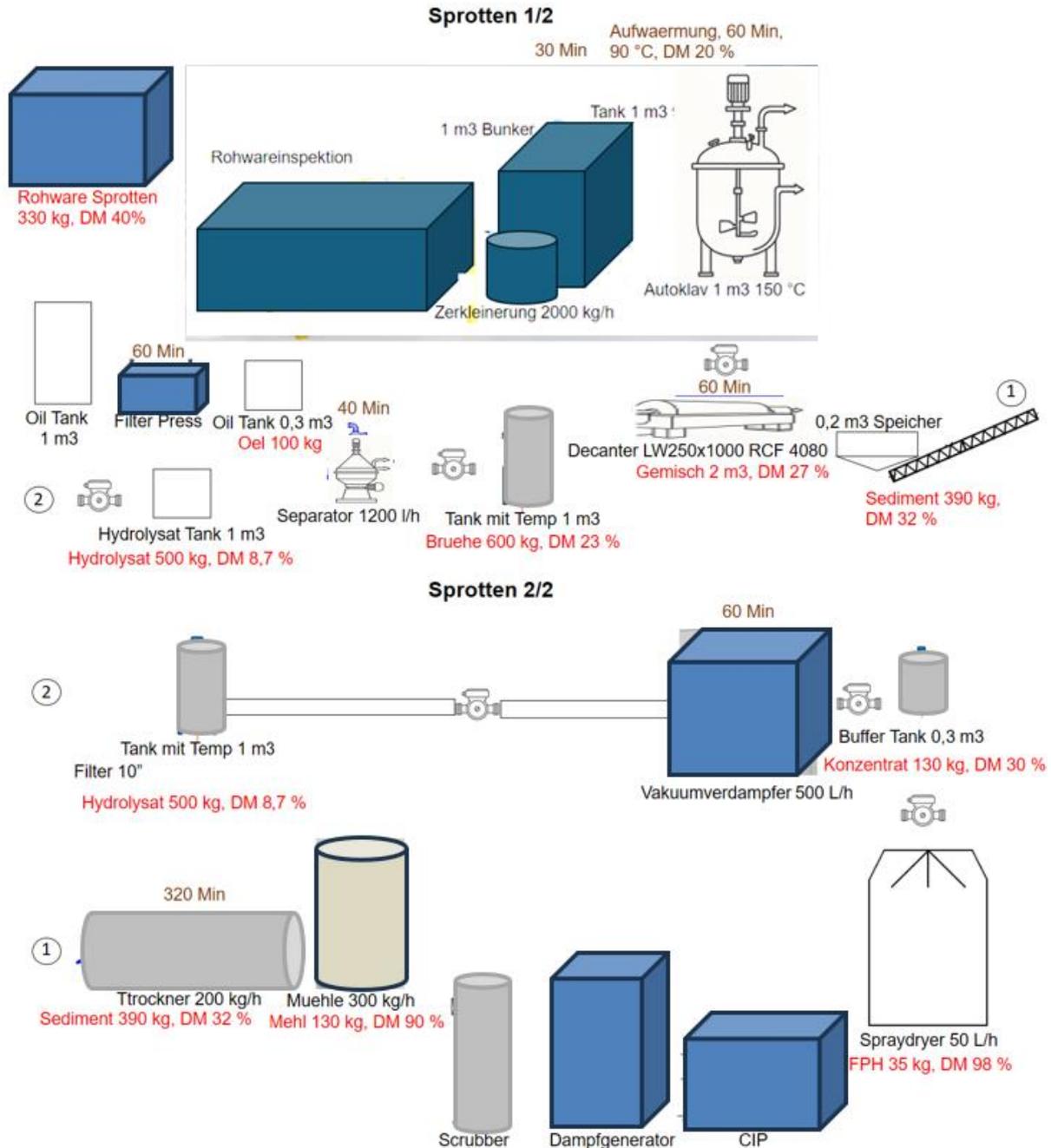


Abbildung 13 Schema einer Pilotanlage zur Verwertung von Sprottennebenprodukten

Auch die Planung einer Pilotanlage zur Verwertung von Fischfiletierungsnebenprodukten zur Produktion von hochwertigen niedermolekularen Peptiden mit Tageskapazität von bis auf 2 Tonnen Sprottennebenprodukten wurde durchgeführt. Die Anlage besteht aus Geräten wie Pilotanlage zur Verwertung von Sprottennebenprodukten ergänzt durch Membranfiltrationsanlage zur Selektierung und Konzentrierung von Proteinen.

3.5 Meilenstein 1: Erfolgreiches Anlagenkonzept

Basierend auf den vorliegenden Arbeiten und Entwicklungen wurde von ANiMOX und Biotech eine Anlagenplanung für die Pilotanlage zusammengestellt, die die von zwei Anlagenbauern, Alfa-Laval und Korolan durch ein Angebot unterlegt wurden. Die Anlagenplanung des Angebotes von Alfa-Laval ist in Abbildung 14 zu sehen.

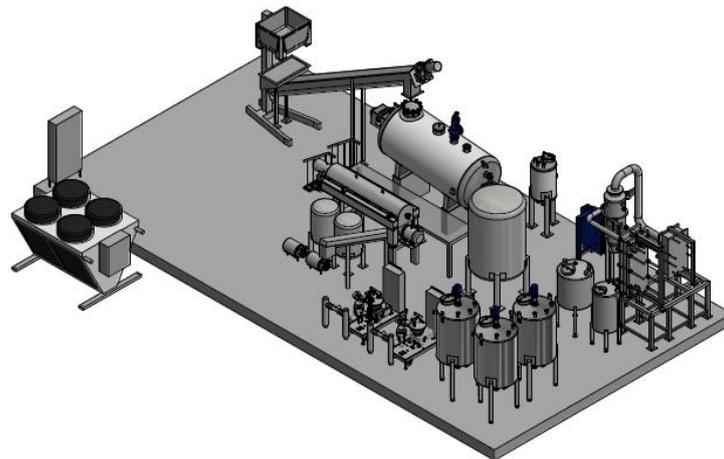


Abbildung 14: Anlagenplanung nach dem Angebot von Alfa-Laval (Auszug)

Zentrale Elemente des Angebotes von Alfa-Laval sind der Hydrolysator Tank, Dekanter, Filter, Vacuumeindampfer und Pumpen und Fördersysteme. Die verschiedenen Komponenten lassen sich flexibel entsprechend der Hallenkonzeption anordnen. Die zweite Angebotsplanung stammt von einem russischen Anlagenbauer und ist in der Konzeption in Abbildung 15 zu sehen.

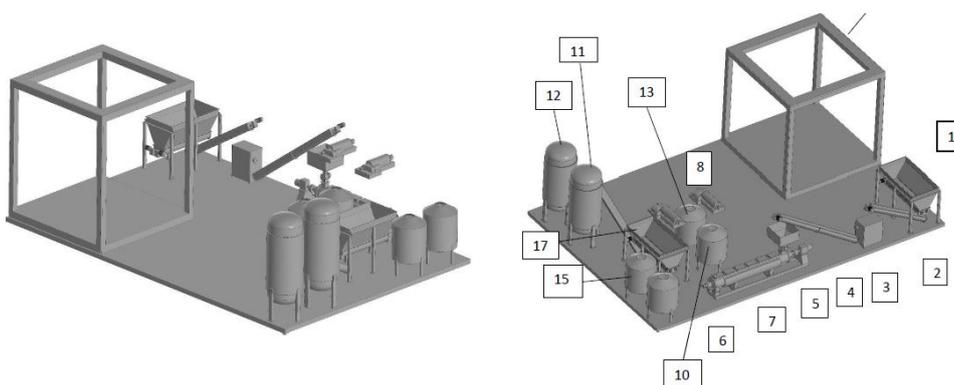


Abbildung 15: Anlagen-Angebotsplanung der Firma Korolan (RU) (Auszug)

Das Korolan Angebot verfügt ebenfalls über die notwendigen Komponenten für die Verarbeitung der Fischnebenprodukte und kann vollständig inklusive der Verrohrung und elektrischer Anschlüsse der Systeme umgesetzt werden.

3.6 AP 7: Entwicklung von Produktapplikationen

3.6.1 AP 7a: Entwicklung von Produktenwendungen anhand der vorhandenen Erfahrungen auf dem Weltmarkt (ANIMOX)

Die Firma ANiMOX führt zur eigenständigen Entwicklung von Produktenwendungen im Projekt derzeit zwei Schwerpunktentwicklungen durch, die Gewinnung von Kollagenen aus Kaltwasserfischhäuten und die Gewinnung von Fischhydrolysaten aus Fischnebenprodukten der Binnenfischerei in Ostdeutschland (Brandenburgisch-Mecklenburgische-Seengebiete).

Gewinnung von Kollagenen aus Kaltwasserfischhäuten

Für die Versuche zu Gewinnung von Kollagenen aus Kaltwasserfischen werden gefrorene Dorschhäute genutzt, die in großem Umfang in Norwegen anfallen. Kollagene können sowohl als funktionelle langkettige Proteine, als auch als hydrolysierte Peptide für die Kosmetik gewonnen werden. Das Material musste vorzerkleinert, gereinigt, Nichtkollagen abgetrennt und dann verarbeitet werden.



Block gefrorene Dorschhäute (links), Zerkleinerung im Fleischwolf (rechts)



Abbildung 16: Behandlung von Dorschhäuten zur Kollagengewinnung

Für die enzymatische Hydrolyse wurden verschiedene Enzyme getestet und die Hydrolysebedingungen untersucht. Es konnte durch die Enzyme eine Kollagenhydrolyse von über 90 % Ausbeute erreicht werden.

Die Enzymscreening und Molekulargewichtsergebnisse sind in zusammengestellt und zeigen einen starken Einfluss der Enzyme auf die Zusammensetzung der Proteinhydrolysatfraktion.

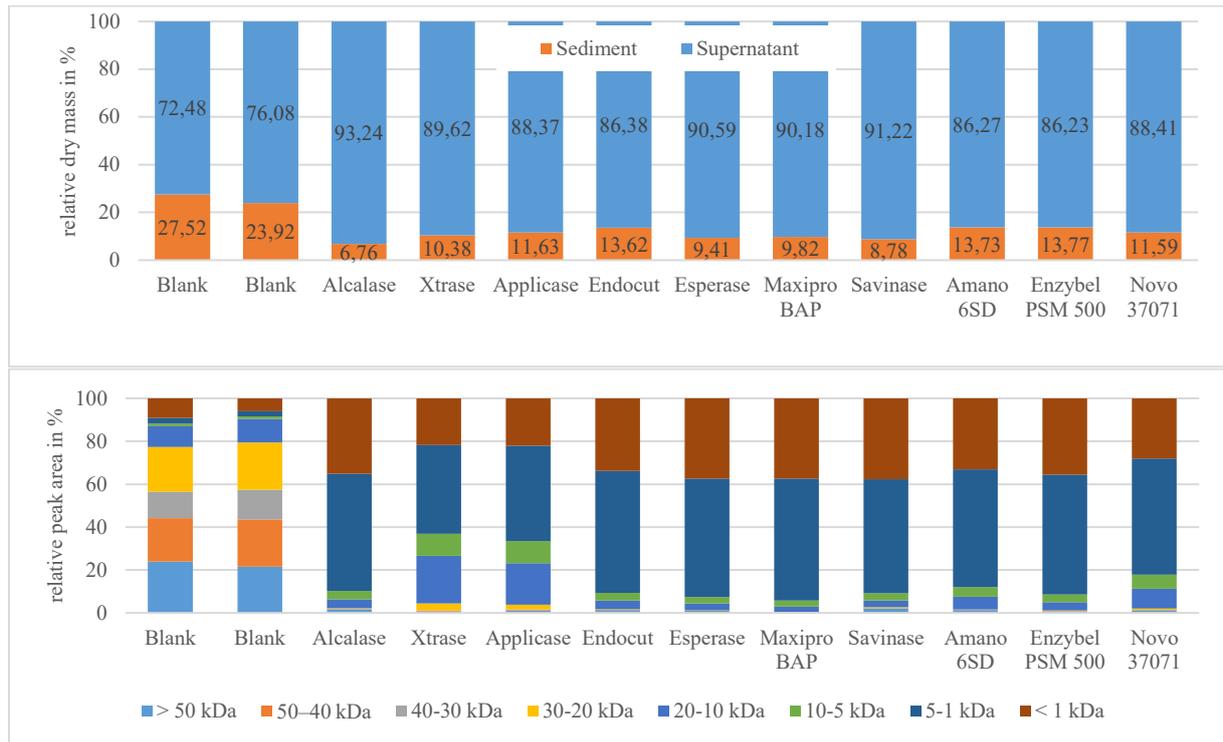


Abbildung 17: Hydrolyseausbeute und Molekulargewichtsverteilung bei der Kollagenhydrolyse

Weitere Schwerpunkte der Arbeiten in diesem Bereich wird die Maßstabvergrößerung, die Weiterentwicklung der Gewinnung von nativen und hydrolysierten Kollagenen und die Reinigung der Produkte sein.

Gewinnung von Fischhydrolysaten aus Fischnebenprodukten der Binnenfischerei

Während der Fischkonsum weltweit weiterhin zunimmt, steigt die Fischmenge durch Fischfang seit einigen Jahren kaum noch. Die verarbeitete Fischmenge nimmt seit ca. 20 Jahren nur noch durch Fischzucht zu. Hier ist eine optimale Nutzung der Ressourcen notwendig.

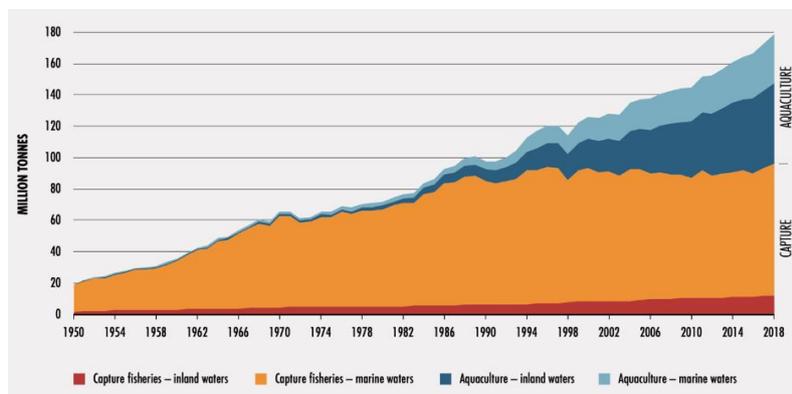


Abbildung 18: Welt-Fischfang und Aquakultur (Food and Agriculture Organization, United Nations, 2020)

Deshalb hat ANiMOX Untersuchungen zur Nutzung von Fischen aus der Hegefischerei, Friedfische wie Brachsen, die nach dem Fang nicht verwertet werden, aber auch nicht wieder in die Gewässer zurückgeführt werden können und deshalb oft in der Entsorgung begannen. Weiterhin wurden Nebenprodukten untersucht, um deren Zusammensetzung zu testen. In Abbildung 19 sind verschiedene enzymatische Proteingewinnungsversuche mit Brachsenmaterial zusammengestellt.

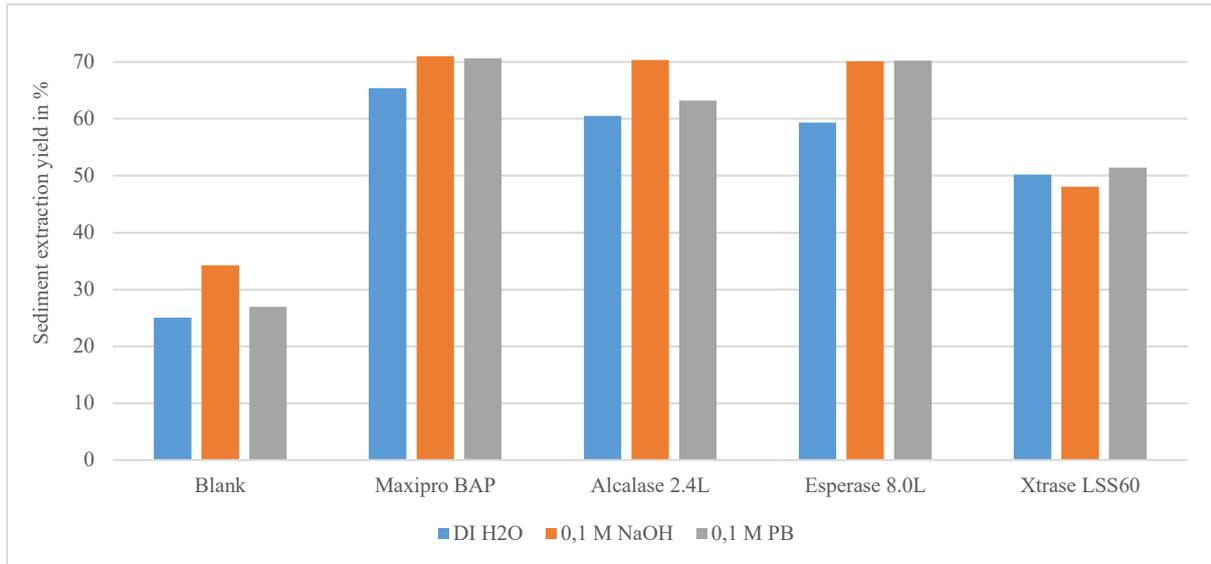


Abbildung 19: Test auf Fischprotein-Gewinnung aus Brachsenbeifang

Bei den in der Hegefischerei anfallenden typischen Weißfischen handelt es sich meist um grätenreiche Fische, die wegen Überbestand in den Gewässern entnommen werden müssen, um Druck auf Wasserpflanzen und Kleinstlebewesen zu reduzieren. Dieser Fisch stellt bis zu 2/3 von Fang im Süßwasserbereich dar und so fallen jährlich allein in Dtd. Tonnenweise Fisch an, die meist entsorgt werden müssen.

3.6.2 AP 7b: Entwicklung von technischen Mustern (BIOTECH)

Durch den Einsatz der Produkte aus Technikumsmustern und den zukünftigen Produkten der Pilot-Anlage wurden in enger Zusammenarbeit mit Fischverarbeitungsbetrieb „Sa Rodinu“ erste Produkte aus Hydrolyseprodukten hergestellt. Hochwertige niedermolekulare Fischpeptide werden in Form von Nahrungsergänzungsmittel verwendet. Momentan russischer Markt von solchen Produkten ist 1000 t pro Jahr mit Wachstumsrate 6-8 %. Marktpreis liegt bei 30-40 EUR/kg. Heutzutage in Russland wird nur ca. 20 t pro Jahr von Fischpeptiden produziert. Marktvorreiter in Russland ist die Gruppe Agama. Biotech macht Produktqualitätsuntersuchungen für diesen Produzent. Weitere erfolgreiche Anwendungen von Fischproteihydrolysaten sind Ersatz von Sojahydrolysat in Schnellsuppen sowie Proteinkomponenten in unterschiedlichen Backwaren. Das Sprottenaroma war erfolgreich in Konserven, Saucen sowie Wurstprodukten. Das Sprottenaroma kann auch als Produkt an KMUs verkauft werden und erspart Betrieb eigene Räuchereien. Das Futtermehl hat sich sehr gut in Futtertests von Weißfischen gezeigt. Im Vergleich zu herkömmlichem Fischmehl war das Mehl nach Hydrolyse um 10 % effizienter. Diese Argumente sprechen für positive Aspekte von Hydrolyseprodukten.



Abbildung 20: Muster mit Hydrolyseprodukten

3.7 AP 8: Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements

In diesem Arbeitspaket sollte die Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements basierend auf den gesetzlichen Vorgaben zum Erreichen von Produkten mit Lebensmittelqualität in der Pilotanlage erfolgen. Auf Seiten von ANiMOX wurde dieses Konzept basierend auf den EU-Regularien zusammengestellt, da viele fischverarbeitende Betriebe auf in die EU exportieren und sich an den Vorgaben orientieren. Um ein Hygiene- und Qualitätsmanagement für die Fischverarbeitung von Resten aus der Lebensmittelproduktion zu entwickeln, mussten verschiedene gesetzliche Vorgaben und Normen beachtet werden.

Hygiene- und Qualitätsmanagement

Wichtigster Bestandteil des Hygienemanagements in der Lebensmittelindustrie ist das HACCP-Konzept (Hazard Analysis and Critical Control Points) und beinhaltet die Identifikation und Bewertung von Gefahren, die Festlegung kritischer Kontrollpunkte, die Überwachung und Dokumentation der Kontrollpunkte und die Korrekturmaßnahmen bei Abweichungen. Im EU-Hygienepaket ist die Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene und die Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs zu berücksichtigen.

Für das Qualitätsmanagement ist die ISO 22000 als Managementsystem für die Lebensmittelsicherheit und die Integration von HACCP und ISO 9001 zu berücksichtigen. Die IFS Food (International Featured Standards) beinhalten die Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit und Qualität und die Auditierung und Zertifizierung. Als unterstützende Unterlagen für die spezifischen Anforderungen für Fischverarbeitung wurden als Leitlinie für eine gute Hygienepraxis die Richtlinien für die Schlachtung und Verarbeitung von Fischen aus Wildfang oder eigener Aquakultur und die Empfehlungen für die Anwendung des EU-Hygienepaketes, Spezifische Anforderungen für die Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Fischereierzeugnissen genutzt. Bei Biotech wurde untersucht, inwiefern das Konzept basierend auf den EU-Vorgaben durch einen Transfer des Hygiene- und Qualitätsmanagements in die Anlage bei Sa Rodinu umgesetzt werden kann. Dabei war vor allem die Prüfung des vorhandenen Qualitätsmanagements wichtig, um einen Vergleich der gesetzlichen Vorgaben und Grundlagen in RU/EU zur Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements durchzuführen. Da bereits ein auf HACCP basierendes System in der russischen Lebensmittelindustrie verpflichtend ist, konnte daran direkt angedockt werden.

Transfer Hygiene- und Qualitätsmanagement in russisches System

Bei Biotech wurde untersucht, inwiefern das Konzept basierend auf den EU-Vorgaben durch einen Transfer des Hygiene- und Qualitätsmanagements in die Anlage bei Sa Rodinu umgesetzt werden kann. Dabei war vor allem die Prüfung des vorhandenen Qualitätsmanagements wichtig, um einen Vergleich der gesetzlichen Vorgaben und Grundlagen in RU/EU zur Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements durchzuführen.

Das HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) ist in Russland für alle Unternehmen der Fischbranche, die sich mit der Herstellung, Verarbeitung und Lagerung von Fischprodukten befassen, obligatorisch. Ihr Hauptziel ist es, die Sicherheit der Produkte für die Verbraucher zu gewährleisten, indem kritische Punkte in allen Phasen der Produktion überwacht werden. Der regulatorische Rahmen von HACCP in Russland sind die technischen Vorschriften der Zollunion TR TS 021/2011 "Über die Sicherheit von Lebensmitteln" – das Hauptdokument, das die Einführung von HACCP verpflichtet. Weiterhin gültig ist das TR TS 040/2016 "Über die Sicherheit von Fisch und Fischprodukten" – besondere Anforderungen an die Fischindustrie. Es gelten außerdem das GOST R 51705.1-2001 "Qualitätssysteme. Food Management basiert auf HACCP-Prinzipien.» und SanPiN 2.3.4.050-96 (Herstellung von Fisch und Meeresfrüchten). Basierend auf den gesetzlichen Grundlagen und ergänzend zu den vorhandenen Qualitätsmanagementsystemen bei SaRodinu wurde geprüft, welche neuen Kontrollpunkte für die Nutzbarmachung der Nebenprodukte berücksichtigt werden müssen.

Prüfung der Pilotanlage nach HACCP-Prinzipien in der Fischindustrie in Russland

1. Gefahrenanalyse (mikrobiologische, chemische, physikalische Risiken).
2. Definition kritischer Kontrollpunkte zur Reduktion des Risikos
3. Einstellung der kritischen Grenzwerte (Temperatur, pH-Wert, Verarbeitungszeit).
4. Überwachung von kritischen Grenzwerten (Chemische Parameter, Mikrobiologie).
5. Korrekturmaßnahmen (Abweichungen).
6. Dokumentation (Protokolle, Berichte).
7. Systemüberprüfung (Audit, Labortests).

Die Festlegung der wichtigen Gefahren, der Kontrollmaßnahmen und der kritischen Kontrollpunkte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 10: Festlegung wichtiger Gefahren und Kontrolle bei FPH-Produktion in Russland in der geplanten Pilotanlage

| Gefahren | Kontrolle |
|---|---|
| Biologische Gefahren: - Mikrobielle Kontamination (Salmonellen, Listeria) - Parasiten (Nematoden in rohem Fisch) - Bakteriengift | - Wärmebehandlung von Rohstoffen (85-90 ° C, 10-15 Minuten) - pH-Kontrolle (<4.5 oder >9.0 zur Hemmung von Krankheitserregern) - Mikrobiologische Überwachung |
| Chemische Gefahren: - Schwermetalle (Quecksilber, Blei) - Histamin (in verdorbenen Rohstoffen) - Rückstände von Enzymen/Chemikalien - Oxidierte Lipide | - Analyse von Rohstoffen für Schwermetalle - Kontrolle der Rohstofffrische (TVB-N <30 mg%) - Analyse von Restchemikalien |
| - Knochenfragmente - Metallische Verunreinigungen - Glas/Kunststoff | - Magnetabscheider - Absiebung - Metalldetektoren |

Tabelle 11: Kritische Kontrollpunkte (KKP) in der FPH in der Pilotanlage

| Produktions- etappe | KKP | Kontrollparameter | Kontrollmethode |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Annahme von Rohstoffen | Qualität der Rohstoffe | Temperatur, pH, Organoleptik | Laboranalysen, sensorische Bewertung |
| Hydrolyse | Temp./Dauer | 40-60°C (enz), 130 °C (therm.) | Thermometer, Timer |
| Inaktivierung | Therm.-Behandlg. | 85-90°C, 10-15 Min | Temperaturschreiber |
| Filtration | Produkt-Reinheit | Keine Partikel >0.5mm | Siebanalyse |
| Trocknung | Feuchtigkeit | <8% für Pulver | Hygrometer |
| Verpackung | Dichtheit | Vakuum, inerte Atmosphäre | Dichtheitsprüfgeräte |

Für die Inbetriebnahme der Pilotanlage sind die erforderlichen Dokumente ein HACCP-Plan mit einer Beschreibung aller KKP, die Parameterüberwachungsprotokolle, die Protokolle für Korrekturmaßnahmen, die Produktionskontrollprogramme, die Ergebnisse von mikrobiologischen Analysen und die Zertifikate für Rohstoffe bereitzustellen.

3.8 AP 9: Unterstützung bei der technischen Entwicklung und Umsetzung der Nebenproduktnutzung in der Fischverarbeitung

Da in diesem Arbeitspaket die ursprüngliche Planung der Unterstützung bei der Umsetzung und Nebenproduktnutzung bei Sa Rodinu nicht möglich war, wurde hier sowohl bei ANiMOX als auch bei BioTech neue Betriebe und Partner gesucht, mit denen in Versuchen mit deren Materialien die Übertragung des Nutzungskonzeptes für Reststoffe bis hin zur Mustererstellung umgesetzt werden konnte. Durch diese verbreiterte Partnerbasis sollten die Ergebnisse einer erweiterten Anwendung zugeführt und dadurch der ökologische Nutzen durch Abfallvermeidung und Nebenproduktnutzung erhöht werden.

3.8.1 AP 9a: Regionale Unterstützung von Verarbeitungsbetrieben bei der technischen Entwicklung und Umsetzung von Prozessanpassungen in der Fischproduktion und im Nebenproduktmanagement mit Betrieben in Ostdeutschland (ANiMOX)

Nach eingehender Recherche konnte festgestellt werden, dass in Ostdeutschland mit derzeit 3500 Tonnen Fisch bei den Karpfen und Forellen große Mengen produziert und verarbeitet werden. Dabei fallen mit den Innereien und je nach Verarbeitung Kopf, Hauptgräte und Schwanz signifikante Mengen an Nebenprodukten an. Weitere wichtige Zuchtfische sind Lachsforellen und Saiblinge. Die Betriebe gliedern sich in folgende Verarbeitungs- und Entsorgungsvarianten:

1. Großer Verarbeitungsbetrieb, Nebenprodukte 800 bis >1000 kg/Woche, Entsorgung über stoffliche Nutzung für Fischmehlerzeugung
2. Mittlere Verarbeitungsbetriebe, Nebenprodukte 200-800 kg/Woche, Kühllagerung, Versuche zur eigenen Nutzung, sonst Entsorgung über Biogas (Refood, Heim)
3. Kleine Verarbeitungsbetriebe, 20-150 kg/Woche, Lagerung in Tonnen, Abholung Re-food alle 1-2 Wochen

Interessant für die Zusammenarbeit waren Betriebe, die ein signifikantes Nebenproduktaufkommen haben, aber noch nicht in einen stofflichen Nutzungsvertrag gebunden waren. Wichtig ist ebenfalls eine ordentliche Sammlung der Nebenprodukte und keine Vermischung mit anderen Materialien.

Es wurden dazu über 40 Betriebe mit den Daten Fischmenge, Nebenproduktmenge/-art, Nebenprodukteverwertung/-entsorgung und mögliche Beprobung abgefragt und bewertet, inwiefern eine Zusammenarbeit möglich ist.

Abschließend wurden 5 repräsentative Betriebe ausgewählt, die sich zu einer Beprobung bereit erklärt haben.



Abbildung 21: Von links nach rechts: Forellen- und Saiblingszucht Kunsterspring (Aquakultur), Fischerei Kallinchen (Fischerei), Müritzfischer (Zusammenschluss mehrerer Fischereibetriebe).



Abbildung 22: Fischzucht Zippelsförde (Aquakultur und Angelteiche), Fläming-Forelle Gottow (Aquakultur mit eigener Fischaufzucht)

Die Materialien wurden in Probenahme-Fahrten bei den Betrieben beprobt und in Gesprächen die derzeitige Situation und Entwicklungsoptionen diskutiert. Die Proben wurden gekühlt transportiert und bis zur Verarbeitung gefroren gelagert. Nach der Beprobung aller Betriebe wurde die Materialmenge erfasst und für die Analytik der Materialien eine Homogenisierung durchgeführt, um das Rohmaterial nachfolgend für die Analytik und die Versuche nutzen zu können.

In der folgenden Abbildung sind die Nebenprodukte der beprobten Betriebe vor und nach der Homogenisierung zusammengestellt.



Abbildung 23: Nebenprodukte original und zerkleinert von den Standorten Müritzfischer (oben links), Zippelsförde (oben rechts), Kunsterspring (Mitte), Kallinchen (unten links) und Gottow (unten rechts)

Ergebnisse der Laboranalytik

Nach der erfolgten Rohmaterialvorbereitung und dem Erhalt einer homogenen Probe konnte die Untersuchung der Trockensubstanz (TS), der organischen Trockensubstanz (oTS), des Aschegehaltes, des Gehaltes an Rohprotein und Fett untersucht werden. Die Analytik wurde mit den jeweiligen Normverfahren durchgeführt und war notwendig, um die Basisbewertung

der jeweiligen Rohmaterialien hinsichtlich Ihrer Nutzung durchführen zu können. Dabei ist vor allem der Protein- und der Fett/Öl-Anteil verwertungsrelevant.

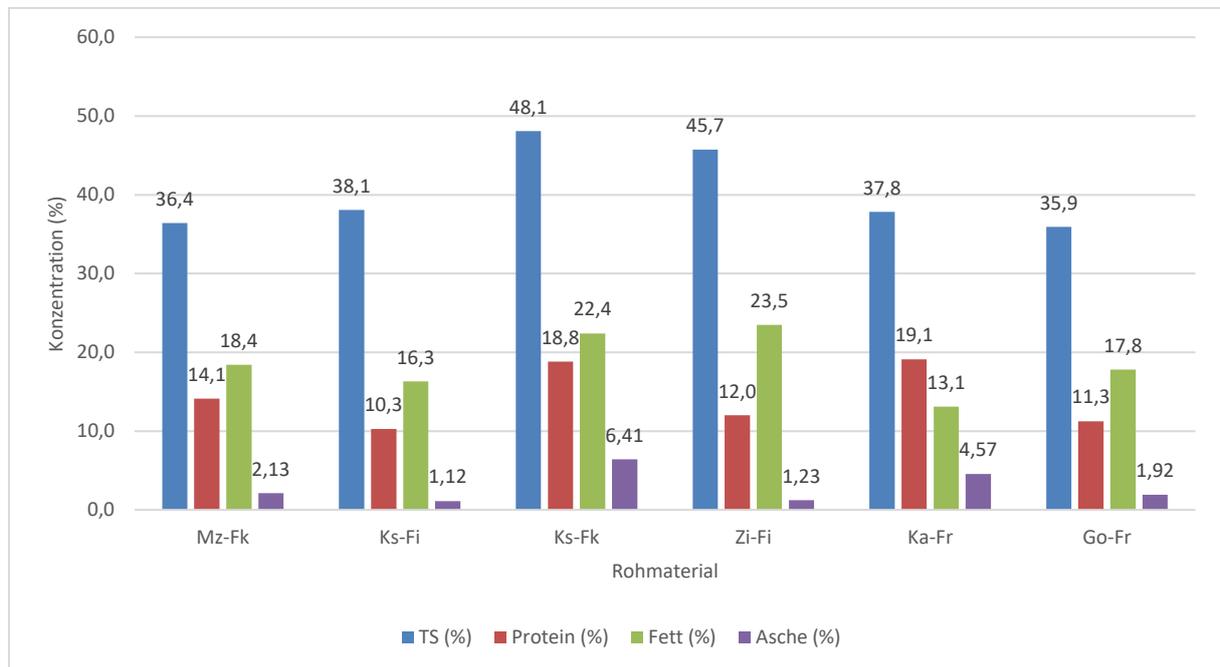


Abbildung 24: Ergebnisse der Analytik der homogenisierten Rohmaterialien aus den Beprobungen (Fk = Fischkarkassen, Fi = Fischinnereien, Fr = Fischreste gemischt, Mz = Müritz, Ks = Kunsterspring, Zi = Zippelsförde, Ka = Kallinchen, Go = Gottow)

Wie die Ergebnisse der Analysen zeigen, bewegen sich die Trockensubstanzen der untersuchten Proben zwischen 36 und 48 %. Dabei hat vor allem der durch Waschen oder Spülen zugesetzte Wasseranteil einen wichtigen Einfluss, wie man schon bei den Rohmaterialien sieht. Hier könnte ein Abtropfen des Materials vor der Einlagerung das Volumen reduzieren. Weiterhin sieht man aus den Analysen den mit 13-23 % relativ hohen Fettanteil der Rohmaterialien. Der Proteinanteil liegt mit 10-19 % hingegen meist deutlich niedriger. Somit ist die Protein-Fett/Öl-Trennung eines der wichtigsten Ziele der Verarbeitung. Der Mineralikanteil liegt hingegen meist auf niedrigem Niveau bei 1-2 % und ist nur bei den beiden Proben mit Räucheranteil aus Kunsterspring und Kallinchen mit 4,5-6,4 % erhöht. Hier wäre eine getrennte Sammlung sinnvoll.

Versuche zur enzymatisch-thermischen Hydrolyse/Extraktion

Für die Versuche zur enzymatisch-biotechnologischen Hydrolyse bzw. kombiniert thermischen Extraktion zur Separation von Protein, Fett und Mineralik wurde mit ausgewählten Materialien

ein Programm für jeweils 3 Varianten aufgesetzt. Es wurde jeweils ein thermischer, ein enzymatischer und ein enz.-therm. Versuch durchgeführt.

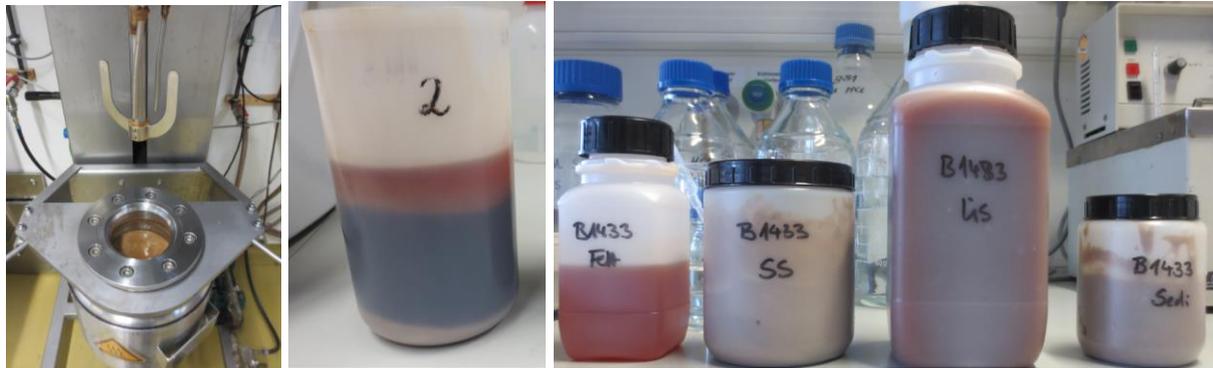


Abbildung 25: Extraktionsversuch, Separation der Komponenten und getrennte Phasen für die Analytik.

Dazu wurden jeweils Versuche im Batchautoklaven und im Enzymreaktor parallel durchgeführt, separiert, getrennt und analysiert. Die enzymatische Hydrolyse und Aufschluß ist für die schonende Proteingewinnung für den Lebensmittelbereich typisch und wurde bei 60°C, für 4 h durchgeführt. Der thermische Extraktions- und Sterilisationsschritt wurde bei 133°C, 30 min durchgeführt, wie es für die Verarbeitung im Futtermittel- und Petfoodbereich üblich ist. Die Ergebnisse der Versuche sind in Abbildung 26 zusammengestellt.

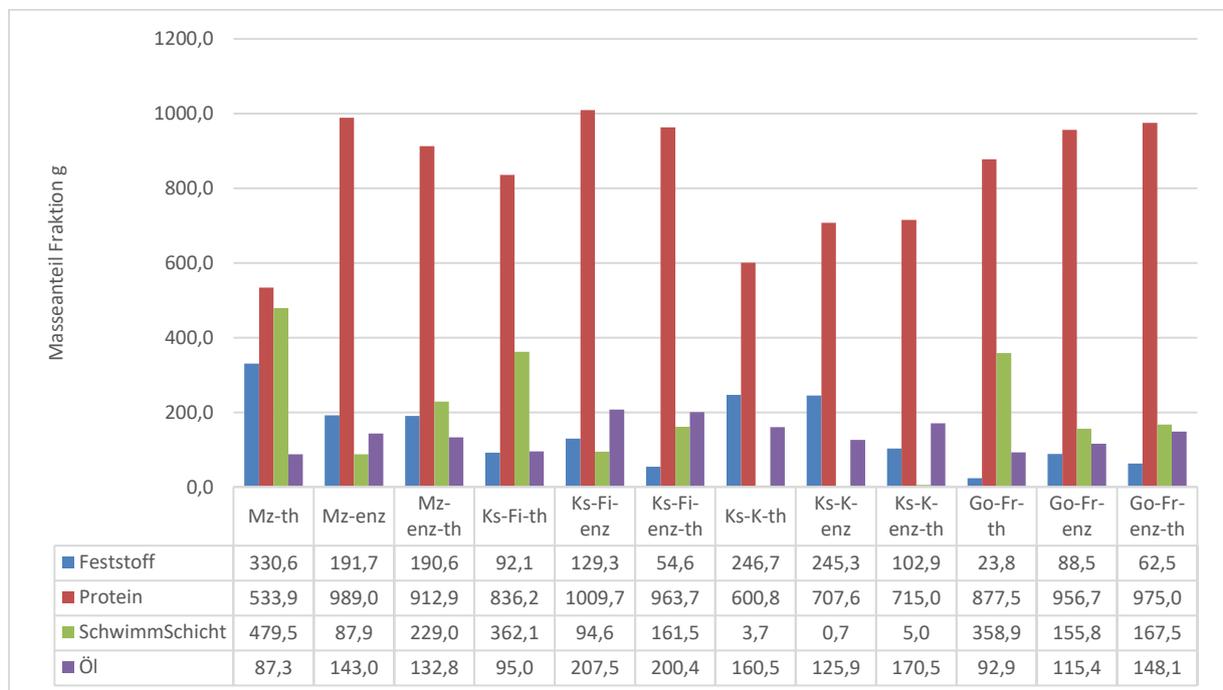


Abbildung 26: Masseanteile der Fraktionen nach den Versuchen und der nachfolgenden Separation der Phasen.

Die Ergebnisse in Abbildung 26 zeigen, dass eine Hydrolyse und Extraktion der Materialien gut umsetzbar ist. Dabei sieht man Unterschiede, die vom Rohmaterial und der jeweiligen Behandlung abhängig sind. Während mit der thermischen Behandlung eine Auflösung des Feststoffes nur teilweise möglich ist und mehr Emulsion gebildet wird, gelingt das durch den Einsatz von Enzymen (Proteasen) in weitaus stärkerem Maße. Weiterhin gelingt die Fett/Ölseparation hier auch deutlich besser.

Somit ist mit dem rein thermischen Schritt ein gutes Proteinmehl für Futtermittel herstellbar, da die hohen Feststoffanteile auch gut für Scheibentrockner geeignet sind. Durch den Einsatz von Enzymen kann hingegen ein gutes Proteinhydrolysat gewonnen werden (Abbildung 27).



Abbildung 27: Getrocknete Proteinhydrolysate aus den Versuchen.

Die Analyse der Zusammensetzung der Proteine ergab einen hohen Proteinanteil von ca. 90 % der Produkte, bei den geräucherten Nebenprodukten ergaben sich teilweise höhere Mineralikanteile wie die folgende Abbildung der Daten zeigt.

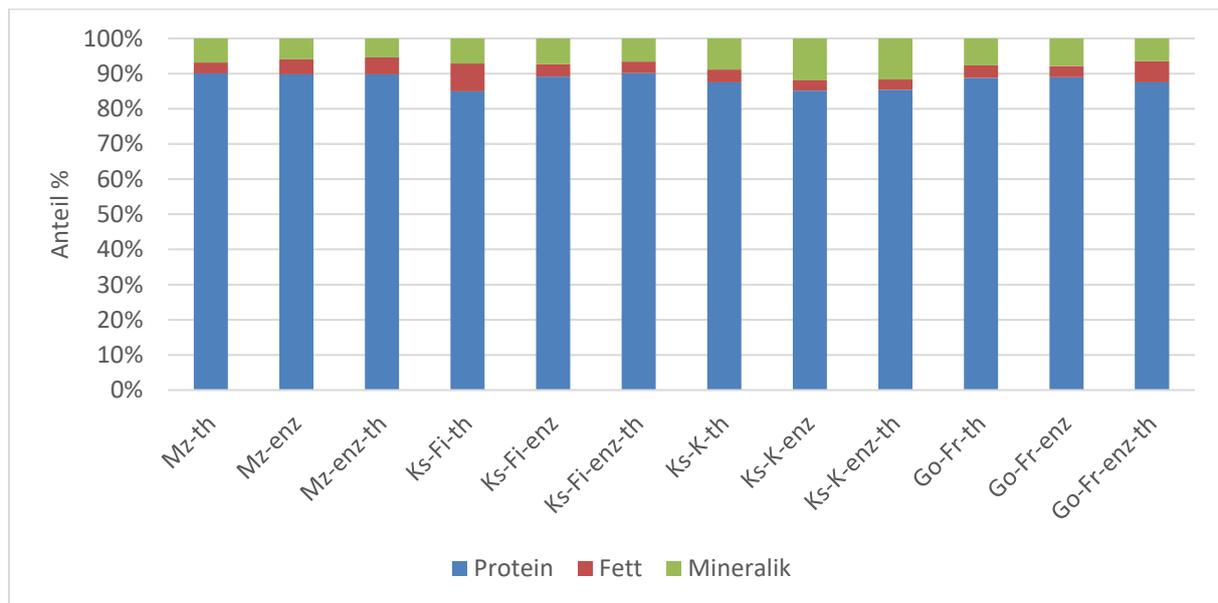


Abbildung 28: Analytik der Proteinprodukte aus den Extraktionsversuchen

Mögliche Verwertungswege für die Fischnebenprodukte

Die Untersuchung der regionalen Fischproduktions- und -verarbeitungsbetriebe in Ostdeutschland mit dem Fokus auf Brandenburg und Mecklenburg hat gezeigt, dass viele kleine und mittlere Betriebe mit einem geringeren Abfallaufkommen nicht in die stoffliche Verwertung von Fischmehlverarbeitern eingebunden werden, da die meist weite Anfahrt zu teuer wird. Stattdessen werden die Nebenprodukte in der Entsorgungsschiene von Firmen wie ReFood oder Heim Biogas energetisch verwertet.

Die Untersuchungen mit Rohmaterialien aus Verarbeitungsbetrieben zeigten aber, dass eine stoffliche Nutzung bei frischer Verwertung und getrennter Sammlung der Nebenprodukte möglich ist. Hier muss vor allem darauf geachtet werden, dass eine Trennung der Nebenprodukte in Lebensmittel, Futtermittel (Kategorie 3) und Reststoffe (Kategorie 2 und schlechter für ReFood & Co.) erfolgen muss, was durch einen finanziellen Anreiz bei der Sammlung und auch durch die Bereitstellung einer entsprechenden Logistik erfolgen kann. Für die Nutzung der Nebenprodukte für Lebensmittel- oder Futtermittelanwendungen ist eine Kühlung notwendig (ununterbrochene Kühlkette). Teilweise waren schon Kühlmöglichkeiten in den Betrieben vorhanden. Dadurch können aus den Materialien Proteine und Fette/Öle für die Lebensmittelnutzung und Proteinmehle und Fette/Öle für den Futtermittel-/Petfoodbereich gewonnen werden.

Skalierbarkeit, Übertragbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Ergebnisse

Für die Nutzbarmachung der Potentiale der Nebenproduktmengen kleiner und mittlerer dezentraler Fischproduktionsbetriebe ist die qualitativ hochwertige Sammlung und Lagerung die Grundvoraussetzung. Wenn man es durch die Maßnahmen getrennte Sammlung in sauberen für Lebensmittel/Futtermittel zugelassene Behälter die Nebenprodukte im Produktionsprozess frisch und im Rahmen der Verarbeitungs- und Kühlkette zu sammeln, vermeidet man, das aus dem Rohstoff ein Abfall wird. Um das Einsammeln aus den dezentralen Standorten zeitunabhängig zu machen ist eine Kühllagerung der Rohstoffe notwendig, idealerweise in einer Tiefkühltruhe. Durch Entwässerung der Materialien vor dem Einfrieren kann Volumen gespart werden und durch Solar-Akku-Betrieb ist die Lagerung auch Klimaneutral möglich. Dadurch können sowohl größere als auch kleinere Betriebe im 1-3 Wochentakt angefahren werden, ohne dass die Nebenproduktqualität leidet und die Rohwaren eine Verarbeitung und zugeführt werden, die da maximale aus den Produkten herausholt.

Die Rückmeldungen der befragten Betriebe hat gezeigt, dass grundsätzlich ein hohes Interesse an der Verwertung der Nebenprodukte besteht. Auch die Gespräche mit den Fischereiverbänden und die Instituten IfB und IGB ergaben ein hohes Interesse an der Nutzbarmachung dieses Potentials. Allein die Zusammenfassung der Mengen der Rückmeldungen ergab ein Verwertungspotential von 1,5-2 t pro Woche Rohmaterial. Dabei ist die Nutzung der anfallenden Weißfische noch nicht mit eingerechnet. Nach der vorliegenden Analytik ist dadurch eine Gewinnung von 1-1,5 t Proteinhydrolysat bzw. Proteinmehl und ca. 1,5-2 t Fischöl/Fett pro Monat möglich. Durch Kooperation mit Spezialfuttermittelwerken können hochwertige Jungfischfuttermittel erzeugt werden, die mit Erlösen von 2000-5000 €/t eine wirtschaftliche Verarbeitung ermöglichen. In kleine Containeranlagen sind tägliche Verarbeitungsmengen von 0,5-1 t wirtschaftlich umsetzbar. Somit sind Erlöse von 5-10 Tsd. Euro/Woche bzw. 20-40 Tsd. Euro pro Monat möglich. Voraussetzung für diese praktische Nutzbarmachung ist die weitere Erschließung der Potentiale der Nebenprodukte aus der Fischproduktion.

Für eine weitere Umsetzung wird an der Einbindung von Fischereiverbänden und Instituten für Binnenfischerei, die Erweiterung des Pools der Rohstoffquellen aus Verarbeitungsbetrieben, an der erweiterten Untersuchung zur gemischten Verarbeitung der Nebenprodukte, der Entwicklung von Standardprodukten aus den Nebenprodukten, der Gewinnung von Anwendungspartnern, der Umsetzung eines Sammlungs-, Lagerungs- und Abholsystems und der Umsetzung eines Anlagenkonzeptes zur Verarbeitung mit regionalen Partnern gearbeitet.

3.8.2 AP 9b: Entwicklung und Umsetzung von Prozessanpassungen in der Fischproduktion und im Nebenproduktmanagement mit russischen Fischverarbeitern und Sa Rodinu (Biotech)

Kooperation mit Sa Rodinu

Die Firma Biotech hat zusammen mit der Fischfabrik „**Sa Rodinu**“ (Kaliningrad) und mit dem russischen Industriemaschinen Hersteller „Korolan“ eine FPH-Produktionslinie zusammengestellt. Die Verarbeitungslinie für die Verarbeitung von Fischabfällen ist für die Herstellung von technischem Fett, Lebensmittel-Proteinhydrolysat und Fischmehl bestimmt. Der geplante Produktionsprozess beginnt mit der Rohstoffvorbereitung für die Verarbeitung. Die Rohstoffe werden in den Rohstoffempfangsbehälter in der Werkstatt in einen Trichter geleitet und mit einem Schneckenförderer aus dem Trichter zum Häcksler zugeführt. Nach dem Häcksler transportiert

das Schneckenförderband in den VP-60NZ- Kochapparat der als kontinuierliches Gerät das Rohmaterial erhitzt. Die Erwärmung des Rohmaterials wird durch die Änderung des Dampfdrucks im Heizkreis (Welle, Hemd) reguliert. Das Rohmaterial wird durch eine Schraubpumpe, die sich im Auslaufbereich des Kochers befindet, kontinuierlich zur Trennung in einen Dekanter zugeführt. Der Dekanter befindet sich auf der 2. Ebene und ist für die Trennung von Rohstoffen in Feststoff und fettige Brühe vorgesehen. Die Brühe wird nach der Trennung in den Sammelbehälter der Fettbrühe gelangt, um sie weiter zu trennen. Der Separator ermöglicht es, das Fett von der Brühe zu trennen und die fettarme Brühe wird zur Konzentration auf die Konzentrierungsanlage geleitet. Der Feststoff wird im Hydrolysator sterilisiert und kommt zur kontinuierlichen Zufuhr von Rohstoffen zur Trennung in einen Dekanter der zweiten Stufe. Der Kuchen wird zum weiteren Trocknen gesammelt. Das abgetrennte Fett wird zur weiteren Lagerung und zum Verkauf in den Behälter gegeben. Das resultierende Proteinhydrolysat-Konzentrat wird zum Walztrockner geleitet, um das Endprodukt zu erhalten.

Das Investitionsprojekt wurde verschoben, aber die engen Kontakte und die Zusammenarbeit zwischen Biotech, Sa Rodinu und Korolan werden aufrechterhalten.

Bioindustrie (Kemerowo)

In Zusammenarbeit mit BioTech wurde mit Fischmehlproduzent Bioindustrie (Kemerowo), die erste serielle FPH-Industrieprodukten in Russland im Jahre 2023 auf Basis der thermischen Hydrolyse zur Verwertung des Stick-Wassers aus Fischmehlproduktion realisiert. Das trockene Fischproteinhydrolysat von Bioindustrie ist ein Produkt, das durch thermische Hydrolyse aus Fischgeweben gewonnen wird. Enthält in seiner Zusammensetzung bis zu 80% Rohprotein, hat eine vollständige Palette von leicht verdaulichen essentiellen und austauschbaren Aminosäuren und bis zu 5% Fischöl.



Abbildung 29: Produkte aus der Verarbeitungsanlage Bioindustrie

Das Fischproteinhydrolysat ist vollständig wasserlöslich. Die Verdaulichkeit erreicht 100%, wodurch dieses Produkt bei der Fütterung von Nutztieren unverzichtbar ist. Aus so einem Abfall der Fischmehlproduktion im Volumen von ca. 30 t pro Monat wird 3 t FPH monatlich produziert, dabei pro Jahr werden ca. 360 t von Reststoffen in hochwertige Produkte verwertet. Zur Qualitätskontrolle und Produktionsoptimierung macht Biotech systematisch Analysen für Bioindustrie vor allem Molekulargewichtsanalysen, die eine gute Qualität des FPH zeigen. FPH von 2024 hat Anteil an niedermolekularen Proteinen mit einem Molekulargewicht von weniger als 10 kDa beträgt 64,44%, was ziemlich gut ist.

Hydrolysatproduzent für Lebensmittelzusatz in Russland in Murmansk

Für einen führenden in Hydrolysatproduzent als Lebensmittelzusatz in Russland in Murmansk werden ihre Hydrolysatmuster zur Qualitätskontrolle und Produktionsoptimierung systematisch analysiert. Pro Jahr produziert die Gruppe ca. 17 t Kollagenhydrolysat dabei wird 280 t Fischhaut und Fischgräte aus Fischverarbeitung nachhaltig verwertet. Für ein führendes Unternehmen in Aquakultur in Russland in Murmansk hat Biotech Untersuchungen zur Verwertung von Fischsilage und Optimierung der Fischrestverwertung in 2022-2023 durchführt.

Zusammen mit einem Hersteller von organischen Düngemitteln der neuen Generation aus Ulanowsk Region nach Entfettung wurde Fischsilage im Jahre 2024 als Düngemittel erfolgreich getestet. Fischsilage entsteht ca. 1000 t pro Jahr und eine nachhaltige Verwendung dieser Rohstoffe bringt einen erheblichen Beitrag zur Nachhaltigkeit der Aquakultur.

Verwertung von Fischnebenprodukten aus der Aquakultur in Tjumen Region, Sibirien

Für ein führendes Unternehmen in Aquakultur in Russland in Tjumen Region, Sibirien hat Biotech Untersuchungen zur thermischen Hydrolyse von Karauschen, die als Beifang in Höhe von ca. 110 t/Monat entstehen. Unten sind Rohstoffe und Hydrolyseprodukte. Verwertung anhand der thermischen Hydrolyse ermöglicht es, ein fettfreies Proteinpulver mit Ausbeute 10,8 % von Rohstoffmasse, mit einem Fettgehalt von weniger als 1%, 85 % Protein, 7,0 % Mineralstoffen und ein hydrolysiertes Protein-Mineralpulver mit Ausbeute 14,4 % von Rohstoffmasse, mit einem Fettgehalt von 5,42%, Protein 65,44% und 25,22% Mineralstoffen sowie 1,1 % von Rohstoffmasse Fischöl zu erhalten. Die Hydrolyseprodukte haben sehr gute Verdaulichkeit und Organoleptik.



Rohstoffe-Karuschen



Proteinhydrolysat



Protein-Mineralien

Abbildung 30: Verarbeitung von Karuschen aus Beifang

Verwertung von Fischmaterial, Region Kaliningrad

Für ein Fischereiunternehmen in Kaliningrad hat Biotech Untersuchungen zur Hydrolyse als Alternative zur herkömmlichen Fischmehlproduktion gemacht.



Blauer Wittling



Proteinhydrolysat



Protein-Mineralien

Abbildung 31: Verarbeitung von Reststoffen Blauer Wittling

Direkte Produktion durch BioTech

Technologiestartup „Biotech“ hat auch eigene Pläne zur Schaffung einer eigenen Proteinfabrik im Kaliningrader Gebiet oder einem anderen Gebiet mit passenden Rohstoffen entwickelt. Biotech führt Gespräche mit potenziellen Investoren und Industriepartnern bei unterschiedlichen thematischen Veranstaltungen: Agriinvest Club, 24. November 2023, Moskau; AgroCode Conf 2023, Section „Fishtech of the Future“, 13. Dezember 2023, Moskau; Deep Food Tech

Conference 2024, 4. Juni 2024, Moskau; Dienstreise nach Wladiwostok, Russland zu Fischunternehmern, 21.-25. September, 2024; Bioprom forum, Gelendzhik, Russia, 7.-8. Oktober 7-8, 2024. Fotos unten



Abbildung 32: Venture Club von Argrarbank November 2023, Bioprom 2024, Gelendzhik, 8. Oktober 2024

Zwei Fonds mit ökologischem Investitionsschwerpunkt haben Interesse an dem Projekt bekundet. Projekt zielt in erster Linie darauf ab, Fischkollagenhydrolysate von Lebensmittelqualität zu erhalten. Das Biotech-Team war Ende September 2024 in Wladiwostok, Fernosten Russlands, um die Situation mit Fischresten von Lebensmittelqualität zu untersuchen. Foto unten

Fischfabrik, Wladiwostok, September, 2024

Die besten nach Gehalt von Proteinen (hoch), Fett (niedrig) und Asche (niedrig) Rohstoffe gibt es im Fernen Osten Russlands, wo sie als Nebenprodukt der Filetarbeit von Kabeljau und Seelachs erhalten werden. Vor allem sind das Fischhäute und Fischgräten von fettarmen Fischarten (Pollack, Dorsch). Die chemische Zusammensetzung von Rohstoffen aus Polack- und Dorschfiletierung ist sehr gut. Besonders interessant sind Fischhäute mit Proteingehalt in TS von 98,1 % (Pollack) und 89,1 (Dorsch) dabei Fettgehalt ist unter 1 %.

Tabelle 12: Chemische Zusammensetzung der Rohmaterialien zur Produktion von Fischkollagenhydrolysat

| Rohstoffart | Wasser (kg/100 kg) | TS (kg/100 kg) | Protein (kg/100 kg) | Fett (kg/100 kg) | Asche (kg/100 kg) |
|--------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Pollackhaut | 78,8 | 21,2 (100) | 20,8 (98,1) | 0,2 (0,95) | 0,2 (0,95) |
| Dorschhaut | 79,95 | 20,05 (100) | 17,87 (89,1) | 0,02 (0,1) | 2,17 (10,8) |
| Pollackgräten | 82,3 | 17,7 (100) | 12,1 (68,4) | 0,5 (2,8) | 5,1 (28,8) |

Nach einer Reihe von Hydrolystests mit Fischresten von einem Industriepartner aus Wladiwostok gelang es Biotech Ende 2024 eine hohe Proteinhydrolysatausbeute (über 10 %/FM) mit sehr guten organoleptischen Eigenschaften zu erzielen. Die Probe hat ein hohes Proteingehalt (94 %) eine gute Löslichkeit, gute organoleptische Eigenschaften (Geruch, Geschmack und Farbe), Anteil von biologisch aktiven Peptiden mit niedrigem Molekulargewicht von weniger als 5 kDa betrug 99,4 %, was ein sehr guter Indikator ist (80 % Norm). Unten ist Foto von Kollagenhydrolysatmustern aus Fischresten aus Wladiwostok und die Ergebnisse der Molekulargewichtsanalyse des besten Musters.

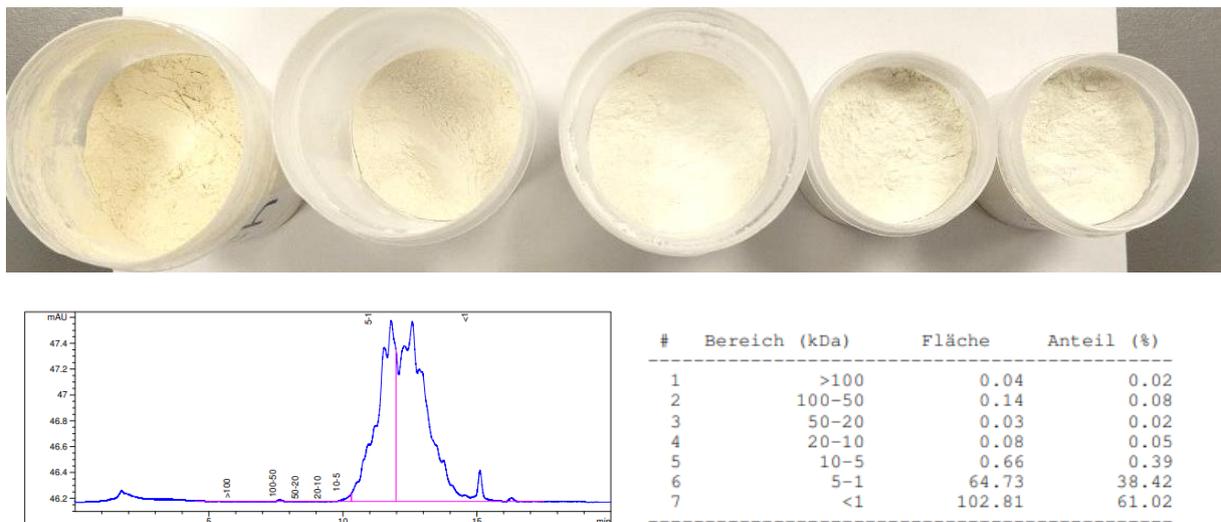


Abbildung 33: Hydrolysatmuster Wladiwostok und Molekulargewichtsbestimmung

Somit wurden mit vielen fischverarbeitenden Betrieben in Russland Versuche zur Verwertung der Nebenprodukte im Kompetenzzentrum durchgeführt und viele Anwendungsoptionen für das entwickelte Pilotanlagenkonzept bearbeitet. Es wurde dadurch die Basis gelegt in der nächsten Zeit die Umsetzung des Anlagenkonzeptes zu realisieren.

4 Fazit

Das Projekt zur Entwicklung einer Pilot- und Demonstrationsanlage zur Verwertung von Nebenprodukten aus der Fischverarbeitung im Gebiet Kaliningrad, Russland, war ein bedeutender Schritt in Richtung nachhaltiger Nutzung von Fischabfällen im Kaliningrader Gebiet. Von Juni 2021 bis Dezember 2024 arbeiteten die Projektpartner ANiMOX und BioTech eng zusammen, um technologische Prozesse mit modernen Anlagenkomponenten zu entwickeln und die wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung von Fisch-Nebenprodukten voranzutreiben. Die ersten Schritte zur Erreichung des Ziels der Entwicklung einer Pilotanlage zur Verarbeitung von Fischnebenprodukten umfassten die Erarbeitung von Konzepten und die Planung der Anlage, unterstützt durch die Zusammenarbeit mit Fischverarbeitungsunternehmen aus der Region. Die weitere Arbeitsplanung umfasste die Erfassung von Massenströmen, die Entwicklung technischer Prozessschritte sowie die Auswahl geeigneter Systeme und Versuche zur Etablierung von Produktionsprozessen aus den Fischnebenprodukten.

Es wurden von mehreren Betrieben diverse Rohstoffe untersucht, die für die Verwertung in der Pilotanlage nutzbar sind. Von Sa Rodinu zeigten insbesondere die Köpfe von geräucherten Sprotten und Nebenprodukte aus dem Fischfiletieren eine ausreichende Menge und Qualität, um in Hydrolyseversuchen hochwertige Proteinhydrolysate und Futtermehle aus Fischnebenprodukten zu gewinnen. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts lag auf der technischen Entwicklung, einschließlich der Auswahl und des Vergleichs von Anlagenkomponenten verschiedener Hersteller. Ein flexibles Produktionsschema, das sowohl Batch- als auch kontinuierliche Verarbeitungsoptionen berücksichtigt, wurde entwickelt. Für dieses System wurde auch das Hygiene- und Qualitätsmanagement entwickelt, das auf den EU-Vorgaben basiert.

Insgesamt hat das Projekt erfolgreich die Entwicklung für die Errichtung einer Pilotanlage zur Verwertung von Fischnebenprodukten abgeschlossen. Der Pilotanlagenaufbau in Kaliningrad oder einem anderen Gebiet Russlands mit passenden Rohstoffen und Voraussetzungen wird weiter durch Biotech auch unter den derzeit erschwerten Bedingungen vorangetrieben und weiterentwickelt. Dabei unterstützt ANiMOX technologisch in regelmäßiger Abstimmung online die Entwicklung und führt auch Versuche im eigenen Technikum dazu durch. Da die Errichtung im Betrieb „Sa Rodinu“ derzeit noch nicht umgesetzt ist, wird eine eigene Forschungsanlage geplant.

5 Literaturverzeichnis

5.1 Literatur

1. APPLICATION OF PRODUCTS OF HYDROLYSIS OF SPRAIT WASTE IN FEEDING THE EUROPEAN WHITE IN AQUACULTURE June 2022 Fisheries 2022(3):54-61 DOI: 10.37663/0131-6184-2022-3-54-61
2. Designing balanced feeds for industrial aquaculture using protein hydrolysates of fish by-pass raw materials. July 2021 Fisheries 2021(4):81-88 DOI: 10.37663/0131-6184-2021-4-81-88
3. Experience of obtaining peptides with low molecular weight from various types of secondary fish raw materials // Bazhenov E. A., Baydalinova L. S., Volkov V. V., Grimm T. Izvestiya KGTU = KSTU News. 2023;(71):84-101. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-84-101
4. Secondary raw material of caviar production biopotential to obtain biologically valuable protein products / Denis Vladimirovich Poleshchuk, Lev Yurievich Podlenny, Svetlana Nikolaevna Maksimova, Vladimir Vladimirovich Volkov, Natalia Sergeevna Kalinina// Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 167–173. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-167-173.
5. Effect of inclusion of fish protein hydrolysate in diet for european whitefish (*coregonus lavaretus linnaeus, 1758*) juveniles on their hematological parameters, Eugenia Shakhova*, Olga Mezenova, Natalia Romanenko, Svetlana Agafonova, Vladimir Volkov, Natalia Kalinina and Dmitry Pyanov, BIO Web of Conferences 64, 01010 (2023) Agro-Bio-Technologies 2023, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236401010>
6. Kuprina, E.E.; Kiprushkina, E.I.; Abramzon, V.V.; Rogozina, E.A.; Romanenko, N.Y.; Mezenova, O.Y.; Grimm, T.; Mörsel, T. Obtaining and Study of Peptide Compositions Based on Hydrolysates of Collagen-Containing Fish Raw Materials. Fermentation 2023, 9, 458. <https://doi.org/10.3390/fermentation9050458>
7. Mezenova O. Ya., Agafonova S. V., Romanenko N. Yu., Kalinina N. S., Volkov V. V. Assessment of the protein potential of promising raw material sources for feed purposes. Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2024; 68(2):61–72. (in Russ.).
8. Für die Anwendung des EU-Hygienepaketes bei der Erzeugung, Verarbeitung (<https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ifi/dateien/empfehlungen.pdf>)
9. Leitlinie für eine gute Hygienepaxis für die Schlachtung und ... (<https://www.lebensmittelbuch.at/lebensmittelbuch/a-2-hygiene/teil-d-leitlinien-fuer-umgang-mit-lebensmitteln-tierischen-ursprungs/leitlinie-fuer-eine-gute-hygienepaxis-fuer-die-schlachtung-und-verarbeitung-von-fischen-aus-wildfang-oder-eigener-aquakultur.html>)

5.2 Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen, Vorträge

Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften und Vorträge bei Konferenzen in russischer Sprache (Biotech, KSTU und ANiMOX)

1. Integrierte Verarbeitung von Fischabfällen zur Gewinnung von Futtermitteln für Aquakultur und biologisch abbaubare Kunststoffe, Vortrag bei der 1. Internationalen Konferenz „Fischerei Komplex Russlands: Probleme und Entwicklungsperspektive“, 23-24 März 2023, Moskau, Russland
2. A preliminary evaluation of the effect of fish protein hydrolysate in diet on the growth and survival of European whitefish (*Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758) juveniles. September 2022 AIP Conference Proceedings 2636(1):020014 DOI: 10.1063/5.0103851. Conference: THE 2ND INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «ECOSYSTEMS WITHOUT BORDERS - 2021»
3. Experiments in obtaining low molecular weight peptides from various types of fish by-products. September 2022 AIP Conference Proceedings 2636(1):020012. DOI: 10.1063/5.0103959. Conference: THE 2ND INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «ECOSYSTEMS WITHOUT BORDERS - 2021»
4. Technologien zur Tiefenverarbeitung von sekundären Fischrohstoffen des Zentrumsfortschrittliche Technologien zur Verwendung von Proteinen KSTU, Vortrag bei der 7. Internationalen Konferenz „Fisch. Aquakultur: Gegenwart und Zukunft“, 02-03 Februar 2022, Sankt-Petersburg, Russland <https://sfera.fm/articles/rybnaya/korma-genetika-posadochnyi-material-i-selektsiya.-o-chem-govorili-vo-vtoroi-den-mezhdunarodnoi-konferentsii-ryba-2022>
5. Radiosendung „Open Studio“ (07.09.22) Was kann man aus Sprottenköpfen machen?
6. TV-Programm „Morgen Russlands“ (10.01.23) Vladimir Volkov. Verarbeitung von Fischprodukten. <https://vesti-kaliningrad.ru/utro-rossii-10-01-23-vladimir-volkov-pererabotka-rybnoj-produkcii/>
7. Nachricht zum Thema Fischhydrolysat aus Wladiwostok https://www.klgtu.ru/media/novosti/uchenyey_eksperimentatory_iz_kgtu_posetili_predpriyatiya_rybopererabotki_v_primorskoy_krae/
8. Nachricht zum Thema Fischhydrolysat von Lebensmittelqualität <https://kaliningrad.bezformata.com/listnews/kgtu-posetili-predpriyatiya-ribopererabotki/137417012/>
9. ANiMOX als Aussteller mit Messestand und Kurzvortrag auf der Konferenz „BioProScale“ 2024 in Berlin (09.-11.04.2024 (<https://bio-pat.org/8th-bioproscale-symposium-2024>))

10. TV-Program „Westi“ (13.11.24) Vladimir Volkov zum Thema Verwertung von Fischresten <https://vesti-kaliningrad.ru/v-kaliningradskom-gosudarstvennom-tehnicheskoy-universitete-proshla-konferenciya-otraslevaya-nauka-v-dejstvii/?y-sclicid=mcbqqyxhu959880825>
11. 05.09.2023 Vortrag zum Thema Vorteile von Fischhydrolysat für die Immunität Vortrag <https://news.rambler.ru/scitech/51362773-razberem-na-atomy-kaliningradtsev-priglas-hayut-prinyat-uchastie-v-nauchno-populyarnom-tok-shou/?y-sclicid=mcbqs2752f563706855>

Weiterhin werden Ergebnisse auch auf internationalen Konferenzen vorgetragen.

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



| | | | | | |
|----|-----------------|---------|-----------|-------------|------------------|
| Az | 35653/01 | Referat | 23 | Fördersumme | 124.272 € |
|----|-----------------|---------|-----------|-------------|------------------|

Antragstitel **Aufbau einer Pilot- und Demonstrationsanlage zur Verwertung von Nebenprodukten aus der Fischverarbeitung im Gebiet Kaliningrad, Russische Föderation**

Stichworte Nebenprodukte, Fischverarbeitung, Protein, Hydrolysate, Fett, Öl, Pilotanlage

| | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Laufzeit | Projektbeginn | Projektende | Projektphase(n) |
| 3,5 Jahre | 14.06.2021 | 31.12.2024 | 2 |

Zwischenberichte

| | | | |
|------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Bewilligungsempfänger | ANiMOX GmbH | Tel | +49 30 63921040 |
| | Max-Planck-Str. 3 | Fax | +49 30 63921042 |
| | 12489 Berlin | Projektleitung | |
| | | Thomas Grimm | |
| | | Bearbeiter | |
| | | Thomas Grimm | |

Kooperationspartner ooo BioTech
Sovjetskij Prospekt 1,
236044 Kaliningrad

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Anlass des Vorhabens war das große Interesse, das von Unternehmen der Lebensmittelindustrie aus vielen Regionen Russlands an der von der Antragstellerin implementierten Technologie zur Proteinextraktion bekundet wird. Das von der DBU geförderte „Kompetenzzentrum Technologieentwicklung und -transfer im Gebiet Kaliningrad, Russische Föderation“ (DBU- Az.: 33579/01-35) demonstriert im Labormaßstab, das mit dieser Technologie qualitativ hochwertige Proteinvorprodukte aus lebensmitteltauglichen Nebenprodukten tierischer Herkunft hergestellt werden können. Die Antragstellerin beabsichtigte daher, gemeinsam mit den bisherigen Kooperationspartnern und einem Fischverarbeitungsunternehmen im Gebiet Kaliningrad, auf deren Gelände eine Pilotanlage zu errichten.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Arbeitsschritte sahen vor, dass die Antragstellerin und ihre Kooperationspartner wesentliche Vorarbeiten für die Investitionsentscheidung, darunter die Nachweisführung für die Wirtschaftlichkeit, die Umweltverträglichkeitsprüfung mit Darstellung des Umweltentlastungspotenzials, die Maschinenkonzeption und den Maschinenaufstellplan sowie weitere Aufgaben realisieren. Daneben wurden im Kompetenzzentrum die Entwicklungen von hochwertigen Proteinvorprodukten weitergeführt. Daraus wurden die Parameter abgeleitet, die für die Steuerung der Anlage maßgeblich sind.

Die Antragstellerin und ihre Kooperationspartner hatten mit dem Investor prinzipielle Einigkeit darüber erzielt, dass der Betrieb der Pilot- und Demonstrationsanlage gemeinschaftlich organisiert wird wobei ANiMOX und Biotech das Knowhow und der Investor das Betriebsgrundstück, die Produktions- und Lagergebäude sowie die Anlagentechnik einbringen.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse

Es wurden am Standort der Pilotanlage die Massenströme und Rohstoffqualitäten der Nebenprodukte erfasst und analysiert. Dabei wurden die Mengen und Zusammensetzung sowohl im Tages- und Wochenrhythmus als auch der jahreszeitliche Einfluss auf Menge und Qualität ermittelt. Auf Basis dieser Daten und Vorversuche konnte die technische Anlagenplanung erfolgen.

Die Entwicklung der technischen Schritte und die Auswahl der Systeme erfolgte in enger Zusammenarbeit der Kooperationspartner. Durch Konsultation wichtiger Produzenten von Komponenten in der EU und Russland konnte die Breite der verfügbaren Techniken für die Anlagenentwicklung genutzt werden. Auf Basis dieser Daten wurde von den Projektpartnern ein flexibler Produktionsablauf für kontinuierliche und Batch-Produktion entwickelt. Dieser Produktionsablauf wurde im Kompetenzzentrum getestet und mit den Anlagenbauern geprüft.

Nachfolgend wurde eine Standortprüfung zur Errichtung der Pilotanlage durchgeführt und ein Produkthalenkonzept entwickelt, das die Errichtung der Pilotanlage für die Nebenproduktverarbeitung am Verarbeitungsstandort möglich macht. Gemeinsam mit den Anlagenbauern wurde der Aufbau und die Implementierung eines Anlagenschemas für die Pilotanlage umgesetzt, wodurch die Grundlagen für den Bau einer Pilotanlage vollständig erfüllt waren.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt zur Verwertung der Produkte der Pilotanlage war die Entwicklung von Produktapplikationen für den Lebensmittel- und Futtermittelbereich. Hier lag der Fokus auf einer möglichst hochwertigen Verwertung im Lebensmittelbereich und erst in der zweiten Stufe im Futtermittelbereich. Wichtige Produktentwicklungen waren für den Kollagenbereich, Anwendungen in Saucen, Suppen, Wurstprodukten und Konserven.

Für den Aufbau der Anlage wurde auch die Entwicklung eines Hygiene- und Qualitätsmanagements durchgeführt und die gesetzlichen Rahmenbedingungen geprüft. Der hohe Qualitätsstandard in der Fischverarbeitungsanlage ließ hier eine Übertragung gut planbar machen.

Da sich der Aufbau der Anlage mit dem Produktionspartner verzögerte und trotz einer kostenneutralen Verlängerung bis zum Projektende nicht umgesetzt worden ist, wurde von ANiMOX und BioTech am Transfer des Know How der Nebenproduktnutzung und dem Anlagenkonzeptes gearbeitet. Dabei lag der Schwerpunkt für ANiMOX im Bereich der fischverarbeitenden Wirtschaft in Ostdeutschland und bei Bio-Tech bei der Fischverarbeitung in Russland. Hier konnten Kooperationen mit zahlreichen Betrieben aufgebaut werden, die sowohl an der Nebenproduktverwertung als auch an der Errichtung von Verarbeitungsanlagen (mit hohem Nebenprodukthanfall) interessiert sind.

Diskussion

Auf Basis der Material- und Rohwarenanalysen konnte die Nebenproduktsituation gut erfasst werden. Das entwickelte Anlagenkonzept wurde mit den Anlagenbauern zu umsetzbaren Angeboten weiterentwickelt. Die Situation am Produktionsstandort wurde erfasst und durch eine Standortplanung einbezogen. Ein Transfer der Technologie- und Anlagenentwicklung wurde durchgeführt.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Im Rahmen des Projektes wurde eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. Das erfolgte auf verschiedenen Konferenzen durch beide Partner, als auch durch die Teilnahme an Messen und Tagungen in Russland und Deutschland.

Fazit

Im Rahmen des Projektes konnten die geplanten Arbeiten durch die Projektpartner weitgehend bearbeitet werden. Das Anlagenkonzept wurde bis zu den fertigen technischen Lösungen mit den Anlagenbauern entwickelt. Der bis jetzt verzögerte Aufbau der Pilotanlage durch den Fischverarbeiter, wurde durch eine Ausweitung der Partner und ein erweitertes Versuchs- und Verwertungsspektrum kompensiert.