



Blaue  
Bioökonomie

# SYMPOSIUM DER BLAUEN BIOÖKONOMIE

11-13 SEP 2023 | Oldenburg

[blaue-biooekonomie.de](https://blaue-biooekonomie.de)

#machdasmalBLAU

# INHALTS VERZEICHNIS

Vorprogramm MO 11.09

Programm DI 12.09.

Programm MI 13.09.

## Poster Abstracts



1. AlgenSaat

2. AlgenSaat – ökologisches Saatgutcoating mit Mikroalgen

3. AQUATOR an der THL: Aufbau und Erweiterung der fachlichen Expertise im Bereich Bioökonomie

4. Baltic MUPPETS – Muscheln für Tiernahrung

5. Möglichkeiten der wissenschaftlichen Begleitung von unternehmerischen Entscheidungen in der Blauen Bioökonomie

6. Beispiel AQUATOR-Projekt: Untersuchung der Porosität von HTC-Kohlen und Prozesswasseraufbereitung durch Chlorella vulgaris

7. BALI: Vielseitige Algenextrakte

8. Bioraffineriekonzept für Algen-basierte Inhaltsstoffe (BALI) – Teilprojekt Universität Greifswald

9. Bioraffineriekonzept für Algen-basierte Inhaltsstoffe (BALI) – Teilprojekt Institut für Marine Biotechnologie e.V.

10. BALI: Domestikation von Makroalgen in der Ostsee – Was geht und was geht nicht?

11. BALI: Hautaufhellende Kosmetik aus Algen

12. BALI: Vielseitige Algenextrakte

13. BioFiA: Einfluss von Cortisol- und Mikroalgen-haltigen Fischfuttern auf die nitrifizierende bakterielle Gemeinschaft in Biofiltern von rezirkulierenden Aquakultur-Systemen (RAS)

# Poster Abstracts

14. BioFiA - Bioindikatoren für die Haltung, Gesundheit und Produktqualität von Fischen in der Aquakultur

15. BioFiA: Bioindikatoren für die Evaluierung der Haltung, Gesundheit und Produktqualität von Fischen in differenten Aquakultursystemen – Bakteriologische und parasitologische Untersuchungen

16. BioFiA: Mikroalgen diäten für Salmo salar – Verbindung von Produktqualität und Tierwohl

17. Co-Kultursysteme zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz von landbasierten Aquakulturen im Rahmen des Hansenetzwerkes

18. Eine DHA-reiche Mikroalge erobert die Futtermittelbranche – Superfood für Lachse?

19. Envivomar

20. Etablierung eines innovativen und transnationalen Ansatzes zur Futtermittelproduktion zur Verringerung der Klimaauswirkungen des Aquakultursektors und der künftigen Lebensmittelversorgung

21. FEMAK / MAKKAP – Wie man einen See mit Mikroalgen saniert

22. HaFF: Schwimmende Gewächshäuser in Kiel – Teilprojekt Kieler Meeresfarm

23. HaFF: Kultivierung von Halophyten auf schwimmenden Pflanzeninseln: Plastikfreie Multitalente

24. HaFF - Halophyten und andere Makrophyten zur Filtration von nährstoffbelastetem Ab- und Oberflächenwasser in Freilandkultur

25. HaFF - Reinigung des Wassers einer Garnelenfarm

26. It is getting salty – salinity change alters the stress and immune response of Atlantic salmon fed with functional microalgae diets

27. KCVB: Nachhaltige Kultivierung und Ernte eines cyanobakteriellen Produktionsstamms für die Cyanophycin-Produktion

28. LaMuOpt: Algen, Muscheln und die nachhaltige Nutzung als Fischfutter und Lebensmittel

# Poster Abstracts

29. LaMuOpt – Potential von Makroalgenreststoffen in Fischfuttermitteln

30. LandLessFood-blue: Mikroalgen als wichtige Komponente der Ernährungssicherheit im Jahr 2100

31. NEW MICROALGAE MEDIA FORMULATED WITH COMPLETELY RECYCLED PHOSPHORUS ORIGINATING FROM AGRICULTURAL SIDESTREAMS

32. ÖkoPro – Untersuchungen zur Nutzung von Mikroalgen aus Kultivierung in Biogasanlagen-Oberflächenwasser für Hautpflegeprodukte

33. ÖkoPro: Wasserreinigung durch Algenkultivierung: Analytischer und toxikologischer Nachweis der Reduktion von toxischen Substanzen

34. ÖkoPro – Blaue Bioökonomie für Biogasbetriebe

35. OnAsta: Online-Messsystem zur Bestimmung der Astaxanthinbildungsrate in Mikroalgenkulturen

36. OptiRAS: Effektive Nutzung von Reststoffströmen einer marinen Kreislaufanlage und Erprobung potentieller neuer Arten für Primär- und Integrationsbesatz

37. Physikalisches Plasma als alternative Extraktionsmethode für Mikroalgen

38. POTENTIAL OF BRINE AND STRUVITE BASED CULTURE MEDIA FOR SUSTAINABLE MICROALGAE CULTIVATION

39. Modellstandort RÜBio: Blaue Bioökonomische Kreislaufwirtschaft auf Rügen

40. RÜBio – Teilprojekt Insekten

41. RÜBio – Blaue Bioökonomische Kreislaufwirtschaft auf Rügen

42. SensoFiA – Stressmessung in Zell- und Aquakultur

43. Studentischer Vortrag: MAREPAIR – Marines Kollagen als natürliches Biopolymer in einer enzymatisch wirksamen Hair-Repair-Kur

44. Studentischer Vortrag: Mikroalgen aus der Umwelt isolieren für biotechnologische Anwendungen

# MO 11.09.

## BaMS intern / individuelle Anreisen

Ort: A14 / Seminarräume

### Projekttreffen & Aufbau Poster / Minimesse

Zeit nach Absprache

Raum A0-009	●	AlgenSaat / AQUATOR (20 P., ab 13 / 14 Uhr)
Raum A14-030	●	BioFiA (10-15 P., ab 15 Uhr)
Raum A14 1-103	●	HaFF (12-15 P., ab 14 Uhr)
Raum A14 1-113	●	LaMuOpt (4-5 P., ab 15 Uhr)
Raum A14 1-112	●	ÖkoPro (12-15 P., ab 15 Uhr)
Raum A14 1-114	●	OptiRAS (3-5 P., ab 14 Uhr)
Raum A14 1-115	●	RüBio (12-15 P., ab 11 Uhr)
Raum A14 0-031	●	Spare
ab 16 Uhr	●	Bier & Brezeln
ab 19 Uhr	●	offener Ausklang

# DI 12.09.

Ort: A14, Großer Hörsaal

### 8:30 - 9:00 Eintreffen & Registrierung

9:00 - 9:20	●	<b>Eröffnung und Grußworte</b> durch Carsten Schulz, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, CAU zu Kiel & Fraunhofer IMTE, AS Büsum und Christiane Thiel, Biologische Psychologie, Universität Oldenburg
9:20 - 9:40	●	<b>WarmUp</b> mit Julia Lange, Koordinatorin des Innovationsraums Bioökonomie auf Marinen Standorten
9:40 - 10:15	●	Helmut Hillebrand, Planktologie Universität Oldenburg & Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität   <b>Keynote</b>   <b>Marine Biodiversität: Wo stehen wir aktuell wirklich?</b>
10:15 - 10:30	●	FEMAK / MAKKAP - Wie man einen See mit Mikroalgen saniert (Arne Georg, CAU zu Kiel)

- 10:30 - 10:45 ● HaFF - Reinigung des Wassers einer Garnelenfarm (Martina Mühl, Coastal Research & Management)
- 10:45 - 11:00 ● MAREPAIR - Marines Kollagen in einer Hair-Repair-Kur (Emily Musaev, oceanBASIS)
- 11:00 - 12:00 ● **Postersession / Messe (mit Kaffee)**
- 12:00 - 13:00 ● **Mittagspause (Mensa oder außerhalb, nicht inkl)**
- 13:00 - 13:15 ● ÖkoPro - Blaue Bioökonomie für Biogasbetriebe (Sascha Hermus, 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen)
- 13:15 - 13:30 ● Baltic MUPPETS - Muscheln für Tiernahrung (Annette Heiss, SUBMARINER Network)
- 13:30 - 13:45 ● AlgenSaat - Saatgutcoating für die Landwirtschaft (Ruth Gingold, Schierbecker / CAU zu Kiel )
- 13:45 - 14:00 ● RüBio - Ein Modellstandort für die blaue Bioökonomie (Benjamin Schmid, BFZR und Thomas Freimuth, FBN Dummerstorf )
- 14:00 - 14:30 ● **Kaffeepause**
- 14:30 - 14:45 ● **Die Suche nach biogenem Kohlenstoff - Algen als potenzielle nachhaltige Quelle** (Dr. Ulrike Hees, BASF, Senior Managerin Technology Scout in Research)
- 14:45 - 17:00 ● **Die Blue.Awards** - Bis zu 1.000 € für blaue Ideen! ●
- 17:00 - 19:00 ● Fresh-Up im Hotel
- 19:00 - 23:00 ● **Geselliger Abend im Patio | Bahnhofstraße 11, 26122 Oldenburg**

**8:30 - 9:00 Eintreffen & Registrierung**

# MI 13.09.

**Ort: A14, Großer Hörsaal**

- 9:00 - 9:15 ● Begrüßung durch Rüdiger Schulz, CAU zu Kiel, Botanisches Institut, Physiologie und Biotechnologie der pflanzlichen Zelle
- 9:15 - 9:45 ● **Berenike Zimmer, Quazy Foods, Berlin | Keynote | Erfahrungen eines Algen-Startups**

- 9:45 - 10:00 ● Physikalisches Plasma als Extraktionsmethode für Mikroalgen  
(Katja Zocher, Leibniz-Institut für Plasmaforschung)
- 10:00 - 10:15 ● Culture media suggestions for sustainable microalgae cultivation  
(Mafalda Almeida, Alfred-Wegener-Institut)
- 10:15 - 10:30 ● New microalgae media formulated with completely recycled phosphorus  
(Albert Beyer, Alfred-Wegener-Institut)
- 10:30 - 10:45 ● Mikroalgenisolation für biotechnologische Anwendungen  
(Louisa Rau, CAU zu Kiel)
- 10:45 - 11:00 ● **Kaffeepause**
- 11:00 - 11:15 ● BioFiA - It's getting salty! Microalgae diet effects on salmon  
(Doret van Muliekom, Forschungsinstitut für Nutztierbiologie)
- 11:15 - 11:30 ● BioFiA - Mikroalgen: Superfood für Lachse  
(Jonas Müller, CAU zu Kiel, Institut für Tierzucht)
- 11:30 - 11:45 ● Co-Kultursysteme von Aquakulturen im Hansenetzwerk  
(Martens Handzuj & David Pioch, Fraunhofer-Einrichtung für Individ. und Zellbasierte Medizintechnik)
- 11:45 - 12:00 ● Transnationaler Ansatz für Klimaschutz im Aquakultursektor  
(Daniel Pleißner, Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung)
- 12:00 - 13:00 ● **Mittagspause (Mensa oder außerhalb, nicht inkl)**
- 13:00 - 13:15 ● Synergien durch Innovationskooperation: Die SONA-Studie  
(Denise Gutierrez, Uni Heidelberg)
- 13:15 - 13:30 ● Blue Mission BANOS Arena Gothenburg  
(Angela Schultz-Zehden, SUBMARINER Network)
- 13:30 - 14:30 ● **Siegerehrung Blue.Awards, Fotos**
- 14:30 - 15:00 ● Gemeinsamer Abbau der Poster & Messe
- 15:00 ● Ende der Veranstaltung





Blaue  
Bioökonomie

# SYMPOSIUM DER BLAUEN BIOÖKONOMIE

POSTER ABSTRACTS

Autor:innen Linnea Schwetje, Torben Schierbecker, Rüdiger Schulz, Carlos Lorenzo, Kathrin Biskop, Ruth Gingold

Kontakt Daten der Erst-Autorin: [stu229530@mail.uni-kiel.de](mailto:stu229530@mail.uni-kiel.de)

## 1. Das Kohlecoating

Im Rahmen einer Produktentwicklung der Handelsgemeinschaft Schierbecker und in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Schulz am Botanischen Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, sollen Samen für bessere Keimungserfolge mit einem Coating aus Pflanzenkohle und einem wasserspeichernden Absorber ummantelt werden. Die Kohle sorgt hierbei durch ihre Eigenschaften für eine erhöhte Wasserspeicherkapazität sowie für eine bessere Nährstoffretention im Boden und fungiert außerdem als langfristiger Kohlenstoff-Speicher und dient dem Humus Ausbau. Der Absorber dient dazu zusätzlich Wasser zu speichern und dem Keimling das Herauswachsen aus dem Coating zu ermöglichen. Die optimale Zusammensetzung und den Einfluss auf die Keimungsraten wurden in Keimungstests auf Filterpapier in der Klimakammer durchgeführt. Die Folgeexperimente in Töpfen laufen noch

## 2. Die Algenkomponente

Mikroalgen finden in immer mehr biotechnologischen Bereichen Anwendung. So werden sie unter anderem, aufgrund ihrer Fähigkeit Abwasser reinigen zu können, in Kläranlagen eingesetzt. Im Zuge dessen absorbieren sie auch die darin enthaltenen Nährstoffe. Die bei diesem Prozess entstandene Biomasse soll in dem Projekt AlgenSaat in das Pflanzenkohle-Coating eingebracht und in dieser Form in den Boden gebracht werden. Die Wirkung des mit Algen beladenen Coatings wird derzeit mithilfe von Keimtests an verschiedenen Pflanzenarten in der Klimakammer geprüft. Eine Hypothese hierzu ist, dass die enthaltenen Nährstoffe dem Keimling zu einem besseren Wachstum verhelfen. Des Weiteren könnten die in der Alge enthaltenen Sekundärmetabolite den Keimling vor im Boden vorkommenden pathogenen Pilzen und Bakterien schützen. Um letzteres zu überprüfen, laufen hierzu im Moment Experimente mit Agarplattendiffusionstests der Variante "Lochtest". Stellvertretend für im Boden vorkommende Mikroorganismen wurden verschiedene Bakterien und Pilze ausgewählt und zur Entwicklung der Methodik die Wirkung von Chlorella, Scenedesmus und Spirulina getestet. Es stellt sich allerdings unter anderem die Frage, inwieweit eine wachstumshemmende Wirkung durch die Algen erwünscht ist, wenn diese sich auch bei symbiotischen Organismen zeigt.

## AlgenSaat – ökologisches Saatgutcoating mit Mikroalgen

Torben Schierbecker, Rüdiger Schulz, Ruth Gingold  
Schierbecker Handels GmbH & Co. KG  
rgingold@bot.uni-kiel.de

In der Landwirtschaft ist es üblich, Samen zur Einzelkornablage mit einer Schicht zu ummanteln (sog. Coating), die mit Dünger und Pestiziden beladen ist. Dies soll der Pflanze einen möglichst guten Start gewährleisten und somit die Erträge steigern. Der Pestizideinsatz sowie die Düngherstellung sind aber weder umweltfreundlich noch nachhaltig. Im Projekt AlgenSaat wird mit einem neuartigen, von der Firma Schierbecker entwickelten ökologischen Saatgutcoating auf Biokohlebasis die Integration von Mikroalgen als alternative Nährstoffquelle und/oder Pestizid-entferner erprobt. In Zusammenarbeit mit dem Botanischen Institut der CAU erfolgt die qualitative und quantitative Eingrenzung geeigneter Algen/-kombinationen, um bei ausgewählten Kultur- und Heilpflanzen sowie Gartenkräutern die Keim- und Wachstumsrate zu bestimmen. Als Grundlage dient eine aus der Natur stammende, natürliche Algen-Mischung, die an der CAU in Stammkulturen kultiviert und in verschiedenen BaMS-Projekten (z.B. Femak) zur Wasserreinigung eingesetzt wird. Der Einsatz solcher „Reinigungs-Algen“ als Dünger in der Landwirtschaft ermöglicht zumindest eine teilweise Rückgewinnung endlicher (Phosphor) oder energieintensiv produzierter (Stickstoff) Ressourcen und trägt zu einer echten Kreislaufwirtschaft bei.

Das Projekt AlgenSaat startete im Februar 2023; wir zeigen erste Resultate und präsentieren den Ausblick auf die folgenden Schritte.

## AQUATOR an der THL: Aufbau und Erweiterung der fachlichen Expertise im Bereich Bioökonomie

Autor:innen Tillmann Westphal, Milan Daus, Christian Lohaus, Stina Krings

Email: [tillmann.westphal@th-luebeck.de](mailto:tillmann.westphal@th-luebeck.de)

Im Rahmen des AQUATOR-Projektes konnte die bestehende Fachexpertise der Technischen Hochschule Lübeck (THL) angewandt und ausgebaut werden. Dies geschah unter reger Beteiligung des interdisziplinären Konsortiums bestehend aus CRM (Coastal Research & Management Kiel), AG Schulz (Physiologie und Biotechnologie der pflanzlichen Zelle, CAU), AG Maser (Institut für Toxikologie und Pharmakologie, CAU), AG Klenke/Wark (UOL), AG Schulz (Marine Aquakultur, CAU). Die AG Reintjes an der THL arbeitet mit Methoden der Umweltbewertung und dazugehörigen Messmethoden zur Erfassung von Umweltparametern, insbesondere mit Fokus auf den aquatischen Bereich. Ein Untersuchungsobjekt im AQUATOR-Projekt stellte die Kieler Meeresfarm dar an der Untersuchungen zur Sauerstoffkonzentrationen im Vergleich zu einem Referenzgebiet durchgeführt wurden. Aus der Umweltbewertung wurde insbesondere die Methodik der Lebenszyklusanalyse (LCA) an mehreren Unternehmen (bspw. Fördegarnelen), Referenzsystemen (bspw. Bioremediation durch die Entnahme von Mikroalgen, BIOREM) und Start Ups (Mycolutions) angewandt. Die Ergebnisse wurden durch Publikationen, Fachvorträge und graue Literatur bereitgestellt. Im gleichen Zuge sind eine Reihe exzellenter Studien- und Abschlussarbeiten entstanden. Die AG Reintjes ist derzeit auch in weitere Projekte mit Bezug zur Bioökonomie involviert (BIOREM).

Annette Heiss (SUBMARINER Network for Blue Growth),  
Jonne Kotta (University of Tartu)  
ah@submariner-network.eu

### 1. Mussel farming as a measure to tackle eutrophication

Eutrophication occurs when there is an excess of nutrients, such as nitrogen and phosphorus, in the water, leading to the depletion of oxygen and an imbalance in the marine ecosystem. These nutrients enter the sea primarily through human activities such as agricultural runoff, sewage discharge, and industrial effluents. Over the past years, numerous measures have been implemented to decrease the nutrient input to the Baltic Sea. However, nutrient levels remain high due to the internal loading. With the aim of tackling eutrophication, additional sea-based measures have been introduced. Mussel farming has proved to be an appropriate measure for recycling nutrients, improving water quality and increasing biodiversity.

### 2. Site selection for new mussel farms

The Baltic MUPPETS project is developing and applying innovative monitoring and modelling techniques to ensure adequate space for mussel cultivation, making a valuable contribution to mussel production in the Baltic Sea region. This will be achieved by modelling the location of production areas, predicting area-specific production yields, determining the optimal site-specific configuration of scaleup farms to prevent the development of nutrient limitation within farms and avoid plausible environmental damage. Such analyses allow maximization of production yields while respecting the carrying capacity of the environment. Such modelling, when validated with local farm data, also makes it possible to quantify how much mussel farms can be expected to recycle nutrients and carbon, thereby contributing to various sustainability and climate change mitigation goals.

### 3. Developing new value chains for mussel products in the Baltic Sea region

The Baltic MUPPETS project aims to demonstrate that it is possible to create a viable business based on Baltic blue mussels that is both profitable and beneficial to the Baltic Sea environment. It sets out to create an entirely new value chain based on small mussels. Due to low salinity, Baltic Sea mussels are often smaller and, therefore, not always suitable for direct human consumption. In the western Baltic Sea, small mussels are considered a side-stream of market-size mussel production. Nevertheless, mussel meat contains the same amino acid composition as fish meat and can be used as a sustainable raw material in animal feed. The objective is to valorise this unused resource through the cooperation of three demonstrators in Sweden, Denmark, and Germany. The project invests in mussel farms and innovative submerged farming techniques (to avoid damages from ice, reduce costs and increase public acceptance) and in a mussel processing plant to create high-value pet food products.

More information: <https://balticmuppets.eu/mussel-farming/>

## Möglichkeiten der wissenschaftlichen Begleitung von unternehmerischen Entscheidungen in der Blauen Bioökonomie

Juliane Köller-Gontermann, Luca Gerdes, Thomas Klenke,  
Michael Wark, Andrea Hain

Juliane.koeller-gontermann@uol.de

Weitreichende Entscheidungen sind sowohl bei der Planung, Entwicklung und Durchführung von Projekten als auch bei der Überwachung, Erweiterung, Anpassung, Leitung oder Gründung von Unternehmungen zu treffen – und kritisch für deren dauerhaften und nachhaltigen Erfolg. Die Entscheidungsfindung ist dabei in dem Kontext des noch wenig strukturierten Branchenfelds der Blauen Bioökonomie oft besonders schwierig und komplex. Bauchgefühl und Intuition der Entscheidenden sollten und können durch Strategien und Modelle der Nachhaltigkeitswissenschaften ergänzt werden, wie dies an drei Fallbeispielen aus dem BaMS-Raum aufgezeigt werden kann. Durch die ganzheitliche Erfassung einer Unternehmung (z. B. produkt- oder dienstleistungsorientierter Betrieb, Start-up) und insbesondere auch seines sozial-ökonomischen Umfelds sowie den damit verbundenen Wechselwirkungen treten Aspekte in Erscheinung, die entscheidungsrelevant sind. Genutzt werden so genannte multikriterielle Entscheidungsunterstützungssysteme, hier spezifisch das PROMETHEE-Outranking-Modell, das neben Fakten wie Messgrößen und Kostenfaktoren auch „weiche Faktoren“ wie Markteinschätzungen berücksichtigt. Neben den oft ausführlich betrachteten technischen, finanziellen und rechtlichen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen werden gerade diese Faktoren mitunter in der Planung nicht ausreichend bedacht. Diese Aspekte zu identifizieren und in Entscheidungen einzubringen ermöglicht es, bei zukünftigen Entscheidungen mit einer „geschärften Brille“ die richtigen Fragen für eine erfolgreiche Weichenstellung zu stellen.

## Beispiel AQUATOR-Projekt:

### Untersuchung der Porosität von HTC-Kohlen und Prozesswasseraufbereitung durch *Chlorella vulgaris*

Julia Lüttmann, Justin König, Laura Gronewold, Michael Wark

Julia Lüttmann, [julia.luettmann1@uni-oldenburg.de](mailto:julia.luettmann1@uni-oldenburg.de), Institute of Chemistry, Chemical Technology I, Carl von Ossietzky University of Oldenburg, Germany

Aufgrund der zunehmenden Mengen an Abfall, insbesondere von Kunststoffabfällen, besteht ein Bedarf an einer effektiven und ökologischen Verwertung. Die Umwandlung von feuchter Biomasse, wie Gülle oder abbaubarem Biokunststoff, mittels Hydrothormaler Carbonisierung (HTC) in Hydrokohle ist ein vielversprechender Schritt, um die anspruchsvollen Anforderungen des Pariser Abkommens zu erfüllen. Die gewonnene Hydrokohle ähnelt strukturell und energetisch der fossilen Braunkohle und weist eine kleine Oberfläche von etwa 10 m<sup>2</sup>/g auf. Ein anschließender Aktivierungsschritt ist erforderlich, um Eigenschaften der Hydrokohle z.B. die Oberfläche zu modifizieren. Auf diese Weise gewonnene Aktivkohlen sind vielversprechende Alternativen zu erdölbasierten Produkten als Adsorptionsmittel, Elektrodenmaterial oder Katalysatorträger. Es wurde HTC (220 °C, 3-4 h) mit Lignin, Cellulose, Fichtenholz und einem Biokunststoff auf der Basis von Maisstärke (MS) durchgeführt. Die Aktivierung von Hydrokohle aus Biokunststoff auf Maisstärkebasis bei 650 °C für 1 h unter verschiedenen Atmosphären (Wasserdampf, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) führte zu moderaten Oberflächen von 419-434 m<sup>2</sup>/g. Durch eine Erhöhung der Aktivierungstemperatur auf 750 °C wurde die Oberfläche um bis zu 30 % vergrößert. So wurden bei 750 °C unter Wasserdampf hohe Oberflächen von etwa 900 m<sup>2</sup>/g erzielt; ohne Wasserdampf (nur N<sub>2</sub> oder CO<sub>2</sub>) führte die Aktivierung jedoch nur zu 490 m<sup>2</sup>/g. Auch ein verbesserter Kontakt zwischen Hydrokohle und Gasphase mit Hilfe eines „Aktivierungskäfigs“ vergrößerte die Oberfläche um 79 %. Neben der Hydrokohle bildete sich auch eine erhebliche Menge an Prozesswasser. Die gewonnenen Prozesswässer enthielten hohe Mengen an organischen Stoffen, die einen Gesamtkohlenstoff (TC) von bis zu 35 g/L (Cellulose) und durch die Bildung organischer Säuren einen niedrigen pH-Wert von 2,6 (MS) verursachten. In einer industriellen Anwendung ist daher eine Prozesswasseraufbereitung zwingend erforderlich und oft ein kostspieliges Verfahren, weshalb das HTC-Prozesswasser als potenzielles Wachstumsmedium für Mikroalgen wie *Chlorella vulgaris* getestet wurde. Der höchste Abbau an TC wurde mit dem Prozesswasser der HTC mit Fichtenholz (65 %) erzielt. Während ihres Wachstums produziert *Chlorella vulgaris* nützliche Fettsäuren, hauptsächlich C16 und C18, die in der Lebensmittel- und Biodieselproduktion Anwendung finden. Um den Einfluss einzelner Komponenten des Prozesswassers zu beurteilen, wurde der Abbau der Hauptbestandteile Ameisensäure, Lävulinsäure und 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) durch *Chlorella vulgaris* untersucht. Des Weiteren wurde Benzoesäure als Vergleichssubstanz für aromatische Verbindung getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Abbau durch *Chlorella vulgaris* von der Komplexität der Substanz abhängig ist. Die höchste TC-Abbaurrate innerhalb von 14 Tagen wurde für Ameisensäure beobachtet (92 %). Aromatische Kohlenstoffsysteme wie Benzoesäure werden nicht abgebaut. Folglich zeigt das Prozesswasser einer HTC mit Lignin aufgrund seines hohen Gehalts an aromatischen Verbindungen, meist Derivate von Coniferylalkohol, ebenfalls nur einen geringen Abbau (49 %). Die Produktion an Fettsäuren ist ebenfalls von der verwendeten Carbonsäure abhängig. Der höchste Gehalt an Fettsäuren wird mit 5,6 % bei dem Einsatz von Lävulinsäure erreicht.

Claudia Welsch, GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel  
Am Kiel-Kanal 44, D- 24106 Kiel, cwelsch@geomar.de

Im Rahmen des BaMS-Projektes BALI (Bioraffineriekonzept für ALgen-basierte Inhaltsstoffe) hatte GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel, die Aufgabe, verschiedene Makro- und Mikroalgen unter Anwendung eines Bioraffinerie-Konzeptes zu extrahieren und chemische Analysen durchzuführen. Das Ziel war, aktive Extrakte und Sekundärmetabolite zu identifizieren, die das Potential haben, in der Entwicklung von hautaufhellenden Kosmetika verwendet zu werden. Lokale Projektpartner aus Schleswig-Holstein (Coastal Research & Management GbR, BlueBioTech GmbH, Institut für Marine Biotechnologie e.V.) stellten verschiedene Algenspezies zur Verfügung. Es wurden einige Extraktionsprozesse optimiert. Die so erhaltenen Algenextrakte wurden quantitativ und qualitativ auf ihre Eignung getestet. Die Makroalgenextrakte erwiesen sich als erfolgversprechend für das Projektziel.

## Bioraffineriekonzept für Algen-basierte Inhaltsstoffe (BALI) - Teilprojekt Universität Greifswald

Alexandra Dürwald, Thomas Schweder

Pharmazeutische Biotechnologie, Institut für Pharmazie,  
Universität Greifswald, schweder@uni-greifswald.de

Im BALI-Projekt wird ein Bioraffineriekonzept entwickelt, das die wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung regionaler Algenbiomassen erlaubt. Es werden Methoden einer Kaskadennutzung von marinen Algenbiomassen getestet, die zusätzlich zu den klassischen Fettsäuren auch neue marine Zucker und bioaktive Sekundärmetabolite erschließen helfen. Dabei konzentrieren wir uns im BALI-Teilprojekt der Universität Greifswald auf Algenzucker. Wir beschäftigen uns mit der Entwicklung neuer enzymatischer Verfahren zur Gewinnung von Laminarin-, Fucoidan- sowie Inulin-spezifischen Poly- und Oligosacchariden aus verschiedenen regionalen und überregionalen Algenquellen. Wir konnten in dem Projekt geeignete Wirts-Vektor-Systeme zur Überexpression und Reinigung von Polysaccharid-spezifischen Enzymen entwickeln. Auf der Basis von ausgewählten Enzymen konnten geeignete Toolboxen für die enzymatische Fragmentierung der Algenpolysaccharide etabliert werden. Die neu entwickelten Enzym-basierten Methoden erlauben die Gewinnung definierter Zuckermoleküle aus Algen, um diese zukünftig als Zuckerstandards oder Feinchemikalien zu nutzen. Des Weiteren schaffen sie die Voraussetzung, um mögliche bioaktive Eigenschaften dieser marinen Wirkstoffe zu bestimmen.

## Bioraffineriekonzept für ALgen-basierte Inhaltsstoffe (BALI) - Teilprojekt Institut für Marine Biotechnologie e.V.

Marlene Reich, Jan-Hendrik Hehemann

Institut für Marine Biotechnologie e.V., [jhehemann@mpi-bremen.de](mailto:jhehemann@mpi-bremen.de)

Ziel des BALI-Projektes ist die Entwicklung eines Bioraffineriekonzeptes, das eine wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung regionaler Algenbiomassen erlaubt. Im BALI-Projekt sollte eine Kaskadennutzung von Algenbiomassen geprüft werden, die neben der (i) Erschließung von klassischen Fettsäuren auch die Gewinnung (ii) neuer mariner Zucker und (iii) bioaktiver Sekundärmetabolite erlaubt. Das Institut für Marine Biotechnologie e.V. (IMaB) beschäftigte sich dabei mit neuen Methoden zur Extraktion und Reinigung von Polysacchariden aus Algen-Biomassen. Es wurden Pilotverfahren zur Gewinnung von spezifischen Algenpolysacchariden entwickelt, um neue Anwendungen für diese nachwachsenden Ressourcen zu erschließen. Es werden chemische und enzymatische Verfahren getestet, um sortenreine Polysaccharide aus Mikro- und Makroalgenbiomassen zu gewinnen. Mittels proteogenomischer Analysen wurden verantwortliche Enzymsysteme geeigneter Modellbakterien bestimmt, um neue Algenzucker und biotechnologisch relevante Enzymsysteme zu identifizieren. Das IMaB hat weiterhin Methoden für die Analytik der Polysaccharidzusammensetzung entwickelt und diese anhand der gewonnenen Zuckerverbindungen evaluiert. Die Extraktionsmethoden wurden optimiert, um hoch-reine Algenpolysaccharide zu gewinnen.

## BALI: Domestikation von Makroalgen in der Ostsee – Was geht und was geht nicht?

Ansprechpartner: Rafael Meichßner

Projektpartner: Coastal Research & Management (CRM)

CRM hat im BALI-Projekt untersucht, wie die Kultivierung des Blasentang in der Ostsee gelingen kann. Außerdem wurde die Kultivierung weiterer Algenarten getestet, die Meersaite (Chorda filum) wurde dabei erstmal überhaupt in Aquakultur angebaut. Es konnte eine prinzipielle Anbaumethode für den Blasentang entwickelt und optimiert werden, trotzdem wären andere Meere, z.B. der Nordatlantik vor Norwegen, aufgrund der dort herrschenden Umweltbedingungen (v.a. Nährstoffgehalt und Temperaturverlauf) für die Zucht wahrscheinlich besser geeignet. Die Meersaite könnte dagegen ein vielversprechender Kandidat für die Kultivierung in der Ostsee werden. Insgesamt dienten die Algen im BALI-Projekt als Ausgangsstoff für die Extraktion bioaktiver Inhaltsstoffe, vor allem spezieller Algenzucker. Die Ergebnisse des Teilprojektes wurden schon verschiedentlich von anderen Algenanbauprojekten im deutschen und europäischen Raum angefragt und dienen hoffentlich als Grundlage für weitere Innovationen in diesem Bereich.

## BALI: Hautaufhellende Kosmetik aus Algen

Ansprechpartner: Timo Jensen

Projektpartner: oceanBASIS GmbH

oceanBASIS hat im BALI-Projekt das Potential von Algeninhaltsstoffen für hautaufhellende Kosmetik untersucht. Dazu wurde im Labor getestet, welche Algenextrakte die Tyrosinase (das Enzym, das den dunklen Farbstoff Melanin in unserer Haut produziert) am besten hemmen. Der im Labor wirksamste Extrakt wurde dann in zwei verschiedenen Kosmetik- Prüfrezepturen eingebaut, die in einer Probandenstudie (N=12) in-vivo gegen Positiv- und Negativkontrollen getestet wurden. Es wurden unter anderem die Parameter Hautbräunung, Hautrötung und Feuchtigkeit über einen Zeitraum von 3 Monaten an den Probanden gemessen. Bei dieser Studie konnte allerdings keine signifikante hautaufhellende Wirkung des Extraktes nachgewiesen werden. Weitere Untersuchungen stehen noch aus.

## BALI: Vielseitige Algenextrakte

Ansprechpartner: Claudia

Projektpartner: GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Im Rahmen des BaMS-Projektes BALI (Bioraffineriekonzept für ALgen-basierte Inhaltsstoffe) hatte GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel, die Aufgabe, verschiedene Makro- und Mikroalgen unter Anwendung eines Bioraffinerie-Konzeptes zu extrahieren und chemische Analysen durchzuführen. Das Ziel war, aktive Extrakte und Sekundärmetabolite zu identifizieren, die das Potential haben, in der Entwicklung von hautaufhellenden Kosmetika verwendet zu werden. Lokale Projektpartner aus Schleswig-Holstein (Coastal Research & Management GbR, BlueBioTech GmbH, Institut für Marine Biotechnologie e.V.) stellten verschiedene Algenspezies zur Verfügung. Es wurden einige Extraktionsprozesse optimiert. Die so erhaltenen Algenextrakte wurden quantitativ und qualitativ auf ihre Eignung getestet. Die Makroalgenextrakte erwiesen sich als erfolgversprechend für das Projektziel.

# BioFiA: Einfluss von Cortisol- und Mikroalgen-haltigen Fischfuttern auf die nitrifizierende bakterielle Gemeinschaft in Biofiltern von rezirkulierenden Aquakultur-Systemen (RAS)

Marcel Malinowski<sup>1</sup>, Jonas Müller<sup>2</sup>, Michael Schlachter<sup>3</sup>, Svenja Starke<sup>4</sup> Tom Goldammer<sup>5,6</sup> & Eva Spieck<sup>1</sup>

1 Universität Hamburg, Institut für Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie, Abt. Mikrobiologie & Biotechnologie, Hamburg, Deutschland

2 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Marine Aquakultur, Kiel, Deutschland

3 Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE, Aquakultur und Aquatische Ressourcen, Büsum, Deutschland

4 Microganic GmbH, Melle, Deutschland

5 Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN), Institut für Genombiologie, Fischgenetik, Dummerstorf, Deutschland

6 Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Molekularbiologie und Fischgenetik, Rostock, Deutschland

Die Nitrifikation spielt eine essentielle Rolle bei der Wasseraufbereitung in rezirkulierenden Aquakultursystemen (RAS) durch die Oxidation von giftigem Ammoniak zu weniger schädlichem Nitrat. Dieser Prozess wird vorwiegend von zwei Gruppen von Bakterien katalysiert, den Ammoniak oxidierenden Bakterien (AOB) und Nitrit oxidierenden Bakterien (NOB). Die Nitrifikation in RAS kann jedoch durch verschiedene Faktoren, insbesondere durch schwankende Betriebsparameter beeinflusst werden. Dazu gehören z.B. Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt oder das C/N Verhältnis. Ein weiterer potenzieller Einflussfaktor auf die nitrifizierende bakterielle Gemeinschaft in RAS ist Cortisol. Dieses Hormon wird von den Fischen als Reaktion auf Stress freigesetzt und kann in höheren Konzentrationen negative Auswirkungen auf das Fischwohl haben. Vorangegangene Studien deuten darauf hin, dass hohe Cortisol Konzentrationen auch die Aktivität und die Diversität der nitrifizierenden Gemeinschaft beeinflussen können. Jedoch können einige Faktoren das Fischwohl auch positiv beeinflussen, wie z.B. Mikroalgen als wichtige Nahrungsquelle für Fische. Einige Mikroalgenarten enthalten wertvolle Nährstoffe, die das Wachstum und die Gesundheit der Fische fördern können.

In dieser Studie wurde zum einen der Einfluss von Cortisol auf die Umsatzraten und Zusammensetzung der nitrifizierenden Gemeinschaft als auch eine mögliche Reduzierung der Stressantwort durch Mikroalgen als Nahrungsergänzung untersucht.

Die Bestimmung der nitrifizierenden Umsatzraten zeigte eine signifikante Abnahme der AOB- und NOB-Aktivitäten in den Biofiltern nach vierwöchiger Fütterung der Fische (*Salmo salar*) mit Cortisol-haltigem Futter im Verhältnis zu der Kontrollgruppe (konventionelles Futter). Darüber hinaus wurde eine noch signifikantere Abnahme der AOB-Aktivitäten festgestellt, wenn die Fische mit einer Kombination aus Cortisol- und Mikroalgen-haltigem Futter gefüttert wurden. Die Aktivitäten der NOB zeigten bei der kombinierten Fütterung keine signifikante Abnahme im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auf Basis von 16S rRNA Amplikon-Sequenzierungen konnten in allen untersuchten Biofiltern Bacteriodota, Pseudomonadota und Planctomycetota als die häufigsten Phyla identifiziert werden. Die relative Abundanz reichte hierbei von 42% - 49% für Bacteriodota, 18% - 29% für Pseudomonadota und 7% - 11% für Planctomycetota je nach Futterart. Die Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaft der Biofilter unterschied sich nur geringfügig und es konnte kein klarer Einfluss durch die verschiedenen Futtermittel beobachtet werden. Auf Seiten der Nitrifikanten waren *Nitrosomonas* und *Nitrospira* die dominierenden Vertreter. Der Anteil an Nitrifikanten variierte hierbei zwischen 3,3% (Cortisol- und Mikroalgen-haltiges Futter) und 4,6% (Konventionelles Futter).

# BioFiA – Bioindikatoren für die Haltung, Gesundheit und Produktqualität von Fischen in der Aquakultur

Tom Goldammer<sup>1,2</sup>, Alexander Rebl<sup>1</sup>, Ronald M. Brunner<sup>1</sup>, Doret van Muilekom<sup>1</sup>, Svenja Starke<sup>3</sup>, Sai Priyanka Chepuru<sup>4</sup>, Jansen Kariantion Tjong<sup>4</sup>, Armin Steibl<sup>4</sup>, Joachim Molkentin<sup>5</sup>, Ute Ostermeyer<sup>5</sup>, Irene Lautenschläger<sup>5</sup>, Eva Spieck<sup>6</sup>, Marcel Malinowski<sup>6</sup>, Julia Fuentes<sup>7</sup>, Patrick Unger<sup>7</sup>, Michael Schlachter<sup>8</sup>, Jonas Müller<sup>9</sup>, Henrike Seibel<sup>8</sup>, Carsten Schulz<sup>8,9</sup>

1 Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN), Institut für Genombiologie, Fischgenetik, Dummerstorf, Deutschland

2 Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Molekularbiologie und Fischgenetik, Rostock, Deutschland

3 Microganic GmbH, Melle, Deutschland

4 MonitorFish GmbH, Berlin, Deutschland

5 Max Rubner-Institut (MRI), BfI für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Kiel, Deutschland

6 Universität Hamburg, Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, Mikrobiologie & Biotechnologie, Hamburg, Deutschland

7 Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Aquakultur- und Sea-Ranching, Rostock, Deutschland

8 Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE, Aquakultur und Aquatische Ressourcen, Büsum, Deutschland

9 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Marine Aquakultur, Kiel, Deutschland

Die Transformation der Aquakultur durch ihre urbane Ansiedlung und die Einbindung hocheffizienter Fischeaquakultursysteme in agrarisch und industriell automatisierte Kreisläufe schreitet schnell voran. So ist die Fischeaquakultur heute fester Bestandteil der blauen Bioökonomie. Ein Problem dieser Entwicklung ist, dass das Wissen zu Biologie, Physiologie, Verhalten und Bedürfnissen von Fischen bis zum heutigen Tag sehr lückenhaft ist und in der Folge Tiergesundheit und Tierwohl in neuen Haltungssystemen reduziert sein können, was sich in geringeren Ernteergebnissen widerspiegeln kann. Forschungsschwerpunkte des Projektes sind in diesem Zusammenhang daher das Monitoring der Fische und die Entwicklung neuer Tierwohlparameter, um die Leistungsfähigkeit und die Produktqualität der Fische zu beurteilen und zu verbessern. Im Projekt neu entwickelte artspezifische molekulare Indikatoren und digitale Messtechnologien erlauben die Erfassung von Stress und Gesundheit von Salmoniden als Beispiel für aquatische Organismen in verschiedenen Abschnitten ihrer Aufzucht. Sie tragen so zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in Aufzuchtanlagen und zur Optimierung von Aquakulturverfahren bei. Konkret erforscht das Projekt das Wohlergehen von Atlantischen Lachsen während der Aufzucht unter Zuhilfenahme molekularer Methoden und KI-basierter Überwachung. Die durchgeführten Analysen liefern grundlegende Daten zur Auswirkung diätischer Zusätze von Mikroalgen der Gattungen *Arthrospira*, *Chlorella*, *Schizochytrium* und *Tetraselmis* auf das Tierwohl und die Produktqualität der Fische unter dem Einfluss von Stressoren, wie einem Salinitätswechsel von 12‰ zu 32‰ oder nach einer üblichen Hygienisierung des Haltungswassers mit Peressigsäure. Die Forschung steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung neuartiger Mikroalgen-Futtermittel, dem Nachweis mikrobieller Muster und ihrer Nitrifikationseffizienz in Kreislaufanlagen, parasitologischen und bakteriologischen Studien und der Prüfung der Produktqualität von Fisch als Lebensmittel. Im Ergebnis des Projektes zeigten sich z.B. auf molekularer Ebene in keinem Fall negative Effekte durch die Mikroalgendiäten und es konnten bereits einige innovative biologische Marker (z.B. die Immungene B2M, MHC1) identifiziert sowie zwei KI-basierte neuronale Netze (Object-detection und Keypoint-detection) für die Prüfung des Tierwohls von Lachsen entwickelt werden. Die synergistische Zusammenfassung und Bereitstellung aller Projektergebnisse kann zukünftig mit dazu beitragen, die Produktion von Qualitätsprodukten und deren gewinnbringenden Verkauf langfristig zu sichern. Insbesondere die finale Ableitung lachsspezifischer molekularer Biochips basierend auf der Regulation essenzieller Gene kann neben allen anderen eingesetzten Technologien zu einem fischbasierten biologischen Monitoring und somit der Prüfung optimaler Haltungsbedingungen in Aquakulturen beitragen.

# BioFiA: Bioindikatoren für die Evaluierung der Haltung, Gesundheit und Produktqualität von Fischen in unterschiedlichen Aquakultursystemen – Bakteriologische und parasitologische Untersuchungen

Patrick Unger, Julia Clois Fuentes, Harry Wilhelm Palm

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,  
Aquakultur- und Sea-Ranching; Justus-von-Liebig Weg 2, 18055 Rostock

## 1. Fragestellung

Die Kultivierung von Fischen im aquatischen Milieu ist integraler Bestandteil der blauen Bioökonomie. Das vorgestellte Teilprojekt befasst sich mit der Untersuchung der Bakterien- und Parasitenfauna von Versuchsfischen im Projekt. Dazu wurden mittels verschiedener Methoden die vorhandene bakterielle Gemeinschaft ausgewertet und ein spezielles Augenmerk auf die potentiell pathogen wirkenden Bakterienstämme und -arten gelegt. Zudem wurde standardisiertes parasitologisches Monitoring durchgeführt, um vorhandene Parasiten nachzuweisen.

## 2. Material und Methoden

Zur umfangreichen parasitologischen Untersuchung wurden zunächst Abstriche von der Körperoberfläche der lebendigen Fische auf die Anwesenheit von Ektoparasiten, wie einzelligen Ciliaten oder Hakensaugwürmern untersucht und zu anderen eine komplette Sektion der Fische nach etablierten Methodiken durchgeführt. Für die bakteriologische Untersuchung wurden Haut- und Kiemenabstriche (via Transportmedien) direkt bei der Schlachtung an Ende der Versuchsreihen genommen. Hautschleim-Proben wurden von sechs Fischen pro Versuchsanordnung gesammelt, indem eine 10-15 cm<sup>2</sup> große Region hinter der Brustflosse mit sterilen Tupfern abgetupft wurde. Die Abstriche wurden für den Transport einzeln in Röhrchen gelagert, die Amies-Medium enthielten, und auf Eis aufbewahrt. Abstriche wurden im Laboratorium der Universität Rostock auf vier verschiedene Mediumplatten gestrichen; CNA-Agar, GSP-Agar, TCBS-Agar und TSA. Nach 48–72 h Inkubation bei Raumtemperatur wurden die Kolonien morphologisch beschrieben. Diejenigen Kolonien, die die definierenden Merkmale pathogener Bakterien aufwiesen, wurden auf einer Tryptic Soy Agar-Platte isoliert. Die Identifizierung der Stämme basierte auf der 16s-RNA-Gensequenzierung. Im Rahmen der dritten Versuchsreihe 2023 wurde zudem das vorkommende Bakteriom auf der Oberfläche der Fische mittels Abstrichen von Kiemen und Haut per Illumina Sequenzierung analysiert. Dazu wurde die DNA aus den Abstrichen mittels Qiagen-Blood and Tissue Kit nach angepasstem Protokoll des Herstellers extrahiert. Die weitere Prozessierung erfolgt im Moment in Kooperation mit dem Institut für Medizinische Mikrobiologie, Virologie und Hygiene der Universitätsmedizin Rostock.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Analyse der Versuchstiere auf Parasiten ergab zu allen analysierten Zeitpunkten, dass es von dieser Seite keinen negativen Einfluss auf die Versuche gab. Es wurden bei den im Kreislauf gehaltenen Salmoniden keine parasitischen Stadien detektiert.

Im ersten Versuchsdurchlauf (Projektjahr 1) konnten u. a. einzelne Kolonien der potentiell pathogenen Gattungen/Arten *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp., *Shewanella hafniensis* and *Shewanella* sp. nachgewiesen werden. Im zweiten Versuchsdurchgang wurden keine pathogenen Bakterientaxa isoliert. Die Ergebnisse der Mikrobiomanalysen mittels Illumina Sequenzierung liegen aktuell noch nicht vor (dritte Versuchsreihe, Projektjahr 2023).

# BioFiA: Mikroalgendiäten für *Salmo salar* – Verbindung von Produktqualität und Tierwohl

Joachim Molkent, Ute Ostermeyer, Irene Lautenschläger  
Max Rubner-Institut, Kiel, joachim.molkentin@mri.bund.de

## 1. Fragestellung

Das Tierwohl von Fischen ist ein wichtiger Aspekt in der Aquakultur. Studien zeigen, dass die Ernährung von Fischen einen signifikanten Einfluss auf ihr Wohlbefinden haben kann.<sup>1,2</sup> Insbesondere Omega-3-Fettsäuren<sup>3</sup> und Carotinoide<sup>4</sup> haben sich als wichtige Nährstoffe erwiesen, die den Gesundheitsstatus der Fische verbessern können. Diesbezüglich bieten sich Mikroalgen (MA) als alternative Futtermittelzusätze an, da sie reich an entsprechenden essenziellen Nährstoffen sind.<sup>5</sup> In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden 3 Fütterungsversuche (FV) mit juvenilem Atlantischem Lachs (*Salmo salar*) in RAS-Anlagen durchgeführt, die die Auswahl einer besonders geeigneten Mikroalgenart, die Ermittlung der optimalen Dosierung sowie deren finale Erprobung als Futtermittelkomponente an größeren Tieren zum Ziel hatten. Im Fokus des Gesamtprojekts standen dabei ein gesundes Wachstum sowie eine verbesserte Stressresistenz (nach experimenteller Induktion) der Fische.

Das hier präsentierte Teilprojekt zielte auf den damit einhergehenden Einfluss auf die Produktqualität des Lebensmittels Fisch ab, wobei die Analysen wertgebender Inhaltsstoffe wie Fettsäuren und Carotinoide sowohl über den potenziellen Transfer von Algeninhaltsstoffen aus dem Futter in das Fischfleisch, als auch über physiologisch bedingte Veränderungen der Fischzusammensetzung Aufschluss geben sollten.

## 2. Ergebnisse

Unter den fünf Futtermitteln in FV 1 (MA-Zusatz jeweils 8 %) hatte die Schizochytrium-Diät einen im Vergleich zu den anderen Diäten inkl. Kontrolle etwa vierfach erhöhten DHA-Gehalt (C22:6n3). Das führte nach 8 Wochen Fütterung zu einer annähernden Verdopplung (Faktor 1,9) von DHA im Muskelfett der Lachse (1,4-fache Zunahme gesamt n3-PUFA). Zwei Wochen nach anschließender Überführung in Salzwasser (12 ÷ 32 psu) wiesen alle Diät-Gruppen aufgrund eines Energiedefizits erniedrigte Fettgehalte im Filet auf. Dabei korrelierte der Fettverlust deutlich mit einer Zunahme des DHA-Gehalts im Fett (Retention).

Die Carotinoidmuster der Fische unterschieden sich zwischen allen MA-Diäten deutlich. Besonders hohe Carotinoidgehalte wurden bei Diäten mit Chlorella-Algen erzielt, deren Haupt-Carotinoid Lutein ist. Dabei war der Luteingehalt im Fischfilet bei Einsatz von Algen mit aufgeschlossenen Zellen im Vergleich zu Algen mit intakten Zellwänden etwa doppelt so hoch. Aufgrund der geringen Carotinoidlevels in der Alge unterschied sich der Carotinoidgehalt im Fischfilet nach Schizochytrium-Diät nicht signifikant von der Kontrollgruppe. Die Smoltifizierung hatte in allen Diätgruppen keinen signifikanten Einfluss auf die Carotinoidgehalte, wobei die Schwankungen zwischen einzelnen Tieren einer Gruppe bis zu 30 % betragen.

In FV 2 wurden den Diäten Schizochytrium und Chlorella in unterschiedlicher Dosis zugesetzt (2 % vs. 14 %). Nach 8-wöchiger Fütterung zeigten sich relevante Änderungen der Fettsäurezusammensetzung wiederum primär bezüglich DHA bei 14 % Schizochytrium-Zusatz. Diese Gruppe wies auch den höchsten Fettgehalt sowie die höchste Wachstumsrate auf. Der DHA-Gehalt im Muskelfett war hier jedoch trotz der erhöhten Dosierung vergleichbar zu FV 1 und gegenüber der Kontrolle ebenfalls nur etwa verdoppelt.

Die mit 14 % Chlorella-Zusatz gefütterten Fische besaßen ein deutlich gelb gefärbtes Filet. Sie enthielten ca. 6-mal so viel Lutein, wie die mit 2 % Chlorella gefütterten Lachse. Die Fütterung mit täglich 2 % oder einmal wöchentlich 14 % Chlorella-Zusatz führte zu vergleichbaren Luteingehalten im Fischfilet. Die Luteingehalte der mit Schizochytrium-haltigen Diäten gefütterten Fischen entsprachen wiederum den Gehalten der Kontrollgruppe.

Joachim Molquentin, Ute Ostermeyer, Irene Lautenschläger  
Max Rubner-Institut, Kiel, joachim.molquentin@mri.bund.de

### 3. Schlussfolgerung

- Schizochytrium kann DHA aus Fischöl ersetzen, bietet aber keinen Schutz vor Smoltifizierungs-Stress.
- Schizochytrium führt in hoher Dosierung zu höherem Wachstum und Fettgehalt, die DHA-Einlagerung im Muskelfett ist allerdings limitiert.
- Für eine Erhöhung des Luteingehalts im Filet ist insbesondere Chlorella (broken) gut geeignet, während Schizochytrium keinerlei Einfluss hat.
- Der Einfluss von Schizochytrium auf die Produktqualität bei Cortisol-induziertem Stress ist Gegenstand des dritten Fütterungsversuchs (laufende Auswertung).

1Huntingford F A, Adams C, Braithwaite V A, Kadri S, Pottinger T G, Sandøe P, Turnbull J F. J. Fish. Biol. 2006, 68, 332–372.

2Ciji A, Akhtar MS. Rev. Aquacult. 2021, 13, 2190-2247.

3Martinez-Rubio L, Morais S, Evensen Ø, Wadsworth S, Vecino JLG, Ruohonen K, Bell JG, Tocher DR. PLoS ONE 2012, 7(11), e40266.

4Yuan J-P, Peng J, Yin K, Wang J-H. Mol. Nutr. Food Res. 2011, 55, 150–165.

5Yaakob Z, Ali E, Zainal A, Mohamad M, Takriff MS. J. Biol. Res. 2014, 21, 6.

# Co-Kultursysteme zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz von landbasierten Aquakulturen im Rahmen des Hansenetzwerkes

Autor:innen Marten Handzuj, David Pioch  
Kontakt Daten des/der Erst-Autor:in:

Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik (IMTE),  
Abteilung Aquakultur und Aquatische Ressourcen, Arbeitsgruppe Experimentelle  
Aquakultursysteme.

Mönkhofer Weg 239a, 23562 Lübeck

Tel: +49 (0) 451-384448-623

Email: [marten.handzuj@imte.fraunhofer.de](mailto:marten.handzuj@imte.fraunhofer.de); [david.pioch@imte.fraunhofer.de](mailto:david.pioch@imte.fraunhofer.de)

## Problemstellung / Ziel:

Aquakultur ist eine der effizientesten Methoden, um tierisches Protein zu produzieren. Landbasierte Kreislaufanlagen sind dabei die umweltfreundlichste Option. Gleichzeitig ist auch in diesen das Nährstoffmanagement nicht unproblematisch und energieintensiv: Ein großer Teil der Nährstoffe im Fischfutter wird nicht in Biomasse umgesetzt und verbleibt im Haltungswasser. Partikuläre Nährstoffe (Faeces, Futterreste) müssen deswegen über Siebtrommelfilter oder andere Methoden abgetrennt werden und werden im Anschluss üblicherweise als Abfall entsorgt. Gelöste Nährstoffe (hauptsächlich Ammonium und Phosphat) akkumulieren im Wasser und können hier die Fischgesundheit beeinträchtigen. Ammonium wird in Biofiltern zwar in das unschädlichere Nitrat umgewandelt, dennoch müssen die gelösten Nährstoffe durch Wasserwechsel oder eine energieintensive Denitrifikation aus dem Wasser entfernt werden. Beide „Abfallströme“ bieten gleichzeitig das Potential als Futtermittel für niedrigtrophische Aquakulturorganismen zu dienen. Partikuläre Reststoffe können Detritivoren als Nahrungsquelle dienen und so wieder in Protein überführt werden. Im Wasser gelöstes Nitrat und Phosphat können nur über Photosynthese in Biomasse umgewandelt werden und sind die wichtigsten Nährstoffe, die Makroalgen zum Wachsen benötigen. Diese Potentiale wurden im Rahmen des Hansenetzwerkes am Fraunhofer IMTE getestet und evaluiert.

## Material und Methoden:

Es wurden verschiedene Kulturspezies identifiziert und am IMTE etabliert. Das Potential zum Einsatz in Co-Kulturen wurde über Wachstumsversuche evaluiert und Protokolle für den Einsatz in Aquakulturen und zur nachhaltigen Bestandserhaltung erstellt.

## Ergebnisse:

Die Seeringelwurm-Spezies *Alitta virens* und die Grünalge *Ulva* spp. wurden erfolgreich in landbasierter Co-Kultur mit europäischem Wolfsbarsch kultiviert. Die Wachstumsergebnisse sind vielversprechend. Für *Ulva* spp. ist eine nachhaltige Bestandssicherung möglich. Für *A. virens* konnte der Auslöser für die Reproduktion identifiziert werden. Es wurden (Re-/)Produktions- und Ernteprotokolle, sowie Verwertungsstrategien für beide Arten entwickelt.

## Eine DHA-reiche Mikroalge erobert die Futtermittelbranche – Superfood für Lachse?

Jonas Müller, Jannick Ehlers, Marie Wilkes, Thekla Schultheiss,  
Doret van Muliekom, Alexander Rebl, Tom Goldammer, Henrike Seibel,  
Carsten Schulz

Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Abteilung für Marine Aquakultur,  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; Kontakt: [jmueller@tierzucht.uni-kiel.de](mailto:jmueller@tierzucht.uni-kiel.de)

Mit der stetigen Expansion der Aquakultur steigen die Ansprüche an die verwendeten Futtermittel. Diese sollen nachhaltig und gesundheitsfördernd für die kultivierten Spezies sein. Dabei stehen vermehrt funktionale Inhaltsstoffe wie ungesättigte Fettsäuren oder Pigmente aus nachhaltigen Quellen im Fokus von Forschung und Entwicklung. Mikroalgen der Gattung Schizochytrium besitzen die besondere Fähigkeit große Mengen der mehrfach ungesättigten Fettsäure Docosahexaensäure (DHA) zu produzieren (~25% der Trockenmasse) und werden bereits erfolgreich als Fischölersatz im Fischfutter eingesetzt. Da DHA neben seinen essentiellen Funktionen in Zellmembranen und Nervenzellen auch gesundheitsfördernd im Hinblick auf verschiedene Erkrankungen wirkt, könnte die Verwendung als funktioneller Zusatz im Fischfutter vielversprechend sein, um den Gesundheitszustand von Fischen zu verbessern.

Dieser Fragestellung sind wir in einem achtwöchigen Fütterungsversuch nachgegangen und haben untersucht, ob die Anreicherung des Fischfutters mit Schizochytrium das Wachstum, die Gesundheit und Stressantwort von Atlantischen Lachsen verbessern kann. Hierfür haben Lachse in einem triplikaten Ansatz über acht Wochen zweimal täglich bei 1 % der täglichen Biomasse ein Kontrollfuttermittel ohne Zusatz der Mikroalge, ein Futter mit 2 % Zusatz von Schizochytrium oder ein Futter mit Zusatz von 14 % Schizochytrium erhalten. Nach Abschluss des Fütterungsversuches wurden alle Fütterungsgruppen einem akuten oxidativen Stress (Behandlung mit Peressigsäure, Wofa steril classic, Kesla Hygiene AG) ausgesetzt und nach 1 h und 18 h beprobt.

Es zeigte sich, dass eine Anreicherung des Futters mit Schizochytrium die Futtermittelverwertung, das Wachstum, sowie die Proteinretention der Lachse verbesserte, wobei ein Zusatz von 2 % diese leicht und ein Zusatz von 14 % diese hingegen signifikant verbesserte. Der Zusatz von 14 % Schizochytrium verringerte den Stress-bedingten Anstieg von Glukose im Blut und ein Zusatz von 2 % Schizochytrium hatte einen positiven Einfluss auf die oxidative Stressantwort, indem es den Anstieg der Katalase in der Leber nach Stress verringerte. Ferner induzierte die Fütterung von 2 % Schizochytrium die Aktivierung mehrerer Gene des angeborenen und erworbenen Immunsystems in der Kopfniere.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Schizochytrium erfolgreich als Zusatz im Futter für Atlantische Lachse zur Verbesserung des Wachstums, der Gesundheit und der Stressresilienz eingesetzt werden kann. Dies kann insbesondere unter intensiven Aufzuchtbedingungen eine Rolle spielen, in denen sich Stress nicht grundsätzlich vermeiden lässt.

Ansprechpartner: Timo Jensen (tjensen@oceanbasis.de)

Projektpartner: oceanBASIS GmbH

Entwicklung einer Pipeline für die in-vivo Prüfung mariner Kosmetikrohstoffe (Envivomar)  
Algenextrakte sind wertvolle Inhaltsstoffe in der kosmetischen Industrie. Ihre positive Wirkung auf das Hautbild wird dabei vielfach durch in-vitro Studien beschrieben, aber nur selten auch in Humanstudien belegt. Das Transferprojekt Envivomar zielt daher darauf ab, eine Pipeline für die in-vivo Prüfung von Algenextrakten an Probanden zu entwickeln sowie marktverfügbare und neue Algenextrakte in Humanstudien zu evaluieren. Darüber hinaus soll der Einfluss verschiedener Extraktionsverfahren auf die hautpflegenden Eigenschaften eines Extraktes überprüft werden, um die Entwicklung kosmetischer Extrakte zukünftig beschleunigen zu können.

# Etablierung eines innovativen und transnationalen Ansatzes zur Futtermittelproduktion zur Verringerung der Klimaauswirkungen des Aquakultursektors und der künftigen Lebensmittelversorgung

Stephanie Schönfelder, Daniel Pleissner, Janna Cropotova, Kristin Kvangarsnes, Sissel Albrektsen, Idan Chiyanzu, Keith Cowan, Hannington Odido, Sergiy Smetana  
Daniel Pleissner, Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU) e.V.,  
Papendorfer Weg 3, 14806 Bad Belzig, daniel.pleissner@ilu-ev.de

## Kurzdarstellung des Vorhabens

CLIMAQUA berücksichtigt ein innovatives Verfahren zur Umwandlung und Kreislaufführung von Aquakulturnebenströmen (Schlämme und Abwässer) in Algenbiomasse (*Galdieria sulphuraria*), welche in der Futtermittelproduktion für Aquakulturen Anwendung findet. In konventionellen Aquakulturen resultieren 50% der Treibhausgasemissionen (THG) aus der Futtermittelproduktion. Ziel des Vorhabens ist es, die THG-Emissionen durch die Berücksichtigung geographischer und standortspezifischer Eigenschaften (Temperatur, Sonnenscheindauer etc.) zu reduzieren und standortspezifische phototrophe oder heterotrophe *G. sulphuraria*-Kultivierungen für nahezu vollständig aufnehmbares Fischfutter zu etablieren. Ergebnisse haben gezeigt, dass die Nutzung komplexer Nebenströme aus Aquakulturen für die Kultivierung von Mikroalgen prinzipiell möglich ist. Herausfordernd ist jedoch die Durchführung unter nicht sterilen Bedingungen und das Vermeiden von Kontaminationen. Mit *G. sulphuraria* konnten diese Probleme umgegangen werden. Es muss jedoch weiter an der Vorbereitung der Substrate gearbeitet werden, um negative Effekte auf das Wachstum zu minimieren. Die gewonnenen Erkenntnisse zum Verfahren wurden für eine Produktion von Algenbiomasse im Technikumsmaßstab verwendet und die produzierte Biomasse in Fütterungsversuchen mit Fischen eingesetzt.

CLIMAQUA baut auf den Erkenntnissen der Aquakultur und Futtermittelproduktion auf und bezieht Partner aus Norwegen, Deutschland, Kenia und Südafrika ein, um die Anwendbarkeit zu erweitern, den Ansatz nicht auf ein bestimmtes geographisches Gebiet zu beschränken und die Klimaauswirkungen der Futtermittelproduktion in verschiedenen Klimazonen zu bewerten. Weiterhin soll das Feedback von Stakeholdern genutzt werden, um die Ressourceneffizienz und die Nährstoffqualität der produzierten Lebensmittel im Süden und Norden weiter zu verbessern und so die regionale Lebensmittelversorgung zu stärken.

CLIMAQUA wird über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Förderkennzeichen „2821ERA12C“ gefördert. Dieses Projekt wird mit Mitteln aus dem Horizont 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union (Vertrag Nr. GA 862555) kofinanziert. Die Arbeiten fanden im Rahmen des Cofund ERA-Nets „FOSC“ statt.

Ansprechpartner: Arne Georg, CAU zu Kiel, [ageorg@zoologie.uni-kiel.de](mailto:ageorg@zoologie.uni-kiel.de)

Das BaMS-Projekt FEMAK konzentriert sich auf die Forschung und Entwicklung einer Mikroalgenkulturanlage, die zur Nährstoffelimination und Sauerstoffanreicherung von Kläranlagenabflusswasser genutzt werden soll. Hierbei ist insbesondere von Interesse, inwiefern eine solche Anlage mit einer anschließenden Nutzung der entstehenden Wärme über Wärmepumpen dazu dienen kann, die Eutrophierung von stehenden Gewässern, besonders in den Sommermonaten, einzudämmen. Im Tagungsbeitrag werden sowohl Erfahrungen in der Nutzung der Algenanlage als auch Untersuchungen am Kleinen Plöner See dargestellt.

## HaFF: Schwimmende Gewächshäuser in Kiel – Teilprojekt Kieler Meeresfarm

Autor:innen: Dr. Tim Staufenberger, Kristina Hartwig, Nikolai Nissen

Kontakt Daten des/der Erst-Autor:in: Kieler Meeresfarm GmbH & Co. KG,  
Jaegerallee 15, 24159 Kiel; [info@kieler-meeresfarm.de](mailto:info@kieler-meeresfarm.de)

- Teilprojekt der Kieler Meeresfarm im Projekt HaFF: Halophyten und andere Makrophyten zur Filtration von nährstoffbelastetem Ab- und Oberflächenwasser in Freilandkultur
- Im Rahmen des HaFF-Projekts wurden schwimmende Gewächshäuser auf der Ostsee eingesetzt, um essbare salzliebende Pflanzen anzubauen. Die Anzucht erfolgte auf Strandanwurf. Queller und Strandaster zeigten das beste Wachstum unter den Gewächshausbedingungen.
- Angebaute Pflanzen:  
Der Anbau verschiedener Halophyten wie Meerkohl, Stranddreizack, Mönchsbart und Strandwermut wurde im Gewächshaus getestet.
- Nährstoffretention:  
Um keine Nährstoffe in die Ostsee einzuleiten, wurde ein geschlossenes Bewässerungssystem verwendet. Das für die Bewässerung genutzte Ostseewasser verblieb im System und nur die durch Verdunstung verlorene Wassermenge wurde durch frisches Ostseewasser ersetzt.
- Nährstoff Quelle:  
Aufgrund der anhaltenden Überdüngung der Ostsee wurden salzliebende Pflanzen ohne zusätzlichen Dünger angebaut. Strandanwurf wurde als natürliche Nährstoffquelle verwendet.

## HaFF: Kultivierung von Halophyten auf schwimmenden Pflanzeninseln: Plastikfreie Multitalente

Franziska Stoll, Svenja Karstens, Nardine Stybel

EUCC – Die Küsten Union Deutschland e.V., Friedrich-Barnewitz-Str. 3,  
18119 Rostock, [stoll@eucc-d.de](mailto:stoll@eucc-d.de)

Schwimmende Pflanzeninseln bieten vielfältige Ökosystemleistungen, wie die lokale Reduktion von Nährstoffen in eutrophierten Küstengewässern, die Abschwächung von Wellenenergie, die Bereitstellung geschützter Lebensräume, beispielsweise für die Wasserfauna innerhalb des Wurzelnetzes, die Erhöhung der Biodiversität und landschaftsästhetische Aufwertung in urban geprägten Küstenräumen.

Der Anbau von Heilpflanzen auf schwimmenden Inseln könnte zudem neue Einkommensmöglichkeiten in wirtschaftlich schwachen Regionen bieten. Im Rahmen des BMBF-Projekts BaMS HaFF werden Halophyten und Kräuter getestet, die die Produktpalette der Blauen Bioökonomie als Basis für hochwertige Produkte im Lebensmittel-, Naturmedizin- oder Kosmetikbereich erweitern können.

Schwimmende Pflanzeninseln wurden in inneren Küstengewässern in Mecklenburg Vorpommern (Born (Darss-Zingst-Bodden-Kette), IGA-Park Rostock) installiert und mit salztoleranten Pflanzen und Heilkräutern, u.a. Strandaster (*Tripolium pannonicum*), Strand-Dreizack (*Triglochin maritimum*), Strandwegerich (*Plantago maritima*), Löffelkraut (*Cochlearia officinalis*), Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*) und Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) bepflanzt. Die verwendeten Pflanzenarten sind nicht nur Überflutungstolerant, sondern besitzen zum Teil auch antioxidative und entzündungshemmende Eigenschaften. Um zu untersuchen, wie sie in nährstoffreichem Brackwasser gedeihen, wurden die Entwicklung der Pflanzenbiomasse und die Überlebensraten beobachtet. Da ein doppelter Verwendungszweck der Pflanzen angestrebt wird, nämlich lokaler Nährstoffentzug im Küstengewässer und Verwendung in der Naturmedizin, wurden neben den Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen in der Pflanzenbiomasse auch der Polyphenolgehalt und die antioxidative Kapazität als Indikatoren für eine gesundheitsfördernde Wirkung analysiert. Die Gestaltung der schwimmenden Pflanzeninseln in Küstengewässern muss robust sein. Wind, Wellen und zusätzliches Gewicht durch sessile Organismen wie Makroalgen oder Seepocken stellen eine Herausforderung für die Widerstandsfähigkeit und den Auftrieb der Konstruktion dar. Üblicherweise werden künstliche Polymere für den Auftrieb verwendet, z. B. HDPE-Rohre. Im Projekt BaMS HaFF wurden plastikfreie, biologisch abbaubare schwimmende Konstruktionen unter Verwendung von Thermoholz und Glasschotter entwickelt, um einen Lebensraum aus regionalen, nachhaltigen Materialien zu schaffen und einen Eintrag von Kunststoffpartikeln in die Gewässer zu vermeiden. Neben der Haltbarkeit und Schwimmfähigkeit der Konstruktion wurden im Projekt verschiedene Substratmatten die mit den Halophyten bepflanzt wurden, beispielsweise regional hergestellte Hanffaser- und Seegrasmatten, getestet.

# HaFF – Halophyten und andere Makrophyten zur Filtration von nährstoffbelastetem Ab- und Oberflächenwasser in Freilandkultur

Projektpartner IMTE: Nährstoff-Monitoring und Entwicklung von  
Lebensmittelprodukten aus Halophyten

Julia Gisder, Robert Grosser, Johannes Bialon

Dr. rer. nat. Johannes Bialon

Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte  
Medizintechnik IMTE

Arbeitsgruppe Experimentelle Aquakultursysteme

johannes.bialon@imte.fraunhofer.de

## 4. Nährstoff-Monitoring

Die Kultivierung der Halophyten an den verschiedenen Standorten Born (Schwimminseln im Saaler Bodden), Kiel (Gewächshäuser auf der Kieler Meeresfarm) und Strande (Pflanzenkläranlage auf der Garnelenfarm) wurde durch ein Nährstoff-Monitoring begleitet. Es wurden die Gehalte an gelösten Nährstoffen im Wasser mittels photometrischer Methoden gemessen. Der Fokus lag auf gelösten Stickstoff-Verbindungen und Phosphat. In den Gewächshäusern und der Pflanzenkläranlage konnte eine Reduktion der Nährstoffgehalte im Wasser durch die Kultivierung von Halophyten gemessen werden. Weiterhin wurde Pflanzenmaterial der kultivierten Halophyten auf die elementare Zusammensetzung untersucht, um abschätzen zu können, wie viele Nährstoffe durch ihre Kultivierung aus dem Wasser entfernt wurden.

## 5. Entwicklung von Lebensmittelprodukten aus Halophyten

### 5.1. Antioxidative Analysen von Halophyten

Halophyten zeigen hohe antioxidative Kapazitäten. Man geht davon aus, dass durch hohe Salzkonzentration ausgelöster Stress zur Erhöhung von biologisch aktiven Komponenten wie Polyphenolen führt, welche antioxidativ wirken. Daher wurden die antioxidativen Kapazitäten einiger heimischer Halophyten durch ein FRAP-Assay analysiert und verglichen.

### 5.2. Produktentwicklung

Die Nutzung von salztoleranten Pflanzen wie Halophyten gewinnt im Landwirtschafts- und Ernährungssektor eine immer größere Bedeutung. Aufgrund der hohen enthaltenden Menge und Vielfalt an sekundären Metaboliten, wie Polyphenolen, eignen sich Halophyten sehr gut als Zutat in Lebensmitteln. Daher wurden die Pflanzen Dreizack (*Triglochin maritima*), Strandaster (*Triplolium pannonicum*) und Queller (*Salicornia europea* agg.) in schmackhaften grünen Smoothies verarbeiten und sensorisch von 26 Teilnehmer\*innen evaluiert.

Martina Mühl  
Coastal Research & Management  
Tiessenkai 12  
24159 Kiel  
martina.muehl@crm-online.de

Landgestützte Aquakulturanlagen mit marinen Arten sind durch die technisch aufwendige Abwasserreinigung sehr kostenintensiv. Der Betrieb von geschlossenen Aquakulturanlagen mit Meerwasser oder salzhaltigem Grundwasser setzt die effiziente Reinigung der entstehenden Abwässer voraus. Allerdings kann Salzwasser in größeren Mengen zu Funktionsstörungen bei herkömmlichen Kläranlagen führen, so dass bislang eine Abwasserbehandlung nur in Großklärwerken möglich ist. Im Projekt BaMS-HaFF wurde eine zusätzliche Reinigungsstufe für vorgeklärte (d.h. partikelfreie) salzhaltige Abwässer auf Basis einer Pflanzenkläranlage entwickelt, welche die gelösten Nährstoffe und Salze, die sonst ungenutzt verloren gehen, in wertvolle Pflanzenbiomasse umwandelt. Dabei wurden nationale und internationale Standards zu Planung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen und zur Reinigung von Abwässern aus der Aquakultur berücksichtigt. Die Pilotanlage wurde im April 2021 in Kiel Bülk, Schleswig-Holstein, errichtet und wird mit dem Prozesswasser der Garnelenfarm Oceanloop beschickt. Sie besteht aus zwei Vertikalfiltern und einem Horizontalfilter, die mit autochthonen Halophyten-Arten der Ostseeküste bepflanzt wurden. Die Produktion von Halophyten, die als innovative Lebensmittel die Produktpalette von Aquakulturbetrieben erweitern können, ist Bestandteil des Konzepts.

1. Betrieb der Anlage: Die Anlage besteht aus zwei parallel beschickten Vertikalfiltern und einem Horizontalfilter. Für die beiden Vertikalfilter von je 20 m<sup>2</sup> Fläche wird ein unterschiedlicher Betriebsansatz erprobt. Vertikalfilter 1 wird künstlich belüftet (gem. DWA A 262), ist mit grobem Kies (8-12 mm) gefüllt und wird mit 5.460 l/d beschickt, Vertikalfilter 2 enthält Sand (bis 3 mm), ist natürlich belüftet und wird mit 1.420 l/d beschickt. Die Leistungsfähigkeit der beiden unterschiedlichen Betriebsansätze in Bezug auf die Nährstoffreduktion wird verglichen. Der Horizontalfilter hat eine Fläche von 30 m<sup>2</sup>, ist wie Vertikalfilter 1 mit Kies gefüllt und kann künstlich belüftet werden. Er wird im natürlichen Gefälle mit dem vermischten Ablauf der beiden Vertikalfilter beschickt.

2. Halophyten-Arten: Es wurden in den Jahren 2021 und 2022 in mehreren Phasen insgesamt 1810 Setzlinge von 20 verschiedenen Pflanzenarten der Ostseeküste Schleswig-Holsteins gepflanzt. Die Setzlinge wurden zuvor aus Saatgut herangezogen. Von den verwendeten Arten haben sich Strandaster (*Tripolium pannonicum*), Stranddreizack (*Triglochin maritima*) und Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) als diejenigen mit der höchsten Produktivität und Resilienz gegenüber widrigen Umwelteinflüssen gezeigt.

Martina Mühl  
Coastal Research & Management  
Tiessenkai 12  
24159 Kiel  
martina.muehl@crm-online.de

3. Reinigungsleistung: Die Reinigungsleistung der Anlage wurde wöchentlich überwacht mit Schwerpunkt auf gelösten Stickstoffverbindungen und gelöstem Phosphat. Im Ablaufwasser der Anlage blieb die Konzentration von Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) überwiegend unter 10 mg/L Gesamt-N. Die Konzentration von gelöstem Phosphat lag im Jahresgang regelmäßig unter 2 mg/L.
4. Produktivität der Anlage und Verwertung der Biomasse: Die größte Produktivität im Hinblick auf Biomasseproduktion zeigen die beiden Vertikalfilter, die direkt mit Prozesswasser beschickt werden. Im Horizontalfilter, der mit dem vorgereinigten Wasser beschickt wird, ist die Produktivität geringer. Insgesamt liegt der Ertrag bei einmaliger Ernte zwischen 13 und 20 kg/m<sup>2</sup> in den Vertikalfiltern und bei ca. 5 kg/m<sup>2</sup> im Horizontalfilter. Zwei der in der Anlage in größeren Mengen kultivierten Halophyten-Arten, Strandaster und Stranddreizack, könnten als Lebensmittel verwendet werden. Dafür wurden erste Verwertungskonzepte erarbeitet.

## It is getting salty – salinity change alters the stress and immune response of Atlantic salmon fed with functional microalgae diets

Doret R. van Muliekom & Jonas Müller, Jacqueline Lindemeyer, Thekla Schultheiss, Edmund Maser, Henrike Seibel, Alexander Rebl, Carsten Schulz, Tom Goldammer  
Forschungsinstitut für Nutztierbiologie, Institut für Genombiologie, Abteilung Fischgenetik, Dummerstorf, [muilekom@fhn-dummerstorf.de](mailto:muilekom@fhn-dummerstorf.de)

Proper animal health and welfare are required for high-quality farmed fish products. Although farming of Atlantic salmon (*Salmo salar*) has increased enormously over the past 30 years, further growth of the industry is hampered by unpredictable disease outbreaks and high losses following seawater transfer. Hence, preventative measures are urgently needed to improve the general health and resilience of farmed Atlantic salmon. Functional feed ingredients with immune-stimulating properties such as microalgae may be useful. In this study, the effect of salinity change on Atlantic salmon stress and immune response is investigated and, the mitigation potential of microalgae diets on environmental stress effects in the fish is assessed. To this end, groups of Atlantic salmon were fed different microalgae-supplemented diets and held in brackish water. After 8 weeks, the fish were challenged with seawater transfer, and fed for two more weeks their corresponding diet. Different immune organs were sampled and analyzed by measuring the expression of immune-related genes and stress indicators in blood samples were assessed.

The fish's appetite was severely reduced by seawater transfer and was not restored two weeks later. However, the fish had full osmoregulatory capacity. Further, a distinctive immune- and stress response was observed in the fish's head kidney and gills after transfer to seawater from brackish water. Interestingly, both immune organs demonstrated a reduction in genes associated with antiviral immunity two weeks after seawater exposure. The mitigation potential of microalgae on seawater transfer effects on fish was only minor. Following 2 weeks in seawater, fish fed *Chlorella* (broken cell wall) and *Schizochytrium* had an increased hepatosomatic index, suggesting improved energy reserves. Additionally, fish fed *Chlorella* (intact cell wall) and *Tetraselmis* had increased *sod1* protein concentrations, possibly resulting in better oxidative function. It was found, however, that fish fed with *Athrospira* expressed several immune-related genes (*clra*, *clql2*, *camp*) at reduced levels. Overall, microalgae appear to have partial mitigation potential, but less beneficial effects have also been observed, although neither are major.

## KCVB: Nachhaltige Kultivierung und Ernte eines cyanobakteriellen Produktionsstamms für die Cyanophycin-Produktion

Ansprechpartner: Björn Watzer, one.five (bjoern@one-five.com)

Dieses Forschungsprojekt befasst sich mit der Entwicklung eines nachhaltigen Ansatzes für die Cyanophycin (CPH) Produktion. Dies umfasst die Kultivierung und Ernte eines genetisch modifizierten Produktionsstammes. Ziel ist es, Effizienz, Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz der CPH Produktion zu steigern. CPH ist hierbei von besonderem Interesse, da es sich potenziell als antimikrobieller Wirkstoff einsetzen lässt.

Im ersten Teil des Projektes lag der Fokus auf der Kultivierung und Ernte. Wir konnten einen neuartigen Bioprozess entwickeln, der eine CPH Produktion von bis zu 48% relativ zur Zelltrockenmasse ermöglichte. Zusätzlich testeten wir mehrere Methoden, um etwaige Kontaminationen in unserem Verfahren besser kontrollieren zu können. Umfassende Auswertungen ergaben, dass eine strikte Kontrolle und Adjustierung des pH-Werts nicht nur die beste Methode darstellt, sondern auch am kostengünstigsten ist.

Ursprünglich stellte die Biomasse-Ernte eine Herausforderung dar, da wir in unseren Anlagen keine Zentrifugen haben, welche die nötigen Kapazitäten aufweisen. Daher erschlossen wir die Flokkulation als praktikable Alternative. Während die Verwendung von Al<sup>3+</sup>-Ionen sehr effizient funktionierte, beobachteten wir dennoch negative Interferenzen bei der Weiterverarbeitung der Biomasse. Aufgrund dessen und wegen der geringen Nachhaltigkeit erprobten wir auch andere Flokkulations-Methoden. Eine alternative, nicht auf Aluminium basierte, Ernte-Methode konnte bereits mit Erfolg erprobt werden und befindet sich aktuell in der Optimierung.

Mithilfe einer intern entwickelten Software, die techno-ökonomische Analysen (TEA) vornimmt, können wir die wirtschaftliche Machbarkeit des Prozesses zu jedem Zeitpunkt evaluieren. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass der modellierte Preis für CPH unter anderen kommerziell erhältlichen antimikrobiellen Substanzen liegt.

In den letzten 8 Monaten konnten wir einen bedeutenden Sprung von TRL 2 zu TRL 5 realisieren, was einen erheblichen Fortschritt darstellt. Durch umfangreiche Forschung und Experimente wurde außerdem eine Fülle relevanter Daten generiert, die eine solide Grundlage für den Übergang zu noch höheren TRL-Niveaus bieten.

# LaMuOpt: Algen, Muscheln und die nachhaltige Nutzung als Fischfutter und Lebensmittel

Autor:innen (Vor- und Nachname), Elke Böhme, Julia K. Gisder, Robert Grosser, Paula Henkemeyer, Thilo Kock, Michael Schlachter, Kai Thiemann, Carsten Schulz

Elke Böhme (Elke.boehme@imte.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE

Im Rahmen des Projekts wurde die Nutzung von Beiprodukten der Algen- und Muschelzucht zur Steigerung der Effizienz von Aquakulturanlagen untersucht.

Bereitstellung der Biomasse: Verschiedene Chargen von Muscheln wurden betrachtet und mittels unterschiedlicher Verfahren zu Muschelmehl verarbeitet.

Optimierung von kreislaufbasierter Fischzucht: Als Fischfutter wurden verschiedene Muschelmehl getestet und ihre Eignung bewertet.

Einsatz als Lebensmittelrohstoff: Prototypen von Algenpesto und Muschel-Brottaufstrich wurden entwickelt. Durch die Nutzung dieser Beiprodukte tragen wir zur nachhaltigen Nutzung der Ressourcen bei und wirken der Eutrophierung der Meere entgegen. Gleichzeitig steigern wir die Effizienz der Aquakulturproduktion und ermöglichen die Verwertung von Nebenprodukten zu wertvollen Lebensmittelrohstoffen.

Autoren: Thilo Kock, Carsten Schulz Kai Thiemann, Carsten Schulz

Thilo Kock (thilo.kock@imte.fraunhofer.de)

Im Rahmen des Projekts sollten Reststoffe und Beiprodukte der Muschel- und Makroalgenzucht durch neue Verwendungszwecke in der Humanernährung und Aquakultur ganzheitlich genutzt werden, um hierdurch die Farmen ökonomischer und nachhaltiger zu gestalten.

Die CAU Kiel befasste sich hierbei vor allem mit dem Potential von Algentrestern für den Einsatz in Kreislaufanlagen angepasstem Fischfutter, um funktionelle Komponenten in kommerzielle Futtermittel zu integrieren.

In enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden in mehreren Fütterungsversuchen verschiedene Algentrester auf ihre allgemeine nutritive und die funktionelle Qualität hin untersucht. Dabei konnte mit dem komplexen Kohlenhydrat Fucoïdan ein funktioneller Inhaltsstoff identifiziert werden, der aufgrund von diversen bioaktiven Eigenschaften von besonderem Interesse für die Ernährung von Fischen ist. Da in einem weiteren Nebenstromprodukt der Makroalgenverwertung ein im Vergleich zu den Trestern stark erhöhter Gehalt an Fucoïdan nachgewiesen werden konnte, wurde dieses anschließend in den Fokus des Projektes gerückt. Hierbei konnten vielversprechende Ergebnisse erzielt werden, die das bekannte Potential von funktionellen Inhaltsstoffen aus Makroalgen für die Aquakultur weiter unterstreichen konnten.

Durch die Verwendung dieser bislang noch ungenutzten Ressourcen können wir dazu beitragen die Effizienz von Zuchtanlagen zu steigern und Stoffkreisläufe im Rahmen der Idee der Blauen Bioökonomie weiter zu schließen.

# LandLessFood-blue: Mikroalgen als wichtige Komponente der Ernährungssicherheit im Jahr 2100

Wibke Hußmann, Marius Tölle, Anja Kuenz  
Thünen-Institut für Agrartechnologie  
Bundesallee 47, 38116 Braunschweig, Deutschland  
wibke.hussmann@thuenen.de, +49 531 596-4219

## Problemstellung

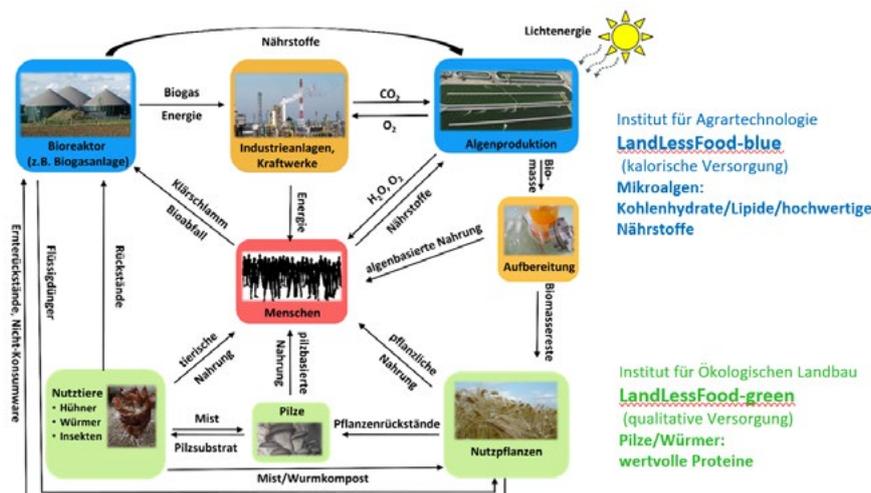
Um die Ernährung der Weltbevölkerung auch im Jahr 2100 sicherstellen zu können, müssen sich die globale Landwirtschaft und die gesamte Wertschöpfungskette bei Lebensmitteln grundlegend verändern. Das Bevölkerungswachstum führt zu einem Anstieg der Weltbevölkerung auf ca. 11,2 Milliarden Menschen im Jahr 2100 [1]. Vor allem in Afrika, wie z.B. in Nigeria, wird eine Vervierfachung der Bevölkerungszahl erwartet [2]. Demgegenüber verringert sich die Fläche an nutzbarem Ackerland kontinuierlich, verursacht durch Faktoren wie Klimawandel, Umweltverschmutzung, Abnahme der Bodenfruchtbarkeit und Landnutzungsänderungen, so dass die Ernährungssicherheit der Menschen in Gefahr ist [1;2].

Um die Ernährung der Weltbevölkerung auch im Jahr 2100 sicherstellen zu können, müssen sich die globale Landwirtschaft und die gesamte Wertschöpfungskette bei Lebensmitteln grundlegend verändern. Das Bevölkerungswachstum führt zu einem Anstieg der Weltbevölkerung auf ca. 11,2 Milliarden Menschen im Jahr 2100 [1], vor allem in Afrika, wie z.B. in Nigeria, wird eine Vervierfachung der Bevölkerungszahl erwartet [2].

## 1. Lösungsansatz: das LandLessFood-Modell

Aus diesem Grund wurde ein kohärentes Kreislaufmodell für eine nachhaltige Lebensmittelkette, das „LandLessFood“-Modell, entwickelt und beschrieben (siehe Abbildung 1) [1-4]. Dieses stellt ein nachhaltiges, zirkuläres landwirtschaftliches System zur Produktion von Nahrungsmitteln als Kombination von landgebundener und landloser Lebensmittelproduktion dar. Die landlose Produktion von Nahrungsmitteln, die auch auf der Nutzung von Abfallströmen und Nährstoffrecycling basiert, ist dabei eine tragende Säule dieses Modells. In dem Teilprojekt „LandLessFood-blue“ wird das Potenzial von Bioreaktoren, vor allem von Mikroalgen, als eine Komponente dieses Systems untersucht, welche vor allem den Bedarf des kalorischen Teils der Ernährung, wie zum Beispiel Kohlenhydrate und Lipide, decken soll.

Abbildung 1: LandLessFood-Modell nach Rahmann et al [1-4]



# LandLessFood-blue: Mikroalgen als wichtige Komponente der Ernährungssicherheit im Jahr 2100

Wibke Hußmann, Marius Tölle, Anja Kuenz  
Thünen-Institut für Agrartechnologie  
Bundesallee 47, 38116 Braunschweig, Deutschland  
wibke.hussmann@thuenen.de, +49 531 596-4219

## 2. Mikroalgen innerhalb des LandLessFood-blue Projektes

Um Mikroalgen innerhalb des LandLessFood-Projektes effektiv in klimatisch heißen Regionen wie Afrika nutzen zu können, sollten sie in offenen Behältnissen (open ponds) in offshore- Bereichen auf dem Meer kultiviert werden sowie regionale Abfallströme als alleinige Nährstoffquelle nutzen können. Dazu sollten sie folgende Eigenschaften erfüllen:

- Salzwassertoleranz
- Kohlenhydrat-/Lipidproduktion zur kalorischen Nahrungsmittelversorgung
- Sehr gutes und robustes Wachstum auch bei schwankenden Umweltbedingungen
- Wachstum auf Abfallströmen als einzige Nährstoffquelle
- Eignung als Nahrungsmittel

Die für die Mikroalgenkultivierung benutzten Abfallströme wurden nach den folgenden Kriterien gewählt:

- dezentrale Produktion innerhalb des zirkulären landwirtschaftlichen Systems von LandLessFood
- Schadstoffarmut
- permanente, nicht-saisonabhängige Verfügbarkeit

## 3. Vorgehen

Zunächst wurde innerhalb der Literatur nach geeigneten Mikroalgen mit möglichst vielen der gewünschten Eigenschaften gesucht. Diese Mikroalgen wurden dann auf Multiwell-Platten und in kleinen Schüttelkolben bezüglich ihres Wachstums auf gewählten Abfallsubstraten getestet. Das hierbei beste Abfallsubstrat und die besten Mikroalgen wurden dann in größerem Maßstab im Schüttelkolben genauer auf die folgenden Punkte untersucht:

- Biomassewachstum / Wachstumskurven
- Kohlenhydrat/Lipidproduktion pro Biotrockenmasse % [w/w]
- Mehrfacheinsatz

Die dabei beste Mikroalge wird danach entsprechend optimiert.

## 4. Literaturangaben

[1] Rahmann G, Grimm D, Kuenz A, Hessel E (2020) Combining land-based organic and landless food production: a concept for a circular and sustainable food chain for Africa in 2100. *Organic Agric* 10:9-21.

[2] Rahmann, G. et al., Ernährungssicherung für Afrika im Jahr 2100, Project brief Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Thünen-Institut für Agrartechnologie, 2020 20

[3] Rahmann G, Azim K, Brányiková I, Chander M, David W, Erisman JW, Grimm D, Hammermeister A, Ji L, Kuenz A, Løes A-K, Wan-Mohtar WAAQI, Neuhoff D, Niassy S, Olowe V, Schoeber M, Shade J, Ullmann J, van Huis A (2021) Innovative, sustainable, and circular agricultural systems for the future. *Org. Agr.* 11, 179-185.

[4] Rahmann G, Hessel E, Grimm D, Kuenz A (2020) Schlussbericht zum Vorhaben „LandLessFood – Konzeptentwicklung zur Forschung für eine nachhaltige und zirkuläre Ernährung der Welt im Jahr 2100“, Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2018 bis 30.09.2020. Trenthorst/ Braunschweig: Thünen-Institut, 32 p.

## NEW MICROALGAE MEDIA FORMULATED WITH COMPLETELY RECYCLED PHOSPHORUS ORIGINATING FROM AGRICULTURAL SIDESTREAMS

Albert S. Beyer<sup>1</sup>, Jasmin Meier<sup>1</sup>, Marina Jiménez-Muñoz<sup>2</sup>, Raphael Meixner<sup>2</sup>,  
Stephan S.W. Endel, Abdelfatah Abomohra<sup>1,3</sup>, Joachim Henjes<sup>1</sup>  
1 Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung,  
Bremerhaven, Germany  
2 Core Facility Statistical Consulting, Helmholtz Zentrum München.  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg, Germany.  
3 Aquatic Ecophysiology and Phycology, Institute of Plant Science and  
Microbiology, University of Hamburg, 22609 Hamburg, Germany

E-Mail: [albert.beyer@awi.de](mailto:albert.beyer@awi.de)

This study investigated the impact of struvite as a sustainable phosphorus source on the growth and phycocyanin production by *Arthrospira platensis*. Three modified growth media were compared to the typical SAG-spirul culture media. CS(+) refers to the completely recycled struvite from bovine urine as a phosphate source, while S(-) and S(+) refer to commercially available struvite as a phosphate source. On media with (+), a pre-treatment was conducted to evaporate NH<sub>4</sub>, as it negatively affects cell growth and functions of the photosynthetic apparatus at high concentrations, and to release phosphate due to the low solubility of struvite in water. For each medium, three cultures were cultivated in Erlenmeyer flasks for a duration of 42 days. Results showed that no statistically significant negative effect of struvite was found on the growth rates. However, C-phycocyanin (CPC-P) in CS(+) and S(+) was significantly higher compared to CPC-P in untreated growth media. In the present study, it is hypothesized that low concentrations of NH<sub>3</sub>, remaining after the pre-treatment of struvite, could have a positive impact on phycocyanin accumulation, as an energy efficient and quick nitrogen source for *A. platensis*.

Keywords: *Arthrospira platensis*; Bovine urine; Struvite; Sustainability; Zero-waste.

# ÖkoPro – Untersuchungen zur Nutzung von Mikroalgen aus Kultivierung in Biogasanlagen-Oberflächenwasser für Hautpflegeprodukte

Sven Petersen (sven.petersen@crm-online.de)  
oceanBASIS GmbH, Tiessenkai 12, 24159 Kiel

## 1. Hintergrund

Auf Biogasanlagen fällt nährstoffreiches Oberflächenwasser an, das nicht in die Umwelt eingeleitet werden darf. Im Projekt wird das Oberflächenwasser zur Kultivierung von Mikroalgen in einem Algenreaktor genutzt. Mikroalgen Inhaltsstoffe haben vielfältige positive Wirkungen auf die Hautgesundheit. Bei oceanBASIS werden Aufbereitungs- und Nutzungsmöglichkeiten der erzeugten Mikroalgen Biomasse für Hautpflegeprodukte entwickelt.

## 2. Zellaufschluss und Extraktion

Mikroalgen der Gattung Scenedesmus dominierten im Algenreaktor bei Kultivierung mit Oberflächenwasser. Mechanische Zellaufschlussverfahren, die bei verschiedenen getesteten Mikroalgen-Arten für den Zellaufschluss ausreichen, zeigten bei Scenedesmus aufgrund der widerstandsfähigen Zellwand keine zufriedenstellende Wirkung. Daher wurden zusätzliche Schritte zur enzymatischen Lyse der Zellwand sowie Aufschluss mittels High Voltage Electrical Discharge (INP Greifswald) durchgeführt. Die Erfolgskontrolle erfolgte mikroskopisch, sowie nach Abzentrifugation ungelösten Materials über Absorptionsspektren und Leitfähigkeitsmessungen. Zur Gewährleistung der Haltbarkeit ohne zusätzliche Konservierungsstoffe wurden die Extrakte mit Hefen fermentiert.

## 3. Produktentwicklung

Herstellungsmethoden für hydrokolloide Folien zur Verwendung als 'Cosmetic Patches', aus denen Algenwirkstoffe lokal über einen längeren Zeitraum in einer feuchten Hautumgebung freigesetzt werden, wurden entwickelt. Das Polysaccharid Alginat aus Braunalgen wurde dazu zusammen mit Mikroalgen Extrakten mittels Gußtechniken sowie elektrophoretischer Disposition verarbeitet. Die Löslichkeit der Folien wurde im Entwicklungsprozess durch Crosslinking über Ca-Ionen optimiert, die hydrokolloiden Eigenschaften zusätzlich über den Glycerinanteil. In den Patches bildet das Alginat eine Matrix als Reservoir für die aktiven Mikroalgen-Wirkstoffe, die bei feuchtem Hautkontakt allmählich freigesetzt werden. Ergänzend und zum Vergleich wurden auf Basis der Mikroalgenextrakte Hautgel Rezepturen mit unterschiedlichen Extraktanteilen entwickelt. Der für die gewünschten organoleptischen Produkteigenschaften geeignete Extraktanteil lag bei 10%. Nach EU-Kosmetikverordnung ist vor Produkt-Markteinführung eine Sicherheitsbewertung erforderlich. Verunreinigungen verwendeter Rohstoffe dürfen nur in gesundheitlich unbedenklichen Mengen und soweit technisch unvermeidbar enthalten sein. Die auf Biogasanlagen Oberflächenwasser kultivierte Mikroalgen Biomasse wurde daher im Projekt toxikologisch mit Mikroalgen Handelsware verglichen, mit dem Ergebnis, dass vor einer möglichen Verwendung in Hautpflegeprodukten Anpassungen im Kultivierungs- und Ernteprozess der Algen getestet werden, um

## ÖkoPro: Wasserreinigung durch Algenkultivierung: Analytischer und toxikologischer Nachweis der Reduktion von toxischen Substanzen

Thekla Schultheiß, Anna Meurer, Opayi Mudimu, Rüdiger Schulz,  
Edmund Maser

Ansprechpartnerin: Thekla Schultheiß, Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, UKSH Kiel, [schultheiss@toxi.uni-kiel.de](mailto:schultheiss@toxi.uni-kiel.de)

Auf Biogasanlagen sind große Flächen versiegelt (Silo- und Fahrflächen), auf welchen u.a. durch Niederschlag Wasser anfällt. Dieses organisch hoch belastete Oberflächenwasser muss umweltgerecht entsorgt werden. Wird das belastete Wasser gesammelt, entstehen Kosten für die Lagerung und letztlich für die Ausbringung. Abhilfe kann die Nutzung dieser Nährstoffe und Spurenelemente im Oberflächenwasser durch die Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Mikroalgenbiomasse schaffen. Zusätzlich kann der Einsatz von Algen und Cyanobakterien-Klärmethode, die Wasserqualität verbessern. Um dieses Potential zu erfassen wurde der Reinigungseffekt durch die Algenkultivierung anhand ausgewählter Schadstoffe analytisch nachgewiesen und quantifiziert. Die Untersuchungen zeigen, dass durch die Kultivierung primär Schwermetalle sowie organische Kontaminanten wie Polychlorierte Biphenyle aus dem Wasser gereinigt werden können. Zusätzlich wurde versucht den Reinigungseffekt toxikologisch zu belegen. So können analytisch einzelne Substanzen quantitativ nachgewiesen und toxikologisch bewertet werden, wodurch aber nur sehr bedingt auf mögliche toxikologische Effekte des simultanen Vorhandenseins unterschiedlicher Substanzen geschlossen werden kann. Aus toxikologischer Perspektive ist eine wissenschaftlich fundierte Risikobewertung für Mischexpositionen immer noch sehr schwierig und komplex. Zur Erfassung des mutagenen Potentials des Oberflächenwassers und dessen Reduktion durch eine Algenkultivierung wurde die Anwendung des Ames-Tests als Wasserqualitätsparameter erprobt.

Sascha Hermus, Eberhard Schulte-Siering, Martin Ecke, Sven Petersen, Svenja Starke, Thekla Schultheiß, Christian Mudimu

Projektleitung: Sascha Hermus, Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V., Kompaniestraße 1, 49757 Werlte, Deutschland  
hermus@3-n.info

Das Projekt ÖkoPro zielt auf die Etablierung nachhaltiger Prozessketten zur Nutzung von landwirtschaftlichen und natürlichen Reststoffen (Hier: Oberflächenwasser) unter Einbindung von Algen/Cyanobakterien in Norddeutschland ab. Durch die enge Vernetzung von Produzenten und Anwendern sollen, unterstützt durch Experten aus der anwendungsorientierten Forschung, neue Wertschöpfungspfade in der Landwirtschaft unter Ausnutzung der Wirkweise einer Kreislaufwirtschaft etabliert werden. Ziel ist es, im Verbund mit Biogasanlagen und bestehenden betrieblichen Produktionsprozessen verschiedene Nutzungsmöglichkeiten von Algen in der nachhaltigen Landwirtschaft zu etablieren, die sich durch Ihre Praxistauglichkeit, einfache Umsetzbarkeit und eine gute Ökobilanz auszeichnen.

Ausgewählte Erkenntnisse sind wie folgt:

- Durch Evaluieren der quantitativen und qualitativen Parameter des Oberflächenwassers durch 3N konnten sehr deutlich die starken Varianzen zwischen den Wässern von Biogasanlagen, aber auch im zeitlichen Verlauf der Beprobung gezeigt werden
- Es wurde eine gute Reinigungsleistung von Oberflächenwasser durch Algenbiomasse auf der Biogasanlage der B.E.S. unter Ausnutzung der vorhandenen Nährstoffe, Strom, CO<sub>2</sub> und Wärme gezeigt. Die Toxikologie konnte zeigen, dass sowohl Wasser (vor Kultivierung) wie auch Algen (nach Kultivierung) keine Grenzwerte überschreiten.
- Der Prototypen-Photobioreaktor (GICON) zeigt eine stabile Algenbiozönose, die durch den Partner GICON etabliert wurde und in der Praxis eine gut sedimentierende Eigenschaft besitzt
- Die Partner microganic und oceanBASIS haben erste Erkenntnisse über die Prüfung der Verwertung dieser Biomasse/der extrahierten Wertstoffe in bestehenden Absatzkanälen (Kosmetik und Pet-Food) gewonnen

# OnAsta: Online-Messsystem zur Bestimmung der Astaxanthinbildungsrate in Mikroalgenkulturen

Isabelle Kunert, Stefan Hindersin, Sven Königsmann  
kunert@sea-sun-tech.com , Sea & Sun Technology GmbH

## BaMS Projekt OnAsta

### 1. Hintergrund

Das Carotinoid Astaxanthin ist das stärkste natürlich vorkommende Antioxidans. Neben der Anwendung als Nahrungsergänzungsmittel wird Astaxanthin zunehmend im Gesundheitssektor und der Kosmetikindustrie eingesetzt. Die Produktion erfolgt bei Sea & Sun Technology GmbH (SST) in gläsernen Photobioreaktoren (PBR) mithilfe der Mikroalge *Haematococcus pluvialis* (HP) in zwei Phasen: Zunächst wird unter optimalen Bedingungen grüne Mikroalgenbiomasse hergestellt (grüne Phase). Nach Einleitung der Stressbedingungen (z. B. hohe Lichtintensität, Nährstoffmangel) produziert HP als Teil seiner Stressantwort das rote Astaxanthin (rote Phase). Während der roten Phase ist es wichtig, den Astaxanthingehalt regelmäßig zu überprüfen. Derzeit erfolgt diese Bestimmung nasschemisch im Labor, wodurch sie zeit- und kostenintensiv ist. Daher wird innerhalb dieses Projekts ein Lichtsensor entwickelt, der in Echtzeit die Astaxanthinbildungsrate der HP-Kulturen direkt am PBR überwacht.

### 2. Projektfortschritt

2.1. Entwicklung eines Lichtsensors für Photobioreaktoren zur Astaxanthinbestimmung  
Der Lichtsensor enthält einen Vorverstärker mit Pegelshift sowie einen Mikroprozessor mit integriertem Analog-Digital-Converter. Das verbaute Mini-Spektrometer detektiert Wellenlängen im Bereich 350 bis 750 nm. Die verwendete Vollspektrum-LED emittiert im Bereich 500 bis 650 nm mit gleichmäßiger Intensität, um möglichst aussagekräftige Signale zu erhalten. Der entwickelte Sensor misst nicht invasiv von außen durch das Glas der PBR. Ein Prototyp wurde bereits an einen Outdoor-PBR angebracht, wo er derzeit unter realen Bedingungen auf UV- und Temperaturempfindlichkeit geprüft wird.

### 2.2. Funktionstests und Optimierung

Mithilfe von Benchtop-Versuchen und Produktionsdaten wurden geeignete Lichteinfallswinkel sowie Spektralbereiche zur Astaxanthinbestimmung ermittelt. Die Spektren grüner und roter Kulturen sowie Kulturen im Übergang zwischen den Phasen wurden mit den entsprechenden Astaxanthin- und Chlorophyllkonzentrationen verglichen. Aus den resultierenden Korrelationen wurden Ausgleichskoeffizienten berechnet, die derzeit validiert werden. Zusätzlich konnte eine Korrelation zwischen der Biomassekonzentration und der Lichtintensität festgestellt werden, die ebenfalls derzeit überprüft wird.

### 3. Ausblick

Weiterhin wird der Lichtsensor mit stärkeren LEDs ausgestattet, um auch bei höheren Zelldichten aussagekräftige Ergebnisse zu liefern. Außerdem wird der Output des Sensors in die hauseigene Steuerungssoftware integriert, um alle wichtigen Daten auf einen Blick auslesen zu können. Diese Datenbasis ist die Grundlage für weitere Prozessoptimierungen und somit für die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Astaxanthinproduktion.

# OptiRAS: Effektive Nutzung von Reststoffströmen einer marinen Kreislaufanlage und Erprobung potentieller neuer Arten für Primär- und Integrationsbesatz

Mirko Bögner, Jaime Orellana, Bert Wecker, Jörn Halfer, Isabela Pinheiro, Klaus Serfass, Timo Garrels, Matthew J. Slater

mirko.boegner@awi.de  
jaime.orellana@aqua-sander.de

## Zielsetzung Projekt OptiRAS

Ziel des Projektes OptiRAS ist die Erprobung der Kombination mariner Warmwasserarten und salztoleranter Pflanzen und die Karbonisierung stark salzhaltiger Reststoffe für die optimierte Stoffstromnutzung in marinen Kreislaufanlagen. Zudem soll eine neue Fischart, der Riesenzackenbarsch, auf seine Eignung für die deutsche RAS Aquakultur untersucht werden.

## Der Riesenzackenbarsch – eine neue Art für die deutsche Aquakultur

Durch Untersuchungen zur Haltung der Art bei unterschiedlichen Besatzdichten und kommerziell verfügbaren Futtermitteln konnten wichtige Basisdaten zur optimierten Haltung bestimmt werden. Unterstützend durch bioökonomische Simulationen und Markt Betrachtungen konnte die Eignung der Art für Deutschland bestätigt werden. Basierend auf den Projektergebnissen soll der Aufbau einer kommerziellen Zucht in Deutschland forciert werden und weitere Optimierungsschritte, speziell bei der Futtermittelentwicklung durchgeführt werden.

## Nährstoffrecycling durch die Integration von Halophyten

Ausgehend von wissenschaftlichen Untersuchungen von potentiell interessanten Halophytenarten unter unterschiedlichen Haltungsbedingungen wird im Projekt die Umsetzung eines Integrationssystems angestrebt. Die Planung, Bau und Betrieb von aeroponisch betriebenen Vertikalstrukturen für die Kultivierung von Halophyten mit Prozesswasser aus kreislaufgeführten Aquakulturanlagen soll erfolgen und an den Standorten der Förde Garnelen (Strande) und AWI (Bremerhaven) getestet und evaluiert werden. Die Konzeption der sog. vertical farming Systeme wird bereits die kommerzielle Anwendung berücksichtigen. Dieses Prototyp- Konzept soll im Projektnachgang mit Blick auf eine kommerzielle Verwertung weiterverfolgt werden.

## Biokohle aus partikulären Reststoffen einer Kreislaufanlage

Stark wässrige und salzhaltige Reststoffe aus marinen Kreislaufanlagen konnten im Projekt erfolgreich aufbereitet und durch hydrothermale Karbonisierung zu einer Biokohle transformiert werden. Die Eigenschaften dieser Biokohle wurden bestimmt und unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten erprobt und diskutiert. Da die hydrothermale Karbonisierung von partikulären Reststoffen aus der Aquakultur durchaus funktioniert, wird weiterführend nach entsprechenden Integrationsmöglichkeiten gesucht und weitere Konzepte für die Verwertung evaluiert.

# Physikalisches Plasma als alternative Extraktionsmethode für Mikroalgen

Katja Zocher, Raphael Rataj, Jan-Wilm Lackmann, Klaus-Dieter Weltmann, Jürgen F. Kolb

Katja Zocher,  
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.,  
Felix-Hausdorff-Straße 2, 17489 Greifswald  
katja.zocher@inp-greifswald.de

Mikroalgen stellen ein vielfältiges Reservoir an Inhaltsstoffen dar, welche sich in verschiedenen Bereichen wie Lebensmittelindustrie, Pharma- und Kosmetikindustrie oder im Bereich Feinchemikalien einsetzen lassen [1]. Bedingt durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit an ihre Umwelt und damit ihre feste Zellwand, ist die Extraktion dieser Stoffe mittels gängiger Methoden oft mit Nachteilen behaftet, so dass eine industrielle Verwendung von Mikroalgen noch immer nicht realisierbar ist [2]. Die zur Verfügung stehenden Extraktionsmethoden führen häufig aufgrund ihres Wirkmechanismus entweder zu thermischen oder chemischen Veränderungen am Zielmolekül, was eine Schwächung oder gar Inaktivierung seiner Bioaktivität zur Folge hat [3]. Darüber hinaus benötigen diese Extraktionsmethoden häufig viel Energie, verlangen den Einsatz großer Mengen Lösungsmittel oder dauern teilweise Stunden bis Tage ehe der Extraktionsprozess beendet wird. Um diese Probleme adressieren zu können und damit die Verwendung von Mikroalgen als Rohstoffquelle attraktiver zu machen, wurde von uns eine Extraktionsmethode entwickelt, welche physikalisches Plasma als wirksames Agens nutzt.

Bei einem physikalischen Plasma handelt es sich um ein teilweise ionisiertes Gas, welches aufgrund seiner Entstehung vielseitige Charakteristika aufweist. So werden reaktive Spezies gebildet, es entstehen Schockwellen und elektrische Felder, (UV)-Licht wird emittiert und thermische Energie freigesetzt [4]. Diese Eigenschaften haben teilweise Einfluss auf die Integrität der Mikroalgenzellwand und damit kann Plasma als Extraktionsmethode eingesetzt werden.

Das von uns entwickelte Plasmaverfahren beruht auf einer Funkenentladung, welche zwischen zwei Stabelektroden direkt in der Algensuspension gezündet wird. Es konnte nachgewiesen werden, dass dieses Verfahren nicht nur effektiv, sondern auch schonend auf das Extraktgut wirkt. So können vor allem thermolabile Stoffe, wie Proteine oder Pigmente (z.B. Chlorophylle oder Phycobilline), aber auch Polyphenole wirksam extrahiert werden [5-7]. Als wirksames Agens der Funkenentladung konnten die Schockwellen identifiziert werden, so dass von einem rein mechanischen Effekt auf die Zellwand ausgegangen werden kann [8]. Unsere derzeitige Forschungsbestrebung gehen in die Richtung zur Optimierung der Methode mit tieferen Einblicken der Plasmawirkung auf das Extraktgut und auf die Skalierung des Systems. Hier steht vor allem der Industriemaßstab, die Anwenderfreundlichkeit und die Verbesserung der Energieeffizienz im Vordergrund.

1. Postma, P., et al., Selective extraction of intracellular components from the microalga *Chlorella vulgaris* by combined pulsed electric field-temperature treatment. *Bioresource technology*, 2016. 203: p. 80-88.
2. 't Lam, G.P., et al., Mild and selective protein release of cell wall deficient microalgae with pulsed electric field. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2017. 5(7): p. 6046-6053.
3. Lee, A.K., D.M. Lewis, and P.J. Ashman, Disruption of microalgal cells for the extraction of lipids for biofuels: processes and specific energy requirements. *Biomass and bioenergy*, 2012. 46: p. 89-101.
4. Lukes, P., et al., Ultraviolet radiation from the pulsed corona discharge in water. *Plasma Sources Science and Technology*, 2008. 17(2): p. 024012.
5. Zocher, K., et al., Comparison of Extraction of Valuable Compounds from Microalgae by Atmospheric Pressure Plasmas and Pulsed Electric Fields. *Plasma Medicine*, 2016. 6(3-4): p.273-302.
6. Zocher, K., et al., Profiling microalgal protein extraction by microwave burst heating in comparison to spark plasma exposures. *Algal Research*, 2019. 39: p. 101416.
7. Sommer, M.-C., et al., Assessment of Phycocyanin Extraction from *Cyanidium caldarium* by Spark Discharges, Compared to Freeze-Thaw Cycles, Sonication, and Pulsed Electric Fields. *Microorganisms*, 2021. 9(7): p. 1452.
8. Zocher, K., et al., Mechanism of microalgae disintegration by spark discharge treatment for compound extraction. *Journal of Physics D-Applied Physics*, 2020. 53(21).

## POTENTIAL OF BRINE AND STRUVITE BASED CULTURE MEDIA FOR SUSTAINABLE MICROALGAE CULTIVATION

Mafalda C. Almeida<sup>1</sup>, Albert S. Beyer<sup>1</sup>, Stephan S.W. Ende<sup>1</sup>, Joachim Henjes<sup>1</sup>, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany  
E-Mail: 4200563@my.ipleiria.pt

In this study the effect of brine and struvite as a sustainable salt, phosphorus, and micronutrient source on the growth and phycocyanin production by *Arthrospira platensis* was analyzed. Brine was sourced from desalination plant waste streams; struvite was recycled from bovine urine. Three modified growth media were compared to the typical SAG-spirul culture media. BS(I) refers to the replacement of NaCl with brine, while in BS(II) brine was also used as a micronutrient source. For BS(III) all nutrient sources were replaced with brine. In all three new culture media completely recycled struvite was used as a phosphate source. Struvite was added after a pre-treatment was conducted to evaporate  $\text{NH}_4$ , as it negatively affects cell growth and functions of the photosynthetic apparatus at high concentrations, and to release phosphate due to the low solubility of struvite in water. For each medium, three cultures were cultivated in Erlenmeyer flasks for a duration of 28 days. Results are still pending, but first evaluations show great potential of brine as an additional component in completely recycled culture media.

Keywords: *Arthrospira platensis*; Brine; Bovine urine; Struvite; Sustainability; Zero-waste.

## Modellstandort RÜBio: Blaue Bioökonomische Kreislaufwirtschaft auf Rügen

Benjamin Schmid, Nico Gruber, Michelli Gruber, Harry Palm, Rüdiger Schulz, Niels Holm, Cornelia Metges, Sebastian Günther und Mitarbeiter

Projektleitung: BFZR, Gingster Chaussee 3, 18528 Bergen auf Rügen, Germany

Das Projekt RÜBio am Standort Bergen auf Rügen zielt darauf ab, ein integriertes Konzept der wasserbezogenen bioökonomischen Kreislaufwirtschaft zu realisieren und nachhaltige Ressourcennutzung zu fördern. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage um einen Modellstandort der Blauen Bioökonomie in Norddeutschland zu etablieren. Im Zuge dieses Projekts werden vier biologische Systeme auf innovative Art und Weise miteinander verknüpft und deren Synergien bestmöglich genutzt: Photobioreaktoren mit Mikroalgen (1) dienen zur Wasseraufbereitung von Prozesswässern der Aquakultur (2) während in hydroponischen Systemen Heil- und Nutzpflanzen (3) kultiviert werden. Die anfallenden bio- Reststoffe aus dem Pflanzenanbau werden in weiterer Folge als klimaschonendes Futtermittel für Larven der Schwarzen Soldatenfliege (4) genutzt, welche dann wiederum als hochwertige Proteinquelle für den Fisch dienen. Dadurch kann der Einsatz von traditionellem Fischmehl in der Aquakultur verringert und der ökologische Fußabdruck verkleinert werden. Das Kreislaufsystem am Standort soll dynamisch bleiben um weitere Komponenten wie z.B. den Anbau von Pilzen oder eine Bierbrauerei zu integrieren. Der Standort verfügt über eine nachhaltige und ressourceneffiziente Infrastruktur welche im Zuge des Projekts durch Workshops und Manufakturen für die interessierte Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Ergänzend zum Vortrag präsentieren sich die Teilprojekte als Poster.

Manfred Mielenz, Thomas Freimuth, Gürbüz Das, Cornelia C. Metges  
mielenz@fbn-dummerstorf.de

### Hintergrund

Zwischen der europäischen Rohproteinproduktion und dem Bedarf für die Nutztierfütterung klafft die sog. ‚Proteinlücke‘ weshalb alternative Produktionssysteme entwickelt werden müssen. Insekten stellen eine wichtige alternative Proteinquelle dar, die aufgrund ihrer herausragenden Wachstumskapazität, aber auch hinsichtlich Landnutzung und Wasserverbrauch, nachhaltig produziert werden können. Es wird angenommen, dass deren Produktion im Vergleich zu anderen Nutztieren zu geringeren Treibhausgas-Emissionen führt. Von besonderem Interesse sind hier die Larven der Schwarzen Soldatenfliege (SSL), da sie flexibel verschiedenste organische Substrate nutzen können und ihr Protein ein Aminosäuremuster vergleichbar mit Soja und Fischmehl aufweist. Allerdings ist ihr Nährstoffbedarf nicht eindeutig geklärt. Im Projekt RüBio sollen regional verfügbare organische Neben- und Reststoffe, die möglichst nicht in Konkurrenz zu üblichen Tierfuttermitteln stehen, zu Futtersubstraten für die SSL kombiniert werden. Die Ziele des Teilprojektes sind aus Rest- und Nebenstoffen geeignete Futtermischungen zu entwickeln, um mittels SSL eine optimale Proteinmenge zu produzieren und dieses Produktionssystem als Komponente der Fischproduktion in den bioökonomischen Kreislauf am Modellstandort Rügen zu integrieren.

### 1. Methode

Regionale Neben- und Reststoffe, wie beispielsweise Reste aus Restaurantküchen und Lebensmittelproduktion, wurden mit landwirtschaftlichen Nebenprodukten und pflanzlichen Aufwüchsen kombiniert. Nach einem Screening geeigneter Substratkombinationen hinsichtlich Nährstoffgehalte und SSL-Wachstum im Labormaßstab, wurden die besten Substratkombinationen für einen Wachstumsversuch im größeren Umfang ausgewählt. In diesem Versuch wird die Nährstoff-Zusammensetzung der produzierten SSL, der Substratkombinationen, sowie deren Reste untersucht. Die Eignung der auf den ausgewählten Substratkombinationen produzierten SSL wird anhand von Fütterungsversuchen an Forellen geprüft. Zusätzlich werden Gaswechselformen an SSL in ausgewählten Futtersubstraten durchgeführt, um Treibhausgas-Emissionen zu ermitteln und die Effizienz und Nachhaltigkeit der SSL-Produktion zu bewerten. Abschließend wird die Produktion von SSL in einer Pilotanlage am Modellstandort auf den optimalsten Futtersubstraten erfolgen, wo Komponenten der SSL in das Fütterungsregime Afrikanischer Weise integriert werden sollen.

### 2. Diskussion

Mittels SSL können regionale Rest- und Nebenstoffe wieder in den Nährstoffkreislauf integriert werden und stellen eine wichtige Quelle nachhaltig produzierten Proteins für die Nutztierfütterung dar. Im Rahmen des Teilprojektes konnten drei auf Rest- und Nebenstoffen basierende Substratkombinationen ermittelt werden, die ein optimales Wachstum der Larven ermöglichen und zugleich eine zufriedenstellende Separation der Larven aus dem Substrat am Ende der Mast erlauben. Letzteres stellt eine wichtige Eigenschaft für die Eignung der Substratkombinationen für das Hochskalieren der Produktion in der Pilotanlage dar. Die Produktqualität wird derzeit untersucht.

## RüBio – Blaue Bioökonomische Kreislaufwirtschaft auf Rügen

Benjamin Schmid, Nico Gruber, Michelli Gruber, Harry Palm, Rüdiger Schulz,  
Niels Holm, Cornelia Metges, Sebastian Günther und Mitarbeiter  
Projektleitung: BFZR, Gingster Chaussee 3, 18528 Bergen auf Rügen, Germany

Das BaMS-Projekt RüBio am Standort Bergen auf Rügen zielt darauf ab, ein integriertes Konzept der wasserbezogenen bioökonomischen Kreislaufwirtschaft zu realisieren und nachhaltige Ressourcennutzung zu fördern. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage um einen Modellstandort der Blauen Bioökonomie in Norddeutschland zu etablieren. Im Zuge dieses Projekts werden vier biologische Systeme auf innovative Art und Weise miteinander verknüpft und deren Synergien bestmöglich genutzt: Photobioreaktoren mit Mikroalgen (1) dienen zur Wasseraufbereitung von Prozesswässern der Aquakultur (2) während in hydroponischen Systemen Heil- und Nutzpflanzen (3) kultiviert werden. Die anfallenden bio- Reststoffe aus dem Pflanzenanbau werden in weiterer Folge als klimaschonendes Futtermittel für Larven der Schwarzen Soldatenfliege (4) genutzt, welche dann wiederum als hochwertige Proteinquelle für den Fisch dienen. Dadurch kann der Einsatz von traditionellem Fischmehl in der Aquakultur verringert und der ökologische Fußabdruck verkleinert werden. Das Kreislaufsystem am Standort soll dynamisch bleiben um weitere Komponenten wie z.B. den Anbau von Pilzen oder eine Bierbrauerei zu integrieren. Der Standort verfügt über eine nachhaltige und ressourceneffiziente Infrastruktur welche im Zuge des Projekts durch Workshops und Manufakturen für die interessierte Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Isa Kolbe, Dennis Lohmann, Henrike Seibl, Marina Gebert

Dr. Isa Kolbe  
Fraunhofer IMTE, Fischgesundheit und Welfare  
Isa.kolbe@imte.fraunhofer.de

Abschnitt 1: Etablierung und Charakterisierung von Zellkulturen aus Atlantischem Lachs (*Salmo salar*)

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der erfolgreichen Etablierung und Kultivierung verschiedener Zelltypen aus *Salmo salar*, dem atlantischen Lachs. Hierzu wurden Zellen aus den Geweben der Kieme, Leber, Haut und Kopfniere isoliert und im Labor kultiviert. Die Anpassung und Optimierung der Kultivierungsbedingungen für jede Zellenart erwies sich als entscheidend für die Erzielung stabiler und effizienter Langzeitkulturen, die für die geplanten Experimente benötigt wurden.

Die Isolierung der Zellen erfolgte durch enzymatische Verdauung und mechanische Dissoziation der Gewebe. Anschließend wurden die Zellen in spezifischen Nährmedien kultiviert, um optimale Wachstumsbedingungen zu gewährleisten. Die systematische Optimierung der Kultivierungsbedingungen ermöglichte eine langfristige Vermehrung der Zellen *in vitro* und gewährleistete die Beibehaltung ihrer phänotypischen Eigenschaften.

Im nächsten Schritt wurden die etablierten Zellkulturen verwendet, um die Expression verschiedener mRNA-Marker zu untersuchen, insbesondere solcher, die auf Stressreaktionen und Hitzeeinwirkung hinweisen. Real-time-PCR-Techniken wurden eingesetzt, um die Expressionsniveaus von Genen zu quantifizieren, die mit Stressantworten assoziiert sind, darunter Hitzeschockproteine (HSPs) und Gene, die auf oxidativen Stress reagieren. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede in der Genexpression zwischen den verschiedenen Zelltypen, was auf ihre spezifischen Reaktionen auf Stressfaktoren hinweist.

Abschnitt 2: Feldversuch zur Evaluierung der Zellkulturmarker in kommerziellen Lachszuchtbetrieben

Im zweiten Abschnitt dieser Studie wurde ein Feldversuch bei einem Lachsproduzenten in Norwegen durchgeführt. Proben wurden sowohl während des Transports der Lachse als auch nach dem Entladen entnommen, um den potenziellen Stress während des Transportprozesses zu erfassen. Zusätzlich wurden Proben aus den Fischbecken vor und nach dem finalen Pumpvorgang vor der Schlachtung entnommen, um mögliche Auswirkungen von Transport und Handling zu bewerten.

Die Proben wurden auf die in der Zellkultur evaluierten mRNA-Marker hin untersucht, um mögliche Stressreaktionen bei den Lachsen zu identifizieren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden mit den Expressionsprofilen der Zellkulturen verglichen, um mögliche Korrelationen und Unterschiede festzustellen.

Die Erkenntnisse aus diesem Feldversuch bieten wertvolle Einblicke in die Stressreaktionen von Lachsen während des Transports und des Pumpvorganges. Die Verbindung zwischen den in der Zellkultur analysierten Markern und den *in vivo* beobachteten Stressantworten trägt dazu bei, ein umfassenderes Verständnis der Stressreaktionen des atlantischen Lachses in belastenden Situationen zu entwickeln. Diese Studie verdeutlicht die Bedeutung der Kombination von *In-vitro*- und *In-vivo*-Methoden zur Verbesserung des Managements von Fischzuchtanlagen und zur Förderung des Wohlbefindens und der Gesundheit der Fischpopulationen.

## Studentischer Vortrag: MAREPAIR – Marines Kollagen als natürliches Biopolymer in einer enzymatisch wirksamen Hair-Repair-Kur

oceanBASIS GmbH

Emily Musaev (emusaev@oceanbasis.de)

Timo Jensen (tjensen@oceanbasis.de)

Haarpflege ist ein essenzieller Bestandteil der Körperpflege. Konsumenten greifen dabei häufig zu sogenannten „Repair“-Produkten, welche jedoch in aller Regel beschädigte Haarstrukturen nicht wiederherstellen, sondern diese lediglich mit Silikonen oder anderen künstlichen Polymeren ummanteln. Ziel des BaMS-Transferprojektes MAREPAIR ist daher die Entwicklung eines naturkosmetikzertifizierten Haarpflegeprodukts auf der Grundlage von Quallenkollagen, das dem Haar Kämmbarkeit, Widerstandfähigkeit und Glanz verleihen soll. Das Kollagen soll dabei nach der Anwendung nicht wieder ausgewaschen, sondern durch das Enzym Transglutaminase fest an die Proteinstruktur der Haare gebunden werden, um insbesondere geschädigte Haarstrukturen nachhaltig zu reparieren. Es wurden mehrere Methoden zur definierten Schädigung und Analyse von Haaren etabliert und erste Versuche mit verschiedenen Enzym- und Proteinlösungen durchgeführt, welche zu einer Stärkung geschädigter Haarsträhnen geführt haben.

# Studentischer Vortrag: Mikroalgen aus der Umwelt isolieren für biotechnologische Anwendungen

Autor:innen: Louisa Rau, Rüdiger Schulz  
stu200743@mail.uni-kiel.de

Mikroalgen werden in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten vermehrt zur Abwasserreinigung genutzt, da diese vorhandene Nährstoffe aufnehmen und in Biomasse umwandeln, während zusätzlich Kohlenstoffdioxid verbraucht wird (Brennan & Owende, 2010; Rizwan et al., 2018). Durch diesen Prozess können nicht nur kommunale Abwässer, sondern auch landwirtschaftliche Oberflächenwässer an Biogasanlagen gereinigt werden. Oberflächenwässer entstehen dann, wenn Regen Nährstoffe von gelagerten Nutzpflanzen sowie beim Transport herabgefallenen Pflanzenresten, Düngemitteln, Gülle oder Mist auf versiegelten Flächen auswäscht. Zusätzlich zu der hohen Nährstoffbelastung zeichnet sich das Oberflächenwasser durch einen sauren pH-Wert und hohe Heterogenität aus, da neben Mikroalgen auch Bakterien, Pilze, Sand und Pflanzenfaserreste enthalten sind. Diesen speziellen Bedingungen sind Mikroalgenkuren, die den Oberflächenwasser entstammen, möglicherweise besser gewachsen als gängige Laborstämme. In dieser Arbeit wurden 59 Isolate aus verschiedenen Oberflächenwässern mit zwei Laborstämmen hinsichtlich Wachstum und Reinigungsleistung in Kulturmedium sowie Oberflächenwässern verglichen. Zusätzlich lässt eine genetische Analyse der Mikroalgen eine Zuordnung von Charakteristiken zu einzelnen Isolaten oder größeren Gruppen wie dem Genus zu. Es soll auch im Hinblick auf weitere biotechnologische Einsatzgebiete die Frage erörtert werden: Ist eine Isolierung von Mikroalgen aus der Umwelt durch spezifische Anpassungen für bestimmte Zwecke sinnvoll oder nicht?

Brennan, L., & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae-A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 557–577. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.009>

Rizwan, M., Mujtaba, G., Memon, S. A., Lee, K., & Rashid, N. (2018). Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 394–404. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.034>