

FUCO^{SAN}



Gesundheit aus dem Meer



Interreg
Deutschland - Danmark



EUROPEAN UNION

FucoSan wird gefördert durch Interreg Deutschland-Danmark mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.

Das Projekt

Die Pflanzen des Meeres haben bisher ungenutzte und wenig bekannte Kräfte und Wirkungen für die Gesundheit des Menschen. Das deutsch-dänische Projekt FucoSan ist den Braunalgen in Nord- und Ostsee auf der Spur, genauer: dem in Braunalgen enthaltenen Fucoidan.

Dieser Inhaltsstoff besitzt zahlreiche gesundheitsfördernde Eigenschaften mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten und einem entsprechend hohen Nutzungspotenzial, zum Beispiel bei Augenkrankungen, Tumorerkrankungen oder Arthritis. Es gibt ein großes wissenschaftliches und wirtschaftliches Interesse, diese Ressource aus dem Meer zu erforschen sowie innovative Produkte und Therapien zu entwickeln. Zugleich zeigen Studien, dass auch auf Verbraucherseite eine große Nachfrage nach Wirkstoffen aus der Natur besteht.

Fucoidan ist kein einheitliches, in allen Braunalgen gleiches Molekül. Die chemische Struktur von Fucoidan und darauf basierend seine chemischen und biologischen Eigenschaften können in Abhängigkeit von der Algenart, den jeweiligen Lebensbedingungen der Algen, aber auch anderen Faktoren wie z.B. dem Salzgehalt des Meeres stark variieren. Dies führt zu unterschiedlichen Wirkungen, die es genauer zu untersuchen gilt, um die Fucoidane für Produktentwicklungen nutzen zu können.

Im FucoSan-Projekt werden Fucoidane verschiedener Braunalgen-Arten erforscht und verglichen. Die Untersuchungen umfassen unterschiedliche Aspekte von der Beschaffung über die Verarbeitung und die Gewinnung des Fucoidans bis zu dessen Eigenschaften und Anwendbarkeit. Die Ergebnisse werden in einer Datenbank gespeichert und in Fachpublikationen veröffentlicht. Zudem betrachten drei Pilotprojekte die spezifische Eignung ausgewählter Fucoidane in den Bereichen der Augenheilkunde, der regenerativen Medizin (Gewebeersatzmethoden für die Knochenheilung) sowie der Kosmetik.

Darüber hinaus entwickeln die Projektpartner ein Netzwerk mit Akteuren aus angewandter Forschung und Unternehmen in der deutsch-dänischen Programmregion, um darin die wirtschaftlichen Potenziale und Voraussetzungen für eine kommerzielle Nutzung der Fucoidane zu betrachten.





Ziele des Projekts

- ✓ Entwicklung von wirtschaftlich und ökologisch nachhaltigen Prozessen zur Bereitstellung von Braunalgen-Biomasse aus der Ostsee
- ✓ Aufbereitung der Algen und Gewinnung von Fucoidanen
- ✓ Wissenschaftliche Testung unterschiedlicher Fucoidane in Bezug auf ihre chemischen und biologischen Eigenschaften
- ✓ Erstellung einer Datenbank mit Informationen zu den untersuchten Fucoidanen
- ✓ Identifikation geeigneter Fucoidane für wissenschaftliche Untersuchungen für Anwendungen in der Augenheilkunde, regenerativen Medizin und Kosmetik
- ✓ Etablierung eines deutsch-dänischen Netzwerks rund um die Nutzung von Fucoidanen

Das Projekt in Zahlen



März 2017 - August 2020



3,8 Mio. Euro,
davon 2,2 Mio. Fördermittel



8 Partnerorganisationen
aus Dänemark
und Deutschland

Partnerorganisationen

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

- *Klinik für Ophthalmologie*
- *Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Experimentelle Unfallchirurgie*

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

- *Pharmazeutische Biologie*
- *Technologiemanagement*

Coastal Research & Management oHG, Kiel

oceanBASIS GmbH, Kiel

GEOMAR Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Forschungseinheit Marine Naturstoffchemie

Technische Universität Dänemark

Institut für Chemietechnologie, Lyngby

Süddänische Universität

- *Institut für Chemie-, Biologie- und Umwelttechnologie, Odense*
- *Mads Clausen Institut, SDU Technology Entrepreneurship and Innovation, Sønderborg*

Universitätsklinikum Odense

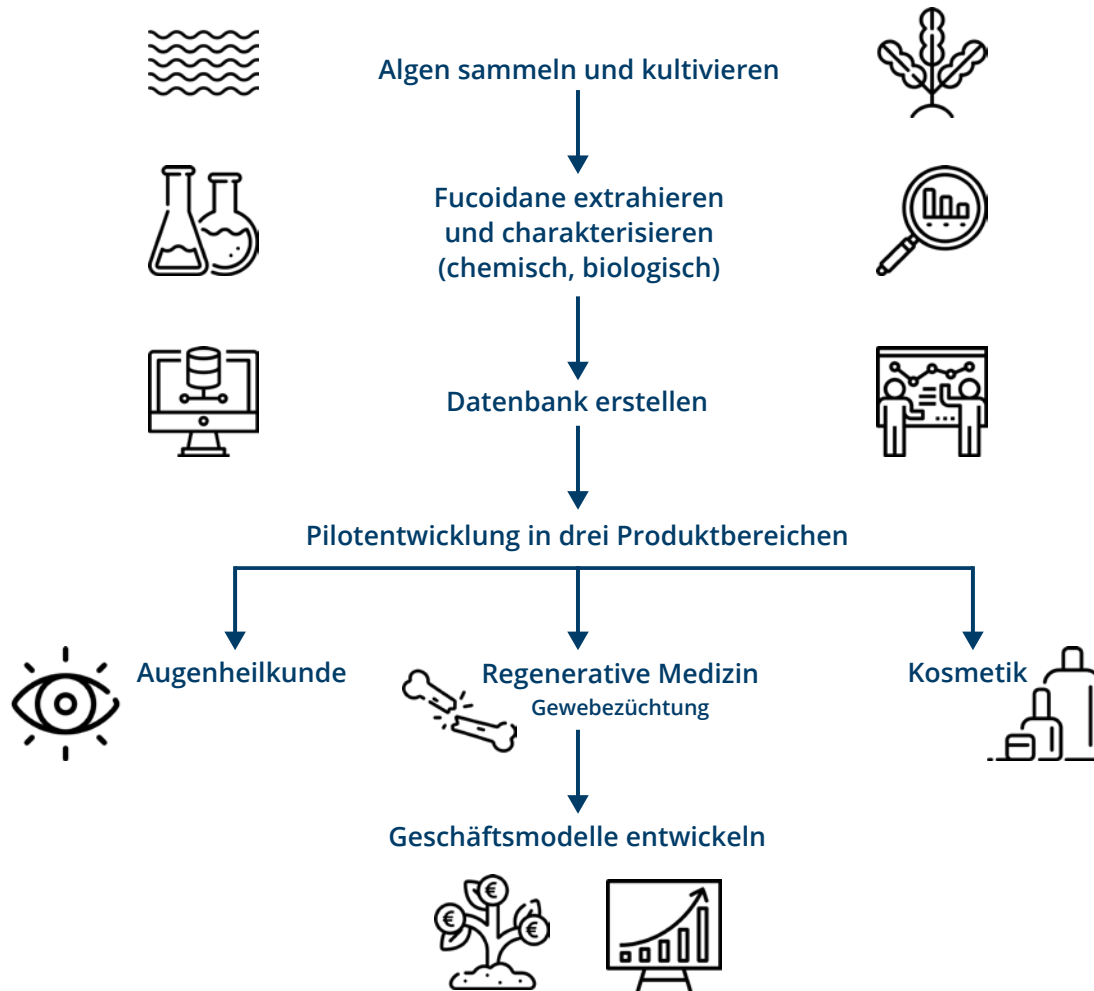
Orthopädiechirurgische Forschungseinheit



Vom Wasser ins Labor

FucoSan will den Weg zur praktischen Anwendung der Fucoide im Bereich Medizin und Kosmetik ebnen: Die Projektpartner entwickeln Prozesse, um Braunalgen nachhaltig aus der Ostsee zu beziehen. Sie untersuchen die verschieden aufgearbeiteten Fucoide für biomedizinische Fragestellungen und kosmetische Anwendungen. Die Untersuchungsergebnisse werden in eine Datenbank eingepflegt, auf deren

Basis die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Fucoide auswählen können, die für spezifische Nutzungen am besten geeignet erscheinen. Außerdem untersuchen die Projektpartner mögliche Geschäftsmodelle rund um die Fucoide und ihre Gewinnung. Somit wird die in der deutsch-dänischen Region vorhandene Expertise zu einer nachhaltigen Wertschöpfungskette zusammengeführt.



Algen sammeln und kultivieren



Um den Bedarf an Braunalgen für die Forschung und die kommerzielle Nutzung zu decken, haben die Projektpartner nach wirtschaftlich und ökologisch nachhaltigen Beschaffungsmöglichkeiten gesucht. Bei der Beschaffung sind Kriterien maßgeblich wie regionale Herkunft, einheimische Arten sowie Verfügbarkeit.

Die Braunalgen entstammen verschiedenen Bezugsquellen. Sie werden

- in einer Kieler Algen- und Muschelfarm angebaut,
- von Farmen entlang der europäischen Küsten gekauft,
- (in geringen Mengen) an der Ostseeküste Dänemarks geerntet.

Bei der Kultivierung werden ausgewachsene Pflanzen in kleine Stücke geschnitten, aus denen wiederum neue Algen wachsen; so wird erntefähige Biomasse produziert. Für den nächsten Anbauzyklus wird ein Teil dieser Biomasse als Ausgangsmaterial wiederverwendet.

Blasentang beispielsweise wird in Plastikkörben in der Kieler Förde angebaut. Die Körbe werden durch Plastikrohre oder JETFLOAT®-Elemente schwimmend gehalten. Das Wachstum der Kulturen wird durch regelmäßiges Wiegen überwacht. Darüber hinaus muss die Bildung der Geschlechtsorgane der Algen kontrolliert werden, da durch deren Ausbildung die verwendbare Biomasse stark reduziert wird. Ein weiteres Hindernis für den erfolgreichen Anbau ist die Menge an Bewuchs auf der Alge (z.B. Seepocken).

Zudem spielt bei der Kultivierung von Algen die Wassertemperatur eine große Rolle. Manche Braunalgen vertragen Wärme nicht gut und stellen in zu warmem Wasser das Wachstum ein oder werden von anderen Algen und Muschellarven überwachsen. Sie bevorzugen kühleres Wasser, da sie ursprünglich im Nordatlantik beheimatet sind. Die Temperaturen haben auch einen Einfluss auf das Angebot an Nährstoffen im Wasser, die ebenfalls für das Algenwachstum wichtig sind.



Fucoxanthin extrahieren und charakterisieren



Aus den verschiedenen Algenarten können in einem nächsten Schritt Fucoxanthin extrahiert werden. Die Partner im FucoSan-Projekt nutzen verschiedene Methoden zur Gewinnung der Fucoxanthine: So verwendet die Arbeitsgruppe der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 85°C warmes Wasser, die Arbeitsgruppe der Technischen Universität Dänemark nutzt Enzyme (sogenannte Fucoxanthinasen) und das Team der Süd-dänischen Universität setzt auf die Verwendung von Säure (Salzsäure, Schwefelsäure).



Neben der verwendeten Algenart hat auch das Extraktionsverfahren Auswirkungen auf die Reinheit der erhaltenen Fucoxanthine sowie seine chemischen und biologischen Eigenschaften. Die gewonnenen Fucoxanthine unterscheiden sich in ihren Eigenschaften und können je nach Herkunft, Molekülgröße und Testsystem unterschiedliche Wirkungen erzielen. Daher ist die Aufreinigung und genaue Charakterisierung der Fucoxanthine unerlässlich. Hierbei bestimmen die Partner verschiedene Parameter wie beispielsweise Molekulargewicht, Sulfatgehalt, Struktur und Proteingehalt. Unterschiede ergeben sich auch in Hinblick auf die zusammen mit den Fucoxanthinen extrahierten Substanzen wie Polyphenole und Alginat. Schließlich variieren auch die durch die Fucoxanthine erzielten Effekte, wie etwa der Einfluss auf das Wachstum von Blutgefäßen. Ziel ist es, das Fucoxanthin zu gewinnen, das bestmöglich (bezogen auf seine Eigenschaften) zum jeweiligen Anwendungsbereich passt.



Datenbank aufbauen und mit Daten befüllen



Die Projektpartner haben eine FucoSan-Datenbank aufgebaut und eingerichtet, die auf die systematische Sammlung von vergleichbaren Informationen über die extrahierten Fucoideane abzielt. Dokumentiert werden die untersuchten Algenarten und -chargen, die Verfahren zur Extraktion, Reinigung und Fraktionierung der Fucoideane sowie ihre chemischen und biologischen Eigenschaften.

Die Datenbank besteht zum Projektende aus mehr als 200 Extrakten von neun verschiedenen Braunalgenarten und stellt Informationen zu ihren jeweiligen grundlegenden Eigenschaften bereit. Die Zusammenführung der Daten erlaubt es, chemische Eigenschaften und daraus resultierend deren biologische Wirkung systematischer zu erfassen. Die Datenbank kann somit Erkenntnisse liefern, welches Fucoidean für die verschiedenen Anwendungen in Augenheilkunde, regenerativer Medizin (Gewebezüchtung) und Kosmetik jeweils am besten geeignet und welcher Reinheitsgrad erforderlich ist. Wissenschaft und Industrie können die Ergebnisse der verschiedenen Extraktionsmethoden und Charakterisierungen für die Auswahl der am besten geeigneten Fucoidean-Quellen verwenden. Somit ist die Datenbank auch ein wesentlicher Bestandteil des länderübergreifenden Wissenstransfers.

Ein Teil dieser Datenbank ist auf der öffentlich zugänglichen Wissenschaftsplattform Zenodo verfügbar. Die Datenplattform Zenodo wird von der EU gefördert und kann als Quelle zitiert werden. Die Projektpartner gehen davon aus, dass diese Datenbank

zukünftig als virtuelle Informationsplattform für spezifische medizinische Anwendungen und Kosmetika von Forscherinnen und Forschern genutzt wird.

The image shows two screenshots. The top one is the FucoSan database interface, which is a web-based application. It features a navigation menu on the left with categories like 'Algae', 'Configuration', 'Species', 'Species Families', 'Locations', 'Suppliers', and 'Epilithon Species'. The main content area displays a list of algae species with their respective counts, such as 'Alaria esculenta (1)', 'Acroplyllium nodosum (1)', 'Dictyonophloeon foveolatum (2)', 'Fucus vesiculosus (3)', 'Fucus vesiculosus (3)', 'Fucus vesiculosus (2)', 'Laminaria digitata (2)', 'Laminaria hyperborea (1)', and 'Sargassum muticum (4)'. A green arrow points from the 'Algae' menu item to the species list. The bottom screenshot shows the Zenodo record for the FucoSan database. The title is 'FucoSan: Extraction of fucoidans from different brown algae species using different methods and their chemical and biological characterization'. It includes a search bar, a date of 'April 2, 2020', and statistics showing 161 views and 18 downloads. The OpenAIRE logo is also visible.

zur Zenodo-Plattform: www.zenodo.org

Pilotentwicklung in drei Produktbereichen

Welche dieser Fucoide lassen sich für die Medizin und Kosmetik der Zukunft nutzen? In drei Pilotprojekten wurden die Anwendungsmöglichkeiten von Fucoidan getestet. Mit Erfolg: Die gesundheitsfördernden Eigenschaften wurden in Grundlagenstudien bestätigt, auch wenn die medizinische Anwendung derzeit vieler weiterer Testungen bedarf.



Augenheilkunde

Fucoide können in der Behandlung der altersabhängigen Makuladegeneration (AMD) verwendet werden. Labortests zeigen, dass Augenzellen unter der Einwirkung von bestimmten Fucoidanen oxidativen Stress besser überleben. Oxidativer Stress durch Licht und UV-Strahlen gilt als eine Hauptursache für die Entstehung einer Makuladegeneration. Außerdem können bestimmte Fucoide einen Wachstumsfaktor hemmen, der an schweren Verläufen dieser Erkrankung beteiligt ist. Die Forscherinnen und Forscher hoffen nun, dass Fucoide die Entwicklung einer feuchten Makuladegeneration bereits in einem Vorstadium der Erkrankung stoppen und Verlust des Sehvermögens verhindern könnten.



Regenerative Medizin

Bei Brüchen oder Knochendefekten sowie bei Knochentumoren spielt die Bildung von Blutgefäßen eine entscheidende Rolle. Auch hier können die Fucoide helfen, die Gefäß- und Knochenbildung zu modellieren. Fucoide haben außerdem immunregulierende und entzündungshemmende Eigenschaften, die den Heilungsprozess unterstützen oder bei verschiedenen Erkrankungen des Bewegungsapparates von Vorteil sind.



Kosmetik

Mit ihrer Wirkung können Fucoide den Menschen vor zellschädigenden Einflüssen wie Stress, zu viel Sonne oder Schadstoffen in der Umwelt schützen. Das lässt die Haut langsamer altern, weshalb sich Fucoide besonders gut für Anti-Aging-Produkte wie Hautcremes eignen. Der Vorteil: Regionale Wirkstoffe aus der Natur werden nachhaltig gewonnen und verwendet.

Geschäftsmodelle entwickeln



Die einzelnen Prozessschritte entlang der Fucoidan-Wertschöpfungskette wurden jeweils auf ihre kommerzielle Verwertung geprüft: Bereitstellung der Braunalgen, Extraktion der Fucoidane, Datenbank für die Verwertung der charakterisierten Fucoidane, Identifizierung potenziell geeigneter Fucoidane für die Produktentwicklung.

Für die Entwicklung von Geschäftsmodellen müssen Fragen beantwortet werden wie beispielsweise: Gibt es einen Markt für diese Produkte? Wieviel Geld sind die Käufer bereit zu zahlen? Wie aufwändig ist die Forschung? Wie viel Zeit vergeht bis zum fertigen Produkt? Wie können Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt werden? Dabei zeigt sich, dass in der Kosmetikindustrie neue Produkte wesentlich schneller auf den Markt gebracht werden können als im medizinischen Sektor. Die Kommerzialisierung von Fucoidan steht noch am Anfang und soll in der deutsch-dänischen Programmregion umgesetzt werden.

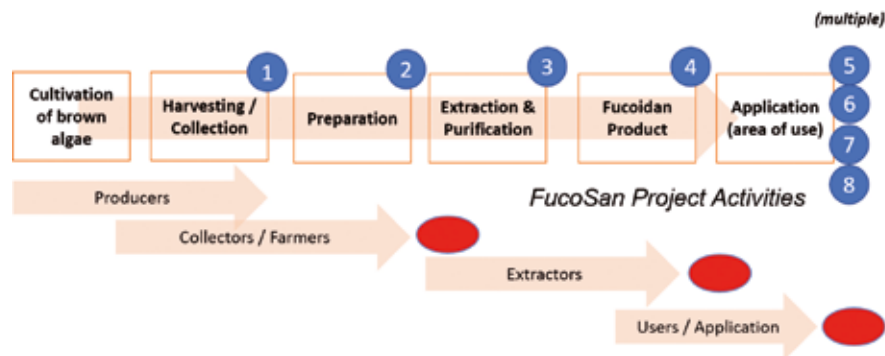
Potenzial für die Region



Das FucoSan-Projekt nutzt die vorhandenen Stärken in der deutsch-dänischen Grenzregion:

- Kurze Wege zu den marinen Ressourcen in Nord- und Ostsee
- Erhebliche wissenschaftliche und wirtschaftliche Kompetenzen entlang der Fucoidan-Wertschöpfungskette: Universitäten, Labors, spezialisierte Unternehmen
- Regionale und überregionale Netzwerke (Life Science Nord, Biopeople – Danmark's Life Science Cluster, SUBMARINER Netzwerk), die die weitere Zusammenarbeit in Geschäftsmodellen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft fördern.

Im Rahmen des FucoSan Projektes wurde erstmalig das Wissen über Fucoidane und deren Anwendung in der Region gebündelt und somit ein innovatives Kompetenzcluster geschaffen. Innovationsfähigkeit ist ein wichtiger Faktor für wirtschaftliches Wachstum und Beschäftigung. Die deutsch-dänische Grenzregion soll zu einem Leuchtturm für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Fucoidane werden. Dabei werden Institutionen, Unternehmen und die öffentliche Hand weiterhin rund um diesen interessanten marinen Wirkstoff arbeiten und in diesen investieren. Somit generieren sie weitere, regionale Wertschöpfung.



Die Ziffern 1 bis 8 markieren mögliche Geschäftsmodelle innerhalb der Wertschöpfungskette.



Impressum

Prof. Dr. Alexa Karina Klettner,
Projektkoordinatorin im Namen der Partner

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
Klinik für Ophthalmologie
Arnold-Heller-Straße 3, 24105 Kiel

Mail: info@fucosan.eu
www.fucosan.eu

Projektmanagement
DSN Connecting Knowledge, Kiel
www.dsn-online.de

Kiel, August 2020

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung aller Herausgeber.



www.fucosan.eu