

Abschlussbericht 2024 Projekt Mak-Pak Scale-Up - Teilprojekt B

Zuwendungsempfänger: Alfred-Wegener-Institut Helmholtz- Zentrum für Polar- und Meeresforschung	Förderkennzeichen: 281DL02B20
Vorhabenbezeichnung: Industrietaugliche Verfahrensoptimierung zur Herstellung einer nachhaltigen Verpackungslösung aus Makroalgen für den Lebensmittel-Handel (MakPakScaleUp) - Teilprojekt B	
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2020 – 30.04.2024	
Berichtszeitraum 01.11.2020 – 30.04.2024	

Der Abschlussbericht 2024 ist vertraulich zu behandeln und dient nicht zur Veröffentlichung, um die Anmeldung von Schutzrechten aufrecht zu erhalten.

Bremerhaven,
Ort, Datum

Unterschrift Projektleitung

Gliederung

I. KURZE DARSTELLUNG	1
1. AUFGABENSTELLUNG	1
2. PLANUNG UND ABLAUF DES MAK-PAK SCALE-UP PROJEKTES	2
3. ERGEBNISSE	4
4. ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN	4
II. EINGEHENDE DARSTELLUNG	4
1. WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ERGEBNISSE	4
2. VERWENDUNG DER ZUWENDUNG NACH POSITIONEN IM ZN	7
3. NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEITEN	7
4. VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE	7
5. ARBEITEN AUF DEM GEBIET DURCH ANDERE STELLEN	8
6. VERÖFFENTLICHUNGEN IM PROJEKT MAK-PAK	8

I. Kurze Darstellung

1. Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens Mak-Pak Scale-Up war, die Optimierung des entwickelten, laborfähigen Verfahrens zur Herstellung einer innovativen, nachhaltigen, kompostierbaren und idealerweise essbaren Verpackungslösung aus Makroalgen zur industriellen Umsetzung. Am

Ende des dreijährigen Verbundprojektes sollte ein validiertes, industrielles Verfahren zur Herstellung einer kompostierbaren und idealerweise essbaren Verpackungslösung für den Lebensmittelsektor auf Basis von Makroalgen in Kombination mit einer nachhaltigen und wirtschaftlichen Makroalgenproduktion erreicht werden. Die Partner **Hochschule Bremerhaven** (HS), **Nordsee GmbH** (Nordsee) und **Pulp-Tec** sowie **Hengstenberg GmbH & Co. KG** (HBERG) haben dabei an der praxisnahen Umsetzung der Verpackungslösung gearbeitet. Die industrienahen Versuche zur Makroalgenkultur wurden von den Partner **Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung** (AWI) und **JoMaa** (früher ROVAL) durchgeführt.

2. Planung und Ablauf des Mak-Pak Scale-Up Projektes

Der Zeitplan des Projektes (**Abbildung 1**) wurde bis Ende April verlängert, da eine Pumpe an der Versuchsanlage leider nicht funktionsfähig war bzw. ein Defekt aufgetreten ist. Die defekte Anlage wurde erst im Herbst 2023 repariert, sodass eine weitere 6 Monate Projektverlängerung notwendig war, um die weiteren Scale-Up-Versuche mit dem Partner Pulp-Tec und die anstehenden Arbeiten in AP 6 durchführen zu können. Die Selbstkontrolle erfolgte in Form von Projektmeetings.

Meilenstein 1: "Entwicklung der Makroalgenkultur in land-basierten Schaufelrad-Systemen" wurde erfüllt. Trotz der Schwierigkeiten beim Wissenstransfer konnte die Kultivierung des ausgewählten und vorkultivierten *Ulva*-Stammes in dem landgestützten Schaufelradsystem erreicht werden. Dennoch wurden keine optimalen Wachstumsraten erreicht.

Meilenstein 2: "Optimierte Produktzusammensetzung für zwei Arten von Prototypen: 1) Makroalgen Prototyp und 2) Prototyp aus Makroalgen und additiver Biomasse." Der zweite Meilenstein hatte die optimierte Produktzusammensetzung für zwei Arten von Prototypen zum Ziel. Die Zusammensetzung des ersten Prototyps, welcher rein aus Makroalgen bestand, konnte mit einem Gemisch aus zwei Algenarten optimiert werden. Hier konnten sowohl die Stabilität als auch die Struktur des Materials verbessert werden. Inhaltsstoffe dieser Algenarten, konnten mit der labortechnischen Herstellung zu einem stabilen Prototyp weiterentwickelt werden. Auch die Wasser- und Fettbarriere konnte durch gezielte Verarbeitung optimiert werden. Der zweite Prototyp wurde auf Basis von Algen und pflanzlicher Biomasse finalisiert. Zahlreiche Tests bestätigten, dass diese Zusammensetzung ebenfalls einen stabilen, wasser- und fettgedichteten Prototypen ergeben. Der hohe Faseranteil der pflanzlichen Biomasse und die Vernetzung mit den Algen, konnte so ebenfalls zu einer finalisierten Rezeptur weiterentwickelt werden

Meilenstein 3: "Produktion einer verbesserten Makroalgenkultur durch selektive Züchtung von isolierten Stämmen" wurde erreicht. Es wurde eine Auswahl an robusten und schnellwachsenden Algenstämmen getroffen. Während eine selektive Züchtung nicht möglich war, weil sich der ausgewählte Stamm nicht wie erwartet reproduzierte, entdeckte das AWI eine neue Reproduktionsmethode für diesen Stamm, die für den großflächigen Anbau genutzt werden kann.

Meilenstein 4: "Finalisierte, industrielle Produktzusammensetzung und Verfahrenstechnik für zwei Arten von Prototypen: 1) Makroalgen Prototyp und 2) Prototyp aus Makroalgen und additiver Biomasse."

Meilenstein 5: "Nachhaltige, wirtschaftliche und kundentoptimierte Verpackungslösung inkl. Etablierung einer nachhaltigen und wirtschaftlichen Makroalgenpilotproduktion." Der Meilenstein konnte in Teilen erreicht werden und im Rahmen der Untersuchungen konnten zukunftsweisende Optionen aufgezeigt werden, die über die Projektzeit hinaus die Erreichung der Ziele ermöglichen können. Es zeigte sich an Hand einer groß angelegten Umfrage, dass die optimierte Verpackungslösung von den Kunden angenommen werden wird. Wie bereits im ersten Projekt gezeigt, ist davon auszugehen, dass ein Teil der Kunden die Verpackung teilweise verzehren würden, jedoch nicht alle. Die Nachhaltigkeitsanalyse hat ergeben, dass unter den aktuellen Scale-Up-Konditionen im Gewächshaus (z.B. Ökostrom für die Kühlung des Wassers, Wassertausch) noch Optimierungen notwendig sind, um eine nachhaltige Verpackung im Bezug auf den CO₂-Fußabdruck zu erzielen. Es wurden jedoch durch weitere Möglichkeiten aufgezeigt, wie die landbasierte Kultivierung der Makroalgen hinsichtlich der Nachhaltigkeit optimiert werden kann. Im Bereich der Wirtschaftlichkeit der Herstellung der Verpackungslösung ist ein Großteil der Kosten auf die Makroalgen zurückzuführen. Hier konnten im landbasierten System erste Erfolge aufgezeigt werden, die den Preis für die Frischmasse deutlich reduzieren, im Vergleich zu frisch gesammelter Ware. Jedoch ist der Preis zur Herstellung einer Verpackungslösung, unter den im Projekt erzeugten Methoden noch nicht niedrig genug oder die Kunden müssten zusätzlich für eine solche Verpackung bezahlen. Auch die Produktion mit modifizierter Technologie beim Partner Pulp-Tec setzt deutlich höhere Kosten, als ursprünglich erwartet, an. Trotz allem können die Makroalgen wirtschaftlich und nachhaltig für andere Produktgruppen in sehr hoher Qualität und besonders als Frischmasse erzeugt werden und auch die Algenverpackung kann in Premiumprodukten mit sehr hoher Wertschöpfung eine Option sein.

während des gesamten Projekts klare Anweisungen für den Aufbau und die Wartung des Kultivierungssystems sowie den regelmäßigen Transfer der ausgewählten und optimierten *Ulva*-Biomasse. Mit den Ergebnissen konnte alle Meilensteine erfolgreich erreicht werden. Detaillierte Ergebnisse sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse im Vergleich zu den angestrebten Forschungszielen.

Angestrebte Forschungsziele	Erreichte Ergebnisse
AP 1: Etablierung Makroalgenmassenkultivierung	
AP 1.1 Optimierung der Kultivierung (AWI)	<ul style="list-style-type: none"> - Um der Kultivierung von <i>Ulva</i> zu optimieren, testeten wir verschiedene Arten von 1) Belüftung und 2) Industriedünger auf die Wachstumsraten von <i>Ulva</i> spp. und bestimmten die optimalen 3) Temperaturen und 4) Salzgehalte für vier <i>Ulva</i>-Stämme, sowohl im erwachsenen, als auch im frühen Lebensstadium (<i>Ulva lacinulata</i> aus Portugal, <i>U. lacinulata</i> aus Griechenland, <i>U. californica</i> aus Griechenland, <i>U. linza</i> aus Portugal, <i>Ulva</i> sp. von Helgoland, <i>U. compressa</i> von der Nordsee). - Inokulum der identifizierten Algen: Anhand der Laborexperimente haben wir ermittelt, welcher Stamm unter den industriellen Bedingungen am besten wachsen würde (<i>U. lacinulata</i>, und <i>U. compressa</i>) - Bereitstellung Makroalgenbiomasse: Wir haben die in unseren Labors vorkultivierte <i>Ulva</i>-Biomasse in monatlichen Abständen in das von JoMaa unterhaltene Anbausystem übertragen. Zusätzlich sammelten wir 30 kg <i>U. compressa</i> in Juni 2023 für den Anbau bei JoMaa
AP 1.2 Kultivierung im Industriemaßstab (AWI)	<ul style="list-style-type: none"> - Inokulum der identifizierten Algen für Massenkultur: Wir haben eine neue Methode zur Beimpfung von <i>Ulva</i>-Sporen auf schwimmendem Substrat für das Wachstum in einem Kreislaufsystem getestet. - Bereitstellung kultivierter Makroalgenbiomasse für die technischen Versuche: Das Substrat, das die im Labor gezüchtete <i>Ulva</i> enthält, wurde dem System im industriellen Maßstab hinzugefügt. - Wissenschaftliche und verfahrenstechnische Unterstützung der Industriellen Massenkultur: Auf der Grundlage der Laboruntersuchungen wurden die Art und die Konzentration des Industriedüngers, der dem System in industriellem Maßstab zugeführt wird, sowie die erforderlichen Temperatur-, Salz- und Lichtbedingungen festgelegt. Dies wurde in engem Kontakt zwischen dem AWI und JoMaa kommuniziert. AWI lieferte während des gesamten Projekts klare Anweisungen für den Aufbau und die Wartung des Kultivierungssystems sowie den regelmäßigen Transfer der ausgewählten und optimierten <i>Ulva</i>-Biomasse.
AP 2: Optimierung Indoor-Makroalgenmassenkultivierung	
AP 2.1 Optimierung der Funktionalität und Effizienz (AWI)	<ul style="list-style-type: none"> - Identifizierung von robusten, schnellwachsenden Makroalgen-Stämmen: Wir haben zwei Stämme identifiziert, die in dem System im industriellen Maßstab am besten wachsen - Die Auswirkungen von Tageslänge und Lichtintensität auf die antioxidative Aktivität von <i>Ulva</i> spp. wurden untersucht. - Selective Breeding: Nach der Beobachtung, dass der robusteste Stamm sich nicht auf die für diese Gattung übliche Weise fortpflanzte, wurde klar, dass eine selektive Züchtung nicht möglich ist, solange man den

	<p>Lebenszyklus nicht vollständig verstanden hat. Weitere Untersuchungen ergaben, dass die ausgewählte Art, die in einigen Ländern (z. B. Portugal) bereits in großem Umfang angebaut wird, einen einzigartigen und bisher unterschätzten Vermehrungszyklus aufweist, der die natürliche Produktion von Protoplasten (zellwandfreie Zellen) beinhaltet, von denen sich jede zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Dieser natürliche Prozess kann für den großflächigen Anbau genutzt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wir haben auch herausgefunden, dass die lokale Stamm <i>Ulva compressa</i> aufgrund ihres schnellen Wachstums bei niedrigem Salzgehalt gut für die Produktion an Land geeignet ist, was die für die Salzwasserproduktion erforderlichen Investitionen in Salz spart. - Wir haben festgestellt, dass der Anbau von <i>U. compressa</i> bei niedrigem Salzgehalt (10 oder 15 ppt) im Vergleich zu hohem Salzgehalt (30 oder 35 ppt) das Risiko einer Kontamination durch Meeresorganismen, die die Kultur zerstören können, verringert.
<p>AP 2.2 Optimierung der Kultivierung im Industriemaßstab (AWI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Ergebnisse von AP1 und AP 2.1 wurden auf die industrielle Massenkultur in der Pilotanlage übertragen (z. B. optimale Wachstumsbedingungen, identifizierte Stämme, Inokulationsmethoden, Systemdesign, Protokoll für die Systemwartung).
<p>AP 7: Prozessbegleitende Analytik</p>	
<p>AP 7.2 Ökonomische und ökologische Bewertung (AWI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Berücksichtigung der Nachhaltigkeit bei der Auswahl der Kultivierungsparameter - Beachtung ökonomischer und ökologischer Kriterien für die Umsetzung der großtechnischen Kultivierung - Im Rahmen der vom Deutsch-Baltischen Hochschulkontor geförderten Masterarbeit konnten wir eine Ökobilanz der großtechnischen Produktion von Meeresalgen für die Herstellung von Verpackungen auf Makroalgenbasis im Vergleich zu Bagasse-Verpackungen erstellen. Die Arbeit ist noch nicht abgeschlossen, aber die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Umstellung auf Ökostrom für den landgestützten Anbau den CO₂-Fußabdruck um die Hälfte reduzieren könnte. Allein auf der Grundlage der Bedingungen im Mak-Pak Scale-Up Projekt wäre die Umweltauswirkung von Verpackungen aus Makroalgen 5 Mal höher als bei der Produktion von Bagasse-Verpackungen. Die Auswirkungen einer Verringerung der Wasseraustauschrate, des Salzeinsatzes und des Energieeinsatzes für die Beleuchtung werden jedoch derzeit untersucht und dürften den landgestützten Algenanbau für Verpackungen auf Algenbasis in Bezug auf die Umweltauswirkungen wettbewerbsfähiger machen.
<p>AP 8: Selbstkontrolle mit Bezug auf APs / Erfolgsaussichten und Meilensteine, Publikationen, Schutzrechte</p>	
<p>AP 8 Selbstkontrolle mit Bezug auf APs / Erfolgsaussichten und Meilensteine, Publikationen, Schutzrechte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Selbstkontrolle durch regelmäßige Projekt-Meetings - Beachtung des bestehenden Patentes (DE 10 2020 103 185 A1) bei der Umsetzung Prozessparameter

2. Verwendung der Zuwendung nach Positionen im ZN

Aufgeschlüsselte Daten und genaue Zahlen entnehmen Sie bitte dem Nachweis aller Kosten, die gesondert verschickt werden. Die Ausgaben für Personal (2020 bis 2024) erfolgten planmäßig. Die gesamten Personalkosten belaufen sich auf 295.221,55€.

- Ausgaben für Geräte bis 410 € erfolgten planmäßig für Anschaffungen für die Kultivierung der Makroalgen im Labor: chemikalien für Kulturmedien, Glaswaren, Schläuche, Filter, Rohre, Pipetten, Zellkulturkammern und Kulturflaschen.
- Ausgaben für Gegenstände über 410 € erfolgten Pipetten für die Dosierung von Kulturmedienlösungen, Glasdeckel für die Kulturflaschen und statistische Software für die Datenanalyse.
- Die Reisekosten entstanden durch das Pendeln zwischen AWI und JoMaa zur wissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Unterstützung der industriellen Massenkultur, zum Inokulum der Makroalgen im industriellen Maßstab und zur Überwachung ihrer Fortschritte. Darüber hinaus fielen Reise- und Unterbringungskosten für die Präsentation der Ergebnisse auf einer internationalen Konferenz an (Aquaculture Europe 2023, Wien).

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten arbeiten

Die Personalmittel wurden voll ausgeschöpft, obwohl der Doktorand erst spät eingestellt wurde. Dies spiegelt das hohe Arbeitspensum wider und zeigt gleichzeitig, dass das Stipendium gezielt und effizient eingesetzt wurde. Ohne die Förderung wären die umfangreichen Feld-, Anbau- und Laborarbeiten nicht möglich gewesen. Die Arbeiten im Bereich der Stammselektion und Optimierung der Funktionalität und Effizienz bei gleichzeitigem Scale-up der Biomasseproduktion, der damit verbundenen Pflege und dem Wissenstransfer zu JoMaa waren extrem zeitaufwändig und konnten nur dank der Hilfe studentischer Hilfskräfte und im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten so umfangreich umgesetzt werden. Wir konnten eine studentische Hilfskraft intern finanzieren und die zusätzlichen Mittel des Baltisch-Deutsche Hochschulkontors und der Stiftung Umwelt und erneuerbare Energien haben das Projekt weiter unterstützt.

4. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Das Projekt hat zur erfolgreichen Identifizierung von zwei *Ulva*-Stämmen geführt, die sich für den Anbau im industriellen Maßstab an Land eignen. Wir haben die optimalen Bedingungen für ihre Kultivierung identifiziert und eine neue Reproduktionsmethode entdeckt, bei der

Protoplasten auf natürliche Weise produziert werden, die für eine zukünftige Vermarktung genutzt werden können. Schließlich haben wir auch die Schlüsselbereiche identifiziert, in denen der landgestützte Algenanbau die Nachhaltigkeit verbessern muss, um mit der Bagasse-Verpackungsproduktion konkurrieren zu können. Alle diese Ergebnisse wurden entweder bereits veröffentlicht oder werden derzeit für die Veröffentlichung in Fachzeitschriften vorbereitet. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse des Projekts während der gesamten Projektlaufzeit über verschiedene Medien verbreitet, sei es über Radio- und Videointerviews, Printmedien, Bildungsaktivitäten mit Schülern und Universitätsstudenten, Präsentationen auf Fachkonferenzen oder öffentliche Veranstaltungen. Durch diese Aktivitäten wurde die Möglichkeit der Herstellung von Verpackungen auf Makroalgenbasis weithin bekannt gemacht, was zu einer stärkeren Sensibilisierung der Öffentlichkeit und zu Fortschritten bei nachhaltigen und innovativen Lösungen in der Verpackungsindustrie geführt hat. Die darauf durchgeführte Makroalgenkultivierung hat dabei gezeigt, dass sich hochqualitative Algen in Frischqualität herstellen lassen, die für die Lebensmittelproduktion geeignet sind. Auch als Frisch- oder Trockenmasse in Premium-Verpackungsmaterialien. Ebenso eröffnen sich für die Herstellung der moderner Verpackungslösung im Industriemaßstab Möglichkeiten zur technischen Umgestaltung, sofern Investitionen eingeplant werden können. Daher ist eine Verwertbarkeit auch durch weitere Geschäftsmodelle möglich (siehe Verwertungsplan).

5. Arbeiten auf dem Gebiet durch andere Stellen

Mit Hilfe von "Common Garden"-Experimenten, bei denen mehrere Stämme zusammen kultiviert werden und der dominanteste Stamm, der am Ende einer Kultivierungsperiode übrig bleibt, als der robusteste angesehen wird, entdeckten Kollegen in Irland¹, dass *U. australis* auch ein schnell wachsender, robuster Stamm ist, der sich gut für den Anbau an Land eignen könnte. Diese Art verdrängte beide Stämme, die wir als optimale Stämme identifiziert hatten: *U. lacunculata* und *U. compressa* bei höheren Salzgehalten, aber sowohl *U. australis* als auch *U. compressa* überlebten bei 15 ppt. Ihre Ergebnisse unterstützen unsere Erkenntnisse, dass *U. compressa* ein guter Kandidat für den Anbau an Land bei niedrigem Salzgehalt ist.

6. Veröffentlichungen im Projekt Mak-Pak

Das öffentliche Interesse an diesem nachhaltigen und innovativen Projekt war und ist sehr groß.

¹ Simon, C., Fort, A., Jouanneau, D. *et al.* Fast screening method to identify salinity tolerant strains of foliose *Ulva* species. Low salinity leads to increased organic matter of the biomass. *J Appl Phycol* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03222-0>

Online-, Print- und Radioveröffentlichungen

Datum	Titel	Quelle
14.02.2021	Die Verpackung der Zukunft	https://red-rabbit.de/blog/die-verpackung-der-zukunft/
25.02.2021	Superfood: Mikroalgen made in Rockstedt	https://www.zeit.de/news/2021-02/25/superfood-mikroalgen-made-in-rockstedt?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
Ab 04.2021	Geocaching-Tour Bremerhaven: Rohstoffquelle Algen	https://www.wissenschaftsjahr.de/2020-21/aktuelles/august-2021/neue-geocaching-tour-rohstoffquelle-algen + Tour in Bremerhaven
07.04.2021	Nachhaltige Alternative zu Plastik und Co.	https://www.wissenschaftsjahr.de/2020-21/aktuelles/august-2021/neue-geocaching-tour-rohstoffquelle-algen
13.04.2021	Über das Forschungsprojekt Mak-Pak Scale-Up	https://www.xing.com/pages/hochschulebremerhaven/news
19.04.2021	Verbot von Einwegplastik öffnet Markt für Alternativen	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Verbot-von-Einwegplastik-oeffnet-Markt-fuer-Alternativen,verpackung320.html
22.04.2021	Forschungsprojekt Mak Pak – Verpackungslösungen aus Makroalgen	https://www.youtube.com/watch?v=BT-Kxxzuodk&ab_channel=Alfred-Wegener-Institut%2CHelmholtz-Zentrum%C3%BCrPolar-undMeeresforschung
22.04.2021	Mak Pak – Die Erde schützen durch Verpackungen aus Algen?	https://www.instagram.com/tv/CN9msGSK2cw/?utm_medium=copy_link
Ab 05/2021	Aussteller bei der bundesweiten Bauzausstellung	https://wissenschaft-in-der-stadt.de/biooekonomie/project/bremen/
07.05.2021	Diese Rolle könnten Algen in unserer Zukunft spielen	https://www.instagram.com/p/COkzySUqkCu/
11.05.2021	Mak-Pak und Mak-Pak Scale-Up als Teilnehmer der „Woche der Umwelt“	https://www.xing.com/pages/hochschulebremerhaven/news
17.05.2021	Verpackung aus Algen - Bremen	https://www.youtube.com/watch?v=ezaueofhncg&ab_channel=science2public
17.05.2021	Bioökonomie findet Stadt	https://www.hs-bremerhaven.de/hochschule/aktuelles/news/2021/biooekonomie-findet-stadt/
11.06.2021	Alfred-Wegener-Institut / Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung – Mak-Pak/Mak-Pak Scale-Up – Nachhaltige Verpackung aus Makroalgen	https://www.awi.de/forschung/besondere-gruppen/aquakultur/marine-aquakultur/forschung/mak-pak-1.html
09.07.2021	Schere, Stein -und Graspapier	https://www.umweltdialog.de/de/wirtschaft/businesscase/2021/Schere-Stein-und-Graspapier.php
15.07.2021	10 Alternativen für Plastik-Verpackungen	https://www.bve-online.de/themen/umwelt/10-alternativen-fuer-plastik-verpackungen
13.09.2021	Ernährungstrend Algen	https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/gesundheit/ernaehrungstrend-superfood-algen-essen-100.html
17.09.2021	Mak-Pak – Verpackungslösung aus Makroalgen	https://www.lizzynet.de/wws/59711012.php
23.09.2021	Wissenschaft & Shopping in der Innenstadt Bremerhavens	https://www.cityskipper.de/einkaufen-erleben/veranstaltungen/wissenschaft-shopping-23-09-2021
09/2021	Pageflow zur Bioökonomie	https://wijo.pageflow.io/biooekonomie#310162
28.10.2021	Mak-Pak Scale-Up	https://www.awi.de/forschung/besondere-gruppen/aquakultur/marine-aquakultur/forschung/mak-pak-1.html
11/2021	Keine alten Schachteln	Audimax TECH. 2-2021 – das Karrieremagazin für ITler und Ingenieure (S.9) https://www.yumpu.com/de/document/read/65997143/audimax-tech-2-2021-das-karrieremagazin-fur-itler-und-ingenieure
29.12.2021	Bioökonomie findet Stadt: Bremen – Digitaler Städteführer	https://www.youtube.com/watch?v=C3Cdd81-X2U&ab_channel=science2public
28.3.22	Essbare Verpackung als aktiver Umweltschutz	https://green-economy-bremerhaven.de/2022/03/essbare-verpackung-als-aktiver-umweltschutz/

04.2022	Biotech aus dem Meer – Alleskönner Algen	VAA Magazin (https://www.vaa.de/presse/publikationen/vaa-magazin/ausgabe-april-2022/spezial)
2022	Artikel „Was sie über Algen wissen sollten“	https://www.geo.de/natur/oekologie/4203-rtkl-algen-was-sie-ueber-algen-wissen-sollten
01/2024	Austeller bei der grünen Woche (BMEL-Halle)	https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/240105_IGW.html
25.01.2024	Grüne Woche punktet mit "grünerleben"	https://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/gruene-woche-punktet-mit-gruenerleben
01/2024	Wir stellen vor: das Mak-Pak Projekt	https://www.nordsee.com/de/ueber-uns/nachhaltigkeit/projekt-mak-pak

Vorträge und Fachpublikationen

Datum	Art & Titel	Quelle
17.09.2021	Vortrag: Mak-Pak – Verpackungslösung aus Makroalgen (Lisa Klusmann)	https://www.lizzynet.de/wws/59711012.php
4.-7.10.2021	Vortrag: Seaweed-based Packaging Solutions (Laurie Hofmann)	Aquaculture Europe Conference
15.-18.11.2021	Vortrag: Nachhaltige Verpackungslösung aus Makroalgen	MNU Tagung Bremerhaven
18.6.2021	Vortrag: Wieso sollten Fischbrötchen zukünftig in Algen eingewickelt werden?	AWI Offenes Haus
07.09.2021	Vortrag: Ph.D. project and MAK-PAK Scale-up Project	AWI – AWI Science week
06.09.2021	Vortrag: Ph.D. project and MAK-PAK Scale-up Project	AWI – BAH Seminar
28.09.2021 – 01.10.2021	Poster: Ph.D. project, the MAK-PAK Scale-Up project, and preliminary results	AWI Ph.D. days Bremerhaven
14.10.2021	Vortrag: Projekt Mak-Pak und Mak-Pak Scale-Up (Lisa Klusmann)	Eröffnungsveranstaltung der Klimaakademie der Hochschule Bremerhaven
19.-20.10.2021	Poster: Macroalgae for sustainable food packaging applications (Lisa Klusmann, Ramona Bosse)	4th Food Structure and Functionality Symposium
08.12.2021	Vortrag: Ph.D. project, MAK-PAK Scale-up Project, and preliminary results	AWI - Macroalgae Seminar
18.01.2022	Vortrag: Projekt Mak-Pak und die Bedeutung von Algen in der Lebensmittelindustrie (Lisa Klusmann)	Vorlesung „Allgemeine Technologie Fisch & Sea Food“, Hochschule Bremerhaven
28.03.2022	Essbare Verpackung als aktiver Umweltschutz	https://green-economy-bremerhaven.de/2022/03/essbare-verpackung-als-aktiver-umweltschutz/
21.-22.4.22	Vortrag "Packaging Solutions from Seaweed" (Laurie Hofmann)	COST Action CA2016 SeaWheat Ulva: Tomorrow's "Wheat of the Sea," a model for an innovative mariculture Conference, Cádiz, Spain
21.-22.4.22	Poster "Salinity as a key factor for strain selection and optimization of Ulva spp. for land-based cultivation" (Laurie Hofmann & Isabel Cardoso)	COST Action CA2016 SeaWheat Ulva: Tomorrow's "Wheat of the Sea," a model for an innovative mariculture Conference, Cádiz, Spain
1.6.2022	Vortrag: „100 Jahre Deutsche Bank in Bremerhaven – nachhaltig auf dem Weg in die Zukunft“ – „Blue Economy: die nachhaltige Revolution – Meeresressourcen nachhaltig nutzen“ (Laurie Hofmann)	100 Jahre Deutsche Bank in Bremerhaven – nachhaltig auf dem Weg in die Zukunft

29.06.2022	Projekt Mak-Pak und Mak-Pak Scale-Up (Lisa Klusman)	Vortrag an den Wasserstofftagen der Hochschule Bremerhaven
29.6.2022	Vortrag: Seaweed-Based Packaging Solutions (Laurie Hofmann)	Seagriculture Europe 2022 https://seagriculture.eu/program2022/
04.-06.09.2022	Verbundstand	Fish International
9.9.22	Projekt Mak-Pak und Mak-Pak Scale-Up (Lisa Klusman)	Vortrag bei der Veranstaltung „Iss mal anders“, TTZ Bremerhaven
13.09.2022 – 15.09.2022	Poster: Salinity as a tool for strain selection of <i>Ulva</i> spp.	SeaWheat Conference, Cadiz, Spain
14.9.2022	Vortrag: Packaging solutions from land-based macroalgae aquaculture (Laurie Hofmann)	SeaWheat COST Action Conference
07.11.2022	Vortrag: Projekt Mak-Pak und die Bedeutung von Algen in der Lebensmittelindustrie (Lisa Klusmann)	Vorlesung „innovative Rohstoffe“, Hochschule Bremerhaven
21.3.2023	Vortrag: Nachhaltige Verpackungslösung aus Makroalgen (Laurie Hofmann)	NABU Butjadingen Vortragsreihe – Klimaschutz
4.5.2023	Vortrag: Nachhaltige Verpackungslösung aus Makroalgen (Laurie Hofmann)	Algenstammtisch
23.05.2023 – 24.05.2023	Poster: Naturally occurring protoplasts in a “green tide” strain of <i>Ulva lacunculata</i>	SeaWheat Workshop, Lisbon, Portugal
23.5.2023	Vortrag: Application of <i>Ulva</i> spp. in packaging (Laurie Hofmann)	SeaWheat COST Action Workshop
29.05.2023	Fachpublikation: Cardoso, I., Meißner, A., Sawicki, A., Bartsch, I., Valentin, K.-U., Steinhagen, S., Buck, B. H., & Hofmann, L. C. (2023). Salinity as a tool for strain selection in recirculating land-based production of <i>Ulva</i> spp. from germlings to adults. <i>J Appl Phycol</i> , 35, 1971-1986. Doi: 10.1007/s10811-023-02960-x	Journal of Applied Phycology
04.07.2023	Vortrag: Projekt Mak-Pak und die Forschung an der Hochschule Bremerhaven (Lisa Klusmann)	Studenttag Gymnasium Nordenham
04.07.2023	Vortrag: „Makroalgen als Verpackungsmaterial - Eine Alternative für den Convenience- und To-go-Bereich?“ (Lisa Klusmann)	GDL-Fachwebinar
11.10.2023	1. Parlamentarischer Abend Berlin, BMEL (Ramona Bosse)	Programm zur Innovationsförderung des BMEL, Ausstellung
12.03.2024	Fachpublikation: Cardoso, I., Meißner, A., & Hofmann, L. (2024). The effect of irradiance versus light dose on the antioxidant activity of two strains of <i>Ulva lacunculata</i> . <i>Bot Mar</i> . Doi: 10.1515/bot-2023-0064	Botanica Marina
25.04.2023 – 28.04.2023	Vortrag: Short-term scientific mission and overcoming bottlenecks in <i>Ulva</i> cultivation	AWI Ph.D. days Helgoland
In preparation	Fachpublikation: Cardoso I., Bartsch, I., Valentin, K. U., Steinhagen, S., Buck B. H. & Hofmann, L. C. (n.d.). Naturally occurring protoplasts in <i>Ulva</i>	In preparation for publication

	spp. reveal a previously underestimated proliferation process in an ecologically and economically relevant seaweed. [In preparation].	
--	---	--

Bearbeitete Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten im Projekt Mak-Pak

- Masterarbeit: Optimierung eines Fasergussverfahrens im Labormaßstab und Aufbau einer Barrierschicht von biologisch abbaubarem Verpackungsmaterial, Kevin Haar, Hochschule Bremerhaven, 2022
- Masterarbeit: Optimisation of land-based cultivation conditions and enhancement of antioxidant activity in *Umbraulva* sp. (Chlorophyta, Ulvaceae), Laura Belter, Universität Bremen, 2021
- Bachelorarbeit: Martanalyse für die Entwicklung einer umweltfreundlichen Verpackungslösung aus Makroalgen für den Außer-Haus-Verkauf, Yasmin Benson, Hochschule Bremerhaven, 2021
- Bachelorarbeit: Influence of salinity in growth and photosynthetic activity in different *Ulva* germlings and optimization of selective breeding, Anja Sawicki, Universität Bremen, 2021-2022
- Bachelorarbeit: Optimizing Antioxidant Activity in Blade-Forming *Ulva* spp. in Land-Based Cultivation, Anneke Meißner, Universität Bremen, 2021-2022
- Bachelorarbeit: Anpassung des Rohstoffeinsatzes von Rotalgen für die Herstellung eines algenbasierten Biomaterials , Käthe Wiechmann, Hochschule Bremerhaven, 2022
- Projektarbeit: Nachhaltige Verpackung aus Makroalgen, Pia Hohlfeld & Tino Petarus, Schulzentrum Geschwister Scholl Bremerhaven, 2021
- Projektarbeit: Regularien zur Herstellung von nachhaltigen Verpackungen aus Makroalgen, Anja Sawicki, Universität Bremen, 2021
- Projektarbeit: Testing the impact of different methods of aeration and cultivation conditions on the growth of two *Ulva* species, Anneke Meißner, Universität Bremen, 2021
- Projektarbeit: Impact of red light on reproduction of *Ulva* sp., Mascha Ridder, Jesse Ramm, Hochschule Bremerhaven
- Masterarbeit: Life Cycle Assessment of land-based seaweed cultivation for seaweed-based packaging production, Martin Müller, Technische Hochschule Bingen
- Doktorarbeit: Strain selection and optimization of *Ulva* spp. for land-based recirculating cultivation systems, Isabel Cardoso, Universität Bremen