



Interreg

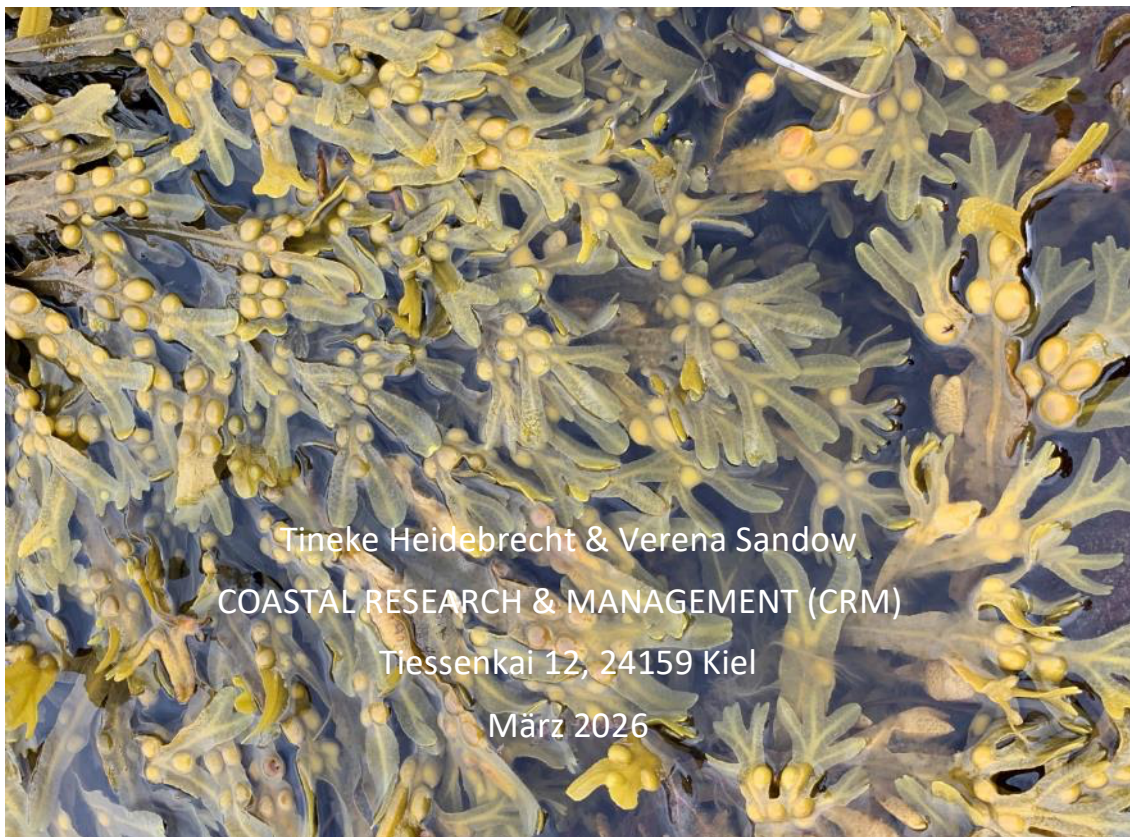


Kofinanziert von
der Europäischen Union

Deutschland – Danmark

Gemeinschaftliche Algen- Meeresgärten in der deutschen Ostsee

Zusammendenken von Nutzung und
Renaturierung in der Kieler Bucht



Tineke Heidebrecht & Verena Sandow
COASTAL RESEARCH & MANAGEMENT (CRM)
Tiessenkai 12, 24159 Kiel
März 2026

Impressum

Autorin
Tineke Heidebrecht

Fachliche Begleitung und Review
Verena Sandow

Auftraggeber
Coastal Research & Management (CRM)
Tiessenkai 12
24159 Kiel
Im Rahmen des Projekts AlgaeFood

Bearbeitungszeitraum
Januar – März 2026

Dieser Bericht wurde als orientierende Studie erstellt und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Inhalte geben die Einschätzung der Autorinnen wieder.

Zusammenfassung

Das Projekt AlgaeFood arbeitet an der nachhaltigen Nutzung regionaler Algen für Ernährungszwecke. Diese Veröffentlichung hat das Ziel, Interessent*innen aus Deutschland über Aspekte der Planung und Umsetzung eines gemeinschaftlichen Algen-Meeressgartens aufzuklären.

Gemeinschaftliche Meeressgärten sind Anlagen, an denen an Leinen, an schwimmenden Plattformen oder auf Steinen im Meer heimische Muscheln und essbare Algen angebaut werden. Der Anbau der Algen ist regenerativ, es werden also nur die im Meer ohnehin vorkommenden Bedingungen genutzt, sodass sich auch der Pflegeaufwand in Grenzen hält. Neben einigen kommerziellen Algenfarmen in der deutschen Ostsee gibt es auch ein Pilotprojekt zu gemeinschaftlich organisierten Meeressgärten in Flensburg. Gemeinschaftliche Meeressgärten sind vergleichbar mit Schrebergärten – nur unter Wasser. In Dänemark sind gemeinschaftliche Meeressgärten bereits seit 10 Jahren etabliert mit inzwischen über 40 Meeressgärten. Das Projekt AlgaeFood ist ein Interreg Projekt, in dem deutsche und dänische Partner zusammen die Nutzung regionaler Algen für Ernährungszwecke vorantreiben, sodass die Erfahrungen der dänischen Partner mit lokalen Meeressgärten in diese Veröffentlichung miteinfließen.

Algen-Meeressgärten liefern nicht nur essbare Biomasse, sondern auch ökologische Leistungen, wie die Regulierung chemischer Prozesse im Wasser und die Aufnahme von überschüssigen Nährstoffen, sodass die Wasserqualität der stark überdüngten Ostsee verbessert wird. Algen-Meeressgärten können zudem zur Renaturierung der Ostsee beitragen. In dieser Veröffentlichung werden vier zentrale Gestaltungsprinzipien für gemeinschaftliche Algengärten vorgestellt, die Nutzungsaspekte mit der Wiederherstellung des Ökosystems verbinden (siehe Kapitel 2). Die Pflanzung (bedrohter) heimischer Arten kann lokale Bestände aufbauen und als Trittstein-Habitats zur Stärkung benachbarter Bestände fungieren. Um die positiven Lebensraum-Effekte des Algengartens zu unterstützen, empfiehlt sich die Reduzierung störender Aktivitäten in vulnerablen Zeiten. Zudem sollten Anpflanzungsflächen moderat gehalten werden, um mögliche negative Effekte zu verhindern, auch sollten keine invasiven (eingeschleppten) Arten angepflanzt werden. Regelmäßige Überwachung (Monitoring) sollte als fester Bestandteil verankert werden, um unerwünschte Entwicklungen früh zu erkennen und das Management zu optimieren. Weitere Gestaltungsprinzipien für einen gemeinschaftlichen Meeressgarten umfassen Transparenz und Zugänglichkeit sowie den Aufbau von Partnerschaften und lokalen Netzwerken. Im dritten Kapitel werden konkrete Planungs- und Umsetzungsaspekte, die für die Errichtung eines gemeinschaftlichen Meeressgartens in Deutschland berücksichtigt werden sollten, behandelt. Für die Standortwahl wird ein wind- und wettergeschützter Bereich mit 5-10 Metern Wassertiefe und Kies-, Sand- oder Schlickboden (Seil- und Leinensysteme) oder Hartsubstrat mit maximal 2 Metern Wassertiefe (*Fucus* auf Natursteinen) empfohlen. Welche spezifischen Bedingungen (Salzgehalt, Temperatur Substrat und Tiefe) erfüllt sein sollten für die Anpflanzung von vier ausgewählten, regionalen Algenarten (*Saccharina latissima*, *Fucus vesiculosus*, *Ulva lactuca* und *Fucus serratus*) wird in Kapitel 3.2 aufgeführt. Die Kultivierung lokaler Algen in Leinen- und Seilsystemen, Netzsystemen, Käfig- und Korbsystemen, auf Steinen, in Offshore-Systemen und in Multi-Use Systemen wird in Kapitel 3.3 beschrieben. Eine behördliche Genehmigung ist für nicht-kommerzielle, kleinskalige Meeressgärten, die rückbaubar sind und keine bauliche Anlage an Land haben, nicht nötig. Die Zustimmung des Eigentümers und / oder des zuständigen Betreibers des Standorts muss eingeholt werden (siehe Kapitel 3.4). Mit welchen Kosten und Einnahmen bei dem Betrieb eines gemeinschaftlichen Meeressgartens zu rechnen ist, wird in Kapitel 3.5 eingeschätzt.

Im letzten, vierten Kapitel wird ein realistisches Szenario eines Meeressgartens in der Kieler Bucht vorgestellt, inklusive der Beschreibung des konkreten Aufbaus und der Prozesse für Aussaat, Ernte und Nutzung der Algen.

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Algengärten.....	1
1.1 Ausgangslage Ostsee	1
1.2 Was sind gemeinschaftliche Meeresgärten?	1
2. Zentrale Gestaltungsprinzipien gemeinschaftlicher Meeresgärten.....	3
2.1. Ökologische Gestaltungsprinzipien.....	3
2.1.1 Pflanzung von bedrohten heimischen Arten	4
2.1.2 Reduzierung der Aktivitäten in vulnerablen Zeiten	5
2.1.3 Keine Pflanzung von invasiven Arten.....	5
2.1.4 Moderate Anpflanzungsflächen.....	6
2.1.5 Monitoring als fester Bestandteil	6
2.2 Soziale Gestaltungsprinzipien	6
2.2.1 Transparenz und Zugänglichkeit	6
2.2.2 Aufbau von Partnerschaften und lokalen Netzwerken.....	7
3. Entscheidungs- und Machbarkeitsrahmen	8
3.1 Standortwahl	8
3.2 Geeignete Standortbedingungen für ausgewählte Makroalgen.....	9
3.3 Algenzucht: Ablauf und Technik-Optionen	9
3.3.1 Ablauf.....	9
3.3.2 Leinen- und Seilsysteme	10
3.3.3 Netzsysteme	12
3.3.4 Käfig- und Korbsysteme	12
3.3.5 Algenansiedlung auf Steinen	13
3.3.6 Offshore-Systeme	13
3.3.7 Multi-Use Systeme.....	14
3.4 Genehmigungsprozess	14
3.5 Kosten	14
4. Zukunftsszenario: Gemeinschaftlicher Algengarten in der Kieler Bucht	16
4.1 Standort und Genehmigungen	16
4.2 Akteure	16
4.3 Design	17
4.3.1 Aufbau	17
4.3.2 Aussaat	18
4.3.3 Pflege und Monitoring.....	18
4.3.4 Ernte und Nutzung.....	19
5. Quellenverzeichnis.....	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Interaktion von Algengärten mit der Ostsee und der lokalen Gemeinschaft.....	2
Abbildung 2: Illustration <i>Fucus</i> -Meeresgarten als Trittstein-Habitat	4
Abbildung 3: Umweltbildung im Meeresgarten Kopenhagen	7
Abbildung 4: Leine mit Zuckertang im Flensburger Meeresgarten	8
Abbildung 5: Longline System im dänischen Meeresgarten Kerteminde	11
Abbildung 6: Überblick einiger Kultivierungssysteme von <i>Saccharina latissima</i>	12
Abbildung 7: Ernte von <i>Fucus vesiculosus</i> in Dänemark	13
Abbildung 8: Szenario „Der Kieler Meeresgarten“	16
Abbildung 9: Partnerschaften und Stakeholder im Kieler Meeresgarten.....	17
Abbildung 10: Ansiedlung von <i>Fucus</i> im Meeresgarten	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vulnerable Phasen ausgewählter Algenarten	5
Tabelle 2: Präferierte Bedingungen ausgewählter Algenarten.....	9
Tabelle 3: Kultivierungszyklen ausgewählter Algenarten	10
Tabelle 4: Beispielhafte Auflistung möglicher Kosten eines gemeinschaftlichen Meeresgartens.....	15

1. Ausgangslage und Algengärten

1.1 Ausgangslage Ostsee

Die Ostsee ist ein stark genutzter und gleichzeitig sensibler Raum. Eine Vielzahl von Nutzungen fallen hier zusammen: Schifffahrt und Häfen, Fischerei und Aquakultur, Tourismus und Freizeitnutzung, Offshore-Windenergie und Naturschutz, wodurch Flächenkonkurrenz und Nutzungskonflikte entstehen.

Gleichzeitig zählt die Ostsee zu den ökologisch am stärksten belasteten Meeren Europas und kämpft mit Problemen wie Eutrophierung (Überdüngung), Sauerstoffmangel, Versauerung, Biodiversitätsverlust, Überfischung und den Folgen des Klimawandels [1]. Viele klassische Schutzinstrumente, die vor allem auf Regulierung und die räumliche Trennung von Nutzungen setzen, stoßen zunehmend an ihre Grenzen. Daher bedarf es für die Ostsee neuer, integrierter Lösungsansätze. Anstelle eines Denkens, das Nutzung und Schutz als Gegensätze begreift, braucht es Konzepte, in denen Nutzung und Schutz als win-win zusammenkommen. Während räumliche Schutzinstrumente nach wie vor berechnete Anwendungsbereiche haben (bspw. Schutz besonders sensibler Lebensräume), bedarf es eines Paradigmenwechsels von Vermeidung hin zu aktiver ökologischer Aufwertung, um nicht nur die Verschlechterung des Zustands der Ostsee zu verlangsamen, sondern den Zustand der Ostsee aktiv zu verbessern.

Die Verpflichtung zu ökologischer Aufwertung ist auch rechtlich verankert in der EU-Verordnung zur Wiederherstellung der Natur [2]. Die Verordnung verpflichtet zu Maßnahmen zur Wiederherstellung von Ökosystemen und nennt auch explizit Makroalgenwälder in der Ostsee. Bis 2030 sollen die EU-Mitgliedsstaaten Maßnahmen ergreifen um sicherzustellen, dass sich mindestens 30 % der Gesamtfläche der geschützten Biotope in einem guten ökologischen Zustand befinden, 2040 50 % und 2050 90 % [2]. Vor diesem Hintergrund besteht ein großer Bedarf an lokalen Maßnahmen für ökologische Aufwertung. Gemeinschaftliche (Algen-) Meeressgärten sind ein solcher Ansatz, der Flächennutzungskonflikte klein hält und Renaturierung, Nutzung und lokale Beteiligung zusammendenkt.

1.2 Was sind gemeinschaftliche Meeressgärten?

Meeressgärten sind Anlagen, an denen an Leinen, an schwimmenden Plattformen oder auf Steinen im Meer Muscheln und essbare Algen angebaut werden. Die Meeressgärten funktionieren regenerativ, was heißt, dass sie anders als klassische Algenzucht (Aquakultur an Land) keine Zugaben wie Dünger oder Futter brauchen, sondern nur die ohnehin vor Ort vorkommenden Bedingungen im Meer genutzt werden. In Dänemark ist der regenerative und gemeinschaftliche Anbau von Meeressgemüse bereits seit 2015 etabliert und auch in Deutschland gibt es Pilotprojekte¹. Die Meeressgärten werden von Vereinen betrieben, deren Mitglieder die Gärten nicht-kommerziell bewirtschaften und die Ernte für den Eigenkonsum miteinander teilen.

Makroalgen von der dänischen und schleswig-holsteinischen Küste haben ein großes, aber bisher kaum genutztes Potenzial, zu einer gesunden und nachhaltigen Ernährung in der jeweiligen Region beizutragen. Sie stellen eine gesunde, lokale und nachhaltigere Alternative zu Fisch dar und eignen sich sehr gut für die vegetarische und vegane Ernährung. Neben ihrem besonderen Geschmack punkten Algen auch beim Thema Gesundheit: Sie beinhalten wichtige Vitamine, Mineral- und Ballaststoffe

1 Flensburger Meeressgarten: <https://www.flensburger-meeressgarten.de/>

sowie essentielle Aminosäuren [3][4]. Ziel der regenerativen Algenkultur ist zudem ein positiver Nettoeffekt auf das Meeresökosystem. Auf produktivitätsfördernde aber umweltschädliche Bewirtschaftungsmethoden wie die Zugabe von Antibiotika, Pestiziden oder Dünger wird daher verzichtet. Im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft findet zudem keine Verdrängung von Lebewesen aus ihrem Lebensraum statt. Meeressäaten können auch an bereits vorhandenen Bauwerken wie Spundwänden, Stegen oder Molen angebracht werden, sodass kein neuer Flächenbedarf entsteht und diese Bauwerke doppelt genutzt werden können.

Der Ertrag der Meeressäaten liegt nicht nur in der essbaren Ernte, sondern ebenso in den Ökosystemdienstleistungen, welche die Algen liefern und dem sozialen Ort, der durch den Meeressäaten entsteht. Algen erfüllen wichtige ökologische Funktionen, die das Ökosystem im Gleichgewicht halten: Sie regulieren biochemische Prozesse wie die Versauerung der Meere und nehmen überschüssige Nährstoffe auf [5][6][7]. Durch die Photosynthese nehmen Algen CO₂ (Kohlendioxid) auf und wandeln es in O₂ (Sauerstoff) um – so helfen sie dem Klima. Zudem sind Algen Ökosystemingenieure, sie schaffen neue Lebensräume für andere Arten [8]. Dies geschieht auch bei den Meeressäaten: Die an den Leinen herunterhängenden Algen schaffen Strukturen, welche wiederum Ansiedlungsflächen für andere Algenarten und Schutz für Kleintiere (wie Krebse, Schnecken und Muscheln) und junge Fische bieten. Dadurch ist die biologische Vielfalt in den Meeressäaten höher als in der Umgebung.

Meeressäaten stärken zudem die lokale Community und tragen zum Gemeinschaftsgefühl bei. Sie bringen Menschen zusammen, die sich für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Meere einsetzen möchten. Die etablierten Meeressäaten in Dänemark sind außerdem eng mit Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung verknüpft. Sie können auch ein Ort werden, der neugierige Taucher und Schnorchler anzieht und zum erweiterten Umweltbewusstsein beiträgt. So zeigen die dänischen Meeressäaten, wie die nachhaltige Nutzung der Ressource Alge mit Umweltbildung zusammengebracht werden kann [9]. Sie sind zu einem Ort geworden, an dem Menschen über das Ökosystem Ostsee und dessen Bedrohungen lernen und ebenso darüber, was ein jeder selbst tun kann, um der Ostsee zu helfen. Somit steckt in den Meeressäaten das Potenzial, zu einem Lern- und Multiplikator-Ort für Meeresschutz zu werden, an denen engagierte Bürger*innen und Mitglieder gemeinsam anpacken, um ökologische Verantwortung, Gemeinschaft und nachhaltigen Gewinn von Nahrungsmitteln miteinander zu verbinden.

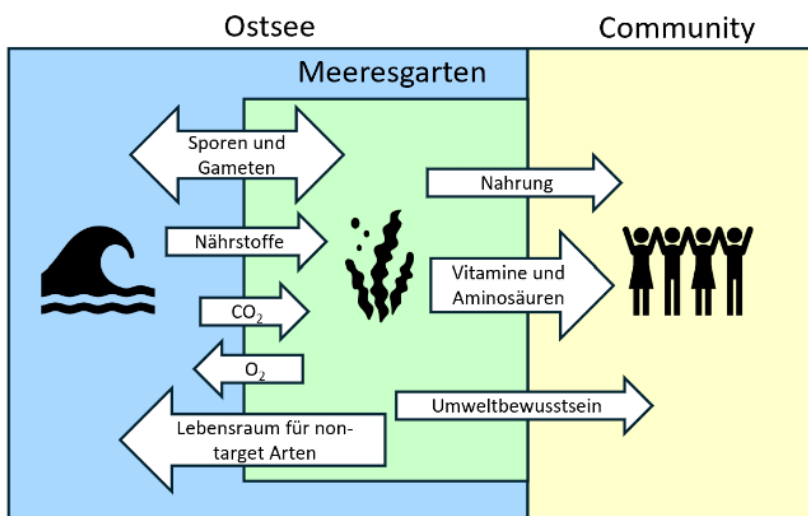


Abbildung 1: Interaktion von Algenärten mit der Ostsee und der lokalen Gemeinschaft

2. Zentrale Gestaltungsprinzipien gemeinschaftlicher Meeressgärten

2.1. Ökologische Gestaltungsprinzipien



Renaturierung
heimischer Arten

- Pflanzung bedrohter heimischer Arten (*F. vesiculosus* und *F. serratus*)
- Nutzung von Meeressgärten als Trittsteinhabitats zur Renaturierung



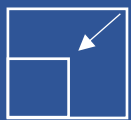
Wenig Störung in
vulnerablen Zeiten

- Reduzierung intensiver, störungsreicher Aktivitäten in vulnerablen Zeiten für die Algen und der Begleitorganismen



Keine invasiven Arten

- Keine Pflanzung von invasiven Arten, um mögliche negative Auswirkungen auf heimische Arten zu verhindern



Moderate
Anpflanzungsfläche

- Kleine Anpflanzungsflächen, um negative Effekte auf das Ökosystem zu verhindern und soziales Konfliktpotenzial klein zu halten



Monitoring

- Regelmäßige Untersuchung der Wasserqualität und des Zustands der Algen und der Begleitorganismen
- Früherkennung unerwünschter Entwicklungen
- Erkenntnisse, um die Kultivierung zu optimieren



Transparenz und
Zugänglichkeit

- Zugänglichkeit, Aufklärungsarbeit und Transparenz für langfristige Unterstützung der lokalen Community
- Sichtbarkeit und Information im öffentlichen Raum



Partnerschaften

- Zusammenarbeit mit Schulen, um Meeressgärten als Umweltbildungsorte zu nutzen
- Verankerung in lokale Strukturen

2.1.1 Pflanzung von bedrohten heimischen Arten

Die beiden heimischen Algenarten *Fucus vesiculosus* (Blasentang) und der verwandte *Fucus serratus* (Sägetang) sind in Schleswig-Holstein geschützt unter der Biotopverordnung Schleswig-Holstein als Bestandteile der Biotope „Seegraswiesen und sonstige Makrophytenbestände“ (§ 5h) und „Riffe“ (§ 5i) [10]. Ihre Bestände in der deutschen Ostsee sind seit den 1950ern stark zurückgegangen [11]. Blasentang und Sägetang bevorzugen harten Untergrund (Felsen und Steine), die durch historische Steinfischerei und Hafenbaumaßnahmen insbesondere in Schleswig-Holstein großflächig verloren gegangen sind. Hinzu kam die Eutrophierung und dadurch eine stärkere Trübung des Wassers, so dass weniger Sonnenlicht zu den Makroalgen durchdrang und die Tiefenausbreitung von *F. vesiculosus* von 8 m Tiefe auf 2 m Tiefe reduzierte [11] und die Tiefenausbreitung von *F. serratus* von 15 m auf 6 m reduzierte [12].

Der Betrieb eines Algen-Meeresgartens kann die Bestände von *F. vesiculosus* und *F. serratus* unterstützen, indem gezielt Natursteine mit diesen Arten besiedelt werden. Die angepflanzten Individuen selbst werden dem System bei der Ernte zwar (teilweise) entnommen, können aber bis dahin Biomasse aufbauen und sich fortpflanzen. Während der Reproduktionsphase geben die Algen ihre Gameten in die Umgebung ab, wo sie innerhalb von zwei Stunden rund zwei Meter mit der Strömung vom Ursprungsort wegbewegt werden können [13]. Wenn sie dort auf geeignete Bedingungen treffen, setzen sie sich auf Hartsubstrat fest, bilden die Haftplatte aus und wachsen dort zu einer neuen Alge heran [13].

Durch die gezielte Platzierung von *F. vesiculosus* oder *F. serratus* als Trittstein-Habitate, welche zwei bekannte Bestände verbinden, kann die funktionale Konnektivität zwischen ansonsten isolierten Populationen aufgebaut werden (siehe Abb. 2). Dadurch kann ein schrittweiser genetischer Austausch und eine erleichterte Wiederbesiedlung nach lokalen Störungen ermöglicht werden, was die *Fucus*-Bestände langfristig stabilisieren würde [14]. Auch über Meeresgärten hinaus ist die Schaffung derartiger Trittsteinhabitats durch das Legen von Steinen oder die Schaffung künstlicher Riffe als Ansiedlungssubstrate für mehrjährige Rotalgen und Braunalgen (z.B. Zuckertang) eine zentrale Renaturierungsmaßnahme, um den Zustand der Makrophyten-Biotope der Ostsee zu verbessern.

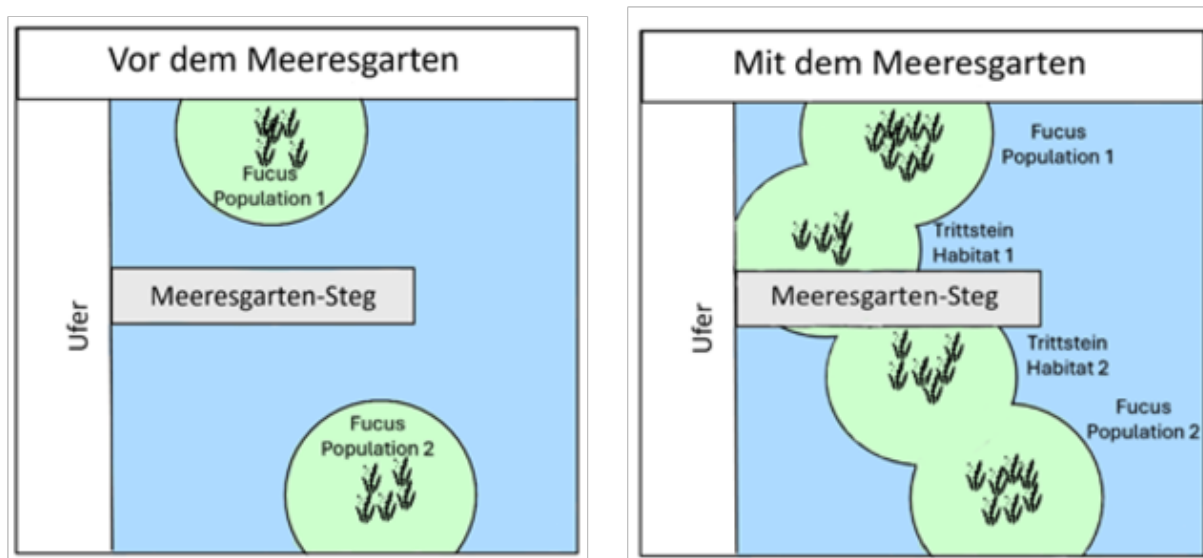


Abbildung 2: Illustration *Fucus*-Meeresgarten als Trittstein-Habitat

2.1.2 Reduzierung der Aktivitäten in vulnerablen Zeiten

Marine Ökosysteme unterliegen saisonalen Zyklen, in denen sich die ökologische Sensibilität unterscheidet. Eingriffe während einer besonders sensiblen Phase in das Habitat eines Algen-Meeresgartens kann dessen Begleitflora und -fauna vergleichsweise stark schaden [15]. Da die Meeresgärten nicht nur Anbauflächen sind, sondern auch Lebensraum für viele weitere Meeresorganismen schaffen, sollten Eingriffe innerhalb ökologisch sensibler Phasen reduziert werden. Innerhalb des Schutzzeitraums sollte auf Ernte, Neuinstallationen und intensive Wartungsarbeiten verzichtet werden. Diese Arbeiten sollten stattdessen, sofern möglich, gebündelt in weniger sensiblen Zeitfenstern durchgeführt werden.

Die Algen selbst sind vergleichsweise resistent gegenüber Eingriffen in ihrer Umgebung, solange sie nicht mechanisch beschädigt werden. Makroalgen zeigen sich in den frühen Lebensphasen als besonders sensibel [15][16]. In dieser Zeit sollte auf Entnahme und Handling verzichtet werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Vulnerable Phasen ausgewählter Algenarten

Art	Lateinischer Name	Vulnerabelste Phase (Sporen-, Gametenfreisetzung und Zygotenansiedlung)
Zuckertang	<i>Saccharina latissima</i>	November – Mai in der Beltsee [17]
Blasentang	<i>Fucus vesiculosus</i>	Mai – Juli und sowie September – Oktober in der Kieler Bucht [18]
Meersalat	<i>Ulva lactuca</i>	Mai – Juni im Skagerrak [19]
Sägetang	<i>Fucus serratus</i>	Juni – Juli sowie Oktober – November in der zentralen Ostsee [20]

Die Kleinorganismen (Wirbellose, sessile Organismen und juvenile Fische), für welche die Makroalgen den Lebensraum bilden, reagieren meist empfindlicher auf Störungen als die Makroalgen selbst. Um Schutzzeiträume festzulegen, sollte der Algen-Meeresgarten auf assoziierte Fauna untersucht werden und die Schutzzeiten (ggf. mit naturschutzfachlicher Beratung) an die gefundenen Organismen angepasst werden.

2.1.3 Keine Pflanzung von invasiven Arten

Invasive Arten sind Arten, die aus einem anderen Ökosystem in die Ostsee eingewandert oder gebracht worden sind und in dem neuen Ökosystem - der Ostsee - nicht nur überlebens- und fortpflanzungsfähig sind, sondern dort negative Auswirkungen auf das Ökosystem haben. In der Ostsee sind *Coscinodiscus wailesii* (Wailes-Kieselalge), *Fucus evanescens* (Klauentang) und *Gracilaria vermiculophylla* (Besentang) als invasive Arten eingestuft [21] [22].

Aktuell sind keine (Nahrungsmittel-)Produkte auf dem deutschen Markt, die mit einer dieser Algenarten hergestellt werden. Allerdings kann Agar (Verwendung als Geliermittel) aus *Gracilaria vermiculophylla* gewonnen werden [23] und Fucoïdan (Verwendung in Medizin und Kosmetik) aus *Fucus evanescens* [24]. Keine der Arten wird aktuell in Algenfarmen in Deutschland angebaut und dabei sollte es auch bleiben, um potenzielle negative Effekte auf das Ökosystem zu vermeiden und um den heimischen Arten nicht zu schaden.

2.1.4 Moderate Anpflanzungsflächen

Kleine und mittelgroße Algenfarmen haben i.d.R. keine signifikanten negativen Effekte auf das Ökosystem. Mit zunehmender Größe können allerdings Probleme entstehen. Der Schattenwurf größerer Installationen kann die Lichtverfügbarkeit verändern und damit photosynthetisch aktive Arten in der Umgebung beeinträchtigen [25]. Durch Installationen veränderte Strömungsverhältnisse können sich wiederum auf die Nährstoffverhältnisse auswirken [26].

Zudem können größere Anpflanzungsgebiete mit Installationen zu sozialen Konflikten und einer geringeren Unterstützung führen, da sie die ästhetische Wahrnehmung stören können [27][28]. Für gemeinschaftliche Algengärten wird daher empfohlen, Anlagen im Pilotmaßstab (bis zu rund 100 m²) zu bauen und die Flächengröße so zu wählen, dass negative ökologische Effekte minimiert bleiben und die soziale Akzeptanz im lokalen Umfeld gegeben ist.

2.1.5 Monitoring als fester Bestandteil

Meeresgärten greifen in ein sensibles Ökosystem ein. Auch wenn ein positiver Effekt zu erwarten ist, sind Effekte kontextabhängig und sollten daher beobachtet werden. Monitorings (= regelmäßige Untersuchungen) ermöglichen den Nachweis positiver Auswirkungen und die frühe Erkennung unerwünschter Entwicklungen. Die Dokumentation von Vorgehensweise, von physikalisch-chemischen Umweltparametern und biologischen Indikatoren der Makroalgen kann als Grundlage für wissenschaftliche Analysen dienen, und die gewonnenen Erkenntnisse können zukünftigen Projekten helfen. Regelmäßiges Monitoring dient zudem nicht nur der ökologischen Kontrolle, sondern auch als Management-Tool für den Meeresgarten. Informationen über die Wasserqualität innerhalb des Meeresgartens, den Zustand der Algen und die anderen Organismen dienen als Grundlage, um das Management anzupassen, bspw. in Bezug auf Ernteintensität, Flächengröße, Artenzusammensetzung oder Aktivitäts- und Schonzeiten. Wenn mehr Daten über Meeresgärten zur Verfügung gestellt werden, kann das Vertrauen von Behörden, Naturschutzakteuren und der Öffentlichkeit gestärkt werden, was die weitere Verbreitung von Meeresgärten in Deutschland und darüber hinaus unterstützen kann.

2.2 Soziale Gestaltungsprinzipien

2.2.1 Transparenz und Zugänglichkeit

Für das Konzept gemeinschaftlicher Meeresgärten eignen sich küstennahe oder küstenverbundene Meeresgärten besser als küstenferne (off-shore) Standorte. Für Anbringung, Pflanzung, Monitoring und Ernte müssen die Vereinsmitglieder vor Ort sein, was bei einem off-shore Garten deutlich mehr organisatorischen Aufwand, Ausstattung und Kosten bedeuten würde. Küstennahe Meeresgärten haben die geringsten Zugangsbeschränkungen und sind auch für interessierte Bürger*innen einfach zu erreichen. Wenn Meeresgärten an bestehende Infrastruktur angedockt werden, sind sie im öffentlichen Raum sichtbar und können Neugier und Interesse von Passant*innen wecken. Durch Schautafeln kann direkt vor Ort über die Meeresgärten informiert werden. Zugänglichkeit, Aufklärungsarbeit und Transparenz sind wichtig, um die Akzeptanz und langfristige Unterstützung der lokalen Community zu gewährleisten.

2.2.2 Aufbau von Partnerschaften und lokalen Netzwerken

Gemeinschaftliche Algen-Meeressgärten liegen am Schnittpunkt zwischen gesunder Ernährung, Umweltbildung, ökologischer Renaturierung, Raumplanung und bürgerschaftlichem Engagement. Institutionelle Verknüpfungen (Kooperationen, Anbindungen, regelmäßiger Austausch) und Zusammenarbeit können dabei helfen, diese Bereiche abzudecken ohne Einzelpersonen oder Initiativen zu überlasten.

So kann die Kooperation mit Forschungseinrichtungen, Universitäten oder Umweltverbänden ökologische Expertise in die Gestaltung des Algen-Meeressgartens bringen (z.B. Artenauswahl, Monitoringdesign oder auch die Bereitstellung von Forschungsgeräten fürs Monitoring). Der Austausch mit Kommunen oder Behörden kann das Genehmigungsverfahren erleichtern und zur lokalen Akzeptanz beitragen. Durch die Zusammenarbeit mit Schulen, Museen und Umweltbildungszentren können Meeressgärten als Lernorte für Schüler*innen und Bürger*innen genutzt werden. Die beteiligten Institutionen können voneinander profitieren, Wissen teilen und schaffen, und die Meeressgärten können langfristig in lokale Wissens- und Gemeinschaftsstrukturen verankert werden.



Abbildung 3: Umweltbildung im Meeressgarten Kopenhagen

3. Entscheidungs- und Machbarkeitsrahmen

3.1 Standortwahl

Die vorherrschenden Umweltbedingungen an dem geplanten Ort des Meeressgartens sind zentral für die erfolgreiche Algenernte und den langfristigen Erhalt des Meeressgartens. Der Meeressgarten sollte wind- und wettergeschützt liegen, damit dieser bei der Ernte, die bei einigen Algenarten im Winter erfolgt, trotz evtl. erschwelter Witterungsbedingungen erreichbar bleibt. Je ungeschützter das Gebiet, desto höher die Kosten für die Verankerung im Boden und desto wahrscheinlicher, dass Stürme Schäden am Meeressgarten verursachen [29]. Die Wassertiefe an dem gewählten Standort für Leinensysteme sollte 5-10 Meter bei mittlerem Wasserstand betragen, damit noch ausreichend Entfernung zwischen den an den Leinen hängenden Algen und dem Meeresgrund besteht [29][30]. Die Verankerung der Farm im Boden ist einfacher an Standorten mit Kies-, Sand oder Schlickboden [29][30]. Bei der Kultivierung von *Fucus* auf Natursteinen sollte der Standort nicht mehr als 2 m Wassertiefe haben und der Boden entweder Hartsubstrat (Fels, Steine) enthalten oder für eine Platzierung von Natursteinen auf festem sandigem Boden geeignet sein.

Die idealen Bedingungen für Algen in Bezug auf Sonneneinstrahlung, Tiefe, Temperatur und Salzgehalt variieren von Art zu Art (siehe Tabelle 2). In Gebieten mit wenig Standortflexibilität sollte man sich bei der Entscheidung für anzupflanzende Algenarten nach den Wasserqualitätsindikatoren richten. Unabhängig von der anzupflanzenden Art sollte möglichst ein Standort gewählt werden, an dem eine gewisse Strömung (0,5 bis 2 Knoten) für einen konstanten Nährstoffeintrag und -austrag sorgt, um die Algen regelmäßig mit neuen Nährstoffen zu versorgen. Dadurch wird auch eine lokale Überdüngung sowie Sauerstoffmangel und zu viel Aufwuchs (Fouling) vermieden [29][30]. Zudem sollte die Sichttiefe im Wasser mindestens 1 bis 2 Meter betragen, damit ausreichend Sonnenlicht an die Algen gelangt, um Photosynthese zu betreiben und ihre Biomasse aufzubauen [29][30].



Abbildung 4: Leine mit Zuckertang im Flensburger Meeressgarten

3.2 Geeignete Standortbedingungen für ausgewählte Makroalgen

Tabelle 2: Präferierte Bedingungen ausgewählter Algenarten

Art	Lat. Name	Salzgehalt	Temperatur	Wassertiefe	Existierende Farmen und Meeresgärten	Nutzung für Lebensmittel bzw. als Zutat
Zuckertang	<i>Saccharina latissima</i>	16 – 35 psu	3 – 17 °C	1 – 8 m	Aurelis (DK), Kerteminde Seafarm (DK), Havhøst (DK), Dansk Tang (DK)	Frisch, getrocknet und Flakes, Bonbons, Pesto, Salat, Salz, Bier, Marmelade, Spirituosen
Blasentang	<i>Fucus vesiculosus</i>	18 – 35 psu	4 – 20 °C	0 – 2 m	Alga Seaweed Ltd. (GB), Origin by Ocean (FI)	Frisch, getrocknet und Flakes, Senf, Pesto, Salat, Öl, Knäckebrot
Meersalat	<i>Ulva lactuca</i>	8 – 30 psu	10 – 20 °C	0 – 3 m	Algabrava (ES), Lerøy (NOR), Sunken Seaweed (US), Nordic Seafarm (SE)	Frisch, getrocknet und Flakes
Sägetang	<i>Fucus serratus</i>	18 – 35 psu	0 – 20 °C	1 – 4 m	Alga Seaweed Ltd. (GB)	Getrocknet und Flakes

3.3 Algenzucht: Ablauf und Technik-Optionen

3.3.1 Ablauf

Um *Saccharina latissima* kultivieren zu können, werden Algensporen benötigt. Die Sporenleinen werden meist in landbasierten „Hatcheries“ (Algenzuchtanlagen) vorbereitet und vorgezogen [31]. Diese Sporenleinen werden in Leinen- und Seilsystemen um die zu besiedelnden Leinen gewickelt oder geknotet [32]. Um den Arbeitsaufwand beim Wickeln der Sporenleinen zu verringern, können die Sporophyten aus den Zuchtanlagen auch mithilfe eines Bindemittels auf biologisch abbaubare Textilien aufgebracht werden, die wiederum mit weniger Aufwand an die Leinen geklippt oder auf anderen Oberflächenarten aufgebracht werden können [33].

Bei *Fucus vesiculosus* und *F. serratus* werden Blattstücke (Fragmente, Thalli) in Netzbeutel gelegt, die wiederum in durchströmbaren Körben oder Käfigen angebracht werden [34][35] und dicht unter der Wasseroberfläche wachsen können. Für die Anpflanzung von *F. vesiculosus* und *F. serratus* können auch unbewachsene Steine in die Nähe von Wildbeständen im Flachwasser gelegt und nach der

Besiedlung an andere Standorte gebracht werden, die z.B. wenig Steine oder *Fucus*-Bestände aufweisen. Eine weitere Möglichkeit ist die Aufzucht und spätere Aussiedlung von jungem *Fucus* im Labor durch induziertes Besäen mit Zygoten auf geeignetem Siedlungssubstrat (Leinen oder Steine). Für *Ulva lactuca* wird die Besiedlung von Seilen oder Netzen sowohl über Sporen als auch über Fragmente beschrieben [36][37].

Die Algen wachsen auf den Siedlungssubstraten und nutzen dafür ausschließlich die im Wasser vorhandenen Nährstoffe und das Sonnenlicht. Die Ernte erfolgt entweder per Hand unter Wasser oder durch das Hochziehen der Leinen, Seile oder Käfige. Einige Arten, z.B. der Zuckertang, können auch öfter im Jahr geerntet werden durch Trimmen oberhalb der Wachstumszone (Meristem, bis ca. 15 cm über dem Stiel), da die Algen – wie abgemähtes Wiesengras – nach dem Trimmen weiterwachsen [32].

Tabelle 3 zeigt eine exemplarische Übersicht über Algenart, Anbaumöglichkeiten und -zeitpunkte sowie durchschnittliche Wachstumsraten dieser Algen.

Tabelle 3: Kultivierungszyklen ausgewählter Algenarten

Art	Lat. Name	Anbautyp	Ausbringung	Wachstumsrate	Ernte
Zuckertang	<i>Saccharina latissima</i>	Leinen- und Seilsysteme, Netzsysteme (vertikal)	November	0.75 cm pro Tag [38]	April – Mai
Blasentang	<i>Fucus vesiculosus</i>	Käfig- und Korbsysteme	Mai oder Oktober	2.43 ± 0.35 % pro Tag (Juli), 0.33 ± 0.09 % pro Tag (Januar) [39]	August bzw. März
Meersalat	<i>Ulva lactuca</i>	Leinen- und Seilsysteme, Netzsysteme (horizontal)	April-Mai (<i>U. intestinalis</i>)	2.5 % pro Tag [40]	September – Oktober (<i>U. intestinalis</i>)
Sägetang	<i>Fucus serratus</i>	Käfig- und Korbsysteme	Mai oder Oktober	1.38–1.46 % pro Tag (April bis Oktober) 0.34 ± 0.03 % pro Tag (Januar) [39]	August bzw. März

3.3.2 Leinen- und Seilsysteme

Leinen- und Seilsysteme sind die am weitesten verbreiteten Systeme zur Kultivierung von Makroalgen in der Ostsee. Die Leinen und Seile schwimmen im Wasser und sind an Bojen geknüpft, die wiederum mit Seilen am Grund verankert sind, so dass die Leinen stabil in der festgelegten Wassertiefe gehalten werden. Die Algen wachsen an den Leinen.

Die Kultivierung von *S. latissima* in Leinen- und Seilsystemen ist weit verbreitet [31][32]. *Ulva lactuca* wird in der Ostsee-Region aktuell nur in Aquakultur-Tanks an Land kultiviert. In anderen Regionen, vor allem Asien, wird *U. lactuca* erfolgreich in Leinen- und Seilsystemen im Meer kultiviert [41][42].

Das Standardmodell der Leinensysteme ist das „longline“ Modell, bei dem die Leinen waagrecht zwischen den Bojen gespannt werden und in 0 bis 2 Meter Tiefe hängen [32]. Das System hat sich bei den dänischen Meeressäugern bewährt und bleibt auch unter moderater Strömung stabil [43].



Abbildung 5: Longline System im dänischen Meeressgarten Kerteminde

Eine Abänderung der Longline Systeme stellen Garland („Girlanden“) Systeme dar, bei denen an der horizontalen Hauptleine weitere Leinen, oft mit einem Gewicht unten, angebracht werden, so dass die Leinen girlandenartig hängen [32].

Auch vertikale Dropper oder Hängeseile werden in Leinen- und Seilsystemen verwendet. Bei dieser Art der Kultivierung hängen senkrechte Seile, die an der Hauptleine befestigt sind, nach unten. Die Algen wachsen entlang der vertikalen Leinen.

Multi-Layer Ansätze stellen eine weitere Art der Leinen- und Seilsystem dar. In diesem System werden mehrere horizontale Leinen übereinander angeordnet (1,5 m – 3,5 m Tiefe) [32].

Algenzucht an Leinen kann auch ohne Sporenleinen betrieben werden. So besteht auch die Möglichkeit, die Longlines in das Wasser zu hängen ohne explizite Ziel-Arten. So würden sich diejenigen Algen ansiedeln, deren Propagulen (= Fortpflanzungsstadien von Algen) im Umgebungswasser sind und die sich an Leinen festsetzen können. Diese Methode eignet sich, um herauszufinden welche Algen sich gut für die Ansiedlung an Leinen eignen und für opportunistische Meeressgärten, die ein breiteres Spektrum an Algen verwenden können.

3.3.3 Netzsysteme

Ähnlich wie Leinen- und Seilsysteme sind auch Netzsysteme über Seile am Boden verankert. Anstelle einzelner Leinen werden bei Netzsystemen Netze vertikal ins Wasser gehängt. Die Algen wachsen dort über eine größere zusammenhängende Fläche, wodurch höhere Erträge erzielt werden können [32]. Netzsysteme haben sich bei der Kultivierung von *S. latissima* bewährt. Für die Kultivierung von *U. lactuca* haben sich bodenferne Netzsysteme (off-bottom nets) und schwebende Netzsysteme (floating nets), die horizontal ausgerichtet sind, bewiesen [41][42].

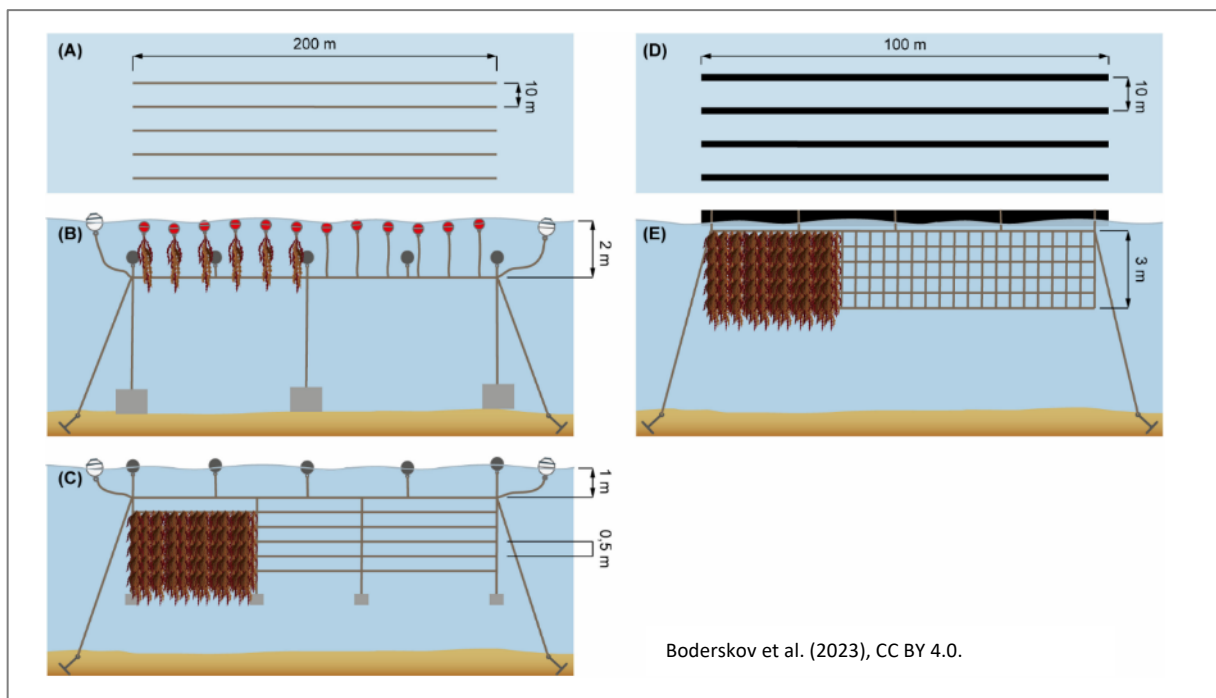


Abbildung 6: Überblick einiger Kultivierungssysteme von *Saccharina latissima*

3.3.4 Käfig- und Korbsysteme

Bei Käfigsystemen wachsen die Algen nicht an Leinen oder Netzen, sondern in durchströmbaren Behältern, um die Algen vorm Abreißen und Wegdriften zu schützen. Käfig- und Korbsysteme werden vor allem für die Kultivierung von Algenarten, für die bislang keine erfolgreiche Kultivierung in Leinen- und Seilsystemen möglich ist, diskutiert. *F. vesiculosus* spielt dabei vor *F. serratus* die zentrale Rolle in Pilotprojekten in der Ostsee [7][35][39]. Ein zentraler Unterschied der Käfig- und Korbsysteme gegenüber der Leinen- und Seilsysteme ist, dass keine Sporenleinen angebracht werden, sondern Algenfragmente (Blattstücke) in den Netzbeuteln in den Körben/Käfigen ausgebracht werden [34][35].

Die Käfige oder Körbe liegen meist knapp unter der Wasseroberfläche. Sie sind befestigt mittels schwimmender Rahmen oder Leinen und können durch Zugangskorridore wie Stege mit dem Ufer verbunden werden [7]. Herausforderungen von Käfig- und Korbsystemen beinhalten Fouling (= Aufwuchs auf den Makroalgen) und Selbstbeschattung innerhalb der Käfige ebenso wie einen erhöhten Material- und Wartungsaufwand im Vergleich zu Leinen- und Seilsystemen [7][35]. Käfig- und Korbsysteme sind zum jetzigen Zeitpunkt kein Standardverfahren der Makroalgenkultivierung, sondern eine experimentelle Anbauform. Für gemeinschaftliche Algengärten können sie trotzdem eine sinnvolle Option darstellen, insbesondere in kleinskaligen Nutzungskontexten mit ökologischen Ambitionen.

3.3.5 Algenansiedlung auf Steinen

Fucus kann auch auf Steinen kultiviert werden. Wie in 3.3.1 beschrieben, kann die Ursprungsbesiedlung entweder durch die Platzierung von Steinen in unmittelbarer Nähe natürlicher Bestände und deren Besiedlung durch natürliche Aussaat der *Fucus*-Bestände oder durch Anzucht im Labor gewährleistet werden. In beiden Fällen werden die besiedelten Steine danach auf den Boden (bestenfalls Sand oder Kies) des Algen-Meeresgartens gelegt, von wo aus sich die Algen vermehren. Anstelle von Natursteinen können auch Lebensraum-imitierende Strukturen² für die Ansiedlung der Algen verwendet werden

Die Algen-Meeresgärten können sowohl direkt an der Küste liegen, so dass die Ernte mit Wathose und Schere möglich ist, als auch in etwas tieferem Wasser (1-2m), die nicht zu Fuß erreichbar sind, sodass die Ernte unter Wasser (schnorcheln) oder auf einem Kanu oder SUP durchgeführt werden kann.



Abbildung 7: Ernte von *Fucus vesiculosus* in Dänemark

3.3.6 Offshore-Systeme

Offshore (= küstenferne) Algenfarmen nutzen ähnliche Leinen-, Seil- und Netzsysteme wie in 3.3.2 und 3.3.3 beschrieben. Allerdings müssen die Systeme an offshore Standorten höheren Wellengang und dadurch deutlich stärkere Zugkräfte aushalten ebenso wie (kosten)aufwändigere Wartung, da sie technisch komplexer sind [46]. Der Offshore-Anbau von Algen, besonders als Mehrfachnutzung in

² Lebensraum-imitierende Strukturen sind 3D-Strukturen oder Fliesen aus Materialien wie Ägoronit, die an Wänden oder auf dem Boden angebracht werden und deren 3D Strukturen unterschiedliche Lebensräume für Meeresorganismen bieten. Neben Ansiedlungsfläche für *Fucus* beinhaltet das je nach Design auch Mikrohabitate für Wirbellose, Schutzräume für Jungfische oder Sedimentfallen sowie Oberflächen für Biofilme und Epiphyten [44][45]

Offshore-Windfarmen³ birgt ein spannendes Potenzial um Meeresräume effektiver zu nutzen. Für gemeinschaftliche Meeressgärten sind Offshore-Systeme nur bedingt geeignet, weshalb sie in dieser Publikation nicht weiter erörtert werden.

3.3.7 Multi-Use Systeme

Während Algen sich in Europa noch nicht auf dem Teller etabliert haben, so haben es Muscheln schon lange. Die gleichzeitige Kultivierung von Muscheln neben bzw. unter den Algen kann ein zweites Standbein für Meeressgärten darstellen. Muscheln werden ebenso wie viele Algenarten in longline Systemen kultiviert, so dass kein zusätzliches Modulsystem aufgebaut werden muss. Raumnutzung, Verankerung und Anlage werden geteilt, was Kosten und ökologische Eingriffe reduziert. Zudem ergänzen sich Muscheln und Algen funktional sehr gut: Muscheln filtern partikuläre Stoffe und reduzieren die Trübung des Wassers, wodurch eine höhere Photosyntheseleistung der Algen ermöglicht wird [47]. Die Kombination aus Muscheln und Algen hat sich auch in den dänischen Meeressgärten bewährt.

3.4 Genehmigungsprozess

Für die Genehmigung von gemeinschaftlichen, kleinskaligen Algen-Meeressgärten gibt es in Deutschland noch keinen geregelten Prozess. Gemeinschaftliche Meeressgärten bewegen sich in Deutschland in einem undefinierten Graubereich zwischen Wasser-, Naturschutz- und Nutzungsrecht.

Für den einzig bestehenden Meeressgarten in Deutschland, den Flensburger Meeressgarten, musste keine offizielle behördliche Genehmigung eingeholt werden. In diesem Fall hat die Zustimmung des Eigentümers bzw. des zuständigen Betreibers ausgereicht. Beim Flensburger Meeressgarten waren die relevanten Stellen die Stadtplanung, das Ordnungsamt und die Hafenverwaltung. Bei nicht-kommerziellen, kleinskaligen Meeressgärten, die rückbaubar sind und keine bauliche Anlage an Land haben, ist mit einem ähnlich unkomplizierten Prozess zu rechnen.

Abhängig von Standort, Ausgestaltung und möglicher Betroffenheit von Schutzgütern können jedoch auch behördliche Genehmigungen nötig werden. Bei Algenfarmen, welche die obengenannten Kriterien nicht erfüllen (bspw. kommerzielle Farmen oder Farmen bzw. Meeressgärten, die neue Stege oder Plattformen bauen und verankern lassen), gestaltet sich der Prozess deutlich mehrschichtiger und langwieriger. Der Genehmigungsleitfaden für Entwicklung und Förderung einer nachhaltigen Aquakultur in Schleswig-Holstein (Küstengewässer Ostsee) bietet einen Überblick über benötigte Genehmigungen wie die wasserrechtliche Zulassung, die naturschutzrechtliche Genehmigung, Strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigung und weitere Genehmigungen, u.a. Baurecht [48]. In jedem Fall wird die frühzeitige (informelle) Absprache mit lokalen Behörden empfohlen. Zudem wird im Hinblick auf die Komplexität und Langwierigkeit offizieller Genehmigungsprozesse zu kleinskaligen Meeressgärten, die rückbaubar sind und keine bauliche Anlage an Land haben, geraten.

3.5 Kosten

Meeressgärten zielen nicht auf monetären Gewinn ab. Der Haupt-Ertrag aus den Meeressgärten sind die gewonnenen Algen (oder auch Muscheln) für den Eigenbedarf und zusätzlich der positive ökologische Einfluss. Eine grobe Schätzung, welche Kosten bei dem Aufbau und dem Betrieb eines Meeressgartens

3 Projekte, die multitrophische Aquakulturen um Offshore-Windfarmen aufbauen:
OLAMUR (<https://olamur.eu/>) ULTFARMS (<https://ultfarms.eu/about/>)

zu erwarten sind und wie diese Kosten über Mitgliedsbeiträge oder Projekt-Fördermittel gedeckt werden können, ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Beispielhafte Auflistung möglicher Kosten eines gemeinschaftlichen Meeressgartens

Kosten	Preis
Einmalkosten	1.000 – 3.200 €
Infrastruktur und Material (Seile, Bojen, Verankerungsgewichte, Informationsschilder, Karabiner; ggf. Käfige)	500 – 1.500 €
Saatmaterial und Vorbereitung (Saatleinen, Vorbereitung der <i>Fucus</i> -Steine, ggf. Laborkosten)	200 – 800 €
Monitoring, Dokumentations- und Erntematerial (Messgeräte, Handschuhe, Wathosen und Taucherbrillen; Erntegefäße, z.B. Eimer, Wannen, Kisten)	300 – 900 €
Laufende Kosten / Jahr	350 – 1.500 €
Pachtkosten	0 – 500 €
Laborkosten	0 – 500 €
Versicherung	100 – 300 €
Ersatzmaterial (Handschuhe, Wathosen, Leinen, Eimer, etc.)	150 – 400 €
Transportkosten/Lagerort	100 – 300 €
Refinanzierung / Jahr	900 – 2.200 €
Mitgliedsbeiträge	600 – 1.000 €
Gage bei Umweltbildungsveranstaltungen	300 – 1.200 €
Fördermittel	?

Quelle: Kostentabelle generiert mit ChatGPT and validiert durch das Algae Food Team

Für den ersten Anfang bietet der dänische Verein Havhøst zudem Starterkits für rund 270 € an, welche Leinen, Bojen und Miesmuschelnetze beinhalten. Für die Kultivierung von Algen muss zusätzlich zu dem Starterkit eine Saatleine erworben werden.

Neben Mitgliedsbeiträgen stellen Projekt-Fördermittel eine sehr wichtige Finanzierungsquelle für gemeinschaftliche Meeressgärten dar. Besonders in der Anfangsphase mit den vielen Einmalkosten können diese Mittel die Finanzierung stark erleichtern. Mögliche Fördermittelgeber umfassen die entsprechenden Städte und Kommunen (für Kiel z.B. unter Meeresschutzstadt, Umweltschutzprojekte oder Gemeinsam Kiel gestalten), Länder (für Schleswig-Holstein z.B. unter dem Landesprogramm Fischerei und Aquakultur, Zuwendungen für verschiedene Maßnahmen des Artenschutzes, Zuwendungen für Naturerlebnissräume oder durch die Stiftung Naturschutz SH), den Bund (z.B. unter

dem Bundesprogramm Biologische Vielfalt oder Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz), EU-Projekte (z.B. unter Europäischen Meeres-, Fischerei- und Aquakulturfonds, Interreg, LIFE oder Horizon Europe) und Privatmittelgeber (z.B. DBU Meeresnaturschutzfond, Volkswagen Stiftung oder Umweltlotterie).

4. Zukunftsszenario: Gemeinschaftlicher Algengarten in der Kieler Bucht



Abbildung 8: Szenario „Der Kieler Meeresgarten“

4.1 Standort und Genehmigungen

Für den Standort des Kieler Meeresgartens eignen sich Stege und Plattformen im Wasser, die wenig oder nur saisonal genutzt werden, relativ geschützt liegen und unter bzw. neben denen Steinboden oder fester Sandboden ist. Mögliche Standorte in der Kieler Bucht, auf die diese Beschreibung zutrifft, wären bspw. Seebäder (Holtenau, Düsternbrook, Heikendorf), Sporthäfen (Schilksee, Stickenhörn, etc.) oder das Ostsee-Infocenter Eckernförde.

4.2 Akteure

Der Hauptakteur in diesem Szenario des Kieler Meeresgartens ist eine gesellschaftlich-ökologische Initiative, die den Meeresgarten betreibt mit der Hilfe von ca. 15 Mitgliedern. Unterstützende Akteure könnten beinhalten:

- Forschungs- und Umsetzungspartner: Universitäten, Institute und Planungsbüros
- Genehmigungen: Stadt, Landesbehörden, Hafenverwaltung

- Finanzierung und Förderkulisse: Stiftungen, Stadt (kommunale Mittel), EU-Bund-Landesförderprogramme
- Umweltbildung und Teilhabe: Schulen, Volkshochschule, Museen, Umwelt-NGOs, andere maritime Gruppen wie Tauchclub oder Segel- und Rudervereine, lokale Medien und Tourismusakteure; Freundeskreis Seebadeanstalt Holtenau uvm.



Abbildung 9: Partnerschaften und Stakeholder im Kieler Meeressgarten

4.3 Design

4.3.1 Aufbau

Der Kieler Algen-Meeressgarten kultiviert zwei Arten: Zuckertang (*Saccharina latissima*) und Blasentang (*Fucus vesiculosus*). Beide Arten gedeihen gut unter den vorherrschenden Bedingungen vor Ort und können ertragreich in der westlichen deutschen Ostsee kultiviert werden [7]. *S. latissima* ist die Makroalge, deren Anbau am weitesten verbreitet ist in der Ostsee. Nahe des Kieler Algen-Meeressgartens wird der Zuckertang bereits erfolgreich von der Kieler Meeressfarm⁴, dem Flensburger

⁴ Kieler Meeressfarm: <https://www.kieler-meeressfarm.de/>

Meeresgarten und Den Blå Kolonihave in Sønderborg⁵ kultiviert. Die Meeresgärten und Anlagenbetreibenden können sich austauschen, voneinander lernen und gemeinsam Lösungen für Herausforderungen entwickeln.

Der Anbau von *S. latissima* im Algen-Meeresgarten erfolgt in longline Systemen mit Droppern. Die Leinen werden direkt unter einem bestehenden, selten genutzten Steg gehangen oder zwischen zwei Stegen, die im Winter bootfrei und wenig frequentiert sind. Dies ist nicht nur kostengünstig, sondern hat auch den Vorteil, dass die Anlage gut zugänglich ist und kein zusätzlicher Umwelteingriff nötig ist. Bei Aufgabe des Kieler Meeresgartens ließe sich die Seilanlage einfach abbauen und hinterließe keine langfristigen schädlichen Spuren. Die Hauptleine hängt seitlich parallel zum Steg und von dort aus gehen 6 bis 10 Dropper aus, die 1 bis 2 Meter nach unten hängen.

Die zweite Algenart, die im Kieler Algen-Meeresgarten kultiviert wird, ist *Fucus vesiculosus*. Der Standort wurde bewusst so gewählt, dass der Boden aus Kies und Steinen besteht, auf denen *Fucus* siedeln kann. Der *Fucus* besiedelt die Steine rund um den freien bzw. wenig genutzten Steg in bis zu 2 Metern Tiefe.

Die Anlagen liegen direkt hintereinander. Der Kieler Algen-Meeresgarten hat keine feste Lagerstätte wie bspw. eine Hütte in der Nähe des Stegs. Stattdessen verfügt die Initiative über einen mobilen Anhänger, in dem Wartungs- und Erntematerial (Wathosen, Handschuhe, Messer, Eimer, Taucherbrille und Schnorchel etc.), Monitoring- und Testmaterial (Logbuch, Kamera, Maßband, Testkits etc.), Ersatzmaterial (Ersatzleinen etc.) und Bildungsmaterial für die Veranstaltungen gelagert werden. Die Bildungsveranstaltungen finden teilweise bei Partnerorganisationen (z.B. Museen) und bei gutem Wetter auf dem Steg bzw. am Strand statt.

4.3.2 Aussaat

Die Sporen von *S. latissima* für die Dropper können von anderen Algenfarmen wie bspw. der Kieler Meeresfarm oder von Algensaatanlagen (z.B. Hortimare, Niederlande) erworben und dann an den Leinen befestigt werden.

Für die Zucht von *F. vesiculosus* wurden einmalig im ersten Jahr mehrere unbewachsene Steine an die Blasentang-Population in der Nähe gelegt. Diese Steine wurden nach deren Besiedlung entnommen und in den Kieler Algen-Meeresgarten gelegt. Von dieser Ausgangspopulation hat sich die Meeresgarten Population entwickelt.

4.3.3 Pflege und Monitoring

Die Pflege der Anlage beschränkt sich auf nicht-invasive Maßnahmen wie Sichtkontrollen, dem Nachspannen oder Entwirren von Leinen. Beim Monitoring sollten Etablierung und Vitalität der Makroalgen ebenso wie einfache Umweltparameter (z.B. Temperatur, Sichttiefe, Salzgehalt) erfasst und dokumentiert werden. Das Monitoring kann durch geschulte Mitglieder oder auch in Kooperation mit wissenschaftlichen Partnern durchgeführt werden.

⁵ Den Blå Kolonihave i Sønderborg: <https://havhøst.dk/den-blaa-kolonihave-i-soenderborg/>

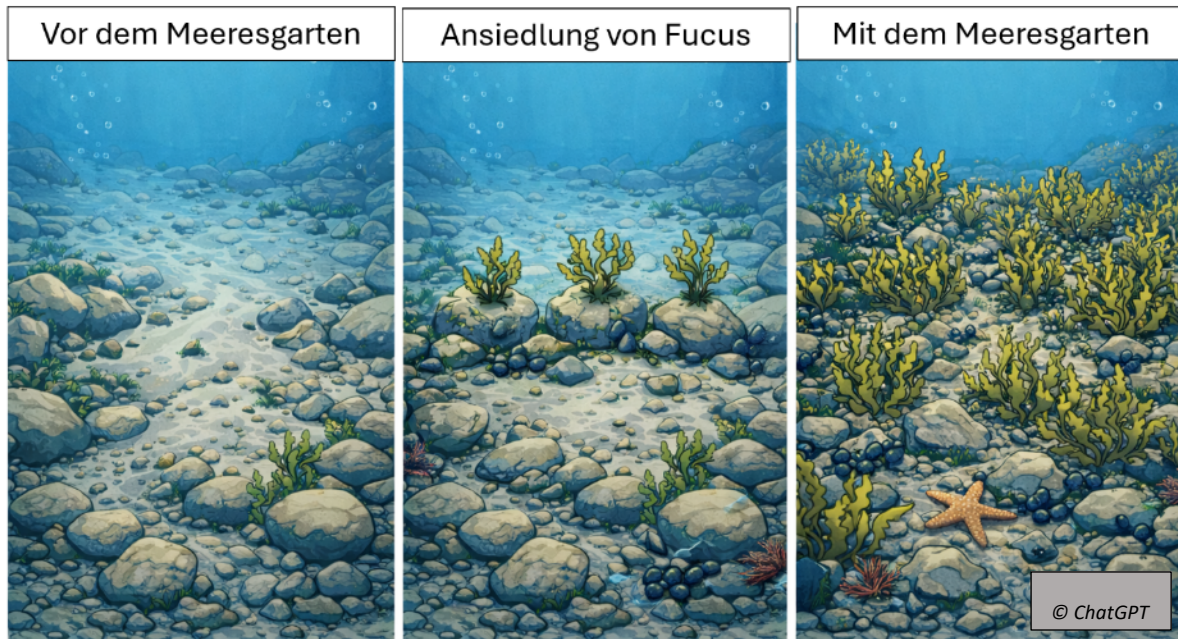


Abbildung 10: Ansiedlung von *Fucus* im Meeresgarten

4.3.4 Ernte und Nutzung

Die Ernte in dem Algen-Meeresgarten ist kleinskalige, nicht aufwändige Handarbeit. Die Ernte von *S. latissima* kann per SUP, Kanu oder beim Schnorcheln unternommen werden mit einer Schere oder einem kleinen Messer. Es sollte nicht mehr als 50 % der Biomasse entnommen werden bzw. die oberen Blattbereiche können abgeschnitten werden, damit der Zuckertang weiter wachsen kann bis zur nächsten Teilernte. Die Ernte des *F. vesiculosus* erfolgt in Wathose vom Ufer aus.

Bevor die geernteten Algen genutzt werden können, sollten sie auf Schadstoffe geprüft werden. Dies sollte auch in kleinskaligen Projekten mindestens einmal im Jahr passieren. Die Tests (auf Schwermetalle, organische Schadstoffe, mikrobiologische Hygiene und ggf. Jod) können von akkreditierten Laboren (ggf. Partnerlabore an der Universität) durchgeführt werden.

Sofern die Algen von dem Labor als gesundheitlich unbedenklich freigegeben worden sind, können sie von den Mitgliedern für den Eigenbedarf genutzt werden. Dafür werden sie erst mit Salzwasser gespült, abgetupft und gewogen. Es wird dokumentiert, wer wie viele Algen mitnimmt, und die Mitglieder nehmen ihre Ernte bzw. ihren Anteil der Ernte zum Verzehr mit nach Hause. Die frischen Algen können gleich roh verzehrt (bspw. im Salat oder Dip), gekocht und gebraten⁶ oder getrocknet bzw. eingefroren werden für die spätere Verwendung. Auch bei umweltpädagogischen Veranstaltungen am Meeresgarten können die gepflanzten Algen direkt in die Hand und in den Mund genommen werden.

Der Kieler Meeresgarten zeigt, wie gemeinschaftliche Algen-Meeresgärten nachhaltigen Anbau, gesunde Ernährung, Habitatverbesserung und gemeinsames Lernen zusammenführen und damit konkrete Vorteile für Küstenökosysteme und die lokalen Gemeinschaften schaffen.

6 Rezepte mit lokalen Meeressalgen: <https://algaefood.eu/de/rezepte/>
<https://www.oceanwell.de/Meeresgarten>

5. Quellenverzeichnis

- [1] HELCOM. (2023). *State of the Baltic Sea. Third HELCOM holistic assessment 2016-2021*. Baltic Sea Environment Proceedings n°194. Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission. https://helcom.fi/post_type_publ/holas3_sobs
- [2] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. (2024). *Verordnung (EU) 2024/1991 vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869*. Amtsblatt der Europäischen Union, L 2024/1991. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991
- [3] Tavares, J. O., Cotas, J., Valado, A. & Pereira, L. (2023). Algae Food Products as a Healthcare Solution. *Marine Drugs*, 21(11), 578. <https://doi.org/10.3390/md21110578>
- [4] Thiviya, P., Gamage, A., Gama-Arachchige, N. S., Merah, O. & Madhujith, T. (2022). Seaweeds as a Source of Functional Proteins. *Phycology*, 2(2), 216–243. <https://doi.org/10.3390/phycolgy2020012>
- [5] Cornwall, C. E., Hepburn, C. D., Pritchard, D., Currie, K. I., McGraw, C. M., Hunter, K. A. & Hurd, C. L. (2011). CARBON-USE STRATEGIES IN MACROALGAE: DIFFERENTIAL RESPONSES TO LOWERED PH AND IMPLICATIONS FOR OCEAN ACIDIFICATION1. *Journal Of Phycology*, 48(1), 137–144. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2011.01085.x>
- [6] Edworthy, C., Steyn, P. & James, N. C. (2023). The role of macroalgal habitats as ocean acidification refugia within coastal seascapes. *Cambridge Prisms Coastal Futures*, 1. <https://doi.org/10.1017/cft.2023.9>
- [7] Kotta, J., Raudsepp, U., Szava-Kovats, R., Aps, R., Armoskaite, A., Barda, I., Bergström, P., Futter, M., Gröndahl, F., Hargrave, M., Jakubowska, M., Jänes, H., Kaasik, A., Kraufvelin, P., Kovaltchouk, N., Krost, P., Kulikowski, T., Kõivupuu, A., Kotta, I., . . . Barboza, F. R. (2022). Assessing the potential for sea-based macroalgae cultivation and its application for nutrient removal in the Baltic Sea. *The Science of the Total Environment*, 839, 156230. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156230>
- [8] Olafsson, E. (2016). *Marine Macrophytes as Foundation Species*. <https://doi.org/10.1201/9781315370781>
- [9] Havhøst. (n.d.). About havhøst. Retrieved on 11.03.26 from <https://xn--havhst-eya.dk/about-havhoest/>
- [10] Land Schleswig-Holstein. (2019). *Biotopverordnung Schleswig-Holstein (BiotopV SH) vom 13. Mai 2019*. <https://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/bssh/document/jlr-BiotopVSH2019rahmen>

- [11] Karez, R. & Schories, D. (2005). Die Steinfischerei und ihre Bedeutung für die Wiederansiedlung von *Fucus vesiculosus* in der Tiefe. Rostocker Meeresbiologische Beiträge. https://www.oekologie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MNF/Bio_Oekologie/RMB/RMB_14/RMB-14-Karez-Schories-95-108.pdf
- [12] HELCOM Red List Macrophyte Expert Group. (2013). Species Information Sheet: *Fucus serratus*. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-Red-List-Fucus-serratus.pdf>
- [13] Serrão, E. A., Kautsky, L., Lifvergren, T., Brawley, S. (1997). Gamete dispersal and pre-recruitment mortality in Baltic *Fucus vesiculosus*. *Phycologia*, 36, 101-102.
- [14] Krost, P., Goerres, M., & Sandow, V. (2017). Wildlife corridors under water: an approach to preserve marine biodiversity in heavily modified water bodies. *Journal of Coastal Conservation*, 22(1), 87–104. <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0554-0>
- [15] Coelho, S. M., Rijstenbil, J. W. & Brown, M. T. (2000). Impacts of anthropogenic stresses on the early development stages of seaweeds. *Journal Of Aquatic Ecosystem Stress And Recovery*, 7(4), 317–333. <https://doi.org/10.1023/a:1009916129009>
- [16] Eriksson, B. K. & Johansson, G. (2003). Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *European Journal Of Phycology*, 38(3), 217–222. <https://doi.org/10.1080/0967026031000121688>
- [17] Boderskov, T., Rasmussen, M. B., & Bruhn, A. (2021). Obtaining spores for the production of *Saccharina latissima*: Seasonal limitations in nature, and induction of sporogenesis in darkness. *Journal of Applied Phycology*, 33, 1035–1046. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02357-0>
- [18] Graiff, A., Dankworth, M., Wahl, M., Karsten, U., & Bartsch, I. (2017). Seasonal variations of *Fucus vesiculosus* fertility under ocean acidification and warming in the western Baltic Sea. *Botanica Marina*, 60(3). <https://doi.org/10.1515/bot-2016-0081>
- [19] Steinhagen, S., Enge, S., Cervin, G., Larsson, K., Edlund, U., Schmidt, A. E. M., Wahlström, N., Kollander, B., Pavia, H., Undeland, I. & Toth, G. B. (2022). Harvest Time Can Affect the Optimal Yield and Quality of Sea Lettuce (*Ulva fenestrata*) in a Sustainable Sea-Based Cultivation. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.816890>
- [20] Malm, T., Kautsky, L., & Engkvist, R. (2001). Reproduction, Recruitment and Geographical Distribution of *Fucus serratus* L. in the Baltic Sea. *Botanica Marina*, 44(2). <https://doi.org/10.1515/bot.2001.014>
- [21] Bundesamt für Naturschutz (2017). Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde aquatische Pilze, Niedere Pflanzen und Wirbellose Tiere. In W. Rabitsch & S. Nehring (Hrsg.), *BfN-Skripten* (Bd. 458). Bundesamt für Naturschutz. <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript458.pdf>

- [22] Lackschewitz D., Reise, K., Buschbaum, C., Karez, R. (2022). Neobiota der deutschen Nord- und Ostseeküste. Eingeschleppte Arten in deutschen Küstengewässern. LLUR SH-Gewässer. <https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/LFU/Marine%20Neobiota%20Nord-%20und%20Ostseek%C3%BCste%202022%20bf.pdf>
- [23] Sousa, A., Alves, V., Morais, S., Delerue-Matos, C. & Gonçalves, M. (2010). Agar extraction from integrated multitrophic aquacultured *Gracilaria vermiculophylla*: Evaluation of a microwave-assisted process using response surface methodology. *Bioresource Technology*, 101(9), 3258–3267. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.061>
- [24] Nguyen, T. T., Mikkelsen, M. D., Tran, V. H. N., Trang, V. T. D., Rhein-Knudsen, N., Holck, J., Rasin, A. B., Cao, H. T. T., Van, T. T. T. & Meyer, A. S. (2020). Enzyme-Assisted Fucoïdan Extraction from Brown Macroalgae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* and *Saccharina latissima*. *Marine Drugs*, 18(6), 296. <https://doi.org/10.3390/md18060296>
- [25] Armoskaite, A., Barda, I., Purina, I., Sprukta S., Fedorovska A., Strake, S. (2021). GRASS Report on ecological impacts of macroalgae cultivation in the Baltic Sea region. Project Growing Algae Sustainably in the Baltic Sea (GRASS) and Latvian Institute of Aquatic Ecology. https://2020.submariner-network.eu/images/grass/outputs/GoA_23_Report_on_ecological_impacts_of_macroalgae_cultivation_in_the_Baltic_Sea_region_final3.pdf
- [26] Troell, M., Joyce, A., Chopin, T., Neori, A., Buschmann, A. H. & Fang, J. (2009). Ecological engineering in aquaculture — Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, 297(1–4), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.010>
- [27] Krause, G., Billing, S., Dennis, J., Grant, J., Fanning, L., Filgueira, R., Miller, M., Agúndez, J. a. P., Stybel, N., Stead, S. M., & Wawrzynski, W. (2020). Visualizing the social in aquaculture: How social dimension components illustrate the effects of aquaculture across geographic scales. *Marine Policy*, 118, 103985. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103985>
- [28] Schultz, K. M., Scyphers, S. B., Hughes, A. R., Kimbro, D. L., Kirk, S., & Grabowski, J. H. (2025). Coastal resident’s perceptions and attitudes of the visual impacts of oyster aquaculture cultivation methods along the Atlantic coast of the US. *Ocean & Coastal Management*, 271, 107951. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107951>
- [29] CoolBlueFuture. (n.d.). *Lesson 2: Finding the right spot*. Guide to regenerative ocean farming. Retrieved on 12.03.26 from <https://coolbluefuture.org/guide-to-regenerative-ocean-farming/lesson-2/>
- [30] GreenWave. (2026). Site Evaluation. Retrieved on 10.03.26 from <https://hub.greenwave.org/lms/course/site-evaluation/>

- [31] Tullberg, R. M., Nguyen, H. P., & Wang, C. M. (2022). Review of the status and developments in seaweed farming infrastructure. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(10), 1447. <https://doi.org/10.3390/jmse10101447>
- [32] Boderskov, T., Rasmussen, M. B., & Bruhn, A. (2023). Upscaling cultivation of *Saccharina latissima* on net or line systems; comparing biomass yields and nutrient extraction potentials. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.992179>
- [33] Kerrison, P. D., Stanley, M. S. & Hughes, A. D. (2018). Textile substrate seeding of *Saccharina latissima* sporophytes using a binder: An effective method for the aquaculture of kelp. *Algal Research*, 33, 352–357. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.06.005>
- [34] FucoSan Consortium (2020). *Result report: Algae sources, cultivation and collection* (Work Package 3). Interreg Deutschland–Danmark. https://keep.eu/api/project-attachment/12480/get_file/
- [35] Meichssner, R., Krost, P., & Schulz, R. (2021). Vegetative aquaculture of *Fucus* in the Baltic Sea—obtaining low-fertility biomass from attached or unattached populations? *Journal of Applied Phycology*, 33(3), 1709–1720. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02419-x>
- [36] Putra, N. R., Fajriah, S., Qomariyah, L., Dewi, A. S., Rizkiyah, D. N., Irianto, I., Rusmin, D., Melati, M., Trisnawati, N. W., Darwati, I., & Arya, N. N. (2023). Exploring the potential of *Ulva lactuca*: Emerging extraction methods, bioactive compounds, and health applications – A perspective review. *South African Journal of Chemical Engineering*, 47, 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.11.017>
- [37] Sobuj, M. K. A., Rahman, S. & Bhadra, A. (2026). Evaluation of *Ulva lactuca* seedling production using fragment regeneration method: A lab to sea approach. *Next Research.*, 5, 101323. <https://doi.org/10.1016/j.nexres.2026.101323>
- [38] Nielsen, M. M., Krause-Jensen, D., Olesen, B., Thinggaard, R., Christensen, P. B. & Bruhn, A. (2014). Growth dynamics of *Saccharina latissima* (Laminariales, Phaeophyceae) in Aarhus Bay, Denmark, and along the species' distribution range. *Marine Biology*, 161(9), 2011–2022. <https://doi.org/10.1007/s00227-014-2482-y>
- [39] Meichssner, R., Krost, P. & Schulz, R. (2021). Experimental testing of density- and season-dependent growth in vegetative *Fucus* aquaculture and modelling of growth over one year for different cultivation scenarios. *Journal Of Applied Phycology*, 33(6), 3939–3950. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02597-8>
- [40] Toth, G. B., Hargrave, M., Stedt, K., Steinhagen, S., Visch, W. & Pavia, H. (2025). Advances in Swedish Seaweed Aquaculture: Enhancing Biomass Production and Quality. *Reviews in Aquaculture*, 17(3). <https://doi.org/10.1111/raq.70031>
- [41] Chamily, F. A., Mohiuddin, M., Mostakim, M. S., Rahman, M. M., Souhardya, S. M., Nahiduzzaman, M., Khan, M. S. R., & Asaduzzaman, M. (2024). Production performance and biochemical profile of sea lettuce (*Ulva lactuca*): Influence of site-specific ecological factors and cultivation strategies. *Aquaculture*, 594, 741436. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741436>

- [42] Tasnim, R., Sarker, S., Chamily, F. A., Mohiuddin, M., Ferdous, A., Haque, A. M., Nahiduzzaman, M., Wahab, M. A., Rahman, M. M., & Asaduzzaman, M. (2024). Site suitability mapping for different seaweed cultivation systems along the coastal and marine waters of Bangladesh: A Generalized Additive Modelling approach for prediction. *Algal Research*, 78, 103404. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103404>
- [43] Peteiro, C., Sánchez, N., & Martínez, B. (2016). Mariculture of the Asian kelp *Undaria pinnatifida* and the native kelp *Saccharina latissima* along the Atlantic coast of Southern Europe: An overview. *Algal Research*, 15, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.01.012>
- [44] Bauer, F., Firth, L. B., Knights, A. M., Griffin, J. N., Foggo, A., Brown, A. & Hanley, M. E. (2025). Topographic and biogenic complexity drive the spatio-temporal formation of microclimate on intertidal eco-engineered seawalls. *Marine Pollution Bulletin*, 224, 119104. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.119104>
- [45] Yen, L. P. & Todd, P. A. (2025). ‘Eco-unit services’: Positive and negative ecological services provided by seawall enhancement units. *Ecological Engineering*, 217, 107631. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2025.107631>
- [46] Stekoll, M., Lindell, S., Goudey, C. A., Kite-Powell, H. L., Bailey, D., Barbery, K., Roberson, L., Peeples, T., Mangini, N., Pryor, A., Meyer, A., & Yarish, C. (2025). Development of scalable coastal and offshore kelp farming for marine biomass production. *Journal of the World Aquaculture Society*, 56(2). <https://doi.org/10.1111/jwas.70017>
- [47] Hargrave, M. S., Nylund, G. M., Enge, S. & Pavia, H. (2021). Co-cultivation with blue mussels increases yield and biomass quality of kelp. *Aquaculture*, 550, 737832. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737832>
- [48] Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. (2016). *Genehmigungsleitfaden für Investoren: Entwicklung und Förderung einer nachhaltigen Aquakultur in Schleswig-Holstein (Küstengewässer Ostsee)* (Stand: Mai 2016). https://www.lksh.de/fileadmin/PDFs/Landwirtschaft/Tier/Genehmigungsleitfaden_fuer_Investoren_Kuestengewaessee_Ostsee_.pdf