

Jahresbericht 2005

Teilprojekt:

„Ansiedlung und Produktion von Makrophyten“

Vorgelegt am 31.01.06

Von: Prof. Dr. H. Schubert
Dipl. Biol. Ch. Schygula



Universität Rostock
Fachbereich Biowissenschaften
Institut für Aquatische Ökologie
Albert-Einstein-Str. 3
18059 Rostock

Projekt: 61403110



I. Vorwort

Der folgende Jahresbericht setzt sich aus vier Quartalsberichten zusammen, die bereits alle im Jahr 2005 bei der Projektleitung eingereicht worden sind. Die zeitliche Reihenfolge der Untersuchungen wird in allen Unterpunkten kenntlich gemacht. Da diese Arbeit insbesondere auf dem Jahresbericht 2004 aufbaut, werden einige Sachverhalte nicht zusätzlich im Detail erläutert sondern nur auf vorherige Berichte verwiesen. Der Gliederung des vorliegenden Jahresberichtes liegt die Leistungsvereinbarung des Teilprojektes „Ansiedlung und Produktion von Makrophyten“ zugrunde, sodaß die im Jahr 2005 erbrachten Forschungsleistungen hier im Gesamtumfang deutlicher gemacht und einfacher überprüft werden können.

II. Art-Substrat-Gefüge bei Makrophyten

Die Untersuchung des optimalen Art-Substrat-Gefüges bei Makrophyten wurde im Zeitraum vom September 2003 bis Dezember 2004 im Riffgebiet durchgeführt. Hierzu wurden zunächst in einer Pilotphase mehrere Substratarten wie die unterschiedlichen Betonarten (gewaschen, gestrahlt und gekratzt), aus denen die Riffelemente gebaut worden sind (siehe Quartalsbericht IV-2003) sowie die „natürlichen“ Gesteine wie Marmor und Granit getestet. Die beiden letzteren Gesteine: A) Marmor (basisches Gestein) und Granit (saueres Gestein) wurden für die Hauptuntersuchung (s. a. Plattenversuch, Quartalsbericht IV-2004) zur Besiedlung durch Makroalgen verwendet. Untersucht wurde die Sukzession durch Makroalgen im Jahresverlauf sowie die saisonalen Aspekte der Besiedlung. In beiden Fällen zeigten die Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede bei der Besiedlung der Testgesteine. Ebenfalls im Hinblick auf die Biomassezunahme, Artendiversität sowie die Abundanzen der Makroalgen, zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede auf den untersuchten Gesteinen. Die einzigen signifikanten Unterschiede traten, unabhängig vom Substrat, zwischen den einzelnen Jahreszeiten auf; dieser Effekt war jedoch zur erwarten. Hinsichtlich der Verwendung solcher Gesteine wie Marmor und Granit für den Bau von künstlichen Riffen, läßt sich ableitend feststellen, daß scheinbar nicht die Substratart sondern vielmehr ihre Eigenschaften (z. B. die Oberflächenstruktur oder der pH-Wert), die Form, Höhe und die Ausrichtung im Wasserkörper für die Besiedlung durch Algen entscheidend sein können.



Die Ergebnisse dieser Studie wurden im Jahre 2005 für eine wissenschaftliche Publikation in einem internationalen Journal vorbereitet.

III. Monitoring der Besiedlung durch Algen

Künstliches Substrat

Das Monitoringprogramm wird seit Januar 2004 (Quartalsbericht IV-2004) monatlich auf den Tetrapoden (n=40) in südlichem Riffgebiet (Abb. 1) durchgeführt. Die Ziele des Monitorings sind, ähnlich wie beim Plattenversuch, die Besiedlungsgeschwindigkeit, Besiedlungsdichte, Diversität sowie die saisonale Entwicklung der Biomasse der Makrophyten zu untersuchen. Im Abstand von ca. 4 Wochen wird eine Tetrapodenreihe (n=4) in bestimmter Reihenfolge fotografiert und beprobt. Hierzu wird ein Rahmen (15 X 15 cm) auf die bewachsene Oberfläche der Tetrapoden (Abb. 2) zufällig aufgelegt und anschließend diese in ein Probenetz abgetragen. Die Proben werden dann im Labor ausgewertet, indem die Algen gezählt und vermessen sowie deren Frisch- und Trockenmasse ermittelt werden.

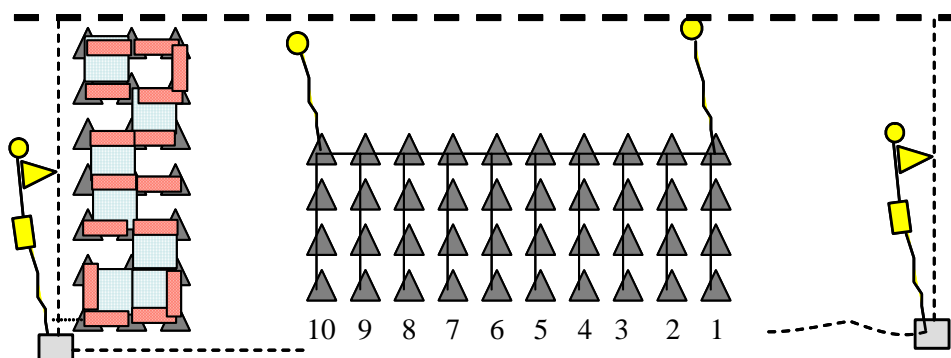


Abb. 1. Schematische Darstellung der 40 6t-Tetrapoden (Reihen nummeriert 1-10) im südlichen Teil des Riffgebiets. (Zeichnung T. Mohr/LFA).

Folgende Parameter werden während der dreijährigen Laufzeit des Projektes detaillierter untersucht:

- Pionierbesiedlung (Charakterisierung der Pionieralgen)
- Änderung der Pflanzengemeinschaften im Jahresverlauf unter Berücksichtigung der saisonalen Aspekte
- Zunahme bzw. Änderung der Algenbiomasse
- Bewertung der potentiellen Fraßräuber und Substratkonkurrenten des Phytobenthos

Die Untersuchung wird voraussichtlich bis Dezember 2006 durchgeführt.

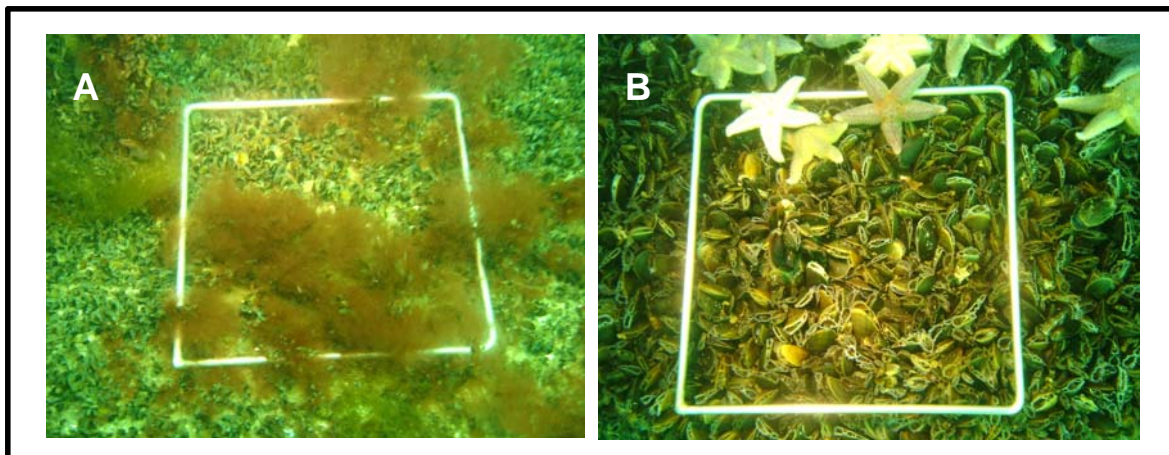


Abb. 2. Oberflächen der 6t-Tetrapoden mit aufgelegten Fotorahmen. A) Aufnahme vom Juni – Fläche besiedelt durch fädige Rotalgen (*Polysiphonia* und *Ceramium*). B) Aufnahme vom Oktober – komplette Besiedlung und Überwuchs der Algen durch Miesmuschel (*Mytilus edulis*).

Erste Ergebnisse und Diskussion

In der ersten Untersuchungsphase (Januar bis Juni 2004) wurden die Primärbesiedlung und die Pionierpflanzen charakterisiert. Unmittelbar nach der Beendigung der Baumaßnahme waren lediglich die Seesterne (*Asterias rubens*) auf den neuen Elementen zu finden. Ab Januar 2004 zeigten sich jedoch die ersten Pionierpflanzen auf den Untersuchungsflächen. Die typischen pflanzlichen Pionierbesiedler gehörten mit ca. 60% zur den Rotalgen. In den Winter- und Frühjahrsmonaten waren es hauptsächlich die einjährigen Vertreter der Gattung *Callithamnion* (insbes. *C. corymbosum* Lyngb. und *C. roseum* Lyngb.), sowie Grünalgen der Gattungen *Chaetomorpha* Kütz. und *Enteromorpha* Link., die das Phytal bildeten. In den Sommer- und Herbstmonaten waren die mehrjährigen Rotalgen der Gattungen *Polysiphonia* Grev. und *Ceramium* Roth. (Abb. 2A) sowie die Braunalge der Gattung *Ectocarpus* Lyngb. bestandbildend. Gegenüber zum Jahr 2004 nahm die Biomasse der Algen im Jahr 2005 deutlich zu (Abb. 3). So erhöhte sich die Biomasse bereits in den Frühjahrsmonaten um zirka das 6fache gegenüber dem Vorjahr. Dafür waren hauptsächlich die mehrjährigen Algen (*Polysiphonia* und *Ceramium*) verantwortlich; die Biomasse der einjährigen Pionierbesiedler (Gattung *Callithamnion*) spielte eine vergleichbar untergeordnete Rolle. In der zweiten Hälfte des Jahres wurden etwa 17 Arten gefunden (Abb. 4), die zum weiteren raschen Anstieg der Biomasse in den Sommer- und Herbstmonaten führten.

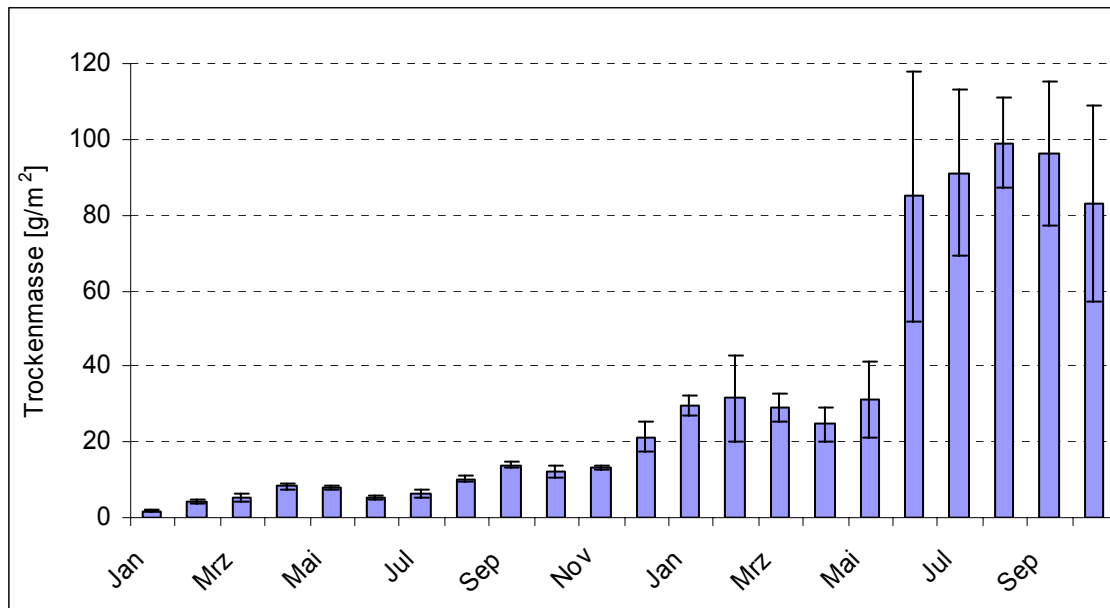


Abb. 3. Zunahme der pflanzlichen Biomasse (Trockenmasse umgerechnet auf 1m²) auf den 6t-Tetrapoden vom Januar 2004 bis Oktober 2005 (November und Dezember werden zurzeit ausgewertet).

Die Konkurrenzverhältnisse zwischen dem Makrozoobenthos und dem Phytobenthos auf Tetrapoden lassen sich sehr deutlich beobachten. So läßt sich die geringe Biomasse der Algen im ersten Jahr auch durch die Dominanz des Makrozoobenthos erklären. In den Frühjahrsmonaten waren es die Hydroidpolypen (z. B. *Bogainvillia ramosa*), in den Herbstmonaten die Miesmuschel (*Mytilus edulis*) und die Seepocken (*Balanus improvisus*), die das Phytobenthos überwuchsen. Im zweiten Jahr war bereits die „Durchsetzungskraft“ der Algen in Form von Biomasse und Artendiversität sichtbar.

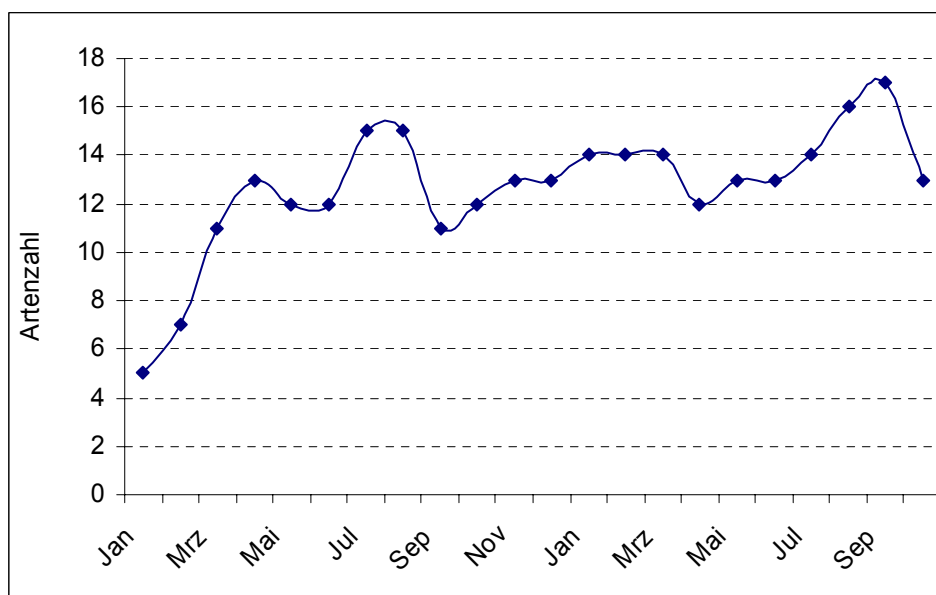


Abb. 4. Zunahme der Artendiversität im Untersuchungszeitraum mit saisonalen Schwankungen.



Die Besiedlung des neuen Substrats (Tetrapoden) scheint noch nicht abgeschlossen zu sein, da sowohl die Biomasse als auch die Diversität der Arten noch weiterhin zunimmt (Abb. 4). Ferner überwiegt hier die Anzahl einjähriger (ca. 80%) im Vergleich zu mehrjährigen Algen (ca. 20%). Das hier entstehende Ökosystem befindet sich noch nicht in einem Gleichgewicht, dem sogenannten Klimaxstadium. Die Schwankungen in der Artenanzahl sind auf saisonale Aspekte, wie die Anwesenheit und Abwesenheit einjähriger Organismen zurückzuführen.

Natürliches Substrat

Parallel zur den Untersuchungen auf den Tetrapoden wurde auch im Jahr 2005 die Steinschüttung im nördlichen Teil des Riffgebiets beprobt. Diese Struktur befindet sich seit 1998 im Riffgebiet und wird als „natürliches Substrat“ betrachtet, da dort bereits ein „Klimaxstadium“ (Zustand des ökologischen Gleichgewichts) erreicht wurde (Quartalsbericht VI-2003). Die Steinschüttung wird daher als Referenzfläche (Kontrolle) zur der Besiedlung und Entwicklung der Algengemeinschaften auf den Tetrapoden betrachtet.

Methode

Die Kartierung der pflanzlichen Bedeckung wurde an der alten Steinschüttung in ca. 11m Tiefe, 4 mal im Jahr (Winter, Frühjahr, Sommer und Herbst) durchgeführt. Ein Beprobungsrahmen (1m² x 1m²) wurde 3 mal auf zufällig ausgewählte Flächen aufgelegt und als erstes abfotografiert (Übersichtsfoto, Abb. 5). Nach der Schätzung der Gesamtbedeckung wurden die Teilquadrate abfotografiert (Markierung von A bis D), für die ebenfalls eine Bedeckung (in %) geschätzt und die Anzahl der dort gefundenen Arten schriftlich festgehalten wurde.

In Labor wurden die notierten Bedeckungsgrade für jedes Teilquadrat mit den Fotografien abgeglichen und zusammengefaßt. Die so ermittelte Gesamtbedeckung der Probefläche wurde mit der geschätzten verglichen. Bei der Zählung der Arten, wurden nur die dominanten (ab 5% Bedeckung) und optisch unterscheidbare Algen berücksichtigt. Algen die vor Ort nicht klassifiziert werden konnten wurden gesammelt und im Labor bestimmt. Die epiphytischen Algen sowie das Makrozoobenthos wurden nicht untersucht.

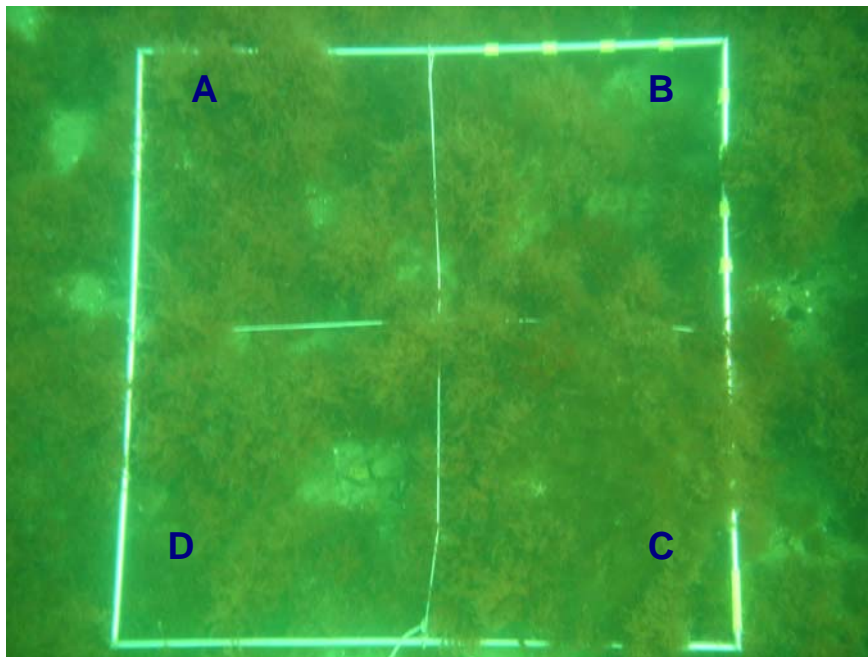


Abb. 5. Beprobungsrahmen mit 4 Teilquadraten (A-D) auf der Steinschüttung in 11m Tiefe.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bedeckung durch die Algen war im Frühjahr (April-Mai) am höchsten ($90\%/m^2$), wohingegen die Wintermonate mit etwa $50\%/m^2$ Bedeckung am geringsten waren (Abb. 6). Das Phytal auf der Steinschüttung bestand im Frühjahr und Sommer beinahe zu 100% aus Rotalgen, etwa 60% der Gesamtbiomasse machten ebenfalls die Rotalgen im Herbst und Winter aus. Die restlichen 40% bildeten im Herbst und Winter die Braunalgen, vertreten durch die beiden Arten *Pilayella littoralis* und *Ectocarpus siliculosus*. Die dominanteste Rotalge in diesem Gebiet ist jedoch *Delesseria sanguinea*, die gemeinsam mit *Phycodrys rubens* und *Coccotylus truncatus* die Hauptbiomasse auf der Steinschüttung bildete.

Unter "Fädige Rotalgen" sind insbesondere die Gattungen *Ceramium rubrum* und *Polysiphonia nigrescens* gemeint, die aber mit ihrer geringen Bedeckung (ca. $10\%/m^2$) eher als subdominant zu bewerten waren. Die fädigen Grünalgen (die Gattungen *Chaetomorpha* und *Cladophora*) waren ebenfalls auf der Steinschüttung vertreten; ihre Bedeckung lag jedoch unter 1% und wurde daher nicht in der Abbildung aufgeführt.



Die Steinschüttung gehört mit ihren 26 Algenarten zu den etabliertesten Strukturen im Riffgebiet. Die Untersuchungen zur Bedeckung und Artendiversität in diesem Gebiet wurden seit 2003 (Quartalsbericht IV-2003) jährlich durchgeführt.

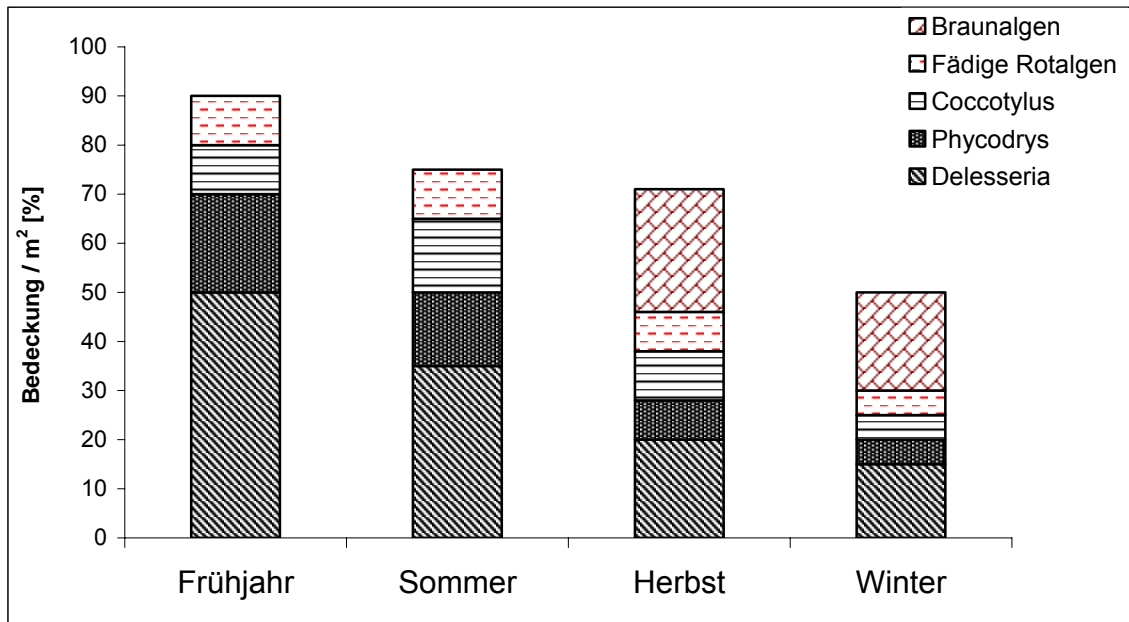


Abb. 6. Bedeckung des Phytals durch dominante und subdominante Arten auf der Steinschüttung im Jahresverlauf.

Die saisonalen Schwankungen in der Anzahl der Arten wurden auch auf der Steinschüttung registriert, jedoch sind in der dreijährigen Untersuchungsperiode keine neuen Arten mehr zugewandert. Das Phytal besteht dort aus etwa 80% mehrjährigen Algen (Epiphyten nicht berücksichtigt) und nur zu 20% aus einjährigen Organismen. Dies sind nur einige Gründe, weshalb diese Struktur als Referenzfläche gewählt worden ist. Neben der für die Ostsee relativ hohen Artendiversität, bietet die Steinschüttung Schutzräume für Jungfische und viele Benthosbewohner. Dieser Zustand ist auf den neueingebrachten Riffelementen (z.B. Tetrapoden) wünschenswert und wird mit dem Monitoringsprogramm wissenschaftlich begleitet.

Fraßräuber der Riffalgen

Bislang sind keine eindeutigen Fraßspuren an Riffalgen beobachtet worden. Hauptsächlich sind die Untersuchungen an *Delesseria sanguinea*, aufgrund ihrer wirtschaftlichen Nutzung durchgeführt worden. Im Rahmen der Beprobung der Steinschüttung (Abschnitt III) sowie beim Absammeln von *Delesseria* für die Extraktionsanalyse an der Universität zu Kiel, sind die Pflanzen vorab im Labor auf Fraßspuren überprüft worden. Es konnten keine Schädigungen der Algen durch



sogenannte „Grazer“ wie z.B. die Assel *Idothea baltica* nachgewiesen werden. Für diese Assel aber auch bei anderen Kleinkrebsen (z.B. Gammariden) ist in der Literatur Herbivorie nachgewiesen worden. Diese Organismen sind zwar in teilweise hohen Abundanzen an *Delesseria* beobachtet worden, jedoch ohne „negative“ Auswirkungen. Bei der Degeneration des Thallus von *D. sanguinea* (Ende August), wird das einschichtige Gewebe an der Mittelrippe und zwischen den Seitennerven rückgebildet. Möglicherweise sind die „Grazer“ an diesem Prozeß beteiligt, dies konnte jedoch bislang nicht nachgewiesen werden.

Nachgewiesen konnte die Nutzung von Riffalgen, insbesondere von *D. sanguinea* als Basibionten durch aufwachsende Organismen (Epibionten). Dazu zählen die häufigen Epiphyten wie *Callithamnion corymbosum* und *Phycodrys rubens*. Der dominanteste Besiedler (Epizoe) ist jedoch die Miesmuschel (*Mytilus edulis*). Besonders Anfang Herbst, nach dem Larvenfall, sind die Algen vollständig mit juvenilen Miesmuscheln überzogen. Gerade im Hinblick auf den Betrieb einer Freiland-Aquakultur (Abschnitt V), ist der „Befall“ der Kulturpflanzen durch Miesmuscheln problematisch. Da diese durch ihren Byssusfaden sehr stark an den Kulturpflanzen haften, erscheint die manuelle Reinigung daher unumgänglich. Der Effekt der Epibiose hinsichtlich einer Freiland-Aquakultur scheint doch gravierender zu sein als die Fraßspuren durch grazende Organismen.

Darüber hinaus werden besonders fädige Algen wie *Polysiphonia*, *Ceramium* und *Ectocarpus* für den Bau von „Wohnröhren“ einiger Polychaeten (z.B. *Polydora ciliata*) und Amphipoden (*Corophium insidiosum*) verwendet. Dieses Verhalten ist bei der Auswertung der Testplatten (Abschnitt II) deutlich beobachtet worden.

Die Untersuchung zu Charakterisierung der Fraßräuber bzw. der Epibionten der Makroalgen wird im Jahr 2006 fortgesetzt.

IV. Eignung der Riffalgen als Laichsubstrat für Fische

Für das Abbläichen an den Riffalgen kommt lediglich eine wirtschaftlich bedeutende Fischart in Frage, der Hering (*Clupea harengus*). Der Hering ist ein typischer Benthoslaicher und bevorzugt meist knorpelige Makrophyten (z.B. *Furcellaria*, *Polyides* und *Zostera*) oder auch Hartsubstrat, an denen er mit der Papille den Laich abstreift. Die bekannten Trigger zum Abbläichen des Herings sind die Temperatur (über 4°C) und der Sonnenstand (per. Mitteilung von Dr. Jönsson/Uni Rostock). Abgelaicht wird meist an denselben Laichplätzen (=> Laichplatztreue) in geringer



Tiefe, z.B. bei Rügen, im Greifswalder Bodden und im Rostocker Breitling. Mittlerweile kommt in der Ostsee nur die im Frühjahr laichende Population des Herings vor. Die sogenannten Herbstlaicher, sind nach Informationen aus Expertenkreisen seit den 60-ern Jahren aus der Ostsee verschwunden. Die Laichzeiten des Frühjahrs-Laichers sind von Mitte März bis Ende Mai, Nachzügler können noch im Juni (bei geeigneter Temperatur) ablaichen. Aus Erfahrung weiß man, daß der Hering meist nachts, vorzugsweise in geschützten Buchten ablaicht. Der Laichabsatz ist hell bis weiß und entwickelt sich temperaturabhängig (meist innerhalb von 2 bis 3 Wochen) nach dem Absetzen der Eier.

Nach diesem Laichabsatz des Herings wird seit 2004 im Riffgebiet, zwischen März und Juni intensiv gesucht. Als Kontrollfläche dafür wurde die Steinschüttung ausgesucht, da dort die zum Ablaichen benötigte, knorpelige Makroalgen (z.B. *Polyides*, *Coccotylus* und *Phyllophora*) zu finden sind. Dabei wird die gesamte Fläche durch Taucher kontrolliert. Als unterstützende Maßnahme, dient die Videobeobachtung mit einer auf die Steinschüttung gerichteten UW-Videokamera.

Da bisher weder der Hering noch sein Laichabsatz im Riffgebiet beobachtet wurde, wird angenommen, daß die Riffelemente mit ihrer exponierten Lage in der Tiefe von ca. 11m vom Hering (noch?) nicht angenommen wurden. Weitere Erklärungen könnten die niedrige Temperatur im Riffgebiet zum Laichzeitpunkt und die bereits genannte Laichplatztreue des Herings sein.

Die Beobachtungen werden jedoch im Jahr 2006 fortgesetzt.

V. Wirtschaftliche Nutzung der Ostsee-Makrophyten

Ende des Jahres 2004 ergab die durchgeführte Literaturstudie zur Nutzung der Ostsee-Makrophyten einige interessante Ansätze. So stellte sich heraus, daß die wenigen am Riff vorkommenden Makrophyten, insbesondere die Gattungen *Delesseria* und *Phyllophora* ein wirtschaftliches Potential aufweisen. Die letztere Gattung wird für die Gewinnung von Pylophoran (Agar-Ähnliche Substanz) in Rußland (auch schon in der ehemaligen UDSSR) genutzt. Für die Agar-Herstellung werden jedoch mehrere Tonnen Rohmaterial benötigt, die uns im Riffgebiet in dem Maße nicht zu Verfügung stehen. Eine wirtschaftliche Nutzung von *Phyllophora* im Riffgebiet erscheint daher aussichtslos, zumal der Markt mit anderen agarhaltigen Makroalgen bereits gedeckt ist. Die am Riff vorkommenden Arten wie *Phyllophora pseudoceranoides* und *P. truncata* (= *Coccothylus truncatus*) sind zwar recht häufig,



erreichen jedoch lange nicht die Menge an Biomasse, die wirtschaftlich von Bedeutung ist.

Viel versprechender ist hingegen die Nutzung von *Delesseria sanguinea*. Interessant ist, daß diese Rotalge bereits in der Wellness- und Kosmetikbranche vor allem in Frankreich zunehmend eingesetzt wird. Darüber hinaus wurde bereits in den 80er Jahren von der französischen Firma „GOEMAR“ ein potentielles Einsatzgebiet dieser Alge in der Medizin beschrieben und patentiert. Die Tatsache, daß *Delesseria sanguinea* offensichtlich im Riffgebiet nicht nur optimale Lebensbedingungen findet (Abschnitt III.) sondern möglicherweise auch wirtschaftlich genutzt werden kann, hat diese Alge immer mehr in den Mittelpunkt des Teilprojektes gerückt. Um die wirtschaftliche Eignung von *D. sanguinea* überprüfen zu können, entstand Anfang 2005 die Kooperation mit dem Pharmazeutischen Institut an der Universität zu Kiel, wo die Wirkstoffe dieser Alge gegenwärtig analysiert werden.

Aquakultur

Die natürlichen Bestände von *Delesseria sanguinea* im Riffgebiet sind im Vergleich zu andern Arten recht hoch (ca. 3t Frischmasse pro Jahr auf der Steinschüttung), reichen jedoch für einen kommerziellen Vertrieb dieser Alge nicht aus. Hierzu bietet sich das Betreiben einer Aquakultur (=Marikultur) an, um die gewünschte Biomasse zu erhöhen. Die Aquakultur ist Weltweit ein übliches, meist standardisiertes Zuchtverfahren für viele Meeresorganismen. Da *Delesseria sanguinea* zuvor noch nicht für kommerzielle Zwecke kultiviert worden ist, gibt es daher sowohl in der Literatur als auch in Expertenkreisen kaum Erfahrungen oder Angaben zu einem optimalen Kultivierungsverfahren. Eine Aquakultur im Labor (indoor) und im Freiland (outdoor) wird mit *Delesseria* erstmalig in diesem Projekt getestet.

Labor-Aquakultur

Im Januar 2005 wurde eine Pilot-Aquakultur mit *Delesseria sanguinea* unter Laborbedingungen aufgebaut. In dieser Labor-Aquakultur werden die im Freiland gesammelten *Delesseria*-Exemplare gehalten, mit dem Ziel, in der Kultur die Fertilität der Pflanzen zu induzieren. Für die Induktion können einige abiotische Faktoren (z.B. Temperatur und/oder Lichtklima) einzeln oder kumulativ verantwortlich sein. Dies galt mit folgenden Ansätzen zu testen:

**Ansatz 1:**

Kultivierung bei wechselnder Temperatur (simulierter Jahresgang).

Ansatz 2:

Kultivierung bei konstanter Temperatur (10°C).

Methodik

Für beide Ansätze wurde filtriertes Ostseewasser (0,42µm Feinfilter) benutzt und mit Nährstoffen (PE-Medium/1:20) angereichert. Diese Lösung wurde auf die Kulturbeder (5L-Bechergläser) verteilt, wo später die transplantierten Algen eingesetzt wurden.

Vor der Transplantation auf die Leinen wurde zunächst das mitgebrachte Algenmaterial nach Generations-Phasen getrennt. Dies ist jedoch nur in den Frühjahrsmonaten möglich, denn zur dem Zeitpunkt tragen die Pflanzen noch Sporen (Abb. 7) und lassen sich anhand derer leichter voneinander unterscheiden. Das Pflanzenmaterial wurde getrennt nach: A) Tetrasporophyten, B) Karposporophyten und C) Gametophyten.

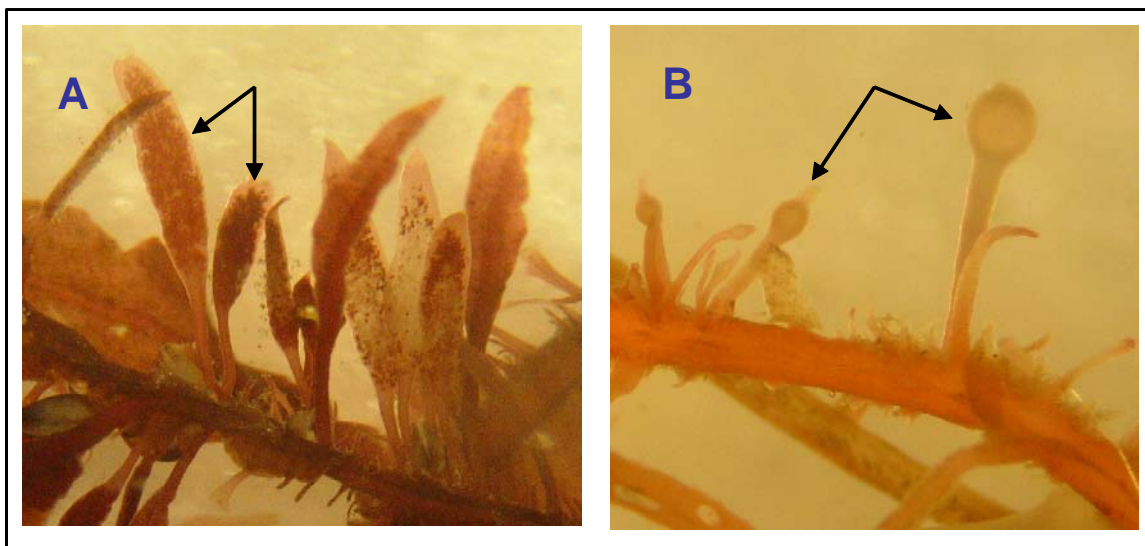


Abb. 7. Morphologische Unterschiede der Generationsphasen von *D. sanguinea* in Frühjahr (A - Tetrasporophyt und B – Karposporophyt). Der ♂-Gametophyt (hier nicht dargestellt) trägt keine Sporenbehälter (Unterscheidungsmerkmal!).

In beiden Ansätzen (1 und 2) wurden jeweils 3 Parallelen der einzelnen Generationsphase mit jeweils 3 bis 4 Pflanzen (je nach Größe) aufgeteilt. Die Pflanzen wurden in ca. 30 cm lange PE-Leinen eingeflochten und in die Kulturbeder eingesetzt. Die Kulturbeder wurden in einer Wanne plaziert, die mit



destilliertem Wasser gefüllt war. Diese Kühlflüssigkeit zirkuliert durch einen Kryostat, der an die Wanne angeschlossen wurde. Dieses Kühlsystem temperiert alle Kulturbehälter indirekt und lässt sich auf eine bestimmte, einheitliche Temperatur einstellen (Abb. 8).

Alle Kulturbehälter wurden extern durch eine Luftpumpe mit Silikonschläuchen belüftet. Die Lichtquelle wurde durch Leuchtstoffröhren, eingebaut in einer Lichtbank (Osram, Daylight) simuliert, die über der Kultur auf Stativen montiert wurde. Die Lichtintensität lässt sich durch das hoch oder runterstellen der Lichtbank verändern. Die gesamte Kultur wurde vollständig durch schwarze Folie abgedeckt, um andere Lichtquellen abzuschirmen (Abb. 8).

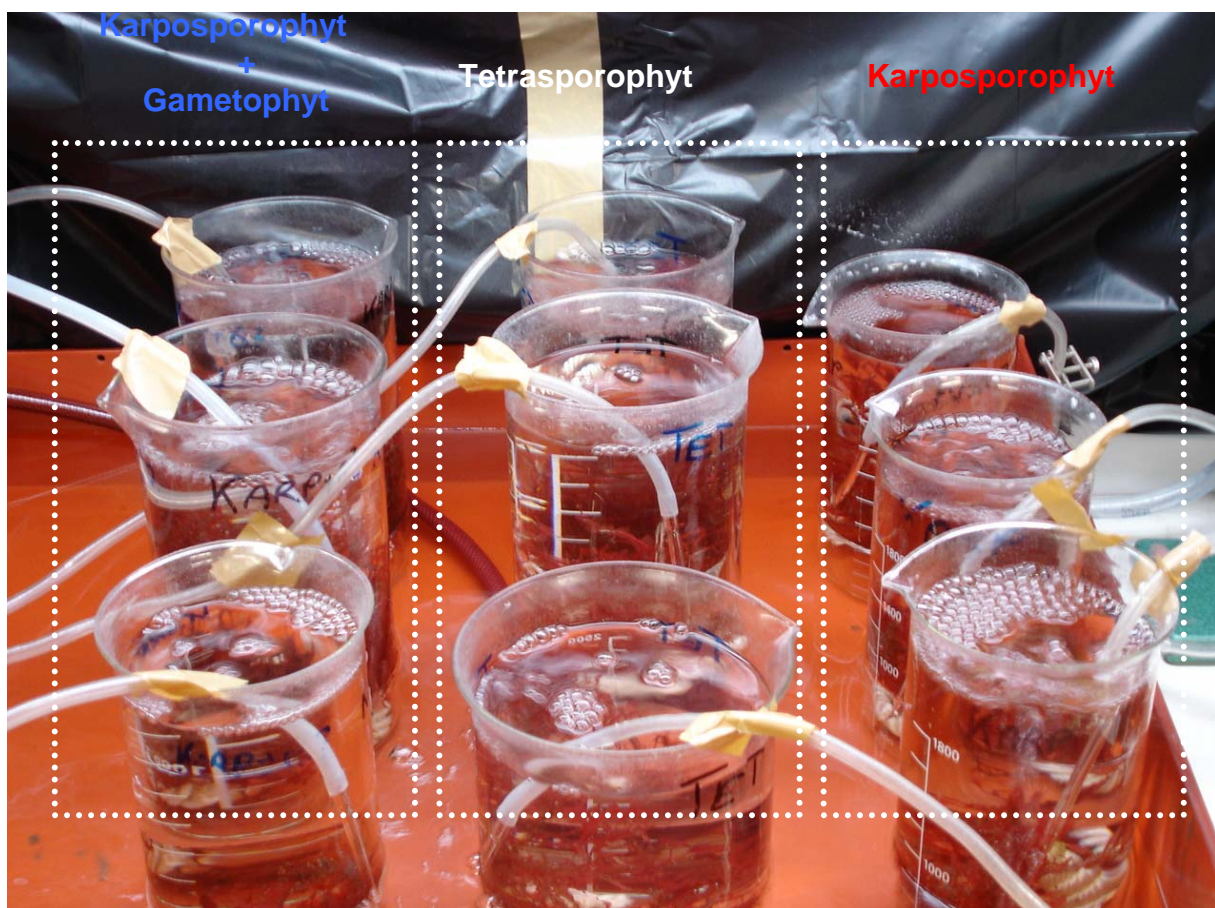


Abb. 8. Aufbau der Aquakultur (Ansatz 2) mit Kulturbehältern der jeweiligen 3 Parallelen.

In der ersten Reihe wurden Karposporophyten mit reifen Karposporen angesetzt, in der zweiten Tetrasporophyten mit reifen Tetrasporen und schließlich in der dritten Reihe Karposporophyten mit männlichen Gametophyten, um die gewünschte Fortpflanzung zu erzielen.



Nach diesem Schema sind beide Ansätze (s. o.) aufgebaut worden. Außer der Temperatur, wurden alle anderen abiotischen Faktoren identisch eingestellt. Um in der Aquakultur die Bedingungen so Freilandnahe wie möglich einzustellen, wurden die Werte aus den Messungen in 11m Tiefe im Riffgebiet (Daten von Fisch & Umwelt / Uni Rostock) ausgewählt (siehe Anhang Tab. 1 und Abb. 13). Diese Werte dienen als Richtwerte für die eigentlichen Messungen in der Aquakultur. Folgende Faktoren werden im Jahresverlauf simuliert bzw. eingestellt: Temperatur (nur im Ansatz 1, im Ansatz 2 eine konstante Temperatur), Lichtintensität (in μE) und die Belichtungsdauer (Hell/Dunkel – Rhythmus). Die anderen Faktoren wie Salinität, O_2 und pH-Werte werden lediglich kontrolliert.

Die so aufgebaute Aquakultur wird zunächst 1 Jahr lang, wöchentlich kontrolliert und optimiert. In dieser Zeit soll insbesondere auf das Keimen der Tetra- und Karposporen sowie auf die Geschlechtsreife (Ausbildung von Spermarien und Karpogonien) der Algen geachtet werden.

Ergebnisse und Beobachtungen

Nach einer dreimonatigen Beobachtungsphase ist aufgefallen, daß mit zunehmender Temperatur (Ansatz I), eine stärkere Kontamination durch Epiphyten (Aufwuchs) in der Kultur zu verzeichnen war. Hierbei handelte es sich um Epiphyten wie die Rotalge der Gattung *Callithamnion* und die Braunalge *Ectocarpus siliculosus*, die insbesondere die Kulturpflanzen befielen. Weiterhin wurde auch eine Kontamination der Pflanzen und der Kulturgefäße (Innenwand) durch Cyanobakterien (wahrscheinlich *Spirulina rosea*) sowie penete und zentrale Diatomeen festgestellt. Durch die Erhöhung der Temperatur (Ansatz I) in der Kultur war zwar mit einem Befall durch Epibionten zu rechnen, jedoch nicht in diesem Ausmaß. Als Therapie wurde die Behandlung (Zugabe) mit Germaniumoxid-Lösung und Antibiotika durchgeführt. Das Germaniumoxid (GeO_2) zielt speziell auf das Kieselgerüst (Schale) der Diatomeen und verhindert unmittelbar nach Zugabe die Zellteilung. Gegen die Cyanobakterien mußte eine Antibiose gegen „Gramm-Negative“ Bakterien eingesetzt werden. Die Gefahr beim Einsatz von Antibiotika ist jedoch, daß natürliche, der *Delesseria sanguinea* assoziierte Bakterien ebenfalls neutralisiert werden können und sich das möglicherweise auf das Überleben der Kulturpflanze negativ auswirken könnte. Daher wurden zunächst nur einige Ausgewählte Kulturgefäße behandelt, um die Methode zu testen. Gegen die Epiphyten wie *Callithamnion* und *Ectocarpus*



gibt es keine Toxine, diese kann man lediglich durch das manuelle Reinigen der Kulturpflanzen fernhalten.

Der Ansatz II wurde ebenfalls durch Epiphyten befallen, jedoch nicht so stark wie Ansatz I. Die Erklärung dafür könnte sein, daß im zweiten Ansatz eine konstante Temperatur von 10°C eingestellt wurde, die die rasche Entwicklung (über 10 °C) von Epiphyten aber insbesondere Cyanobakterien und Diatomeen etwas eindämmt.

Dennoch ist trotz der Kontamination der Zustand der Kulturpflanzen stabil, d.h. die *Delesserien* sind vital und verlieren keine Pigmente. Ein Zuwachs der Biomasse konnte im Juni (nach ca. 5 Monaten) noch nicht festgestellt werden

Im September setzte bei *Delesseria sanguinea* die Degenerationsphase des Thallusgewebes ein, was auch bei der Wildkultur im Freiland zu beobachten ist. Die Ausbildung der Spermarien und Karpogonien konnte in der Laborkultur noch nicht festgestellt werden. Die Einstellung der abiotischen Faktoren in der Laborkultur verlief planmäßig und entsprach im gesamten Jahresverlauf den gemessenen abiotischen Faktoren im Freiland.

Die Epiphytenkontamination konnte im August 2005 zum Teil reduziert werden. Nach einer Einwirkdauer der Germaniumoxid-Lösung (GeO₂) von etwa 10 Tagen konnte ein Rückgang der Diatomeen festgestellt werden. Nach etwa 4 Wochen ist der Befall durch Diatomeen deutlich zurückgegangen. Gegen die Cyanobakterien (*Spirulina rosea*) wurde Kanamycin, ein Breitband-Antibiotikum (wird auch in der Landwirtschaft eingesetzt) in einigen Kulturbehältern getestet. Bereits nach 3 Tagen waren erste Ergebnisse sichtbar. Die Wirkung von Kanamycin gegen Cyanobakterien war zwar erfolgreich, jedoch sind die Schäden des Antibiotikums bei *Delesseria* bzw. der assoziierten Bakterien immer noch unklar.

Fazit

Zusammenfassend kann man nach einem Jahr Laufzeit der Labor-Aquakultur feststellen, daß sich *Delesseria* unter Laborbedingungen halten läßt. Die Algen bleiben vital, die Degeneration der Thalli setzt, wie auch unter Freilandbedingungen ein und es kam vereinzelt zur Ausbildung junger Triebe. Dies spricht zumindest für die richtige Einstellung der abiotischen Faktoren in den Kulturbehältern. Das Auskeimen der Karpo- und Tetrasporen sowie ein Zuwachs der Biomasse konnten jedoch mit diesen Einstellungen nicht erzielt werden. Die Kontamination durch Epiphyten, insbesondere durch aufwachsende Rotalgen, bleibt nach wie vor



bestehen, da durch manuelle Reinigung diese nur zum Teil ferngehalten werden können. Der Befall durch Diatomeen und Cyanobakterien konnte durch den Einsatz von Toxika reduziert werden.

Hinsichtlich einer Biomasseproduktion von *Delesseria sanguinea* unter Laborbedingungen kann bereits jetzt eingeschätzt werden, daß der hierfür notwendige Aufwand, ein ökonomisches Betreiben derartiger Anlagen, selbst unter Berücksichtigung der geringeren Kontamination derartiger Laborkulturen, nicht möglich ist. Die Laborkultur, die zurzeit nur als reine Erhaltungs- bzw. Versuchskultur anzusehen ist, soll daher nur zum Zweck des gezielten Animpfens der Algen für die Aquakulturanlage weiterentwickelt werden. Mit Hilfe der Laborkultur sollen daher vorrangig die Parameter, für eine gezielte Manipulation des Generationswechsels identifiziert werden, um eine von Freilandbeständen und -entwicklungszyklen unabhängige Quelle von Karpo- und Tetrasporen zu erhalten. Damit ergäbe sich gleichzeitig die Möglichkeit zur Selektion besonders geeigneter (Inhaltsstoffreicher) Stämme, mit Hilfe derer die Wirtschaftlichkeit einer Freiland-Anlage (s. u.) gesteigert werden kann. Zum Zweiten kann damit, durch gezielte Eintaktung der Ausbringung solcher beimpften Aquakulturstrukturen (Leinen) in den Generationsrhythmus von *Mytilus edulis* eine Minimierung des Kontaminationsproblems erreicht werden. Die Eignung solch einer Labor-Kulturanlage für die gezielte Anzucht von Tetra- und Karposporen von *Delesseria sanguinea* wird im Jahr 2006 überprüft.

Freiland-Aquakultur

Für die Freilandkultur wurde eine Methode verwendet, die bereits im Riff-Projekt im Jahr 2004 getestet worden ist (Quartalsbericht I-2004). Nach einem einjährigen Testlauf sollte die Freilandkultur großflächiger angelegt werden mit gleichzeitiger Erprobung der Erntemethode.

Methode

Hierzu wurden von der Steinschüttung etwa 900 *Delesseria*-Exemplare gesammelt und vorsichtig unter Lichtschutz ins Labor transportiert. Im Labor wurden die Versuchspflanzen von Epiphyten und anderen Algen getrennt und auf 15 m lange gedrehte PA-Leinen (Durchmesser 6 mm) transplantiert (Abb. 9). Die Versuchspflanzen wurden im Abstand von ca. 5 cm in die Leinen eingeflochten.



Abb. 9. Transplantation von *Delesseria sanguinea* auf Kultivierungsleinen für die Freiland-Experimente.

Anschließend wurden die transplantierten Leinen in Kunststoffbehältern in Ostseewasser bei einer Temperatur unter 20°C übernacht aufbewahrt. Am darauffolgenden Tag wurden die Leinen im Riffgebiet auf speziellen Kultur-Gestellen ausgebracht (Abb. 10). Die Gestelle (4 Stück) wurden in enger Zusammenarbeit mit Herrn Mohr entworfen und an die Firma ROSOMA in Auftrag gegeben. Es wurden zunächst zwei flache (H 50 x B 150 x L 200 cm) und zwei hohe (H 100 x B 150 x L 200 cm) Gestelle aus Seewasserfestem NIRO-Material gefertigt. Auf der Innenseite der Gestelle wurden Haken eingebaut auf denen die transplantierten Leinen eingehängt werden sollten (Abb. 10A). Ende August wurden alle 4 Gestelle im südlichen Riffgebiet im Strömungsschatten der 6t-Tetrapoden ausgebracht. Diese wurden in einer west-ost Ausrichtung plaziert und zusätzlich mit Leinen an den Tetrapoden festgemacht, damit sie u. a. die Herbststürme unbeschadet überstehen. Nach dem Ausbringen der Gestelle wurden die *Delesseria*-Leinen vorsichtig am Gestell eingespannt. Im September wurde ein Kontrolltauchgang durchgeführt, bei dem alle Leinen erneut nachgezogen wurden und der Zustand der Algen überprüft wurde. Die Freilandkultur wird nun monatlich bis zum möglichen Erntezeitpunkt (voraussichtlich Mai oder Juni 2006) intensiver kontrolliert. Der Erntezeitpunkt wird hauptsächlich bestimmt durch: 1. Die Fertilität (Geschlechtsreife) der Algen, die sich durch das Ausbilden der Karpo- und Tetrasporangien äußert (Februar – März 2006) und 2. Zustand und Zunahme der Biomasse der Algen unmittelbar vor der Ernte.

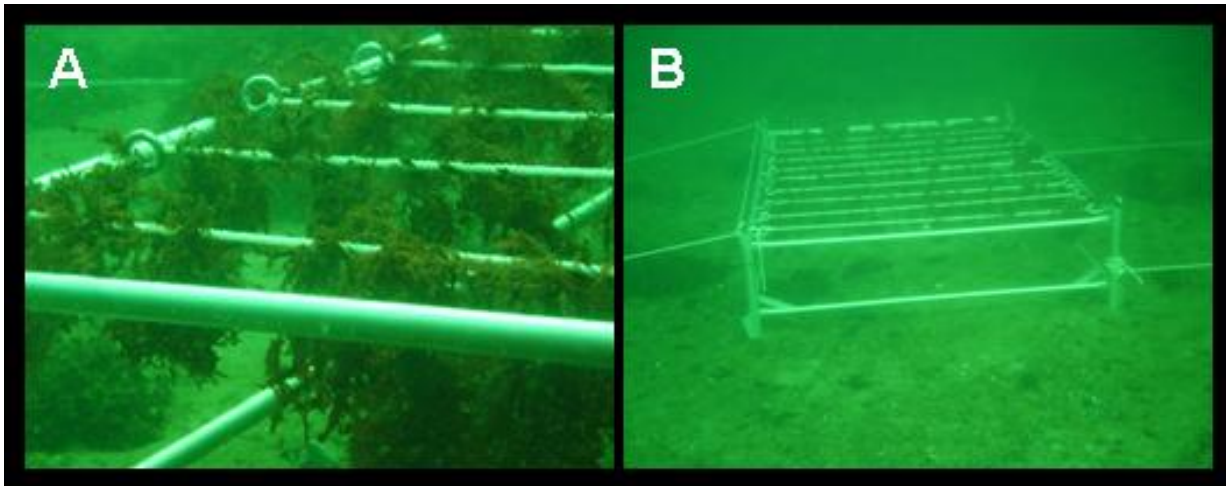


Abb. 10. Versuchsgestell mit transplantierten *Delleseria*-Leinen. **A)** Detailansicht mit eingehakten Leinen. **B)** Frontalansicht des Gestells mit Sicherungsleinen, die an den 6t-Tetrapoden befestigt wurden.

Ab Februar 2006 sollte daher die Entwicklung der Algen in der Freilandkultur regelmäßiger beobachtet werden. Zum Erntezeitpunkt wird ebenfalls die Eignung der Versuchsgestelle als Kostengünstige Anzucht- und Erntemethode getestet.

Beim Kontrollgang im Dezember 2005 ist aufgefallen, daß zumindest hinsichtlich des Befalls durch *Mytilus edulis*, die flacheren Versuchsgestelle geeigneter zu sein scheinen als die höheren. Da der natürliche Freißfeind der Miesmuschel, der Seestern (*Asterias rubens*) offensichtlich die flacheren Gestelle leichter abweiden kann. Dieser Effekt soll Anfang 2006 genauer beobachtet werden.

Sporenaufzucht

Parallel zur der Aquakultur wurden den Pflanzen die Tetra- und Karposporen entnommen, um diese gesondert zu kultivieren. Hierzu wurde eine Methode vom Alfred-Wegener-Institut auf Helgoland (nach A. Wagner) verwendet.

Methode

Reife Tetra- und Karposporangien wurden abgeschnitten und in Petrischalen mit sterilem Seewasser überführt. Das Ostseewasser wurde zunächst pasteurisiert (2 1/2h bei 95°C), um noch vorhandene Keime abzutöten. Nährstoffe wurden absichtlich nicht dazugegeben, um eine raschere Entlassung der Sporen aus den Sporangien und Zystokarprien zu induzieren. Nach der Entlassung der Sporen, wurden diese mittels einer Pipette aufgesaugt und in unterschiedliche Medien (1. Filtriertes Seewasser mit Nährstoffen, 2. Filtriertes Seewasser ohne Nährstoffe, und



3. Unfiltriertes Seewasser) transferiert. Alle drei Ansätze wurden bei unterschiedlichen Temperaturen (4°C, 10°C und 14°C) bei identischen Lichtbedingungen (20 µE) kultiviert.

Ergebnisse und Diskussion

In allen Versuchsansätzen wurde die Entlassung der Sporen erfolgreich induziert. Nach dem Transfer der Sporen in die Kulturmedien, stellte sich heraus, daß das filtrierte Seewasser ohne Nährstoffe als Kulturmedium für die Sporen als geeignet schein. In den beiden anderen Medien sind diese bereits nach zwei Tagen eingegangen. Dennoch war die Überlebensrate der Sporen auch im erstgenannten Medium nicht besonders hoch. Die Kultivierung bei 14°C führte zur keiner Zellteilung, die Sporen verblaßten bereits nach 4 Tagen. Das Verblässen kann wahrscheinlich auf die zu hohe Temperatur zurückgeführt werden. Bei 4°C überlebten die Sporen 12 Tage, ebenfalls ohne Zellteilung. Bei der Kultivierungstemperatur von 10°C wurde die Zellteilung nach 5 Tagen erreicht, dennoch sind diese nach 9 Tagen eingegangen.

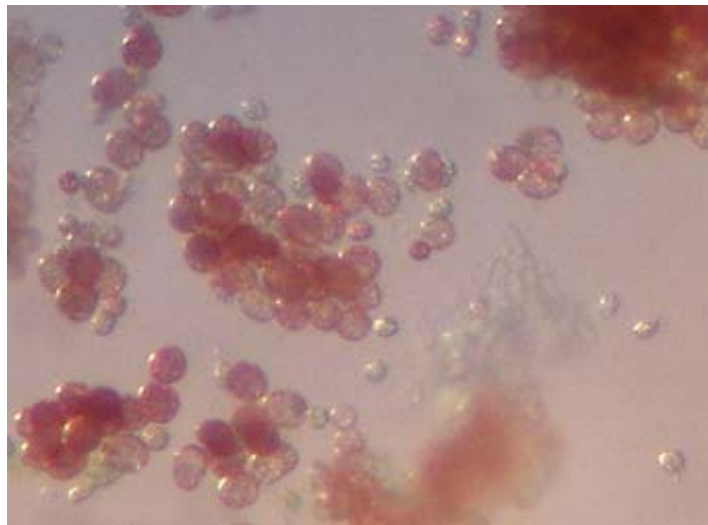


Abb. 11. Isolierte Karposporen von *D. sanguinea*.

Dieser Versuch wurde sowohl mit Karpo- als auch mit Tetrasporen durchgeführt, jedoch ohne nennenswerte Erfolge. Das Wachstum der Tetra- und Karposporen (ohne Mutterpflanze) unter Laborbedingungen ist vom großen Interesse, da es uns ermöglichen könnte tiefgefrorene Sporen (durch Kryopreservation) das ganze Jahr über zum keimen zu bringen und somit bei schlechten Wachstumsbedingungen der Labor- und Freilandkulturen zusätzliche Biomasse zu erzeugen. Daher muß nach



weiteren Methoden gesucht werden, um bei Sporen Zellteilungen, Überlebensdauer sowie deren Wachstum unter Laborbedingungen zu erzielen.

Detektionsmethode (Vorversuche)

Delesseria sanguinea besitzt einen dreiphasigen, isomorphen und haplodiplonten Lebenszyklus (Abb. 12). Diese drei Phasen sind optisch identisch (=Isomorph) und lassen sich nur zu einem kurzen Zeitpunkt im Jahr (Januar bis März) anhand ihrer Sporenbehälter unterscheiden. Ziel ist eine geeignete Methode zu entwickeln, mit der man die Algen (einzelne Phasen) das ganze Jahr über voneinander unterscheiden kann. Da in den ersten Ergebnissen der Arbeitsgruppe von Prof. Alban (Kiel) deutliche Unterschiede im Gehalt an sulfatierten Polysacchariden zwischen den einzelnen Stadien auftraten, ist die Entwicklung eines Schnelltestverfahrens (Detektionsmethodik) notwendig. Weiterhin ist auch für eine gezielte Zucht dieser Alge eine Unterscheidung der Phasen notwendig, um z.B. eine direkte Anzucht des Tetrasporophyten aus Gametophyten zu ermöglichen. .

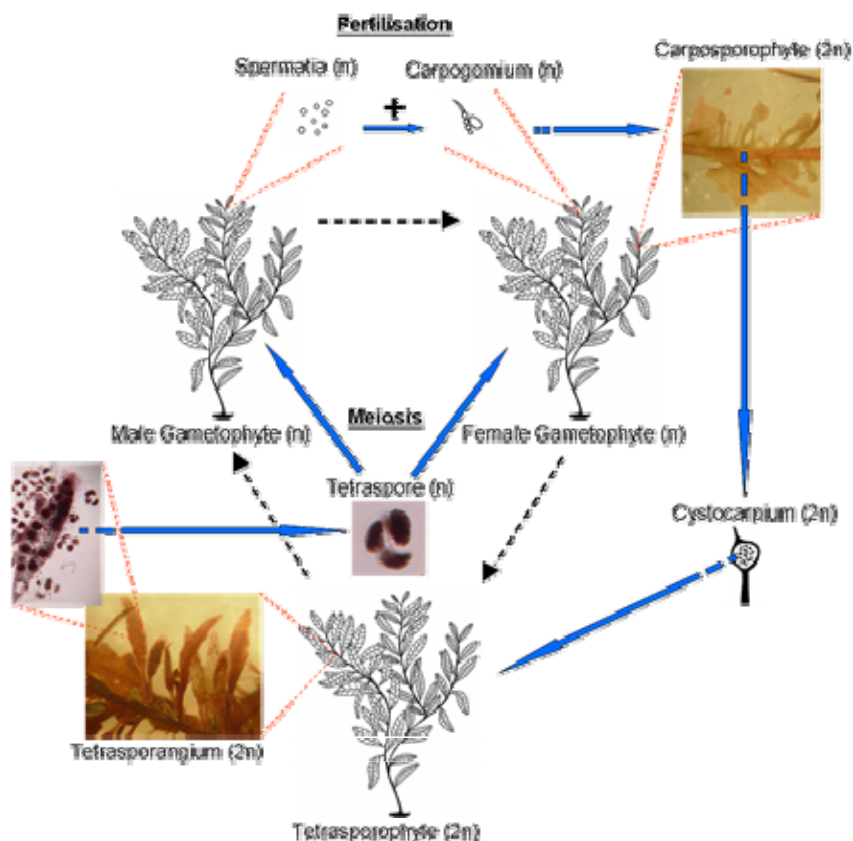


Abb. 12. Lebenszyklus von *Delesseria sanguinea* (vereinfacht).
Geändert nach Svedelius (1911).



Für die Entwicklung dieses Schnelltests sollen die Unterschiede im Ploidiegrad (haploide und diploide Phase) dieses Generationszyklus ausgenutzt werden. Der Unterschied im Ploidiegrad liegt an der Anzahl der Chromosomen im Zellkern, d.h. der Gametophyt und der Karposporophyt (ohne Zystokarpium) sind haploid und der Tetrasporophyt sowie Zystokarpium des Karposporophyten sind diploid und besitzen somit größere Zellkerne. Zwei Methoden wurden bislang mit Erfolg getestet, erwiesen sich aber bislang noch als recht zeitaufwendig und kostenintensiv.

Getestete Methoden:

1. DAPI – Färbung = (4',6-Diamidino-2-phenylindol – Fluoreszenzmarker der DNA) hierbei werden Zellkerne gefärbt, die unter dem Epifluoreszenzmikroskop ein blaues Signal erzeugen. Je stärker und größer das Signal desto größer der Zellkern => also diploidie

Diese Methode ist recht einfach jedoch sehr Zeitraubend, da man sehr viele Proben durchsehen muß, um ein Gefühl für die Kerngröße mit einfachem oder doppeltem Chromosomensatz zu bekommen.

2. Colchizin – Färbung = auch bei dieser Methode werden Zellkerne gefärbt, die Zellteilung wird jedoch unterbrochen (während der Mitose => Hemmung des Spindelapparates), danach kann die Chromosomenmenge relativ leicht quantifiziert werden.

Eine sehr sichere aber zeitaufwendige Methode.

Gegenwärtig wird noch an weiteren Detektionsmethoden (z.B. UV-Tests) gearbeitet.

Erntezeitpunkt

Aus den Voruntersuchungen im Jahre 2005 stellte sich heraus, daß der Erntezeitpunkt von *Delesseria sanguinea* im Frühjahr (Mai-Juni) anzusetzen wäre. Zu diesem Zeitpunkt war die höchste Biomasse im Freiland zu beobachten, gleichzeitig war nur eine relativ geringe „Kontamination“ durch *Mytilus edulis* vorhanden. Die bisherigen Untersuchungen der Kooperationspartner an der Universität zu Kiel zeigten aber, daß die Ausbeute der sulfatierten Polysaccharide (SPS) im Verhältnis zu der geernteten Biomasse von *D. sanguinea* im Frühjahr relativ gering ist. Die höchste Ausbeute an sulfatierten Polysacchariden (SPS) wurde im Herbst (Oktober) erzielt. Zum diesen Zeitpunkt ist allerdings die Biomasse im



Freiland relativ gering. Die Kontamination durch juvenile Miesmuschel (*Mytilus edulis*) ist ebenfalls im Herbst am höchsten.

Da diese Ergebnisse auf der Untersuchung von bislang nur zwei Chargen (Frühjahr und Herbst) basieren, können sie derzeit statistisch noch nicht abgesichert werden.

Diese Untersuchung wird eine der Hauptaufgaben im Jahr 2006 sein.

Erntetechnik

Derzeit wird eine Erntetechnik mit den bereits vorgestellten Kulturgestellen getestet. Die dort eingespannten, mit *Delesseria* beimpften Leinen (Abb. 10) können relativ leicht durch Taucher vom Gestell gelöst werden und anschließend an Bord eines Schiffes gebracht werden. Das Abernten der reifen Algen würde dann am Bord stattfinden. Eine weitere Möglichkeit wäre, die Versuchsgestelle an ihren Eckösen (Abb. 10B) an Bord zu bringen und dort die Algen zu ernten bzw. verarbeiten. Die Vorteile solch einer Technik sind neben den wenigen Taucherarbeiten, ein schnelleres und effizienteres Abernten (Überwasser). Der Einsatz solcher Kulturgestelle erleichtert nicht nur das Ernteverfahren, sondern bedeutet gleichzeitig mehr Flexibilität bei der Wahl der geeigneten Standorte, die für die optimalen Wachstumsbedingungen der Kulturpflanzen essentiell sind.

An weiteren Erntetechniken wird zurzeit gemeinsam mit dem Institut für Fischerei (LFA) gearbeitet.

Das Absammeln der Algen von der Steinschüttung erscheint im Augenblick als weniger sinnvoll, da man hier ein funktionierendes Ökosystem, auch im Hinblick auf die Erhöhung der fischereilichen Wertigkeit, nicht nur damit stören, sondern möglicherweise eine wichtige Grundlage vollständig eliminieren würde. Hinzu kommt, daß der Regenerationszeitraum der Algen und der Fläche derzeit nicht absehbar ist.

Verarbeitungsformen

Bezüglich der Verarbeitungsformen von *Delesseria sanguinea* kann man beim derzeitigen Stand der Forschung relativ wenige Aussagen treffen. Bekannt ist zurzeit die Nutzung von *Delesseria* in der Kosmetikbranche. Die sogenannte Meereskur und der Algen-Drink-C, die auf *Delesseria*-Basis hergestellt werden, werden laut Internetrecherche im Wellnessbereich eingesetzt. Wobei hier noch unklar ist, ob solche Produkte bereits auf dem deutschen Markt vertreten sind und angewendet werden.



Der Einsatz der Extrakte (sulfatierte Polysaccharide) aus *Delesseria sanguinea* in der Medizin, bzw. in der pharmazeutischen Industrie wäre nach erfolgreichen Tests der Kooperationspartner von der Universität zu Kiel (Pharmazie) durchaus denkbar.

VI. Workshops, Konferenzen & Dienstreisen

Im Jahr 2005 wurden mehrere fachliche Workshops und eine internationale Konferenz besucht. Diese dienten vor allem dazu, die bisher gewonnenen Ergebnisse auf der internationalen Ebene vorzustellen und zu diskutieren sowie bei offenen Fragen Experten zu konsultieren. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit wurde das künstliche Riff in Nienhagen in allgemeiner Form vorgestellt.

- Im April 2005 wurde durch das Umwelt Bundes Amt (UBA) in Berlin ein einwöchiger Workshop zur Algentaxonomie und Berprobungsmethodik (Monitoring und Kartierung von Makroalgen) mit internationaler Beteiligung auf Helgoland ausgerichtet. Durch Experten aus Großbritannien und Dänemark wurden taxonomische Änderungen sowie Bestimmungsschwierigkeiten bei Grün-, Braun-, und Rotalgen vorgestellt und diskutiert. Es wurden Monitoring-Strategien und Richtlinien aus unterschiedlichen europäischen Ländern (Norwegen, Schweden, Litauen, Großbritannien und Deutschland) vorgestellt und gemeinsame Standards und Richtlinien für Ostseeländer ausgearbeitet.
- Gemeinsam mit Herrn Mohr wurde ebenfalls im April eine Dienstreise nach Kiel unternommen, um unseren Kooperationspartnern, der AG von Frau Prof. Alban am Pharmazeutischen Institut an der Universität zu Kiel frisches Algenmaterial (*Delesseria sanguinea*) zu überbringen und gegenseitig über den neuesten Stand der Forschung zu berichten.
- Der dritte Workshop im April hat bei der Bundesmarine in Rostock (Hohe Düne) stattgefunden. Dort wurde das Riffprojekt durch Herrn Mohr, Herrn Dr. Niedzwiedz vorgestellt. In einem kurzen Vortrag wurde seitens der Universität Rostock (Aquatische Ökologie, Herr Schygula) über die Besiedlung und Nutzung von Ostsee-Makrophyten berichtet. Ziel dieses Workshops war eine Zusammenarbeit zwischen dem Riffprojekt und der Bundesmarine anzuregen.
- Durch die Präsenz im Internet, findet das Riffprojekt sehr viel Interesse nicht nur in der Öffentlichkeit, sondern auch bei anderen deutschen Forschungseinrichtungen. Aus diesem Anlass wurde Mitte Mai im Institut für Aquatische Ökologie (Universität Rostock) unter Leitung von Herrn Schygula ein



- kurzer Informations-Workshop veranstaltet. Dazu wurde die Arbeitsgruppe vom Herrn Dr. Windhorst vom Ökologiezentrum (Abt. Ökosystemforschung) an der Universität zu Kiel eingeladen. Dieser Workshop diente insbesondere zum Erfahrungsaustausch und der gegenseitigen Vorstellung der aktuellen Projekte für eine mögliche Kooperation.
- Ende Mai 2005 wurde ein dreitägiger Workshop von der Abt. Ökologie an der Universität Rostock zum Thema „Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL)“ veranstaltet. Dort wurden aktuelle Projekte über Sanierungsstrategien der Fließgewässer, sowie der äußeren und inneren Küstengewässer, die auch das Riffprojekt betreffen vorgestellt und diskutiert.
 - Auf eine Einladung des TTZ (Technologie und Transfer Zentrale S-H) hin folgte eine Dienstreise Anfang Juni mit Herr Mohr zum Workshop „Neues aus dem Meer“ nach Büsum. Dort trafen sich Vertreter aus der Wissenschaft und Wirtschaft, um über die wirtschaftliche Nutzung von marinen Organismen und deren Wirkstoffen zu berichten. Ein sehr spannender Workshop, der dem Riffprojekt neue interessante Ideen und Impulse gegeben hat.
 - Mitte Juni erfolgte eine Teilnahme an einer wissenschaftlichen Konferenz ASLO (American Society of Limnology and Oceanography) in Santiago de Compostela (Spanien). Dort haben sich über 2200 Wissenschaftler aus der ganzen Welt getroffen, um über aktuelle Forschung und Probleme auf dem Gebiet der Aquatischen Ökologie und Physiologie zu diskutieren. Auf dieser Konferenz wurde durch das Institut für Aquatische Ökologie (Herr Schygula) ein wissenschaftliches Poster (siehe Anhang) über die „Makrophytenbesiedlung auf künstlichen Substraten“, sowie das Riffprojekt vorgestellt. Durch diese Präsentation fand das Riffprojekt, mit seinem komplexen wissenschaftlichen Programm, sehr viel Interesse beim internationalen Kollegium.
 - Abgeschlossen wurde das Jahr 2005 mit einer Dienstreise nach Chile (finanziert durch DAAD), die von der AG Ökologie an der Universität Rostock initiiert wurde. Das Ziel dieser Dienstreise war die Besichtigung einiger Aquakulturanlagen mit einem beidseitigen Erfahrungsaustausch, sowie die Vorstellung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL). Das Riffprojekt wurde durch zwei Poster: 1) „Makrophytenbesiedlung auf künstlichen Substraten“ und 2) über das wirtschaftliche Potential von *Delesseria sanguinea*



und ihre Eignung für eine Aquakultur (siehe Anhang) an den Universitäten in Valdivia und Puerto Montt vorgestellt.

VII. Ausblick

Folgende Studien und Vorversuche sind für das Jahr 2006 geplant:

7.1. Monitoringprogramm

Fortsetzung des Monitoringprogramms in regelmäßigen (monatlichen) Abständen im südlichen 6t-Tetrapodenfeld sowie die Laborauswertung der mitgebrachten Proben. Die Entwicklung der pflanzlichen Biomasse und der Diversität auf den Tetrapoden soll bis zur Einstellung des ökologischen Gleichgewichts (Klimaxstadium) beobachtet werden und mit anderen Strukturen (insbesondere den Riffkegel und Steinschüttung) verglichen werden.

7.2. Kontrolle des Laichabsatzes

Die mit Algen bewachsenen Flächen werden im Zeitraum von März bis Juni nach dem Laichabsatz des Herings kontrolliert. Zur Unterstützung soll auch im Jahr 2006 die UW-Videobeobachtung wieder eingesetzt werden.

7.3. Betreuung der Freiland-Kultur

Die im August 2005 installierte Freiland-Aquakultur wird regelmäßig (monatlich) kontrolliert und beprobt. Ein Schwerpunkt der Beprobung liegt auf dem Zeitraum vom Januar bis April, in dieser Periode ist für *Delesseria sanguinea* die Sporenproduktion (Karpo- und Tetrasporen) unter vollmarinen Bedingungen beschrieben worden. Das Ziel ist daher neben dem Vitalitätszustand, eine Sporenproduktion von *D. sanguinea* zu beobachten. Ferner soll auch die mögliche Biomassezunahme auf den Versuchsgestellen registriert und die Eignung von *Delesseria sanguinea* für derartige Kultivierungsmaßnahmen festgestellt werden.

7.4. Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes

Wie im Abschnitt V bereits erwähnt, sollen die die Tests zur Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes im Jahre 2006, gemeinsam mit der Universität zu



Kiel in größerem Umfang fortgeführt; Chargen aus Sommer- und Wintermonaten sollen zusätzlich untersucht werden. Damit soll eine Absicherung des optimalen Erntezeitpunktes ermöglicht werden. Ferner soll die Abundanz juveniler Miesmuscheln auf *Delesseria sanguinea* im Jahresverlauf untersucht werden.

7.5. Optimierung der Labor-Kultur

Bezüglich der bereits installierten Labor-Versuchskulturen sollen im Zeitraum vom Januar bis April 2006 die bisherigen Versuchsbedingungen beibehalten werden um zu klären, ob die Sporenentwicklung (Karpo- und Tetrasporen) auf Grund endogener Rhythmen oder auf Grund von exogenen Signalen erfolgt. Bislang sind hier die möglichen Signale wie Temperatur und Dauer des Lichtgenusses variiert worden. Im Fall eines Erfolges dieser Ansätze (Beobachtung der Sporenbildung) sollen spezifische Tests mit dem Ziel der Manipulation der Dauer des Generationszyklus erfolgen. Sollte bis Ende Sommer 2006 keine Sporenbildung beobachtet werden, sind weitere potentielle Trigger (z.B. Lichtqualität) in die Versuchsansätze zu integrieren.

7.6. Überprüfung und Entwicklung von Detektionsmethoden

Im Jahr 2006 sollten weitere Methoden, die sich potentiell für ein Schnelltestverfahren (Feststellung des Ploidiegrades bei unterschiedlichen *Delesseria*-Phasen) eignen, getestet werden und nach Abschluß der Testung eine Optimierung des wirtschaftlichsten Verfahrens vorgenommen werden.

7.7. Pilotstudie zur Wundheilung bei *Delesseria sanguinea*

Eine der grundlegenden Fragen für den Betrieb einer späteren Aquakulturanlage ist die, nach den Fähigkeiten zur Wundheilung dieser Alge. Im Fall einer guten Fähigkeit zur Wundheilung, ergäbe sich die Möglichkeit einer mehrmaligen Ernte ohne die Notwendigkeit einer Neubeimpfung. Für *Delesseria sanguinea* wird in der Literatur zwar ein Wachstum via Apikalmeristem angegeben, trotzdem zeigen sowohl der Wachstumszyklus (es überwintert nur die Mittelrippe) als auch die Sporangienbildung (erfolgt direkt aus der Mittelrippe heraus), dass zumindest im Bereich der Mittelrippe omnipotente Zellen vorhanden sein müssen. Die erste zu klärende Frage ist



daher, ob überhaupt eine Wundheilung erfolgen kann, d.h., ob aus abgeschnittenen Basalteilen erneut vegetative Strukturen regeneriert werden können. Diese Vorversuche (Klärung der prinzipiellen Möglichkeit einer Wundheilung) sollen noch im Jahr 2006 durchgeführt werden. Um Laborartefakte zu verhindern, sollen hierzu Freilandflächen ausgesucht und *Delesseria*-Exemplare in verschiedenen Höhen „abgeerntet“ sowie die Regenerationsfähigkeit anhand fotografischer Dokumentation abgeschätzt werden.

VIII. Anhang

Inhalt:

Tabelle 1. Abiotische Faktoren am Riff vor Nienhagen.

Abbildung 13. Grafische Darstellung der abiotischen Faktoren am Riff vor Nienhagen im Jahresverlauf.

Poster 1. Makrophytenbesiedlung auf künstlichen Substraten

Poster 2. Wirtschaftliches Potential von *Delesseria sanguinea* und ihre Eignung für eine Aquakultur

Tabelle 1. Abiotische Faktoren gemessen am künstlichen Riff vor Nienhagen in 11m Tiefe. Richtwerte für die Labor-Aquakultur.

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Tiefe (m)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
O ₂ (mg/l)	13,1	12,9	13	14,7	13	12,3	11,1	8,7	7,1	9,9	9,9	13,1
Temp. (°C)	3,3	2,4	3,6	6,5	8,9	11,4	15,3	15,9	15,5	14	12	5,7
pH	8,2	7,7	8,3	8,4	8,3	8,4	8,4	8,1	7,8	8,04	8	8,2
PSU (‰)	19	16,9	15,6	13,8	13,3	13,4	13,5	15,1	16,6	19	18,5	15,8
Lichtint. (µE)	6,7	9,3	43,5	58,7	21,9	32,8	30,3	46,2	69,6	33,2	9,1	1,5
Hell / Dunkel	8H / 16D		10H / 14D		12H / 12D	14H / 10D	16H / 8D		14H / 10D	12H / 12D	10H / 14D	8H / 16D

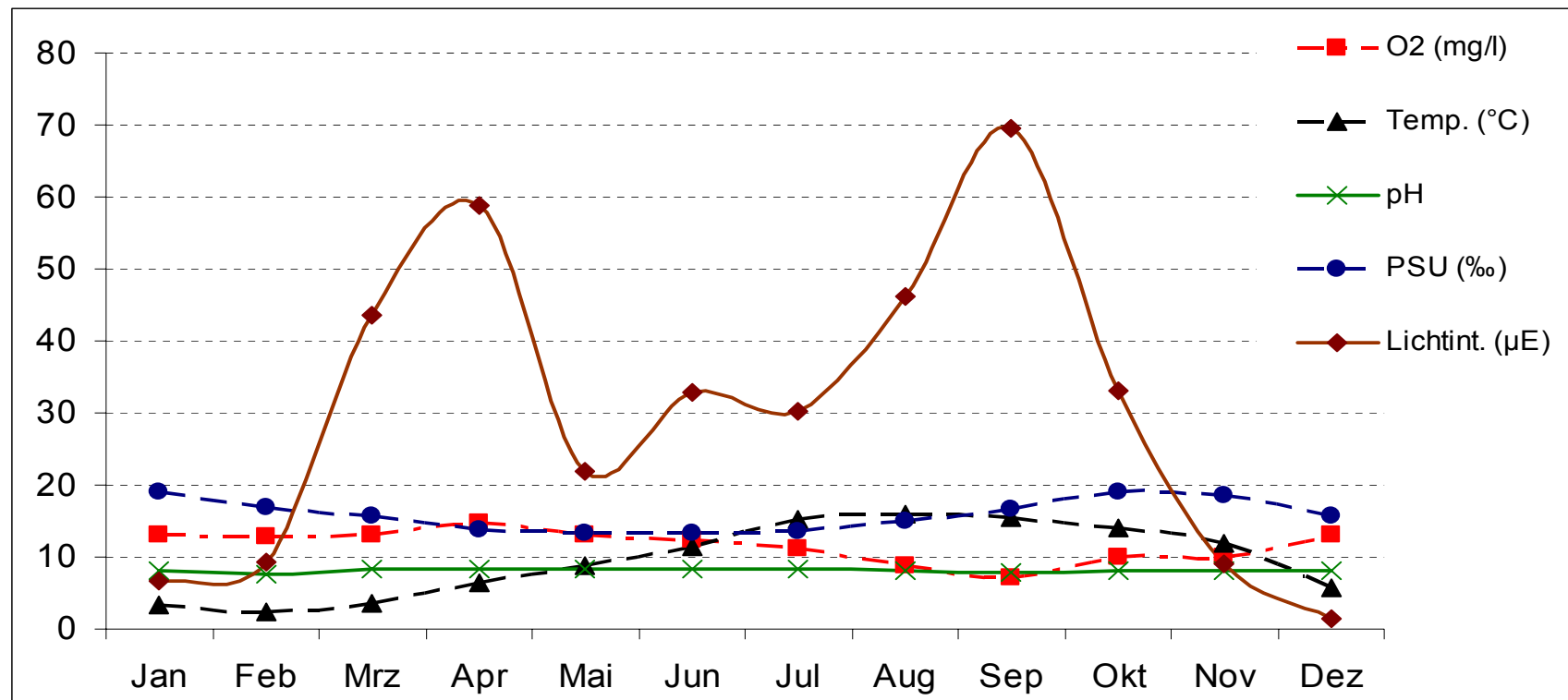


Abb. 13. Grafische Darstellung der abiotischen Faktoren gemessen in 11m Tiefe am Riff im Jahresverlauf.