

Prärien auf dem Meeresgrund **von Jörg A. Ott, Wien**

Ausgedehnte Wiesen bedecken einen Teil der marinen Sedimentböden des Eu- und Sublitorals. Sie werden von den Seegräsern, den einzigen submersen Tracheophyten des Meeres, gebildet. Diese grasähnlichen Pflanzen gehören zu den Familien der Laichkrautgewächse (Potamogetonaceae, 7 Gattungen) und Froschbißgewächse (Hydrocharitaceae, 5 Gattungen). In der gemäßigten Zone bilden sie meist monospezifische Bestände, in den Tropen, wo sie auch ihre größte Mannigfaltigkeit erreichen, sind gemischte Bestände aus 2 - 3 Arten häufig. Die Verbreitung der Seegras-Gattungen zeigt Abb. 1.

Wie die meisten Gefäßpflanzen sind sie in Wurzel, Stamm und Blätter gegliedert. Die Wurzeln sind bei den typischen Feinsedimentformen (z. B. *Zostera*, *Cymodocea*) fein verzweigt, bei *Posidonia oceanica*, die bevorzugt in Grobsediment in der Nähe felsiger Küsten wächst, und bei der Gattung *Phyllospadix*, die die felsige Gezeitenzone des Pazifik bewohnt, sind sie grob und kaum verzweigt. Der Stamm ist als

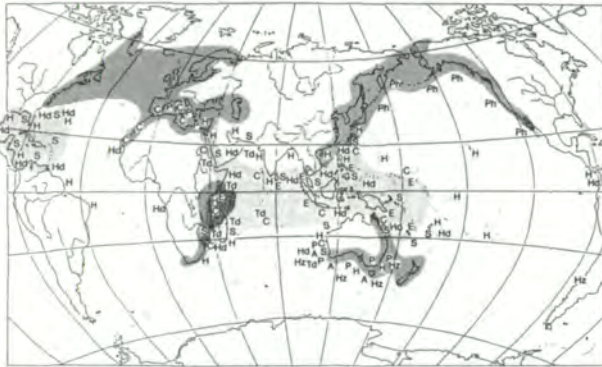


Abb. 1: Verbreitung der Seegräser. Die Verbreitungsareale der tropischen Gattung *Thalassia* und der in kühlerem Wasser wachsenden Gattung *Zostera* sind gerastert dargestellt. Die Verbreitungsgebiete der übrigen Gattungen sind durch Buchstaben umgrenzt: *Amphibolis* (A), *Cymodocea* (C), *Enhalus* (E), *Halophila* (H), *Halodule* (Hd), *Heterozostera* (Hz), *Posidonia* (P), *Phyllospadix* (Ph) und *Thalassodendron* (Td) (aus OTT 1988).

kriechendes Rhizom ausgebildet, das bei manchen Gattungen aufrechte Stammteile trägt. Die Blätter stehen zweizeilig wechselständig und sind meist lineal bandförmig, bei *Halophila* oval, bei *Syringodium* drehrund (Abb. 2). Die Blüten sind stark vereinfacht und perianthlos, die Bestäubung erfolgt unter Wasser, wobei der meist fadenförmige Pollen am Stigma kleben bleibt.

Seegraswiesen sind wichtige küstennahe Lebensräume. Sie stabilisieren mit ihrem Wurzelwerk die mobilen Böden; sie bieten einer großen Anzahl von

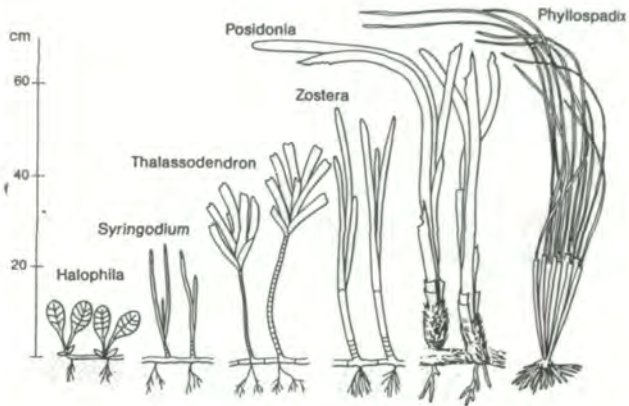


Abb. 2: Wuchsformen wichtiger Seegrasgattungen (aus OTT 1988).

pflanzlichen und tierischen Organismen Siedlungs-
substrat, Schutz und Versteck auf den sonst struktur-
armen Sedimentböden und sie sind Stätten hoher
Primärproduktion (bis etwa $3000 \text{ g C. m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$). Große
Arten, wie *Posidonia oceanica* oder *Thalassia*
testudinum erreichen Biomassen von mehreren kg
Trockengewicht pro m^2 und Blattflächen-Index (LAI)
Werte bis 20. Dennoch wird nur ein geringer Teil
dieser hohen Produktion als lebendes Pflanzen-
material in Fraßnahrungsketten genutzt. Die meisten
Herbivoren fressen vorwiegend die mannigfaltigen
Epiphyten, die insbesondere die Blätter bewachsen.
Im Mittelmeer kommen 5 Arten von Seegräsern aus
4 Gattungen vor. *Halophila stipulacea* ist ein

rezenter Einwanderer aus dem Roten Meer und bisher nur stellenweise im Ostmediterrän zu finden, *Zostera marina* ist besonders in brackischen Lagunen verbreitet, die kleine *Zostera noltii* bewohnt eulitorale und seichte sublitorale Feinsedimentböden. Die verbreitetsten Seegräser sind *Cymodocea nodosa* und das Neptungras *Posidonia oceanica*. Erstere Art bewohnt geschütztere Feinsedimentböden von der Wasserlinie bis in etwa 20 m Tiefe. Das Neptungras kommt von Geröll und Grobsanden nahe der Wasserlinie bis zu Feinsedimentböden in mehr als 30 m Tiefe vor, in besonders klarem Wasser auch bis 60 m Tiefe. *Posidonia* kann auch mit seinen Rhizomen Felsblöcke überwachsen; die Wurzeln bilden dann flache Haftscheiben aus.

Die Posidonia-Wiesen Ischias

Die dem Golf von Neapel nordwestlich vorgelagerte Insel Ischia ist – mit Ausnahme eines Teiles der Südküste – vollständig von *Posidonia*-Wiesen umgeben, die stellenweise bis 40 m tief reichen (COLANTONI et al. 1982) (Abb. 3). Seit dem Jahre 1976 werden sie im Rahmen einer Kooperation zwischen der Stazione Zoologica di Napoli (Laboratorio di Ecologia del Benthos) und dem Institut für Zoologie (Abtlg. Meeresbiologie) der Universität Wien untersucht. Das Ziel des „*Posidonia*-Projekts“ ist eine Ökosystemstudie, die sowohl strukturelle als auch funktionelle Aspekte einbezieht. Die Wiener Arbeitsgruppe war im wesentlichen mit

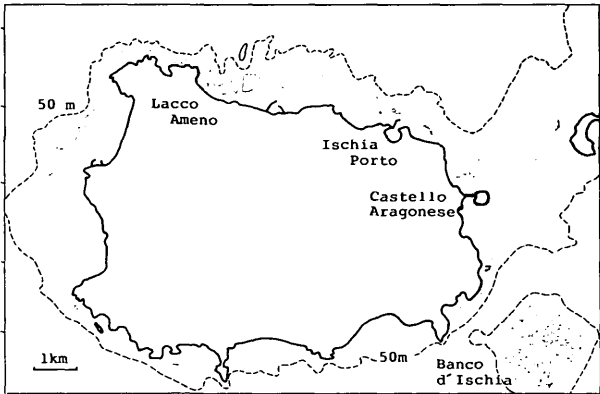


Abb. 3: Verbreitung der *Posidonia* Wiesen um Ischia (nach COLANTONI et al. 1982).

dem Studium der Primärproduktion und den von dieser ausgehenden Nahrungskette befaßt.

Typisch für die seichten *Posidonia*-Wiesen von Ischia ist eine hohe Dichte von 700 - 1200 Trieben (Turionen) pro m². Zur Zeit der besten Entwicklung der Wiesen (April bis Juni) werden LAI Werte über 20 erreicht, wenn man die gesamte Blattfläche einschließlich der seneszenten Spitzen wertet (leaf standing crop, LSC), über 14, wenn nur die photosynthetisch aktive Biomasse (PB) gemessen wird.

Posidonia zeigt einen ausgeprägten Wachstumsrhythmus (OTT 1980, WITTMANN 1984): der Blattaustrieb beginnt im August und bis in den Jänner wird ziemlich rasch Blattbiomasse aufgebaut. Nach einer Periode langsameren Wachstums im kalten

Februar setzt im März die Hauptwachstumsperiode ein, die bis Ende Mai dauert. Ab Juni werden keine neuen Blätter mehr gebildet und die Blattproduktion (als Längenzuwachs) sinkt stetig bis in den September. Anfang Oktober endet die Lebensspanne einer Blattjahresklasse mit dem herbstlichen Blattfall, in dem alle alten Blätter abgeworfen werden (Abb. 4). In den

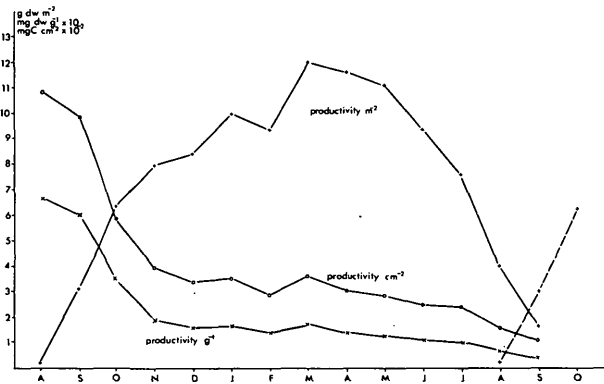


Abb. 4: Jahresgang der täglichen Raten der Blattnettoproduktion, ausgedrückt als $g\ (TG) \cdot m^{-2}$, als $mg\ (TG)$ pro g Blatttrockengewicht und als mgC pro cm^2 photosynthetischer Blattfläche (aus OTT 1980).

Monaten August und September sind also Blätter zweier Jahresklassen gleichzeitig vorhanden. Höchste Blattbiomasse wird im Mai und Juni mit etwa $1,3\ kg$ Trockengewicht pro m^2 erreicht, nach dem Blattfall sind es nur knapp $180\ g$.

Insgesamt werden in den seichten Wiesen bis etwa $5\ m$

Tiefe pro m² 3,2 kg Trockengewicht (netto) produziert, wobei 3,1 kg auf Blattmasse und nur 115 g auf Wurzel und Stamm entfallen. Das bedeutet eine Turnover-Zeit von etwa 100 Tagen für die photosynthetisch aktive Biomasse der Blätter, über 10 – 14 Jahre für die unterirdischen Teile.

Strategien des Wachstumsrhythmus

Die Blätter von *Posidonia* wachsen – wie fast alle Seegrasblätter – im Förderbandsystem von einem basal im Blatt gelegenen Meristem aus und sterben an den Spitzen noch während des Wachstums ab. Dieses „Förderband-System“ bewirkt, daß an der Basis neue Blattfläche gebildet wird, während die ältesten Blattteile an der Spitze von epiphytischen Algen und Tieren meist vollkommen bewachsen und photosynthetisch inaktiv sind. Das Erscheinen der 7 bis 10 Blätter eines Turions während einer Wachstumsperiode ist über einen Zeitraum von etwa 8 Monaten verteilt, wobei die jüngeren Blätter anfangs im Schutz der älteren im Inneren des Bündels heranwachsen. Ein gleichzeitiges Erscheinen aller Blätter und ein Entfalten der gesamten Blattspreite innerhalb kurzer Zeit würde rasch zu einer vollständigen Epiphytenbedeckung der Blätter führen (VELIMIROV et al. 1982, NOVAK 1984) und Photosynthese und Gasaustausch behindern. Dieses Wachstumsmuster ist ein endogener cirkaanueßer Rhythmus (OTT 1979) und erweist sich damit als ein adaptiver Charakter. Der Produktionsrhythmus mit hohen gewichts-

spezifischen Raten der Blattproduktion im Winter, den höchsten absoluten Raten im Frühjahr und einer Abnahme der Blattproduktion im Sommer ist von anderen Seegräsern (*Zostera*, *Cymodocea*) verschieden und ähnelt dem mancher Großtange (z.B. *Laminaria*, MANN 1973). Die hohen Blattwachstumsraten in den kalten lichtarmen Wintermonaten werden durch die Konversion von in den Wurzeln und Rhizomen gespeicherter Stärke in Blattbiomasse ermöglicht (PIRC 1985). Diese Stärkespeicher werden in der Zeit maximaler Kohlenstofffixierung im Frühjahr angelegt. Die Konversion von Kohlenhydratspeichern in Blattbiomasse erlaubt die Aufnahme von Nährstoffen im Winter; die frühe Ausbildung einer großen photosynthetischen Fläche bedeutet einen Vorteil vor den mikroskopischen Epiphyten, die sich erst mit steigender Tageslänge und Lichtintensität entwickeln können.

Die ständige Erosion der an der Spitze absterbenden Blätter und der herbstliche Blattfall, der die letzten Blätter der alten Generation entfernt, bedingt, daß mehr als 50 % der Netto-Blattproduktion der Wiese in umgebende Lebensräume exportiert werden (OTT, 1980) (Abb. 5). Feiner Detritus und gelöste Substanzen werden an die Wassersäule, grober Debris an angrenzende Sedimentböden abgegeben (VELIMIROV 1987). Gelöstes organisches Material (DOM) tritt nur in geringem Maße aus den Blättern aus, wird aber in Form deutlicher Pulse aus der Rhizomatte freigesetzt und rasch wieder in partiku-

läres Material (POM) verwandelt (VELIMIROV 1986), das zu einem bedeutenden Teil im System verbleibt.

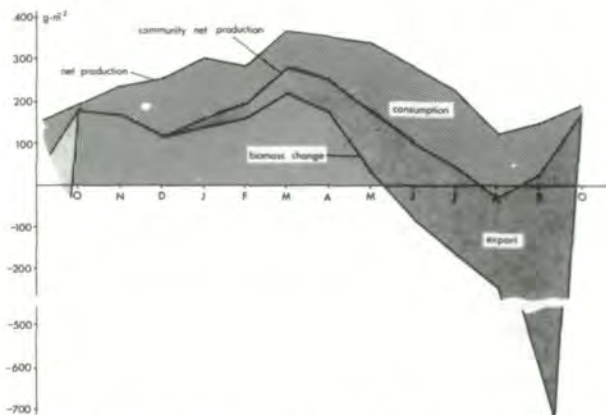


Abb. 5: Budget der monatlichen Raten von Produktion, Konsumation und des Exportes von Blattbiomasse in einem seichten *Posidonia* Bestand (aus OTT 1980).

Nahrungsketten in den *Posidonia*-Wiesen

Typisch für nahezu alle submersen Makrophytenbestände ist ein weitgehendes Fehlen großer Herbivoren, die sich von der Produktion der großen, perennierenden Pflanzen ernähren. Auch in den *Posidonia*-Wiesen konsumieren Seeigel (*Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*) nur wenige Prozent der Nettoproduktion der Seegräser (OTT & MAURER 1977, TRAER 1980). *Paracentrotus* frisst als Jungtier ausschließlich die Epiphyten an den Blattspitzen, mit zunehmendem Alter und Größe

enthält seine Diät größer werdende Anteile vorerst der gesamten epiphytierten, seneszenten Blattenden und dann der grünen, photosynthetisch aktiven unteren Blatteile (TRAER 1984) (Abb. 6). Letztere

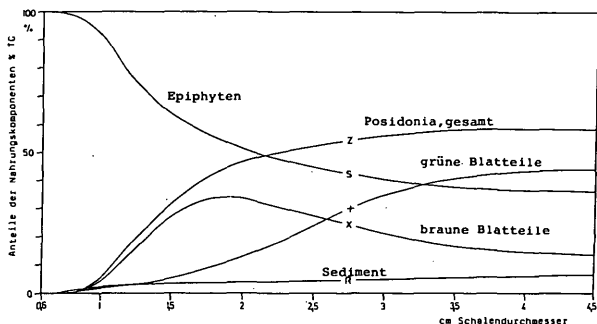


Abb. 6: Änderung in der Nahrungszusammensetzung des Seeigels *Paracentrotus lividus* mit der Größe der Tiere in einem *Posidonia* Bestand (aus TRAER 1984).

sind durch hohe Konzentrationen von Cichorien-säure, einem Terpen, als fraßhemmende Substanz geschützt (CARIELLO & ZANETTI 1979), die in den Blattspitzen nur in geringer Konzentration vorhanden ist. Die Pflanzen vertragen keine hohen Beweidungsraten und ihre Produktivität sinkt bei experimenteller Beerntung schnell (OTT & MAURER 1977, WITTMANN & OTT 1982).

Die Epiphyten werden hingegen von einer großen Zahl von Weidegängern genutzt, unter denen besonders Gastropoden (Rissoidae, Trochidae) eine wichtige Rolle spielen (PEDUZZI 1987). Sowohl

Nahrung als auch Raumstruktur bieten die Epiphyten einer reichen Meiofauna, die von Copepoden und Nematoden dominiert wird. Die Nematodenbesiedlung der Blattschicht zeigt starke saisonale Schwankungen in Artenzusammensetzung und Populationsdichte im Zuge des Blattwachstumszyklus und der wechselnden Epiphytenbedeckung, während die Lückenräume des Rhizomes eine stabile, hochdiverse Kleinf fauna beherbergen (NOVAK 1987). Polychäten sind in großer Artenfülle und mit großen Individuenzahlen vertreten. Sie repräsentieren eine Vielzahl von Ernährungstypen; die wichtigste Familie, die Syllidae, sind jedoch ebenfalls Aufwuchsäser (KOLMER 1986). Auch die häufigen Amphipoden und Isopoden gehören zumeist zu diesem Ernährungstyp.

Niedrige Beweidungsraten sind typisch für aquatische Makrophyten (Tab. 1). Die unmittelbaren Ursachen dafür sind vielfältig (fraßhemmende Stoffe, geringer Nährwert der Gewebe, Wachstum unter extrem starker Wasserbewegung); der Grund für die im Vergleich zu terrestrischen Grasländer niedrigen Beweidungsraten liegt aber wahrscheinlich in dem Fehlen einer regulativen Rückkopplung von den Konsumenten zu den Primärproduzenten in Form regenerierter Nährstoffe. Unter den Wasserbewegungsbedingungen der Makrophytenbestände ist die Nährstoffversorgung im wesentlichen von Zufuhr von außerhalb des Systems abhängig und im Bestand regenerierte Nährstoffe werden vielfach so schnell abtransportiert, daß sie nicht proportional zu ihrer

Plant	Grazer	% NPP	Source
<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Orchelimum fidicinum</i>	3	ODUM & SMALLEY, 1959
<i>Spartina alterniflora</i>	insects	4.6	TEAL, 1962
<i>Rhizophora mangle</i>	insects	5 ¹⁾	HEALD & ODUM, 1970
<i>Potamogeton pectinatus</i>	waterfowl	12 ²⁾	JUPP & SPENCE, 1977
<i>Zostera marina</i>	waterfowl, <i>Idotea baltica</i>	3.7 - 6.5	NIENHUIS & VANIERLAND, 1978
<i>Zostera marina</i>	Brent geese	2 ³⁾	McROY, 1966
<i>Zostera marina</i>	wildfowl	3	CHARMAN, 1972
<i>Zostera noltii</i>			
<i>Thalassia testudinum</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>	17	MOORE & McPHERSON, 1965
<i>Thalassia testudinum</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>	47	GREENWAY, 1976
<i>Posidonia australis</i>	<i>Monacanthus chinensis</i>	0.2 - 0.8	CONACHER et al., 1979
<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>	9.2 ⁴⁾	OTT & MAURER, 1977
<i>Laminaria longicruris</i>	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	1 - 3.3	MILLER & MANN, 1973
<i>Laminaria digitata</i>	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	2.95	MILLER et al., 1971
<i>Laminaria</i> spp.			

1) of leaf standing crop 3) 4 % of standing stock which is 50 % of net production

2) of standing crop 4) including dead leaf tips

Tabelle 1: Beweidungsraten in % der Nettoproduktion für verschiedene aquatische Makrophyten-Systeme (aus OTT 1981).

Freisetzung von den Makrophyten aufgenommen werden können (Abb. 7). Das bedeutet, daß

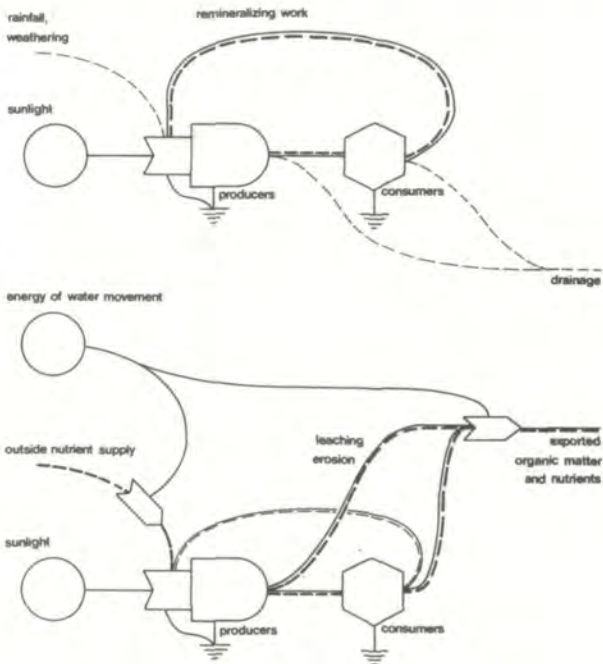


Abb. 7: Die relative Bedeutung von Remineralisation im System in einem typischen terrestrischen Ökosystem (oben) und einem aquatischen Makrophytenbestand (unten). Das aquatische System hängt sehr von Nährstoffzufuhr von außen ab, Remineralisation im System ist weniger bedeutend als im terrestrischen System (aus OTT 1981).

fraßhemmende Eigenschaften nur Vorteile bringen und damit einen hohen Selektionswert haben, während in vielen terrestrischen Systemen die Beweidung auch Vorteile für die Primärproduzenten durch die Beschleunigung der Nährstoffregeneration bringt (OTT 1981).

Die Rolle der Seegräser im küstennahen Sublitoral
Seegraswiesen modifizieren einschneidend die Verhältnisse auf den Sedimentböden des Sublitorals. Im Vergleich zu phytallosen Böden bilden sie Strukturen hoher räumlicher Komplexität und relativ (gegenüber den Sedimenten) hoher Stabilität. Sie bieten dadurch einer großen Anzahl sedentärer Organismen Siedlungsraum (Algen, Foraminiferen, Hydroiden, Polychäten, Bryozoen, Tunikaten u.a.) (CASOLA et al. 1987). Die meisten der sedentären Tiere sind Suspensionsfresser und nicht direkt von der Produktion der Seegräser abhängig. Sie benützen Blätter und Rhizome als Substrat, müssen aber – besonders in der Blattschicht – an ein Wachstum auf einer lebenden Unterlage angepaßt sein. Ein Teil dieser tierischen Epiphyten ist auch nur auf Seegräsern zu finden, wie die Hydroiden *Aglaophenia harpago*, *Sertularia perpusilla* u.a. (BOERO 1981) oder die Bryozoe *Elektra posidoniae*. Daneben finden vagile Organismen Schutz und Versteck (viele Crustaceen, Fische). Nahrung im System produzieren überwiegend die leicht aufschließbaren epiphytischen Algen. Die Produktion der Makrophyten selbst wird zu einem

Großteil als refraktäres Material von geringem Nährwert (LANGTHALER 1987) in Form struktureller Kohlenhydrate abgegeben und kann im System oder in den angrenzenden Biotopen erst nach mikrobieller Umwandlung erfolgreich genutzt werden.

Die Thalassia-Wiesen der Karibik

Das wichtigste Seegrass der Rückriff- und Lagunenbereiche des tropischen und subtropischen Westatlantik ist das Schildkrötengras *Thalassia testudinum*. Obwohl ein Froschbißgewächs, gleicht es in Wuchsform und Größe dem Neptungras, einem Laichkrautgewächs. Wie dieses besitzt *Thalassia* langlebige Rhizome, deren aufrechtwachsende Teile, die die Blattbündel tragen, mit Fasern und Schuppen aus den abgestorbenen Blattblasen umgeben sind. Wie *Posidonia* kann auch das Schildkrötengras dicke Rhizomatten bilden, obwohl diese nie die Mächtigkeit der „mattes“ von *Posidonia* erreichen.

Im Rückriff- und Lagunenbereich sind die Blätter von *Thalassia* meist kurz (< 30 cm) und die Bündel haben im Durchschnitt nur 2 - 3 Blätter. In den Gezeitenkanälen der Mangrove-Wälder erreichen die Pflanzen jedoch eine stattliche Größe mit Blattlängen bis zu 90 cm und 5 - 7 Blättern pro Turion.

Das unterschiedliche Wachstum und die Blattproduktion wurden im Bereich des Barriere Riffs vor der Küste von Belize studiert. Auf Carrie Bow Cay, einer kleinen Insel auf diesem zweitgrößten Barriere Riff

der Erde, das sich 10 - 20 km vor der Küste von Yukatan befindet, betreibt die Smithsonian Institution in Washington eine Feldstation. In unmittelbarer Nähe dieser Station waren die unterschiedlichsten Aspekte von *Thalassia*-Wiesen zu finden.

Blattwachstum und Produktion pro Flächeneinheit wurden an 4 Stellen gemessen: in einem seichten Bestand im Riffwatt, der starken Temperaturschwankungen ausgesetzt war und bei Springtiden zeitweise trocken fiel; einem gemischten *Thalassia-Syringodium* - Bestand in 1,5 m Tiefe in der offenen Lagune; am Eingang in einen Mangrove-Kanal bei Twin Cayes und im zentralen Bereich des Hauptzeitenkanals dieser etwa 2 km landwärts von Carrie Bow Cay gelegenen Mangrove-Insel, jeweils in 1 m Tiefe. Im Mangrove-Kanal zeigten die Pflanzen signifikant höhere Wachstumsraten als an allen anderen Probenorten (Abb. 8), die Produktivität war aber bei der durchschnittlichen Dichte von 440 Blattbündel pro m² nicht höher als im Lagunenbestand, der mit über 1000 Bündel pro m² die höchste Dichte zeigt. Sehr dichte Flecken innerhalb des Kanal-Bestandes erreichten jedoch mit 6,6 g (Trockengewicht) pro m² und Tag die 1,5fache Produktivität der Lagune.

Die Frage, ob die in den Mangrove-Kanälen höhere Nährstoffkonzentration die hohen Wachstumsraten ermöglicht, wurde in einer Reihe von Experimenten untersucht. Kurzzeit-Inkubationen von Blattstücken und ganzen Pflanzen in mit Nährstoffen angereicherterem Wasser zeigten keinen Effekt der Nährstoff-

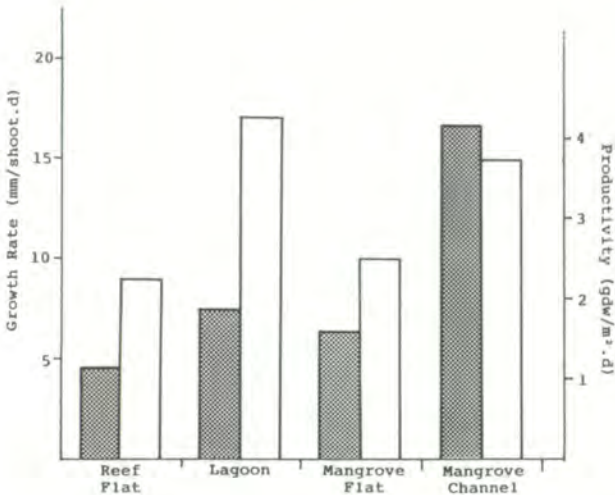


Abb. 8: Blattwachstumsraten und Produktivität von *Thalassia* an verschiedenen Stellen nahe Carrie Bow Cay.

konzentration auf O₂-Produktion oder Wachstum. Verpflanzungsexperimente zwischen der Lagune und dem Mangrove-Kanal resultierten in einer starken Verminderung des Wachstums in allen Fällen. Die der Mangrove entstammenden Pflanzen wuchsen unter allen Bedingungen schneller als die Lagunen-Pflanzen, was bedeutet, daß sie entweder eine schneller wachsende Varietät sind oder Speicherstoffe zum Wachstum verwendeten. Mangrove-Pflanzen, die in die Lagune verpflanzt worden waren, wuchsen langsamer als die wieder am Ort eingepflanzten Kontroll-Exemplare, während die in den Kanal

versetzten Lagunen-Pflanzen schneller als die Kontrollen wuchsen.

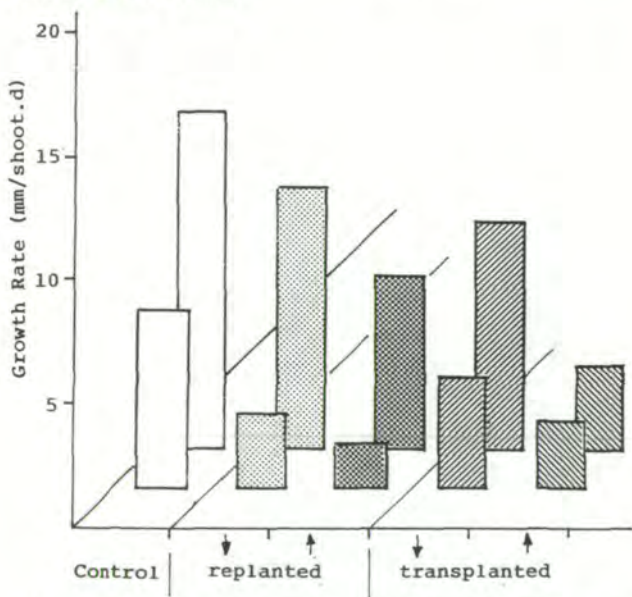


Abb. 9: Wachstum von transplantierten *Thalassia* Pflanzen im Vergleich zu ungestörten Kontrollpflanzen und solchen, die nur ausgegraben und am selben Ort belassen wurden. Abwärtsgerichtete Pfeile bezeichnen Pflanzen, die wieder ins Sediment eingesetzt wurden, aufwärts gerichtete solche, die knapp über dem Sediment suspendiert worden waren.

Ein deutlicher Effekt konnte in der Umgebung einer Langzeit-Nährstoffquelle, dem „Outhouse“ des Labors, festgestellt werden. Das Outhouse steht in der *Thalassia*-Wiese auf dem Riffwatt und wird stetig

durch die über die Riffkante brechenden Wellen einseitig beströmt. Pflanzen, die stromab in Richtung des Wasserabflusses standen, wuchsen etwa 30 % schneller als stromaufwärts der Nährstoffquelle stehende.

Hohe Produktivität kann also bei *Thalassia* durch hohe Wachstumsraten unter den Nährstoffbedingungen der Mangrove-Kanäle erreicht werden. Abschätzung durch die Mangroven und verstärkte Wassertrübe wirken hier sicherlich dichtebegrenzend. In den Lagunenbeständen werden ebensolche Produktionsleistungen durch kleine, langsamer wachsende Pflanzen hoher Dichte erreicht.

Beweidung spielt höchstwahrscheinlich nur eine geringe Rolle bei der Regulation der Produktion. Nur die Mangrove-Bestände beherbergten herbivore Seeigel, und Beißmarken von Fischen waren selten. Tropische Riffseeigel (*Diadema*) werden zwar oft für destruktive Beweidung von Seegräsern verantwortlich gemacht, die typischen Echinoiden der karibischen Seegrasbestände (*Lytechinus*, *Tripneustes*) haben aber Verhaltensmechanismen (Wanderungen, „feeding plots“), die eine Überweidung des Seegrases weitgehend verhindern und die Weideaktivität im Sinne eines „resource management“ über größere Flächen verteilt (TERTSCHNIG 1984, 1986).

Literatur

- BOERO, F. (1981): Systematics and Ecology of the Hydroid Population of two *Posidonia oceanica* Meadows. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 2: 181-197.

- CARIELLO, L. & L. ZANETTI (1979): Distribution of Chicoric Acid during Leaf Development of *Posidonia oceanica*. Bot. Mar. 22: 358-360.
- CASOLA, E., M. SCARDI, L. MAZZELLA & E. FRESI (1987): Structure of the Epiphytic Community of *Posidonia oceanica* Leaves in a Shallow Meadow. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 8: 285-296.
- COLANTONI, P., P. GALLIGNANI, E. FRESI & F. CINELLI (1982): Patterns of *Posidonia oceanica* (L.) DELILE Beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples) and in Adjacent Waters. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 3: 53-74.
- KOLMER, D.-W. (1986): Faunistik und jahreszeitliche Verteilung polychäter Anneliden in einer mediterranen *Posidonia oceanica* Wiese. Diss. Univ. Wien, 248pp.
- LANGTHALER, G. (1987): Ökoenergetik der filtrierenden Detritusfresser *Venus verrucosa* und *Venus gallina* (Bivalvia) in einem mediterranen Seegrassökosystem. Diss. Univ. Wien, 186pp.
- MANN, K.H. (1984): Seaweeds: their Productivity and Strategy for Growth. Science 182: 975-981.
- NOVAK, R. (1984): A. Study in Ultra-Ecology: Microorganisms on the Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. P.N.S.Z.I.: Marine Ecology 5: 143-190.
- NOVAK, R. (1987): Zur Ökologie der Meiofauna in Beständen des mediterranen Seegrases *Posidonia oceanica* (L.) DELILE – mit besonderer Berücksichtigung der Nematoden. Diss. Univ. Wien, 201pp.
- OTT, J. (1979): Persistence of a Seasonal Growth Rhythm in *Posidonia oceanica* (L.) DELILE under Constant Conditions of Temperature and Illumination. Marine Biology Letters 1: 99-104.
- OTT, J. (1980): Growth and Production in *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 1: 47-64.
- OTT, J. (1981): Adaptive Strategies at the Ecosystem Level: Examples from Two Benthic Marine Systems. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 2: 113-158.

- OTT, J. (1988): Meereskunde. UTB – Ulmer, Stuttgart, 386pp.
- OTT, J. & L. MAURER (1977): Strategies of Energy Transfer from Marine Macrophytes to Consumer Levels: the *Posidonia oceanica* Example. In: B. F. KEEGAN, P. O'CEIDIGH & P.J.S. BOADEN (Hrsg.), Biology of Benthic Organisms. Pergamon Press, Oxford: 493-502.
- PEDUZZI, P. (1987): Beitrag Epiphyten-konsumierender Prosobranchier zum Energiefluß und Kohlenstoffumsatz in einem mediterranen Seegras-Ökosystem. Diss. Univ. Wien, 172pp.
- PIRC, H. (1985): Growth Dynamics in *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. I. Seasonal Changes of Soluble Carbohydrates, Starch, Free Amino Acids, Nitrogen and Organic Anions in Different Parts of the Plant. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 6: 141-165.
- TERTSCHNIG, W. (1984): Sea Urchin in Seagrass Communities: Resource Management as Functional Perspective of Adaptive Strategies. In: B.F. KEEGAN & B.D.O'CONNOR (Hrsg.), Echinodermata. Balkema, Rotterdam-Boston: 361-367.
- TERTSCHNIG, W. (1986): Pöpopulationsdynamik und Ökologie von Seeigeln in mediterranen und tropisch-atlantischen Seegrassbeständen. Diss. Univ. Wien, 398pp.
- TRAER, K. (1980): The Consumption of *Posidonia oceanica* (L.) DELILE by Echinoids at the Isle of Ischia. In: M. JANGOUX (Hrsg.), Echinoderms: present and past. Balkema, Rotterdam-Boston: 241-244.
- TRAER, K. (1984): Ernährung und Energetik regulärer Seeigel in Beständen des mediterranen Seegrases *Posidonia oceanica*. Diss. Univ. Wien, 207pp.
- VELIMIROV, B. (1986): DOC Dynamics in a Mediterranean Seagrass System. Mar. Ecol. Prog. Ser. 28: 21-41.
- VELIMIROV, B. (1987): Organic Matter Derived from a Seagrass Meadow: Origin, Properties, and Quality of Particles. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 8: 143-173.
- VELIMIROV, B., J. OTT & R. NOVAK (1981): Microorganisms on Macrophyte Debris: Biodegradation and its Implication in

- the Food Web. Kieler Meeresforsch. (Sonderh.) 5: 333-344.
- WITTMANN, K. (1984): Temporal and Morphological Variations of Growth in a Natural Stand of *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 5: 301-316.
- WITTMANN, K. & J. OTT (1982): Effect of Cropping on Growth in the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) DELILE. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology 3: 151-159.