

Martin FEIKE; Andrea FECHTER & Melanie MÄDEL

Einfluss von *Platorchestia platensis* (KRÖYER) auf die Abbaugeschwindigkeit von *Zostera marina* L. und den Kohlenstofffluss in das Sediment

Effects of *Platorchestia platensis* (KRÖYER) on the rate of degradation of stranded *Zostera marina* L. and the carbon flux into the sediment

Abstract

Simple laboratory studies were undertaken to investigate the influence of *Platorchestia platensis* on the decomposition rate of fresh leaves of *Zostera marina* under terrestrial conditions. After three weeks, the loss of *Zostera marina* (dry weight) was 66 % in the mesocosms with animals and 15 % in the mesocosms without animals. The experiments with amphipods showed a significant increase of organic material in the first centimeter of sediment under the seagrass. 19 % of loss of organic carbon from seagrass was found in the upper two centimeters of sediment. Hence, the effect of grazing by terrestrial amphipods is important in the degradation of stranded *Zostera marina* and may entail changes in the microbial and meiofaunal activities in the sediment.

Keywords: *Platorchestia platensis*, Amphipoda, *Zostera marina*, decomposition rate, carbon flux, beach, Baltic Sea, Mecklenburg

1 Einleitung

Talitride Amphipoden gehören zu den ersten Vertretern der Makrofauna, die frisch an den Strand gespülte Anhäufungen mariner Makrophyten besiedeln (GRIFFITHS & STENTON-DOZEY 1981; INGLIS 1989). An den Küsten der Ostsee ist die sich in zunehmender Ausbreitung (DÜRKOP 1934; PERSSON 2001) befindliche Art *Platorchestia platensis* (KRÖYER) ein typischer Vertreter dieser terrestrischen Amphipoden. Die Art kann im Strandanwurf in sehr hohen Abundanzen auftreten - BEHBEHANI & CROKER (1982) konnten in New England Abundanzen von bis zu 176000 Tieren pro m² ermitteln. In ökologischen Untersuchungen von REMMERT (1960) war *Platorchestia platensis* die einzige Art, die frische, lebende Pflanzen direkt anzugreifen vermochte. Trotz dieser Kenntnisse wurden bisher noch keine Untersuchungen vorgenommen, wie abundant diese Art an den Sandstränden der südlichen Ostseeküste ist und inwieweit sie hier die Dynamik des Abbaues

angeschwemmter Makrophyten beeinflusst. Es kann vermutet werden, dass *Platorchestia platensis* zu einer erhöhten Abbaurate von Strandanwurf beiträgt und seine Grabaktivitäten auch zu einem beschleunigten Eintrag organischen Materials in das Sediment führen. Zur Klärung dieser Fragen wurden einfache Experimente mit frischen *Zostera marina*-Blättern durchgeführt, deren Ergebnisse hier vorgestellt und diskutiert werden.

2 Material und Methode

Es wurden insgesamt 10 Glasbecken mit einer Grundfläche von 18 x 24 cm in Fensternähe bei ca. 23°C aufgestellt und makrofaunafreier Strandsand bis zu einer Höhe von 5cm eingebracht. Jeweils die Hälfte jedes Beckens wurde mit einer Seegrasauflage (*Zostera marina*) von 50 g Feuchtgewicht (entspricht 24 g Trockengewicht) versehen, während die andere Hälfte ohne Seegrasauflage verblieb. Das Seegras wurde am Tage zuvor direkt aus dem Biotop (Salzhaff bei Boiensdorf, südliche Ostsee) entnommen, um eine einheitliche Qualität des Materials sicherzustellen und die Situation von frisch an den Strand gespülten Seegrases zu simulieren.

In fünf Becken wurden je 40 Tiere von *Platorchestia platensis* eingesetzt, welche zwei Tage zuvor am Strand von Warnemünde per Hand einzeln gefangen und mit etwas Anwurfmaterial gehältert wurden. Eine Gaze verhinderte das Entweichen der Tiere. Die anderen fünf Becken verblieben ohne Tierbesatz als Kontrolle. Auf diese Weise entstanden vier unterschiedliche Versuchsflächen: Flächen mit Tieren (Experiment) oder ohne Tiere (Kontrolle) kombiniert mit seegrasbedeckten Flächen (Anwurfflächen) sowie seegrasfreien Flächen (Sandflächen).

Durch Vergleich von Trockengewicht zu Feuchtgewicht des Sandes ermittelte Schwankungen im Wassergehalt des Sedimentes (8-18 % des Feuchtgewichtes) ließen sich trotz täglicher, differenzierter Biotopwasserzugabe zum Sediment im Versuchszeitraum und zwischen den Ansätzen nicht vollständig vermeiden. Ein Besprühen des Seegrases mit Biotopwasser alle zwei Tage konnte eine Abnahme des Feuchtigkeitsgehaltes des Seegrases während des Versuchszeitraumes nicht kompensieren. Nach jeweils einer Woche wurden zwei (erste Woche) bzw. vier (zweite und dritte Woche) Ansätze analysiert und anschließend abgebrochen.

Der Kohlenstoffgehalt von unter gleichen Bedingungen drei Wochen gealterten Seegrases wurde mit einem CN-Analyser der Firma CE Instruments, Modell NC 2500, bestimmt. Die Abnahme des Seegrases wurde wöchentlich durch Bestimmung von Feucht- und Trockengewicht ermittelt. Dabei wurde das Material auch auf das Vorhandensein von Fraßspuren untersucht. Zur Ermittlung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff in verschiedenen Tiefenhorizonten des Sedimentes wurden aus jedem Ansatz mit Hilfe eines Stechrohres (Ø 3 cm) pro Fläche drei Sedimentproben entnommen und die gewonnenen Kerne in 1 cm-Schichten aufgeteilt. An diesen Sedimentscheiben erfolgte die Bestimmung des Feuchtgewichtes (FG), Trockengewichtes (TG) sowie durch Vermuffelung im

Muffelofen bei 540°C die Bestimmung des aschefreien Trockengewichtes (AFTG). Es wurde von einem Anteil von 50 % Kohlenstoff am AFTG ausgegangen.

Zur eindeutigen Feststellung, ob *Platorchestia platensis* tatsächlich in der Lage ist, *Zostera marina*-Blätter mechanisch anzugreifen, wurden einzelne Tiere (N = 5) in 10 ml-Rollrandgläsern mit jeweils ca. 1 cm³ Strandsand und einem 2 cm langen Blattstückchen von *Zostera marina* isoliert und über mehrere Tage hinweg beobachtet.

Zur statistischen Absicherung der Aussagen zum Gehalt an organischem Kohlenstoff im Sediment wurde zunächst der H-Test nach KRUSKALL-WALLIS verwendet, um festzustellen, ob sich innerhalb der vier Ansätze zu den drei Zeitpunkten signifikante Unterschiede zeigten. Mit Hilfe des NEMENYI-Testes (Beschreibung beider Testverfahren in LOZÁN & KAUSCH 1998) wurde anschließend festgestellt, welche Ansätze/Zeitpunkte sich signifikant unterschieden.

3 Ergebnisse

Die Seegrasmenge nahm in den Ansätzen mit *Platorchestia platensis* über den dreiwöchigen Versuchszeitraum bis auf 33 % (TG) ab, während in den Ansätzen ohne Tierbesatz nur eine geringe Abnahme auf rund 85 % zu verzeichnen war (Abb. 1). Zwischen der zweiten und dritten Versuchswoche war keine Abnahme mehr zu beobachten.

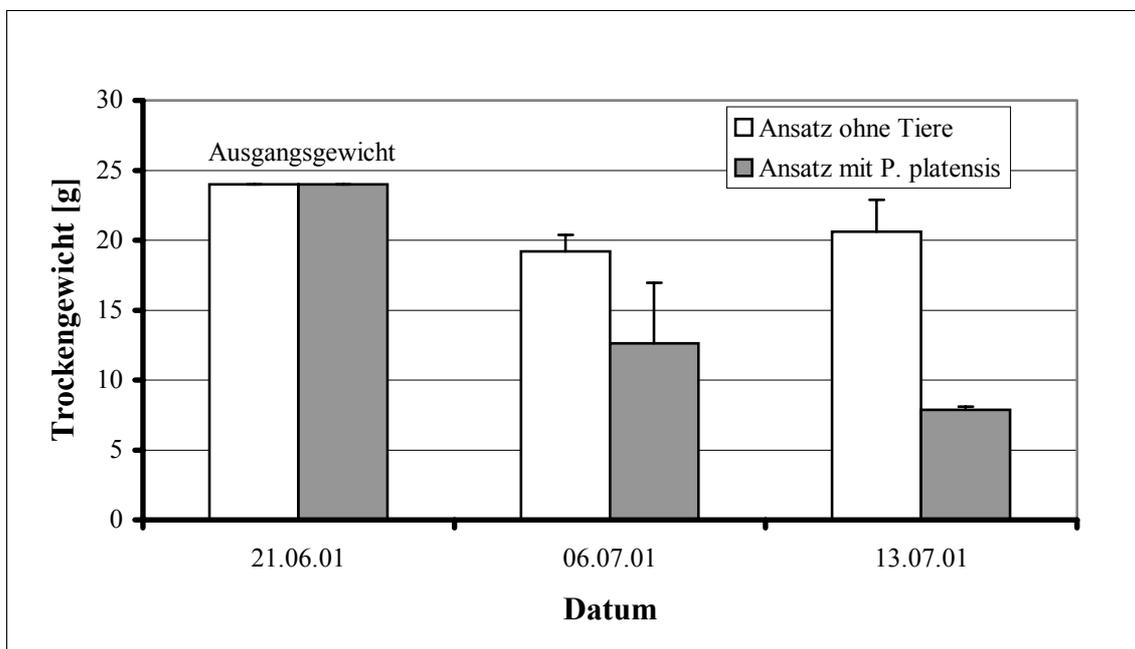


Abb. 1 Abnahme des Seegrases (Trockengewicht) im dreiwöchigen Versuchszeitraum mit und ohne Tierbesatz. Die Fehlerbalken markieren die Standardabweichung

In den beiden nach drei Wochen abgebrochenen Kontrollansätzen wurden im Mittel sogar leicht höhere Trockengewichte als in den nach zwei Wochen beendeten Kontrollansätzen gefunden.

Am Seegras aus den Versuchsansätzen waren keine Spuren mechanischer Zerkleinerung zu finden, die sich zweifelsfrei auf die Fraßtätigkeit von *Platorchestia platensis* zurückführen ließen. Eine völlige mechanische Zerschredderung des Materials, wie sie REMMERT (1960) für *Laminaria*-Thalli beschrieb, war hier nicht zu beobachten.

Im Gegensatz dazu stehen die Beobachtungen an den isolierten Tieren. Hier waren die 2 cm-Blattstückchen von *Zostera marina* spätestens nach 5 Tagen vollständig zerkleinert und in das Sediment eingegraben. Es zeigte sich, dass die Tiere in der Lage sind, die Blätter auch von den intakten Blatträndern her anzufressen.

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff im Sediment zeigten im Ansatz mit *Platorchestia platensis* in der Schicht 0-1 cm unter der seegrasbedeckten Fläche (Anwurffläche) eine Zunahme bis auf das 2,9-Fache (Abb. 2). Die Zunahme war in der dritten Woche signifikant ($\alpha \leq 0,05$) gegenüber dem Gehalt nach einer Woche. Auch war der Gehalt an organischem Kohlenstoff hier nach drei Wochen signifikant höher als in der 0-1 cm Schicht aller drei vergleichbaren Flächen.

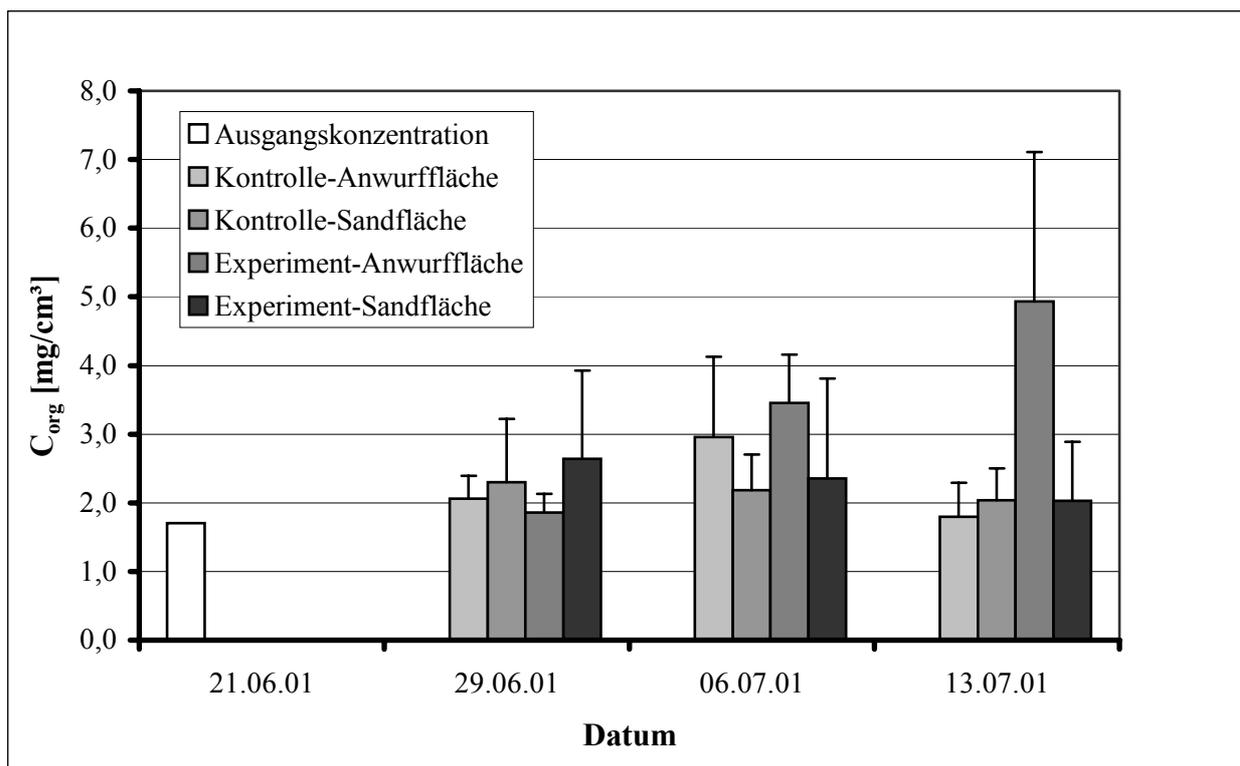


Abb. 2 Gehalte an organischem Kohlenstoff in der Sedimentschicht 0-1 cm im dreiwöchigen Versuchszeitraum mit (Experiment-) und ohne (Kontroll-Flächen) Tierbesatz. Die Fehlerbalken markieren die Standardabweichung

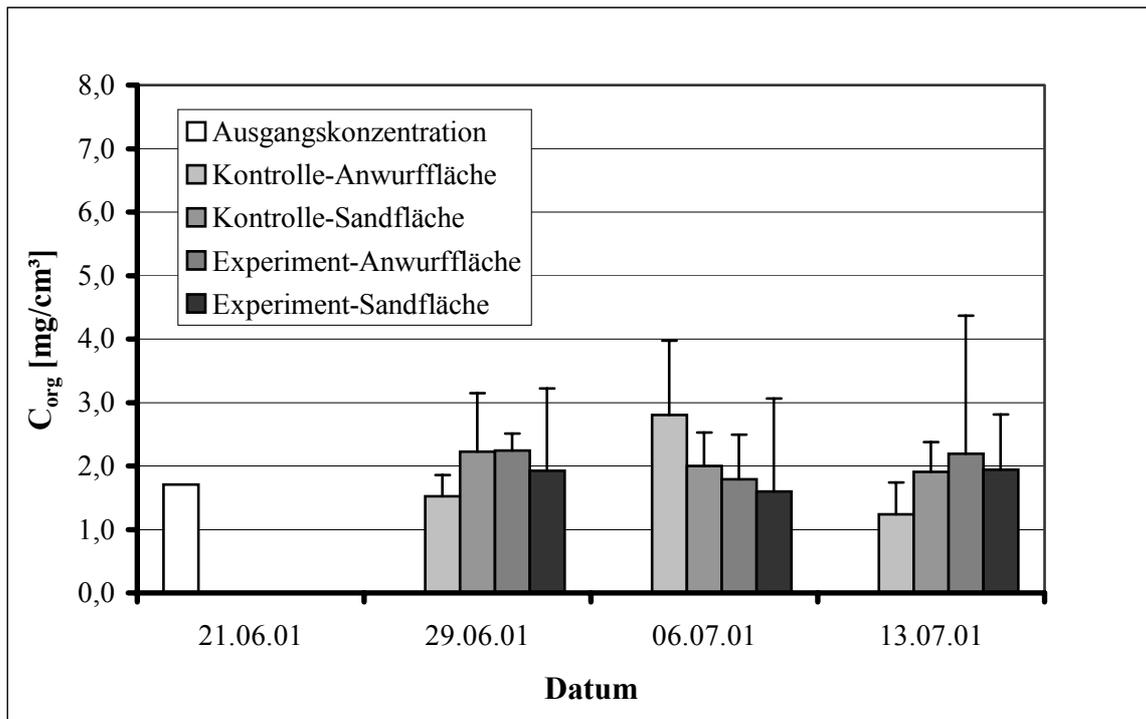


Abb. 3 Gehalte an organischem Kohlenstoff in der Sedimentschicht 1-2 cm im dreiwöchigen Versuchszeitraum mit (Experiment-) und ohne (Kontroll-Flächen) Tierbesatz. Die Fehlerbalken markieren die Standardabweichung

Die Kohlenstoffkonzentrationen in den tieferen Sedimentschichten sowie aller Schichten der weiteren Flächen (Abb. 3: 1-2 cm, weitere nicht gezeigt) unterlagen im Versuchsverlauf geringeren, nicht signifikanten Schwankungen ohne erkennbare Tendenzen.

Ein Vergleich des Verlustes an Kohlenstoff im Seegrass bei Anwesenheit von *Platorchestia platensis* mit der Menge des im Sediment hinzugekommenen organischen Kohlenstoffes ergibt, dass nach zwei Wochen 13,1 % und nach drei Wochen Versuchsdauer 18,7 % des Kohlenstoffes im Sediment wiedergefunden werden konnten.

4 Diskussion

Der im Vergleich zu den makrofaunafreien Ansätzen deutlich beschleunigte Abbau von *Zostera marina*-Blättern in den Mesokosmen mit Besatz von *Platorchestia platensis* zeigt, dass dieser Art zumindest unter vergleichbaren Bedingungen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Dynamik der Abbauprozesse angespülten Seegrases zukommt. Dieses Ergebnis war nicht zwingend zu erwarten, da bei bisherigen Untersuchungen zum Einfluss der Makrofauna auf die Abbaugeschwindigkeit angespülter Makrophyten durchaus unterschiedliche Ergebnisse erzielt wurden. So ermittelten GRIFFITHS & STENTON-DOZEY (1981) an einem südafrikanischen Sandstrand, dass 60 bis 80 % (FG) des auf dem Strand exponierten Tanges (*Ecklonia maxima*) innerhalb von 14 Tagen durch Makrofauna

konsumiert wurden, wobei der Amphipode *Talorchestia capensis* (DANA) hierbei den größten Anteil hatte. Diese Art dominierte ebenfalls die Makrofauna in einem Experiment von KOOP et al. (1982) zum Abbau von *Ecklonia maxima*, welche hier aber lediglich 9 % des Tanges konsumierte. Davon ausgehend, dass 81,9 % (TG) der aufgenommenen Nahrung von *Talorchestia capensis* wieder als Faeces ausgeschieden (MUIR 1977) werden, betonen die Autoren aber den weiterhin großen Anteil bakteriellen Abbaues in der Gesamtstoffbilanz, selbst wenn ein großer Teil durch Amphipoden konsumiert würde. INGLIS (1989) untersuchte den Effekt des Ausschlusses von Makrofauna auf die Abbaurate von in Netzbeuteln unterschiedlicher Maschenweite auf dem Strand ausgebrachter *Macrocystis pyrifera* (L.) C.-Thalli und konnte keinen Einfluss auf die Abbaurate des Materials feststellen. Die Reduktion der Makrofauna in den engmaschigen Netzbeuteln ging hier allerdings mit einem starken Anstieg der Meiofauna (insbesondere Enchytraen) einher, was möglicherweise die Effekte fehlender Makrofauna kompensieren könnte.

Die zitierten Untersuchungen wurden mit marinen Algen durchgeführt, welche, verglichen mit Gefäßpflanzen, einen höheren Gehalt an für Mikroorganismen leicht zugänglichen Stickstoff haben (BUCHSBAUM et al. 1991) und deren Zellwände von einfacherer Struktur sind (SIEGEL & SIEGEL 1973), was zu einem schnelleren Abbau führt. Detritus von Seegräsern wird folglich wesentlich langsamer abgebaut (BUCHSBAUM et al. 1991; RICE & TENORE 1981). Vorübergehende Austrocknungen – wie sie bei an den Strand geworfenen Makrophyten durchaus vorkommen können – verringern zudem die Abbaubarkeit des Materials durch oxidative Bindung von Proteinen und Phenolderivaten (VAN SUMERE et al. 1975) weiter.

Ist evtl. der Einfluss von an/auf Makrophyten fressender/weidender Makrofauna auf die Abbaugeschwindigkeit der Makrophyten von deren mikrobiologischer Abbaubarkeit abhängig? HARRISON & MANN (1975) konnten nachweisen, dass kleinere *Zostera marina*-Partikel im aquatischen Milieu einen pro Zeiteinheit größeren Gewichtsverlust aufwiesen als größere Partikel. Der Gewichtsverlust resultierte dabei aber vor allem aus Leaching organischen Materials und nicht auf bakteriellem Abbau. Dieser gewann erst nach Reduktion der Bakterienzahl durch Ciliaten und Mikroflagellaten Bedeutung. Ebenso wiesen LOPEZ et al. (1977) in Untersuchungen mit *Orchestia grillus* (BOSC) zum Einfluss auf den Abbau von *Spartina*-Detritus nach, dass diese Art fast ausschließlich die mit dem Detritus assoziierten Mikroorganismen assimilierte. Dennoch führten mit dem Grazing verbundene erhöhte bakterielle Aktivitäten zu einem schnelleren Abbau des Materials.

SMITH et al. (1982) konnten zeigen, dass bakterielle Aktivitäten auf Teflon-Oberflächen durch Grazingdruck von *Gammarus mucronatus* (SAY) auf die Bakterien zunahmen, obwohl deren Gesamtbiomasse sank. Ein erhöhter Grazingdruck auf die Protozoen durch *Melita appendiculata* (SAY) führte zwar zu erhöhten Bakterienzahlen, nicht aber zu erhöhten metabolischen Aktivitäten dieser.

Vor diesem Hintergrund scheint denkbar, dass die omnivore Art *Platorchestia platensis* nicht nur durch einen mechanischen Aufbruch intakter *Zostera*-Blätter und deren Zerkleinerung zu einem beschleunigten bakteriellen Abbau und verstärktem Leaching organischen Materials beiträgt, sondern durch Grazing bakterieller Mikrofilme auch zu erhöhten Umsatzraten dieser beiträgt. Um nachzuweisen, ob und in welcher Proportion diese beiden mögliche Effekte einen Einfluss auf die

Abbaugeschwindigkeit von *Zostera marina*-Anwurf haben, bedarf es weiterer Untersuchungen.

Der Besatz mit *Platorchestia platensis* führte im Experiment zu einem erhöhten Eintrag organischen Materials in die oberste sich unter dem Anwurf befindliche Sedimentschicht (0-1 cm). In weiterführenden Untersuchungen ist jetzt zu prüfen, ob hieraus erhöhte mikrobielle Stoffumsatzraten, evtl. auch verbunden mit einer erhöhten Meiofaunabiomasse, resultieren, zumal durch das teilweise luftgefüllte Interstitial von aeroben Bedingungen ausgegangen werden kann.

Eine Abschätzung des durch *Platorchestia platensis* direkt ingestierten Anteils vom Seegrasanwurf ist derzeit nicht möglich, da einerseits (noch) verlässliche Angaben über Abundanzen dieser Art an der südlichen Ostseeküste fehlen und es weiterführender Untersuchungen zum Energie- und Stoffbudget dieser Art bedarf.

Danksagung

Diese Arbeit wurde durch das Stipendienprogramm der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Literatur

- BEHBEHANI, M.J. & CROKER, R.A. (1982): Ecology of beach wrack in northern New England with special reference to *Orchestia platensis*. – Estuarine, Coastal and Shelf Science, 15: 611-620.
- BUCHSBAUM, R.; VALIELA, I.; SWAIN, T.; DZIERZESKI, M. & ALLEN, S. (1991): Available and refractory nitrogen in detritus of coastal vascular plants and makroalgae. – Marine Ecology Progress Series, 72: 131-143.
- DÜRKOP, H. (1934): Die Tierwelt der Anwurfzone der Kieler Förde. – Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 20: 480-540.
- GRIFFITHS, C.L. & STENTON-DOZEY, J. (1981): The fauna and rate of degradation of stranded kelp. – Estuarine, Coastal and Shelf Science, 12: 645-653.
- HARRISON, P.G. & MANN, K.H. (1975): Detritus Formation from Eelgrass (*Zostera marina* L.): The Relative Effects of Fragmentation, Leaching and Decay. – Limnology and Oceanography, 20 (6): 924-934.
- INGLIS, G. (1989): The colonisation and degradation of stranded *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. by the macrofauna of a New Zealand sandy beach. – Journal of Experimental Marine Ecology and Biology, 125: 203-217.
- KOOP, K.; NEWELL, R.C. & LUCAS, M.I. (1982): Biodegradation and carbon flow based on kelp (*Ecklonia maxima*) debris in a sandy beach microcosm. – Marine Ecology Progress Series, 7: 315-326.
- LOPEZ, G.R.; LEVINTON, J.S. & SLOBODKIN, L.B. (1977): The effect of grazing by the detritivore *Orchestia grillus* on *Spartina* litter and its associated microbial community. – Oecologia, 30: 111-127.
- LOZÁN, J.L. & KAUSCH, H. (1998): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. [2. Auflage] – Berlin (Parey).
- MUIR, D.G. (1977): The biology of *Talorchestia capensis* (Amphipoda: Talitridae), including a population energy budget. – M.Sc. thesis, University of Cape Town; Cape Town.
- PERSSON, L.-E. (2001): Dispersal of *Platorchestia platensis* (Kröyer) (Amphipoda: Talitridae) along Swedish coasts: A Slow but Successful Process. – Estuarine, Coastal and Shelf Science, 52: 201-210.
- REMMERT, H. (1960): Der Strandanwurf als Lebensraum. – Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, 48: 461-516.
- RICE, L.D. & TENORE, K.R. (1981): Dynamics of carbon and nitrogen during the decomposition of detritus derived from estuarine macrophytes. – Estuarine, Coastal and Shelf Science, 13: 681-690.

- SIEGEL, S.M. & SIEGEL B.Z. (1973): The chemical composition of algal cell walls. – CRC Critical Reviews in Microbiology, 3: 1-26.
- SMITH, A.; NICKELS, J.S.; DAVIS, W.M.; MARTZ, R.F.; FINDLAY, R.H. & WHITE, D.C. (1982): Perturbations in the biomass, metabolic activity and community structure of the estuarine microbiota: resource partitioning in amphipod grazing. – Journal of Experimental Marine Ecology and Biology, 64: 125-143.
- VAN SUMERE, C.F.; ALBRECHT, J.; DEDONDER, A.; DE POOTER, H. & PE, I. (1975): Plant proteins and phenolics. – [In:] HARBORNE, J. B (Hrsg.): The chemistry and biochemistry of plant proteins: 211-264; New York (Academic).

Autoren

Martin Feike
Andrea Fechter
Melanie Mädler
Institut für Aquatische Ökologie
Universität Rostock
Albert-Einstein-Str. 3
D-18051 Rostock

E-mail: martin.feike@stud.uni-rostock.de

