

# **Rostocker Meeresbiologische Beiträge**

**Heft 10**

HERAUSGEBER: Prof. Dr. habil. Ernst A. Arndt

VERANTWORTLICHER DIESES HEFTES: Prof. Dr. habil. Günter Schlungbaum

REDAKTIONSKOLLEGIUM: Prof. Dr. habil. Günter Arlt  
Prof. Dr. habil. Ernst A. Arndt  
Dr. Andreas Bick  
Prof. Dr. habil. Gerhard Graf  
Prof. Dr. habil. Ragnar Kinzelbach  
Prof. Dr. habil. Ulrich Schiewer  
Prof. Dr. habil. Günter Schlungbaum

LEKTORAT: Autorenkorrektur

HERSTELLUNG DER DRUCKVORLAGE: Dipl.-Biol. Kristine Schönefeldt

ZITAT KURZTITEL: Rostock. Meeresbiolog. Beitr. H. 10

## Inhalt

	Seite
BLÜMEL, Christian; DOMIN, André; KRAUSE, Jochen Chr.; SCHUBERT, Manfred; SCHIEWER, Ulrich und SCHUBERT, Hendrik	5
Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Ge- wässer der deutschen Ostseeküste <i>Sind historische Daten zur Bestimmung der typspezifi- schen ökologischen Referenzbedingungen gemäß den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft geeignet?</i>	
NAUSCH, Monika; SETZKORN, Doris; GLOCKZIN, Ines und GRÜTTMÜLLER, Annett	113
Bakterielle Aktivitäten als Parameter für die Modifikation des organischen Materials zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken (Pommernbucht, südliche Ostsee)	



*Christian BLÜMEL, André DOMIN, Jochen Chr. KRAUSE, Manfred SCHUBERT, Ulrich SCHIEWER und Hendrik SCHUBERT*

## **Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Gewässer der deutschen Ostseeküste**

***Sind historische Daten zur Bestimmung der typspezifischen ökologischen Referenzbedingungen gemäß den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft geeignet?***

### **Abstract**

The knowledge of plant and animal distribution within surface water ecosystems is a prerequisite to develop an ecological classification system called for by the water framework directive of the European Union (EU WFD) for all member states. Therefore, we developed for macrophytes a system of typology for the inner coastal waters of the German Baltic Sea based on the given physico-chemical descriptors of the EU WFD and so far known eco-physiological requirements of the plants. Analysis of these requirements led to a minimum matrix of 14 factor combinations for a sufficient ecological characterisation of the communities. For three semi-enclosed lagoons along the characteristic salinity gradient of the southern Baltic Sea we reconstructed the macrophyte distribution for pristine ecological conditions based on herbar records from 18<sup>th</sup> century up to now in combination with their known physiological tolerances. In total 80 species of macro algae and angiosperms were verified and grouped within 13 communities according to the concept of vegetation communities. Two species have to be considered as extinct in these waters.

**Keywords:** water framework directive, EU WFD, macrophyte ecological status, macro algae, angiosperms, classification, typology, physiological tolerances, historical macrophyte records, coastal and transitional waters, Baltic Sea.

### **1 Einleitung**

Im September 2000 verabschiedete das Europäische Parlament die Richtlinie 2000/60/EG, im Folgenden Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL) genannt, welche im Dezember desselben Jahres veröffentlicht wurde. Die wichtigsten Ziele dieses Gesetzeswerkes sind A) die Zusammenfassung der bisher bestehenden einzelnen rechtlichen Vorschriften im Bereich Wasser, B) die nachhaltige Trinkwassernutzung und C) der Schutz und die Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme. Für das letztgenannte Ziel sollen die Mitgliedsstaaten durch geeignete Maßnahmen das Grundwasser, die Seen, die Flüsse, die Übergangsgewässer und die

Küstengewässer wieder in einen zumindest „guten“ ökologischen Zustand versetzen. Die dazu nötigen Maßnahmen müssen bis Dezember 2012 in die Praxis umgesetzt werden (EU WRRL Art. 11(7)). Die Maßnahmenprogramme sollen auf einer Merkmalsanalyse der Gewässer (EU WRRL Art. 5) basieren. In dieser werden die Gewässer typisiert und für jeden der so beschriebenen Typen wird der „typspezifische Referenzzustand“ festgelegt. Anschließend soll die aktuelle Belastung ermittelt und deren Auswirkung auf den Zustand der Gewässerökosysteme beurteilt werden (EU WRRL Anhang II/III). Dann werden alle Gewässer durch den Vergleich des ermittelten Referenzzustands mit dem aktuellen ökologischen Zustand klassifiziert. Die Ergebnisse der in den einzelnen Mitgliedsstaaten vorgenommenen Klassifizierung werden durch eine Interkalibrierung auf ein in allen Mitgliedsstaaten einheitliches Niveau gebracht. Die EU WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten diese Interkalibrierung bis Juni 2005 abgeschlossen und die Ergebnisse bis Dezember 2005 veröffentlicht zu haben (EU WRRL Anh. V 1.4.1 VIII). Die Ermittlung der typspezifischen Referenzbedingungen ist die Basis für die Klassifizierung. Nach Definition der EU WRRL entsprechen nur anthropogen weitgehend unbeeinflusste Ökosysteme dem „sehr guten“ ökologischen Zustand. Dieser wird für die jeweiligen Gewässertypen anhand vorgeschriebener Messgrößen charakterisiert. In den Übergangs- und Küstengewässern sind dies die physikalisch-chemischen Gewässerparameter sowie die Verbreitung und Zusammensetzung der Ökosystemkomponenten Phytoplankton, Makrophyten und benthische Makroinvertebraten (EU WRRL Anh. V 1.2).

In dieser Arbeit beschränkten wir uns auf die Betrachtung der Makrophyten der inneren Küstengewässer der südlichen Ostsee. Als weit verbreitete Komponente der küstennahen Ökosysteme beeinflussen sie die Sedimentresuspension, die Phytoplanktonentwicklung und die Struktur der Makrozoobenthos-Gemeinschaften (LAMPPE 1998). Sie sind ebenfalls für das menschliche Wirtschaften wichtig. Schon in früheren Zeiten wurden die Makrophyten als Gründünger verwendet, das sogenannte „Posten“ (KARBE 1996). Heute wie früher sind sie ein wichtiges Laichsubstrat für den zweimal im Jahr in die Bodden ziehenden Hering (NELEN & THIEL 1995, SUBKLEW 1955).

Um zu einer Beschreibung der Struktur der Makrophyten sowie der weiteren geforderten Komponenten im anthropogen unbeeinflussten Zustand zu gelangen, können die folgenden Verfahren angewandt werden.

- a) Die Analyse bis heute ungestört gebliebener und vergleichbarer Ökosysteme.
- b) Die rückwärtige Extrapolation vorhandener aktueller, aber nicht ausreichend alter Daten via Modellbildung.
- c) Die Analyse historischer Daten anhand der Literatur, Herbarbelegen und Samenbanken.
- d) Die pragmatische Festlegung eines Grenzwertes anhand der ersten verfügbaren Messwerte (i. d. R. 1960 und später) (vgl. dazu LAANE et al. 1992 und OSPAR 2000).

Aufgrund der Ergebnisse von ERIKSSON et al. (1998), SCHRAMM (1996), BLINDOW (1992) und eigene Beobachtungen muss davon ausgegangen werden, dass in der südlichen Ostsee keine Gebiete mehr mit anthropogen unbeeinflussten

Makrophytenbeständen vorhanden sind. Eine Vorgehensweise, wie unter a) beschrieben, war damit nicht möglich. Deshalb wurden in einem mehrschrittigen Verfahren die typspezifischen Referenzbedingungen rekonstruiert. Zunächst wurden aus den bekannten physiologischen Ansprüchen der einzelnen Arten relevante Gewässertypen inklusive ihrer Untergliederung abgeleitet. Basierend auf einer Korrelation der physikalischen Faktoren der Gewässerbeschaffenheit mit den ökophysiologischen Toleranzen ausgewählter Taxa wurden dann Teilmodelle zur Ermittlung der Verbreitungsgrenzen der Makrophyten im Untersuchungsgebiet entwickelt. Anschließend wurde das umfangreiche Herbariummaterial aus den letzten beiden Jahrhunderten sowie die vorhandene Literatur zur Verbreitung dieser Arten im Gebiet analysiert und mit den zuvor ermittelten Werten verglichen. Aus der Kombination aller Einzelergebnisse wurden für drei innere Küstengewässer die typspezifische Zusammensetzung der Makrophytengemeinschaften abgeleitet. Daraus wurde schließlich ein regionales historisches Leitbild der anthropogen unbeeinflussten Bedingungen entwickelt, das nach bisherigem Wissensstand auf andere Küstengebiete der Ostsee übertragbar ist. Eine solche Vorgehensweise basiert notwendigerweise auf Annahmen und der Berücksichtigung „weicher“ Daten, deren Schwächen und Unschärfen ausführlich diskutiert werden.

## **2 Methoden**

Die Untersuchungsgebiete befinden sich in der südlichen Ostsee, einem geologisch sehr jungen und gezeitenfreien Brackwassermeer (RHEINHEIMER 1996). Entlang des Salinitätsgradienten wurden drei innere Küstengewässer für genauere Analysen ausgewählt: das Salzhaff (SH), die Darß-Zingster Boddenkette (DZBK) und der Greifswalder Bodden (GB) (Karte 1).

### **2.1 Typisierung**

Die EU WRRL sieht zur Typisierung der betrachteten Gewässer zwei Systeme, „A“ und „B“ (EU WRRL Anh. II) genannt, vor. Auf der ersten internationalen Konferenz zur Umsetzung der EU WRRL in den Übergangs- und Küstengewässern in Edinburgh (2000), waren sich die geladenen Experten einig, dass nur System „B“ der Anforderung gerecht wird, die Vielfalt der europäischen Küsten zu beschreiben. System „B“ gibt eine Reihe von physikalischen und chemischen Faktoren vor, welche die Eigenschaften des Gewässers und damit die Struktur und Zusammensetzung der Biozönose determinieren. Aus diesen Faktoren wählten wir diejenigen aus, die das Wachstum und die Verbreitung der Makrophyten bestimmen. Dies sind der Salzgehalt, die tiefenabhängige Lichtqualität, das Substrat und der Eisgang (Tabelle 1). Auf Basis einer Literaturrecherche wurden die Faktoren in wachstumsrelevante Bereiche unterteilt und so die jeweiligen Grundeinheiten für die Typisierung ermittelt. Die entstehende Matrix wurde auf die in Kap. 2.2 beschriebenen, im Untersuchungsgebiet typischen Arten und die in den Untersuchungsgebieten tatsächlich vorherrschenden abiotischen Faktoren begrenzt.

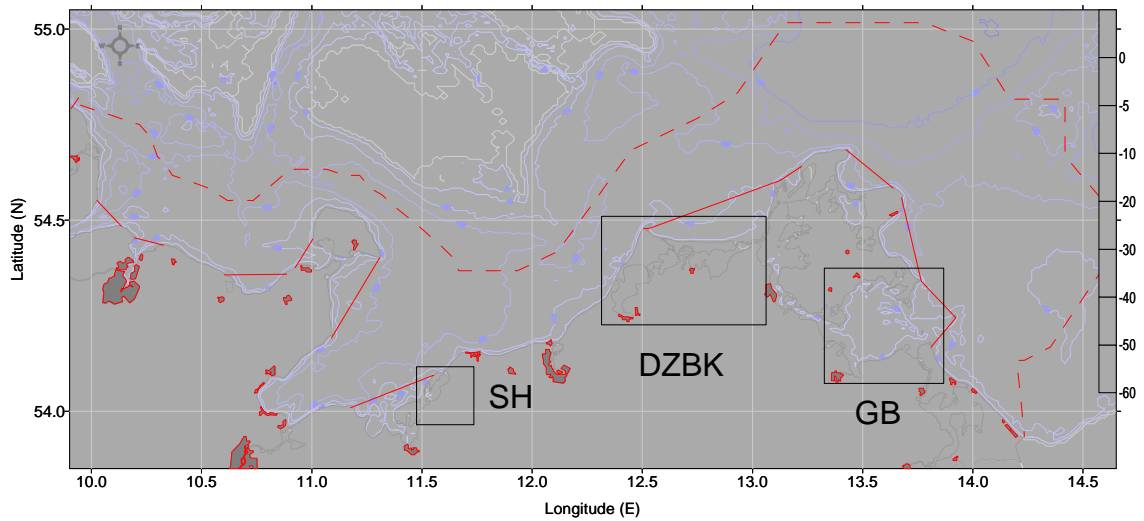
Da für den hydrochemischen und physikalischen Zustand der Boddengewässer keine historischen Daten vorliegen, wurden diese entweder als entsprechend den

heutigen Bedingungen angesehen (Salinität, Substrat) oder eine Rekonstruktion (tiefenabhängiges Unterwasserlichtangebot) vorgenommen. Vom BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie, Dr. Schmelzer) wurden uns freundlicherweise erste Datensätze zur Häufigkeit von langanhaltenden Eisbedeckungen in den inneren Küstengewässern zur Verfügung gestellt. Genauere Daten zu den einzelnen Stationen lagen allerdings bis zum Abschluss des Berichtes noch nicht vor.

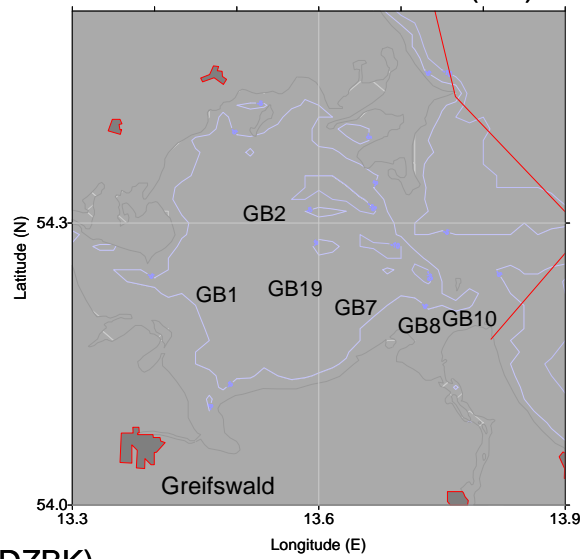
Die Arbeit von LINDNER (1972) enthält eine der wenigen vollständigen Makrophytenkartierungen der Bodden. Als ein Ergebnis dieser Arbeit korrelierte die Autorin die Verbreitung von Makrophytengemeinschaften mit dem Salinitätsgradienten der Boddenkette. Zur Überprüfung ihrer Synthese wurden alle Einzelaufnahmen der von ihr belegten Characeen-Gesellschaften mittels einer auf einer BRAY - CURTIS Ähnlichkeitsmatrix basierenden Clusteranalyse und einer nicht metrischen MDS (Multi Dimensional Scaling) von uns untersucht (CLARKE & WARWICK 1994).

In den Boddengewässern sind die Hauptkomponenten der Attenuation (d. h. der Lichtabschwächung durch Streuung und Absorption) die gelösten organischen Substanzen (cDOM) und die Phytoplanktonpigmente (SCHUBERT *et al.* 2001). In historischen Zeiten sollten die Gelbstofffrachten im Vergleich mit der heutigen Situation geringer sein. Deshalb wurde das Salzhaff aufgrund seines kleinen Süßwassereinzugsgebiets (271 km<sup>2</sup> Hellbach) ohne ausgedehnte degradierte Moorflächen als Modellgewässer gewählt. Die Lichtmessungen erfolgten bei einer anzunehmenden minimalen Phytoplanktonbiomasse im Winter bei 4°C Wassertemperatur. An fünf Stellen des Salzhaffs wurde die Lichtschwächung bis in eine Tiefe von 60 cm mit einer Auflösung von 10 cm mittels eines spektral auflösenden Unterwasserlichtmessgeräts, dem Spektroradiometer MACAM SR-9910 (Macam Inc. Livingston, Scotland) gemessen.

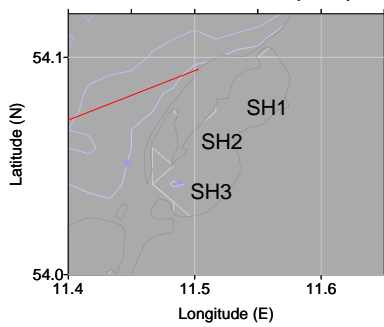
Als Maß für die Lichtabschwächung mit zunehmender Wassertiefe wurde der Attenuationskoeffizient ( $K_0$ ) durch eine lineare Regression der spektralen Photonendichte ( $\ln E_\lambda$ ) gegen die Tiefe ermittelt (SCHUBERT *et al.* 1995). An jedem Probenort wurde zusätzlich eine gefilterte Wasserprobe (GF6-Glasfilter, ca. 0,4 µm) genommen und die spektral aufgelöste Absorption (Spektrophotometer, Lambda 2, Perkin-Elmer, Überlingen) im Labor gemessen. Das mit den Bächen und Flüssen in die inneren Küstengewässer fließende Süßwasser durchmischt sich mit dem Wasserkörper der offenen Ostsee. Dies führt zu einer Verdünnung der mit dem Süßwasser einströmenden Gelbstoffe und gleichzeitig zu einer Zunahme der Salinität hin zum Salzgehalt des Ostseewassers. Deshalb wurde die Durchmischung des Wasserkörpers über die einfacher zu messende Salinität anhand eines linear angenommenen Gradienten mit reinem Süßwasser als 100% und Ostseewasser als 0% (Hintergrundwert) bestimmt. Die Ergebnisse wurden mit unveröffentlichten Daten von SCHUBERT *et al.* (BMBF Verbundprojekt UVMAOR) aus der Darß-Zingster Boddenkette und dem Greifswalder Bodden verifiziert.



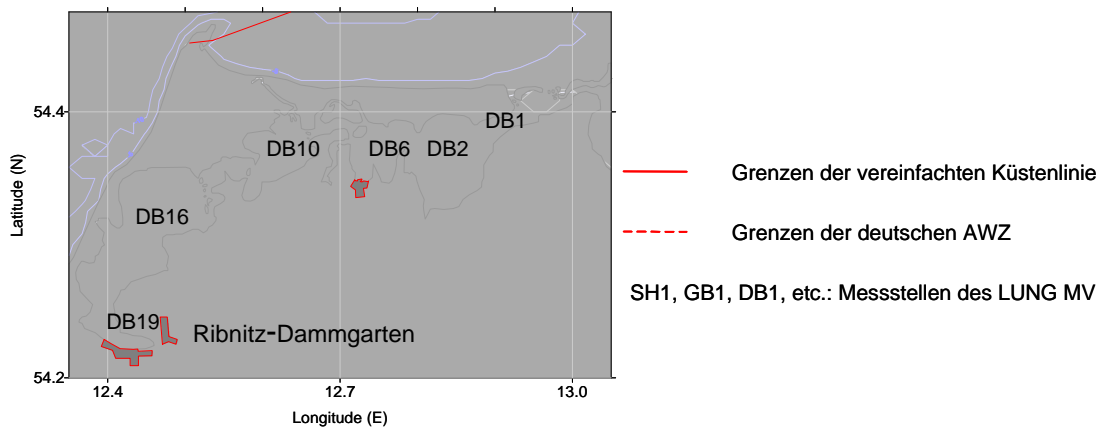
### Der Greifswalder Bodden (GB)



### Das Salzhaff (SH)



### Die Darß-Zingster Boddenkette (DZBK)



**Karte 1** Die Deutsche Ostseeküste und die drei Untersuchungsgebiete: Salzhaff (Mitte links), Darß-Zingster-Boddenkette (unten) und Greifswalder Bodden (Mitte rechts). Die physikalisch-chemischen Messstationen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG MV) sind markiert. Quellen: Seekarten des BSH. Tiefenrasterdaten nach Seifert und Kayser (1995).

**Tabelle 1** System B (Anhang 1.2) der EU WRRL zur Typisierung von Übergangsgewässer. Es wurden diejenigen Faktoren als relevant ausgewählt, die das Makrophytenwachstum bestimmen und in mehr als einer bestimmenden Ausprägung im Untersuchungsgebiet vorkommen.

<b>Alternative Beschreibung</b> System B	<b>Physikalische und chemische Faktoren,</b> welche die Eigenschaften des Übergangsgewässers und somit die Struktur und Zusammensetzung der Biozönose bestimmen	<b>Relevanz</b> für das Makrophytenwachstum in den inneren Küstengewässern der deutschen Ostseeküste
<i>Obligatorische Faktoren</i>	Geografische Breite	gleichbleibend
	Geografische Länge Tidenhub <b>Salzgehalt</b>	gleichbleibend mikrotidal <b>relevant</b>
<i>Optionale Faktoren</i>	<b>Tiefe</b>	<b>relevant über die spektrale Lichteindringtiefe</b>
	Strömungsgeschwindigkeit	s. Substrat
	Wellenexposition	s. Substrat
	Verweildauer	von der Salinität überlagert
	Durchschnittliche Wassertemperatur	von der Salinität überlagert
Durchmischungseigenschaften	von der Salinität überlagert	
<b>Durchschnittliche Zusammensetzung des Substrats</b>	<b>relevant</b>	
Gestalt	von der Salinität überlagert	
<b>Schwankungsbereich der Wassertemperatur</b>	<b>relevant als Eisgang in kalten Wintern</b>	

## 2.2 Ökophysiologische Charakterisierung

Die 18 unten genannten Makrophytengattungen wurden als repräsentative Vertreter der Boddengewässer ausgesucht (Anhang Anhang 5.1.). Für diese Gattungen wurden die gängigen Datenbanken sowie vorhandene Literatur auf ökophysiologische Daten über Wachstum und Verbreitung in Abhängigkeit von Temperatur, Salzgehalt und Lichtqualität analysiert.

Chlorophyceen	<i>Ulva, Enteromorpha,</i>
Charophyceen	<i>Chara, Tolypella,</i>
Phaeophyceen	<i>Fucus, Chorda, Ectocarpus, Pilayella</i>
Rhodophyceen	<i>Bangia, Ceramium, Delesseria, Polysiphonia,</i> und
Spermatophyten	<i>Potamogeton, Ruppia, Myriophyllum, Najas, Zannichellia, Zostera.</i>

Die so gewonnenen ökophysiologischen Charakterisierungen wurden genutzt, um die Toleranzbereiche und damit die potentielle Verbreitungen dieser Spezies abzuschätzen. Insbesondere wurden die Besiedlungspotentiale in Abhängigkeit vom Lichtangebot berechnet aus:

1. Den Attenuationskoeffizienten ( $K_0$ ) des nicht anthropogen beeinflussten Wasserkörpers in den drei Untersuchungsgebieten.
2. Dem Lichtangebot unterhalb der Wasseroberfläche, aus dem bei Kenntnis der Attenuationskoeffizienten das Lichtangebot für jede Tiefe der Untersuchungsgebiete analog dem LAMBERT-BEERSchen Gesetz berechnet wurde.
3. Dem Lichtanspruch der jeweiligen Art, d.h. der minimalen Lichtdosis, die artspezifisch für das Wachstum notwendig ist.

Die Attenuationskoeffizienten wurden nach SCHUBERT *et al.* (1995) und den langjährigen Jahresmittelwerten des Salzgehaltes in den Untersuchungsgebieten und der vorgelagerten Ostsee berechnet (Gewässergütebericht 1996/97 hrsg. vom Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, 1998).

**Tabelle 2** Mittelwerte des Salzgehaltes der Untersuchungsgebiete und der vorgelagerten Ostsee [PSU], mittlere Tiefen [m] nach CORRENS (1979) und berechnete Attenuationskoeffizienten  $K_0$  [ $m^{-1}$ ].

Gebiet	MW Bodden	MW Ostsee	max. Tiefe	MW Tiefe	$K_0$
Salzhaff	13,8	13,1	9,5	2,3	-0,16
Saaler Bodden	3,2	10,9	4	2,2	-2,38
Bodstedter Bodden	4,7	10,9	10	1,9	-1,98
Barther Bodden	6,6	10,9	6,5	1,8	-1,47
Grabow	7,9	10,9	4,5	2,2	-1,12
Greifswalder Bodden	7,7	8	13,5	5,8	-0,43

Exemplarisch wurden Tageslichtdosen des Jahres 1997, die vom DWD (Deutscher Wetterdienst, Arkona, Heiligendamm) und der biologischen Station in Zingst (Universität Rostock) aufgezeichnet wurden, verwendet. Die Lichtintensitäten unterhalb der Wasseroberfläche wurden nach SCHUBERT *et al.* (1995) berechnet (Eldonet, Macam, LI-COR-Eichung). Aus den in der Literatur gefundenen  $E_k$ -Werten (siehe Tabelle 2 im Anhang) wurde die für ein langfristiges Wachstum notwendige Tageslichtdosis berechnet. Das Wachstum und die Verbreitung der Characeen *Chara canescens* und *C. baltica* wurden von YOUSEF (1999) untersucht. Er berechnete die für ein langfristiges Wachstum nötigen Tageslichtdosen sowohl aus den optimalen Anzuchtlichtintensitäten (*in vitro*) ( $17,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  für *C. canescens* und  $17,6$  bis  $22,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  für *C. baltica* bei Zugrundelegung der Wachstumseffizienz-Optima als Basisparameter) als auch aus den Messungen der Lichtdosen an der unteren Verbreitungsgrenze (*in situ*) der beiden Arten (mittlere Tagesdosis Mai bis September ca.  $37 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , *in situ* ca.  $15 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  für *C. canescens* und  $13 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  für *C. baltica*).

Waren die drei beschriebenen Parameter bekannt, wurde in den Untersuchungsgebieten für jeden Tag des Testjahres „1997“ die Tiefe im Gewässer berechnet, in der die für ein langfristiges Wachstum minimal benötigte Lichtintensität noch erreicht wird. Die berechneten Tiefen einer Woche wurden gemittelt (Wochenmitteltiefe) und über den Jahresverlauf aufgetragen.

### 2.3 Historische Datenanalyse

Zur Analyse der Verbreitung der Makrophyten im Zeitraum von 1750 bis heute, wurden die Herbare der Universitäten Greifswald, Berlin, Rostock und Hamburg sowie des Müritz-Museums Waren ausgewertet. Wasserpflanzenbelege aus der Zeit von 1796 bis 2000 konnten Fundstellen an der deutschen Ostseeküste zugeordnet werden. Da nach einer ersten Sichtung die geschätzte Anzahl Makrophytenbelege des umfangreichsten Herbariums (Greifswald) bei ca. 15.000 liegt, beschränkten wir uns auf die Characeen und die höheren Pflanzen (Spermatophyten). Deren Belege wurden nachbestimmt und gegebenenfalls revidiert. Die Daten der übrigen Makroalgen wurden nur wie gefunden übernommen. Zusätzlich wurden Literaturangaben zu Fundorten im Untersuchungsgebiet ausgewertet (Literatur S. 6). Insgesamt konnten auf diese Weise 2869 Nachweise von Makrophyten-Standorten in den Küstengebieten von Mecklenburg-Vorpommern zugeordnet werden.

Mithilfe des Programms FLOREIN (5.0) wurde eine Datenbank der Nachweise erstellt. Den Fundorten wurden geografische Koordinaten (GK-System, Referenzellipsoid Bessel 4 und 5), Ergebnissen aus Rasterkartierungen wurden dem Mittelpunkt des Messtischblattes bzw. des angegebenen Quadranten zugeordnet. Sowohl Herbar- als auch Literaturbelege, die nicht einem definierten geografischen Areal zuzuordnen waren, wurden nicht berücksichtigt. Die Darstellung der Fundorte erfolgte mit dem Programm SURFER 7.0. Dazu wurden alle Koordinaten auf geografische Länge-Breite Koordinaten (WGS 84) mit dem Programm TOPOWIN umgerechnet. Existierten nur Rasterdaten wurde der Mittelpunkt des angegebenen Quadranten als Koordinate gewählt.

Da FLOREIN für die terrestrische Vegetationskartierung entwickelt wurde, konnten Daten nur an solchen Koordinaten eingegeben werden, bei denen auf der Basiseinheit - dem Messtischblatt - terrestrische Standorte vorhanden sind. Liegt ein Messtischblatt z.B. zu 100% in der Ostsee, ist eine Dateneingabe für dieses Feld nicht möglich, selbst wenn für dieses Messtischblatt Angaben vorliegen. Die Anzahl derartiger Daten ist allerdings sehr gering.

Bei der Zuordnung der einzelnen Arten zu den Gebieten wurde wie folgt vorgegangen: Zunächst wurde jede Art einem Substrattyp und einer Salinitätsstufe zugeordnet. Danach wurde versucht, diese Arten in die entsprechenden Pflanzengemeinschaften zu gruppieren. Die Referenzen von Arten, die nur in wenigen Pflanzengemeinschaften vorkommen, wurden dem Schwerpunkt der Art zugeschlagen. Arten, die in mehr als drei Pflanzengesellschaften vorkommen und ubiquitäre Arten wurden keiner Pflanzengemeinschaft zugeordnet.

Die Ergebnisse wurden in Zeitabschnitte unterteilt, nämlich von vor 1850, 1850 bis 1900, 1901 bis 1950 und 1951 bis 1980. Innerhalb dieser Zeitabschnitte wurden die gefundenen einzelnen Pflanzen den bestimmten Gemeinschaften zugeordnet und daraus die vorkommenden Arten pro Standort ermittelt. Diese Daten bildeten dann die Grundlage für die Beschreibung der historischen Makrophytengemeinschaften.

Schließlich wurde die Anzahl physikalisch-chemisch unterschiedlicher Gewässertypen gemäss den Ansprüchen der EU WRRL über die nachgewiesenen relevanten Makrophytengemeinschaften zusammengefasst.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Typisierung der inneren Küstengewässer der deutschen Ostsee

Nach Ansicht vieler Autoren (vgl. REINKE 1889, HOFFMANN 1940, SCHRAMM 1996) wird die benthische Vegetation der gesamten Ostsee maßgeblich durch den Salzgehaltsgradienten bestimmt. Die Untersuchungsgebiete decken einen Gradienten von  $\beta$ -oligohalin (0,5 - 3 PSU) bis  $\alpha$ -mesohalin (10 - 18 PSU) ab (Tabelle 9) und umfassen damit den Bereich des Horohalinikums (REMANE 1940), der bei der benthischen Makrofauna zu einem prägnanten Artenminimum führt.

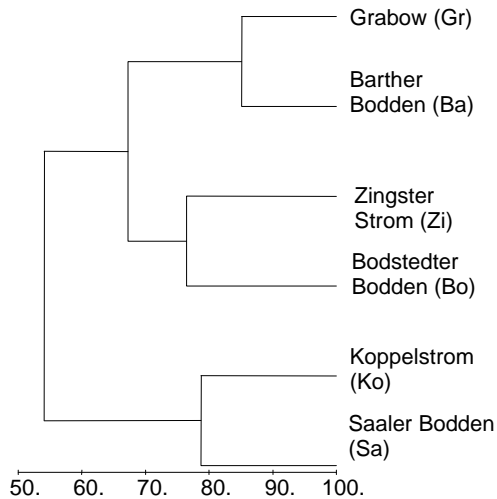
Nach LINDNERs (1972) umfassender Untersuchung wird die Verteilung der Makrophyten im Bereich der Bodden auch kleinräumig durch den Salinitätsgradienten bestimmt (Abb. 2, Tabelle 3). Das Ergebnis, der von uns durchgeführten Clusteranalyse und der nicht metrischen MDS, bestätigt die unterschiedlichen Verteilungsmuster entlang der Darß-Zingster Boddenkette zumindest für die von LINDNER (1972) belegten Characeen-Gesellschaften (Tabelle 3; Abb. 1).

**Tabelle 3** Anzahl der Nachweise von LINDNER (1972) der Characeen-Gesellschaften in den einzelnen Bodden der DZBK. Salinitätswerte nach Gewässergütebericht 1996 /1997 (hrsg. vom Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, 1998) und LINDNER (1972).

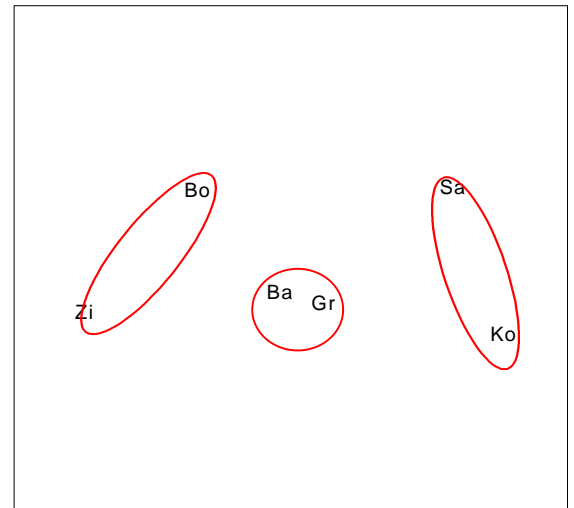
		Grabow (Gr)	Barther Bodden (Ba)	Zingster Strom (Zi)	Bodstedter Bodden (Bo)	Koppel- strom (Ko)	Saaler Bodden (Sa)
<b>Salinität</b> (PSU)	MW	10	5 - 6	4,3	3 - 4	3,3 - 3,7	1 - 2
	Max	15	10	7,5 - 9	6 - 7	5,6 - 6,6	3 - 4
	Min	7	1,5 - 2	2,4 - 4,3	1 - 1,5	1,4 - 1,6	0,5
<b>Characeengesellschaft</b>		<b>Anzahl</b>					
Ch-asp-typ *		11	20	0	19	15	24
Ch-asp-can **		54	78	63	50	12	39
Ch-asp-vul ***		0	0	0	0	0	21
Ch-bal °		31	43	13	17	0	0
Ch-tom-inter °°		36	20	0	0	8	27
Ch-tom-horr. °°°		0	0	5	5	0	0

\* Charetum asperae typicum (Ch-asp-typ); \*\* Charetum asperae subass. von *Chara canescens* (Ch-asp-can); \*\*\* Charetum asperae subass. von *Chara contraria* (Ch-asp-vul); ° Charetum balticae (Ch-bal); °° Charetum tomentosae und Charetum intermediae (Ch-tom-inter); °°° Charetum tomentosae subass. von *Chara horrida* (Ch-tom-horr).

Characeen-Gesellschaften nach LINDNER (1972)



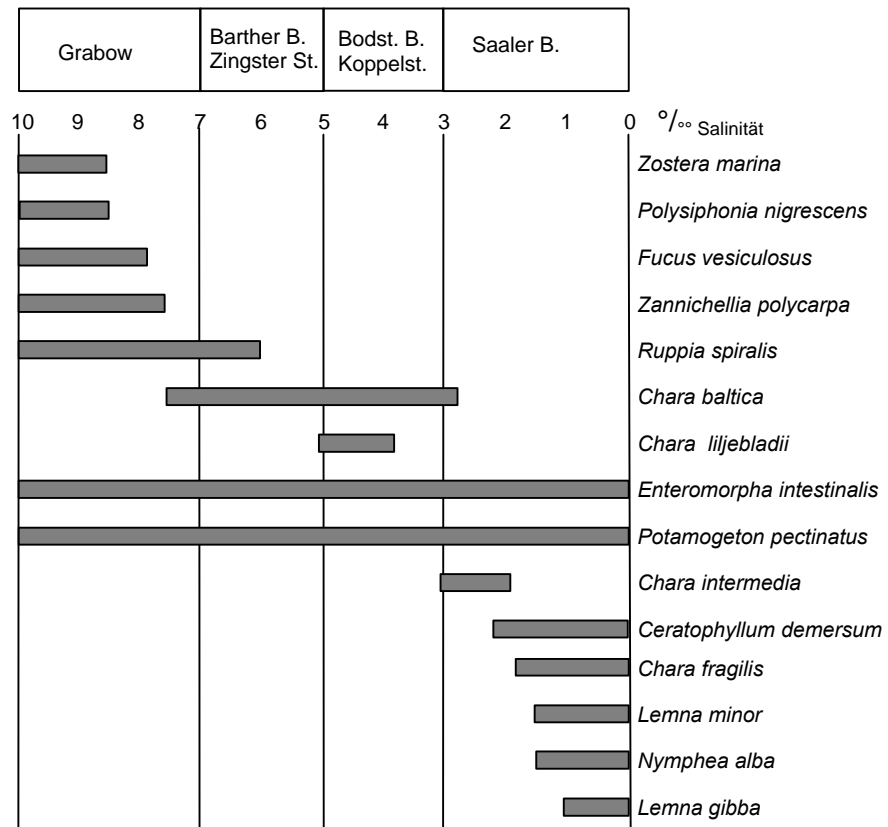
Characeen Gesellschaften DZBK, Stress = .00



**Abb. 1a** Hierarchische Clusteranalyse Dendrogramm.

**Abb. 1b** Nicht metrische MDS.

Ähnlichkeitsmatrix nach Bray Curtis, nicht standardisiert, nicht transformiert; hierarchische Clusteranalyse (group-average link) (CLARKE & WARWICK 1994).



**Abb. 2** Die Verbreitung ausgewählter Makrophytenarten entlang des Salinitätsgradienten in der DZBK (verändert nach LINDNER 1972)

Nach diesen Ergebnissen ist es notwendig, bezüglich der Makrophyten drei Salinitätstypen zu unterscheiden: 0 - 3 PSU, 3 - 8 PSU und > 8 PSU. Diese Bereiche wurden zur besseren internationalen Vergleichbarkeit an das „Venice“-System in den darin vorgegebenen vier Stufen für den lokalen Salinitätsbereich angepasst (CASPERS 1958, ANONYMUS 1958) (Tabelle 6).

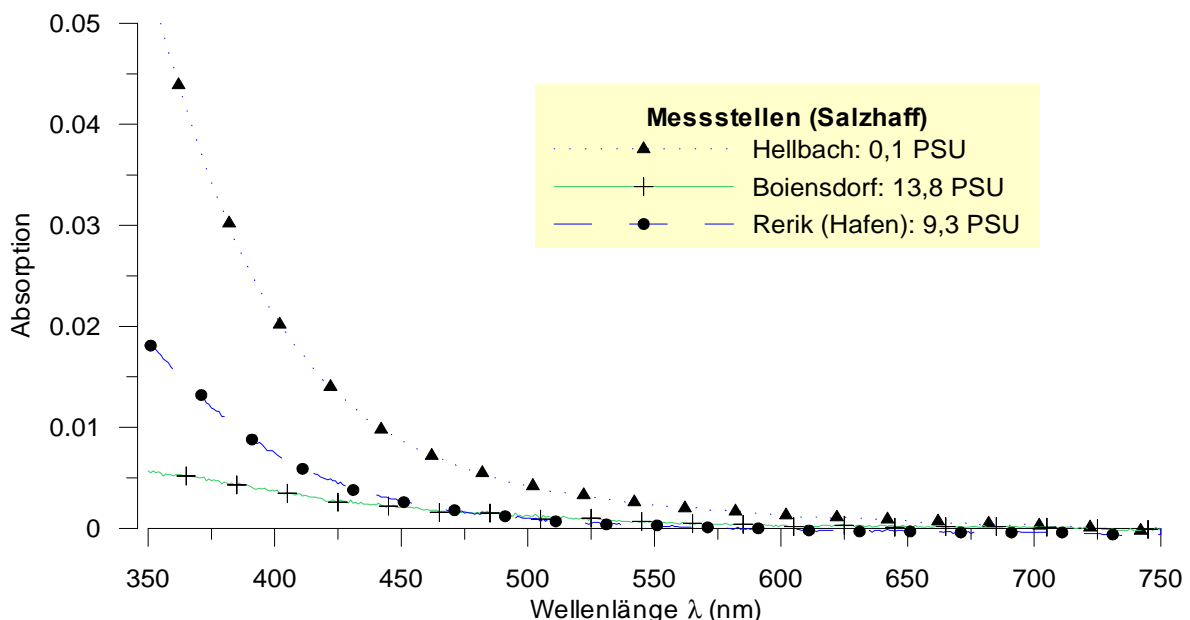
Die tiefenabhängige Lichtverfügbarkeit teilten wir in vier Bereiche ein. Nach YOUSEF (1999) erreichen die Characeen (*C. baltica* und *C. canescens*) bei ca. 40% der einfallenden Strahlung ihre untere Verbreitungsgrenze. Die 10%-Tiefe des einfallenden Lichtes wird als untere Grenze für die Spermatophyten angenommen und entspricht in etwa der Secchi-Tiefe (MUR & VISSER 1996). Die Tiefe, in die noch 1% des Oberflächenlichtes dringt, wird im allgemeinen als untere Grenze der euphotischen Zone angesehen (s. a. SCHUBERT 1996). Unterhalb dieses Wertes können z.B. noch Krustenrotalgen vorkommen (LITTLER 1985, 1986; LÜNING 1990), so dass als Beginn der aphotischen Zone eine Unterschreitung von 0,1% der Oberflächenlichtintensität angenommen wurde.

Aus den fünf im Salzhaff zwischen 14,3 PSU (Ostsee) und 0,1 PSU (Hellbach) gemessenen Attenuationsspektren und den Absorptionsspektren der Wasserproben (Abb. 3) wurde ein Attenuationskoeffizient ( $K_{0(PAR)}$ ) berechnet mit (Abb. 4):

$$\text{Gleichung 1} \quad K_{0(PAR)} = 0,2044 \times \text{Salinität} - 3,2396 \quad (R^2 = 0,9723, f=105, n=5)$$

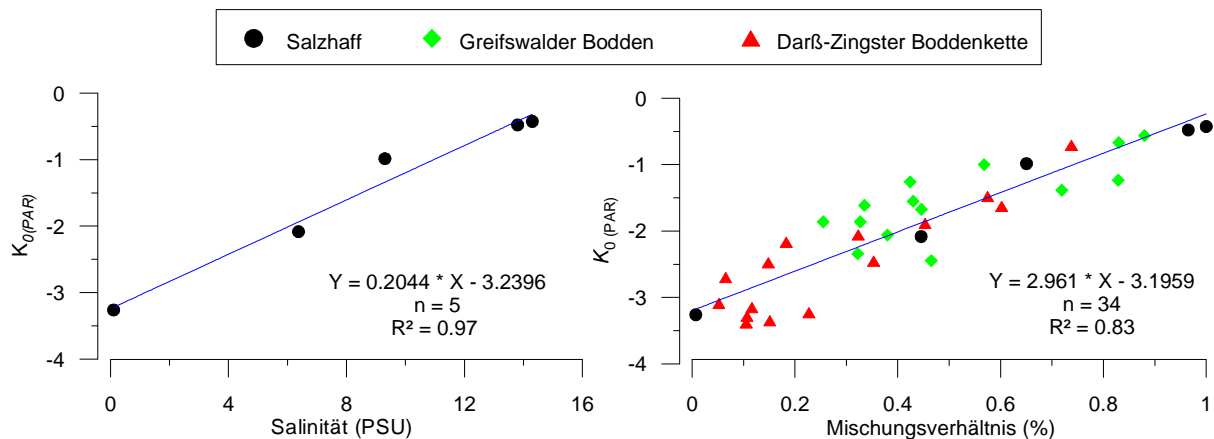
Die mit wachsender Entfernung von der Mündung der Flüsse zunehmende Verdünnung des mit Gelbstoffen belasteten Süßwasser wurde dem Salinitätsgradienten gleich gesetzt und in diesen umgerechnet. Dies ergibt :

$$\text{Gleichung 2} \quad K_{0(PAR)} = \frac{2,92 \times \text{Salinität an der Meßstelle}}{\text{Salinität der vorgelagerten Ostsee}} - 3,2396$$



**Abb. 3** Absorptionsspektren der gefilterten Wasserproben des Salzhaffs.

Die Daten wurden mit Wintermessungen der AG Schubert (BMBF Verbundprojekt UV-MAOR) aus der Darß-Zingster Boddenkette und dem Greifswalder Bodden zur Verifikation zusammengeführt (Abb. 4b). Trotz eines  $R^2=0,83$  ergibt sich ein prinzipiell vergleichbarer Verlauf der Regressionsgeraden, so dass Gleichung 2 als gute Näherung an den historischen Wert angesehen werden kann. Tabelle 4 beschreibt die daraus folgende Lage der oben erläuterten prozentualen Eindringtiefen in den einzelnen Bodden.



**Abb. 4** Die Attenuationskoeffizienten des Salzhauffs (A) bzw. aller drei untersuchten Bodden (B) gegen die gemessene Salinität bzw. das aus der Salinität berechnete Mischungsverhältnis zwischen Boddenwasser und dem Wasser der offenen Ostsee.

Für das so berechnete gute Unterwasser-Lichtklima, entsteht im Salzhauff und in der Darß-Zingster Boddenkette mit zunehmender Verdünnung des Ostseewassers auch ein Gradient der Abschwächung des Oberflächenlichtes in die Bodden hinein. Ein vergleichbarer Gradient bildet sich im Greifswalder Bodden nicht aus (Tabelle 4).

Sieben verschiedene Substrattypen wurden aufgrund einer aktuellen vegetationskundlichen Untersuchung der Makrophytenbestände im Salzhauff unterschieden (Tabelle 6) (STEINHARDT, 2001).

Vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH, Dr. Schmelzer) wurden uns erste Datensätze zur Häufigkeit und Ausdehnung der Eisflächen in den inneren Küstengewässern (

Abb. und Tabelle 5) zur Verfügung gestellt. Sie zeigen für die Bodden, dass extreme Winter mit einer Eisdicke von 40 - 50 cm und einer langanhaltenden Eisbedeckung bis in den April regelmäßig seit den 40iger Jahren des letzten Jahrhunderts vorgekommen sind. Damit ist der Eisgang für die Flachwasserzonen durch mechanische Beeinträchtigung eine regelmäßige Störung. Diese ist für alle inneren Küstengewässer durch die mechanischen Belastungen des Eisgangs in den Uferzonen und durch die Veränderung der Lichtverfügbarkeit zum Beginn der Vegetationsperiode als ein gestaltender Faktor für die Makrophyten anzusehen.

**Tabelle 4** Verschiebung der prozentualen Eindringtiefe des Oberflächenlichtes in den Untersuchungsgebieten. Die Stationen entsprechen den langjährigen Dauermessstellen des LUNG MV (Gewässergütebericht 1996/97). Sal = Salinität [PSU]; MV = Mischungsverhältnis (1,0 = Ostseewasser); Tiefe = die maximale Tiefe [m], in die noch der genannte prozentuale Anteil [% T] des Oberflächenlichtes eindringt.

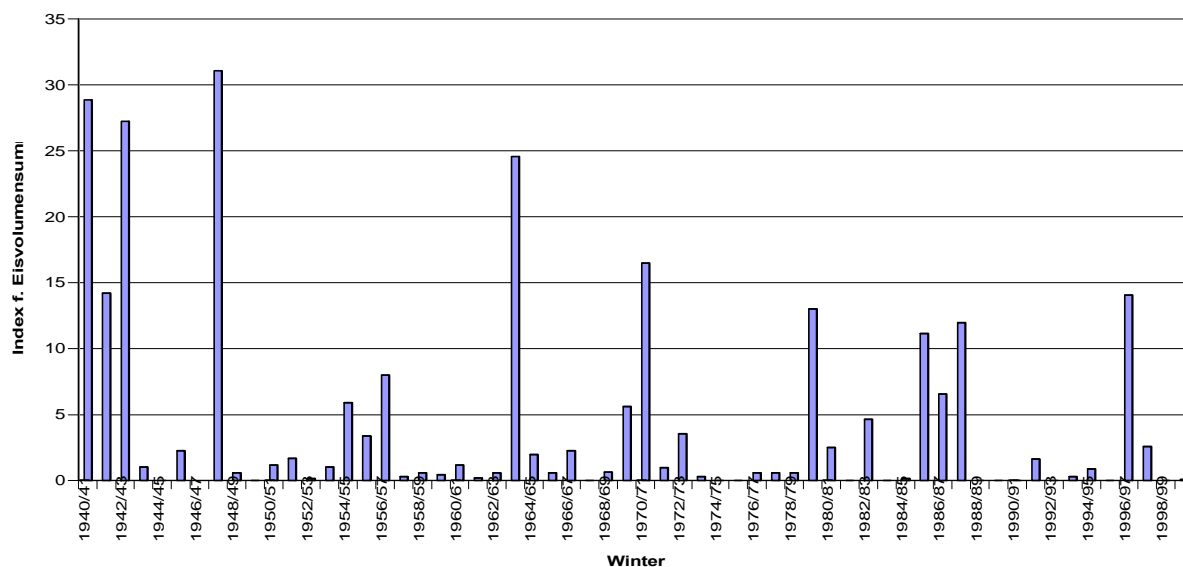
Salzhaff (Mittelwert Salinität Ostsee 13,3 PSU)										
	SH1			SH2			SH3			
%T	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	
	10,9	0,82		11,3	0,85		12,2	0,92		
40			-1,1			-1,2			-1,6	
10			-2,7			-3,0			-4,1	
1			-5,4			-6,1			-8,2	
0,1			-8,1			-9,0			-12,2	

Darß-Zingster Boddenkette (Mittelwert Salinität Ostsee 10,4 PSU)																		
	DB1			DB2			DB6			DB10			DB16		DB19			
%T	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe
	8,7	0,84		7,9	0,76		6,6	0,63		4,7	0,45		3,4	0,33		2,3	0,22	
40			-1,1			-0,9			-0,7			-0,5			-0,4			-0,4
10			-2,9			-2,3			-1,7			-1,2			-1,0			-0,9
1			-5,8			-4,5			-3,3			-2,4			-2,0			-1,8
0,1			-8,6			-6,7			-4,9			-3,6			-3,0			-2,6

Greifswalder Bodden (Mittelwert Salinität Ostsee 8,0 PSU)																		
	GB1			GB2			GB7			GB8			GB10		GB19			
%T	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe	Sal	MV	Tiefe
	7,8	0,98		7,7	0,96		7,5	0,94		6,9	0,86		6,2	0,78		7,7	0,96	
40			-2,3			-2,1			-1,8			-1,3			-0,9			-2,1
10			-5,9			-5,4			-4,6			-3,2			-2,4			-5,4
1			-11,7			-10,7			-9,2			-6,4			-4,7			-10,7
0,1			-17,4			-15,9			-13,6			-9,5			-7,0			-15,9



**Abb. 5** Die flächenbezogenen Eisvolumensummen an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern (nach SCHMELZER 1994 und aktuellen Werten des BSH).

**Tabelle 5** Daten zur Eisbedeckung der inneren Küstengewässer seit 1940 (Daten des BSH, Dr. Schmelzer).

	Anzahl der Winter		Durchschnittliche Anzahl der Eistage pro Eiswinter	Ende der Eisbedeckung in Eiswintern	
	Beobachtet	Eiswinter		mittel	Spätester Termin
<b>Greifswalder Bodden</b>					
Greifswald-Wieck (Hafen)	53	49 (92%)	48	05.03.	10.04.
Dänische Wiek	53	49 (92%)	54	10.03.	19.04.
Lubmin, Hafen u. Umgebung	21	16 (76%)	48	10.03.	08.04.
Thiessow, Boddenseite	53	44 (83%)	44	10.03.	08.04.
Lauterbach, Hafen u. Umgebung	43	37 (86%)	50	09.03.	11.04.
Peenemünde bis Wolgast	53	52 (98%)	40	04.03.	27.03.
zw. Stralsund u. Palmer Ort	53	46 (87%)	51	10.03.	14.04.
zw. Palmer Ort u. Freesendorfer Haken	41	33 (80%)	49	09.03.	14.04.
Ruden, Boddengebiet	53	45 (85%)	38	08.03.	08.04.
<b>Darß-Zingster Boddenkette</b>					
Altenhagen	53	53 (100%)	59	10.03.	15.04.
Zingst, Zingster Strom	31	30 (97%)	43	01.03.	27.03.
Barth, Hafen u. Umgebung	53	52 (98%)	60	09.03.	12.04.
Barhöft, Fahrwasser nach Barth	46	41 (89%)	54	13.03.	10.04.
<b>Wismarbucht</b>					
Wismar, Hafen	48	42 (88%)	30	28.02.	06.04.
Walfisch-Wismar	53	45 (85%)	32	28.02.	06.04.

Da zu diesem Faktor noch nicht alle Daten vorlagen, gingen wir in unseren Überlegungen zunächst nur von den Beobachtungen von YOUSEF (1999) aus. Er beschreibt die oberen 30 cm der Boddengewässer als regelmäßig durch periodisches Trockenfallen (Windwatt) und Eisgang beeinträchtigt.

Aus den oben erläuterten Überlegungen ergab sich als Grundlage für die historische Analyse der Makrophytenbestände die Tabelle 6 zusammengefasste Typisierung der Untersuchungsgebiete. Es entstehen durch Multiplikation der Anzahl der möglichen Ausprägungen (Tabelle 6: Anzahl Typen) der einzelnen Faktoren 224 theoretische mögliche Kombinationsmöglichkeiten, d. h. 224 Typen. Diese große Anzahl wird in den folgenden Überlegungen auf die tatsächlich vorkommenden ökologisch wichtigen Merkmalskombinationen reduziert.

**Tabelle 6** Typisierung der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach Maßgabe der Komponente „Makrophyten“ der EU WRRL. Die Faktoren sollen die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Küstengewässers beschreiben, welche die Struktur und Zusammensetzung der Biozönosen bestimmen. Insgesamt entsteht eine Matrix mit 224 Feldern.

<b>System B (EU- WRRL)</b>	<b>Faktor</b>	<b>Typ</b>	<b>Anzahl Typen</b>
<i>Obligatorische Faktoren</i>	<b>Salzgehalt</b>	<b>0,5 -3 PSU</b>	b - oligohalin
		<b>3 -5 PSU</b>	a - oligohalin
		<b>5 - 10 PSU</b>	b - mesohalin
		<b>10 - 18 PSU</b>	a - mesohalin
	<b>Tiefe</b> (in Abhängigkeit vom Lichtklima)	<b>40% Tiefe</b>	<b>(euphotische Zone)</b>
<b>10% Tiefe</b>			
<b>1% Tiefe</b>		<b>(aphotische Zone)</b>	
<b>0,1% Tiefe</b>			
<i>Optionale Faktoren</i>	<b>Substrat</b> <b>Korngröße nach Kolp</b>	<b>Schlick</b>	<b>7</b>
		<b>Schlickiger Sand</b>	
		<b>Sandiger Schlick</b>	
		<b>Sand</b>	
		<b>Kies</b>	
		<b>Geröll</b>	
		<b>Steine / Blöcke</b>	
	<b>Eisgang</b>	<b>Regelmäßige Vernichtung oberirdischer Sprosssteile</b>	<b>2</b>
		<b>Nicht betroffen</b>	

### 3.2 Die ökophysiologischen Besiedlungspotentiale ausgewählter Makrophytenarten

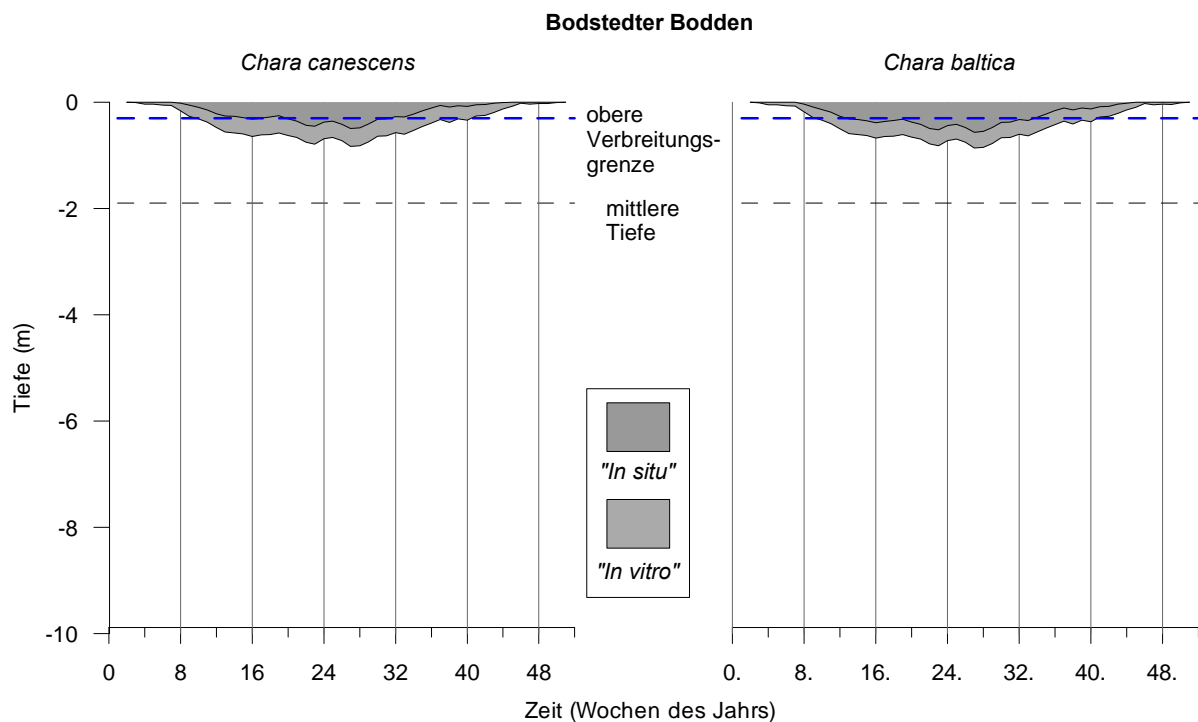
Im Rahmen der Literaturrecherche wurden insgesamt 872 Angaben zu ökophysiologischen Besiedlungspotentialen der ausgewählten Makrophytengattungen (Kap. 2.2) gefunden. Da in einigen Artikeln mehrere der gesuchten Gattungen gleichzeitig beschrieben werden, ist die tatsächliche Anzahl Artikel deutlich niedriger als 872 (Tab. 21 und 22 im Anhang).

In der überwiegenden Zahl der Veröffentlichungen wurden eine oder mehrere Pflanzenarten nur hinsichtlich eines ökophysiologischen Faktors untersucht. Die Anzahl der multifaktoriellen Experimente, in denen Auswirkungen von z.B. Licht- und Salinitätsänderungen auf Wachstums- oder Photosyntheseprozesse untersucht wurden, ist mit 22 Publikationen kleiner. Darin enthalten sind Untersuchungen aus Arbeiten in limnischen, marinen und antarktischen Habitaten, sodass in diesen auch Makrophytenarten untersucht wurden, die für die inneren Küstengewässer nicht relevant sind. Zudem wurden teilweise Auswirkungen von Salinitätsänderungen in Bezug

auf Pflanzeninhaltsstoffe (Arsenakkumulation in *Fucus spiralis*, KLUMPP 1980) und enzymatische Reaktionen (alkalische Phosphataseaktivität in *Zostera noltii*, HERNANDEZ *et al.* 1994) untersucht, die ebenfalls für unsere Untersuchungen nicht verwertbar waren. Die Anzahl der Artikel, in denen die Faktoren Licht, Salinität und Temperatur gleichzeitig berücksichtigt wurden, beträgt nur fünfzehn. Auch hier treffen die oben gemachten Einschränkungen zu, sodass der als wesentlich für eine Verbreitung erachtete abiotische Parameter Salinität in den Aussagen über mögliche Verbreitungsgrenzen nicht berücksichtigt werden konnte. Ergänzt werden die gefundenen wissenschaftlichen Artikel durch vier Diplomarbeiten bzw. Dissertationen. Ein Ergebnis der Literaturrecherche ist die Feststellung, dass dringender Forschungsbedarf in Bezug auf multifaktorielle Untersuchungen besteht. Im Rahmen des Teilprojektes 2 „Ökophysiologische Zustandsanalyse“ zu erwartende Ergebnisse werden deshalb eine wesentliche Stütze der Ausarbeitung eines anwendungsbezogenen Leitbildes sein.

Anhand der Lichtintensitäten unterhalb der Wasseroberfläche, des gewässer-spezifischen Attenuationskoeffizienten und der Lichtansprüche der Makrophyten konnten die theoretischen unteren Verbreitungsgrenzen berechnet werden. YOUSEF (1999) konnte aus den *in situ* Tiefengrenzen und den in den entsprechenden Tiefen aufgenommenen Unterwasserlichtspektren die Lichtansprüche von *Chara baltica* und *C. canescens* ableiten. Durch die niedrigeren Lichtansprüche kann *C. baltica* in größere Tiefen als *C. canescens* vordringen. Abb. zeigt die berechneten unteren Verbreitungsgrenze von *C. baltica* und *C. canescens* für den Bodstedter Bodden.

Die aus den Wachstumskurven der Laboruntersuchungen berechnete optimale Tageslichtdosis betrug für *C. canescens*  $9 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  und ist damit deutlich niedriger als die minimal benötigte Tageslichtdosis von  $17,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , die sich aus 47,6% der mittleren Tageslichtdosis ( $37 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) der Vegetationsperiode (1. Mai - 30. August), berechnen lässt. Aus diesem Grund liegen die Wochenmitteltiefen, die aus den *in situ* Lichtansprüchen berechnet wurden über denen, die aus den Intensitäten für die Laboranzucht berechnet wurden. Für beide Characeenarten gibt YOUSEF (1999) eine obere Verbreitungsgrenze von - 0,3 m an, die auf durch Luftdruck und Wind bedingte Wasserstandsschwankungen, mechanische Belastungen durch Wellenschlag, Fraßdruck durch Vögel und Eisgang zurückzuführen war. Unter Berücksichtigung der oberen Verbreitungsgrenze ist die Lichtintensität in 0,3 m Tiefe für *C. canescens* ab der 17. bis zur 32. Woche ausreichend, für *C. baltica* ab der 14. bis zur 33. Woche, wenn in den Berechnungen die *in situ* bestimmten Lichtansprüche nach YOUSEF (1999) zugrundegelegt werden. Die im Jahresverlauf ansteigende Lichtintensität erlaubt *C. canescens* in der 25. Woche die Besiedlung bis in 0,4 m Tiefe, *C. baltica* eine untere Verbreitungsgrenze von 0,5 m.



**Abb. 6** Theoretische untere Verbreitungstiefen im Bodstedter Bodden für *C. baltica* und *C. canescens* unter Berücksichtigung der pro Woche zur Verfügung stehenden Lichtdosis. Die Werte wurden geglättet (gleitender Durchschnitt aus 3 Punkten) und als Flächen bis zur Oberfläche dargestellt. *In situ*: Lichtintensität an der unteren Verbreitungsgrenze im Freiland. *In vitro*: Untere Verbreitungsgrenze berechnet aus Lichtintensität für optimales Wachstum in der Laboranzucht. Mittlere Tiefe Bodstedter Bodden 1,9 m (max. Tiefe 10 m), obere Verbreitungsgrenze nach YOUSEF 1999.

Werden die Lichtansprüche aus der Laboranzucht zugrunde gelegt, so verlängert sich die berechnete Vegetationsperiode für *C. canescens* auf 30 Wochen und die maximal besiedelbare Tiefe wird mit 0,75 m berechnet. Für *C. baltica* verlängert sich die Vegetationsperiode auf 41 Wochen und die untere Verbreitungsgrenze sinkt auf - 0,8 m. Dieser Vergleich verdeutlicht die Schwierigkeiten der Übertragung von im Labor bestimmten Photosynthese- oder Wachstumsparametern auf Freilandbedingungen. Die Lichtansprüche, die „*in situ*“ an der unteren Verbreitungsgrenze bestimmt wurden, und die tatsächlich im Lebensraum minimal benötigte Lichtintensität darstellen, liegen flacher als die Tiefengrenzen aus den „*in vitro*“ bestimmten Lichtansprüchen (Tabelle 7). Eine Ursache dafür ist, dass für die Berechnungen der „*in vitro*“-Werte, die maximale für das Wachstum benötigte Lichtintensität verwendet wurden. Die in diesem Falle eigentlich passendere minimale Intensität ist bisher nicht bekannt. Zudem wurden in beiden Fällen Temperaturschwankungen, Salinität, Substratbeschaffenheit, Phytoplanktonblüten, Fraßdruck und Infektionen nicht berücksichtigt. Obwohl diese Einschränkungen alle Berechnungen betreffen, bedeutet die Verwendung der „*in situ*“-Tiefengrenzen zur Berechnung der minimalen Lichtintensität die Integration aller biotischen und abiotischen Faktoren. Die Berechnung mit Lichtintensitäten aus Laborwachstumskurven bedeutet hingegen optimale chemisch-physikalische Bedingungen, konstante Temperaturen von 20°C und fehlende biotische Konkurrenz. Erwartungsgemäß bestehen in Bezug auf das Wachstum unter

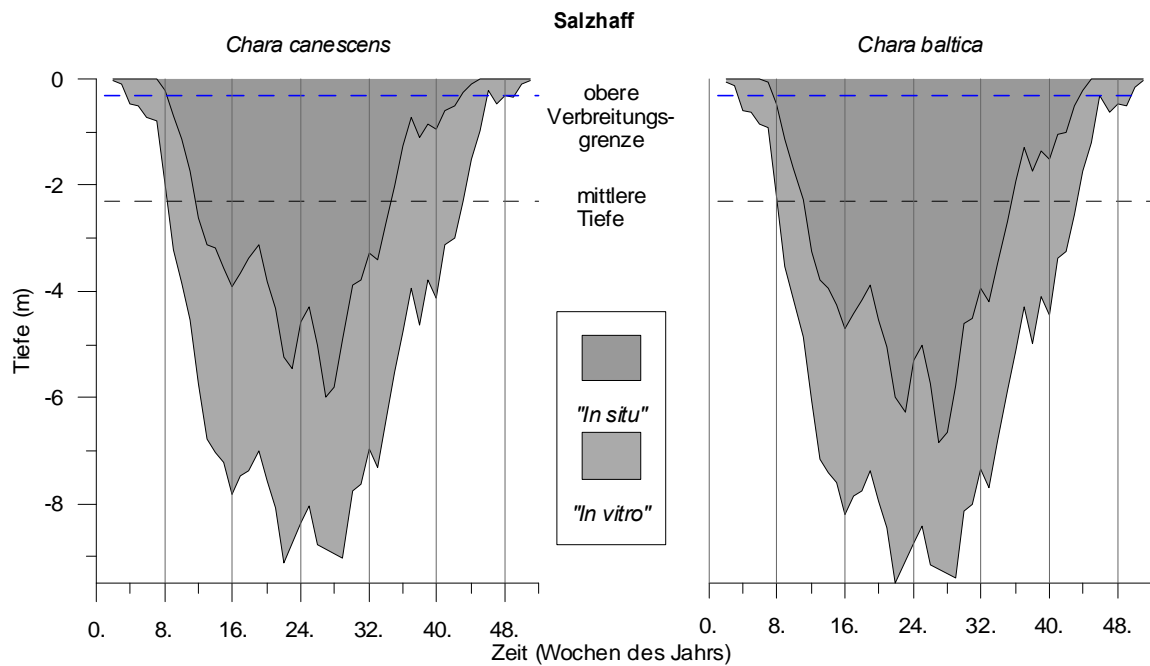
Laborbedingungen wesentlich niedrigere Ansprüche der Algen, da alle anderen Wachstumsbedingungen optimal sind.

**Tabelle 7** Untere Verbreitungsgrenzen [m] nach LINDNER (1972), YOUSEF (1999) und eigenen Berechnungen, erster berechneter Wert: Lichtintensität aus *in situ* Verbreitungsgrenze, zweiter Wert: optimale Lichtintensität der Laboranzucht; n.u.: Gebiet wurde nicht untersucht.

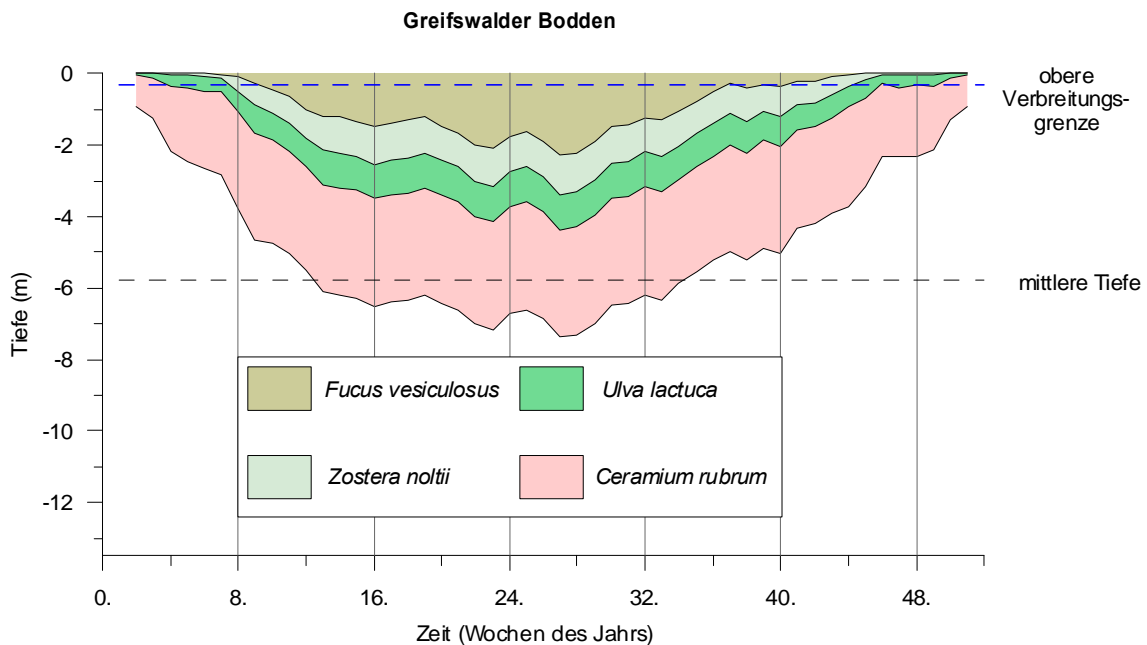
Gebiet	Tiefengrenze Yousef 1999		berechnete Verbreitung		Lindner 1972
	<i>C. baltica</i>	<i>C. canescens</i>	<i>C. baltica</i>	<i>C. canescens</i>	<i>C. canescens+baltica</i>
Salzhaff	0,6	n.u.	5,9 / 9,5	5 / 9,1	n.u.
Saaler Bodden	n.u.	n.u.	0,4 / 0,65	0,35 / 0,63	0,6
Bodstedter Bodden	0,5	0,4	0,5 / 0,78	0,4 / 0,73	1,5
Barther Bodden	0,35	0,35	1,0 / 1,1	0,6 / 1,0	1,3
Grabow	0,5	0,4	0,9 / 1,4	0,7 / 1,3	1,4
GB	0,8	0,6	2,3 / 3,7	1,9 / 3,5	n.u.

Tabelle 7 zeigt die unteren Verbreitungsgrenzen für *C. canescens* und *C. baltica* im Salzhaff. Aufgrund des niedrigeren Attenuationskoeffizienten des Wassers kann die benötigte Lichtintensität theoretisch in sehr viel größere Tiefen (max. 9,5 m) vordringen und entsprechend verlängern sich die berechneten Vegetationsperioden (Tabelle 20) auf maximal 36 Wochen. Auch hier blieben die chemisch-physikalischen Faktoren und die biotische Konkurrenz unberücksichtigt. Doch gerade der Parameter Temperatur im Winter/Frühjahr beeinflusst neben der Lichtmenge entscheidend die Keimung und das Wachstum. Es wird deutlich, dass die Lichtmengen im Salzhaff (mittlere Tiefe 2,3 m und max. Tiefe 9,5 m) natürlicherweise eine flächendeckende Ausbreitung von Makrophyten mit Lichtansprüchen von  $15,3 - 17,6 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  erlauben würden. Die Tatsache, dass *C. canescens* nur bis in Tiefen von 0,4 m und *C. baltica* bis in 0,6 m Tiefe gefunden wurden (YOUSEF 1999, Tabelle 7), kann bedeuten, dass die aktuellen Lichtbedingungen schlechter sind, oder dass andere Faktoren die Besiedlung behindern.

Abbildung 8 zeigt die berechneten, theoretischen unteren Verbreitungstiefen im Greifswalder Bodden exemplarisch für vier Makrophytenarten. Entsprechend der veröffentlichten Lichtansprüche (s. Tab. 2 im Anhang) können für *Ulva lactuca*, *Fucus vesiculosus*, *Ceramium rubrum* und *Zostera noltii* Tiefengrenzen des Vorkommens angegeben werden. *Ceramium rubrum*, für die LEUKART & LÜNING (1994) einen gemittelten  $E_k$  von  $55 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  angeben, besitzt die niedrigsten Lichtansprüche und könnte dementsprechend theoretisch über das ganze Jahr wachsen und im Sommer bis in Tiefen von max. 7 m vordringen. *Zostera noltii* hingegen, für die VERMAAT & VERHAGEN (1996) einen  $E_k$  von  $305 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  angeben, kann theoretisch ab der 6. bis zur 45. Woche unter Optimalbedingungen wachsen und maximale Tiefen von 3 m besiedeln.



**Abb. 7** Theoretische untere Verbreitungstiefen im Salzhaff für *C. baltica* und *C. canescens* unter Berücksichtigung der pro Woche zur Verfügung stehenden Lichtdosis. Die Werte wurden geglättet (gleitender Durchschnitt aus 3 Punkten) und als Fläche bis zur Oberfläche dargestellt. *In situ*: Lichtintensität an der unteren Verbreitungsgrenze im Freiland. *In vitro*: untere Verbreitungsgrenze berechnet aus Lichtintensität für optimales Wachstum in der Laboranzucht. Mittlere Tiefe Salzhaff 2,3 m (max. Tiefe 9,5 m), obere Verbreitungsgrenze nach YOUSEF (1999) 0,3 m.

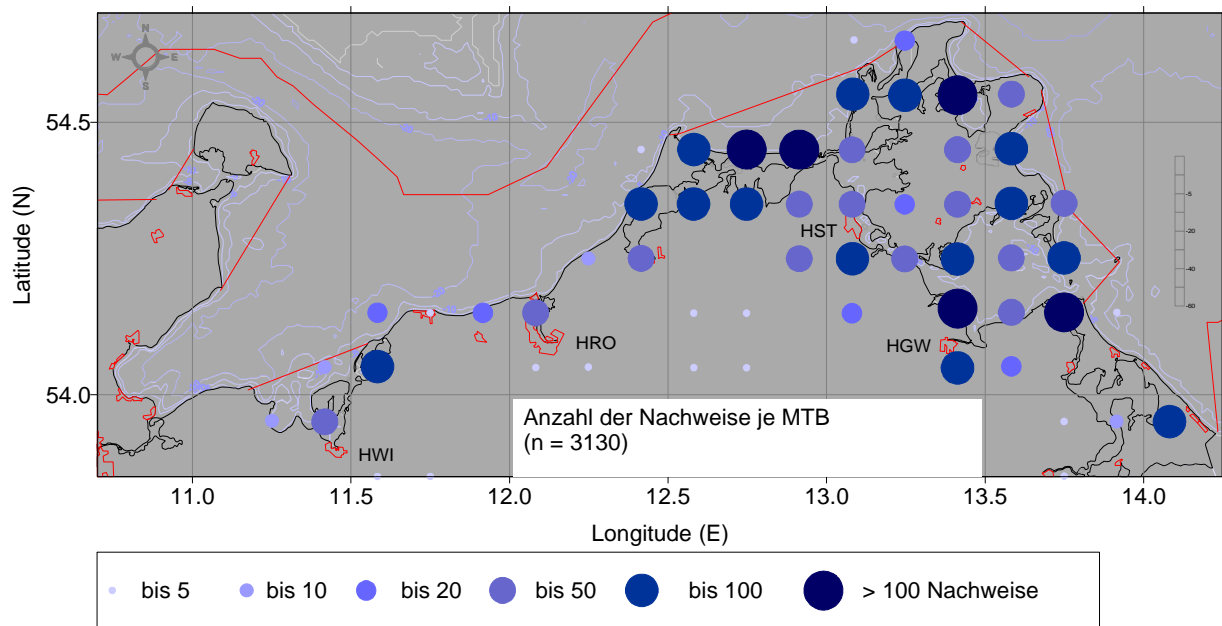


**Abb. 8** Theoretische Tiefengrenzen der Verbreitung von *Fucus vesiculosus*, *Zostera noltii*, *Ulva lactuca* und *Ceramium rubrum* im Greifswalder Bodden unter Berücksichtigung der pro Woche zur Verfügung stehenden Lichtdosis. Obere Verbreitungsgrenze nach YOUSEF (1999) (0,3 m,); mittlere Tiefe: 5,8 m (max. 13,5 m).

### 3.3 Die historischen typspezifischen Referenzbedingungen

#### 3.3.1 Die historischen Makrophytenbelege

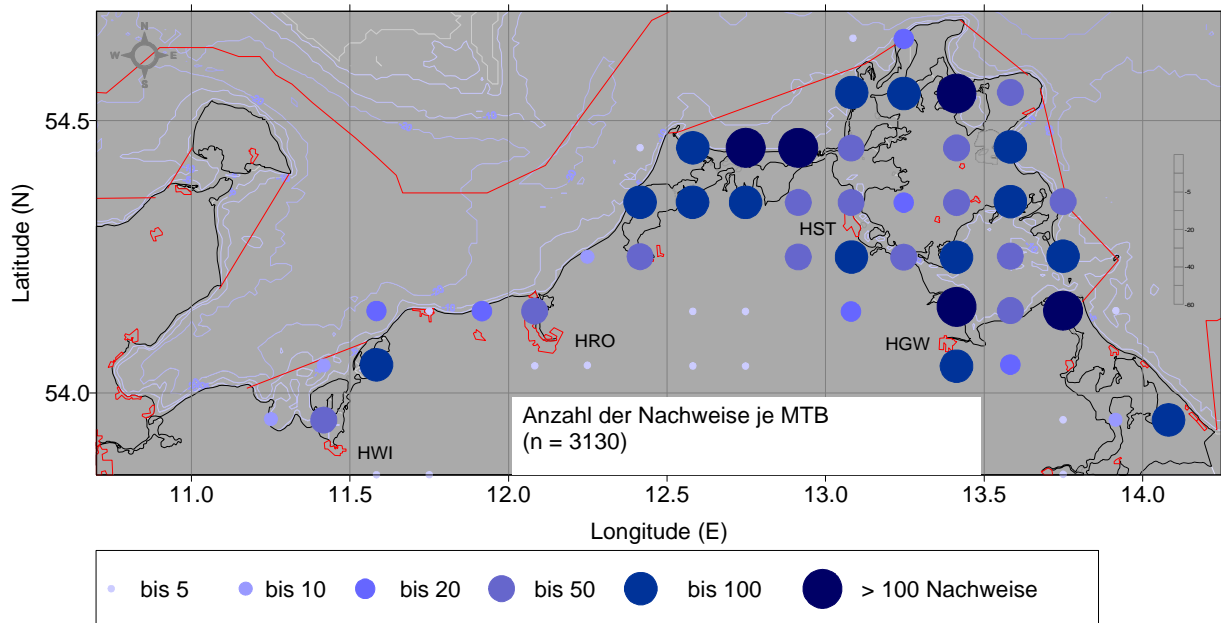
In Karte 2 ist die Anzahl der Nachweise von Makrophyten je Messtischblatt dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Darß-Zingster Boddenkette, die Nordrügenschon Boddengewässer und der Greifswalder Bodden bei Greifswald besonders gut untersucht sind. Weitgehend unerforscht ist das Gebiet zwischen Dassower See und Wismarbucht. Auch aus den Gebieten zwischen Rerik (Salzhaff) und Rostock sowie auf Usedom liegen nur wenige Daten vor.



**Karte 2** Anzahl der nachgewiesenen Makrophytenfunde pro berücksichtigtes Messtischblatt.

Karte 3 zeigt die Anzahl der pro Messtischblatt belegten Makrophytenarten. Es ist zu erkennen, dass in den schon o. g., gut untersuchten Gebiete auch mehr Arten beschrieben worden sind. Dies belegt noch einmal die unterschiedliche Güte der Makrophytennachweise je nach Küstenabschnitt.

Insgesamt konnte historisch und rezent das Vorkommen der folgenden 80 Arten belegt werden (Tabelle 8).



**Karte 3** Anzahl der nachgewiesenen Makrophytenarten je Messtischblatt.

**Tabelle 8** Die für die inneren Gewässer der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns nachgewiesenen Makrophytenarten. Die Nomenklatur richtet sich nach KRAUSE (1997) (Charophyceae), WOOD & IMAHORI (1964/65) (Charophyceae: Angaben in Klammern), PANKOW (1990) (übrige Algen), CASPER & KRAUSCH (1980) (*Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris*) und ROTHMALER (1986) (übrige Spermatophyta). In der Spalte „MTB“ ist die Summe der Messtischblätter angegeben, in der die Art im Untersuchungsgebiet jemals nachgewiesen wurde.

<b>Eubacteria</b>		
<b>Cyanobacteria</b>		MTB
1	<i>Rivularia atra</i>	2
<b>Protoctista</b>		
<b>Charophyceae</b>		MTB
2	<i>Chara aspera</i> (= <i>C. globularis</i> var. <i>aspera</i> f. <i>aspera</i> )	49
3	<i>C. baltica</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>baltica</i> f. <i>baltica</i> )	30
4	<i>C. canescens</i> (= <i>C. canescens</i> f. <i>canescens</i> )	33
5	<i>C. connivens</i> (= <i>C. globularis</i> var. <i>globularis</i> f. <i>connivens</i> )	6
6	<i>C. contraria</i> (= <i>C. vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> f. <i>contraria</i> )	31
7	<i>C. globularis</i> (= <i>C. globularis</i> var. <i>globularis</i> f. <i>globularis</i> )	53
8	<i>C. gymnophylla</i> (= <i>C. vulgaris</i> var. <i>gymnophylla</i> f. <i>gymnophylla</i> )	1
9	<i>C. hispida</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>major</i> f. <i>major</i> )	45
10	<i>C. horrida</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>baltica</i> f. <i>fastigiata</i> )	8
11	<i>C. intermedia</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>major</i> f. <i>intermedia</i> )	9
12	<i>C. liljebladii</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>baltica</i> f. <i>liljebladii</i> )	12

13	<i>C. polyacantha</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>hispida</i> f. <i>polyacantha</i> )	12
14	<i>C. rudis</i> (= <i>C. hispida</i> var. <i>major</i> f. <i>rudis</i> )	3
15	<i>C. tomentosa</i> (= <i>C. tomentosa</i> var. <i>tomentosa</i> )	59
16	<i>C. vulgaris</i> (= <i>C. vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> f. <i>vulgaris</i> )	32
17	<i>Lamprothamnium papulosum</i> (= <i>L. papulosum</i> var. <i>papulosum</i> f. <i>papulosum</i> )	2
18	<i>Nitellopsis obtusa</i>	23
19	<i>Tolypella nidifica</i> (= <i>T. nidifica</i> var. <i>nidifica</i> f. <i>nidifica</i> )	19

<b>Chlorophyceae</b>		MTB
20	<i>Chaetomorpha linum</i>	7
21	<i>C. melagonium</i>	1
22	( <i>Cladophora cristata</i> <sup>1</sup> )	2
23	<i>C. flexuosa</i>	1
24	<i>C. fracta</i>	1
25	<i>C. glomerata</i>	11
26	<i>C. rupestris</i>	2
27	<i>C. sericea</i>	4
28	<i>Enteromorpha clathrata</i>	1
29	<i>E. flexuosa</i>	1
30	<i>E. intestinalis</i>	13
31	<i>E. linza</i>	1
32	<i>E. ramulosa</i>	1
33	<i>Monostroma grevillei</i>	2
34	<i>M. latissimum</i>	1
35	<i>M. oxyspermum</i>	1
36	<i>Ochlochaete hystix</i> var. <i>ferox</i>	1
37	<i>Ulothrix implexa</i>	1
38	<i>Ulva lactuca</i>	1

<b>Phaeophyceae</b>		MTB
39	<i>Chorda filum</i>	6
40	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	7
41	<i>Elachista stellaris</i>	1
42	<i>Fucus serratus</i>	1
43	<i>F. vesiculosus</i>	20
44	<i>Microspongium gelatinosum</i>	1
45	<i>Pilayella littoralis</i>	1
46	<i>Sorapion kjellmanii</i>	1
47	( <i>Streblonema oligosporum</i> <sup>2</sup> )	1
48	<i>S. tenuissimum</i>	1

<b>Rhodophyceae</b>		MTB
49	<i>Ahnfeltia plicata</i>	1
50	<i>Ceramium diaphanum</i>	16
51	<i>C. gracillimum</i>	3
52	<i>C. rubrum</i>	5
53	<i>C. tenuissimum</i>	1

<sup>1</sup> *Cladophora cristata* ist lt. LAKOWITZ (1929) syn. zu *Cladophora gracilis*. Diese ist lt. NIELSEN (1994) syn. zu *C. flexuosa*

<sup>2</sup> *Streblonema oligosporum* ist lt. Lakowitz (1929) syn. zu *S. stilophorae*. Als weiteres Synonym zu *S. stilophorae* wird *S. tenuissimum* angegeben.

54	Furcellaria fastigiata	10
55	Kylinia kylinioides	1
56	Nemalion helminthoides	2
57	Polyides rotundus	2
58	Polysiphonia brodiaei	1
59	P. nigrescens	8
60	P. urceolata	1
61	P. sanguinea	3
62	P. violacea	2

---

**Plantae**

MTB

**Spermatophyta**

---

63	Ceratophyllum demersum	23
64	C. submersum	1
65	Eleocharis parvula	1
66	Hippuris vulgaris	2
67	Myriophyllum spicatum	33
68	M. verticillatum	22
69	Najas marina	11
	N. marina <i>ssp.</i> intermedia	16
	N. marina <i>ssp.</i> marina	4
70	Potamogeton crispus	10
71	P. lucens	51
72	P. pectinatus	48
	P. pectinatus <i>var.</i> scoparius	1
73	P. perfoliatus	3
74	Ranunculus baudotii	10
75	R. reptans	14
76	Ruppia cirrhosa	19
77	R. maritima	22
	R. maritima <i>ssp.</i> brevirostris	1
	R. maritima <i>ssp.</i> maritima	11
78	Zanichellia palustris	23
	Z. palustris <i>ssp.</i> pedicellatallata	8
	Z. palustris <i>ssp.</i> polycarpa	2
79	Zostera marina	46
80	Z. noltii	10

### 3.3.2 Die Verbreitungsmuster der Arten

Der Zusammenhang zwischen den nachgewiesenen Makrophytengemeinschaften und den ökologischen Typen lässt sich besonders gut für den Faktor Salinität erkennen. Für den Betrachtungszeitraum gingen wir davon aus, dass sich die Salinität in den verschiedenen Gebieten nicht wesentlich verändert hat. Die Schließung des Prerow-Stroms im Jahre 1874 und dadurch folgende Veränderungen der Pflanzengemeinschaften lassen sich mit den vorliegenden Daten nicht belegen, da die Anzahl der Aufsammlungen vor 1874 sehr gering ist.

Insgesamt lassen sich fünf Verbreitungsmuster der Makrophyten erkennen:

1. Arten, die nur bei hohen Salinitäten vorkommen.
2. Arten, die entlang der gesamten Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns, aber nicht an Süßwasserstandorten vorkommen. Hierzu gehören: *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Chara canescens*, *Chara baltica*.
3. Arten, die im Süßwasser und in schwach salzhaltigen Gewässern vorkommen: Diese Arten zeigen Vorkommen im Binnenland und reichen bis zur Darß-Zingster Boddenkette, wie z.B. *Chara aspera*.
4. Arten, die ausschließlich im Süßwasser vorkommen.
5. Arten, die ein nicht eindeutig interpretierbares Verbreitungsmuster zeigen. Hierzu gehören die meisten makroskopischen Algentaxa, mit Ausnahme der Characeen. Ein entscheidender Grund dafür ist die uneinheitliche Artansprache der Bearbeiter aufgrund unterschiedlicher Bestimmungsliteratur. So müsste aufgrund der Nachweise *Polysiphonia nigrescens* als Endemit des Greifswalder Boddens bezeichnet werden. Ob dies tatsächlich so ist, oder es sich um eine Verwechslung handelt, kann hier nicht entschieden werden. Nach PANKOW (1990) kommt die Art in der gesamten Ostsee vor.

Der Zusammenhang zwischen den vorgefundenen Makrophytengemeinschaften und den Sedimenten ist dagegen schwieriger herzustellen. Erstens liegen zu den historischen Daten nur in den seltensten Fällen Substratangaben vor. Zweitens finden sich verwertbare Angaben erst in den Arbeiten, die unter pflanzensoziologischem Gesichtspunkt durchgeführt worden sind (FUKAREK 1961, LINDNER 1972, BEHRENS 1980, KLOSS 1969, WEGENER 1991 u. a.). Drittens fehlen den Herbarbelegen mit wenigen Ausnahmen jegliche Substratangaben. Viertens ist in den Fällen, wo die Ansprache des Substrates nicht durch physikalische Messgrößen bestimmt wurde, von einer hohen Fehlerrate auszugehen. Um diesen Zusammenhang trotzdem aufzuzeigen, wurden zwei Wege beschritten. Für viele Arten konnten Erfahrungswerte als Grundlage herangezogen werden. So siedeln z.B. *Enteromorpha*- und *Ulva*-Arten ausschließlich auf Steinen. D. h., aus dem Vorkommen dieser Arten in einem Gebiet kann man auf das Vorhandensein von Geröllen und/oder Blöcken schließen. Drift-Algen, wie z.B. *Chaetomorpha*-Arten, sind hingegen substratunabhängig.

Eine im Vorfeld dieses Projektes angefertigte Diplomarbeit hat den Zusammenhang zwischen Substratbeschaffenheit und Vegetation im Salzhaff untersucht (STEINHARDT 2001). Die hier gewonnenen Ergebnisse können auf die anderen

beiden betrachteten Gebiete übertragen werden. Durch das Zusammenspiel dieser beiden Wege ist es in den meisten Fällen möglich, Makrophyten bzw. deren Gemeinschaften bestimmten Substrattypen zuzuordnen. Der Eisgang konnte als Faktor der Vegetationsbeeinflussung aufgrund mangelnder Daten noch nicht berücksichtigt werden. Das endgültige Leitbild wird dieser Faktor jedoch weiter untersucht und die Auswirkungen berücksichtigen.

### 3.4 Beschreibung der drei untersuchten Gewässer

In Tabelle 9 werden die physikalisch-chemischen Faktoren der drei Untersuchungsgebiete zusammengefasst.

**Tabelle 9** Physikalisch-chemische Charakterisierung der drei Gewässer (Werte nach CORRENS 1979, SCHLUNGBAUM *et al.* 1999/2000, Gewässergütebericht 1996/97, Hydrographische Karten der DDR 1986, Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern 1998).

Gewässer Parameter	Salzhaff	Darß-Zingster Bodden- kette	Greifswalder Bod- den
Volumen	ca. 0,06 km <sup>3</sup>	0,397 km <sup>3</sup>	2,96 km <sup>3</sup>
Fläche	ca. 27 km <sup>2</sup>	186,6 km <sup>2</sup>	510,2 km <sup>2</sup>
Einzugsgebiet (größere Zuflüsse)	ca. 271 km <sup>2</sup> (Hellbach)	1593 km <sup>2</sup> (Recknitz, Barthe, Körkwitz. B., Saaler Bach)	659,3 km <sup>2</sup> (Ryck, Ziese)
Tiefe			
Durchschnitt (Max.)	2,3 (9,5)	ca. 2 (16,5)	5,8 (13,5)
Salinität in psu		Gradient:	
Durchschnitt (Max. / Min)	12,5 (19,6 / 7,8)	Saaler Bodden 1-3 (3-4 / 0,5) Bodst. Bodden 3-4 (6-7 / 1-1,5) Barther Bodden 5-6 (8-10 / 1,5-2) Grabow 8-12 (15 / 7)	6,2-7,8 (11,2 / 3,2)
Sedimenttypen	Schlick, Feinsand, vereinzelt Steine	vorrangig Schlick, Fein- sand, (vereinzelt Grobsand, Steine)	Schlick, Feinsand, Grobsand, Steine
Eisgang		Bisher liegen keine Ergebnisse zu den Unterschieden zwischen den Bodden vor.	
Trophie (1996/97)	mesotroph	stark eutroph	eutroph
Besonderheiten	Makrophyten domi- nierter Bodden	Großer Salzgehaltsgradient zwischen Ribnitz-See und Grabow  Hohe Gelbstoffkonzent- rationen	Größtes Gewässer, am vielfältigsten im Substrat, stark von der Ostsee beeinflusst

**Tabelle 10** Verteilung der 910 Nachweise für die Bereiche Salzhaff, Darß-Zingster Boddenkette und Greifswalder Bodden über die verschiedenen betrachteten Zeitabschnitte (n = Anzahl der Nachweise).

<b>Zeitabschnitt</b>	<b>Salzhaff Autor/Sammler (n)</b>	<b>Darß-Zingster Boddenket- te Autor/Sammler (n)</b>	<b>Greifswalder Bodden Autor/Sammler (n)</b>
<b>bis 1850</b>		Holtz 1850 (1)	Gierth 1839 (1)
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1851-1900</b>	Griewank 1873 (3); Porter 1894 (23)	Anonymus 1852 (1); 1856 (2); 1860 (3); 1861 (1); 1891 (1); Holtz 1852 (1); 1853 (2); 1855 (1); 1856 (18); 1857 (17); 1858 (1); 1859 (1); 1860 (1); 1861 (17); 1864 (1); 1868 (4); 1873 (1); 1899 (5); Kraber 1857 (1); Laban 1900 (1); Marsson 1852 (3), 1854 (3); Münter 1852 (2); 1854 (1); Sickenb. 1852 (1); Zabel 1856 (15); 1862 (?) (1);	Anonymus 1867 (1); 1889 (4); 1890 (1); Edler 1887 (1); 1889 (1); Hauptfleisch 1886 (1); 1887 (4); 1888 (1); 1891 (1); 1895 (6); Holtz 1851 (1); 1854 (1); 1864 (1); 1868 (2); 1876 (7); 1881 (1); 1883 (1); 1884 (2); 1887 (14); 1888 (28); 1889 (28); 1890 (9); 1891 (13); 1892 (1); 1894 (5); 1895 (6); 1897 (4); 1899 (2); 1900 (4); Lemke 1851 (1); 1854 (1); Mars- son 1851 (1); 1852 (1); 1868 (3); Münter 1851 (3); 1852 (5); 1854 (5); 1855 (1); 1856 (1); Sydow 1889 (3); 1899 (4); Tesch 1859 (1); Zabel 1851 (1); 1854 (5); 1855 (3);
<b>Summe</b>	<b>26</b>	<b>107</b>	<b>190</b>
1901-1950			Anonymus 1901 (1); 1921 (1); Fraude 1905 (2); Görs 1909 (1); 1934 (1); Holtz 1904 (7); Klemm 1914 (4); Kramer 1918 (1); Lange 1921 (96); Leick 1904 (7); Pabel 1913 (1); Stroede 1931 (8); Uebe 1921 (8);
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>138</b>
1951-1980	Kloss 1969 (19);	Behrens 1980 (18); Fuka- rek 1957 (3); Hop- pe/Pankow 1968 (108); Krisch 1962 (1); 1976 (1); Lindner 1969 (19); 1970 (159); 1971 (77); 1978 (1); Pankow 1967 (2); Wegener 1954 (1);	Anonymus 1953 (1); 1956 (1); Bochning 1956 (1); Dettmann 1956 (1); Jeschke 1968 (1); Krisch 1969 (1); 1970 (10), 1971 (1); Sloboda 1972 (1); Wegener 1979 (1); Wohlrab 1959 (19);
<b>Summe</b>	<b>19</b>	<b>390</b>	<b>38</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>45</b>	<b>498</b>	<b>367</b>

Die drei Bodden liegen annähernd auf der gleichen geografischen Breite (Karte 1) und werden vor allem durch den Salzgradienten der vorgelagerten Ostsee, der Unterschiedlichkeit ihrer Einzugsgebiete und ihrer Morphologie geprägt.

Wie schon gezeigt, ist die Anzahl der Nachweise entlang der Küste von Mecklenburg-Vorpommern sehr unterschiedlich. Dies gilt auch für die drei Untersuchungs-gewässer. Für das Salzhaff konnten keine Herbarbelege gefunden werden, so dass hier eine Beschränkung auf Literaturangaben erfolgte. Die Darß-Zingster Bodden-kette wurde vor allem in den ersten fünfzig Jahren des letzten Jahrhunderts wenig untersucht. Insgesamt erschien die Referenzdichte für eine Beschreibung der Ma-krophytengemeinschaften jedoch als ausreichend.

**Tabelle 11** Die Vegetationsgemeinschaften der inneren Küstengewässer der deut-schen Ostsee in Abhängigkeit von den abiotischen Merkmalen der Ge-wässer. Die Einteilung der Salinität entspricht dem „Venice“-System (ANONYMUS 1958). Die Tiefe ist als prozentuale Tiefe des eindringen- den Oberflächenlichtes angegeben. Die Substrateinteilung erfolgte nach Kolb. D = Datenlage ungenügend.

		Salinität				Tiefe				Substrat						Eisgang			
		0,5 - 3 PSU	3 - 5 PSU	5 - 10 PSU	10 - 18 PSU	40% Licht	10% Licht	1% Licht	0,1% Licht	Schllick	sandiger Schllick	Schllickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Steine/Blöcke	mit Einfluss	ohne Einfluss	
1	Darmtang-Bestände	+	+	+		+								+	+	+	bisher keine Daten		
2	<i>Zostera noltii</i> - <i>Ruppia cirrhosa</i> -Gemeinschaft		+	+	+	+				+	+	+							
3	Bodden-Kleinarmleuchteralgen-Gemeinschaften	+	+	+		+				+	+								
4	Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -Gemeinschaft	+	D	+	+	+				+	+	+							
5	<i>Ruppia cirrhosa</i> -Bestände	+	+	+	+	+				+	+								
6	<i>Najas marina</i> -Bestände	+	+	+		+	D			+	+								
7	Bodden-Großarmleuchteralgen-Gemeinschaft	+	+	+		+	+			+	+	+							
8	Epilithische Grünalgen	+	+	+	+	+	+							+	+	+			
9	Characeen- <i>Zostera marina</i> -Gemeinschaft	+	D	+	+	+	+			+	+	+	+						
10	<i>Chaetomorpha linum</i> -Driftmatten	+	+	+	+	+	+	D		+	+	+	+	+	+	+			
11	<i>Chorda filum</i> -Bestände		+	+	+	+	+	+						+	+	+			
12	Epilithische Rotalgen		D	+	+	+	+	+						+	+	+			
13	<i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände		D	+	+	+	+	+						+	+	+			
14	ohne Vegetation <sup>1</sup>																+		

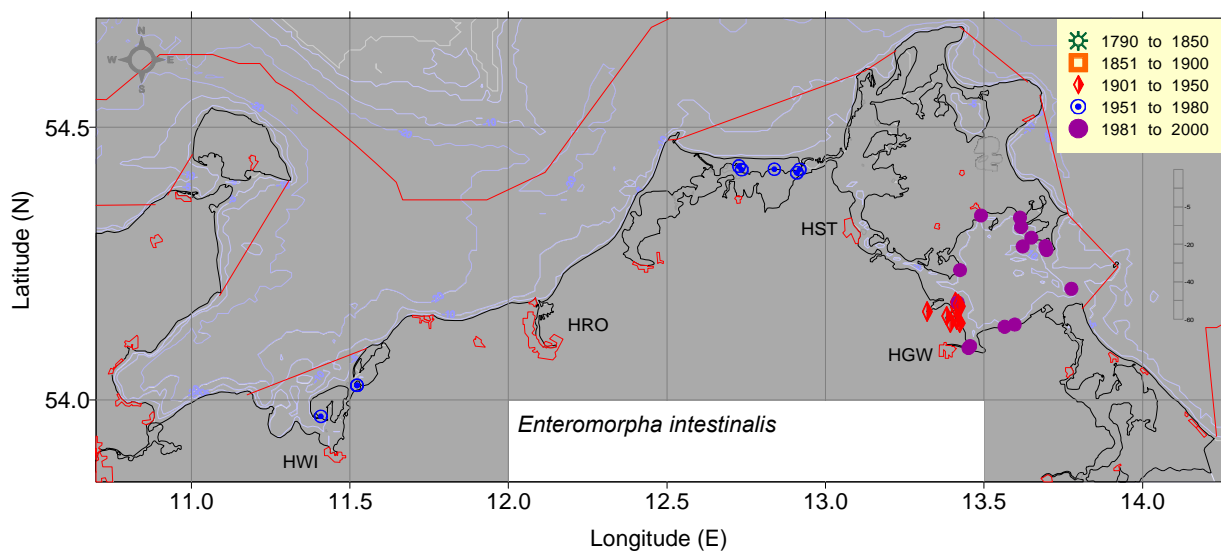
<sup>1</sup>: durch Störung

### 3.5 Die Vegetationstypen

Nach der Auswertung der Einzelnachweise submerser Makrophyten wurde deren Vergesellschaftung bestimmt. Dabei ergaben sich 13 Vegetationstypen, die nachfolgend erläutert werden (Tabelle 11).

#### 3.5.1 Darmtang-Bestände

Darmtang-Bestände sind an Hartsubstrate gebunden und kommen im Pseudolitoral vor. Nach den historischen Daten können Arten der Gattungen *Enteromorpha*, *Monostroma*, *Ulva*, *Ulvaria* und *Ulvopsis* beteiligt sein. Aufgrund taxonomischer Schwierigkeiten ist jedoch in vielen Fällen schon die Ansprache der Gattungen problematisch.



**Karte 4** Nachweise von *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

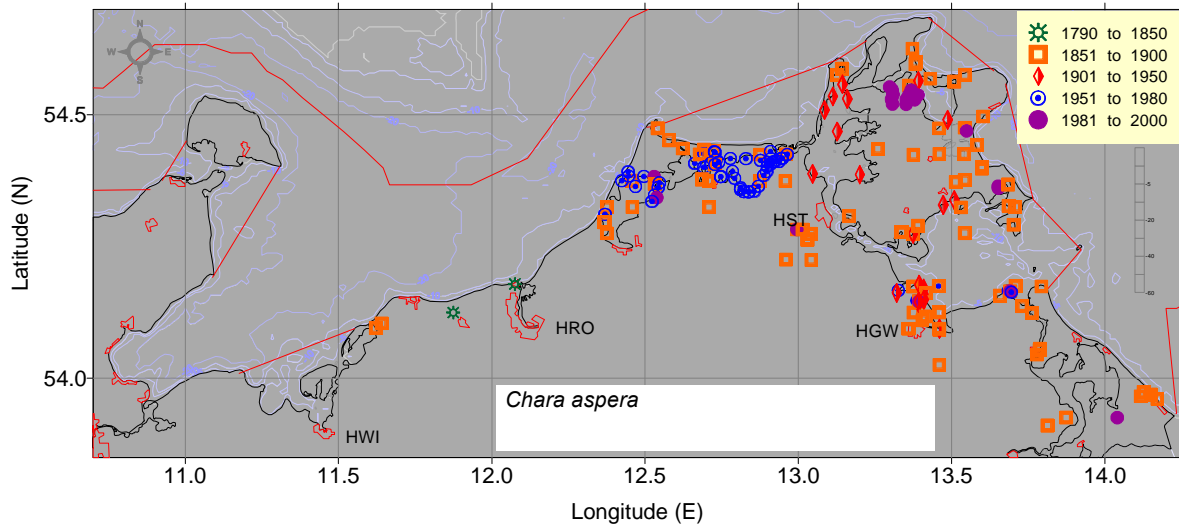
Diese Vegetationsform wurde aus dem Gebiet der südlichen Ostsee vielfach gemeldet (Karte 4): GEISEL (1986), KLEMM (1914), WEGENER (1991) und KRETSCHMER (1918) geben sie für den Greifswalder Bodden an. LINDER (1972), HOPPE & PANKOW (1968) und BEHRENS (1980) berichten über das Vorkommen von Darmtang-Beständen in der Darß-Zingster Boddenkette. KLOSS (1969) gibt sie für das Gebiet des Salzhaffs an.

#### 3.5.2 *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft

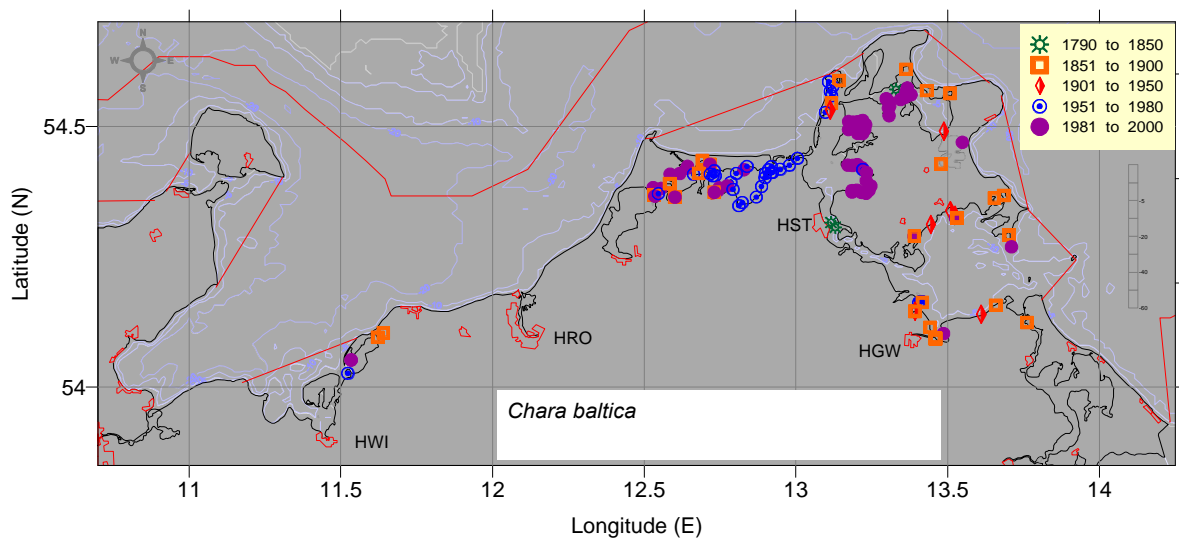
Mit zunehmender Wassertiefe und abnehmender Wellenwirkung haben weitere Arten die Möglichkeit, Standorte zu besiedeln. In einer Wassertiefe zwischen 25 und 75 cm tritt die *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft auf. Sie ist durch das stete Vorkommen von *Zostera noltii* und *Ruppia cirrhosa* gekennzeichnet. Des Weiteren treten Characeen wie *Chara aspera*, *Chara canescens* und *Chara baltica* auf.

Dieser Vegetationstyp ist ebenfalls an sandige Standorte gebunden (STEINHARDT 2001).

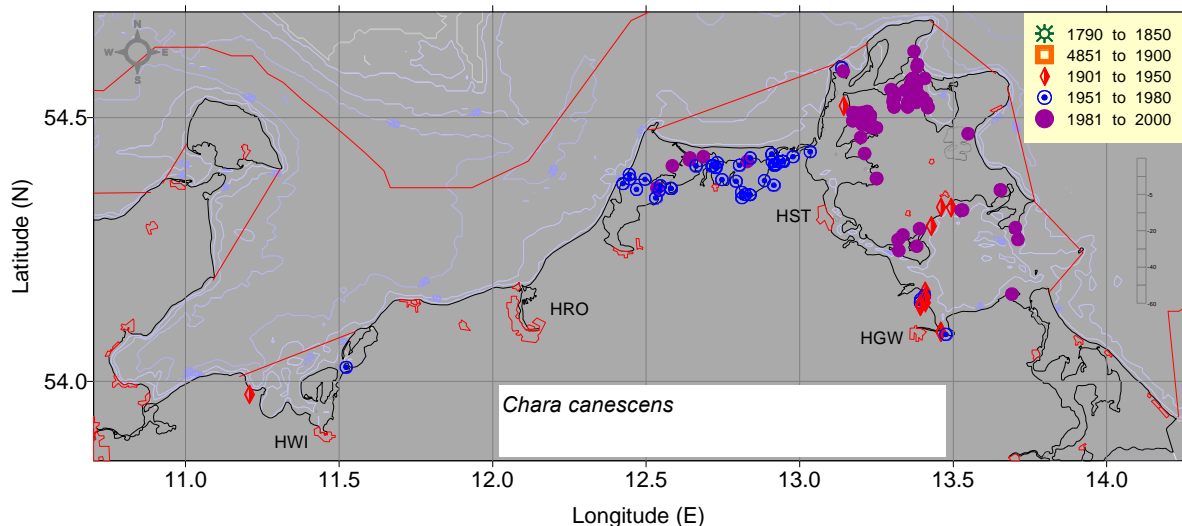
Die sichere Bestimmung von *Zostera noltii* ist schwierig. Aus der Literatur wurde *Zostera noltii* nur in der Wismarbucht nachgewiesen (KLOSS 1969). Alle ausgewerteten Herbarbelege erwiesen sich als Kümmerformen von *Zostera marina* (sog. var. *hornemanniana*).



**Karte 5** Nachweise von *Chara aspera* Deth. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).



**Karte 6** Nachweise von *Chara baltica* Bruz. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).



**Karte 7** Nachweise von *Chara canescens* Desv. & Loisel in Lois.-Desl. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

### 3.5.3 Bodden-Kleinarmleuchteralgen-Gemeinschaft

Hier sind die Dominanzbestände von *Chara aspera* (Karte 5), *Chara baltica* (Karte 6) und *Chara canescens* (Karte 7) zusammengefasst. Da sich die Standorte der Arten sehr ähnlich sind, wurden die bisher bestehenden pflanzensoziologischen Assoziationen Charetum asperae, Charetum balticae und Charetum canescentis zusammengefasst. Diese Gemeinschaft ist durch das dominante Auftreten einer der o. g. Arten geprägt. Die verbleibenden beiden anderen Arten können als Begleiter auftreten oder völlig fehlen.

Als Substrate werden sandiger Schlick und schlickiger Sand beschrieben. Die Siedlungstiefe der Gemeinschaft liegt zwischen 20 und 150 cm Wassertiefe (LINDNER 1972).

### 3.5.4 Characeen-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft

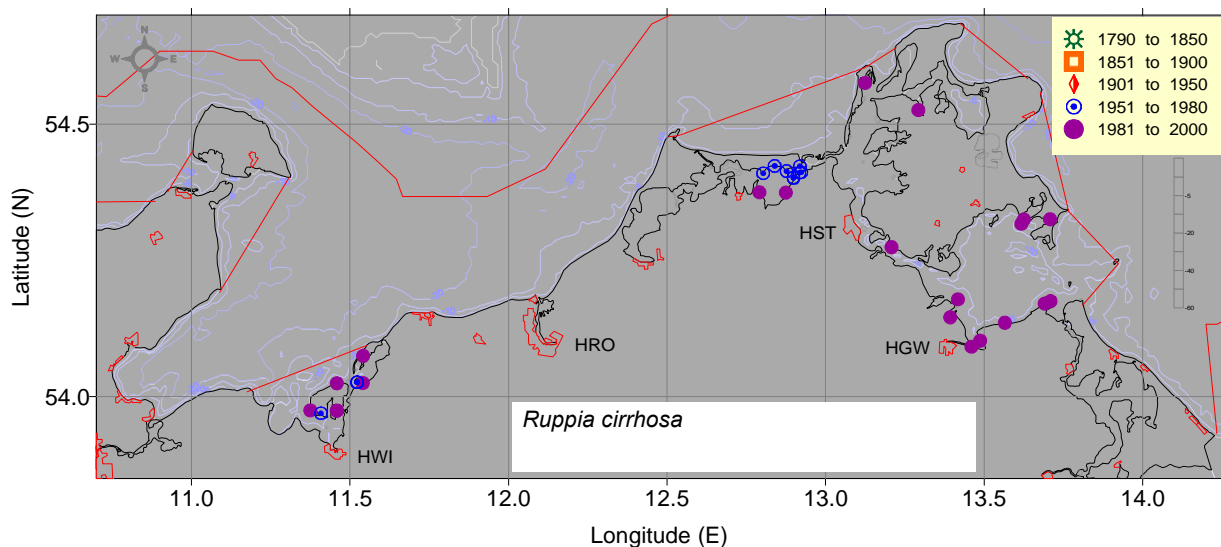
Diese Gemeinschaft schließt sich an die *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa* Gemeinschaft an. Mit zunehmender Tiefe fällt allerdings *Zostera noltii* aus. Dieser Vegetationstyp wurde Characeen-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft genannt. Zwischen 50 und 200 cm Wassertiefe siedelt eine Pflanzengemeinschaft, in der neben *Ruppia cirrhosa* vor allem Characeen wie *Chara baltica*, *Chara canescens* und *Tolypella nidifica* vorkommen. Wie bei den anderen *Ruppia*-Gemeinschaften werden auch hier Sand und schlickiger Sand besiedelt.

Die Characeen-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaften sind in allen drei Untersuchungsgebieten belegt.

### 3.5.5 *Ruppia cirrhosa*-Bestände

*Ruppia cirrhosa* bildet an stark exponierten Flachwasserstandorten zwischen 25 und 50 cm Wassertiefe Reinbestände. *Ruppia cirrhosa*-Bestände zeigen eine deutliche Bindung an Sand und schlickigen Sand als Substrat (STEINHARDT 2001). *Ruppia cirrhosa* wurde als Pionierpflanze beschrieben, die in exponierten Bereichen mit ihrem verflochtenen Wurzelwerk und ihrer geringen Wuchshöhe den Wellen nur eine geringe Angriffsfläche bietet und damit in diesem Tiefenbereich als einzige Art zu existieren vermag (LINDER 1972). Bemerkenswert ist das Fehlen von Epiphyten auf *Ruppia cirrhosa* (DÖSSELMANN 1992). Aufgrund der Exposition der Standorte ist das Fehlen von Driftmatten nicht verwunderlich.

*Ruppia cirrhosa*-Bestände (Karte 8) sind in allen Untersuchungsgebieten nachgewiesen worden. Im Bereich der Wismarbuch liegen Nachweise von der Insel Langenwerder (PANKOW *et al.* 1967) und aus dem Salzhaff (STEINHARDT 2001, UNGER 2000) vor. In der Darß-Zingster Boddenkette ist dieser Vegetationstyp durch LINDNER (1972) belegt. Im Greifswalder Bodden liegen Nachweise von GEISEL (1986) und WEGENER (1991) vor.



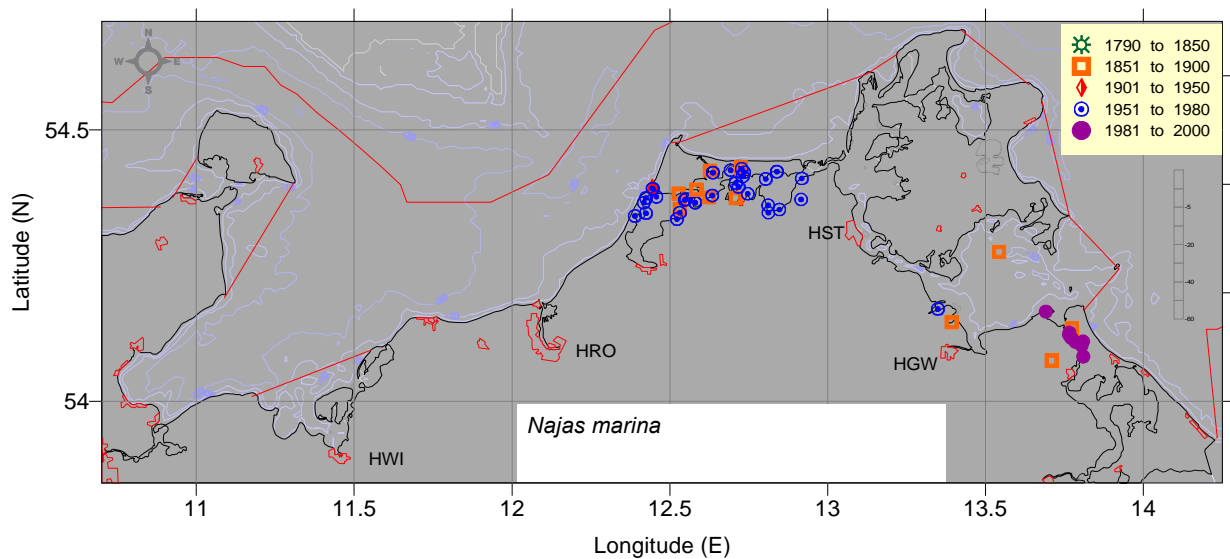
**Karte 8** Nachweise von *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande (Schraubige Salde) im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

### 3.5.6 *Najas marina*-Bestände

Die Dominanzbestände von *Najas marina* werden in dieser Vegetationsform dem pflanzensoziologischen Taxon des Najadetum marinae gegenübergestellt (Karte 9).

Die Bestände besiedeln Wassertiefen zwischen 40 und 80 cm, als Substrate dienen Schllick und sandiger Schllick (LINDNER 1972). Nach CASPER & KRAUSCH (1980) werden bei *Najas marina* zwei Subspezies unterschieden. Bei Herbarbelegen

kann diese Unterscheidung bei der Revision noch erfolgen, für Literaturangaben ist dies nicht möglich. Beide Subspecies kommen in den Untersuchungsgebieten vor. Es ist jedoch bisher nicht klar, ob sie unterschiedliche Standorte und Substrate besiedeln.



**Karte 9** Nachweise von *Najas marina* L. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

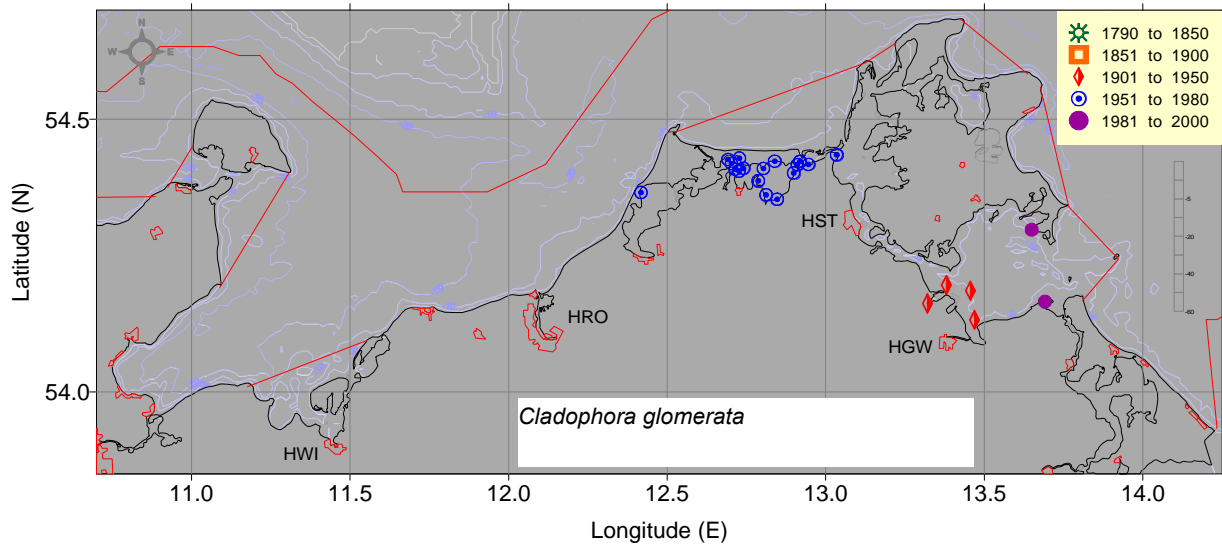
### 3.5.7 Bodden-Großarmleuchteralgen-Gemeinschaft

In dieser Gemeinschaft sind die Dominanzbestände von *Chara horrida*, *Chara intermedia*, *Chara liljebladii*, *Chara polyacantha* und *Chara tomentosa* zusammengefasst und ersetzen die pflanzensoziologischen Taxa. Im Gegensatz zur Bodden-Kleinarmleuchteralgen-Gemeinschaft ist die Siedlungstiefe deutlich höher; sie schwankt zwischen 100 und 300 cm Wassertiefe. Die Bodden-Großarmleuchteralgen-Gemeinschaft besiedelt ebenfalls sandigen Schlick und schlickigen Sand. Darüber hinaus werden auch Standorte mit reinem Schlick besiedelt (LINDNER 1972).

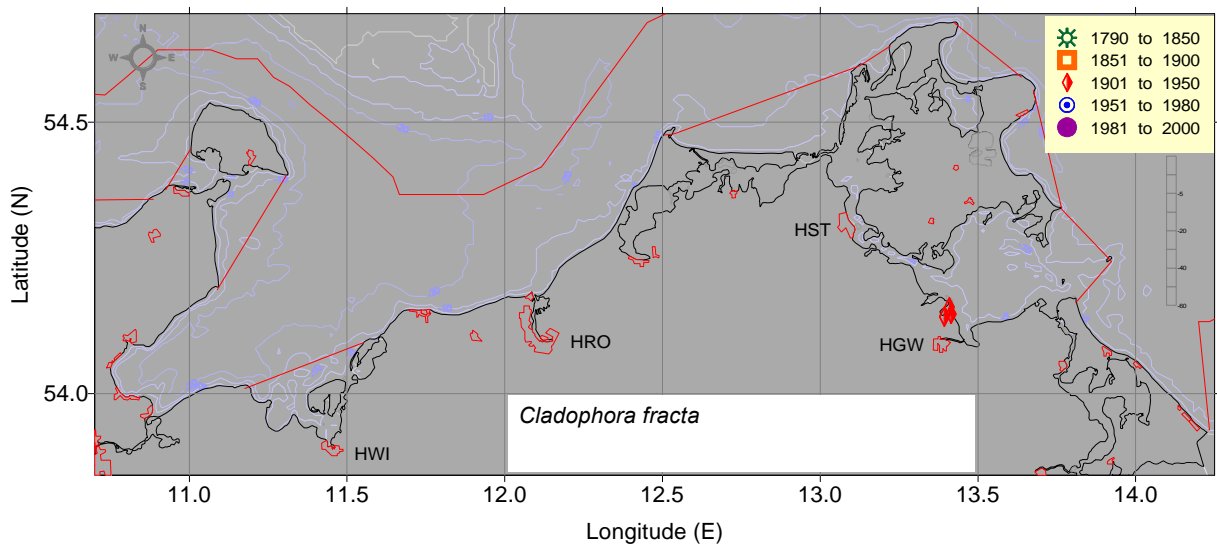
### 3.5.8 Epilithische Grünalgen

Bestände epilithischer Grünalgen werden durch verschiedene *Cladophora*-Arten gebildet. In der Mehrzahl der Arbeiten wird nur die Gattung angegeben. Deshalb zeigen die Verbreitungskarten dieser Arten (Karte 10, Karte 11) lediglich die Nachweise und nicht ihre tatsächliche Verbreitung.

Epilithische Grünalgen sind für alle Untersuchungsgebiete nachgewiesen.



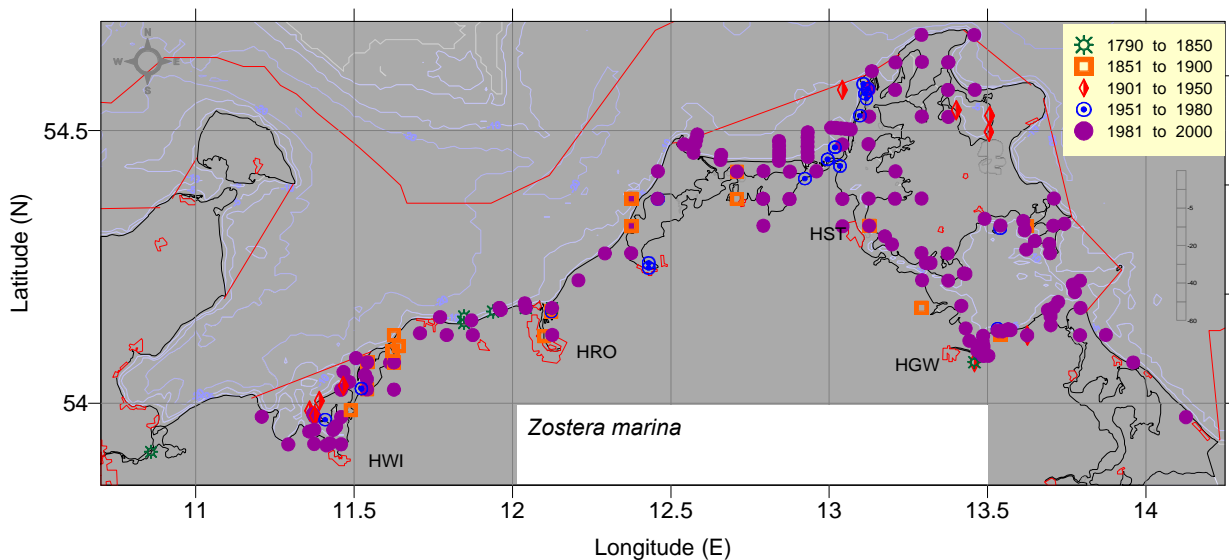
**Karte 10** Nachweise von *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).



**Karte 11** Nachweise von *Cladophora fracta* (O. F. Müller ex Vahl) Kütz. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

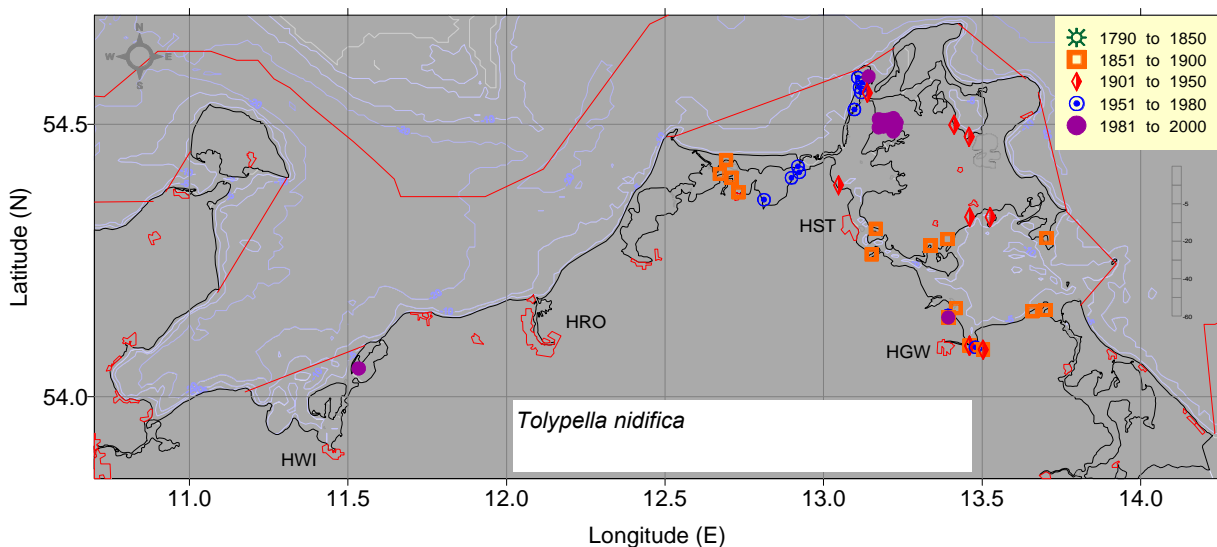
### 3.5.9 Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaft

Diese Vegetationsform tritt im Anschluss an die *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*- bzw. an die Characeen-*Ruppia*-Gemeinschaft auf. Mit einem Wassertiefenbereich von 100 bis 400 cm reicht die Chara-*Zostera marina*-Gemeinschaft bis zur unteren Verbreitungsgrenze der Spermatophyten.



**Karte 12** Nachweise von *Zostera marina* L. (Gewöhnliches Seegras) im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste. Die linienförmig angeordneten Fundorte sind auf Transektuntersuchungen zurückzuführen (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

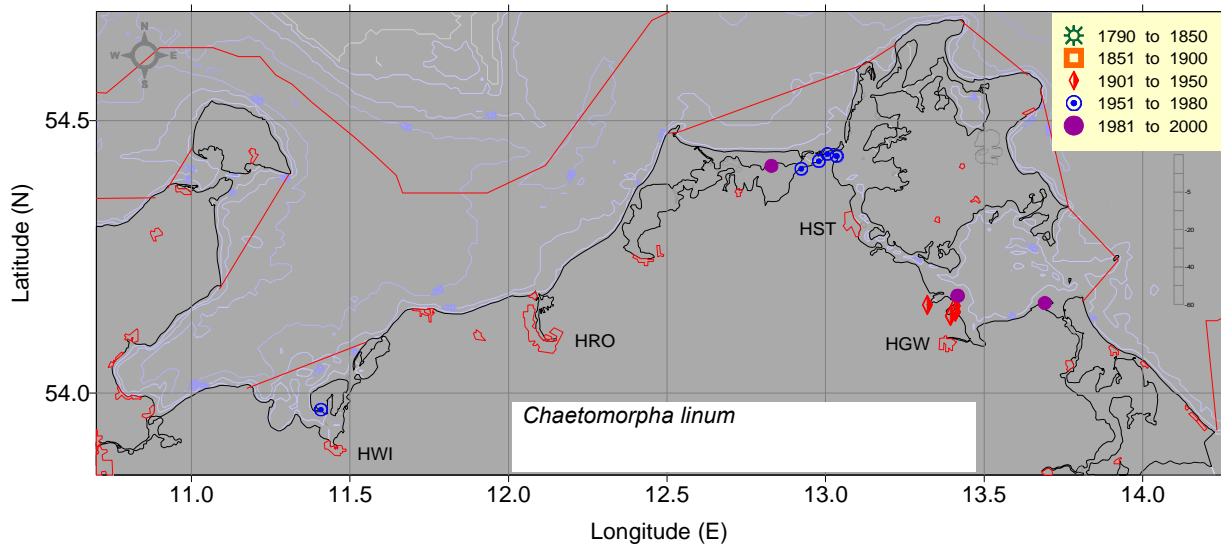
Mit hoher Stetigkeit ist *Tolypella nidifica* (Karte 13) und *Zannichellia palustris* in diesen Beständen vertreten. *Chara baltica*, *Chara canescens* und *Chara liljebladii* treten vorzugsweise bei geringeren Wassertiefen hinzu. Alle Substrate von Schlick, über sandigen Schlick bis Sand werden besiedelt (STEINHARDT 2001). Die Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaft ist für alle Untersuchungsgebiete belegt (Karte 12).



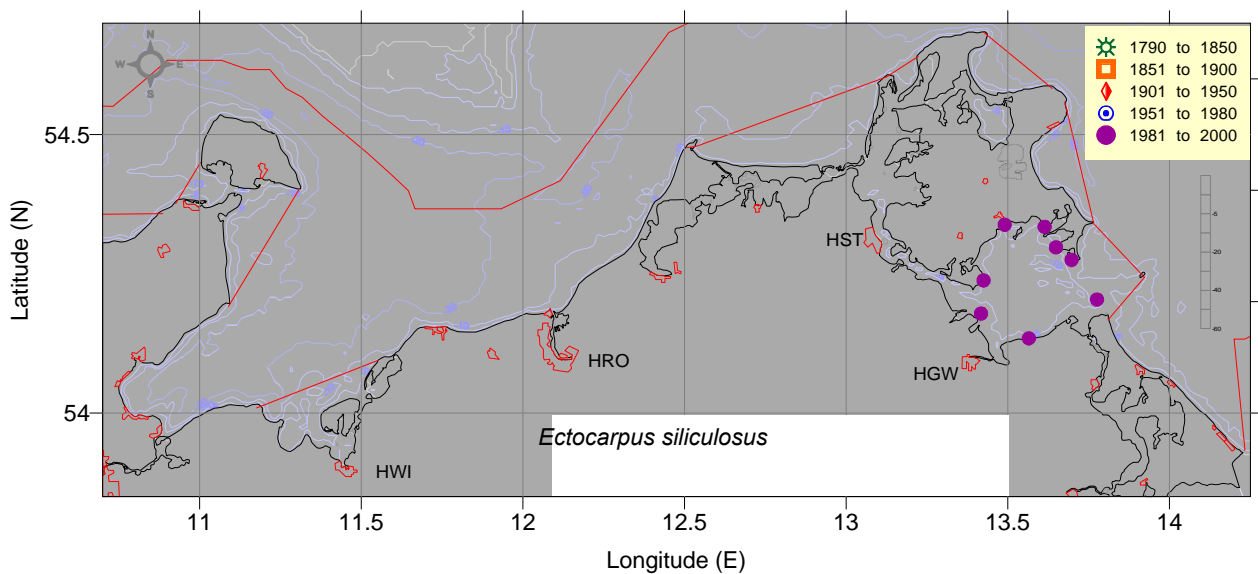
**Karte 13** Nachweise von *Tolypella nidifica* (O. F. Müller) A. Br. em. Wood im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

### 3.5.10 *Chaetomorpha linum*-Driftmatten

Bei den *Chaetomorpha*-Driftmatten handelt es sich um einen substratunabhängigen Vegetationstyp. Es sind Algenmatten, die durch *Chaetomorpha linum* dominiert werden. Arten wie *Ectocarpus siliculosus* und *Pilayella littoralis* können am Aufbau der Driftmatten als Begleiter oder als dominante Arten beteiligt sein.



**Karte 14** Nachweise von *Chaetomorpha linum* (O. F. Müller) Kütz. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

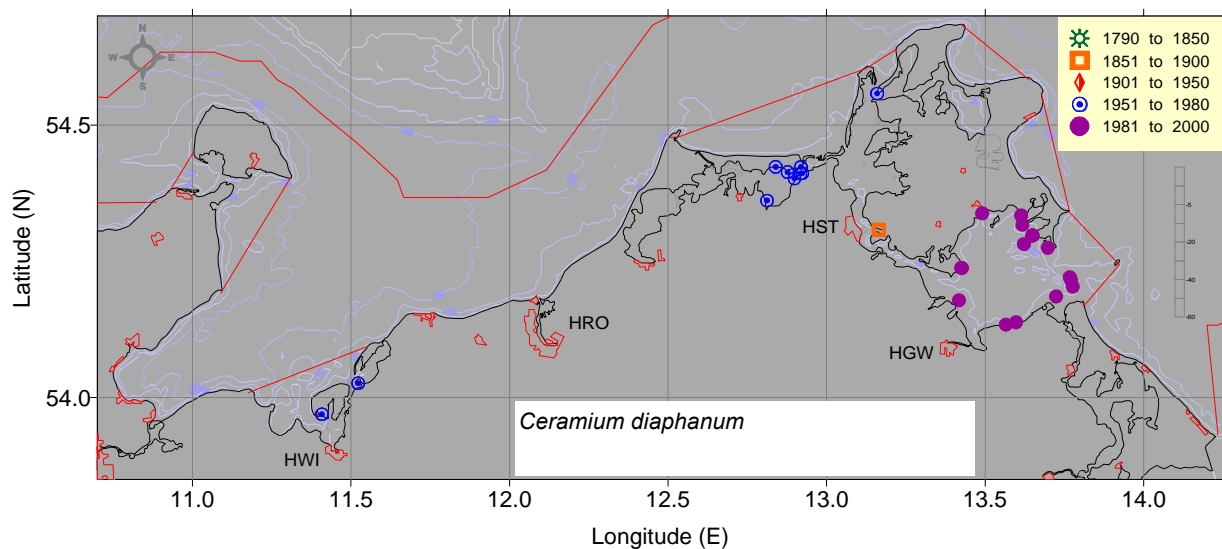


**Karte 15** Nachweise von *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

Auch diese Vegetationsform ist für alle Untersuchungsgebiete belegt (Karte 14): GEISEL (1986), KLEMM (1914), WEGENER (1991) und KRETSCHMER (1918) geben sie für den Greifswalder Bodden an (Karte 15). LINDER (1972) sowie HOPPE & PANKOW (1968) und BEHRENS (1980) berichten über das Vorkommen in der Darß-Zingster Boddenkette. KLOSS (1969) gibt sie für das Gebiet des Salzhaffs an.

### 3.5.11 *Chorda filum*-Bestände

Hier handelt es sich um einen an Hartsubstrat gebundenen Vegetationstyp. Die Auswertung der ökophysiologischen Literatur zeigte, dass *Chorda filum* nicht im Flachwasserbereich, sondern theoretisch erst ab einer Wassertiefe größer ein Meter gefunden werden kann.



**Karte 16** Nachweise von *Ceramium diaphanum* (Lightf.) Roth an im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

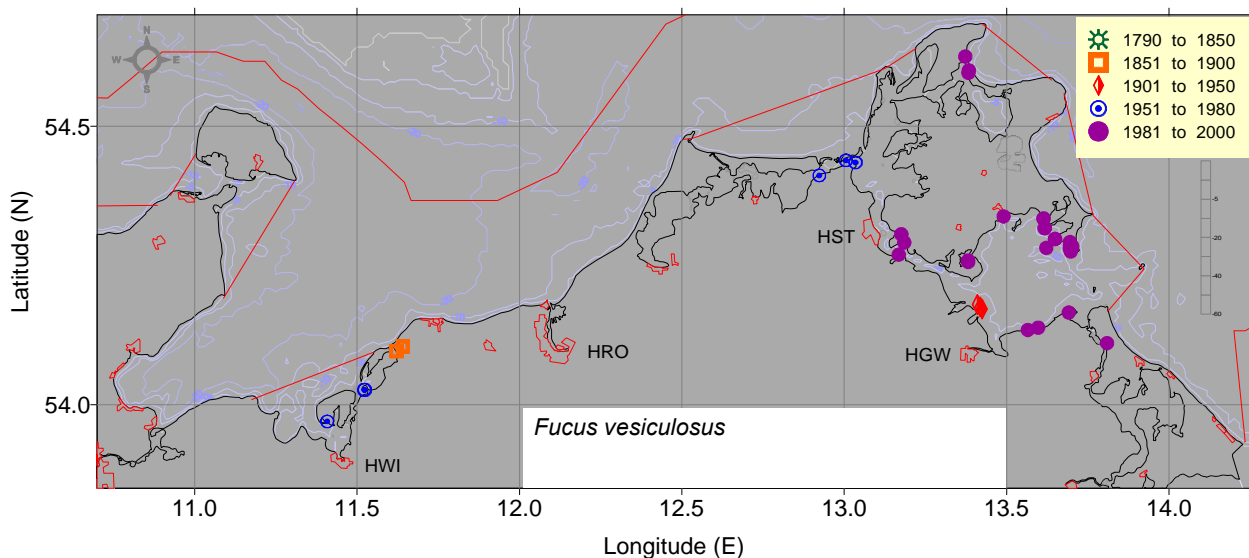
Außerdem kommt sie auch noch bei sehr schwachen Lichtverhältnissen in großer Tiefe vor (Krause mündl. Mitt.). Auf der anderen Seite konnten im Bereich Nordstrand (Fernlüttkewitz) *C. filum*-Bestände im unmittelbaren Oberflächenbereich beobachtet werden, so dass die Frage nach der Relevanz der Tiefenbegrenzung dieser Art gegenwärtig offen bleiben muss.

Das Vorkommen von *Chorda filum* ist nur für das Salzhaff (PORTER-PHILADELPHIA 1894) und in der Darß-Zingster Boddenkette in Gebieten von 5 - 8 PSU (HOPPE & PANKOW 1968, LINDNER 1972) angegeben. Da sie gegenwärtig auch an anderen Fundorten angetroffen werden kann, ist davon auszugehen, dass dieser Vegetationstyp häufiger vorkommt, als bisher bekannt. Im Gebiet der Darß-Zingster Boddenkette ist *Chorda filum* im Salinitätsbereich von 0 – 3 PSU nicht zu erwarten.

### 3.5.12 Epilithische Rotalgen

Epilithische Rotalgen-Bestände sind ebenfalls in allen Untersuchungsgebieten zu finden. Die Bestände setzen sich aus *Ahnfeltia plicata*, *Ceramium*- und *Polysiphonia*-Arten sowie *Furcellaria fastigiata* zusammen. In der Regel siedeln alle genannten Arten auf Hartsubstraten. Durch mechanische Beanspruchung werden aber oft große Teile der Organismen abgerissen und gelangen als Driftmatten in andere Vegetationstypen. In dieser Gruppe gibt es ebenfalls taxonomische Probleme - insbesondere in den Gattungen *Ceramium* und *Polysiphonia*. Wie schon bei den Darmtang-Beständen ist die Angabe bestimmter Arten sehr vom Bearbeiter abhängig.

Insgesamt tritt dieser Vegetationstyp in allen Untersuchungsgebieten auf (Karte 16). Lediglich im Greifswalder Bodden liegen durch die Untersuchungen von KLEMM (1914) und KRETSCHMER (1918) Daten vom Beginn des 20. Jahrhunderts vor. Für die anderen betrachteten Gebiete stammen die Daten im Wesentlichen aus dem 2. Drittel des 20. Jahrhunderts.



**Karte 17** Nachweise von *Fucus vesiculosus* L. im Bereich der inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (Basiskarte s. Karte 1 (Methoden)).

Durch die Auswertung der ökophysiologischen Daten konnte festgestellt werden, dass epilithische Rotalgen noch bei sehr geringen Unterwasserlichtwerten vorkommen (LEUKART & LÜNNING 1994). Dadurch ist die Abtrennung dieses Vegetationstyps von den epilithischen Grünalgen gerechtfertigt, da diese nur bei deutlich höheren Unterwasserlichtangeboten vorkommen (FORTES & LÜNNING 1980).

### 3.5.13 *Fucus vesiculosus*-Bestände

*Fucus vesiculosus*-Bestände kommen nur auf Hartsubstraten vor. Ihre Tiefenverbreitung reicht vom Flachwasser bis ca. 10 m (KAUTSKY *et al.* 1986). Sie müssen

als eigener Typ behandelt werden, da ein einziger Stein, der auf sandigem Substrat liegt, das Vorkommen von *Fucus vesiculosus* ermöglicht (Abb. 9). Die im Umfeld des Steines siedelnde Vegetation kann eine ganz andere sein. Auch die enorme Unabhängigkeit der Art von der Wassertiefe rechtfertigt die Definition eines eigenen Typs. Das Vorkommen von *Fucus vesiculosus*-Beständen ist für alle Untersuchungsgebiete belegt (Karte 17).



**Abb. 9** Ein von *Fucus vesiculosus* bewachsener Stein, der von einer Characeen-*Zostera noltii*-Gemeinschaft umgeben wird, die auf schlickigen Sand siedelt (Salzhaff) (Foto: Krause).

#### 3.5.14 Besonderheiten der Darß-Zingster Boddenkette

Einige Vegetationstypen sind nur für das Gebiet der Darß-Zingster Boddenkette belegt. Ursache dafür sind die morphologischen Bedingungen des Gebietes. Einerseits sind die Gewässer sehr flach, andererseits kommen Substrate wie schlickiger Sand und sandiger Schlick großflächig vor. Darüber hinaus ist der Salzgehalt sehr gering, so dass einige Pflanzengemeinschaften auftreten, die sonst ihren Verbreitungsschwerpunkt im Süßwasser haben (LINDNER 1972).

### 3.6 Die historischen Leitbilder der Untersuchungsgewässer

Die folgenden Tabellen beinhalten die Zuordnung der historischen Belege zu den physikalisch-chemischen Merkmalen der Hauptuntersuchungsgewässer: Das Salzhaff, die Darß-Zingster-Boddenkette und der Greifswalder Bodden. Anschließend wird für jedes Gewässer die für den sehr guten ökologischen Zustand zu erwartenden Makrophytengemeinschaften in Abhängigkeit von den abiotischen Faktoren dargestellt und erläutert.

**Tabelle 12** Makrophytenbelege der Wismarbucht und des Salzhaffs. Die Zahl entspricht der Beleg-Nr. im AnhangTabelle 23. Die Funde wurden für den jeweiligen Zeitabschnitt gemäß den Angaben der Autoren oder unseren Einschätzungen bezüglich Salinität, Tiefe und Sediment am Fundort eingeteilt. Die Tiefenzonierung erfolgte gemäß der berechneten Tiefenstufen der historischen gewässerspezifischen Lichteindringtiefe in Prozent des Oberflächenlichtes. Grau hinterlegte Felder kennzeichnen im Salzhaff nicht vorkommende abiotische Bedingungen (Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite).

Wismarbucht - Salzhaff							
Salinität: > 8 PSU							
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
1,2 m (40%)	> 1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921, <i>Ruppia cirrhosa</i> 829, 830, 925,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 455, 807, <i>Chara baltica</i> 456, 808, <i>Chara canescens</i> 457, 809, <i>Chara intermedia</i> 458, 810, <i>Potamogeton pectinatus</i> 462, 814, <i>Zannichellia palustris</i> 463, 815, >1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921 <i>Chara baltica</i> 820, <i>Chara canescens</i> 821, <i>Potamogeton pectinatus</i> 827, 828, <i>Zostera noltii</i> 836, 916, 928,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 455, 807, <i>Chara baltica</i> 456, 808, <i>Chara canescens</i> 457, 809, <i>Chara intermedia</i> 458, 810, <i>Potamogeton pectinatus</i> 462, 814, <i>Zannichellia palustris</i> 463, 815, >1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921 <i>Chara baltica</i> 820, <i>Chara canescens</i> 821, <i>Potamogeton pectinatus</i> 827, 828, <i>Zostera noltii</i> 836, 916, 928,	> 1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921 <i>Ruppia maritima</i> 831,	<b>1851-1900:</b> <i>Ceramium rubrum</i> 454, 806, <i>Chorda filum</i> 459, 811, <i>Fucus vesiculosus</i> 460, 812, <i>Furcellaria fastigiata</i> 461, 813, > 1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921, <i>Ceramium diaphanum</i> 818, 919, <i>Ceramium rubrum</i> 819, 920, <i>Chorda filum</i> 922, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 923, <i>Fucus vesiculosus</i> 924,	<b>1851-1900:</b> <i>Ceramium rubrum</i> 454, 806, <i>Chorda filum</i> 459, 811, <i>Fucus vesiculosus</i> 460, 812, <i>Furcellaria fastigiata</i> 461, 813, > 1951: <i>Chaetomorpha linum</i> 921, <i>Ceramium diaphanum</i> 818, 919, <i>Ceramium rubrum</i> 819, 920, <i>Chorda filum</i> 922, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 923, <i>Fucus vesiculosus</i> 924,	

**Wismarbucht - Salzhaff (Fortsetzung)**

**Salinität: > 8 PSU**

	<b>Schlick</b>	<b>Sandiger Schlick</b>	<b>Schlickiger Sand</b>	<b>Sand</b>	<b>Kies</b>	<b>Geröll</b>	<b>Block</b>
<b>3,0 m (10%)</b>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 464, 816, 817,</p> <p><b>1901-1951:</b> <i>Zostera marina</i> 917, 918,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 834, 835, 837, 927, <i>Zannichellia</i> <i>palustris</i> 832, 833, 926</p>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 464, 816, 817,</p> <p><b>1901-1951:</b> <i>Zostera marina</i> 917, 918,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 834, 835, 837, 927, <i>Zannichellia</i> <i>palustris</i> 832, 833, 926</p>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 464, 816, 817,</p> <p><b>1901-1951:</b> <i>Zostera marina</i> 917, 918,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 834, 835, 837, 927, <i>Zannichellia</i> <i>palustris</i> 832, 833, 926</p>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 464, 816, 817,</p> <p><b>1901-1951:</b> <i>Zostera marina</i> 917, 918,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 834, 835, 837, 927, <i>Zannichellia</i> <i>palustris</i> 832, 833, 926</p>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Ceramium rubrum</i> 454, 806, <i>Chorda filum</i> 459, 811, <i>Fucus vesiculosus</i> 460, 812, <i>Furcellaria</i> <i>fastigiata</i> 461, 813,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Chaetomorpha</i> <i>linum</i> 921, <i>Ceramium</i> <i>diaphanum</i> 818, 919, <i>Ceramium rubrum</i> 819, 920, <i>Chorda filum</i> 922, <i>Enteromorpha</i> <i>intestinalis</i> 923, <i>Fucus vesiculosus</i> 924</p>	<p><b>1851-1900:</b> <i>Ceramium rubrum</i> 454, 806, <i>Chorda filum</i> 459, 811, <i>Fucus vesiculosus</i> 460, 812, <i>Furcellaria</i> <i>fastigiata</i> 461, 813,</p> <p><b>&gt; 1951:</b> <i>Chaetomorpha</i> <i>linum</i> 921, <i>Ceramium</i> <i>diaphanum</i> 818, 919, <i>Ceramium rubrum</i> 819, 920, <i>Chorda filum</i> 922, <i>Enteromorpha</i> <i>intestinalis</i> 923, <i>Fucus vesiculosus</i> 924</p>	
<b>6,1 m (1%)</b>							
<b>9 m (0,1%)</b>							

**Tabelle 13** Historisches Leitbild des Makrophytengemeinschaften der Wismar Bucht und des Salzhaffs. Die Gruppierung erfolgte gemäß der gewässerspezifischen Nachweise (Tabelle 12) und wurde mit den, aus der Literatur bekannten, ökophysiologischen Ansprüchen der Arten abgeglichen. Die Einzelfunde wurden den in Kap. 3.5 beschriebenen Pflanzengemeinschaften zugeordnet. Die Pflanzengemeinschaften sind nach den abiotischen Standortfaktoren eingeteilt (Salinität, gewässerspezifische Eindringtiefe des Oberflächenlichtes und Sedimentzusammensetzung), in denen sie nachgewiesen wurden. Grau hinterlegt sind abiotische Verhältnisse, die im Salzhaff nicht vorkommen.

Wismarbucht - Salzhaff							
Salinität: > 8 PSU							
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
1,2 m (40%)	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten <i>Zostera noltii</i> - <i>Ruppia cirrhosa</i> - G	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten <i>Zostera noltii</i> - <i>Ruppia cirrhosa</i> -G.		<i>Chaetomorpha</i> - Driftmatten	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten <i>Fucus vesiculosus</i> -B. Darmtang-G. ( <i>Enteromorpha</i> spec., <i>Monostroma</i> spec., <i>Ulva</i> spec. <i>Ulvaria</i> spec., <i>Ulvopsis</i> spec.) epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia plicata</i> , <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) [nicht belegt]		
3,0 m (10%)	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Characeen- <i>Zostera marina</i> -Gemeinschaft ( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> spec., <i>Tolypella nidifica</i> )				<i>Chorda filum</i> -B. <i>Fucus vesiculosus</i> -B. epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia plicata</i> , <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) [nicht belegt]		
6,1 m (1%)							
9 m (0,1%)							

### 3.7 Das Salzhaff

Die Rekonstruktion des „sehr guten ökologischen Zustands“ für die Makrophyten des Salzhaffs (Tabelle 12; Tabelle 13) gemäss den Vorgaben der EU WRRL ist nur bedingt durch die Auswertung von Literaturdaten möglich. Herbarmaterial aus dem Gebiet konnte nicht gefunden werden.

Belegt ist, dass in den Flachwasserbereichen des Salzhaffs, wo Schlick, schlickiger Sand und sandiger Schlick als Substrate auftreten, eine artenreiche Vegetation vorhanden war, die durch Characeen und das kleine Seegras (*Zostera noltii*) bestimmt wird. Ausschließlich auf Schlick wurde die Characeen-*Ruppia-cirrhosa*-Gemeinschaft nachgewiesen (KLOSS 1969).

Bis zur Tiefe in die noch 1% des Oberflächenlichtes eindringen kann, werden Kies, Gerölle und Blöcke von *Fucus vesiculosus* und *Chorda filum* besiedelt. Im Flachwasser treten zusätzlich Darmtang-Bestände auf. Daten über andere epilithische Algenarten liegen nicht vor. Es ist anzunehmen, dass - wie im Greifswalder Bodden - eine Vielzahl dieser Arten im Salzhaff vorkamen.

Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaften siedeln auf Schlick, sandigem Schlick, schlickigen Sand und Sand bis in eine Tiefe, in die noch 10% des Oberflächenlichtes eindringt.

Auch ein vom Substrat und Licht unabhängiges Vorkommen von *Chaetomorpha*-Driftmatten ist für das Salzhaff anzunehmen, aber nicht belegt.

Es wird angenommen, dass die heutige Fahrrinne nördlich des Boiensdorfer Werders künstlich vertieft wurde. Deshalb kann weiter angenommen werden, dass Bereiche, in die weniger als 1% des Oberflächenlichtes eindringen, unter natürlichen Verhältnissen nicht vorkamen. Andere Quellen (SCHUBERT mdl.) nehmen diese Rinne als potentiell natürlichen Ursprung an. Das Problem konnte nicht abschließend geklärt werden.

**Tabelle 14** Makrophytenbelege der Darß-Zingster Boddenkette für niedrige Salzgehalte. Die Zahl entspricht der Beleg-Nr. im Anhang Tabelle 23. Die Funde wurden für den jeweiligen Zeitabschnitt gemäß den Angaben der Autoren oder unseren Einschätzungen bezüglich Salinität, Tiefe und Sediment am Fundort eingeteilt. Die Tiefenzonierung erfolgte nach den berechneten Tiefenstufen der gewässerspezifischen historischen Lichteindringtiefe in Prozent des Oberflächenlichtes. Grau hinterlegte Felder kennzeichnen in der Darß-Zingster Boddenkette nicht vorkommende abiotische Bedingungen (Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite).

Darß-Zingster Boddenkette								
Salinität: 0,5 - 3 PSU, 3 - 5 PSU								
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block	
0,4 m (40%)	<b>1851-1900:</b> <i>Chara hispida</i> 4, 5, 303, 323, <i>Chara polyacantha</i> 304, <i>Chara tomentosa</i> 238, 291, 305, 324, <i>Najas marina</i> 8, 292, 306, <b>&gt; 1951:</b> <i>Chara intermedia</i> 244, 254, 262, 268, 269, 280, 287, 321, <i>Chara hispida</i> 11, 29, 242, 243, 253, 261, 267, 279, 286, 320, <i>Chara tomentosa</i> 12, 22, 245, 246,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 1, 2, 3, 6, 9, 237, 277, 288, 293, <i>Chara baltica</i> 295, 329, <i>Chara canescens</i> 7, 10, 18, 20, 252, 297, <i>Chara hispida</i> 4, 5, 303, 323, <i>Chara polyacantha</i> 304, <i>Chara tomentosa</i> 238, 291, 305, 324, <i>Najas marina</i> 8, 292, 306, <b>&gt; 1951:</b> <i>Chara aspera</i> 14, 15, 19, 240, 251, 259, 265, 275, 285, 294, 307, 318,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 1, 2, 3, 6, 9, 237, 277, 288, 293, <i>Chara baltica</i> 295, 329, <i>Chara canescens</i> 7, 10, 18, 20, 252, 297, <i>Chara hispida</i> 4, 5, 303, 323, <i>Chara polyacantha</i> 304, <i>Chara tomentosa</i> 238, 291, 305, 324, <i>Najas marina</i> 8, 292, 306, <b>&gt; 1951:</b> <i>Chara aspera</i> 14, 15, 19, 240, 251, 259, 265, 275, 285, 294, 307, 318,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ruppia cirrhosa</i> 26, 302,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Cladophora glomerata</i> 23, 271	<b>&gt; 1951:</b> <i>Cladophora glomerata</i> 23, 271		

**Darß-Zingster Boddenkette (Fortsetzung)**

**Salinität:** 0,5 - 3 PSU, 3 - 5 PSU

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
<b>0,4 m</b> <b>(40%)</b> Forts.	247, 255, 256, 263, 270, 281, 299, 310, 311, 322, 325, 326, <i>Najas marina</i> 13, 248, 249, 250, 257, 272, 273, 283, 290, 300, 312, 313, 316, 317, 327, 328, <i>Ruppia maritima</i> 27,	<i>Chara baltica</i> 16, 17, 296, 308, <i>Chara canescens</i> 21, 241, 260, 266, 276, 298, 309, 314, 315, 319, <i>Chara intermedia</i> 244, 254, 262, 268, 269, 280, 287, 321, <i>Chara hispida</i> 11, 29, 242, 243, 253, 261, 267, 279, 286, 320, <i>Chara tomentosa</i> 12, 22, 245, 246, 247, 255, 256, 263, 270, 281, 299, 310, 311, 322, 325, 326, <i>Najas marina</i> 13, 248, 249, 250, 257, 272, 273, 283, 290, 300, 312, 313, 316, 317, 327, 328, <i>Myriophyllum spi-</i> <i>catum</i> 282, 289, <i>Potamogeton pecti-</i> <i>natus</i> 24, 25, 258, 264, 274, 284, 301,	<i>Chara baltica</i> 16, 17, 296, 308, <i>Chara canescens</i> 21, 241, 260, 266, 276, 298, 309, 314, 315, 319, <i>Chara intermedia</i> 244, 254, 262, 268, 269, 280, 287, 321, <i>Chara hispida</i> 11, 29, 242, 243, 253, 261, 267, 279, 286, 320, <i>Chara tomentosa</i> 12, 22, 245, 246, 247, 255, 256, 263, 270, 281, 299, 310, 311, 322, 325, 326, <i>Najas marina</i> 13, 248, 249, 250, 257, 272, 273, 283, 290, 300, 312, 313, 316, 317, 327, 328, <i>Myriophyllum</i> <i>spicatum</i> 282, 289, <i>Potamogeton</i> <i>pectinatus</i> 24, 25, 258, 264, 274, 284, 301,				

**Darß-Zingster Boddenkette (Fortsetzung)**

**Salinität:** 0,5 - 3 PSU, 3 - 5 PSU

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
<b>1,0 m (10%)</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Cladophora</i> <i>glomerata</i> : 23, 271	<b>&gt; 1951:</b> <i>Cladophora</i> <i>glomerata</i> : 23, 271	
<b>2,0 m (1%)</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 30, 236, 278, <b>&gt; 1951:</b> <i>Zostera marina</i> 239, <i>Zannichellia</i> + <i>pedicellata</i> 28,			
<b>3,0 m (0,1%)</b>							

**Tabelle 15** Historisches Leitbild des Makrophytengemeinschaften der Darß-Zingster Boddenkette bei niedrigen Salinitäten. Die Gruppierung erfolgte gemäß den gewässerspezifischen Nachweisen (Tabelle 14) und wurden mit den aus der Literatur bekannten ökophysiologischen Ansprüchen der Arten abgeglichen. Die Einzelfunde wurden den in Kap. 3.5 beschriebenen Pflanzengemeinschaften zugeordnet. Die Pflanzengemeinschaften sind nach den abiotischen Standortfaktoren (Salinität, gewässerspezifische Eindringtiefe des Oberflächenlichtes und Sedimentzusammensetzung), in denen sie nachgewiesen wurden, eingeteilt. Grau hinterlegt sind abiotische Verhältnisse, die in der Darß-Zingster Boddenkette bei niedrigen Salinitäten nicht vorkommen.

Darß-Zingster Boddenkette							
Salinität: 0,5 - 5 PSU							
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
<b>0,4 m (40%)</b>	Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara tomentosa</i> ) Najas marina-B.	Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -G. Kleinarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara aspera</i> , <i>Ch. canescens</i> ) Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara tomentosa</i> ) Najas marina-B. <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -G. Kleinarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara aspera</i> , <i>Ch. canescens</i> ) Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara tomentosa</i> ) <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -G.	epilithische Grünalgen ( <i>Cladophora spec.</i> )		
<b>1,0 m (10%)</b>	Characeen- <i>Zostera marina</i> G.						
<b>2,0 m (1%)</b>							
<b>3,0 m (0,1%)</b>							

**Tabelle 16** Makrophytenbelege der Darß-Zingster Boddenkette für hohe Salzgehalte. Die Zahl entspricht der Beleg-Nr. im Anhang Tabelle 23. Die Funde wurden für den jeweiligen Zeitabschnitt gemäß den Angaben der Autoren oder unseren Einschätzungen bezüglich Salinität, Tiefe und Sediment am Fundort eingeteilt. Die Tiefenzonierung erfolgte nach den berechneten Tiefenstufen der gewässerspezifischen historischen Lichteindringtiefe in Prozent des Oberflächenlichtes. Grau hinterlegte Felder kennzeichnen in der Darß-Zingster Boddenkette nicht vorkommende abiotische Bedingungen (Fortsetzung der Tabelle auf den nächsten Seiten).

Darß-Zingster Boddenkette II								
Salinität: 5 - 8 PSU								
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block	
0,9-1,1 m	<b>1851-1900:</b> <i>Chara tomentosa</i> 35, 93, 94, 120, 238, 362, 363, 407, 415, <b>1951:</b> <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Chara hispida</i> 70, 90, 139, 229, 386, 410, 440, <i>Chara horrida</i> 71, <i>Chara tomentosa</i> , 51, 72, 73, 95, 96, 159, 387, 402, 441, 442, <i>Najas marina</i> 54, 75, 76, 99, 192, 351, 355, 391, 412, 436, 443,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 31, 40, 58, 80, 113, 237, 405, 414, 444, <i>Chara baltica</i> 32, 33, 42, 43, 44, 357, 358, <i>Chara canescens</i> 34, 45, 59, 62, 63, 64, 85, 87, <i>Chara hispida</i> 29, 46, 361, 406, <i>Chara liljebladii</i> 47, 66, 91, <i>Chara polyacantha</i> 48, 49, 50, 92, <i>Chara tomentosa</i> 35, 93, 94, 120, 238, 362, 363, 407, 415, <i>Chara vulgaris</i> 364, 411,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 31, 40, 58, 80, 113, 237, 405, 414, 444, <i>Chara baltica</i> 32, 33, 42, 43, 44, 357, 358, <i>Chara canescens</i> 34, 45, 59, 62, 63, 64, 85, 87, <i>Chara hispida</i> 29, 46, 361, 406, <i>Chara liljebladii</i> 47, 66, 91, <i>Chara polyacantha</i> 48, 49, 50, 92, <i>Chara tomentosa</i> 35, 93, 94, 120, 238, 362, 363, 407, 415, <i>Chara vulgaris</i> 364, 411,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ruppia maritima</i> 56, 78, 103, 144, 202, 203, 375, 393, 403, 418, 425,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ceramium diaphanum</i> 116, 128, 132, 155, 174, 175, 382, <i>Ceramium rubrum</i> 133, 176, 226, <i>Chorda filum</i> 160, 187, 222, 230, <i>Cladophora glomerata</i> 52, 97, 121, 140, 161, 172, 231, 369, 380, 388, 434, <i>Cladophora sericea</i> 188, <i>Fucus vesiculosus</i> 189, 223, 232, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 53, 74, 122	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ceramium diaphanum</i> 116, 128, 132, 155, 174, 175, 382, <i>Ceramium rubrum</i> 133, 176, 226, <i>Chorda filum</i> 160, 187, 222, 230, <i>Cladophora glomerata</i> 52, 97, 121, 140, 161, 172, 231, 369, 380, 388, 434, <i>Cladophora sericea</i> 188, <i>Fucus vesiculosus</i> 189, 223, 232, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 53, 74, 122,		

**Darß-Zingster Boddenkette II (Fortsetzung)**

**Salinität: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block	
<b>0,9-1,1 m (40%)</b>	<i>Ruppia cirrhosa</i> 126, 130, 142, 143, 162, 200, 201, 381,	<i>Lamprothamnium pa- pulosum</i> <i>Najas marina</i> 55, <b>&gt; 1951:</b> <i>Ceratophyllum demer- sum</i> 117,177, 429, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Chara aspera</i> 39, 41, 67, 81, 82, 111, 112, 129, 134, 135, 136, 149, 165, 166, 167, 179, 180, 181, 210, 352, 353, 366, 370, 377, 383, 384, 399, 416, 420, 427, 430, 431, 438, <i>Chara baltica</i> 68, 83, 84, 108, 118, 137, 138, 153, 156, 168, 182, 183, 221, 367, 371, 378, 400, 408, 421, 428, <i>Chara canescens</i> 69, 86, 88, 89, 114, 119, 154, 157, 158, 169, 170, 171, 184, 185, 186, 228, 354, 372, 379, 385, 401, 409, 422, 432, 433, 439,	<i>Lamprothamnium pa- pulosum</i> <i>Najas marina</i> 55, <b>&gt; 1951:</b> <i>Ceratophyllum demer- sum</i> 117,177, 429, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Chara aspera</i> 39, 41, 67, 81, 82, 111, 112, 129, 134, 135, 136, 149, 165, 166, 167, 179, 180, 181, 210, 352, 353, 366, 370, 377, 383, 384, 399, 416, 420, 427, 430, 431, 438, <i>Chara baltica</i> 68, 83, 84, 108, 118, 137, 138, 153, 156, 168, 182, 183, 221, 367, 371, 378, 400, 408, 421, 428, <i>Chara canescens</i> 69, 86, 88, 89, 114, 119, 154, 157, 158, 169, 170, 171, 184, 185, 186, 228, 354, 372, 379, 385, 401, 409, 422, 432, 433, 439,			<i>Polysiphonia nigrescens</i> 193, <i>Polysiphonia violacea</i> 194, <i>Rivularia atra</i> 102, 199, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227,	<i>Polysiphonia nigrescens</i> 193, <i>Polysiphonia violacea</i> 194, <i>Rivularia atra</i> 102, 199, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227,	

**Darß-Zingster Boddenkette II (Fortsetzung)**

**Salinität: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
		<i>Chara hispida</i> 70, 90, 139, 229, 386, 410, 440, <i>Chara horrida</i> 71, <i>Chara tomentosa</i> , 51, 72, 73, 95, 96, 159, 387, 402, 441, 442, <i>Myriophyllum spicatum</i> 98, 109, 190, 191, 373, 389, 390, 417, 423, 435, <i>Najas marina</i> 54, 75, 76, 99, 192, 351, 355, 391, 412, 436, 443, <i>Potamogeton crispus</i> 124, 195, 437, <i>Potamogeton pectinatus</i> 77, 100, 101, 115, 125, 141, 173, 196, 197, 198, 225, 368, 374, 392, 413, 424,	<i>Chara hispida</i> 70, 90, 139, 229, 386, 410, 440, <i>Chara horrida</i> 71, <i>Chara tomentosa</i> , 51, 72, 73, 95, 96, 159, 387, 402, 441, 442, <i>Myriophyllum spicatum</i> 98, 109, 190, 191, 373, 389, 390, 417, 423, 435, <i>Najas marina</i> 54, 75, 76, 99, 192, 351, 355, 391, 412, 436, 443, <i>Potamogeton crispus</i> 124, 195, 437, <i>Potamogeton pectinatus</i> 77, 100, 101, 115, 125, 141, 173, 196, 197, 198, 225, 368, 374, 392, 413, 424,				
<b>2,3 - 2,9 m (10%)</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 36, 37, 38, 150, 151, 365, <i>Tolypella nidifica</i> 65, 145, 163, 204, 394, <b>&gt; 1951:</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 36, 37, 38, 150, 151, 365, <i>Tolypella nidifica</i> 65, 145, 163, 204, 394, <b>&gt; 1951:</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 36, 37, 38, 150, 151, 365, <i>Tolypella nidifica</i> 65, 145, 163, 204, 394, <b>&gt; 1951:</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Zostera marina</i> 36, 37, 38, 150, 151, 365, <i>Tolypella nidifica</i> 65, 145, 163, 204, 394, <b>&gt; 1951:</b>	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ceramium diaphanum</i> 116, 128, 132, 155, 174, 175, 382, <i>Ceramium rubrum</i> 133, 176, 226, <i>Chorda filum</i> 160,	<b>&gt; 1951:</b> <i>Ceramium diaphanum</i> 116, 128, 132, 155, 174, 175, 382, <i>Ceramium rubrum</i> 133, 176, 226, <i>Chorda filum</i> 160,	

**Darß-Zingster Boddenkette II (Fortsetzung)**

**Salinität: 5 - 8 PSU**

	<b>Schlick</b>	<b>Sandiger Schlick</b>	<b>Schlickiger Sand</b>	<b>Sand</b>	<b>Kies</b>	<b>Geröll</b>	<b>Block</b>
	<i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Zostera marina</i> 30, 209, 211, 235, 236, <i>Zannichellia palustris</i> 57, 61, 79, 104, 105, 106, 107, 110, 104, 105, 106, 107, 110, 127, 131, 146, 147, 148, 164, 205, 206, 207, 208, 224, 233, 234, 376, 395, 396, 397, 398, 404, 419, 426,	<i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Zostera marina</i> 30, 209, 211, 235, 236, <i>Zannichellia palustris</i> 57, 61, 79, 104, 105, 106, 107, 110, 127, 131, 146, 147, 148, 164, 205, 206, 207, 208, 224, 233, 234, 376, 395, 396, 397, 398, 404, 419, 426,	<i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Zostera marina</i> 30, 209, 211, 235, 236, <i>Zannichellia palustris</i> 57, 61, 79, 104, 105, 106, 107, 110, 127, 131, 146, 147, 148, 164, 205, 206, 207, 208, 224, 233, 234, 376, 395, 396, 397, 398, 404, 419, 426,	<i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227, <i>Zostera marina</i> 30, 209, 211, 235, 236, <i>Zannichellia palustris</i> 57, 61, 79, 104, 104, 105, 106, 107, 110, 127, 131, 146, 147, 148, 164, 205, 206, 207, 208, 224, 233, 234, 376, 395, 396, 397, 398, 404, 419, 426,	187, 222, 230, <i>Fucus vesiculosus</i> 189, 223, 232, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 53, 74, 122, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 193, <i>Polysiphonia violacea</i> 194, <i>Rivularia atra</i> 102, 199, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227,	187, 222, 230, <i>Fucus vesiculosus</i> 189, 223, 232, <i>Enteromorpha intestinalis</i> 53, 74, 122, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 193, <i>Polysiphonia violacea</i> 194, <i>Rivularia atra</i> 102, 199, <i>Chaetomorpha linum</i> 152, 178, 220, 227,	
<b>4,5-5,8 m (1%)</b>							
<b>6,7-8,6 m (0,1%)</b>							

**Tabelle 17** Historisches Leitbild des Makrophytengemeinschaften der Darß-Zingster Boddenkette bei hohen Salinitäten. Die Gruppierung erfolgte gemäß den gewässerspezifischen Nachweisen (Tabelle 16) und wurde mit den aus der Literatur bekannten ökophysiologischen Ansprüchen der Arten abgeglichen. Die Einzelfunde wurden den in Kap. 3.5 beschriebenen Pflanzengemeinschaften zugeordnet. Die Pflanzengemeinschaften sind nach den abiotischen Standortfaktoren eingeteilt (Salinität, gewässerspezifische Eindringtiefe des Oberflächenlichtes und Sedimentzusammensetzung), in denen sie nachgewiesen wurden. Grau hinterlegt sind abiotische Verhältnisse, die in der Darß-Zingster Boddenkette bei hohen Salinitäten nicht vorkommen.

Darß-Zingster Boddenkette							
Salinität: 5 - 8 PSU							
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
0,9-1,1 m (40%)	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara liljebladii</i> ) <i>Najas marina</i> -B. <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -Gemeinschaft Kleinarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> , <i>Ch. canescens</i> ) Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara liljebladii</i> ) <i>Najas marina</i> -B. <i>Zostera notii</i> - <i>Ruppia cirrhosa</i> -G. <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>		<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Characeen- <i>Ruppia cirrhosa</i> -Gemeinschaft	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten epilithische Grünalgen ( <i>Cladophora</i> spec.) epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia plicata</i> , <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) Darmtang-Bestände ( <i>Enteromorpha</i> spec., <i>Monostroma</i> spec. <i>Ulva</i> spec. <i>Ulvaria</i> spec., <i>Ulvopsis</i> spec.) <i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände		

**Darß-Zingster Boddenkette (Fortsetzung)**

**Salinität: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
2,3- 2,9 m (10%)	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Characeen- <i>Zostera marina</i> -G.				<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten epilithische Grünalgen ( <i>Cladophora</i> spec.) epilithische Rotalgen ( <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) <i>Fucus vesiculosus</i> -B. <i>Chorda filum</i> -B.		
4,5- 5,8 m (1%)							
6,7- 8,6 m (0,1%)							

### 3.8 Die Darß-Zingster Boddenkette

Aufgrund der vielfältigen pflanzensoziologischen Arbeiten ist die Datenlage im Gebiet der Darß-Zingster Boddenkette außerordentlich gut und erlaubt eine Rekonstruktion des „sehr guten ökologischen Zustands“ für die Makrophyten gemäss den Vorgaben der EU WRRL (Tabelle 14, Tabelle 15, Tabelle 16, Tabelle 17). Lediglich der Zeitabschnitt zwischen 1901 und 1950 ist kaum belegt.

Durch die morphologischen Gegebenheiten des Gewässers traten Blöcke als Substrat und Zonen, in denen weniger als 0,1% des Oberflächenlichtes eindringt, nicht auf. Schlick, sandiger Schlick und schlickiger Sand werden von einer Reihe von Characeen-Gesellschaften besiedelt. An Standorten mit Schlick als Substrat treten zusätzlich Characeen-*Ruppia*-Gesellschaften auf. Kies und Geröll werden von zahlreichen epilithischen Algengemeinschaften besiedelt. Tiefenunabhängig kommen epilithische Grün- und Rotalgen sowie *Fucus vesiculosus* vor. Die Darmtang-Gemeinschaft bleibt auf das Flachwasser beschränkt. Sandige und schlickige Substrate werden in der Zone, in der noch 1% des an der Oberfläche einfallenden Lichtes vorhanden ist, durch die Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaft besiedelt.

Bemerkenswert sind die historischen Nachweise von *Lamprothamnium papulosum* und *Chara connivens* im Gebiet. Beide Arten sind entlang der Küste Mecklenburg-Vorpommerns nur von wenigen Standorten bekannt und sind heute im Gebiet ausgestorben (KRAUSE 1997).

**Tabelle 18** Makrophytenbelege des Greifswalder Boddens. Die Zahl entspricht der Beleg-Nr. im Anhang Tabelle 23. Die Funde wurden für den jeweiligen Zeitabschnitt gemäß den Angaben der Autoren oder unseren Einschätzungen bezüglich Salinität, Tiefe und Sediment am Fundort eingeteilt. Die Tiefenzonierung erfolgte nach den berechneten Tiefenstufen der gewässerspezifischen historischen Lichteindringtiefe in Prozent des Oberflächenlichtes. Grau hinterlegte Felder kennzeichnen im Greifswalder Bodden nicht vorkommende abiotische Bedingungen (Fortsetzung der Tabelle auf den nächsten Seite)(\* = Angaben zweifelhaft).

Greifswalder Bodden								
Salinitätsgruppe: 5 - 8 PSU								
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block	
2,1 m (40%)	<b>1901-1951:</b> <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <b>&gt;1951:</b> <i>Ranunculus baudotii</i> 480*, 488*, 496*, 497*, 517*, 518*, 680*, 689*, 693*, 842*, 863*, 871*, 879*, <i>Ruppia cirrhosa</i> 648, 694, 751,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 490, 491, 537, 538, 562, 563, 580, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 664, 698, 718, 730, 731, 773, 779, 844, 845, 846, <i>Chara baltica</i> 540, 600, 601, 602, 603, 604, 674, 699, 848, 849, 850, <i>Chara canescens</i> 542, 543, 544, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 700,	<b>1851-1900:</b> <i>Chara aspera</i> 490, 491, 537, 538, 562, 563, 580, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 664, 698, 718, 730, 731, 773, 779, 844, 845, 846, <i>Chara baltica</i> 540, 600, 601, 602, 603, 604, 674, 699, 848, 849, 850, <i>Chara canescens</i> 542, 543, 544, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 700,	<b>1901-1951:</b> <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ruppia maritima</i> 771,	<b>1901-1951:</b> <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, 771,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586, 655, <i>Cladophora crispata</i> 483, 526, 548, 634, <i>Cladophora flexuosa</i> 527, 549, <i>Cladophora fracta</i> 550, 635, 659, <i>Cladophora glomerata</i> 484, 498, 571, 672,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586, 655, <i>Cladophora crispata</i> 483, 526, 548, 634, <i>Cladophora flexuosa</i> 527, 549, <i>Cladophora fracta</i> 550, 635, 659, <i>Cladophora glomerata</i> 484, 498, 571, 672,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586, 655, <i>Cladophora crispata</i> 483, 526, 548, 634, <i>Cladophora flexuosa</i> 527, 549, <i>Cladophora fracta</i> 550, 635, 659, <i>Cladophora glomerata</i> 484, 498, 571, 672,

**Greifswalder Bodden**

**Salinitätsgruppe: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
		775, 777, 851, 853, 854, 855,	775, 777, 851, 853, 854, 855,		739,	739,	739,
<b>2,1 m (40%) Forts.</b>		<i>Chara connivens</i> 614, 758, 776, 778, <i>Chara globularis</i> 665, 859, 860, <i>Chara hispida</i> 492, 515, 616, 675, <i>Chara horrida</i> 617, 618, <i>Chara liljebladii</i> 516, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 861, <i>Chara tomentosa</i> 493, 494, 495, 631, 735, 736, 761, 774, 780, 881, <i>Lamprothamnium</i> <i>papulosum</i> 640, <i>Najas marina</i> 642, 643, 882, 1901-1951: <i>Ceratophyllum</i> <i>demersum</i> 728,	<i>Chara connivens</i> 614, 758, 776, 778, <i>Chara globularis</i> 665, 859, 860, <i>Chara hispida</i> 492, 515, 616, 675, <i>Chara horrida</i> 617, 618, <i>Chara liljebladii</i> 516, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 861, <i>Chara tomentosa</i> 493, 494, 495, 631, 735, 736, 761, 774, 780, 881, <i>Lamprothamnium</i> <i>papulosum</i> 640, <i>Najas marina</i> 642, 643, 882, 1901-1951: <i>Ceratophyllum</i> <i>demersum</i> 728,		<i>Enteromorpha</i> <i>clathrata</i> 551, 636, 660, <i>Enteromorpha</i> <i>flexuosa</i> 503, 532, 552, 637, 638, <i>Enteromorpha</i> <i>intestinalis</i> 485, 509, 528, 533, 553, 565, 574, 639, 661, 667, <i>Enteromorpha</i> <i>linza</i> 486, <i>Enteromorpha</i> <i>ramulosa</i> 529, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria</i> <i>fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Monostroma</i> <i>latissimum</i> 487, <i>Monostroma</i> <i>oxyspermum</i> 556, 641, 662, 668, 682,	<i>Enteromorpha</i> <i>clathrata</i> 551, 636, 660, <i>Enteromorpha</i> <i>flexuosa</i> 503, 532, 552, 637, 638, <i>Enteromorpha</i> <i>intestinalis</i> 485, 509, 528, 533, 553, 565, 574, 639, 661, 667, <i>Enteromorpha</i> <i>linza</i> 486, <i>Enteromorpha</i> <i>ramulosa</i> 529, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria</i> <i>fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Monostroma</i> <i>latissimum</i> 487, <i>Monostroma</i> <i>oxyspermum</i> 556, 641, 662, 668, 682,	<i>Enteromorpha</i> <i>clathrata</i> 551, 636, 660, <i>Enteromorpha</i> <i>flexuosa</i> 503, 532, 552, 637, 638, <i>Enteromorpha</i> <i>intestinalis</i> : 485, 509, 528, 533, 553, 565, 574, 639, 661, 667, <i>Enteromorpha</i> <i>linza</i> 486, <i>Enteromorpha</i> <i>ramulosa</i> 529, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria</i> <i>fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Monostroma</i> <i>latissimum</i> 487, <i>Monostroma</i> <i>oxyspermum</i> 556, 641, 662, 668, 682,

**Greifswalder Bodden**

**Salinitätsgruppe: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
		<i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Chara aspera</i> 482, 502, 521, 598, 657, 719, 847, <i>Chara baltica</i> 713, <i>Chara canescens</i> 525, 545, 613, 658, 856, <i>Chara contraria</i> 546, 615, <i>Chara connivens</i> 857, 858, <i>Chara globularis</i> 666, <i>Chara tometnosa</i> 547, 632, 720, 737, 738, 755, <b>&gt; 1951:</b> <i>Chara aspera</i> 479, 599, 732, 733, <i>Chara baltica</i> 522, 523, 524, 539, <i>Chara canescens</i> 542, 734, 852, <i>Chara tomentosa</i> 762, <i>Myriophyllum spicatum</i> 721, 722,	<i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Chara aspera</i> 482, 502, 521, 598, 657, 719, 847, <i>Chara baltica</i> 713, <i>Chara canescens</i> 525, 545, 613, 658, 856, <i>Chara contraria</i> 546, 615, <i>Chara connivens</i> 857, 858, <i>Chara globularis</i> 666, <i>Chara tometnosa</i> 547, 632, 720, 737, 738, 755, <b>&gt; 1951:</b> <i>Chara aspera</i> 479, 599, 732, 733, <i>Chara baltica</i> 522, 523, 524, 539, <i>Chara canescens</i> 542, 734, 852, <i>Chara tomentosa</i> 762, <i>Myriophyllum spicatum</i> 721, 722,		<i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <i>Ulvopsis grevillei</i> 489, 499, 572, 673, <b>&gt; 1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,	<i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <i>Ulvopsis grevillei</i> 489, 499, 572, 673, <b>&gt; 1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,	<i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <i>Ulvopsis grevillei</i> 489, 499, 572, 673, <b>1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,

**Greifswalder Bodden**

**Salinitätsgruppe: 5 - 8 PSU**

	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
		723, 741, 742, 743, 744, 756, 757, 763, 764, 781, <i>Najas marina</i> 745, <i>Potamogeton pectinatus</i> 560, 647, 669, 676, 679, 683, 684, 688, 692, 702, 706, 709, 714, 716, 724, 725, 726, 746, 747, 748, 749, 750, 758, 759, 765, 766, 770, 841, 862, 870, 874, 876, 878, <i>Potamogeton perfoliatus</i> 767,	723, 741, 742, 743, 744, 756, 757, 763, 764, 781, <i>Najas marina</i> 745, <i>Potamogeton pectinatus</i> 560, 647, 669, 676, 679, 683, 684, 688, 692, 702, 706, 709, 714, 716, 724, 725, 726, 746, 747, 748, 749, 750, 758, 759, 765, 766, 770, 841, 862, 870, 874, 876, 878, <i>Potamogeton perfoliatus</i> 767,				
<b>5,4 m (10%)</b>	<b>1851-1900:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 561, 649, 650, 652, 653, 701, 768, 865, 866, <i>Zostera marina</i> 839,	<b>1851-1900:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 561, 649, 650, 652, 653, 701, 768, 865, 866, <i>Zostera marina</i> 839,	<b>1851-1900:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 561, 649, 650, 652, 653, 701, 768, 865, 866, <i>Zostera marina</i> 839,	<b>1851-1900:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 561, 649, 650, 652, 653, 701, 768, 865, 866, <i>Zostera marina</i> 839,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586,	<b>1901-1951:</b> <i>Ahnfeltia plicata</i> 500, 519, 534, 585 <i>Chaetomorpha linum</i> : 481, 536, 587, 656, 729, <i>Ceramium tenuissimum</i> 501, 508, 520, 535, 564, 573, 586,

**Greifswalder Bodden**

**Salinitätsgruppe: 5 - 8 PSU**

	<b>Schlick</b>	<b>Sandiger Schlick</b>	<b>Schlickiger Sand</b>	<b>Sand</b>	<b>Kies</b>	<b>Geröll</b>	<b>Block</b>
	<p><b>1901-1950:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 867, <i>Zostera marina</i> 712, 838, <b>&gt; 1951:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 651, 654, 864, <i>Zannichellia palustris</i> 670, 677, 681, 690, 695, 696, 703, 707, 710, 715, 717, 752, 753, 769, 772, 843, 868, 872, 875, 880, 880, <i>Zostera marina</i> 671, 668, 685, 686, 691, 697, 704, 705, 708, 711, 727, 754, 840, 869, 873,</p>	<p><b>1901-1950:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 867, <i>Zostera marina</i> 712, 838, <b>&gt; 1951:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 651, 654, 864, <i>Zannichellia palustris</i> 670, 677, 681, 690, 695, 696, 703, 707, 710, 715, 717, 752, 753, 769, 772, 843, 868, 872, 875, 880, <i>Zostera marina</i> 671, 668, 685, 686, 691, 697, 704, 705, 708, 711, 727, 754, 840, 869, 873,</p>	<p><b>1901-1950:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 867, <i>Zostera marina</i> 712, 838, <b>&gt; 1951:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 651, 654, 864, <i>Zannichellia palustris</i> 670, 677, 681, 690, 695, 696, 703, 707, 710, 715, 717, 752, 753, 769, 772, 843, 868, 872, 875, 880, <i>Zostera marina</i> 671, 668, 685, 686, 691, 697, 704, 705, 708, 711, 727, 754, 840, 869, 873,</p>	<p><b>1901-1950:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 867, <i>Zostera marina</i> 712, 838, <b>&gt; 1951:</b> <i>Tolypella nidifica</i> 651, 654, 864, <i>Zannichellia palustris</i> 670, 677, 681, 690, 695, 696, 703, 707, 710, 715, 717, 752, 753, 769, 772, 843, 868, 872, 875, 880, <i>Zostera marina</i> 671, 668, 685, 686, 691, 697, 704, 705, 708, 711, 727, 754, 840, 869, 873,</p>	<p>655, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <b>&gt; 1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,</p>	<p>655, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <b>&gt; 1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,</p>	<p>655, <i>Fucus vesiculosus</i> 510, 566, 575, 740, <i>Furcellaria fastigiata</i> 504, 511, 554, 555, 567, 576, <i>Polysiphonia brodiaei</i> 505, 512, 557, 568, 577, 644, <i>Polysiphonia nigrescens</i> 506, 513, 530, 558, 569, 578, 645, 663, <i>Polysiphonia urceolata</i> 507, 514, 531, 559, 570, 579, 646, <b>1951:</b> <i>Furcellaria fastigiata</i> 687,</p>
<b>10,7 m (1%)</b>							
<b>15.9 m (0,1%)</b>							

**Tabelle 19** Historisches Leitbild der Makrophytengemeinschaften des Greifswalder Boddens. Die Gruppierung erfolgte gemäß den gewässerspezifischen Nachweisen (Tabelle 18) und wurde mit den aus der Literatur bekannten öko-physiologischen Ansprüchen der Arten abgeglichen. Die Einzelfunde wurden den in Kap. 3.5 beschriebenen Pflanzengemeinschaften zugeordnet. Die Pflanzengemeinschaften sind nach den abiotischen Standortfaktoren eingeteilt (Salinität, gewässerspezifische Eindringtiefe des Oberflächenlichtes und Sedimentzusammensetzung), in denen sie nachgewiesen wurden. Grau hinterlegt sind abiotische Verhältnisse, die im Greifswalder Bodden nicht vorkommen (\* = Angaben zweifelhaft).

Greifswalder Bodden							
Salinitäts: 5 - 8 PSU							
	Schlick	Sandiger Schlick	Schlickiger Sand	Sand	Kies	Geröll	Block
2,1 m (40%)	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara liljebladii</i> , <i>Ch. tomentosa</i> ) <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Ranunculus baudotii</i> *	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Kleinarmlleuchteralgen-G. ( <i>Chara aspera</i> , <i>Ch. baltica</i> , <i>Ch. canescens</i> ) Großarmleuchteralgen-G. ( <i>Chara liljebladii</i> , <i>Ch. tomentosa</i> ) <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Ranunculus baudotii</i> *		<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten Characeen- <i>Ruppia</i> -G.	<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten epilithische Grünalgen ( <i>Cladophora</i> spec.) epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia plicata</i> , <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) Darmtang-Bestände ( <i>Enteromorpha</i> spec., <i>Monostroma</i> spec. <i>Ulva</i> spec. <i>Ulvaria</i> spec., <i>Ulvopsis</i> spec.) <i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände		<i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände
5,4 m (10%)	Characeen- <i>Zostera marina</i> -G. ( <i>Zostera marina</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Chara</i> spec., <i>Tolypella nidifica</i> )				<i>Chaetomorpha</i> -Driftmatten epilithische Rotalgen ( <i>Ahnfeltia plicata</i> , <i>Ceramium</i> spec., <i>Furcellaria fastigiata</i> , <i>Polysiphonia</i> spec.) <i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände		<i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände
10,7 m (1%)					<i>Fucus vesiculosus</i> -Bestände		
15,9 m (0,1%)							

### 3.9 Der Greifswalder Bodden

Der „sehr gute ökologische Zustand“ der Makrophyten gemäß den Vorgaben der EU WRRL für den Greifswalder Bodden (Tabelle 18, Tabelle 19) kann aus der Analyse der historischen Daten sowie den ökophysiologischen Ansprüchen der verschiedenen Arten wie folgt beschrieben werden: Kies, Geröll und Blöcke sind im Flachwasserbereich mit Darmtang-Beständen bewachsen, die sich aus *Enteromorpha*, *Monostroma*-, *Ulva*-, *Ulvaria*- und *Ulvopsis*-Arten zusammensetzten. Da nach wie vor taxonomische Schwierigkeiten sowohl bei der Abgrenzung der Gattungen als auch bei der Abgrenzung der Arten innerhalb einer Gattung bestehen, kann eine weitere Untergliederung nicht vorgenommen werden. Alle anderen epilithischen Algengemeinschaften (epilithische Grün- und Rotalgen sowie *Fucus*) kommen sowohl im Flachwasserbereich als auch in größeren Tiefen vor. SEIFERT (1938) behauptete, dass zur Zeit seiner Untersuchungen 90% der Fläche des Greifswalder Boddens mit Makrophyten bewachsen waren und die Vegetation unterhalb von 5 m Wassertiefe aus Rotalgen bestand. SUBKLEW (1955) bestreitet diese Behauptung. In Zusammenhang mit der Auswertung der ökophysiologischen Arbeiten konnte jedoch gezeigt werden, dass Rotalgen tatsächlich unter den gegebenen lichtklimatischen Bedingungen bis in 10 bis 11 m Wassertiefe vordringen können. Da 90% der Fläche des Greifswalder Boddens so tief bzw. flacher sind, kann die SEIFERTsche Angabe als gesichert betrachtet werden.

Die Flachwasserbereiche, in denen noch 40% des Oberflächenlichtes zur Verfügung stehen und in denen die Substrate eine Korngrößenzusammensetzung von Sand, sandigem Schlick und Schlack haben, ist die Vegetation am artenreichsten. Neben mehreren Characeen-Gesellschaften treten *Najas marina* Bestände auf. Darüber hinaus kommen einige Ubiquisten wie z.B. *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus* vor, die sich nicht eindeutig einer Pflanzengemeinschaft zuordnen lassen. Die Angaben zum Vorkommen von *Ranunculus baudotii* sind als zweifelhaft anzusehen, da bei der Abgrenzung dieser Art von anderen Arten des *Ranunculus aquatilis*-Aggregates immer noch Schwierigkeiten bestehen. Entsprechend den Arbeiten von KLOSS (1969) siedeln *Ruppia*-Gesellschaften vorzugsweise auf schlackigen Substraten - für den Greifswalder Bodden ist in diesem Bereich das Vorkommen der Characeen-*Ruppia*-Gemeinschaft nachweisbar.

Die Bereiche des Greifswalder Boddens, in denen nur noch 10% des an der Wasseroberfläche einfallenden Lichtes zur Verfügung stehen, sind mit der Characeen-*Zostera*-Gemeinschaft besiedelt. Entgegen den aktuell anzutreffenden *Zostera marina*-Beständen handelt es sich bei der Characeen-*Zostera*-Gemeinschaft um einen Pflanzenbestand, der zwar von *Zostera marina* dominiert wird, in dem aber auch Arten wie *Zannichellia palustris* und *Tolypella nidifica* mit hohen Stetigkeiten vorkommen. Unabhängig vom Substrat und den Lichtverhältnissen treten Driftmatten in allen Typen, mit Ausnahme der 0,1%-Tiefe, auf.

## 4 Diskussion

### 4.1 Die Typisierung

Die Ergebnisse zeigen, dass mit den in dieser Arbeit verwendeten Methoden eine sektorale Typisierung der Makrophytenbestände in den inneren Küstengewässern gemäß den Vorgaben der EU WRRL möglich ist. Trotz der hohen Variabilität der Lebensgemeinschaften konnten die für Wachstum und Verbreitung entscheidenden abiotischen Faktoren identifiziert werden. Biotische Faktoren, wie z.B. Konkurrenz, Infektion und Fraßdruck sowie abiotische, wie z.B. mechanische Einflüsse mussten zum gegenwärtigen Zeitpunkt allerdings aufgrund mangelnden Datenmaterials unberücksichtigt bleiben. Die zunächst erstellte und nur auf den physikalisch-chemischen Merkmalen basierende Matrix ergibt eine für Anwendungszwecke zu hohe Anzahl von 224 Typen. Eine maßgebliche Reduzierung auf 14 relevante Typen erreichten wir durch den direkten Bezug auf die historischen Nachweise der vorkommenden Makrophyten, deren ökophysiologischen Toleranzbereiche und auf die zu beurteilenden Gewässer. Die weiteren Untersuchungen, insbesondere des Makrozoobenthos, können in Einzelfällen eine weitere ökologisch sinnvolle Untergliederung bestimmter Typen erfordern. Inwieweit enge Wechselwirkungen zwischen Makrophytengemeinschaften und abgrenzbaren Zoozönosen existieren, wurde bisher von uns nicht untersucht. Durch die enge Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen sollten hierzu genauere Kenntnisse erworben werden.

Brackwassersysteme sind geologisch gesehen kurzlebige Ökosysteme, die sich bereits innerhalb eines Menschenlebens verändern können. Die Ostsee, und in weitestem Maße ihre inneren Küstengewässer, bilden hier keine Ausnahme. Deshalb bleibt die ständige Überprüfung der erstellten Typen eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der EU WRRL und die Aufstellung der geforderten Überwachungssysteme.

### 4.2 Die ökophysiologischen Toleranzen

In einer Vielzahl von Artikeln sind die Auswirkungen der Verschlechterung des Unterwasserlichtklimas auf das Artenspektrum und die Häufigkeit von Characeen beschrieben worden. KRAUSE (1981), WALTER (1981), BEHRENS (1982), GEISEL (1986), TEUBNER (1989), SCHIEWER (1994), YOUSEF *et al.* (1997a), beschrieben den Rückgang oder das Aussterben einzelner Arten in Bodden-Ökosystemen als Folge der anthropogen bedingten Eutrophierung. Als direkter Auslöser wird eine mit der Eutrophierung einhergehende Verschlechterung der Lichtverfügbarkeit durch höhere Phytoplanktonkonzentration und zunehmenden Epiphytenbewuchs vermutet.

Grundsätzlich sind für die Verbreitung und das langfristige Besiedeln eines Standortes neben der Intensität der Standortfaktoren auch deren räumliche und zeitliche Dynamik entscheidend. So bestimmen, neben den physikalisch-chemischen Faktoren Licht, Temperatur, Salinität, Nährstoffkonzentration und -verfügbarkeit, auch mechanische Belastungen (z.B. durch Welleneinwirkung und Abrasion von Dauerorganen bzw. Pflanzen durch Eisgang), Fraßdruck durch Herbivore, Infektionen, saisonale Wachstums- und Blütezyklen, Konkurrenzdruck sowie die Substrat-

verfügbarkeit, die Fähigkeit zur Ansiedlung und Erhalt der Population. Dies bedeutet, dass zahlreiche Umweltfaktoren und artspezifische Eigenschaften, die nicht direkt mit der Lichtverfügbarkeit in Zusammenhang stehen, die Tiefenzonierungen und Tiefengrenzen der Makrophyten definieren. Die Interaktionen zwischen einzelnen Arten können die individuellen Reaktionen auf physikalische Gegebenheiten stark beeinflussen. Das Wissen über die Autökologie einer einzelnen Art, z.B. in Bezug auf Änderungen der Lichtverfügbarkeit oder Salinität, muss bei Vorhersagen über Verbreitungsgebiete mit Vorsicht eingesetzt werden. Diese Tatsache spricht für die Durchführung von ökophysiologischen Versuchen im Feld und im Labor sowie für die Berücksichtigung mehrerer interagierender Parameter.

**Tabelle 20** Berechnete maximale untere Verbreitungsgrenzen [m] und die Dauer der Vegetationsperiode [Wochen]; (Werte in Klammern für Wochen des Jahres) in Tiefen größer 0,3 m. Wenn keine Wochenangaben eingetragen wurden, bedeutet dies ausreichende Lichtintensitäten in 0,3 m Tiefe über das gesamte Jahr. In der letzten Zeile befinden sich die Werte für den Lichtsättigungswert  $E_k$ .

Gebiet	<i>C.baltica</i>	<i>C.canescens</i>	<i>P. pectinatus</i>	<i>U.lactuca</i>	<i>U.curvata</i>
Salzhaff	9,5	9	8 (4.-47.)	16,8	5,4 (6.-44.)
Saaler Bodden	0,65 (10.-39.)	0,6 (11.-38.)	0,5 (12.-36.)	1,1 (4.-48.)	0,4 (18.-31.)
Bodstedter Bodden	0,8 (9.-40.)	0,8 (10.-39.)	3 (6.-45.)	6,4	2 (8.-40.)
Barther Bodden	1 (8.-42.)	1 (8.-42.)	1,1 (8.-41.)	2,4	0,8 (11.-36.)
Grabow	1,4 (7.-44.)	1,3 (8.-43.)	1,1 (9.-41.)	2,4	0,8 (11.-36.)
Greifswalder Bodden	3,6 (5.-47.)	3,3 (5.-47.)	3 (6.-45.)	6,4	2 (8.-40.)
$E_k$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	235	250	305	70	465

Gebiet	<i>F.serratus</i>	<i>F.vesiculosus</i>	<i>C.rubrum</i>	<i>Z.noltii</i>	<i>C.glanduliferum</i>
Salzhaff	14,7	9	18,3	8 (4.-47.)	4,5 (7.-41.)
Saaler Bodden	1 (6.-45.)	0,6 (11.-38.)	1,25	0,5 (12.-36.)	nie
Bodstedter Bodden	5,6	0,8 (10.-39.)	6,9	3 (6.-45.)	1,7 (8.-38.)
Barther Bodden	2,1 (2.-50.)	1 (8.-42.)	2,7	1,1 (8.-41.)	0,65 (12.-34.)
Grabow	2,1	1,3 (8.-43.)	2,7	1,1 (9.-41.)	0,65 (12.-34.)
Greifswalder Bodden	5,6	3,3 (5.-47.)	7	3 (6.-45.)	1 (9.-37.)
$E_k$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	100	250	55	305	551

Die Verbreitungsgebiete einzelner Arten auf Grund monofaktoriell unialgal ermittelter physiologischer Limitationen zu rekonstruieren, halten wir für nicht legitim. Wir erachten solche Ergebnisse aber durchaus für ein wichtiges Hilfsmittel, um historische Daten zu überprüfen oder um die potentiell mögliche Verbreitung mit der aktuell ermittelten zu vergleichen. Dabei erhöhen mehrfaktorielle Analysen die Aussagekraft der physiologischen Modelle. Solche Untersuchungen sind in den zukünftigen Experimenten im Labor und im Freiland geplant.

Für Makrophytenarten mit publizierten Lichtsättigungspunkten wurde die theoretische Tiefengrenzen im Jahresverlauf berechnet (s. Tabelle 22 im Anhang). Tabelle 20 fasst die theoretischen, unteren Tiefengrenzen und die maximal mögliche Dauer der Vegetationsperioden zusammen. Würde man nur die Lichtansprüche be-

rücksichtigen, könnte das Salzhaff, das sich durch niedrige Attenuationskoeffizienten des Wassers auszeichnet, von allen untersuchten Arten flächendeckend besiedelt werden. Der Saaler Bodden, der sich durch einen hohen Gehalt an Huminstoffen auszeichnet, würde bei einer mittleren Tiefe von 2,2 m theoretisch nur bis in maximal 1,1 m Tiefe (*U. lactuca*) besiedelt werden. Des Weiteren zeigt Tabelle 20, dass Arten mit niedrigen Lichtansprüchen wie z.B. *C. rubrum* in allen untersuchten Bodden das ganze Jahr hindurch ausreichende Lichtbedingungen an der oberen Verbreitungsgrenze vorfinden. Andere Arten mit hohen Lichtansprüchen, wie z.B. *U. curvata*, fänden im Saaler Bodden selbst in 0,3 m nur in lichtreichen Monaten (18. - 31. Woche) ausreichende Tageslichtdosen vor. Sie ist damit in ihrer Verbreitung auf klare, lichtreiche Gewässer beschränkt.

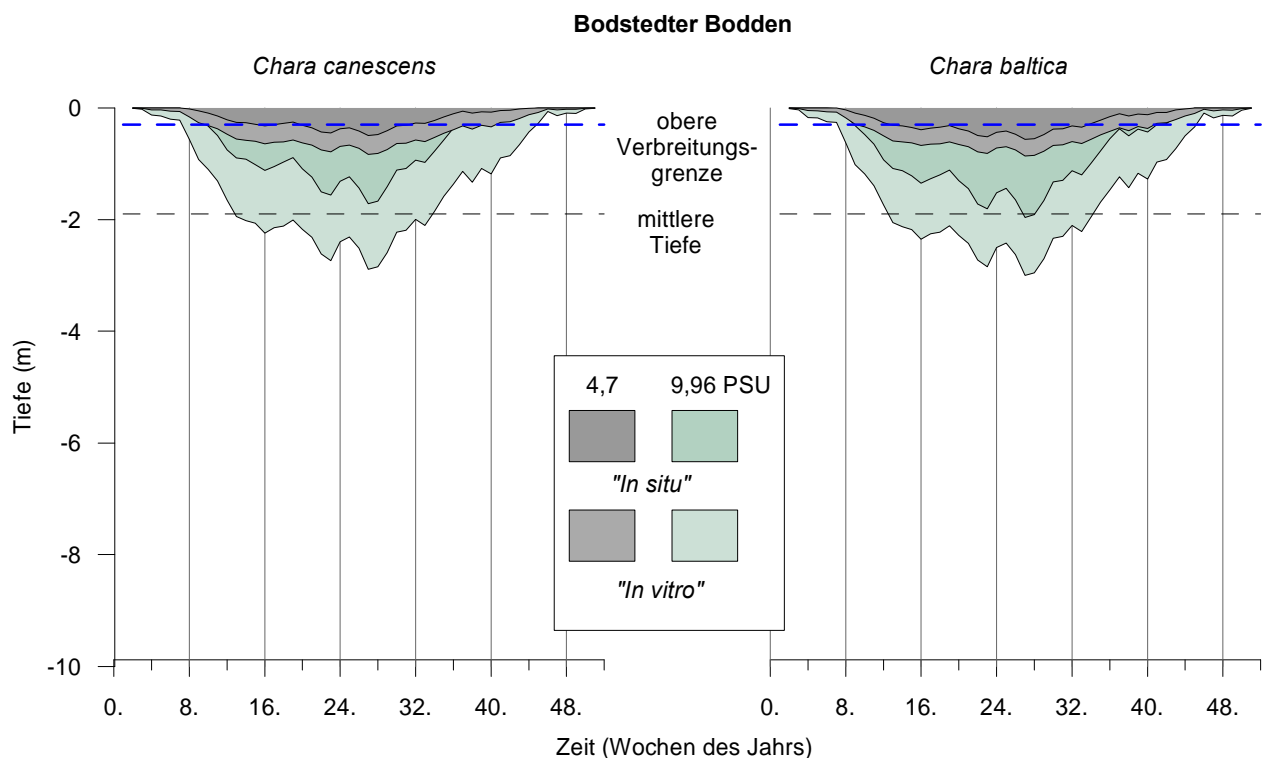
Besonders die artspezifischen Temperaturansprüche schränken die auf Grund der Lichtverfügbarkeit berechneten Vegetationszeiträume in Tabelle 20 ein. Nach LINDNER (1972) sind für das Auftreten der ersten Makrophytenarten Wassertemperaturen von  $>12\text{ °C}$  nötig. Diese sind für die inneren Küstengewässer im langjährigen Mittel ab der 20. Woche zu erwarten. Insofern können auch Arten mit niedrigen Lichtansprüchen frühestens mit dem Erreichen einer Mindesttemperatur wachsen, obwohl auch in den Wochen davor ausreichend Licht zur Verfügung stünde. Zudem sind in die hier vorgestellten Berechnungen Photosyntheseparameter eingegangen, die aus Untersuchungen mit ausgewachsenen Pflanzen stammen. Es ist zu erwarten, dass sich die Lichtansprüche zumindest einiger Arten während des Wachstums verändern. Von höheren Pflanzen ist bekannt, dass sich Keimlinge und senescente Pflanzen in ihren Lichtansprüchen unterscheiden. Ebenso sind Verschiebungen des Lichtkompensationspunktes bei Pflanzen oder Pflanzenteilen bekannt, wenn sich deren Belichtungsregime verändert. So können Blätter, die an hohe Lichtintensitäten adaptiert sind, durch Erhöhung der Chlorophyllkonzentration den Lichtkompensationspunkt herabsetzen und sich damit an veränderte Lichtbedingungen anpassen. Die sich während des Wachstums verändernden Lichtansprüche sollen in den geplanten Untersuchungen erforscht werden und in Überprüfungen der Verbreitungsgrenzen berücksichtigt werden. Das Hauptproblem besteht zur Zeit vor allem in der mangelnden Kenntnis des Verhältnisses von Lichtkompensationspunkt  $E_c$  und Lichtsättigungspunkt  $E_k$ , sowie im Fehlen von Angaben zu artspezifischen *in situ* - Minimallichtdosen.

Viele Makrophytenarten besitzen eine große Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Umweltbedingungen hinsichtlich Licht, Temperatur, Nährstoffkonzentrationen und Salinität. Die Arbeiten von OLSEN (1944), LUTHER (1951), LINDNER (1972), GRILLAS *et al.* (1993) und YOUSEF (1999) zeigen jedoch, dass viele Makrophyten trotz breitem Salinitätstoleranzbereich ein Salinitätsoptimum besitzen. Höhere oder niedrigere Salinitäten stellen einen Stressfaktor dar, der in Kombination mit anderen Faktoren zum Absterben führen kann.

Die berechneten Tiefengrenzen für *C. canescens* und *C. baltica* im Bodstedter Bodden (Abb. 10) zeigen eine gute Übereinstimmung mit den tatsächlichen Verbreitungsgrenzen nach YOUSEF (1999). Jedoch belegen die Aufzeichnungen von LINDNER (1972), dass beide Characeen in früheren Untersuchungen auch in größeren Tiefen gefunden wurden (Tabelle 7). Es erscheint zunächst verwunderlich, dass die Berechnungen der lichtbezogenen Verbreitungsgrenzen gegen eine Besiedlung größerer Tiefen sprechen. Hierbei gilt es aber zu berücksichtigen, dass diese maxi-

malen Verbreitungstiefen aus berechneten Attenuationskoeffizienten unter Verwendung der Salinitätsmittelwerte ermittelt wurden, d. h. die mittleren Mischungsverhältnisse von Ostseewasser und huminsäurereichem Flusswasser zugrundegelegt wurden. Würden für den Bodstedter Bodden die von LINDNER (1972) angegebenen maximalen Salinitäten von 9,96 PSU zur Berechnung des Attenuationskoeffizienten verwendet werden, so würde sich die theoretische Verbreitungstiefe in Tiefen auf 2,7 m verschieben (Abb. 10).

Diese Ergebnisse zeigen, dass die hier durchgeführten Berechnungen geeignet sind, historische Daten zu verifizieren und Verbreitungstiefen nach einer Reduktion der absorbierenden Wasserinhaltsstoffe zu prognostizieren.



**Abb. 10** Berechnete untere Verbreitungstiefen im Bodstedter Bodden für *C. baltica* und *C. canescens*. Die Werte wurden geglättet (gleitender Durchschnitt aus 3 Punkten) und als Flächen bis zur Oberfläche dargestellt. Die Flächen sind überlagernd dargestellt. Attenuationskoeffizient  $K_0$  berechnet aus dem Mittelwert der Salinität (4,7 PSU), und aus der maximalen Salinität von 9,96 PSU (nach LINDNER 1972). Mittlere Tiefe Bodstedter Bodden 1,9 m (max. 10 m), obere Verbreitungsgrenze nach YOUSEF (1999): 0,3 m.

Mehrere Studien zeigen, dass die Reduktion der Nährstoff- oder Schwebstofffrachten, einhergehend mit einer Verbesserung der Lichtverfügbarkeit, eine Zunahme der Makrophyten im Gewässer bewirkt. Die Wiederbesiedlung nach erfolgreicher Reduktion der Nährstoffkonzentrationen erfolgt jedoch erst nach einer lag-Phase von einigen Jahren (HARGEBY *et al.* 1994, STROSS *et al.* 1995, SCHWARZ *et al.* 1996, SCHWARZ & HAWES 1997, VAN DEN BERG *et al.* 1998a). Vielfach wird die besonders eine durch Characeen bewirkte Verminderung der Re-

suspension und Stimulation der Sedimentation beschrieben. Sie führt zu einer größeren Transparenz der Gewässer und schafft damit letztlich die Gewässerkonditionen, die eine Characeendominanz fördern und damit eine positive Rückkopplung in Gang setzen (CRAWFORD *et al.* 1979, JAMES & BARKO 1991, 1994, SCHEFFER *et al.* 1994, SCHEFFER 1998).

#### 4.3 Vegetationsformenkonzept und Pflanzensoziologie

Seit den Anfängen der Pflanzensoziologie (BRAUN-BLANQUET 1951) ist man dazu übergegangen, diese Methode generell zur Vegetationsbeschreibung und -gliederung zu verwenden. Die Pflanzensoziologie wurde als Methode für terrestrische Ökosysteme entwickelt und setzt zur Beschreibung ihrer Typen - den Assoziationen - einen homogenen Pflanzenbestand voraus. Die Standortfaktoren in diesen Ökosystemen (Ausnahme z.B. Vegetationen von Teichufern u. ä.) ändern sich in der Regel langsam in Zeiträumen von Jahren, Jahrzehnten und Jahrhunderten. In aquatischen Ökosystemen, wie stehende und fließende Gewässer und Bodden, ändern sich die physikalisch-chemischen Standortfaktoren in sehr kurzen Abständen von Tagen, Wochen und Monaten, zumindest jedoch einmal im Jahr. Deshalb ist es – besonders in aquatischen Ökosystemen – sinnvoll, für die Vegetationsbeschreibung ein Konzept zu verwenden, das primär von den Standortfaktoren und nicht von den floristischen Ähnlichkeiten der Pflanzenbestände als wichtigstes Klassifizierungselement ausgeht. Deshalb wurden in dieser Arbeit die Methode des Vegetationsformenkonzepts (SCHWENKE 1964, SCHLÜTER 1957, 1981, 1984) verwendet. Darüber hinaus ist in den Bodden eine im Litoral gebräuchliche Einteilung in Vegetationszonen nur bei einer sehr groben Betrachtung erkennbar. In der Regel treten verschiedene Vegetationstypen in einer Tiefenzone auf. Die Zonierung wird also durch ein Mosaik ersetzt.

Bei der Verwendung der pflanzensoziologischen Methode ergeben sich im Falle der Vegetation der Boddengewässer weitere Probleme. FUKAREK (1961), LINDNER (1972) u. a. ordnen die von ihnen gefundenen Characeen-Gemeinschaften den zu dieser Zeit bereits beschriebenen Süßwassergesellschaften zu. Dieser Mangel hat seine Ursache in der pflanzensoziologischen Regel, dass eine Pflanzenart nur Charakterart einer Assoziation bzw. Pflanzengesellschaft sein darf. In einem ökosystemaren Ansatz der Vegetationsbeschreibung ist es jedoch nicht sinnvoll, Pflanzenbestände mit Differenzialarten des Salz- bzw. Brackwassers mit Süßwassergesellschaften, denen diese Arten fehlen, zu vergleichen. Nach den Regeln der Pflanzensoziologie müssten in diesem Falle Subassoziationen benannt werden, wodurch die Auswertung der historischen Daten nicht mehr möglich wäre. Bisher ist es in der Pflanzensoziologie üblich, jedem Dominanzbestand einer Art eine eigene Pflanzengesellschaft zuzuordnen ohne zu beachten, ob sich die vielen Standorte dieser Einzelgesellschaften unterscheiden oder ob sie relativ einheitlich sind. Mit der Verwendung des Vegetationsformenkonzeptes ist es jedoch möglich, eine Vegetationsform zu beschreiben, in der mehrere Arten jeweils eigene Dominanzbestände bilden. Als Beispiel sei auf die Bodden-Kleinarmleuchteralgen-Gemeinschaft (s. o.) verwiesen.

Die größten Schwierigkeiten bei der Typisierung der Vegetation ergeben sich aus den Substrateigenschaften. Insbesondere in den Flachwasserbereichen sind die Substrate nicht homogen - Weichbodensubstrate sind von Steinen und Geröll durchsetzt u. ä. Hinzu kommt, dass benthische Algen - von wenigen Ausnahmen abgesehen - auf stabilen Hartbodensubstraten wachsen, höhere Wasserpflanzen hingegen Weichsubstrate bevorzugen.

Driftende Algen sind in der Typisierung ebenfalls problematisch. Ihre Verbreitung ist substratunabhängig und wird von anderen abiotischen Standortparametern (Temperatur, Nährstoffangebot, Lichtangebot, Strömung, Windverhältnisse) bestimmt. Diese Parameter sind in den inneren Küstengewässern sehr variabel und können sich innerhalb von Stunden ändern.

Bei der Bestimmung der epiphytischen und epilithischen Algen ist eine Feldansprache in den meisten Fällen nicht möglich (SCHWENKE 1964). In der Regel sind Kultivierung und Vermehrung im Labor bzw. Thallusschnitte u. a. m. notwendig, um zu einem sicheren Bestimmungsergebnis zu gelangen. Darüber hinaus bestehen in vielen Gruppen noch taxonomische Unklarheiten, so dass teilweise schon die Bestimmung von Gattungen Schwierigkeiten bereitet.

#### **4.4 Herbare und taxonomische Probleme**

Zur Erstellung des historischen Leitbildes wurden neben der Literatur auch Angaben aus der pflanzengeografischen Kartei des Botanischen Institutes, nicht publizierten Nachweisen und Herbarien herangezogen. Der zunächst vielversprechende Versuch, möglichst alle Daten zu erfassen, musste verworfen werden, da die Datenmenge die anfängliche Schätzungen weit überstieg. Z.B. wurde die Anzahl der Belege an Characeen des Greifswalder Herbariums zu Projektbeginn mit 5.000 Belegen veranschlagt. Nach einer ersten Sichtung stellte sich jedoch heraus, dass die tatsächliche Anzahl der Belege bei ca. 15.000 liegt, weshalb zur Erstellung des historischen Leitbildes nur ein Teil der historischen Daten Verwendung finden konnte.

Um eine Übersicht über das vorliegende Herbariummaterial aus dem Untersuchungsgebiet zu bekommen, wurden die Herbarien Berlin, Hamburg, Rostock, Greifswald und Waren ausgewertet. Sowohl bei den Characeen als auch bei den höheren Pflanzen wurden die Belege überprüft, nachbestimmt und gegebenenfalls revidiert. Für die restlichen Algengruppen konnte eine Überprüfung nicht vorgenommen werden, da einerseits die Fülle an Belegen unüberschaubar ist und andererseits die Bestimmung der entsprechenden Sippen einen erheblichen Aufwand verursacht hätte. Zusammenfassend muss also festgestellt werden, dass:

- Daten von Armluchteralgen und höheren Pflanzen bei jedem Beleg überprüft wurden und davon ausgegangen werden kann, dass alle Angaben richtig sind;
- Daten der anderen Algengruppen nicht überprüft wurden und davon auszugehen ist, dass auch Fehlbestimmungen vorliegen.

Im Verlaufe der Untersuchungen der Herbarien ergaben sich taxonomische Fragestellungen, die in vielen Fällen bis heute nicht geklärt werden konnten. So besteht die Frage, welchem taxonomischen Rang *Chara liljebladii* Wallm. zuzuordnen

ist. WOOD & IMAHORI (1964, 1965) führen sie als Forma innerhalb der Gattung *Chara hispida* L. und LINDNER (1972) schließt sich dieser Meinung an. BRAUN (briefl.) und WALLMANN (1853) erheben sie zur Art und KRAUSE (1997) interpretiert sie als Varietät von *Chara baltica*. Da bisher detaillierte Untersuchungen fehlen, wurde *Chara liljebladi* Wallm. im Rahmen dieser Untersuchungen Artrang eingeräumt. Ein weiteres Problem besteht mit *Chara horrida* WAHLST. WOOD & IMAHORI (1964, 1965) und MIGULA (1897) legen jeweils die gleiche Merkmalskombination zur Abgrenzung der Art vor. KRAUSE (1997) legt eine andere Merkmalskombination vor. Bestimmt man die vorliegenden Belege nach WOOD & IMAHORI (1964, 1965) erhält man eine bestimmte Anzahl von Belegen, die dieser Art zugeordnet werden müssten. Bestimmt man die gleichen Belege nach KRAUSE (1997) müssten 80% dieser Belege in das Taxon *Chara hispida* s. l. eingeordnet werden. Da der Typus von *Chara horrida* verschollen ist, legte WOOD (WOOD & IMAHORI 1964, 1965) in New York einen Neotypus fest, der aber im Rahmen des Projektes nicht angesehen werden konnte. Im Herbarium der Universität Greifswald existieren jedoch zwei Belege, die WAHLSTED (Autor von *Chara horrida*) beschriftet hat. Es darf deshalb angenommen werden, dass dieses Material mit den New Yorker Belegen identisch ist. Deshalb wurde die Merkmalskombination dieser Belege zur Abgrenzung von *Chara horrida* gegenüber anderen Sippen verwendet. Diese Entscheidung beeinflusst das historische Leitbild, da *Chara horrida* früher zerstreut entlang der gesamten Küste vorkam und heute als ausgestorben betrachtet werden muss. Ein anderes taxonomisches Problem bildet *Chara gymnophylla*. Sowohl im Gelände als auch in den Herbarien findet man Pflanzen, die in den Verwandtschaftskreis von *Chara vulgaris* L. zu rechnen sind, jedoch in der Berindung der Blätter stark von dieser abweichen. Obwohl die Berindung der Blätter bei den Armleuchteralgen sehr variabel ist (WOOD & IMAHORI 1964, 1965, MIGULA 1897, KRAUSE 1991), wird sie hier zur Artabgrenzung herangezogen. Bestimmt man diese Exemplare mit o. g. Literatur kommt man eindeutig zu *Chara gymnophylla*, die aber mediterran verbreitet ist und im Untersuchungsgebiet nicht vorkommen sollte. Auch hier besteht Bedarf an weiteren Untersuchungen. Bei den höheren Pflanzen sind die taxonomischen Probleme geringer. Lediglich *Zostera noltii* HORNEM. wurde bisher weitestgehend übersehen. Sämtliche Belege dieser Art in den Herbarien aus dem Untersuchungsgebiet sind Verwechslungen mit der schmalblättrigen Form von *Zostera marina* L., weshalb die historische Verbreitung dieser Art im Untersuchungsgebiet in Ermangelung sicher bestimmten Herbarmaterials nicht möglich ist.

#### 4.5 Qualität der historischen Leitbilder

Die erstellten „historischen“ Leitbilder der Makrophytenverbreitung in den inneren Küstengewässern der deutschen Ostseeküste entsprechen dem derzeitigen Wissensstand. Neue Erkenntnisse in Form von z.B. „wiederaufgefundener“ Herbarbelege und Literaturangaben, würden das Leitbild nur noch unwesentlich beeinflussen. Allerdings ist zu erwarten, dass sich die Zahl der Makrophytengemeinschaften mit zunehmendem Kenntnisstand bzw. nach der Beseitigung der taxonomischen Schwierigkeiten bei den makroskopischen Algen erhöht. Je mehr die Ansprache der einzelnen Arten verbessert werden kann, desto differenzierter können die epilithischen Grün- und Rotalgenbestände eingeteilt werden.

Vergleicht man die heutige Vegetation der Boddengewässer mit den historischen Daten, sind Verluste festzustellen: Zwei Arten - *Lamprothamnium papulosum* und *Chara connivens* - sind ausgestorben. Da insbesondere *Lamprothamnium papulosum* mit nur zwei Fundorten als botanische Rarität in Mecklenburg-Vorpommern gehandelt wurde (MÜNTER 1871), darf angenommen werden, dass gezielt nach dieser Art gesucht wurde. Die letzten Nachweise dieser Art stammen aus dem letzten Viertel des 19. Jahrhunderts, so dass das Aussterben dieser Art wohl in diesem Zeitraum erfolgte. Bei *Chara connivens* ist die Datenlage schlechter, so dass der Zeitpunkt des Aussterbens nicht rekonstruiert werden kann.

Das Auftreten von Driftmatten wird in der Regel als Zeichen der Eutrophierung der Küstengewässer interpretiert (z.B. LEHVO & BACK 2001). Arbeiten aus der zweiten Dekade des 20. Jahrhunderts zeigen jedoch ein anderes Bild. Nach KLEMM (1914, p. 63) kommt *Chaetomorpha linum* im Sommer regelmäßig mit einem Maximum im Juni - August vor. Über die gleiche Art schreibt PABEL (1921, p. 65): „Überall in der Dänischen Wieck und im Ryck.“ UEBE (1921) beschreibt *Chaetomorpha linum* in der Gristower Wieck als „das ganze Jahr hindurch, massenhaft von Juli bis November“ vorkommend.

#### 4.6 Ausblick

Die Auswertung der Herbare der makroskopischen Algen wäre dringend erforderlich, um das historische Leitbild zu komplettieren und würde zu neuen Ergebnissen führen. Darüber hinaus wäre es wünschenswert, weitere Herbare zur Auswertung heranzuziehen, um möglicherweise Daten über die bisher wenig untersuchten Gebiete zu bekommen. Beides kann aber im Rahmen dieses Projektes nicht mehr geleistet werden.

Im weiteren Verlauf werden vor allem die Diasporenbanken betrachtet, um den historischen Datensatz zu untermauern. Dabei soll versucht werden, einen Zusammenhang zwischen der aktuellen Vegetation und der aktuellen Diasporenbank herzustellen. Dafür sind neben der Analyse der Diasporen an sich Untersuchungen zum Substrat und zum Ablagerungsverhalten der Diasporen erforderlich. In einem weiteren Schritt soll eine historische Diasporenbank analysiert werden. Aus dem Zusammenhang der aktuellen Vegetation mit der aktuellen Diasporenbank können nach der Analyse der historischen Diasporenbank weitere Eigenschaften der historischen Vegetationszusammensetzung ermittelt und das Leitbild weiter stabilisiert werden.

Die Ergebnisse sollen mit den weiteren Erkenntnissen über die ökophysiologischen Toleranzen der Makrophyten verifiziert und komplettiert werden. Daraus soll schließlich in Zusammenarbeit mit den anlaufenden Projekten zur Analyse der vorhandenen Phytoplanktondaten, der Untersuchung des Makrozoobenthos und der hydromorphologischen Charakteristika ein umfassendes Leitbild im Sinne der EU WRRL erstellt werden, auf dem die Klassifizierung der inneren Küstengewässer aufgebaut werden kann.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die Vorgaben der EU WRRL zur Typisierung der Übergangs- und Küstengewässer nicht in allen Fällen ausreichen, um die ökosystemaren Zusammenhänge zu beschreiben. Speziell im Gebiet

der Darß-Zingster Boddenkette ist zu vermuten, dass ein Zusammenhang zwischen dem Eintreffen des Wasservogelzuges und der Entwicklung der submersen Makrophyten besteht. Treffen die Zugvögel (insbesondere Schwäne und Enten) nach dem Beginn der Vegetationsentwicklung ein und ernähren sich großflächig von den Makrophyten, so sind die Vögel in der Lage die Makrophyten weitgehend zu dezimieren und in Folge können die Phytoplanktonpopulationen das System dominieren. Treffen die Zugvögel hingegen vor dem Beginn der Vegetationsentwicklung ein, tritt dieser Effekt nicht auf und das System bleibt makrophytendominiert. Dieser Zusammenhang bedarf weiterer Untersuchung.

Änderungen des Leitbildes sind auch dann zu erwarten, wenn sich herausstellt, dass die Morphologie der Gewässer in historischen Zeiten durch Eingriffe des Menschen maßgeblich verändert worden ist. Ebenfalls könnte sich der umgekehrte Fall im Gebiet des Salzhaffs einstellen, sollte die Fahrrinne nördlich des Boiensdorfer Werders tatsächlich natürlichen Ursprungs sein. Das Leitbild müsste dann dahingehend verändert werden, dass das Auftreten von Standorten, die nur 1% des Oberflächenlichtes erhalten, möglich ist. In einem zweiten Schritt wäre dann zu klären, ob und mit welchen Pflanzengemeinschaften diese Standorte besiedelt waren.

## Zusammenfassung

Die Wasserrahmenrichtlinie der europäischen Gemeinschaft (RL 2000/60/EG), kurz EU WRRL, ist mit Wirkung vom 22. Dezember 2000 in Kraft getreten. Die Richtlinie verlangt bis zum Jahre 2004 die Ermittlung und Dokumentation der typspezifischen Referenzbedingungen und der Auswirkungen der aktuellen Belastungen auf die Oberflächengewässer aller Mitgliedstaaten. Im vorliegenden Bericht werden dafür die grundlegenden ökologischen Bedingungen für die Makrophytenbestände der inneren Küstengewässer der deutschen Ostsee analysiert. Dazu wurde zunächst eine Typisierung dieser Gewässer anhand der von der EU WRRL vorgegebenen physikalisch-chemischen Parametern in Abhängigkeit von den bislang bekannten ökophysiologischen Toleranzen der Makrophyten vorgenommen. Der Salzgehalt, die Eindringtiefe des Lichtes, das Substrat und die Eisgangshäufigkeit erwiesen sich dabei als die potentiell gestaltenden Faktoren.

2869 überprüfte Herbarbelege und Literaturhinweise aus der Zeit von 1796 bis heute wurden zu den oben genannten abiotischen Parametern in Beziehung gesetzt und so für drei ausgewählte Gewässer die typspezifischen Referenzbedingungen für die Makrophyten rekonstruiert. Die Untersuchungsgebiete waren das Salzhaff, die Darß-Zingster-Boddenkette und der Greifswalder Bodden. Diese repräsentieren charakteristische Gewässertypen entlang des Salinitätsgradienten an der deutschen Ostseeküste. Die nachgewiesenen insgesamt 80 Arten wurden gemäß den Kriterien des Vegetationsformenkonzepts 13 Gemeinschaften zugeordnet. Dies sind *Chaetomorpha linum*-Driftmatten, Darmtang-Bestände, epilithische Rotalgen, epilithische Grünalgen, *Chorda filum*-Bestände, *Fucus vesiculosus*-Bestände, *Ruppia cirrhosa*-Bestände, *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft, Characeen-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaft, Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaft, Bodden-Kleinarmleuchter-

algen-Gemeinschaft, Bodden-Großarmleuchteralgen-Gemeinschaft und *Najas marina*-Bestände.

Für fast alle Arten liegen rezente Nachweise vor. Lediglich zwei Arten *Lamprothamnium papulosum* und *Chara connivens* müssen als ausgestorben betrachtet werden. Jedoch weisen vor allem viele Characeen eine Reduzierung ihres Verbreitungsgebietes auf.

Nach den bisherigen Erkenntnissen gehören zum sehr guten ökologischen Zustand des Salzhaffs *Chaetomorpha linum*-Driftmatten, Darmtang-Bestände, *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-Gemeinschaften, *Fucus vesiculosus*-Bestände und epilithische Rotalgen.

Für die Darß-Zingster-Boddenkette musste sowohl hinsichtlich des Salzgehaltes als auch der Lichteindringtiefe eine Untergliederung erfolgen, da sich die einzelnen Abschnitte dieses Gewässers zu stark voneinander unterscheiden. Dementsprechend wurde ein zweiteiliges salinitätsabhängiges Leitbild des sehr guten ökologischen Zustandes entwickelt, in dem alle beschriebenen Gemeinschaften vorkommen.

Der Greifswalder Bodden ist das größte und tiefste der untersuchten Gewässer. Er wird am stärksten von der vorgelagerten Ostsee geprägt, die hier den geringsten Salzgehalt aufweist. Aufgrund der teilweise sehr geringen Durchmischung mit zufließendem Süßwasser ergaben sich für den Greifswalder Bodden die größten Eindringtiefen des Oberflächenlichts, obgleich der höchste Attenuationskoeffizient für das Salzhaff berechnet wurde. Historische Quellen, die den Greifswalder Bodden zu über 90% seiner Fläche als makrophytendominiert beschreiben, gewinnen damit ein hohes Maß an Glaubwürdigkeit. Im sehr guten ökologischen Zustand wird er von *Chaetomorpha linum*-Driftmatten, Darmtang-Beständen, Kleinarmleuchteralgen-Gemeinschaften, Großarmleuchteralgen-Gemeinschaften, Characeen-*Zostera marina*-Gemeinschaften und epilithischen Rotalgen-Gemeinschaften besiedelt.

Aus der Kombination der für die Pflanzengemeinschaften relevanten Typisierungsfaktoren ergibt sich eine Matrix von 224 Feldern. Dies entspricht der theoretisch maximalen Anzahl der Kombinationen der abiotischen Faktoren. In der anschließenden Analyse erwiesen sich jedoch nur 14 Merkmalskombinationen als tatsächlich bestimmend für die Struktur und Zusammensetzung der Makrophyten. Diese 14 Kombinationen bilden die minimale Anzahl von Typen, die für die ökologische Charakterisierung der Makrophytenbestände der inneren Küstengewässer notwendig sind. Das schließt nicht aus, dass auch eine Gruppierung in Typklassen mit Untertypen sinnvoll sein kann.

In den weiteren Arbeiten soll das hier vorgestellte historische Leitbild durch die Ermittlung der ökophysiologischen Toleranzbereiche der Gemeinschaften überprüft werden. Eine weitere, unabhängige Form dieser Überprüfung stellt die Analyse der Diasporenbanken in den Verlandungssedimenten dar. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind für die abschließende Beschreibung des ökologisch sehr guten Zustands der einzelnen Typen unabdingbar. Die Analyse der rezenten Makrophytenbestände dient vorrangig der Entwicklung eines Instrumentariums für die, ebenfalls von der EU-WRRRL geforderten, ökologischen Klassifikation der Gewässer und ihrer Komponenten.

## Summary

The water framework directive of the European Union, in short EU WFD, has been entered into force on the 22<sup>nd</sup> December 2000. According to the directive by 2004 all member states have to analyse characteristics and to review impacts of human activities on the ecological status of all surface waters for each type of water body.

This report analyses the fundamental conditions of ecology for macrophytes within the Inner Coastal Waters of the German Baltic Sea. A system of typology for macrophytes has been developed based on the physico-chemical descriptors given by EU WFD and the known eco-physiological requirements. Salinity, depth correlated with the amount of light penetrating the water, type of substrate and the frequency of ice cover have been identified to be the constitutive factors structuring macrophyte stocks.

The type-specific reference conditions for macrophytes shall reflect the pristine state undisturbed by human activities. These ecological states were reconstructed within three representative coastal semi-enclosed waters of the southern Baltic Sea. Therefore, we related the hitherto known abiotic factors to 2869 local historical records of macrophytes in herbaria or literature from 1796 up to now. Sites under study were the 'Salzhaff', the 'Darss-Zingster-Boddenkette' and the 'Greifswalder Bodden' representing distinct water bodies along the salinity gradient at the German coast of the Baltic Sea. In total 80 species of macro algae and angiosperms were found which could be grouped within 13 different communities according to the concept of vegetation communities. These communities are *Chaetomorpha linum*-drifting mats, Hollow green weed stocks, epilithic red macro algae, epilithic green macroalgae, *Chorda filum* stocks, Bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) stocks, *Ruppia cirrhosa* stocks, *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-communities, Characeen-*Ruppia cirrhosa*-communities, Characeen-*Zostera marina*-communities, small lagoon Charophyte-communities, large lagoon Charophyte-communities and *Najas marina* stocks.

Current records exist for almost all species except for *Lamprothamnium papulosum* und *Chara connivens* which therefore must be considered as extinct. However, the recent distribution areas of many Charophytes are reduced, either.

According to historic records and actual ecophysiological knowledge *Chaetomorpha linum*-drifting mats, Hollow green weed stocks, *Zostera noltii*-*Ruppia cirrhosa*-communities, *Fucus vesiculosus*-stocks and epilithic red macroalgae contribute to the high ecological status of the Salzhaff.

Due to strong salinity and light penetration depth gradients the Darss-Zingster-Boddenkette watercourse has been divided into two sections. A salinity-dependent classification system was designed for the high ecological status of both sections, in which all described communities occur.

The Greifswalder Bodden is the largest and deepest of all water bodies under study. It is also characterised by a strong influence of the adjacent Baltic Sea, which leads to the lowest salinity gradient found along all three lagoons. Therefore potentially deepest light penetration was calculated for this water body, which is in good accordance to historic records stating that 90% of the totally submersed area was dominated by macrophytes. The ecological status of the Greifswalder Bodden is con-

sidered to be of ecological high status if *Chaetomorpha linum*-drifting mats, hollow green weed stocks, small lagoon Charophyte-communities, large lagoon Charophyte-communities, Charophyte-*Zostera marina*-communities as well as epilithic red macroalgae-communities are present.

The combination of all relevant typology descriptors leads to a matrix consisting of 224 cells, representing the theoretical maximum of combinations of all abiotic factors. However, subsequent analysis revealed that a minimum number of 14 factor combinations is sufficient to characterise the macrophyte communities. For an overall classification approach it might be of ecological importance to subdivide the 14 type classes into subclasses.

In the future the investigation of the eco-physiological requirements of the macrophyte communities under study should enable a verification of the presented reconstruction of the type-specific reference conditions. In parallel, analysing diaspores in sediments will be undertaken as a second independent approach of verification. Overall results will be essential for a complete characterization of the high ecological status of all coastal and transitional water types. The analysis of recent macrophyte stocks is the prerequisite to develop a classification system for the ecological status in these waters as it is called for by the EU WFD.

## Danksagung

Für die gute Zusammenarbeit danken wir Herrn M. von Weber am Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG MV) in Güstrow, Frau Dr. Schmelzer am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Rostock, dem Müritzmuseum in Waren und den Botanischen Instituten der Universitäten Berlin, Hamburg, Rostock und Greifswald.

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das diese Arbeit im Rahmen des Verbundprojektes ‚ELBO‘ (Aktenkennzeichen FKz 0330014 ‚ELBO‘) ermöglicht hat. Das Land Mecklenburg-Vorpommern unterstützte über das LUNG MV die Finanzierung dieser Veröffentlichung.

## Literatur

- ANONYMUS (1958): The Venice-System for the classification of marine waters according to salinity. - *Limnol. & Oceanogr.* 3 (3): 346-347.
- BEHRENS, J. (1980): Untersuchungen am Makrophytobenthos der Darß-Zingster Boddenkette. - *Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. Reihe* 29 (4/5): 77-81.
- BEHRENS, J. (1982): Soziologische und produktionsbiologische Untersuchungen an den submersen Pflanzengesellschaften der Darß-Zingster Boddengewässer. - Dissertation, Univ. Rostock, FB Biologie.
- BLINDOW, I. (1992): Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. - *Freshwater Biology* 28: 9-14.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, - pp. 631, 2. Aufl. Springer, Wien.
- CASPER, S. J. & KRAUSCH, H.-D. (1980): Lycopodiaceae bis Orchidaceae. - In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Ettl, H., Gerloff, J. et Heynig, H. (eds.), Bd. 23, pp. 1-403, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- CASPERS, H. (1958): Vorschläge einer Brackwassernomenklatur ("The Venice System"). - *Internat. Rev. ges. Hydrobiol.* 44 (2): 313-315.

- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. (1994): Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. - pp. 1-144, Natural Environment Research Council, Plymouth.
- CORRENS, M. (1979): Der Wasserhaushalt der Bodden- und Haffgewässer der DDR als Grundlage für die weitere Erforschung ihrer Nutzungsfähigkeit zu Trink- und Brauchwasserzwecken. - Dissertation Humboldt-Universität, Berlin.
- CRAWFORD, R. M.; DOREY, A. E.; LITTLE, C.; BARNES, R. S. (1979): Ecology of Swanpool, Falmouth. 5. Phytoplankton and nutrients. - *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 9 (2):135-160.
- DÖSSELMANN, K. (1992): Untersuchungen zur Vegetationstypologie der benthischen Meerospflanzen an der Mecklenburgischen Ostseeküste. - Diplomarbeit, Universität Kiel, Kiel.
- ERIKSSON, B. K.; JOHANNSON, G. & SNOEIJIS, P. (1998): Long-term changes in the sublittoral zonation of brown algae in the southern Bothnian Sea. - *Europ. J. Phycol.* 33 (3): 241-249.
- FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- FORTES, M. D. & LÜNING, K. (1980): Growth Rates of North Sea Macroalgae in Relation to Temperature, Irradiance and Photoperiod. - *Helgol. Meeresunters.* 34: 15-29
- GEISEL, T. (1986): Pflanzensoziologische Untersuchung am Makrophytobenthos des Greifswalder Bodden. - Diplomarbeit, Univ. Rostock, FB Biologie.
- GEOLOGISCHE KARTE VON MECKLENBURG-VORPOMMERN. Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern 1998.
- GRILLAS, P.; VAN WIJCK, C.; BONNIS, A. (1993): The effect of salinity on the dominance-diversity relations of experimental coastal macrophyte communities. - *J. Veg. Science* 4: 453-460.
- HARGEBY, A.; ANDERSSON, G.; BLINDOW, I. & JOHANSSON, S. (1994): Trophic web structure in a shallow eutrophic lake during a dominance shift from phytoplankton to submerged macrophytes. - *Hydrobiologia* 280: 83-90.
- HERNANDEZ, I.; PEREZLLORENS, J. L.; FERNANDEZ, J. A. & NIELL, F. (1994): Alkaline-phosphatase activity in *Zostera noltii* Hornem. and its contribution to the release of phosphate in the palmones river estuary. - *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 39: 461-476.
- HOFFMANN, C. (1940): Die Vegetation der Nord- und Ostsee. - In: Die Tierwelt der Nord- und Ostsee, Grimpe, G. (ed.), pp. 1c1-1c32, Akadem. Verlagsgesell. Becker & Erler, Leipzig.
- HOLTZ, L. (1891): Die Characeen Neuvorpommern mit der Insel Rügen und der Insel Usedom. - *Mitt. Nat. Ver. Neuvorpommern und Rügen* 23: 99-156.
- HOPPE, E. & PANKOW, H. (1968): Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation der Boddengewässer südlich der Halbinsel Zingst und der Insel Bock (südliche Ostsee). - *Natur u. Naturschutz Meckl.* 6: 139-151.
- HYDROGRAPHISCHE KARTE DER DDR. Hydrographisches Kartenwerk der DDR, Band II. Berlin, 1986.
- JAMES, W. F. & BARKO, J. W. (1991): Influences of submersed aquatic macrophytes on zonation of sediment accretion and composition, Eau Galle Reservoir, Wisconsin. - *Tech. Rep. U. S. Army Eng. Waterways Exp. Stn.* 23 Pp.
- JAMES, W. F. & BARKO, J. W. (1994): Macrophyte influences on sediment resuspension and export in a shallow impoundment. - *Lake Reserv. Managem.* 10: 95-102.
- KARBE, W. (1996): Wasserpflanzen im mecklenburgischen Sprachgebrauch. - *Mecklenburg-Strelitzer Kalender* 1996: 30-31.
- KAUTSKY, N.; KAUTSKY, H.; KAUTSKY, U. & WAERN, M. (1986): Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 28 (1-2): 1-8.
- KLEMM, J. (1914): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Messtischblatt Nr. 514 „Neienkirchen“, S.-O., westl. Teil.). - Dissertation Universität Greifswald, E. Hartmann-Verlag, Greifswald.
- KLOSS, K. (1969): Salzvegetation an der Boddenküste Westmecklenburgs (Wismar Bucht). - *Natur u. Naturschutz Meckl.* 7: 77-114.
- KLUMPP, D. W. D. B. B. (1980): Characteristics of arsenic accumulation by the seaweeds *Fucus spiralis* and *Ascophyllum nodosum*. - *Mar. Biol.* 58: 257-264.
- KRAUSE, W. (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. - *Limnologica* 13 (2): 399-418.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophytaceae). - pp. 1-202, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KRETSCHMER, K. (1918): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Meßtischblatt Nr. 593 „Greifswald“ SO. (Östl. Teil)). - Dissertation Universität Greifswald, Greifswald.

- LAANE, R. W. P. M. (1992): Background concentrations of natural compounds in rivers, sea water, atmosphere and mussels. - Tidal Waters Division: 1-84.
- LAKOWITZ, K. (1929): Die Algenflora der gesamten Ostsee (ausschl. Diatomeen). - pp. 1-474, Danzig.
- LAMPE, R. (1998): Das Oderästuar als Filter und Transformator. - In: Lampe, R. (ed.) Greifswalder Bodden und Oder-Ästuar - Austauschprozesse. pp. 451-483, E.-M.-Arndt-Universität, Greifswald.
- LITTLER, M.M.; LITTLER, D.S.; BLAIR, S.M. & NORRIS, J.N. (1985): Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. - Science 227: 57-69.
- LITTLER, M.M.; LITTLER, D.S.; BLAIR, S.M. & NORRIS, J.N. (1986): Deep-water plant communities from an uncharted seamount off San Salvador Island, Bahamas: distribution, abundance and primary productivity. - Deep-Sea Res. 7: 881-892.
- LEUKART, P. & LÜNING, K. (1994): Minimum spectral light requirements and maximum light levels for long-term germling growth of several red algae from different water depths and a green alga. - Eur. J. Phycol. 29: 103-112.
- LEHVO, A. & BACK, (2001): Survey of macroalgal mats in the Gulf of Finland, Baltic Sea. - Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 11(1) 11-14.
- LINDNER, A. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst. - Dissertation, Universität Rostock, Rostock.
- LÜNING, K. (1990): Seaweeds: their environment, biogeography and ecophysiology. Wiley, New York.
- LUTHER, H. (1951): Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland - I Acta Botanica Fennica 49: 1-231, II Acta Botanica Fennica 50: 1-370.
- MENENDEZ, M. & SANCHEZ, A. (1998) : Seasonal variations in P-I-responses of *Chara hispida* L. and *Potamogeton pectinatus* L. from stream Mediterranean ponds. - Aquat. Bot. 61: 1-15.
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen Deutschland, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung aller Arten Europas. - In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Band 5 pp. 1-765, Verlag E. Kummer, Leipzig.
- MIGULA, W. (1909): VI. Ordnung: Characeae (Textteil). - In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Band II. Algen. 2. Teil, pp. 262-363, Verlag F. v. Zetzschwitz, Gera.
- MÜNTER, J. (1871): Ueber die Characeen Pommerns, im Allgemeinen und *Chara (Lychnothamnus) alopecuroides* Del. var. *Wallrothii* Rupr. insbesondere. - Vortragsmanuskript, Greifswald.
- MUR, L. R. & VISSER, P. M. (1996) : Aquatische Milieubiologie Deel I. - pp. 1-133. Amsterdam.
- NELEN, W. & THIEL, R. (1995): Fische. - In: Meereskunde der Ostsee, Rheinheimer, G. (ed.), pp. 190-196, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- NIELSEN, R.; KRISTIANSEN, A.; MATHIESEN, L. & MATHIESEN, H. (2001): Distributional index of the benthic macroalgae of the Baltic Sea area. - Acta Bot. Fenn. 115: 1-51.
- OLSEN, S. (1944): Danish Charophyta - Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. - Biologiske Skrifter III: 1-240.
- OSPAR (2000): OSPAR/ICES Workshop on the overall evaluation and update of background concentrations for nutrients and for contaminants in sea water, biota and sediment (Hamburg: 22.-25. 10 1996).
- PABEL, W. (1921): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Meßtischblatt Nr. 593 N.O.). - pp. 1-92, Universität Greifswald, Greifswald.
- PANKOW, H.; SPITTLER, P. & STÖLZNER, W. (1967): Beitrag zur Kenntnis der Pflanzengesellschaften vor der Insel Langenwerder (Ostsee, Wismar-Bucht). - Bot. Marina 10: 240-251.
- PANKOW, H. (1990): Ostsee-Algenflora. - pp. 1-648, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PORTER-PHILADELPHIA, H. C. (1894): Abhängigkeit der Breitling- und Unterwarnow-Flora vom Wechsel des Salzgehaltes. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 48: 79-105.
- REINKE, J. (1889): Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Antheils. Eine systematisch-pflanzengeographische Studie. - pp. 1-101, Schmidt & Klaunig, Kiel.
- REMANE, A. (1940): Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. - In: Die Tierwelt der Nord- und Ostsee, Grimpe, G. (ed.), pp. 1a1-1a238, Akadem. Verlagsgesell. Becker & Erler, Leipzig.
- RHEINHEIMER, G. (1996): Meereskunde der Ostsee. 2. Aufl. - pp. 1-338, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

- RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Veröffentlicht am 22.12.2000. Amtsbl. d. Europ. Gem. L 327/1.
- ROTHMALER, W. (1986): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 4. Kritischer Band. , 6. Aufl., - pp. 1-811 Volk und Wissen Volkseigener Verlag. Berlin.
- SCHEFFER, M.; VAN DEN BERG, M.; BREUKELAAR, A.; BREUKERS, C.; COOPS, H.; DOEF, R. & MEIJER, M.-L. (1994): Vegetated areas with clear water in turbid shallow lakes. - *Aquat. Bot.* 49: 193-196.
- SCHEFFER, M. (1998): Ecology of shallow lakes. 1.ed.- pp. 1-355. Chapman and Hall, London.
- SCHIEWER, U. (1994): Makrophytenkartierung und Ground-Truth-Messungen in der Darß-Zingster Boddenkette, Juli - August 1994. - Abschlußbericht Univ. Rostock für das staatliche Landesamt für Umwelt- und Naturschutz Stralsund.
- SCHLUNGBAUM, G.; BAUDLER, H.; KRECH, M. & KWIATKOWSKI, B. (1999/2000): Die Darß-Zingster Bodden - Eine Studie. - Umweltministerium (M-V): 1-209.
- SCHLÜTER, H. (1957): Ein Beitrag zur Frage ökologischer und soziologischer Artengruppen mit einem Beispiel aus dem Thüringischen Schiefergebirge. - *Arch. Forstwesen* 6 (1): 44-58.
- SCHLÜTER, H. (1981): Zielstellung der Naturraumerkundung und -kartierung in der DDR. - *Petermanns Geogr. Mitt.* 2: 73-82.
- SCHLÜTER, H. (1984): Die „Vegetationsform“ als Elementareinheit landschaftlicher Vegetationsmosaiken. - *Wiss. Mitt. Inst. f. Geogr. u. Geoökol. Akad. Wiss. d. DDR* 14: 7-16.
- SCHMELZER, N. (1994): Die Eisverhältnisse in den Küstengebieten von Mecklenburg-Vorpommern. Die Küste, *Arch.f.Forsch.u.Tech.a.d.Nord- u.Ostsee* 56: 51-56.
- SCHMIDT, D. (1993): Rote Liste der gefährdeten Armleuchteralgen Mecklenburg-Vorpommerns. - Umweltministerium (M-V): 1-32.
- SCHRAMM, W. (1996): The Baltic Sea and its Transition Zones. - In: *Marine Benthic Vegetation - Recent changes and the effects of eutrophication*, Schramm, W. and Nienhuis, P. H. (eds.), pp. 131-164, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- SCHUBERT, H.; FORSTER, R. M. & SAGERT, S. (1995): In situ measurement of state transition in cyanobacterial blooms - kinetics and extent of the state change in relation to underwater light and vertical mixing. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 128: 99-108.
- SCHUBERT, H. (1996): Ökophysiologie der Lichtanpassung des Phytoplanktons eutropher Flachgewässer. Habilitationsschrift, Universität Rostock, Rostock.
- SCHUBERT, H.; SAGERT, S. & FORSTER, R. M. (2001): Evaluation of the different levels of variability in the underwater light field of a shallow estuary. - *Helgol. Mar. Res.* 55 (1): 12-22.
- SCHWARZ, A. M.; HAWES, I. & HOWARD-WILLIAMS, C. (1996): The role of photosynthesis/light relationships in determining lower depth limits of Characeae in South Island, New Zealand lakes. - *Freshwat. Biol.* 35 (1): 69-80.
- SCHWARZ, A. M. & HAWES, I. (1997): Effects of changing water clarity on characean biomass and species composition in a large oligotrophic lake. - *Aquat. Bot.* 56: 169-181.
- SCHWENKE, H. (1964): Vegetation und Vegetationsbedingungen in der westlichen Ostsee (Kieler Bucht). - *Kieler Meeresforsch.* 20: 157-168.
- SEIFERT, R. (1938): Die Bodenfauna des Greifswalder Boddens. Ein Beitrag zur Ökologie der Brackwasserfauna. - *Z. Morph. Ökol. Tiere* 34: 221-271.
- SEIFERT, T. & Kayser, B. (1995): A high resolution spherical grid topography of the Baltic Sea. - *Meereswissenschaftl. Berichte* 9.
- STROSS, R. G.; Sokol, R. C.; Schwarz, A. M. & Howard-Williams, C. (1995): Lake optics and depth limits for photogenesis and photosynthesis in charophyte meadows. - *Hydrobiologia* 302 (1): 11-19.
- SUBKLEW, H. J. (1955): Der Greifswalder Bodden, fischereibiologisch und fischereiwirtschaftlich betrachtet. - *Z. Fischerei* 4 (7-8): 545-588.
- TEUBNER, J. (1989): Quantitative und qualitative Erfassung submerser Makrophyten 1986/87 - Luftbildanalyse. - Diplomarbeit, Univ. Rostock, FB Biologie.
- UEBE, D. (1921): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Messtischblatt Nr. 513 „Horst“ NO, südl. Teil. Dissertation Universität Greifswald, Greifswald.
- UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG-VORPOMMERN (ed.) (1998): Gewässergütebericht 1996/1997: Zustand der Gewässergüte von Fließ-, Stand- und Küstengewässern und der Grundwasserbeschaffenheit in Mecklenburg-Vorpommern. - pp. 1-140 Schwerin.

- MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT (ed.) (1996): Gewässergütebericht 1995: oberirdische Gewässer, Küstengewässer und Grundwasser. - S. 1 - 296 Schwerin
- VAN DEN BERG, M.; COOPS, H.; MEIJER, M.-L.; SCHEFFER, M. & SIMONS, J. (1998a): Clear water associated with a dense Chara vegetation in the shallow and turbid lake Veluwemeer, The Netherlands. - In: The structuring role of submerged macrophytes in lakes, Jeppesen, E., Sondergaard, M., Sondergaard, M. et Christoffersen, K. (eds.), pp. 339-352, ministerie van verkeer en waterstaat.
- VERMAAT, J. E. & VERHAGEN, F. C. A. (1996): Seasonal-variation in the intertidal seagrass *Zostera noltii* Hornem. - Coupling demographic and physiological patterns. - *Aquat. Bot.* 52: 259-281.
- WALLMAN, J. H. (1853): Försök till en systematisk uppställning af växtfamiljen Characeae. - pp. 1-103 Stockholm.
- WALTER, T. (1981): Produktionsbiologische Untersuchungen an submersen Makrophyten unter Einsatz selbstregistrierender Messgeräte - Dissertation, Universität Rostock.
- WEGENER, K.-A. (1991): Pflanzengemeinschaften an der Südküste des Greifswalder Boddens. - *Gleditschia* 19: 259-268.
- WOOD, R. D. & IMAHORI, K. (1964): Iconograph of the Characeae. - pp. 1-800, Verlag J. Cramer, Weinheim.
- WOOD, R. D. et IMAHORI, K. (1965): Monograph of the Characeae. - pp. 1-904, Verlag J. Cramer, Weinheim.
- YOUSEF, M. A. M.; KÜSTER, A.; SCHUBERT, H. & NORDHEIM, H. von (1997a): Charakterisierung der Characeenbestände an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. - *Bodden* 5: 3-23.
- YOUSEF, M. A. M.; NORDHEIM, H. von; KÜSTER, A. & SCHUBERT, H. (1997b): Eignung der Armleuchteralgen (Characeae) als Indikator für den Gewässerzustand der Flachwasserbereiche der Ostseeküste. - *Aktuelle Probleme der Meeresumwelt, Supplement* 7: 173-182.
- YOUSEF, M. A. M. (1999): Ökophysiologie von Makrophyten und Epiphyten in Flachwasserökosystemen. - Dissertation, Universität Rostock.
- ZENTRALSTELLE FÜR DIE FLORISTISCHE KARTIERUNG DEUTSCHLANDS. (1997): Florein 5.0. - Software.

### **Historische Literatur Makrophytenverbreitung**

Zusätzlich zu den im Text verwendeten Quellen wurden Angaben zur Verbreitung der Makrophyten aus folgenden Publikationen ausgewertet:

- ASCHERSON, P. & POTONIÉ, H. (1886): Floristische Beobachtungen aus der Priegnitz (II). - *Verh. Botan. Ver. Berl. Brandenb.* 27: 95-105.
- ASCHERSON, P. & GRAEBNER, P. (1899): Flora des Nordostdeutschen Flachlandes. - Berlin.
- BECKER, H. F. (1792): Beschreibung des Heiligen Dammes bey Dobberan und Rehdewisch in Mecklenburg. - pp. 1-78 Schwerin.
- BENKERT, D.; FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. - pp. 1-615, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- BLÜMEL, C. & TEPPEKE, M. (1996): Seentypen in Mecklenburg-Vorpommern - eine vegetationsökologische Bestandsaufnahme und Zustandserfassung an ausgewählten Beispielen. - pp. 1-268 Greifswald.
- BOLL, E. (1860): Flora von Mecklenburg. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* 14: 1-404.
- BOLL, E. (1862): Die Süßwasserpflanzen der deutschen Ostseeländer. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* 16: 57-101.
- BROCKMÜLLER, H. (1863): Beiträge zur Kryptogamen-Flora Mecklenburgs. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* 17: 162-256.
- DENCKER, F. (1946): Flora von Wismar (Manuskript). - pp. 1-107.
- DETHARDING, G. G. (1809): Beiträge zur mecklenburgischen Flora. - *Nützliche Beiträge zu den Neuen Strelitzischen Anzeigern* 42.
- DETHARDING, G. G. (1828): *Conspectus Plantarum Magnitudatum Megapolitanorum Phanerogamarum.* - pp. 1-84, K. C. Stiller, Rostock.
- DOLL, R. (1989): Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR, Teil I: Die Gesellschaft des offenen Wassers. - *Feddes Repert.* 100 (5-6): 281-324.
- DOLL, R. & PANKOW, H. (1989): Die Verbreitung der Sippen der Gattung *Najas* L. in den Nordbezirken der DDR. - *Feddes Repert.* 100 (7/8): 431-438.
- DUTY, J. & PANKOW, H. (1967): Flora von Rostock und Umgebung. - pp. 1-359 Rostock.

- EGGERS, G. (1860): Botanisches Taschenbuch Mecklenburg (Flora excursoria). - pp. 1-195 Neustrelitz.
- FISCH, C. & KRAUSE, E. H. L. (1879): Flora von Rostock und Umgebung. - pp. 1-208. Wilhelm Werther Verlag Rostock.
- FISCHER, J. K. (1861): Verzeichnis der Gefäßpflanzen Neuvorpommerns und Rügens. - pp. 1-56 Stralsund.
- FISCHER, W. (1993): Floristische und mykologische Beiträge zur Flora von Glowe auf Rügen. - Bot. Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 25: 35-54.
- FRIEDRICH, P. (1895): Flora der Umgegend von Lübeck. - In: Schubring, J. (ed.), Einladung zu den auf den 1. und 5. April angeordneten öffentlichen Prüfungen und Reitübungen der Schüler des Katharineums zu Lübeck, pp. 1-47 Lübeck.
- FUKAREK, F. (1961): Beiträge zur Flora des Darß/Zingst und des Fischlandes. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 7: 165-202.
- FUKAREK, F. (1989): Bericht über das 30. Arbeitstreffen der AG Mecklenburger Floristen vom 9. bis 12. Juni 1988 in Klein Stresow (Rügen). - Bot. Rundbrief für den Bezirk Neubrandenburg 21: 89-94.
- GRIEWANK, C. (1847): Kurze Beschreibung der Gegend von Dassow in Mecklenburg-Schwerin. - Bot. Zeitung (Berlin) 5: 449-455.
- GRIEWANK, G. (1873): Die Halbinsel Wustrow. Ein Beitrag zur Flora Mecklenburgs. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 26: 17-46.
- GRZESIK, P. (1915): Ein botanischer Ausflug bei Barth. - In: Meinhold, T. (ed.), Heimatbüchlein für Barth und Kreis Franzburg, pp. 211-218 Stettin.
- HENKER, H. (1960): Flora um Wismar, Neukloster und Warin (Farnpflanzen - Pteridophyta und Blütenpflanzen - Spermatophyta) I. Teil. - Arch. Nat. Meckl. 6: 102-173.
- HENKER, H. (1961): Flora um Wismar, Neukloster und Warin (Farnpflanzen: Pteridophyta und Blütenpflanzen: Spermatophyta) II. Teil (und Schluß). - Arch. Nat. Meckl. 7: 7-139.
- HORNSCHUCH, F. (1837): Über die Eigenthümlichkeiten der Flora der Torfmoore in der Umgegend von Greifswald. - Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 20/2 (47): 737-747.
- HORNSCHUCH, F. (1837): Über die Eigenthümlichkeiten der Flora der Torfmoore in der Umgegend von Greifswald. - Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 20/2 (48): 753-761.
- JESCHKE, L. (1962): Die Vegetation der Stubnitz (NSG Jasmund) auf der Insel Rügen. - Dissertation Universität Greifswald, Greifswald.
- JESCHKE, L.; KLAFFS, G.; SCHMIDT, H. & STARKE, W. (1980): Handbuch der Naturschutzgebiete der DDR, Bd. 1: Bezirke Rostock, Schwerin und Neubrandenburg. - Leipzig, Jena, Berlin.
- KERGEL, K.; BAUER, M. & UHLE, G. (1994): Beiträge zur Flora des Kreises Grevesmühlen. - Bot. Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 26: 55-62.
- KLEMM, J. (1914): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Meßtischblatt Nr. 514 "Neuenkirchen", S.-O., westl. Teil.). - pp. 1-88, Universität Greifswald, E. Hartmann-Verlag Greifswald.
- KLOSS, K. (1969): Salzvegetation an der Boddenküste Westmecklenburgs (Wismar Bucht). - Natur u. Naturschutz Meckl. 7: 77-114.
- KÖLPIN, A. B. (1769): Flora Gryphica supplementum herbationibus accomodatum. - pp. 1-128. Verlag A. F. Röse Greifswald.
- KONOPKA, K. (1966): Petersens Flora von Lübeck und Umgebung. - Berichte des Vereins "Natur und Heimat" und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck 7/8: 19-138.
- KRAMER, O. (1919): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Meßtischblatt Nr. 593 "Greifswald, S.-W., östl. Teil.). - Universität Greifswald, Greifswald.
- KRAUSE, E. H. L. (1882): Kleine Mittheilungen. - 1. Zur Flora von Rostock. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 36: 113-129.
- KRAUSE, E. H. L. (1884): Pflanzengeographische Übersicht der Flora von Mecklenburg. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 38: 1-146.
- KRAUSE, E. H. L. (1893): Mecklenburgische Flora. - Wilhelm Werther Verlag Rostock.
- KRISCH, H. (1986): Beiträge zur Flora von Mecklenburg. - 3. Fortsetzung. - Bot. Rundbrief für den Bezirk Neubrandenburg 18: 69-73.
- KÜNZENBACH, R. (1955): Über die Algenvegetation der Ostsee und der Boddengewässer um Hiddensee. - Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald Math.-Nat. R. 5: 372-388.
- KÜSTER, A. (1997): Ökophysiologische Charakterisierung der Characeenbestände an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. - pp. 1-77, Universität Rostock, Rostock.

- LANGMANN, J. F. (1841): Flora der beiden Großherzogtümer Mecklenburgs. - Eigenverlag des Autors u. Buchhandel G. Barnewitz Neustrelitz.
- LANGMANN, E. (1871): Flora der Großherzogtümer Mecklenburg und der angrenzenden Gebiete. - Verlag A. Schmale Schwerin.
- LINDNER, A. (1978): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation in der Boddenkette südl. des Darss und des Zingst. - *Limnologica* 11: 299-305.
- MARSSON, T. F. (1869): Flora von Neuvorpommern und der Inseln Rügen und Usedom. - Leipzig.
- MARSSON, T. F. (1886): Baltisches Gebiet. - *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 4: CXLI.
- MÜLLER, W. (1911): Flora von Pommern. - pp. 1-376 Stettin.
- ORTSGRUPPE GEOBOTANIK GREIFSWALD (1998): Kartierung der submersen Makrophyten in ausgewählten Transsekten der südlichen Dänischen Wieck und des Rycks. - pp. 1-21 Greifswald.
- PANKOW, H. & PETERS, B. (1973): Floristische Mitteilungen aus Mecklenburg. - V. Der Raum östlich Sternberg. - *Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. Reihe* 22 (6/7): 759-762.
- PANKOW, H. & RATTEY, F. (1963): Verbreitungskarten zur Pflanzengeographie Mecklenburgs, II. Reihe. - *Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald Math.-Nat. R.* XII (5/6): 359-376.
- PETERSEN, K. (1929): Flora von Lübeck und Umgebung. - Teil 1. - pp. 1-131 Lübeck.
- PETERSEN, K. (1931): Flora von Lübeck und Umgebung. - Teil 2. - pp. 1-211 Lübeck.
- PRIES, F. J. (1908): Beiträge zur Flora von Mecklenburg unter besonderer Berücksichtigung der Umgegend von Schwerin. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* 62: 94-117.
- ROEPER, J. (1843): Zur Flora Mecklenburgs. - Erster Theil. - pp. 1-160 Verlag Adler's Erben Rostock.
- ROTHMALER, W. et al. (1959): Beiträge zur Kenntnis der Flora von Mecklenburg I. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* V: 336-371.
- ROTHMALER, W. (1965): Beiträge zur Kenntnis der Flora von Mecklenburg II. - *Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald Math.-Nat. R.* 14: 77-92.
- RUTHE, R. (1890): Beobachtungen aus der Gefäßpflanzenflora des Kreises Usedom-Wollin. - *Verh. Bot. Ver. Prov. Brand.* 31: 237-250.
- SCHLÜTER, U. & SLUSCHNY, H. (1994): Ergebnisse des XV. floristischen Arbeits- und Exkursionstreffen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Mecklenburg-Vorpommern vom 10. bis 15. August 1993 in Trassenheide (Usedom). - *Bot. Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern* 26: 95-122.
- SCHMIDT, W. L. E. (1840): Flora von Pommern und Rügen. - pp. 1-392 Stettin.
- SCHULTZ, M. (1914): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Meßtischblatt Nr. 514, sw. Teil, östl. Hälfte.). - pp. 1-78, Universität Greifswald, Greifswald.
- STEINHARDT, T. (2001): Landschaftsökologische Untersuchungen an Standorten submerser Makrophytenvegetation im Salzhaff (Wismarbucht). Diplomarbeit, Univ. Greifswald, FB Biologie.
- SUCCOW, M. (1970): Die Vegetation der nordmecklenburgischen Flußtalmoore und ihre anthropogene Umwandlung. - Universität Greifswald, pp. 1-344 Greifswald.
- TIMM, J. C. (1795): Flora Megapolitana. - *Magazin für Naturkunde und Ökonomie Mecklenburgs*.
- TIMM, J. C. (1791): Vorläufige Nachlese zur Flora Megapolitana. - *Magazin für Naturkunde und Ökonomie Mecklenburgs* 1: 206-266.
- TOEPFFER, A. (1903): Zur Flora Mecklenburgs. - *Arch. Freunde Natur. Meckl.* 57: 128-145.
- TRAHMS, O. K. (1940): Beiträge zur Ökologie küstennaher Brackwässer. 2. Die Bodenfauna und Bodenflora des Großen Jasmunder Boddens. - *Arch. Hydrobiol.* 36: 1-35.
- VODERBERG, K. & FRÖDE, E. (1955): Die Vegetationsentwicklung auf der Insel Bock. - *Feddes Repert. Beih.* 135: 214-229.
- VODERBERG, K. & FRÖDE, E. (1963): Die Vegetationsentwicklung auf der Insel Bock in den Jahren 1956-1961. - *Feddes Repert. Beih.* 140: 19-26.
- VOSS, M. (1915): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald (Messtischblatt Nr. 514 "Neuenkirchen" SW. (Westl. Teil). - pp. 1-96, Universität Greifswald, Verlag E. Hartmann Greifswald.
- WEGENER, K. A. (1991): Pflanzengemeinschaften an der Südküste des Greifswalder Boddens. - *Gleditschia* 19: 259-268.
- WEIGEL, C. E. (1769): Flora Pomerano-rugica. - pp. 1-258 Berlin, Stralsund, Leipzig.
- WOLLERT, H. (1998): Bericht über das 39. Arbeitstreffen der AG-Geobotanik Mecklenburg-Vorpommern in Gützkow vom 24.-29.6.1997. - *Bot. Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern* 32: 173-178.

- WREDOW, J. C. L. (1812): Oeconomisch-technische Flora Mecklenburgs. - pp. 1-614, Herold und Wahlstab, Lüneburg.
- YOUSEF, M. A. M. (1999): Ökophysiologie von Makrophyten und Epiphyten in Flachwasserökosystemen. - pp. 1-94, Universität Rostock, Rostock.
- ZABEL, H. (1861): Erster Nachtrag zur Flora von Neu-Vorpommern und Rügen. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 15: 418-426.
- ZABEL, H. (1863): Bemerkungen und Nachträge zur Flora von Neu-Vorpommern und Rügen. - Arch. Freunde Natur. Meckl. 17: 257-268.

### Literatur der Ökophysiologie der Makrophyten

Zusätzlich zu den im Text verwendeten Quellen wurden zur ökophysiologischen Charakterisierung der Makrophyten noch folgende Publikationen ausgewertet:

- ANDREWS, M.; BOX, R.; McINROY, S. & RAVEN, J. A. (1984): Growth of *Chara hispida*. 2. Shade adaptation. *J. Ecol.* 72: 885-895.
- BIRD, N. L.; CHEN, L. C. M. & McLACHLAN, J. (1979): Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta) and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). - *Bot. Mar.* 22: 521-527.
- BISSON, M. A. & KIRST, G. O. (1995): Osmotic acclimation and turgor pressure regulation in algae. - *Naturwissenschaften* 82: 461-471.
- CONGDON, R. A. & McCOMB, A. J. D. B. (1981): The vegetation of the Blackwood River estuary, south-west Australia. - *J. Ecol.* 69: 1-16.
- CONNOR, J. L. D. B. (1980): Distribution and seasonality of macroalgae on oyster communities of central Chesapeake Bay. - *Bot. Mar.* 23: 711-717.
- CORRENS, M. (1976): Charakteristische und morphometrische Daten der Bodden- und Haffgewässer der DDR. *Vermessungstechnik* 24: 459-461.
- EINAV, R.; BRECKLE, S. & BEER, S. (1995): Ecophysiological adaptation strategies of some intertidal marine macroalgae of the Israeli Mediterranean coast. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 125: 219-228.
- GRILLAS, P.; VAN WIJCK, C.; BONNIS, A. (1993): The effect of salinity on the dominance-diversity relations of experimental coastal macrophyte communities. - *J. Veg. Science* 4: 453-460.
- HARITONIDIS, S.; NIKOLAIDIS, G.; TRYFON, H. & GARTSONIS, K. (1991): Cultures of Macroalgae in Wastewater-Treatment. I. Biomass. *Toxicological and Environmental Chemistry TXECBP* 31/32: 515-520.
- HENLEY, W. J. (1992): Growth and photosynthesis of *Ulva rotundata* (Chlorophyta) as a function of temperature and square-wave irradiance in indoor culture. - *J. Phycol.* 28: 625-634.
- HSIAO, S. I. C. (1990): Photosynthesis of two Arctic intertidal seaweeds. - *Sarsia* 75: 43-52.
- JACOBSEN, T.; RUENESS, J. & ATHANASIADIS, A. (1991): *Antithamnionella floccosa* (Rhodophyta) in culture: Distribution, life history and chromosome number. - *Bot. Mar.* 34: 491-499.
- JIN, S.; LI, Y. and Y. WANG (1991): Effects of ecological factors on photosynthesis of *Potamogeton crispus*. *Acta Hydrobiol. Sin. Shuisheng. Shengwu. Xuebao.* 15: 295-302.
- KARSTEN, U. (1991): Ecophysiological investigation on the salinity and temperature tolerance of Antarctic green algae with an emphasis of beta-dimethyl-sulphoniopropionate (DMSP) metabolism. - *Ber. Polarforsch. Rep. Polar Res.* 79: 1-108
- KING, R. J. & SCHRAMM, W. (1976): Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations. - *Mar. Biol.* 37: 215-222.
- KÜSTER, A.; SCHAIBLE, R. & SCHUBERT, H. (2000): Light acclimation of the charophyte *Lamprothamnium papulosum*. - *Aquatic Botany* 68: 205-216.
- LÜNING, K. (1979): Growth strategies of three *Laminaria* species (Phaeophyceae) inhabiting different depth zones in the sublittoral region of Helgoland (North Sea). - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1: 195-207.
- LÜNING, K. & SCHMITZ, K. (1988): Dark growth of the red alga *Delesseria sanguinea* (Ceramiales) - lack of chlorophyll, photosynthetic capability and phycobilisomes. - *Phycologia* 27: 72-77.
- MABERLY, S.C. (1992): Morphological and photosynthetic characteristics of *Potamogeton obtusifolius* Mert. and Koch, grown at different depths. Abstracts Of The Aquatic Plant Management Society, Inc. Thirty Second Annual Meeting And International Symposium On The Biology And Management Of Aquatic Plants. S. 7.
- MABERLY, S.C. (1993): Morphological and photosynthetic characteristics of *Potamogeton obtusifolius* from different depths. *J. Aquat. Plant Manage.* 31: 34-39.

- MADSEN, J.D. & ADAMS, M. S. (1989): The distribution of submerged aquatic macrophyte biomass in a eutrophic stream, Badfish Creek: The effect of environment. *Hydrobiologia* 171: 111-119.
- MAGGS, C.A. & GUIRY, M. D. (1987): Environmental control of macroalgal phenology, p. 357-373. - In [ed.], R.M.M. Crawford Plant life in aquatic and amphibious habitats.
- MARKAGER, S. & SAND JENSEN, K. (1992): Light requirements and depth zonation of marine macroalgae. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 88: 83-92.
- MESSNER, U. & OERTZEN, J.A. (1989): Recent changes in the phytal zone of Greifswald Bay. *Limnologia* 20: 183-186.
- MURTHY, M. S. & RADIA, P. D. B. (1978): Eco-biochemical studies on some economically important intertidal algae from Port Okha (India). - *Bot. Mar.* 21: 417-422.
- NIEMECK, R. A. & MATHIESON, A. C. (1978): Physiological studies of intertidal fucoid algae. - *Bot. Mar.* 21: 221-227.
- ORFANIDIS, S. (1992): Light requirements for growth of six shade-acclimated Mediterranean macroalgae. - *Mar.Biol.* 112: 511-515.
- OSMOND, C. B.; RAMUS, J.; LEVAVASSEUR, G.; FRANKLIN, L. A. & HENLEY, W. J. (1993): Fluorescence quenching during photosynthesis and photoinhibition of *Ulva rotundata* Blid. - *Planta* 190: 97-106.
- PEARSON, G. A. & DAVISON, I. R. (1994): Freezing stress and osmotic dehydration in *fucus distichus* (phaeophyta) - evidence for physiological similarity. - *J. Phycol.* 30: 257-267.
- REED, R. H. (1985): Osmoacclimation in *Bangia atropurpurea* (Rhodophyta, Bangiales): The osmotic role of floridoside. - *Br.Phycol.J.* 20: 211-218.
- ROSENBERG, G. & RAMUS, J. (1982): Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and *Ulva* sp. (Chlorophyceae): Photosynthesis and antenna composition. - *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 8: 233-241.
- SAND-JENSEN, K.; J. MOELLER, and B.H. OLESEN (1988): Biomass regulation of microbenthic algae in Danish lowland streams. - *Oikos.* 53: 332-340.
- SAND-JENSEN, K. & VINDBAEK MADSEN, T. (1991): Minimum light requirements of submerged freshwater macrophytes in laboratory growth experiments. - *J.of Ecology* 79: 749-764.
- SCHUBERT, H. & FEUERPFIL, P. (1995): Makrophytenerfassungen an der Innen- und Aussenküste Mecklenburg-Vorpommerns. - Abschlussbericht 80805056 (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit): 1-40.
- SCHUBERT, H. & YOUSEF, M. A. M. (1996): Mögliche Gefährdung der Characeenbestände der inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns durch epiphytische Überdeckung. - Zwischenbericht 80805056 (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).
- SCHWARZ, A. M. & HAWES, I. (1997): Effects of changing water clarity on characean biomass and species composition in a large oligotrophic lake. - *Aquat. Bot.* 56: 169-181.
- SCHWARZ, A. M.; HAWES, I. & HOWARD-WILLIAMS, C. (1996): The role of photosynthesis/light relationships in determining lower depth limits of Characeae in South Island, New Zealand lakes. - *Freshwat. Biol.* 35 (1): 69-80.
- STIRK, W. A. & Aken, M. E. (1993): Growth and morphogenesis of a new red alga in the Ceramiaceae (Rhodophyta) from Natal coastal waters. - *S. Afr. J. Bot. S. Afr. Tydskr. Plantkd.* 59: 575-580.
- STIRK, W.A.; M.E. AKEN, & J.VAN STADEN (1995a): Effect of light, temperature and pH on photosynthesis in a filamentous red alga (Ceramiaceae, Rhodophyta). - *S. Afr. J. Bot. S. Afr. Tydskr. Plantkd.* 61: 235-239.
- STIRK, W.A.; M.E. AKEN, & J.VAN STADEN (1995b): Effect of irradiance on photosynthesis in a filamentous red alga (Ceramiaceae, Rhodophyta). - *S. Afr. J. Bot. S. Afr. Tydskr. Plantkd.* 61: 153-157.
- VAN DEN BERG, M.S.; COOPS, H.; SIMONS, H.J. & de KEIZER, A. (1998b): Competition between *Chara aspera* and *Potamogeton pectinatus* as a function of temperature and light. *Aquat. Bot.* 60: 241-250.
- VAN DIJK, G.M. & VAN VIERSSEN, W. (1991): Survival of a *Potamogeton pectinatus* L. population under various light conditions in a shallow eutrophic lake (Lake Veluwe) in The Netherlands. *Aquat. Bot.* 39: 121-129.

- VAN DIJK, G.M.; BREUKELAAR, A.W. & R.GIJLSTRA, R. (1992): Impact of light climate history on seasonal dynamics of a field population of *Potamogeton pectinatus* L. during a three year period (1986-1988). *Aquat. Bot.* 43: 17-41.
- VERGARA, J.J.; PEREZ-LLORENS, J.L.; PERALTA, G. & HERNANDEZ, I. (1997): Seasonal variation of photosynthetic performance and light attenuation in *Ulva ganopies* from Palmoes river estuary. - *J. Phycol.* 33: 773-779.
- WETZEL, R. L. & PENHALE, P. A. (1983): Production ecology of seagrass communities in the lower Chesapeake Bay. - *Mar. Technol. Soc. J.* 17: 22-31.

### Verfasser

Dipl.-Biol. Christian Blümel  
 Universität Greifswald  
 Institut für Ökologie, Botanisches Institut  
 Grimmer Straße 88, D-17487 Greifswald  
 E-mail: bluemel@uni-greifswald.de

Dipl.-Zool. Jochen Chr. Krause  
 Universität Greifswald  
 Institut für Ökologie, Botanisches Institut  
 Grimmer Straße 88, D-17487 Greifswald  
 E-mail: jckrause@uni-greifswald.de

Prof. Dr. Ulrich Schiewer  
 FB Biologie  
 Aquatische Ökologie  
 Freiligrathstr. 7/8, 18051 Rostock  
 E-mail: ulrich.schiewer@biologie.uni-rostock.de

Dr. André Domin  
 FB Biologie  
 Aquatische Ökologie  
 Freiligrathstr. 7/8, 18051 Rostock  
 E-mail: andre.domin@biologie.uni-rostock.de

Dipl.-Biol. Manfred Schubert  
 Universität Greifswald  
 Institut für Ökologie, Botanisches Institut  
 Grimmer Straße 88, D-17487 Greifswald  
 E-mail: manfred@uni-greifswald.de

Prof. Dr. Hendrik Schubert  
 Universität Greifswald  
 Institut für Ökologie, Botanisches Institut  
 Grimmer Straße 88, D-17487 Greifswald  
 E-mail: schubh@uni-greifswald.de

## 5 Anhang

### 5.1 Literaturrecherche: Ökophysiologie der Arten

**Tabelle 21** Zusammenfassung der Literaturrecherche. Insgesamt wurden 872 (Mehrfachnennungen möglich) Publikationen über die relevanten Gattungen bzw. Arten erfasst. In Tabelle 2 im Anhang werden die Ergebnisse spezifiziert. Die ausgesuchten Artikel sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Gattung	Fucus	Ulva	Enteromorpha	Chara	Zostera	Potamogeton	Ruppia	Zannichellia	Myriophyllum	Najas	Tolypella	Ceramium	Polysiphonia	Ectocarpus	Pilayella	Bangia	Chorda	Delisseria
N (gefunden)	148	230	101	91	76	78	22	6	38	14	1	76	122	22	11	43	-	-
Temperatur	18	24	10	6	13	7	2	-	3	-	-	5	7	4	2	3	-	-
Licht	28	66	12	9	22	-	6	0	6	3	0	5	2	2	1	2	0	0
<b>Licht+Salinität</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>1</b>	-	-	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	-	<b>1</b>	-	-
<b>Licht + Salinität + Temp.</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	-	<b>2</b>		-	-	-	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	-	-	-	-

**Tabelle 22** Ökophysiologische Angaben des Einflusses von Licht, Temperatur (optimale) auf das Wachstum und die Photosyntheseleistung von Makrophyten. Genaue Angaben siehe Methoden. Die folgenden Abkürzungen werden verwendet:

$\alpha$ :	$\alpha$ -slope, linearer Teil der lichtlimitierten PI-Kurve, entspricht Quantenausbeute
brutP <sub>max</sub> :	maximale (Brutto-)Photosyntheserate
Chl a:	Chlorophyll a
D:	Dunkelperiode während Anzucht [h]
$\Phi$ :	lichtlimitierte Quantenausbeute [mol O <sub>2</sub> (oder C) E <sup>-1</sup> ]
gTG:	Trockengewicht [gramm]
I <sub>c</sub> :	Lichtkompensationspunkt: Lichtintensität bei der die Nettophotosyntheserate 0 ist
E <sub>k</sub> :	Lichtsättigungspunkt: Lichtintensität bei der die Photosyntheserate gesättigt ist
L:	Lichtperiode während Anzucht [h]
netP <sub>max</sub> :	maximale (Netto-)Photosyntheserate
PAR:	photosynthetisch aktive Strahlung ( $\lambda$ : 400-700 nm)
PE:	Phycocerythrin
PC:	Phycocyanin
PSU:	Salinitätseinheit [‰]
R <sub>d</sub> :	Dunkel-Respirationsrate
Tages-PFD	Tageslichtintensität [mol Photonen m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> ]
UVG:	mittlere (jährliche) Lichtintensität an der unteren <i>in situ</i> Verbreitungsgrenze [mol Photonen m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> ]

Gattung	Art	Photosynthese, Wachstum	T(opti)	Literatur
<b>Chlorophyceae</b>				
<i>Ulva</i> Nordsee	<i>lactuca</i>	I <sub>k</sub> : 70 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	10-15°C	Fortes & Lüning 1980
	<i>lactuca</i>	I <sub>c</sub> Wachstum = I <sub>c</sub> Photos.: 2,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Sand-Jensen et al. 1988
<i>Ulva</i> marin	<i>lactuca</i>	I <sub>c</sub> Wachstum: 0,3-2,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 7°C		Markager & Sand-Jensen 1992
	<i>lactuca</i>	I <sub>k</sub> : 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Yokohama 1973 in Fortes & Lüning 1980
	<i>rotundata</i>	I <sub>c</sub> : 3-12 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 1-4 $\mu\text{mol O}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ R <sub>d</sub> : 0,06-0,18 $\mu\text{mol O}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $\Phi$ : 0,02-0,065 mol O <sub>2</sub> E <sup>-1</sup>		Vergara et al. 1997

Fortsetzung: Tabelle 22

Gattung	Art	Photosynthese, Wachstum	T(opti)	Literatur
<i>Ulva</i> marin, USA	<i>rotundata</i>	$I_k$ : 50-200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 2-8 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ R <sub>d</sub> : 0,02-1,2 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $\Phi$ : 0,02-0,065 mol O <sub>2</sub> E <sup>-1</sup>		Henley 1992
<i>Ulva</i> marin, USA	<i>rotundata</i>	brutP <sub>max</sub> HL: 4,5 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ brutP <sub>max</sub> LL: 2,2 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $\Phi$ : 0,07 mol O <sub>2</sub> E <sup>-1</sup>		Osmond et. al. 1993
<i>Ulva</i> Ästuar, Spanien	<i>curvata</i>	$I_c$ : 4-21 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 2-4,6 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ R <sub>d</sub> : 0,1-0,18 $\mu\text{molO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $\Phi$ : 0,02-0,075 mol O <sub>2</sub> E <sup>-1</sup>		Vergara et al. 1997
<i>Ulva</i> marin, USA	<i>curvata</i>	$I_k$ : 465±200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 406±34 $\mu\text{molO}_2 \text{gTG}^{-1} \text{h}^{-1}$ R <sub>d</sub> : 31±6 $\mu\text{molO}_2 \text{gTG}^{-1} \text{h}^{-1}$		Rosenberg & Ramus 1982
<i>Enteromorpha</i> , Nordsee	<i>sp.</i>		10-15°C	Fortes & Lüning 1980
<b>Charophyceae</b>				
<i>Chara</i>	<i>fibrosa</i>	dominant bei langfristig >2 E m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>		Schwarz & Hawes 1997
<i>Chara</i> limnisch	<i>gloularis</i>	dominant bei langfristig >1 E m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>		Schwarz & Hawes 1997
<i>Chara</i> Neusee- land	<i>corallina</i>	dominant bei langfristig >0,3 mol m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>		Schwarz & Hawes 1997
<i>Chara</i> limnisch	<i>vulgaris</i>	$I_c$ : 16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Sand-Jensen & Madson 1991
<i>Chara</i> <i>Chara</i> <i>Chara</i> <i>Callitriche</i>	<i>vulgaris</i> <i>contraria</i> <i>globularis</i> <i>truncata</i>	Wachstumsrückgang ab >2 PSU Nur sporadisches Auftreten ab >4 PSU		Grillas et al. 1993
<i>Chara</i> Ostsee	<i>canescens</i>	UVG: 48±22% I <sub>0</sub> (PAR), 4,5-9 PSU $I_c$ : 16-67 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $I_k$ : 111-136 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Yousef 1999
<i>Chara</i> Ostsee	<i>baltica</i>	UVG: 41±21% I <sub>0</sub> (PAR) , 5-9 PSU $I_c$ : 2-40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $I_k$ : 135-187 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Yousef 1999
<i>Chara</i> marin, Spanien	<i>hispida</i>	$I_c$ : 40-150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $I_k$ : 200-400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> /R: 3-14	10°C	Menendez & Sanchez 1998
<i>Chara</i>	<i>sp.</i>	$I_c$ : 1-7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Schwarz et al. 1996; Andrews et al. 1984

Fortsetzung: Tabelle 22				
Gattung	Art	Photosynthese, Wachstum	T(opti)	Literatur
<i>Lamprothamnium</i> marin,	<i>papulosum</i>	$I_c: 1 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$		Küster et al. 2000
<i>Nitella</i> limnisch	<i>translucens</i>	$I_c: 3,7-7,9 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Sand-Jensen & Madson 1991
<i>Tolypella</i>				
Phaeophyceae				
<i>Laminaria</i> Nordsee	<i>saccharina</i>	$I_k: 70 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	15°C	Fortes & Lüning 1980
<i>Laminaria</i> Nordsee	<i>saccharina</i>	$I_k: 150 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Lüning 1979.
<i>Petalonia</i> , marin	<i>fascia</i>	$I_c$ Wachstum: $1,6-2,5 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 7°C		Markager & Sand-Jensen 1992
<i>Fucus</i> marin	<i>serratus</i>	$I_c$ Wachstum: $1,12 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 7°C		Markager & Sand-Jensen 1992
<i>Fucus</i> St. Lawrence Golf, Kanada	<i>serratus</i>	$I_k: 100 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	15°C	Bird et al. 1979
<i>Fucus</i> Ästuar, USA	<i>spiralis vesiculosus</i>	Nettophotosyntheseoptimum bei 200-300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	20-25°C	Niemeck & Mathieson 1978
<i>Fucus</i> , Nordsee	<i>spp.</i>		15°C	Fortes & Lüning 1980
Rhodophyceae				
<i>Audionella</i> <i>Halarachnion</i> <i>Pterothamnion</i> <i>Plumaria</i> <i>Chondrus</i> <i>Ceramium</i>	<i>daviesii</i> <i>ligulatum</i> <i>plumula</i> <i>elegans</i> <i>crispus</i> <i>rubrum</i>	Breitband- $I_c$ : grün, blau, rot, weiß: $0,1-1 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Schmalband-Wachstum: minimal in Grünlicht: $10 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $I_k$ : zwischen $10-200 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Wachstumsinhibition in <i>P. elegans</i> , <i>H. ligulatum</i> bei $50-100 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Leukart & Lüning 1994
<i>Atractophora</i>	<i>hypnoides</i>	$I_c: 0,8-1 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Maggs & Cuiry 1987
<i>Bangia</i>	<i>atropurpurea</i>			Reed 1985
<i>Bangia</i>	<i>atropurpurea</i>	$I_c: 0,5 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 16°C $I_k: 71 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 16°C		Orfanidis 1992
<i>Chondrus</i>	<i>crispus</i>	$I_k: 120 - 260 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$		Mathieson & Norall 1975 in Fortes & Lüning 1980
<i>Chondrus</i>	<i>crispus</i>	$I_c$ Wachstum: $0,44 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 7°C		Markager & Sand-Jensen

Fortsetzung: Tabelle 22				
Gattung	Art	Photosynthese, Wachstum	T(opti)	Literatur
marin				1992
	<i>crispus</i>	$I_k$ : 94 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Burns & Mathieson in Fortes & Lüning 1980
	<i>crispus</i>	$I_k$ : 65 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	20-25°C	Bird et al. 1979
<i>Porphyra</i> , marin	<i>umbilicalis</i>	$I_k$ : 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	10°C	Fortes & Lüning 1980
<i>Porphyra</i> marin	<i>purpurea</i>	$I_c$ Wachstum: 1,28 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 7°C		Markager & Sand-Jensen 1992
	<i>leucosticta</i>	$I_k$ : 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		King & Schramm 1976
<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>		15°C	Fortes & Lüning 1980
	<i>glanduliferum</i>	$I_k$ : 551 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , $I_c$ : 23,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 7,35 $\mu\text{g O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{Pig. min}^{-1}$ Rd: 0,7 $\mu\text{g O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{Pig. min}^{-1}$		Stirk et al. 1995a
<i>Ceramiales</i> Südafrika	<i>indet.</i>	$I_k$ : 180-235 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $I_c$ : 15-41 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 5,5-9,2 $\mu\text{g O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{Pig. min}^{-1}$ Rd: 0,6-1,7 $\mu\text{g O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{Pig. min}^{-1}$		Stirk et al. 1995a + b
<i>Delisseria</i> marin	<i>sanguinea</i>		10-20°C	Fortes & Lüning 1980
<i>Polysiphonia</i>	<i>urceolata</i>		10-15°C	Fortes & Lüning 1980
<b>Bryophyceae</b>				
<i>Fontinalis</i> , limnisch	<i>antipyretica</i>	$I_c$ : 7,2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ = 111 $\text{mol m}^{-2} \text{a}^{-1}$ (16:8 h LD) UVG 416 $\text{Mol m}^{-2} \text{a}^{-1}$		Sand-Jensen & Madson 1991
<b>Spermatophyten</b>				
<i>Ceratophyllum</i> , limnisch	<i>demersum</i>	$I_c$ : 7,2 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Sand-Jensen, K. et al. 1991
<i>Elodea</i> limnisch	<i>canadensis</i>	$I_c$ : 3,5-9,5 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Sand-Jensen, K. et al. 1991
<i>Littorella</i> , limnisch	<i>uniflora</i>	$I_c$ : 3,5-9,5 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ = 245 $\text{E m}^{-2} \text{a}^{-1}$ (16:8 h LD) UVG 1760 $\text{E m}^{-2} \text{a}^{-1}$		Sand-Jensen, K. et al. 1991
<i>Zostera</i> , Ästuar, NL	<i>noltii</i>	$I_k$ : 220-390 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> : 12-27 $\mu\text{gO}_2 \text{mgChla+b}^{-1} \text{min}^{-1}$ R <sub>d</sub> : 28-49 $\mu\text{gO}_2 \text{mgChla+b}^{-1} \text{min}^{-1}$ $I_c$ : 98-300 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Vermaat & Verhagen 1996
<i>Potamogeton</i>	<i>pectinatus</i>	$I_c$ : 40-150 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$	20°C	Menendez &

Fortsetzung: Tabelle 22				
Gattung	Art	Photosynthese, Wachstum	T(opti)	Literatur
		$I_k$ : 200-400 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ netP <sub>max</sub> /R: 2-12		Sanchez 1998
<i>Potamogeton</i>	<i>pectinatus</i>	Bedeckungsgrad korreliert mit Licht		Madsen & Adams 1989 Dijk, G.M. v. et al. 1991, 1992; Berg, M. v. d. et al. 1998b
<i>Potamogeton</i>	<i>pectinatus</i>	Kartierung des GB		Messner & Oertzen 1989
<i>Potamogeton</i>	<i>crispus</i>	$I_c$ abhängig v. Temperatur		Jin & Wang 1991
<i>Potamogeton</i>	<i>obtusifolis</i>	$\alpha$ , $I_c$ und $I_k$ abhängig von der Wachstumstiefe		Maberly, S.C. 1992, 1993

## 5.2 Liste der historischen Nachweise

**Tabelle 23** Nummerierte Liste der Belege der historischen Nachweise im Salzhaff, in der Darß-Zingster Boddenkette und im Greifswalder Bodden mit Angabe des Funddatums (Jahr) und den Koordinaten des Fundortes: MTB (Messtischblatt), Qu (Messtischblatt Quadrant); RW (Rechtswert); HW (Hochwert) Geografische Koordinaten in Gauß-Krüger Bessel 3. bzw. 4. Streifen (Potsdamer Datum).

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
1	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1541	4535100	6038240
2	<i>Chara aspera</i>	Haeckel	1856	1541	4535100	6038240
3	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1857	1541	4535100	6038240
4	<i>Chara hispida</i>	Münter	1855	1541	4535100	6038240
5	<i>Chara hispida</i>		1863	1541	4535100	6038240
6	<i>Najas marina</i> s. l.	Holtz, L.	1857	1541	4540600	6032820
7	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1857	1541	4537500	6035700
8	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1856	1541	4537500	6035700
9	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1856	1541	4540400	6034000
10	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1856	1541	4540400	6034000
11	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1969	1541	4541308	6032382
12	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1541	4541308	6032382
13	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1541	4541308	6032382
14	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1541	4541308	6032382
15	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1541	4541308	6032382
16	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1541	4541308	6032382
17	<i>Chara aspera</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
18	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
19	<i>Chara baltica</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
20	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
21	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1861	1541	4543000	6030500
22	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1857	1541	4543000	6030500
23	<i>Chara canescens</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
24	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
25	<i>Chara tomentosa</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
26	<i>Cladophora glomerata</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
27	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
28	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
29	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Behrens, J.	1980	1541	4543000	6030800
30	<i>Ruppia maritima</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
31	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedice</i>	Lindner, A.	1970	1541	4543000	6030950
32	<i>Chara hispida</i>	Holtz	1858	1542	4545980	6032790
33	<i>Zostera marina</i>	Holtz, L.	1853	1542	4545980	6032790
34	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1856	1542	4544900	6033850
35	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1542	4544912	6032950
36	<i>Chara baltica</i>	Zabel	1856	1542	4544900	6033850
37	<i>Chara baltica</i>	Zabel	1856	1542	4544900	6033850
38	<i>Chara canescens</i>	Marsson, Th.	1852	1542	4544900	6033850
39	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1856	1542	4544900	6033850

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
40	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1971	1542	4544912	6032950
41	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1542	4544912	6032950
42	<i>Ruppia maritima</i>	Lindner, A.	1971	1542	4544912	6032950
43	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1859	1542	4544900	6033850
44	<i>Tolypella nidifica</i>	Münter, J.	1854	1542	4544900	6033850
45	<i>Tolypella nidifica</i>	Marsson, Th.	1854	1542	4544900	6033850
46	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1971	1542	4544912	6032950
47	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1856	1542	4547000	6033500
48	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547100	6033400
49	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
50	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1850	1542	4546500	6033100
51	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1856	1542	4546500	6033100
52	<i>Chara baltica</i>	Marsson, Th.	1854	1542	4546500	6033100
53	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1856	1542	4547000	6033500
54	<i>Chara hispida</i>	Zabel	1856	1542	4547000	6033500
55	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1856	1542	4546500	6033100
56	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1856	1542	4546500	6033100
57	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1856	1542	4546500	6033100
58	<i>Chara polyacantha</i>	Zabel	1856	1542	4546500	6033100
59	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
60	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
61	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
62	<i>Najas marina</i> s. l.	Zabel	1856	1542	4547000	6033500
63	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
64	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
65	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547213	6033255
66	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1856	1542	4544000	6032800
67	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1856	1542	4544000	6032800
68	<i>Chara canescens</i>	Krabler	1857	1542	4544000	6032800
69	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4545598	6032135
70	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedice</i>	Lindner, A.	1970	1542	4545598	6032135
71	<i>Chara baltica</i>	Zabel	1856	1542	4544100	6031100
72	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1861	1542	4543600	6031000
73	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1861	1542	4543700	6031000
74	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1857	1542	4543700	6031000
75	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1861	1542	4543600	6031000
76	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1542	4544921	6030144
77	<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	Lindner, A.	1970	1542	4544921	6030144
78	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1542	4544921	6030144
79	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4544921	6030144
80	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1856	1542	4547000	6031700
81	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
82	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
83	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
84	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
85	<i>Chara horrida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
86	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
87	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547721	6032553
88	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547721	6032553

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
89	<i>Najas marina</i> s. l.	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
90	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1542	4547721	6032553
91	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
92	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
93	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547440	6031680
94	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1542	4546392	6030988
95	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
96	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1857	1542	4547240	6030700
97	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547240	6030700
98	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
99	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
100	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1542	4546392	6030988
101	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
102	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
103	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1861	1542	4547240	6030700
104	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1857	1542	4547240	6030700
105	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547240	6030700
106	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546000	6030300
107	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1855	1542	4547240	6030700
108	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1856	1542	4547240	6030700
109	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
110	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1861	1542	4547240	6030700
111	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1861	1542	4547240	6030700
112	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547240	6030700
113	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4546392	6030988
114	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
115	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
116	<i>Najas marina</i> s. l.	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546000	6030300
117	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546000	6030300
118	<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
119	<i>Rivularia atra</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
120	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>brevirostris</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
121	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1542	4546392	6030988
122	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
123	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1861	1542	4546000	6030300
124	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4546540	6031000
125	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4547240	6030700
126	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4546392	6030988
127	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
128	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4547131	6030607
129	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1542	4548048	6031198
130	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1971	1542	4547630	6030657
131	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1542	4548048	6031198
132	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4548048	6031198
133	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1971	1542	4547630	6030657
134	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1542	4548048	6031198
135	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1971	1542	4547630	6030657
136	<i>Zanichellia palustris</i> ssp.	Lindner, A.	1970	1542	4548048	6031198

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
	pedicellata					
137	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4550500	6032000
138	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1542	4553800	6032000
139	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
140	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
141	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
142	<i>Chara globularis</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
143	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
144	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
145	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
146	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
147	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
148	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
149	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
150	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1542	4552150	6031200
151	<i>Chara aspera</i>	Sickenb	1853	1543	4556820	6032900
152	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1543	4562250	6033030
153	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1543	4559000	6033600
154	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559000	6033600
155	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1543	4559000	6033600
156	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559000	6033600
157	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4559000	6033600
158	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
159	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
160	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
161	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
162	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
163	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
164	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
165	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
166	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
167	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
168	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
169	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
170	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
171	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
172	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1971	1543	4554428	6032729
173	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4556894	6031691
174	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4556894	6031691
175	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1970	1543	4556894	6031691
176	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4556894	6031691
177	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558489	6032117
178	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075
179	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075
180	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075
181	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075
182	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075
183	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558489	6032117
184	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558489	6032117
185	<i>Zanichellia palustris</i> ssp.	Lindner, A.	1970	1543	4559072	6032075

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
	pedicellata					
186	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
187	<i>Ceramium rubrum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4558400	6031300
188	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
189	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4558400	6031300
190	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4559000	6030900
191	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
192	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4558400	6031300
193	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4558400	6031300
194	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
195	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4558400	6031300
196	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
197	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
198	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4559000	6030900
199	<i>Tolypella nidifica</i>	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
200	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4559000	6030900
201	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. pedicellata	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
202	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. polycarpa	Lindner, A.	1971	1543	4558322	6030379
203	<i>Zostera marina</i>	?	1954	1543	4564500	6035500
204	<i>Zostera marina</i>	Voderberg, ?	1955	1543	4564500	6035500
205	<i>Chaetomorpha linum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4563500	6033100
206	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4563500	6033100
207	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4563500	6033100
208	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
209	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
210	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
211	<i>Chara canescens</i>	Marsson, Th.	1852	1543	4559800	6032900
212	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560580	6032000
213	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560580	6032000
214	<i>Chorda filum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560580	6032000
215	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
216	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
217	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
218	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
219	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
220	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
221	<i>Tolypella nidifica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
222	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. pedicellata	Lindner, A.	1970	1543	4559610	6032754
223	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
224	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
225	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4561500	6032200
226	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4561500	6032200
227	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
228	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
229	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
230	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4561340	6032140
231	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4561500	6032200
232	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
233	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
234	<i>Ceramium rubrum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
235	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
236	<i>Chaetomorpha linum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
237	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
238	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
239	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560800	6031500
240	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
241	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
242	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
243	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559620	6031240
244	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
245	<i>Chorda filum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
246	<i>Cladophora sericea</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
247	<i>Fucus vesiculosus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
248	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
249	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560800	6031500
250	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
251	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
252	<i>Polysiphonia violacea</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
253	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
254	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
255	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560800	6031500
256	<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>vagin</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
257	<i>Rivularia atra</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
258	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
259	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
260	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
261	<i>Ruppia maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
262	<i>Tolypella nidifica</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
263	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4560800	6031500
264	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
265	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559556	6031394
266	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
267	<i>Zostera marina</i>	Lindner, A.	1970	1543	4559920	6031506
268	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1543	4562500	6033000
269	<i>Chaetomorpha linum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4565200	6034600
270	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4565200	6034600
271	<i>Chorda filum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4565200	6034600
272	<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4565200	6034600
273	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4565200	6034600
274	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4566500	6034600
275	<i>Ceramium rubrum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
276	<i>Chaetomorpha linum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
277	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
278	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
279	<i>Chorda filum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
280	<i>Cladophora glomerata</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
281	<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
282	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
283	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
284	<i>Zostera marina</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1544	4567100	6034200
285	<i>Chara horrida</i>	Laban, ?.	1900	1640	4524350	6027070

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
286	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	Holtz, L.	1868	1640	4524350	6027070
287	<i>Zostera marina</i>	Münter	1861	1640	4524350	6027070
288	<i>Zostera marina</i>	Holtz, L.	1856	1640	4524350	6027070
289	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1640	4529760	6027110
290	<i>Chara tomentosa</i>		1856	1640	4529760	6027110
291	<i>Zostera marina</i>	Wegener, K.A.	1954	1640	4529760	6027110
292	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1640	4524390	6021520
293	<i>Zostera marina</i>	Münter	1861	1640	4524390	6021520
294	<i>Zostera marina</i>	Holtz, L.	1856	1640	4524390	6021520
295	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1640	4529840	6021580
296	<i>Chara aspera</i>	Fukarek, F.	1957	1640	4528900	6029000
297	<i>Chara canescens</i>	Fukarek, F.	1957	1640	4528900	6029000
298	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
299	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
300	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
301	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
302	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
303	<i>Chara tomentosa</i>	Krisch, H.	1962	1640	4528900	6029000
304	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1640	4528880	6029000
305	<i>Najas marina</i> s. l.	Rothmaler, W.; Werne	1949	1640	4528900	6029000
306	<i>Najas marina</i> s. l.	Fukarek, F.	1957	1640	4528900	6029000
307	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
308	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
309	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
310	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
311	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1970	1640	4529760	6027110
312	<i>Chara liljebladii</i>	Lindner, A.	1970	1640	4529760	6027110
313	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
314	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1640	4529705	6027355
315	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1640	4529705	6027355
316	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1640	4528990	6028100
317	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
318	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
319	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
320	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
321	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
322	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1640	4532236	6028024
323	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
324	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
325	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
326	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527120	6026100
327	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
328	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
329	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527120	6026100
330	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1640	4527120	6026100
331	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
332	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1971	1640	4527560	6027100
333	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1640	4530460	6025920
334	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1640	4530460	6025920
335	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400
336	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400
337	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400
338	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
339	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400
340	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1640	4525280	6023400
341	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1640	4524021	6020005
342	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1640	4524021	6020005
343	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1640	4524021	6020005
344	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1640	4527580	6024000
345	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1640	4527580	6024000
346	<i>Chara hispida</i>		1860	1641	4540580	6027200
347	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1861	1641	4539000	6026000
348	<i>Chara tomentosa</i>		1861	1641	4540580	6027200
349	<i>Chara tomentosa</i>		1891	1641	4535230	6021600
350	<i>Chara tomentosa</i>	Marsson, Th.	1852	1641	4534300	6028000
351	<i>Najas marina</i> s. l.		1852	1641	4534300	6028000
352	<i>Najas marina</i> s. l.	Münter, J.	1852	1641	4534300	6028000
353	<i>Chara aspera</i>	Hotz, L.	1857	1641	4534500	6026500
354	<i>Chara aspera</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
355	<i>Chara baltica</i>	Marsson, Th.	1854	1641	4534500	6026500
356	<i>Chara baltica</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
357	<i>Chara canescens</i>	Marsson, Th.	1852	1641	4534500	6026500
358	<i>Chara canescens</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
359	<i>Chara tomentosa</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
360	<i>Najas marina</i> s. l.	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
361	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
362	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Behrens, J.	1980	1641	4535000	6026600
363	<i>Chara hispida</i> s. str.	Holtz, L.	1857	1641	4534500	6024800
364	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1857	1641	4534500	6024800
365	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1857	1641	4534500	6024800
366	<i>Najas marina</i> s. l.	Holtz, L.	1857	1641	4534500	6024800
367	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1969	1641	4535520	6026720
368	<i>Chara baltica</i>	Lindner, A.	1969	1641	4535520	6026720
369	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1969	1641	4535520	6026720
370	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1641	4535520	6026720
371	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1641	4535804	6026900
372	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1641	4535520	6026720
373	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1641	4535804	6026900
374	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1641	4537708	6026173
375	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1641	4537708	6026173
376	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1641	4537708	6026173
377	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1641	4537708	6026173
378	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1641	4535262	6025765
379	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1641	4535262	6025765
380	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1970	1641	4535262	6025765
381	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1970	1641	4535262	6025765
382	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1641	4535262	6025765
383	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1868	1641	4537895	6028905
384	<i>Najas marina</i> s. l.	Holtz, L.	1868	1641	4537895	6028905
385	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Holtz, L.	1868	1641	4537895	6028905
386	<i>Najas marina</i> s. l.	Holtz, L.	1873	1641	4540500	6027300
387	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1969	1641	4541210	6027709
388	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1641	4541210	6027709
389	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1969	1641	4541210	6027709
390	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1641	4541210	6027709
391	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1857	1641	4539000	6026000

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
392	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
393	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
394	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
395	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
396	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
397	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1641	4534520	6024120
398	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1971	1641	4533995	6022812
399	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1971	1641	4533995	6022812
400	<i>Chara intermedia</i>	Lindner, A.	1971	1641	4534347	6022875
401	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1971	1641	4533995	6022812
402	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1642	4546000	6027200
403	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1861	1642	4546000	6027200
404	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1861	1642	4546000	6027200
405	<i>Chara hispida</i>		1860	1642	4546000	6027200
406	<i>Chara tomentosa</i>		1856	1642	4546000	6027200
407	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1899	1642	4546000	6027200
408	<i>Chara vulgaris</i>		1867	1642	4546000	6027200
409	<i>Najas marina</i> s. l.	Zabel, ?.	1862	1642	4546000	6027200
410	<i>Zostera marina</i>	Holtz, L.	1857	1642	4546000	6027200
411	<i>Chara globularis</i>		1853	1642	4551400	6027300
412	<i>Chara hispida</i>		1860	1642	4551400	6027300
413	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1899	1642	4551400	6027300
414	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1860	1642	4551400	6027300
415	<i>Chara vulgaris</i>		1852	1642	4551400	6027300
416	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1861	1642	4546100	6021680
417	<i>Chara hispida</i>		1860	1642	4546100	6021680
418	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1899	1642	4546100	6021680
419	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1861	1642	4544500	6027500
420	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1861	1642	4544500	6027500
421	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1853	1642	4544500	6027500
422	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1857	1642	4544500	6027500
423	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1857	1642	4544500	6027500
424	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1853	1642	4544500	6027500
425	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1642	4546589	6029501
426	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4548500	6028100
427	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1642	4548501	6028124
428	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4548500	6028100
429	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1642	4548501	6028124
430	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1861	1642	4547500	6027300
431	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1852	1642	4547500	6027300
432	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wegener, K. A.	1980	1946	4595500	5996750
433	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1864	1642	4547500	6027100
434	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1857	1642	4547500	6027100
435	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wegener, K. A.	1978	1946	4595500	5996750
436	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551000	6029300
437	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551000	6029300
438	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551000	6029300
439	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1642	4551151	6028694
440	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
441	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
442	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
443	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
444	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
445	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
446	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4551500	6027800
447	<i>Chara aspera</i>	Behrens, J.	1980	1642	4549500	6027100
448	<i>Chara baltica</i>	Behrens, J.	1980	1642	4549500	6027100
449	<i>Chara canescens</i>	Behrens, J.	1980	1642	4549500	6027100
450	<i>Cladophora glomerata</i>	Behrens, J.	1980	1642	4549500	6027100
451	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Behrens, J.	1980	1642	4549500	6027100
452	<i>Ceramium diaphanum</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
453	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552700	6025500
454	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
455	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552700	6025500
456	<i>Chara hispida</i> s. str.	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
457	<i>Chara tomentosa</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
458	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
459	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552700	6025500
460	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
461	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
462	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
463	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552700	6025500
464	<i>Tolypella nidifica</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
465	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552700	6025500
466	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
467	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>polycarpa</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
468	<i>Zanichellia palustris</i> ssp. <i>polycarpa</i>	Lindner, A.	1970	1642	4552746	6025837
469	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
470	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
471	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
472	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
473	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
474	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4553500	6025000
475	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552800	6024300
476	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552800	6024300
477	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552800	6024300
478	<i>Chara vulgaris</i>	Münter, J.	1852	1642	4551500	6023600
479	<i>Najas marina</i> s. l.	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552800	6024300
480	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1642	4552800	6024300
481	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1861	1643	4556820	6027300
482	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1899	1643	4556820	6027300
483	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1861	1643	4562220	6027430
484	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wegener, K. A.	1967	1847	5409618	6001712
485	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wegener, K. A.	1978	1847	5409618	6001712
486	<i>Chara tomentosa</i>	L. Holtz	1899	1643	4562220	6027430
487	<i>Potamogeton pectinatus</i>		1900	1847	5409618	6001712
488	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4558200	6029300
489	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4558200	6029300
490	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4558200	6029300
491	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4558200	6029300
492	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4557600	6028500
493	<i>Chara baltica</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4557600	6028500
494	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1643	4557500	6028000
495	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4557600	6028500
496	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Lindner, A.	1970	1643	4557500	6028000

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
497	<i>Ruppia maritima</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4557600	6028500
498	<i>Zanichellia palustris</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4557600	6028500
499	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4556500	6026200
500	<i>Chara baltica</i>	Krisch, H.	1976	1643	4556500	6026200
501	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Lindner, A.	1970	1643	4555048	6024971
502	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1643	4554475	6024975
503	<i>Chara aspera</i>	Lindner, A.	1970	1643	4554475	6024975
504	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1643	4554475	6024975
505	<i>Chara canescens</i>	Lindner, A.	1970	1643	4554475	6024975
506	<i>Cladophora glomerata</i>	Lindner, A.	1970	1643	4555048	6024971
507	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lindner, A.	1970	1643	4555048	6024971
508	<i>Najas marina</i> s. l.	Lindner, A.	1970	1643	4555048	6024971
509	<i>Potamogeton crispus</i>	Lindner, A.	1970	1643	4555048	6024971
510	<i>Chara aspera</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4555580	6025200
511	<i>Chara canescens</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4559500	6027100
512	<i>Chara hispida</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4559500	6027100
513	<i>Chara tomentosa</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4559500	6027100
514	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4559500	6027100
515	<i>Najas marina</i> s. l.	Hoppe, E.; Pankow, H	1968	1643	4559500	6027100
516	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1854	1646	4598300	6027800
517	<i>Chara tomentosa</i>		1867	1646	4598300	6027800
518	<i>Chara globularis</i>		1889	1646	4589510	6022300
519	<i>Chara hispida</i>	Holtz	1889	1646	4594940	6022520
520	<i>Chara aspera</i>	Stroede, W.	1931	1646	5400600	6023000
521	<i>Chara canescens</i>	Stroede, W.	1931	1646	4595000	6023000
522	<i>Tolypella nidifica</i>	Stroede, W.	1931	1646	4595000	6023000
523	<i>Chara canescens</i>	Stroede, W.	1931	1646	5402000	6023000
524	<i>Chara baltica</i>	Stroede, W.	1931	1646	4594000	6021000
525	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1899	1647	5405300	6028100
526	<i>Chara hispida</i>	Holtz	1887	1647	5405300	6028100
527	<i>Chara tomentosa</i>		1887	1647	5405300	6028100
528	<i>Chara vulgaris</i>		1888	1647	5410700	6027800
529	<i>Zostera marina</i>	Bochning	1956	1647	5405000	6022000
530	<i>Zostera marina</i>	Münter	1856	1647	5410520	6022340
531	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
532	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
533	<i>Chara contraria</i>	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
534	<i>Chara hispida</i> s. str.	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
535	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
536	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Holtz, L.	1900	1846	4591000	6002400
537	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1887	1647	5409000	6030500
538	<i>Chara baltica</i>	Zabel	1854	1647	5412500	6026500
539	<i>Chara aspera</i>	Stroede, W.	1931	1647	5403000	6024000
540	<i>Chara baltica</i>	Stroede, W.	1931	1647	5403000	6024000
541	<i>Chara baltica</i>	Stroede, W.	1931	1647	5404000	6023000
542	<i>Tolypella nidifica</i>	Stroede, W.	1931	1647	5404000	6023000
543	<i>Chara aspera</i>	Münter, J.	1854	1647	5404400	6022400
544	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1889	1647	5404400	6022400
545	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1890	1647	5404400	6022400
546	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1854	1647	5404400	6022400
547	<i>Chara canescens</i>	Münter, J.	1854	1647	5404400	6022400
548	<i>Chara hispida</i>	Zabel	1855	1648	5416130	6027830
549	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1854	1648	5415900	6022290

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
550	<i>Chara globularis</i>		1889	1648	5415900	6022290
551	<i>Chara tomentosa</i>		1849	1648	5415900	6022290
552	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
553	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1855	1648	5414500	6027000
554	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
555	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
556	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
557	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
558	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
559	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
560	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1887	1648	5414500	6027000
561	<i>Chara tomentosa</i>	Zabel	1855	1648	5414500	6027000
562	<i>Chara aspera</i>	Zabel	1854	1648	5414500	6022500
563	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1854	1648	5414500	6022500
564	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Holtz, L.	1891	1846	4591000	6002400
565	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Marsson, Th. Fr.	1852	1848	5416617	6006720
566	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1856	1740	4524400	6015970
567	<i>Potamogeton lucens</i>	Lindner	1978	1740	4524400	6015970
568	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1856	1740	4523900	6018300
569	<i>Chara canescens</i>	Zabel	1856	1740	4523900	6018300
570	<i>Chara hispida</i> s. str.	Zabel	1856	1740	4523900	6018300
571	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1856	1740	4523900	6018300
572	<i>Zostera marina</i>	Pankow, H.	1967	1740	4528000	6014000
573	<i>Zostera marina</i>	Pankow, H.	1967	1740	4528000	6013000
574	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1889	1746	4589490	6016700
575	<i>Chara aspera</i>	Kramer	1918	1746	4589490	6016700
576	<i>Chara tomentosa</i>		1889	1746	4589490	6016700
577	<i>Chara tomentosa</i>		1889	1746	4589490	6016700
578	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
579	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
580	<i>Chara horrida</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
581	<i>Chara intermedia</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
582	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
583	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1889	1746	4587000	6017000
584	<i>Tolypella nidifica</i>	Edler, P.	1889	1746	4587000	6017000
585	<i>Tolypella nidifica</i>	Edler, P.	1889	1746	4587000	6017000
586	<i>Chara horrida</i>	Holtz, L.	1889	1746	4589000	6017000
587	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1889	1746	4589000	6017000
588	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1889	1746	4589000	6017000
589	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
590	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
591	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
592	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
593	<i>Chara globularis</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
594	<i>Chara intermedia</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
595	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
596	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
597	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590500	6018400
598	<i>Chara intermedia</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590000	6014700
599	<i>Chara polyacantha</i>	Holtz, L.	1889	1746	4590000	6014700
600	<i>Chara canescens</i>	Stroede, W.	1931	1746	4593000	6019000
601	<i>Chara aspera</i>	Münter	1854	1747	4505060	6016930
602	<i>Najas marina</i> s. l.	Zabel, ?	1854	1747	4505060	6016930

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
603	<i>Zostera marina</i>	Jeschke, L.	1968	1748	5415810	5416700
604	<i>Chara aspera</i>	Münter, J.	1854	1748	5415500	6018500
605	<i>Chara aspera</i>	Sydow, P.	1899	1748	5415500	6018500
606	<i>Chara baltica</i>	Münter, J.	1854	1748	5415500	6018500
607	<i>Chara baltica</i>	Sydow, P.	1889	1748	5415500	6018500
608	<i>Chara baltica</i>	Sydow, P.	1889	1748	5415500	6018500
609	<i>Chara baltica</i>	Sydow, P.	1899	1748	5415500	6018500
610	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1887	1748	5415500	6018500
611	<i>Chara canescens</i>	Sydow, P.	1889	1748	5415500	6018500
612	<i>Chara canescens</i>	Sydow, P.	1899	1748	5415500	6018500
613	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1887	1748	5415500	6018500
614	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1887	1748	5415500	6018500
615	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1887	1748	5415500	6018500
616	<i>Chara liljebladii</i>	Sydow, P.	1899	1748	5415500	6018500
617	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1887	1748	5415500	6018500
618	<i>Zostera marina</i>	Porter, ?	1894	1835	4475520	5999230
619	<i>Ceramium rubrum</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
620	<i>Chara aspera</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
621	<i>Chara baltica</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
622	<i>Chara canescens</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
623	<i>Chara intermedia</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
624	<i>Chorda filum</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
625	<i>Fucus vesiculosus</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
626	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
627	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
628	<i>Zanichellia palustris</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
629	<i>Zostera marina</i>	Porter, H. C.	1894	1835	4476500	5997000
630	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1876	1846	4589710	6005580
631	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1888	1846	4589710	6005580
632	<i>Chara hispida</i>	Holtz	1888	1846	4589710	6005580
633	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1888	1846	4589710	6005580
634	<i>Chara tomentosa</i>		1890	1846	4589710	6005580
635	<i>Chara tomentosa</i>		1867	1846	4589710	6005580
636	<i>Chara aspera</i>	Münter, J.	1952	1846	4595160	6005780
637	<i>Chara aspera</i>	Münter	1852	1846	4595160	6005780
638	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1876	1846	4589900	6000060
639	<i>Chara globularis</i>		1891	1846	4589900	6000060
640	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Marsson, Th. Fr.	1854	1848	5416617	6006720
641	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Marsson, Th. Fr.	1855	1848	5416617	6006720
642	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1888	1846	4595400	6000260
643	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1891	1846	4595400	6000260
644	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1899	1846	4595400	6000260
645	<i>Chara globularis</i>		1889	1846	4595400	6000260
646	<i>Chara globularis</i>		1921	1846	4595400	6000260
647	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Marsson, Th. Fr.	1879	1848	5416617	6006720
648	<i>Chara vulgaris</i>		1889	1846	4595400	6000260
649	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Münter, J.	1854	1845	4587000	6004800
650	<i>Cladophora glomerata</i>	Lange, S.	1921	1846	4590000	6008000
651	<i>Ulvopsis grevillei</i>	Lange, S.	1921	1846	4590000	6008000
652	<i>Ahnfeltia plicata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
653	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
654	<i>Chara aspera</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
655	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>parado</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
656	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
657	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
658	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
659	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6006000
660	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
661	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
662	<i>Fucus vesiculosus</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
663	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
664	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
665	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
666	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6006230
667	<i>Chara hispida</i>	Holtz, L.	1888	1846	4588050	6005100
668	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1888	1846	4588050	6005100
669	<i>Najas marina</i> s. l.	Slobodda	1972	1846	4588050	6005100
670	<i>Ahnfeltia plicata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
671	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
672	<i>Chara aspera</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
673	<i>Chara baltica</i>	Krisch, H.	1970	1846	4592100	6004500
674	<i>Chara baltica</i>	Krisch, H.	1970	1846	4592370	6004450
675	<i>Chara baltica</i>	Krisch, H.	1970	1846	4592400	6004520
676	<i>Chara canescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
677	<i>Cladophora crispata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
678	<i>Cladophora flexuosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
679	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
680	<i>Enteromorpha ramulosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
681	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
682	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6005230
683	<i>Chara canescens</i>	Krisch, H.	1971	1846	4591000	6003420
684	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i>	Lange, S.	1921	1846	4590320	6003300
685	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4590320	6003300
686	<i>Ahnfeltia plicata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
687	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
688	<i>Chaetomorpha linum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
689	<i>Chara aspera</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
690	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1876	1846	4592500	6004300
691	<i>Chara baltica</i>	Krisch, H.	1970	1846	4591720	6004280
692	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1876	1846	4592500	6004300
693	<i>Chara canescens</i>	Krisch, H.	1970	1846	4591900	6004260
694	<i>Chara canescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
695	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1876	1846	4592300	6004200
696	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1876	1846	4592300	6004200
697	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1876	1846	4592300	6004200
698	<i>Chara contraria</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
699	<i>Chara tomentosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
700	<i>Cladophora crispata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
701	<i>Cladophora flexuosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
702	<i>Cladophora fracta</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
703	<i>Enteromorpha clathrata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
704	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
705	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
706	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
707	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
708	<i>Monostroma latissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
709	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
710	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
711	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592000	6004000
712	<i>Tolypella nidifica</i>	Tesch	1859	1846	4592500	6004300
713	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
714	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
715	<i>Fucus vesiculosus</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
716	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
717	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
718	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
719	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592580	6005800
720	<i>Cladophora glomerata</i>	Lange, S.	1921	1846	4595000	6007000
721	<i>Ulvopsis grevillei</i>	Lange, S.	1921	1846	4595000	6007000
722	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
723	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
724	<i>Fucus vesiculosus</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
725	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
726	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
727	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
728	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6005350
729	<i>Chara globularis</i>	Holtz, L.	1888	1846	4587750	6000700
730	<i>Chara globularis</i>	Holtz, L.	1894	1846	4587750	6000700
731	<i>Ahnfeltia plicata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
732	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
733	<i>Chaetomorpha linum</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
734	<i>Chara aspera</i>	Krisch, H.	1970	1846	4590640	6002600
735	<i>Chara aspera</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
736	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1891	1846	4591000	6002400
737	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
738	<i>Chara aspera</i>	Edler, J.	1889	1846	4591000	6002400
739	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
740	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1897	1846	4591000	6002400
741	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1899	1846	4591000	6002400
742	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1900	1846	4591000	6002400
743	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
744	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1892	1846	4591000	6002400
745	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
746	<i>Chara aspera</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
747	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1904	1846	4591000	6002400
748	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
749	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1900	1846	4591000	6002400
750	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1890	1846	4591000	6002400
751	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1883	1846	4591000	6002400
752	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
753	<i>Chara baltica</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
754	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1897	1846	4591000	6002400
755	<i>Chara canescens</i>	Krisch, H.	1970	1846	4590950	6002840
756	<i>Chara canescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
757	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1891	1846	4591000	6002400
758	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
759	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
760	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1900	1846	4591000	6002400
761	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
762	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1890	1846	4591000	6002400
763	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1894	1846	4591000	6002400
764	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
765	<i>Chara canescens</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
766	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
767	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1904	1846	4591000	6002400
768	<i>Chara canescens</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
769	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
770	<i>Chara contraria</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
771	<i>Chara hispida</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
772	<i>Chara horrida</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
773	<i>Chara horrida</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
774	<i>Chara horrida</i>	Holtz, L.	1894	1846	4591000	6002400
775	<i>Chara horrida</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
776	<i>Chara liljebladii</i>	Marsson, Th.	1868	1846	4591000	6002400
777	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1894	1846	4591000	6002400
778	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
779	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
780	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1895	1846	4591000	6002400
781	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1900	1846	4591000	6002400
782	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
783	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1889	1846	4591000	6002400
784	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1890	1846	4591000	6002400
785	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1890	1846	4591000	6002400
786	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
787	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1890	1846	4591000	6002400
788	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1894	1846	4591000	6002400
789	<i>Chara liljebladii</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
790	<i>Chara tomentosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
791	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
792	<i>Chara tomentosa</i>	Leick, E.	1904	1846	4591000	6002400
793	<i>Cladophora crispata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
794	<i>Cladophora flexuosa</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
795	<i>Cladophora fracta</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
796	<i>Enteromorpha clathrata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
797	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i>	Lange, S.	1921	1846	4590540	6002310
798	<i>Enteromorpha flexuosa</i> ssp. <i>paradoxa</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
799	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
800	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
801	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	Holtz, L.	1894	1846	4591000	6002400
802	<i>Monostroma oxyspermum</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
803	<i>Najas marina</i> s. l.	Marsson, Th. Fr.	1868	1846	4591000	6002400
804	<i>Najas marina</i> s. l.	Lemke, ?.	1851	1846	4591000	6002400
805	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
806	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
807	<i>Polysiphonia urceolata</i>	Lange, S.	1921	1846	4591000	6002000
808	<i>Tolypella nidifica</i>	Krisch, H.	1970	1846	4590950	6002840
809	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1891	1846	4591000	6002400
810	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400

## Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
811	<i>Tolypella nidifica</i>	Wegener, K.-A.	1979	1846	4591000	6002400
812	<i>Tolypella nidifica</i>	Lemcke	1854	1846	4591000	6002400
813	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1888	1846	4591000	6002400
814	<i>Ceramium tenuissimum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
815	<i>Chaetomorpha linum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
816	<i>Chara aspera</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
817	<i>Chara canescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
818	<i>Cladophora fracta</i>	Lange, S.	1921	1846	4592400	6002600
819	<i>Enteromorpha clathrata</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
820	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4592400	6002600
821	<i>Monostroma oxyspermum</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
822	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Lange, S.	1921	1846	4592100	6002850
823	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1886	1846	4592000	5998000
824	<i>Chara connivens</i>	Breese	1886	1846	4592500	5997950
825	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Zabel	1856	1542	4544900	6033850
826	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Lange, S.	1921	1846	4593000	6002000
827	<i>Cladophora glomerata</i>	Lange, S.	1921	1846	4596000	6001000
828	<i>Ulvopsis grevillei</i>	Lange, S.	1921	1846	4596000	6001000
829	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1884	1846	4594300	5999000
830	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1884	1846	4594300	5999000
831	<i>Monostroma oxyspermum</i>	Lange, S.	1921	1846	4596000	5999000
832	<i>Zostera marina</i>	Zabel	1851	1847	5404570	6000270
833	<i>Zostera marina</i>	Görs	1934	1847	5410100	6000030
834	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1891	1847	5412300	6003600
835	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1891	1847	5412300	6003600
836	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1891	1847	5412300	6003600
837	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1891	1847	5412300	6003600
838	<i>Zostera marina</i>	?	1956	1847	5404000	6001500
839	<i>Zostera noltii</i>	Dettman, U.	1956	1847	5404000	6001500
840	<i>Chara baltica</i>	unbekannt	1901	1847	5409200	6001800
841	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1891	1848	5415700	6005580
842	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1891	1848	5421200	6005400
843	<i>Chara tomentosa</i>		1854	1848	5421200	6005400
844	<i>Chara aspera</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414100	6004600
845	<i>Chara tomentosa</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414220	6004680
846	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414100	6004600
847	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414220	6004680
848	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414100	6004600
849	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414220	6004680
850	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1891	1848	5414500	6004500
851	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1881	1848	5414500	6004500
852	<i>Chara aspera</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414740	6004300
853	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1891	1848	5414500	6004500
854	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1891	1848	5414500	6004500
855	<i>Chara tomentosa</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414560	6004680
856	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414560	6004680
857	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414740	6004300
858	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414560	6004680
859	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414740	6004300
860	<i>Chara tomentosa</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414180	6004100
861	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414180	6004100
862	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414180	6004100
863	<i>Chara connivens</i>	Marsson, Th.	1851	1848	5415000	6003800

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
864	<i>Chara tomentosa</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414450	6004100
865	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1851	1848	5415000	6003800
866	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414450	6004100
867	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414450	6004100
868	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Wohlrab, F.	1959	1848	5414890	6003200
869	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1864	1848	5415000	6003800
870	<i>Chara canescens</i>	Marsson, Th.	1854	1848	5420000	6005200
871	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1890	1848	5420000	6005200
872	<i>Chara canescens</i>	Marsson, Th.	1854	1848	5422000	6005300
873	<i>Chara connivens</i>	Holtz, L.	1890	1848	5422000	6005300
874	<i>Chara aspera</i>	L. Holtz	1891	1848	5417000	6001300
875	<i>Chara tomentosa</i>	Marsson, Th.	1865	1848	5418700	6001700
876	<i>Najas marina</i> s. l.	Marsson, Th. Fr.	1851	1848	5419800	6001000
877	<i>Chara aspera</i>	Holtz	1891	1848	5419000	5999800
878	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1891	1848	5419000	5999800
879	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1891	1848	5419000	5999800
880	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz	1891	1848	5419000	5999500
881	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1890	1848	5419000	5999800
882	<i>Chara tomentosa</i>		1891	1848	5419000	5999800
883	<i>Chara tomentosa</i>	Holtz, L.	1891	1848	5419000	5999500
884	<i>Najas marina</i> s. l.	Zabel, ?.	1858	1848	5419900	5999600
885	<i>Zostera marina</i>	Dencker, F.	1946	1934	4460000	5986000
886	<i>Zostera marina</i>	Dencker, F.	1946	1934	4465000	5989000
887	<i>Zostera marina</i>	Griewank, C.	1873	1935	4470000	5993740
888	<i>Zostera marina</i>	Griewank, C.	1873	1935	4475500	5993680
889	<i>Zostera marina</i>	Griewank, C.	1873	1935	4469900	5988210
890	<i>Ceramium rubrum</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
891	<i>Chara aspera</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
892	<i>Chara baltica</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
893	<i>Chara canescens</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
894	<i>Chara intermedia</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
895	<i>Chorda filum</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
896	<i>Fucus vesiculosus</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
897	<i>Furcellaria fastigiata</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
898	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
899	<i>Zanichellia palustris</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
900	<i>Zostera marina</i>	Porter, H. C.	1894	1935	4475200	5996000
901	<i>Ceramium diaphanum</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
902	<i>Ceramium rubrum</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
903	<i>Chara baltica</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
904	<i>Chara canescens</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
905	<i>Chorda filum</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
906	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
907	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
908	<i>Fucus vesiculosus</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
909	<i>Fucus vesiculosus</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
910	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
911	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
912	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
913	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
914	<i>Ruppia maritima</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
915	<i>Zanichellia palustris</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
916	<i>Zanichellia palustris</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
917	<i>Zostera marina</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
918	<i>Zostera marina</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
919	<i>Zostera noltii</i>	Kloss, K.	1969	1935	4468735	5988380
920	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Holtz, L.	1856	1542	4544900	6033850
921	<i>Zostera marina</i>	Görs	1909	1946	4595420	5994640
922	<i>Zostera marina</i>	Gierth	1839	1946	4595420	5994640
923	<i>Zostera marina</i>	?	1953	1946	5400500	5996500
924	<i>Chara aspera</i>	Münter	1852	1946	4595640	5989120
925	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Hornschuch	1850	1946	4588500	5996500
926	<i>Chara aspera</i>	Münter	1852	1946	4595500	5996500
927	<i>Chara aspera</i>	Hauptfleisch, P.	1887	1946	4595500	5996750
928	<i>Chara aspera</i>	Münter, J.	1852	1946	4595500	5996750
929	<i>Chara aspera</i>	Klemm, J.	1914	1946	4595500	5996750
930	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1895	1946	4595500	5996750
931	<i>Chara aspera</i>	Marsson, Th.	1868	1946	4595500	5996750
932	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1868	1946	4595500	5996750
933	<i>Chara aspera</i>	Fraude	1905	1946	4595500	5996750
934	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
935	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
936	<i>Chara aspera</i>	Holtz, L.	1897	1946	4595500	5996750
937	<i>Chara baltica</i>	Münter	1852	1946	4595500	5996500
938	<i>Chara baltica</i>	Münter	1851	1946	4595500	5996500
939	<i>Chara baltica</i>	Hauptfleisch, P.	1887	1946	4595500	5996750
940	<i>Chara baltica</i>	Münter, J.	1851	1946	4595500	5996750
941	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1895	1946	4595500	5996750
942	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1895	1946	4595500	5996750
943	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1895	1946	4595500	5996750
944	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1895	1946	4595500	5996750
945	<i>Chara baltica</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1946	4595500	5996750
946	<i>Chara baltica</i>	Holtz, L.	1889	1946	4595500	5996750
947	<i>Chara baltica</i>	Hauptfleisch, P.	1888	1946	4595500	5996750
948	<i>Chara canescens</i>	Hauptfleisch	1887	1946	4595500	5996750
949	<i>Chara canescens</i>	Hauptfleisch	1887	1946	4595500	5996750
950	<i>Chara canescens</i>	Hauptfleisch	1891	1946	4595500	5996750
951	<i>Chara canescens</i>	Edler	1887	1946	4595500	5996750
952	<i>Chara canescens</i>	Klemm, J.	1914	1946	4595500	5996750
953	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
954	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1904	1946	4595500	5996750
955	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1868	1946	4595500	5996750
956	<i>Chara canescens</i>	Fraudel	1905	1946	4595500	5996750
957	<i>Chara canescens</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1946	4595500	5996750
958	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
959	<i>Chara canescens</i>	Holtz, L.	1904	1946	4595500	5996750
960	<i>Chara canescens</i>	Krisch, H.	1970	1946	5400260	5996300
961	<i>Chara connivens</i>	Pabel	1913	1946	4595500	5996750
962	<i>Chara connivens</i>	Klemm, J.	1914	1946	4595500	5996750
963	<i>Chara globularis</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
964	<i>Chara globularis</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
965	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1899	1946	4595500	5996750
966	<i>Chara liljebladii</i>	Münter, J.	1851	1946	4595500	5996750
967	<i>Chara liljebladii</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1946	4595500	5996750
968	<i>Chara liljebladii</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750
969	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1888	1946	4595500	5996750

Fortsetzung Tabelle 23

Nr.	Art	Beleg-Autor	Jahr	MTB	RW	HW
970	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1890	1946	4595500	5996750
971	<i>Tolypella nidifica</i>	Klemm, J.	1914	1946	4595500	5996750
972	<i>Tolypella nidifica</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1946	4595500	5996750
973	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1904	1946	4595500	5996750
974	<i>Tolypella nidifica</i>	Hauptfleisch, P.	1886	1946	4595500	5996750
975	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1897	1946	4595500	5996750
976	<i>Tolypella nidifica</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1946	4595500	5996750
977	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1904	1946	4595500	5996750
978	<i>Tolypella nidifica</i>	Krisch, H.	1970	1946	5400460	5996500
979	<i>Tolypella nidifica</i>	Hauptfleisch, P.	1895	1947	5402000	5996000
980	<i>Tolypella nidifica</i>	Holtz, L.	1904	1947	5402000	5996000
981	<i>Chara vulgaris</i>	Marsson, Th.	1851	1947	5410200	5995200
982	<i>Zostera noltii</i>	Kloss, K.	1969	2034	4459000	5982700
983	<i>Zostera marina</i>	Dencker, F.	1946	2034	4458000	5984000
984	<i>Zostera marina</i>	Dencker, F.	1946	2034	4459000	5983000
985	<i>Ceramium diaphanum</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
986	<i>Ceramium rubrum</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
987	<i>Chaetomorpha linum</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
988	<i>Chorda filum</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
989	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
990	<i>Fucus vesiculosus</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
991	<i>Ruppia cirrhosa</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
992	<i>Zanichellia palustris</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
993	<i>Zostera marina</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
994	<i>Zostera noltii</i>	Kloss, K.	1969	2034	4461200	5982100
995	<i>Zostera marina</i>	Krause, E.H.L.	1893	2034	4466500	5984000



*Monika NAUSCH, Doris SETZKORN, Ines GLOCKZIN, Annett GRÜTTMÜLLER*

## **Bakterielle Aktivitäten als Parameter für die Modifikation des organischen Materials zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken (Pommernbucht, südliche Ostsee)**

### **Zusammenfassung**

In der Ostsee sind die tiefen Becken Depositionsgebiete für allochthones und autochthones Material. Der Transport von den flachen, küstennahen Regionen zu den tiefen Becken erfolgt vorwiegend in der bodennahen Nepheloidschicht (BNL). Während dieses Transportes unterliegt das partikuläre organische Material einer biologischen Modifikation, an der Bakterien maßgeblich beteiligt sind. Auf 4 Expeditionen von März 1997 bis März 1998 wurden die bakterielle Produktion und extrazelluläre Enzymaktivitäten (Aminopeptidase-,  $\alpha$ - und  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität) zur Charakterisierung von Prozessen, die zur Modifikation organischen Materials führen, in der BNL und im Wasser untersucht. Weiterhin wurden Bestandsparameter wie Chlorophyll a, Phaeopigmente, POC, PON, partikuläre Proteine und Kohlenhydrate bestimmt.

Thymidinaufnahme und Aminopeptidaseaktivität waren in der euphotischen Zone höher als in der BNL. Die Glukosidaseaktivitäten waren an den meisten Stationen in der BNL gleichgroß oder höher als in der euphotischen Zone. Dies weist darauf hin, daß Proteine intensiv in der Wassersäule abgebaut werden, während der Kohlenhydratabbau mehr in der BNL stattfindet.

In der BNL korrelieren diese Aktivitäten mit der Konzentration des partikulären Materials. Die negativen Korrelationen zwischen den Aktivitätsparametern und dem Chl a-Gehalt im Seston und der Relation Chl a/Phaeopigment sprechen für den Abbau des sedimentierten Phytoplanktons durch Bakterien. Dieser Zusammenhang kann durch andere Faktoren wie Temperatur und Exudation niedermolekularer Substanzen durch das Phytoplankton überlagert werden.

# 1 Einleitung

In der Ostsee wird über die Flüsse eingetragenes allochthones und autochthon produziertes organisches Material nicht in flachen und küstennahen Bereichen sondern in den tiefen Becken abgelagert. In der westlichen Ostsee gelten Gebiete mit Tiefen unter 40 m (Christiansen & Emelyanov 1995) und in der zentralen Ostsee Becken mit Tiefen unter 70 m (Jonsson et al. 1990) als permanente Depositionsgebiete. Als Beispiel für die Wechselwirkung zwischen flachen Küstenregionen und tiefen Becken wurde die Beziehung zwischen Pommernbucht und Arkona-Becken in mehreren Projekten (\*ODER 1993 -1996, TRUMP 1994 -1997, BASYS 3a 1997 -1999) untersucht. In die Pommernbucht mündet die Oder, der fünftgrößte Fluß im gesamten Ostseeraum, mit einem Süßwassereintrag von 17 km<sup>3</sup> /Jahr (Mohrholz & Lass 1998, Meyer & Lampe 1999) und einer Partikelfracht von 425 000 t/Jahr (Pohl et al. 1998). Die Untersuchungen im Rahmen des TRUMP-Projektes zeigten, daß während der Wachstumsperiode (März-September) der Eintrag an anorganischen Nährstoffen aus der Oder in die Pommernbucht sehr gering ist, weil diese im vorge-lagerten Oderhaff durch intensive Planktonproduktion umgesetzt werden. Der Eintrag in die Pommernbucht erfolgt zu dieser Zeit überwiegend als partikuläres Material mit einem hohen Phyto-planktonanteil. Hohe mikrobielle Aktivitäten weisen ebenfalls darauf hin, daß im eingetragenen Wasser bereits intensive Remineralisation stattfindet (Jost & Pollehne 1998, Nausch et al. 1998). Der Eintrag von Wasser aus dem Oderhaff über die Swina erfolgt pulsartig als diskrete Ereignisse (Bodungen et al. 1995; Siegel et al. 1996). Innerhalb von etwa 10 m wird das eingetragene Wasser mit Wasser aus der offenen Ostsee vermischt und limnische Arten werden durch mehr marine Arten ersetzt (Jost & Pollehne 1998). Neben den Umsatz- und Vermischungsprozessen in der Wassersäule findet eine Sedimentation des partikulären Materials statt. Das Ergebnis dieser Sedimentation ist die „Fluffy Layer“, eine Mulmschicht, die dem sandigen Sediment aufgelagert und reich an organischem Material ist (Christiansen et al. 2000, Emeis et al. 2000). Der Transport ins Arkona-Becken, dem Hauptdepositionsgebiet für Material aus der Pommernbucht, erfolgt in der bodennahen Nepheloidschicht (BNL) (Neumann et al. 1996, Leipe et al. 1998). Dieser Transport wird von der Hydrodynamik, die überwiegend windgetrieben ist (Mohrholz 1998), bestimmt. Bereits bei Strömungsschwindigkeiten vom 4 cm s<sup>-1</sup> wird das partikuläre Material aus der Fluffy Layer in die BNL oder höher resuspendiert und weiter transportiert (Leipe et al. 2000). An der Station Odas hat das partikuläre Material in der Fluffy Layer eine Residenzzeit von 1 - 2 Tagen (Leipe et al. 2000). Auf dem Transportweg ins Arkona-Becken unterliegt das partikuläre Material in der BNL einer biologischen Modifikation. Diese Modifikation kann durch Zoobenthos (Powilleit et al. 1995, Kube et al. 1996) und durch heterotrophe Bakterien erfolgen.

Im Projekt „ODER“ wurde die Zusammensetzung und der Transportweg aus der Oder in die Pommernbucht eingetragenen partikulären Materials und im Projekt „BASYS 3a“ die Dynamik des Transportes von den flachen küstennahen Regionen ins Arkona-Becken sowie Menge und Zusammensetzung des Materials untersucht. In diesen Projekten lag der Schwerpunkt auf der Veränderung mineralischer Bestandteile und von Schadstoffen. Der Schwerpunkt eines weiteren Projektes „Partikelresuspension und -modifikation in der bodennahen Nepheloidschicht“ (1996-1998) lag auf der Untersuchung biologischer Prozesse, die während des lateralen Transportes stattfinden und die diesen Transport beeinflussen können. Im Rahmen dieses

Projektes wurden bakterielle Aktivitäten in der BNL und in der Wassersäule untersucht, um die bakterielle Modifikation des organischen Materials auf dem Transportweg von der Swinamündung ins Arkona-Becken zu beschreiben.

\*ODER: Oder discharge environmental response

TRUMP: Transport- und Umsatzprozesse in der Pommernbucht

BASYS: Baltic Sea System Study

## 2 Probenahme und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet und Probenahme

Von März 1997 bis März/April 1998 wurden 4 Expeditionen mit dem Forschungsschiff „Prof. Albrecht Penck“ in die Pommernbucht durchgeführt, bei denen 5 Stationen auf einem Tiefengradienten zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken beprobt wurden (Abb. 1):

- die Station Swina nahe der Swina-Mündung mit einer Wassertiefe von 9 m
- die Station Odas ca. 10 km von der Swina-Mündung und einer Wassertiefe von 15 m
- die Station Prosa 5 in der Saßnitzrinne mit einer Tiefe von 21 m
- die Station Prosa 13 auf dem südlichen Hang zum Arkona-Becken mit Tiefen zwischen 23 und 26 m
- die Station Prosa 4 mit einer Tiefe von 43 m im Arkona-Becken.

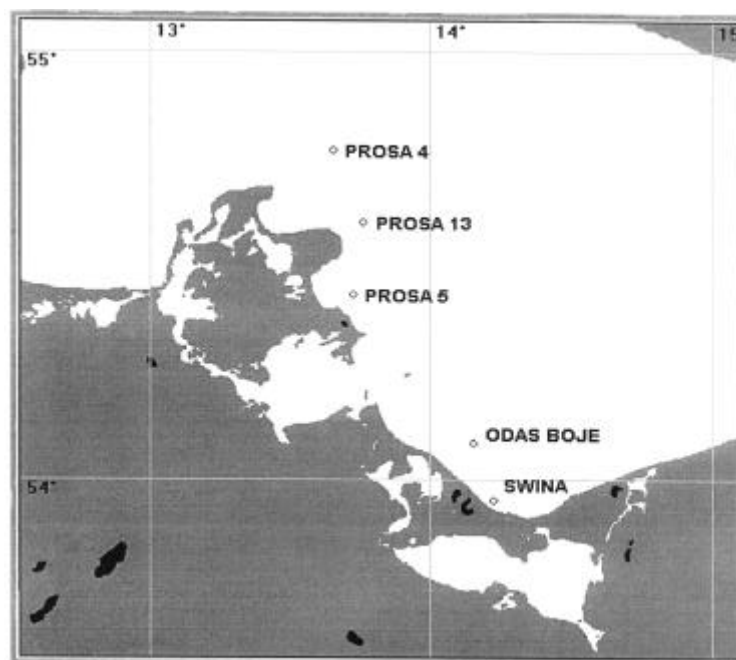


Abb. 1 Untersuchungsgebiet mit Stationen

In Tabelle 1 sind Temperatur und Salinität im Oberflächen- und im bodennahen Wasser während der Untersuchungszeiträume zusammengefasst. Im Oberflächenwasser nahm die Salinität von der Station Swina bis zur Station Prosa 5 zu und blieb auf den nördlicheren Stationen auf dem gleichen Niveau. Im bodennahen Wasser wurde ein Anstieg der Salinität von der innersten zur äußersten Station gemessen. Die Temperaturverteilung zeigte im Oberflächenwasser eine leichte Abnahme von den inneren zu den äußeren Stationen. Bei den meisten Untersuchungen war in Bodennähe kühleres und salzreicheres Wasser als im Oberflächenwasser vorhanden. Im Juli und September 1997 spiegelten Temperatur- und Salinitätswerte die windbedingte Durchmischung der Wassersäule an einigen Stationen wieder.

Die Werte für die Salinität im Oberflächenwasser zeigen auch, daß die Pommern-bucht während der Untersuchungen im Juli 1997 von der Oderflut noch unbeeinflusst war.

**Tabelle 1** Salinität und Temperatur im Oberflächenwasser (WP) und in der bodennahen Schicht während der Untersuchungen

Station	März 1997		Juli 1997		September 1997		März 1998	
	WP	BNL	WP	BNL	WP	BNL	WP	BNL
	<b>Salinität (PSU)</b>							
Swina	n.d.	n.d.	5,5	10,7	8,5	10,1	6,0	7,5
Odas	6,9	7,4	9,6	10,5	10,1	10,1	7,1	7,4
Prosa 5	8,4	12,9	11,0	11,0	11,2	11,2	8,6	9,9
Prosa 13	8,5	9,0	10,8	10,9	n.d.	n.d.	8,4	10,2
Prosa 4	7,8	15,9	11,2	13,2	n.d.	n.d.	8,1	14,5
	<b>Temperatur (°C)</b>							
Swina	n.d.	n.d.	19,6	18,1	16,7	17,1	5,2	4,2
Odas	3,6	2,9	18,5	18,2	16,8	16,8	4,8	4,2
Prosa 5	3,9	2,4	16,8	16,6	17,0	16,8	4,4	3,7
Prosa 13	3,3	3,5	17,5	10,1	n.d.	n.d.	4,2	3,6
Prosa 4	3,3	3,4	17,6	10,0	n.d.	n.d.	4,1	4,1

In der Wassersäule erfolgte die Probenahme mit einer Wasserschöpfer-Rosette, die mit einer CTD-Sonde und mit einem Fluoreszenzsensor zur Messung von Temperatur, Salinität und Chlorophyllfluoreszenz kombiniert war. Die Wassersäule wurde im Chlorophyllmaximum der euphotischen Zone (WP 1) und 1 m über Grund (WP 2) beprobt. Zur Probenahme in der BNL wurde ein Bodenwasserschöpfer verwendet, dessen Ansaugstellen 5cm (Bw 1), 10 cm (Bw 2), 15 cm (Bw 3) und 20 cm (Bw 4) über Grund angebracht waren.

## 2.2 Methoden

Die Bestimmung der Konzentration des partikulären Materials (Seston) erfolgte gravimetrisch. 100 bis 250 ml Probenwasser wurden über vorgewogene 0.8 µm Polycarbonat-Filter (Nuclepore) filtriert, 12 h bei 60°C getrocknet und bis zur Wägung im Exsikkator aufbewahrt.

Chlorophyll a (Chl a)- und Phaeopigmentkonzentrationen wurden nach dem JGOFs-Protokoll (UNESCO 1994) bestimmt. 100 – 500 ml Probenvolumen wurden über Glasfaserfilter (Whatman, GF/F) filtriert und bis zur Extraktion in 90% Azeton bei -20°C gelagert. Die Messung erfolgte im Fluorometer bei 440 nm Excitation und 670 nm Emission. Für die Phaeopigmentbestimmung wurden 10 ml Extrakt mit 100 µl 1N HCl versetzt und bei den gleichen Wellenlängen gemessen.

Für die Bestimmung von partikulärem organischen Kohlenstoff (POC) und Stickstoff (PON) wurden 100 – 500 ml Probenwasser über vorglühte (4h, 430°C) GF/F-Filter filtriert. Die Filter wurden bis zur Messung im CHN-Analysator (EA 1110, Fison Instruments, Italien) bei -20°C gelagert.

Für die Bestimmung partikulärer Proteine und Kohlenhydrate wurden Proben (100 – 300 ml) über Polykarbonat-Filter filtriert und bis zur weiteren Bearbeitung bei -20°C gelagert. Die Proteinbestimmung erfolgte nach Bradford (1976). Nach Hydrolyse der Proben mit 1 N NaOH bei 60°C für 2 h wurde das Hydrolysat mit Bio-Rad-Reagenz versetzt und die Extinktion im Photometer bei 595 nm gemessen. Für die Berechnung wurde eine Eichreihe aus Rinderserumalbumin (Merck) herangezogen.

Partikuläre Kohlenhydrate wurden mit der Schwefel-Phenol-Methode nach Dubois et al. (1956) bestimmt. Dazu wurden die Filter mit 800 µl Milli-Q, 800 µl 5%igem Phenol und 4 ml konzentrierter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> versetzt. Nach einer Inkubationszeit von 15 min. bei 20°C wurde die Extinktion im Photometer bei 488 nm gemessen. Die Kohlenhydrat-konzentrationen sind in Glukoseeinheiten angegeben.

Die bakterielle Produktion wurde mittels Aufnahme von [<sup>3</sup>H]-Thymidin (Amher-sham, spez. Aktivität 25 Ci mmol<sup>-1</sup>) bestimmt (Fuhrman & Azam 1982, Bell 1993). Dazu wurden 10 ml Probe in 3 Parallelen mit 20 nmol l<sup>-1</sup> [<sup>3</sup>H]-Thymidin (Endkonzentration) versetzt und dunkel bei *in situ*-Temperatur inkubiert. Nach einer Inkubationszeit von 1 h wurde die Thymidinaufnahme durch Zugabe von 100 µl partikelfreiem unge-puffertem Formaldehyd beendet. Für Blindwerte wurden Proben vor Zugabe des radioaktiven Thymidins mit Formaldehyd fixiert. Nach der Inkubation wurden die Proben über Polykarbonat-Filter filtriert und mit 10 ml 5%iger eiskalter Trichloressigsäure gespült. Nach Zugabe von Scintillationsflüssigkeit (Ultima-Gold XR, Packard) wurden die Filter im Flüssigkeits-Scintillationszähler (Packard, Canberra, USA) gemessen.

Für die Charakterisierung der Protein- und Kohlenhydrathydrolyse durch Bakterien wurde die Aminopeptidaseaktivität und die α- und β-Glukosidaseaktivität nach Zugabe von 200 µmol l<sup>-1</sup> (Endkonzentration) Leucin- Methylcoumarinylaminide (Leu-MCA) bzw. 4-Methylumbelliferryl -(MUF)- α- und MUF-β-Glukose fluorometrisch gemessen (Hoppe 1993, Nausch et al. 1998). Die Inkubation für diese Messungen erfolgte in 3 Parallelen bei *in situ* Temperatur und im Dunkeln.

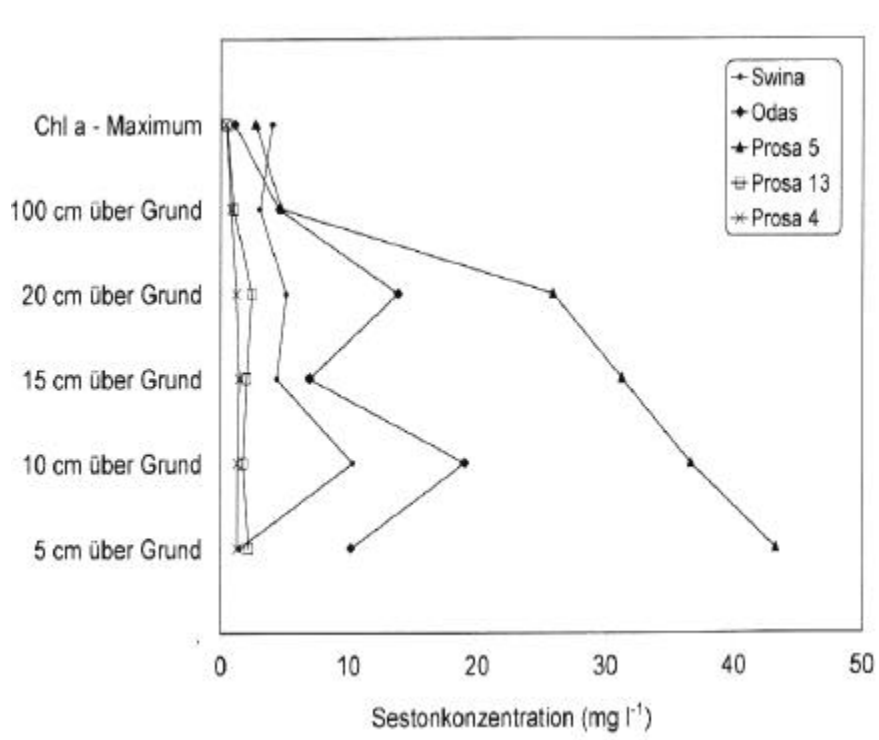
Für Größenfraktionierungen wurden Polykarbonatfilter mit Porengrößen von 0.2  $\mu\text{m}$ , 0.8  $\mu\text{m}$ , 5  $\mu\text{m}$  und 14  $\mu\text{m}$  verwendet.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Charakterisierung des partikulären Materials

##### *Partikuläres Material (Seston)*

In der euphotischen Zone wurden die höchsten Partikelkonzentrationen an der Station Swina bestimmt (Tab. 2, Abb. 2). Mit zunehmender Entfernung von der Swina-Mündung nahm die Partikelkonzentration ab. In die Saßnitzrinne kann zusätzlich Material aus dem Greifwalder Bodden eingetragen werden, was sich in den Sestonkonzentrationen an der Station Prosa 5 widerspiegelte.



**Abb. 2** Sestonkonzentrationen in der Wassersäule und in der BNL im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken im März 1998

Bei den meisten Untersuchungen wurden in der BNL höhere Sestonkonzentrationen als in der darüberliegenden Wassersäule gemessen. Teilweise wurden bereits in einer Tiefe von 1 m über Grund höhere Partikelkonzentrationen als in der euphotischen Zone bestimmt. Abb. 2 zeigt die Sestonkonzentrationen in der Wassersäule und in den einzelnen Horizonten der BNL für die Untersuchungen im März 1998, die auch für die anderen Untersuchungen repräsentativ ist. Die Partikel-

konzentration ist nicht immer in 5 cm über Grund am höchsten, dort wo der größte Einfluß durch Resuspension aus der „Fluffy Layer“ erwartet wurde. Im März und Juli 1997 wurden die höchsten Partikelkonzentration an der Station Prosa 4 gemessen. Dagegen waren im März 1998 die Konzentrationen an der Station Prosa 5 am höchsten. Zu dieser Zeit wurden in der BNL der inneren Stationen höhere Partikelkonzentrationen gemessen als an den äußeren Stationen (Tab. 2). Eine Zunahme des partikulären Materials in der BNL war mit einer Erhöhung der Menge organischen Materials verbunden. Das zeigen die Korrelationskoeffizienten zu Chl a, POC, PON, partikulären Kohlenhydraten und Proteinen (Tab. 3).

**Tabelle 2** Sestonkonzentrationen, Chl a-Gehalt im Seston und das Verhältnis Chl a/ Phaeopigment zur Charakterisierung des partikulären Materials in der euphotischen Zone (WP 1) und in der BNL (gemittelt über Bw 1 - Bw 4) im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken

		März 1997	Juli 1997	September 1997	März 1998
		<i>Seston (mg l<sup>-1</sup>)</i>			
Swina	WP 1	n.d.	7.6	3.4	4.0
	BNL	n.d.	n.d.	3.8	5.7
Odas	WP 1	1.7	1.9	2.9	1.1
	BNL	2.2	4.1	4.7	12.4
Prosa 5	WP 1	2.0	2.9	1.9	2.7
	BNL	3.1	2.6	n.d.	34.2
Prosa 13	WP 1	0.9	1.4	n.d.	0.5
	BNL	2.9	5.6	n.d.	2.1
Prosa 4	WP 1	0.8	1.1	n.d.	0.4
	BNL	9.4	9.8	n.d.	1.3
		<i>Chl a /Seston (µg mg<sup>-1</sup>)</i>			
Swina	WP 1	n.d.	4.6	2.1	2.2
	BNL	n.d.	n.d.	1.3	0.8
Odas	WP 1	3.2	5.4	2.5	6.3
	BNL	1.1	0.9	1.5	0.2
Prosa 5	WP 1	4.8	1.1	2.9	3.3
	BNL	0.2	0.5	n.d.	0.3
Prosa 13	WP 1	6.7	3.0	n.d.	6.8
	BNL	1.9	0.2	n.d.	2.9
Prosa 4	WP 1	3.3	2.5	n.d.	16.7
	BNL	0.1	0.1	n.d.	1.9
		<i>Chl a /Phaeopigment</i>			
Swina	WP 1	n.d.	5.0	2.5	1.8
	BNL	n.d.	n.d.	2.0	0.7
Odas	WP 1	9.8	2.6	2.6	2.0
	BNL	2.1	1.2	1.5	0.3
Prosa 5	WP 1	9.8	1.4	5.2	3.5
	BNL	0.8	0.6	n.d.	0.8
Prosa 13	WP 1	9.0	2.8	n.d.	3.4
	BNL	6.0	0.4	n.d.	4.3
Prosa 4	WP 1	4.8	2.5	n.d.	5.2
	BNL	0.2	0.3	n.d.	3.9

**Tabelle 3** Korrelationskoeffizienten zwischen der Sestonkonzentration und organischen Bestandsparametern in der BNL.  $p=0.01$  für alle Parameter

Parameter	Korrelationskoeffizient <i>r</i>	Anzahl der Daten <i>n</i>
Chlorophyll a ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	0,55	33
Phaeopigment ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	0,91	33
POC ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ )	0,96	33
PON ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ )	0,96	33
part. Kohlenhydrate ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,73	30
part. Proteine ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,5	29

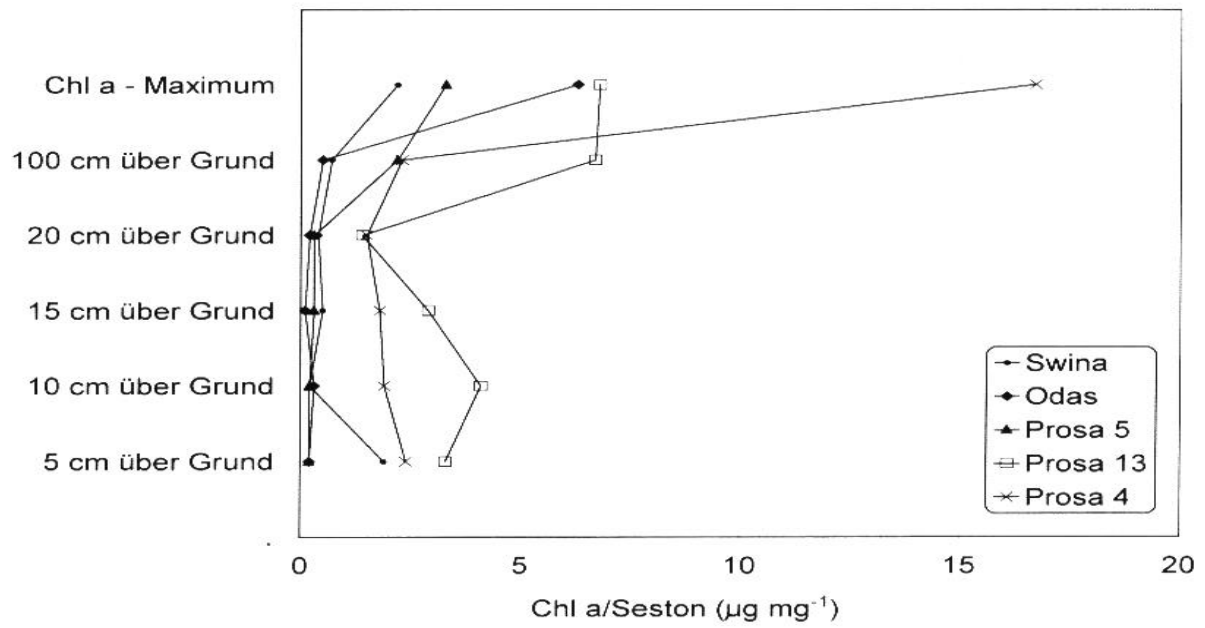
### *Chlorophyll und Phaeopigmente*

Die Chl a- Konzentrationen lagen bei den Untersuchungen im März und im September zwischen  $2.7 \mu\text{g l}^{-1}$  und  $9.7 \mu\text{g l}^{-1}$  im Chlorophyllmaximum der euphotischen Zone und zwischen  $0.5 \mu\text{g l}^{-1}$  –  $9.8 \mu\text{g l}^{-1}$  in der BNL. Im Juli waren die Chl a-Konzentrationen in der euphotischen Zone der inneren Stationen deutlich höher. Sie lagen zwischen  $32.2 \mu\text{g l}^{-1}$  an der Station Swina und  $2.4 \mu\text{g l}^{-1}$  an der Station Prosa 4. In der BNL waren die Chl a-Konzentrationen mit Werten zwischen  $0.9 \mu\text{g l}^{-1}$  und  $3.3 \mu\text{g l}^{-1}$  niedriger als im März.

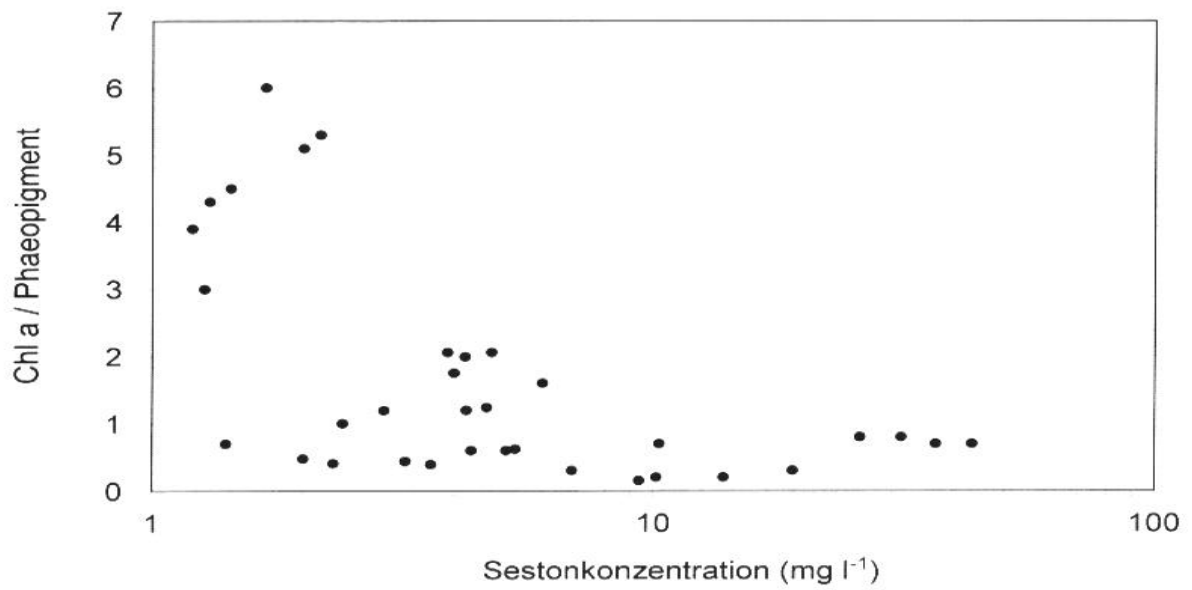
Die Phaeopigmentkonzentrationen im März und September variierten zwischen  $0.2 \mu\text{g l}^{-1}$  und  $4.8 \mu\text{g l}^{-1}$  in der euphotischen Zone und zwischen  $0.1 \mu\text{g l}^{-1}$  und  $14.5 \mu\text{g l}^{-1}$  in der BNL. Im Juli wurden Phaeopigmentkonzentrationen zwischen  $0.9 \mu\text{g l}^{-1}$  und  $6.4 \mu\text{g l}^{-1}$  im Chlorophyllmaximum und von  $0.5 \mu\text{g l}^{-1}$  bis  $3.1 \mu\text{g l}^{-1}$  in der BNL bestimmt.

Chl a/ Seston- und Chl a/Phaeopigment-Relationen  $>2$  in der euphotischen Zone weisen auf autochthon frisch produziertes Phytoplankton hin (Tab.2). Im März nahmen diese Werte in der euphotischen Zone von den inneren zu den äußeren Stationen zu (Abb.3, Tab.2). Dagegen wurden im Juli 1997 die höchsten Werte an den inneren Stationen Swina und Odas beobachtet.

Geringe Chl a/Seston-Quotienten und geringe Chl a/Phaeopigment-Relationen in der BNL mit Werten  $<1$  sind ein Anzeichen dafür, daß das sedimentierte Phytoplankton in einem hohen Grad abgebaut war. Werte  $>1$ , wie sie im September 1997 an den Stationen Swina und Odas und besonders im März 1998 an den äußeren Stationen Prosa 13 und Prosa 4 beobachtet wurden, zeigen, daß relativ frisches Phytoplankton in die BNL aus der darüberliegenden Wassersäule sedimentiert war. Generell kamen in der BNL hohe Chla/Phaeopigmenten-Relationen bei niedrigeren Sestonkonzentrationen vor (Abb. 4). Bei Sestonkonzentrationen größer  $10 \text{ mg l}^{-1}$ , wie sie in der Saßnitzrinne vorkamen, blieb dieses Verhältnis gleichbleibend niedrig. Der Chl a-Gehalt im Seston korrelierte mit dem PON-Gehalt ( $r=0.55$ ;  $n=36$ ,  $p=0.01$ ) und dem POC-Gehalt ( $r=0.51$ ;  $n=31$ ;  $p=0.01$ ).



**Abb. 3** Chl a-Gehalt im Seston in der Wassersäule und in der BNL im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken im März 1998



**Abb. 4** Chl a/ Phaeopigment-Relation in der BNL während der Untersuchungen von März 1997 bis März 1998

## Kohlenhydrate und Proteine

Minimum- und Maximumwerte für partikuläre Kohlenhydrat- und Proteinkonzentrationen im Transekt sind in Tab. 4 für die einzelnen Untersuchungsperioden zusammengefaßt. Bei den Proteinkonzentrationen konnten keine saisonalen Unterschiede gefunden werden. Die Kohlenhydratkonzentrationen waren im September deutlich niedriger als in den anderen Untersuchungsperioden. Die Frühjahrsblüte im März bewirkte eine Erhöhung der Kohlenhydratkonzentrationen im Wasser und in der BNL.

**Tabelle 4** Minimum- und Maximumwerte für Protein- und Kohlenhydratkonzentrationen in der euphotischen Zone und in der BNL (gemittelt über Bw 1 - Bw 4) im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken in den einzelnen Untersuchungszeiträumen

	März 1997		Juli 1997	
	WP	BNL	WP	BNL
part. Proteine (mg l <sup>-1</sup> )	0.5 - 2.8	1.3 - 3.9	0.2 - 0.7	0.1 - 0.9
Anteil in Fraktion <0.8µm (%)	26 - 41	42 - 99	21 - 47	15 - 50
part. Protein/Seston(mg mg <sup>-1</sup> )	0.21 - 0.51	0.07 - 0.28	0.14 - 0.39	0.04 - 0.28
part. Kohlenhydrate (mg l <sup>-1</sup> )	0.6 - 0.9	0.3 - 4.9	0.4 - 1.5	0.7 - 1.8
Anteil in Fraktion <0.8µm (%)	3 - 16	9 - 37	24 - 45	2 - 37
part. Kohlenhydrate/Seston(mg mg <sup>-1</sup> )	0.4 - 0.93	0.14 - 0.63	0.12 - 0.55	0.19 - 0.27
	September 1997		März 1998	
	WP	BNL	WP	BNL
part. Proteine (mg l <sup>-1</sup> )	1.2 - 2.6	1.2 - 4.2	1.6 - 3.9	1.6 - 11.3
Anteil in Fraktion <0.8µm (%)	70 - 72	70 - 76	81 - 93	84 - 99
part. Protein/Seston(mg mg <sup>-1</sup> )	0.15 - 0.21	0.10 - 0.21	0.07 - 0.67	0 - 0.47
part. Kohlenhydrate (mg l <sup>-1</sup> )	0.02 - 0.04	0.03 - 0.09	3.2 - 5.9	2.7 - 36.7
Anteil in Fraktion <0.8µm (%)	7 - 8	6 - 27	12 - 25	2 - 41
part. Kohlenhydrate/Seston(mg mg <sup>-1</sup> )	0.006 - 0.014	0.005 - 0.012	0.21 - 1.32	0.09 - 0.56

Es konnte weder eine Zu- noch eine Abnahme von den inneren zu den äußeren Stationen beobachtet werden. Die geringsten Kohlenhydrat- und Proteinkonzentrationen wurden sowohl für die euphotische Zone als auch für die BNL an der Station Prosa 5 bestimmt. An der inneren Station Odas als auch an den äußeren Stationen waren diese Konzentrationen höher. Gemittelt über alle Horizonte der BNL, waren die Proteinkonzentrationen hier nicht niedriger als in der euphotischen Zone, jedoch wurden starke Unterschiede zwischen den einzelnen Horizonten beobachtet.

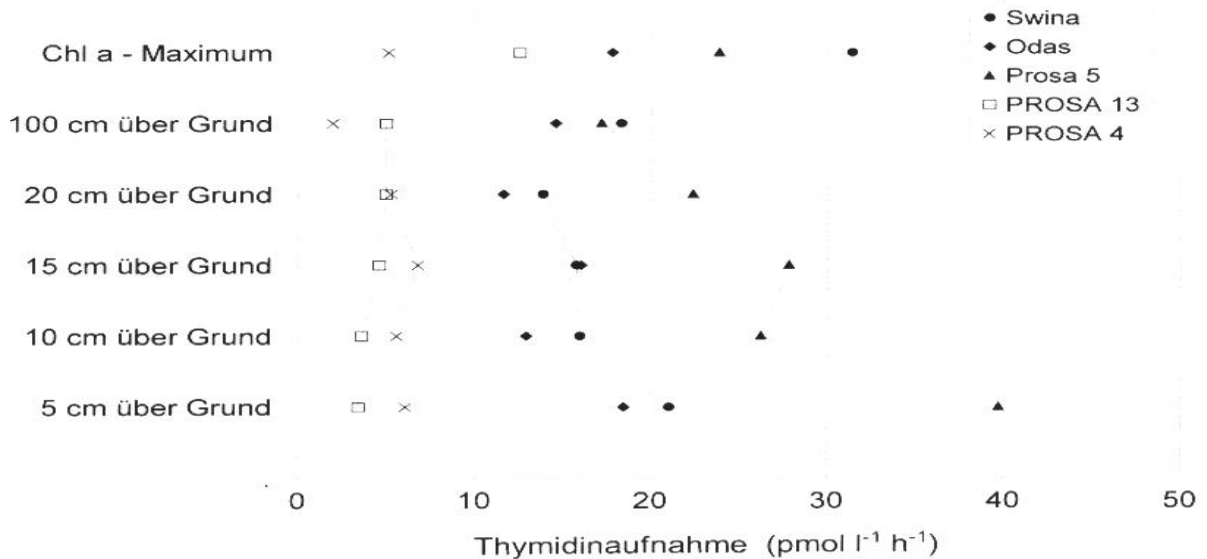
Mit Ausnahme der Situation im Sommer lag ein großer Teil (42-99%) der Proteinkonzentration in der Fraktion <0.8 µm.

Der Kohlenhydratgehalt des Sestons in der BNL korrelierte mit dem Chlorophyllgehalt im Seston ( $r=0.72$ ,  $n=29$ ,  $p=0.01$ ).

### 3.2 Bakterielle Aktivitäten

#### Bakterielle Produktion

Die bakterielle Produktion in der Wassersäule und in einzelnen Horizonten der BNL zwischen Swinamündung und Arkona-Becken ist für März 1998 dargestellt (Abb. 5). Wird die Station Prosa 5 nicht berücksichtigt, dann kann eine Abnahme der Thymidinaufnahme von den inneren zu den äußeren Stationen beobachtet werden. Eine höhere Thymidinaufnahme an der Station Prosa 5 als an den inneren Stationen Swina und Odas wurde nur im März 1998 gemessen (Abb. 5, Tab. 5). Die Thymidinaufnahme in der BNL zeigte einen ähnlichen Verlauf wie in der Wassersäule, nämlich eine Abnahme von den inneren zu den äußeren Stationen. Innerhalb der BNL traten Unterschiede in den einzelnen Horizonten auf. Die höchsten Aktivitäten wurden meistens in der bodennächsten Schicht (5 cm über Grund) gemessen. Zum Teil waren die Werte der BNL höher als in der euphotischen Zone. Gemittelt über die gesamte BNL unterschied sich die Thymidinaufnahme aber oft nicht von der in der euphotischen Zone. Sehr hohe Thymidinaufnahmen wurden in der BNL der Station Prosa 4 im Arkona-Becken im März und Juli 1997 gemessen, die deutlich über der in der euphotischen Zone lagen (Tab. 5).



**Abb. 5** Thymidinaufnahme von Bakterien in der Wassersäule und in der BNL im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken im März 1998

Die Thymidinaufnahme zeigte saisonale Unterschiede. Die höchsten Werte wurden im Sommer 1997 bestimmt, die niedrigsten im März 1997 (Tab. 5). Die Un-

terschiede zwischen den Aufnahmezeiten im März und im Juli werden nur um 16-28% geringer, wenn sie auf eine Temperatur normiert werden.

**Tabelle 5** Thymidinaufnahme von Bakterien in der euphotischen Zone und in der BNL (gemittelt über Bw 1 - Bw 4) sowie die Verteilung in einzelnen Größenfraktionen an ausgewählten Stationen im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken

Station	Untersuchungszeitraum		Thymidinaufnahme (pmol l <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	Anteil in Größenfraktionen (%)			
				0.2µm-0.8µm	0.8µm-5µm	5µm-14µm	> 14µm
Odas	März 1997	WP 1	10.78 +/- 0.95	33,9	55,7	5,5	4,9
		BNL	9.21 +/- 1.76	53,1	40,1	4,0	2,8
	Juli 1997	WP 1	99.48 +/- 4.39	72,6	23,8	2,8	0,7
		BNL	87.38 +/- 26.50	63,4	18,8	11,7	6,2
September 1997	WP 1	45.16 +/- 9.96	34,6	59,4	3,3	2,7	
	BNL	44.70 +/- 8.54	46,0	31,0	9,2	13,8	
März 1998	WP 1	17.79 +/- 1.00	37,7	55,3	3,2	3,8	
	BNL	14.71 +/- 3.10	31,5	48,1	14,8	5,5	
Prosa 5	März 1997	WP 1	6.31 +/- 0.52	65,6	22,8	1,5	5,6
		BNL	4.27 +/- 0.47	64,9	16,7	6,2	12,1
	Juli 1997	WP 1	32.74 +/- 6.83	62,6	23,5	7,6	6,2
		BNL	32.34 +/- 2.71	44,9	36,4	6,3	12,4
September 1997	WP 1	13.27 +/- 3.44	61,8	27,9	3,9	6,4	
	BNL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
März 1998	WP 1	23.83 +/- 3.12	68,2	17,0	9,3	5,6	
	BNL	29.01 +/- 7.49	6,7	6,2	17,2	70,0	
Prosa 4	März 1997	WP 1	3.27 +/- 0.73	69,7	17,9	6,5	5,7
		BNL	28.80 +/- 1.91	13,3	6,7	6,0	74,1
	Juli 1997	WP 1	16.40 +/- 3.17	68,6	29,7	0,4	1,3
		BNL	45.82 +/- 3.14	35,0	15,9	26,5	22,6
September 1997	WP 1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	BNL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
März 1998	WP 1	5.09 +/- 1.72	78,0	14,6	2,5	5,0	
	BNL	5.83 +/- 0.65	78,7	13,8	4,8	2,7	

In Tabelle 6 sind Korrelationskoeffizienten zwischen der Thymidinaufnahme und Bestandsparametern in der BNL für die Untersuchungen im März 1998 dargestellt.

**Tabelle 6** Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Thymidinaufnahme, Peptidase- und Glukosidaseaktivitäten und Bestandsparametern in der BNL während der Untersuchungen im März 1998.  
n=20, ohne Stern p=0.01, \*p=0.05, \*\* nicht signifikant

Parameter	Thymidin- aufnahme ( $\mu\text{mol l}^{-1}\text{h}^{-1}$ )	Peptidase- aktivität ( $\text{nmol l}^{-1}\text{h}^{-1}$ )	a-Glukosidase- aktivität ( $\text{nmol l}^{-1}\text{h}^{-1}$ )	b-Glukosidase- aktivität ( $\text{nmol l}^{-1}\text{h}^{-1}$ )
Seston ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0.91	0.74	0.91	0.69
Chlorophyll a ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	0.54*	0.51*	0.57*	0.49*
Phaeopigment ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	0.89	0.69	0.86	0.61
PON( $\mu\text{mol l}^{-1}$ )	0.92	0.74	0.91	0.68
POC ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ )	0.89	0.70	0.89	0.70
part. Kohlenhydrate ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0.79	0.62	0.77	0.58*
part. Proteine ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0.40**	0.49*	0.54*	0.23**
Chl a /Phaeopigment	-0.64	-0.61	-0.58*	-0.33**
Chl a /Seston ( $\mu\text{g mg}^{-1}$ )	-0.65	-0.56*	-0.65	-0.38**
PON/Seston (%)	-0.23**	-0.20**	-0.36**	-0.26**
POC/Seston (%)	-0.36**	-0.36**	-0.49*	-0.31**
part.KH/Seston ( $\text{mg mg}^{-1}$ )	-0.52*	0.04**	-0.11**	-0.11**
part Prot /Seston( $\text{mg mg}^{-1}$ )	-0.45**	-0.40**	-0.46*	-0.32**

Die Thymidinaufnahme nahm mit der Partikelkonzentration und der damit verbundenen Erhöhung der Menge organischen Materials zu. Die Zunahme der Thymidin-aufnahme ging aber einher mit einer Abnahme des Anteils organischen Materials im Seston. Das wurde am deutlichsten an der Relation Chl a/Seston und Chl a/Phaeopigment, die eine negative Korrelation zur Thymidinaufnahme zeigten. Dies deutete sich auch bei den anderen Parametern an, jedoch waren die Korrelationen nicht signifikant. Die Korrelationsberechnungen für Juli 1997 brachten das gleiche Ergebnis erst, nachdem die Thymidinaufnahmen von den inneren und den äußeren Stationen auf eine Temperatur normiert wurden.

Der Anteil der bakteriellen Produktion in einzelnen Größenfraktionen variierte sowohl zwischen den Stationen als auch zwischen den Untersuchungsperioden. Deutlich wurde dies im Anteil freier Bakterien ( $<0.8\mu\text{m}$ ) an der Thymidinaufnahme an der Station Odas (Tab. 5). Im Sommer betrug dieser Anteil in der euphotischen Zone 72.6% im Vergleich zu 35.4% in den übrigen Untersuchungsperioden, in denen 55.3% - 59.4% der Thymidinaufnahme in der Fraktion  $0.8\mu\text{m} - 5\mu\text{m}$  gemessen wurde. Auch in der BNL hatten im Juli die freien Bakterien mit 63.4% den größten Anteil an der bakteriellen Produktion, 18.8% lagen in der Fraktion von  $0.8\mu\text{m} - 5\mu\text{m}$ . In den anderen Untersuchungsperioden machten die freien Bakterien zwischen 31.5% und 53.1% und die Fraktion von  $0.8\mu\text{m} - 5\mu\text{m}$  31.0% - 48.1% aus. An der Station Prosa 4

hingegen hatten generell die freien Bakterien in der euphotischen Zone mit 68.6% - 78.7% den größten Anteil an der bakteriellen Produktion. In der BNL lag der größte Teil der Thymidinaufnahme in den Fraktionen  $>5\mu\text{m}$ .

### *Extrazelluläre Enzymaktivitäten*

Das Muster der Aminopeptidaseaktivität unterschied sich von dem der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Glukosidaseaktivität sowohl im Transekt als auch in den Untersuchungsperioden. Für die Aminopeptidaseaktivität wurden hohe Aktivitäten im März 1997 und 1998 und niedrige im Juli und September bestimmt (Tab. 7). Bei den meisten Untersuchungen war die Aminopeptidaseaktivität in der euphotischen Zone höher als in allen Horizonten der BNL. Lediglich im Juli und September 1997 konnten an einigen Stationen keine Unterschiede zwischen der Aktivität in der euphotischen Zone und in der BNL beobachtet werden.

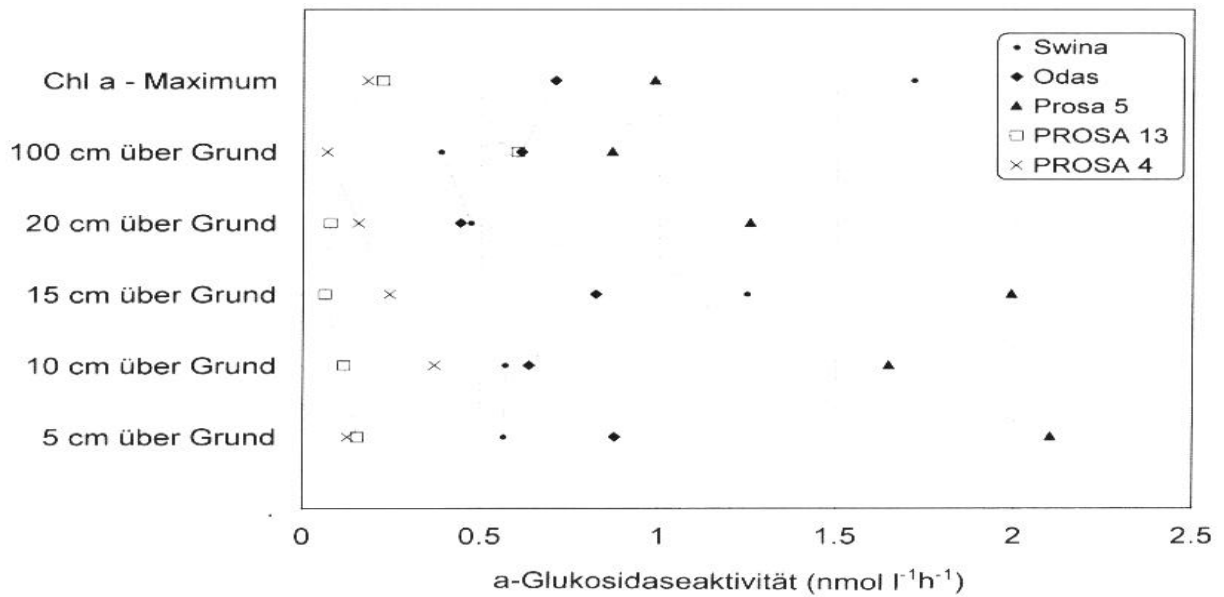
In der Relation der Aminopeptidaseaktivität zur Thymidinaufnahme wurden deutliche Unterschiede zwischen dem Frühjahr und dem Sommer/Herbst festgestellt. Im März korrelierte die Aminopeptidaseaktivität mit der bakteriellen Produktion ( $r=0.68$ ;  $n=27$ ;  $p=0.01$ ). In den anderen Jahreszeiten korrelierten beide Aktivitäten nicht miteinander. Die Aminopeptidaseaktivität zeigte die gleiche Beziehung zu den Bestandsparametern wie die Thymidinaufnahme (Tab. 6).

Die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Glukosidaseaktivitäten waren im März 1998 in der euphotischen Zone der Station Swina mit  $1.71 \text{ nmol l}^{-1} \text{ h}^{-1}$  und  $2.64 \text{ nmol l}^{-1} \text{ h}^{-1}$  am höchsten. An dieser Station waren diese Aktivitäten in der BNL mit mittleren Aktivitäten von  $0.17 \text{ nmol l}^{-1} \text{ h}^{-1}$  und  $1.27 \text{ nmol l}^{-1} \text{ h}^{-1}$  deutlich niedriger als in der euphotischen Zone. An den anderen Stationen waren die Glukosidaseaktivitäten in der BNL gleichgroß oder höher als in der euphotischen Zone (Tab. 7). In Abb. 6 ist die  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität im Transekt für März 1998 abgebildet. Ein ähnliches Muster wurde auch in den anderen Untersuchungsperioden bestimmt. Die  $\beta$ -Glukosidaseaktivität zeigte im März das gleiche Verhalten, wie es in Abb. 6 für  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität dargestellt ist. Während der anderen Untersuchungsperioden blieb die  $\beta$ -Glukosidaseaktivität im Gegensatz zur  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität an einigen Stationen in der euphotischen Zone höher als in der BNL (Tab. 7).

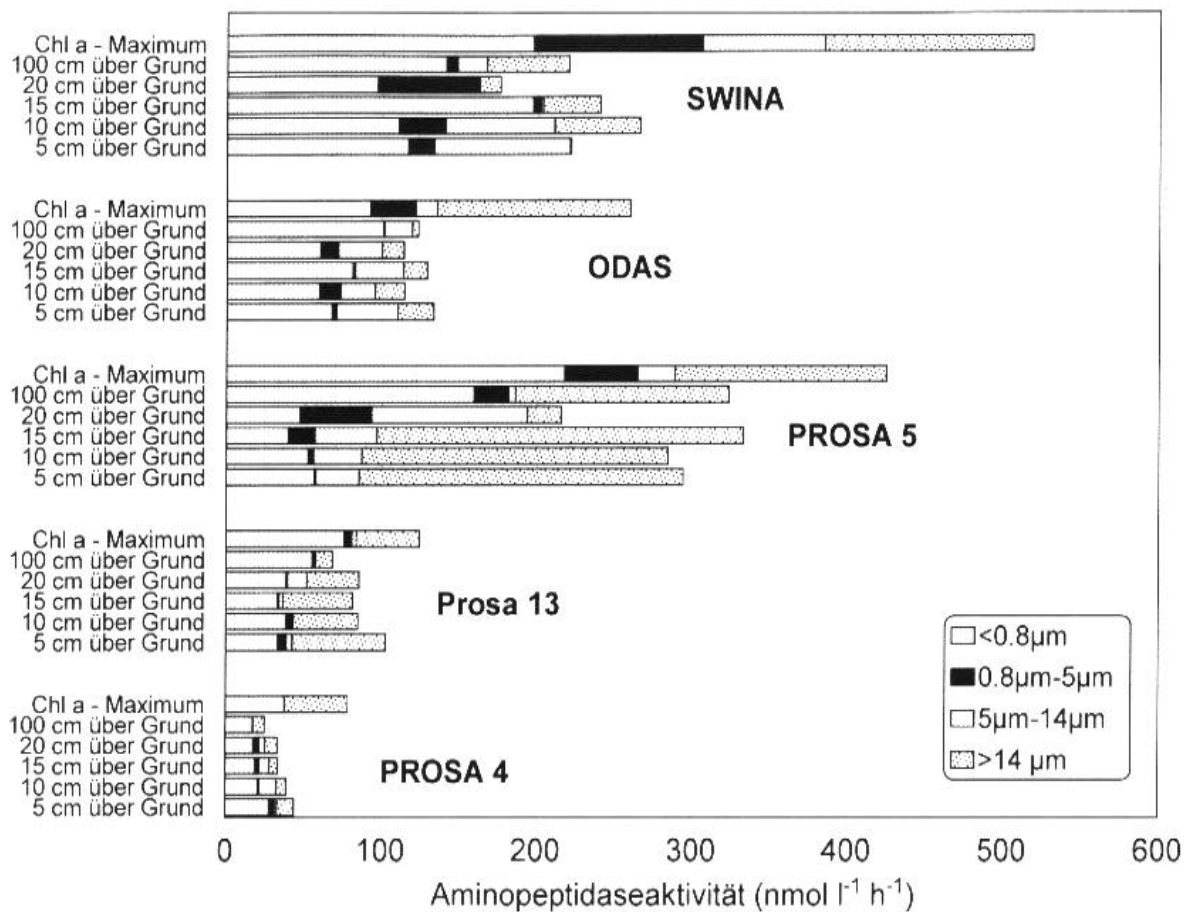
Die  $\beta$ -Glukosidaseaktivität korrelierte mit der Thymidinaufnahme und mit Bestandsparametern in gleicher Weise wie die Aminopeptidaseaktivität (Tab. 6). Dagegen korrelierte die  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität nur bei den Untersuchungen im März 1997 und 1998, aber nicht im Juli und September mit diesen Parametern.

**Tabelle 7** Aminopeptidase- und Glukosidaseaktivitäten in der euphotischen Zone und in der BNL (gemittelt über Bw 1 - Bw 4) an ausgewählten Stationen im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken

Station	Untersuchungs- zeitraum		Aminopeptidase- aktivität (nmol l <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	a-Glukosidase- aktivität (nmol l <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	β-Glukosidase- aktivität ( nmol l <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )
Odas	März 1997	WP 1	86.37 +/- 4.59	0.27 +/- 0.07	0.69 +/- 0.03
		BNL	21.92 +/- 1.86	0.23 +/- 0.03	0.38 +/- 0.07
	Juli 1997	WP 1	16.09 +/-1.23	0.37 +/- 0.24	1.35 +/- 0.22
		BNL	7.30 +/- 0.65	0.16 +/- 0.01	0.27 +/- 0.14
	September 1997	WP 1	1.81 +/- 0.85	0.21 +/- 0.03	2.27 +/- 1.27
		BNL	2.64 +/- 0.28	0.24 +/- 0.08	0.58 +/- 0.24
	März 1998	WP 1	259.81 +/- 7.74	0.31 +/- 0.06	1.12 +/- 0.03
		BNL	117.96 +/- 6.41	0.69 +/- 0.19	1.02 +/- 0.26
Prosa 5	März 1997	WP 1	22.31 +/- 1.81	0.18 +/- 0.05	0.44 +/- 0.05
		BNL	10.19 +/- 1.16	0.18 +/- 0.04	0.52 +/- 0.02
	Juli 1997	WP 1	4.49 +/- 0.42	0.18 +/- 0.04	0.51 +/- 0.11
		BNL	2.77 +/- 1.78	0.29 +/- 0.05	0.23 +/- 0.07
	September 1997	WP 1	9.44 +/- 4.63	3.39 +/- 1.46	1.17 +/- 0.42
		BNL	n.d.	n.d.	n.d.
	März 1998	WP 1	424.80 +/- 11.45	0.99 +/- 0.18	1.33 +/- 0.14
		BNL	281.89 +/- 42.38	1.75 +/- 0.33	2.67 +/- 0.61
Prosa 4	März 1997	WP 1	33.08 +/- 2.36	0	0
		BNL	20.51 +/- 0.80	0.27 +/- 0.10	0.92 +/- 0.03
	Juli 1997	WP 1	6.93 +/- 1.42	0.05 +/- 0.04	0.26 +/- 0.03
		BNL	4.02 +/- 1.35	0.13 +/- 0.05	0.20 +/- 0.04
	September 1997	WP 1	n.d.	n.d.	n.d.
		BNL	n.d.	n.d.	n.d.
	März 1998	WP 1	78.84 +/- 8.60	0.18 +/- 0.06	0.25 +/- 0.08
		BNL	37.85 +/- 5.11	0.24 +/- 0.11	0.42 +/- 0.08



**Abb. 6**  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität in der Wassersäule und in der BNL im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken im März 1998



**Abb. 7** Aminopeptidaseaktivität in verschiedenen Größenfraktionen im Wasser und in der BNL im Transekt zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken im März 1998

Die Zuordnung der Enzymaktivitäten zu einzelnen Größenfraktionen wird für die Aminopeptidaseaktivität im März 1998 dargestellt (Abb. 7). Sowohl in der euphotischen Zone als auch in der BNL machten die freien Bakterien zwischen 38% und 56% an der Gesamtaktivität aus. Nur in der BNL der Station Prosa 5 wardieser Anteil kleiner als 20%. Daneben war die meiste Aktivität an die Fraktionen  $>14\mu\text{m}$  und an die Fraktion von  $5\mu\text{m} - 14\mu\text{m}$  gebunden. Die Peptidaseaktivität in der Fraktion von  $0.8\mu\text{m} - 5\mu\text{m}$  war nur an der Station Swina von Bedeutung.

## 4 Diskussion

In der Pommernbucht werden Partikelkonzentration und Zusammensetzung des partikulären Materials in der BNL durch Eintrag aus der Oder, Sedimentation aus der darüberliegenden Wassersäule sowie Resuspension von Oberflächensediment, besonders der Fluffy Layer, beeinflusst. Allochthon über die Oder eingetragenes Material konnte im Sediment und in der Fluffy Layer der Pommernbucht nachgewiesen werden (Witt & Trost 2000). Die Sedimentation frischen Phytoplanktons in die BNL während der Frühjahrsblüte wurde bei unseren Untersuchungen sichtbar. Die Zunahme der Partikelkonzentration in der BNL durch Resuspension in Abhängigkeit von der Windstärke ist von Jähmlich & Pazdro (1999) beschrieben worden.

Unsere Ergebnisse bezüglich der Partikelkonzentration und deren Zusammensetzung zeigen sowohl Übereinstimmungen als auch Unterschiede mit denen von Christiansen et al. (2001) (2001), Emeis et al. (2001) und Leipe et al. (2001), die ihre Untersuchungen im gleichen Gebiet durchgeführt haben. In folgenden Punkten stimmen unsere Ergebnisse mit denen dieser Autoren überein:

- In der BNL wurden höhere Partikelkonzentrationen gemessen als im freien Wasser.
- In der BNL ist eine Erhöhung der Partikelkonzentrationen mit einer Erhöhung der Menge von Chl a, Phaeopigmenten, POC, PON verbunden.
- Die Phaeopigmentkonzentrationen sind in der BNL höher als im freien Wasser. Das Chl a/Phaeopigment-Verhältnis ist in der BNL niedriger als in der Wassersäule.
- Von uns gemessene Partikelkonzentrationen in der BNL von  $0.5\text{ mg l}^{-1} - 9.8\text{ mg l}^{-1}$ , Chlorophyllkonzentrationen von  $0.5\text{ }\mu\text{g l}^{-1} - 9.7\text{ }\mu\text{g l}^{-1}$  und der POC-Gehalt im Seston mit Werten von 9.5 - 21.7% liegen in der gleichen Größenordnung.

Die Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und denen der oben genannten Autoren können wie folgt beschrieben werden:

- Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Christiansen et al. (2001) und Jähmlich et al. (2001) fanden wir in der BNL an den meisten Stationen keine kontinuierliche Zunahme der Partikelkonzentration zum Meeresboden hin. Die höchsten Partikelkonzentrationen wurden oft in 10 cm oder 20 cm über Grund gemessen.

- Eine Zunahme der Partikelkonzentrationen in der BNL von den inneren zu den äußeren Stationen, wie sie von Christiansen et al. (2001) und Emeis et al. (2001) beschrieben worden sind, konnte von uns bei den Expeditionen im März und Juli 1997 beobachtet werden. Im März 1998 hingegen wurden in der Tromper Wiek (Prosa 13) und im Arkona-Becken (Prosa 4) die niedrigsten Partikelkonzentrationen gemessen. Zu dieser Zeit kam es zu einer starken Anreicherung von Partikeln in der BNL der Saßnitzrinne (Prosa 13) und an der Station Odas.
- Leipe et al. (2001) stellten sehr geringe saisonale Unterschiede in der Zusammensetzung des partikulären Materials in der BNL fest. Bei unseren Untersuchungen konnte anhand des Chl a-Gehaltes im Seston und der Chl a/Phaeopigment-Relation das Signal der Frühjahrsblüte in der BNL gefunden werden. Besonders deutlich wird das im März 1998. Es zeigte sich aber nicht an allen Stationen in gleicher Weise. Auch im September, am Ende der Vegetationsperiode, konnte an den Stationen Swina und Odas frisches Phytoplankton in der BNL nachgewiesen werden.

Die Frühjahrsblüte beginnt im Oderhaff und entwickelt sich von den küstennahen zu den küstenferneren Gebieten mit zeitlicher Verzögerung (Neumann 2000). In der zweiten Märzhälfte kann sie im Arkona-Becken nachgewiesen werden (Wasmund et al. 1998, 1999). Im März 1998 war die Phytoplanktonblüte im Oderhaff und an der Station Swina bereits im Abklingen, während sie im Arkonabecken voll entwickelt war. Signale frisch abgelagerten Phytoplanktons wurden an der Station Swina in 5 cm über Grund und an den Stationen Prosa 13 und Prosa 4 in 5 cm bis 15 cm über Grund gefunden. Dagegen spiegelte sich an der Station Odas der hohe Phytoplanktongehalt im freien Wasser nicht in der BNL wieder. An dieser Station ist in der BNL offenbar Material, das nicht aus der darüberliegenden Wassersäule stammt. Im März 1997 war die Frühjahrsblüte im Arkona-Becken noch nicht so weit fortgeschritten wie im Jahr danach, was aus Chl a/Seston-Gehalt und der Relation Chl a/Phaeopigment abgeleitet werden kann. In diesem Jahr war das Frühjahrsblütensignal in der BNL an der Station Odas und Prosa 13 zu finden.

Die Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und denen der oben genannten Autoren können in der hohen Variabilität der Menge und Zusammensetzung des partikulären Materials (Jähmlich & Pazdro 1999) begründet sein. Es ist auch möglich, daß Chlorophyll sehr schnell abgebaut wird und daher frisch sedimentiertes Phytoplankton nur kurzzeitig in der BNL nachgewiesen werden kann.

Thymidinaufnahme und extrazelluläre Enzymaktivitäten wurden zur Charakterisierung von Prozessen, die organisches Material modifizieren, herangezogen. Diese Parameter zeigten, daß das aus dem Oderhaff in die Pommernbucht eingetragene organische Material bereits in der Wassersäule umgesetzt wird, so wie es von Jost & Pollehne (1998) und Nausch et al. (1998) beschrieben worden ist. In der BNL besteht ein starker Zusammenhang zur Konzentration des partikulären Materials, das immer mit einer Erhöhung der Menge organischen Materials verbunden war. Die negativen Korrelationen zwischen den Aktivitätsparametern und dem Chl a-Gehalt im Seston und der Relation Chl a/Phaeopigment sprechen für den Umsatz des sedimentierten Phytoplanktons durch Bakterien. Die mangelnde Korrelation zwischen partikulären

Proteinen und bakteriellen Aktivitäten kann darin begründet sein, daß ein großer Teil der Proteine durch die Bakterien selbst gebildet wurde.

Die Saßnitzrinne ist ein temporäres Ablagerungs- und Modifikationsgebiet, was die Untersuchungen im März 1998 zeigten. Der hohe organische Gehalt des Sedimentes in diesem Gebiet (Koine 1995) weist darauf hin, daß hier organisches Material auch ins Sediment eingetragen wird.

Ein weiterer Faktor für Regulation bakterieller Aktivitäten ist die Temperatur. Die Unterschiede in der Thymidinaufnahme zwischen März und Juli/September können nur zu einem geringen Teil durch die Temperaturunterschiede erklärt werden. Eine mögliche Erklärung ist eine höhere Bereitstellung niedermolekularer Substanzen für Bakterien durch das Phytoplankton im Sommer. Das würde auch die niedrigen Amino-peptidaseaktivitäten im Sommer erklären. Eine Hemmung der Amino-peptidaseaktivität durch niedermolekulare Peptide konnte in Experimenten gezeigt werden (Nausch 2001). Ein Zusammenhang zwischen Glukosidaseaktivitäten und der Verfügbarkeit von gelösten Kohlenhydraten wurde von Nausch et al. (1998) für die Pommernbucht abgeleitet. Dabei ist die  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität möglicherweise stärker betroffen als die  $\beta$ -Glukosidaseaktivität, was aus den mangelnden Korrelationen zwischen  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität und den Bestandsparametern im Sommer abgeleitet werden kann.  $\alpha$ -Glukosidaseaktivität spaltet primär Speicherstoffe, während die  $\beta$ -Glukosidaseaktivität Kohlenhydrate aus Zellwänden hydrolysiert (Boetius 1995).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bakterielle Produktion und Enzymaktivitäten die Modifikation organischen Materials in der BNL aufzeigen. Der Abbau in der BNL wird durch die Menge organischen Materials stimuliert. Dieser Zusammenhang kann durch Temperatur und wahrscheinlich durch Exudation niedermolekularer Substanzen durch das Phytoplankton überlagert werden.

## Literatur

- BELL, R.T. (1993): Estimating production of heterotrophic bacteria via incorporation of tritiated thymidine. In: Kemp, P.F.; Sherr, B.F.; Sherr, E.B.; Cole, J.J. (eds) Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology, Lewis Publishers, Boca Raton: 495-504.
- BOETIUS, A. (1995): Microbial hydrolytic enzyme activities in deep sea sediments. Helgol. Meeresunters. 49, 177-187.
- BODUNGEN v. B.; GRAEVE, M.; KUBE, J.; LASS, U.; MEYER-HARMS, B.; MUMM, N.; NAGEL, K.; POWILLEIT, M.; RECKERMANN, M.; SATTLER, C.; SIEGEL, H. & D. WODARG (1995): Stoffflüsse am Grenzfluß – Transport- und Umsatzprozesse im Übergangsbereich zwischen Oderästuar und Pommerscher Bucht (TRUMP). Geowiss 12/13: 479-485.
- BRADFORD, M.M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analyt. Biochem. 72: 248-254.
- CHRISTIANSEN, C. & E. EMELJANOV (1995): Nutrients and organic matter in southern Kattegat – western Baltic Sea sediments: Effects of resuspension. Danish J. of Geography 95: 19-27.
- CHRISTIANSEN, C.; EDELVANG, K.; EMEIS, K.-C.; GRAF, G.; JÄHMLICH, S.; KOZUCH, J.; LAIMA, M.; LEIPE, T.; LÖFFLER, A.; LUND-HANSEN, L.-C.; MILTNER, A.; PAZDRO, K.; PEMPKO-WIAK, J.; SHIMMIELD, G.; SHIMMIELD, T.; SMITH, J.; VOSS, M. & G. WITT (2001): Material transport from the nearshore to the basinal environment in the southern Baltic Sea, I: Process and Mass estimates. J. Mar. Sys. (in press).

- DUBOISE, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A. & F. SMITH (1956): Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analyt. Chem.* 28: 350-358.
- EMEIS, K.-C.; CHRISTIANSEN, C.; JÄHMLICH, S.; LAIMA, M.; LEIPE, T.; LUND-HANSEN, L.-C.; LÖFFLER, A.; MILTNER, A.; PAZDRO, K.; PEMPKOWIAK, J.; POLLEHNE, F.; SHIMMIELD, T.; VOSS, M. & G. WITT (2001): Material transport from the nearshore to the basinal environment in the southern Baltic Sea, II: Origin and properties of material. *J. Mar. Sys.* (in press).
- FUHRMANN, J.A. & F. AZAM (1982): Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: evaluation and field results. *Mar. Biol.* 66: 109-120.
- HOPPE, H. G. (1993): Use of fluorogenic model substrates for extracellular enzyme activity (EEA) measurement of bacteria. In: Kemp, P. F.; Sherr, B F.; Sherr, E. B.; Cole, J. J. (eds) *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*, Lewis Publishers, Boca Raton: 423-431.
- JÄHMLICH, S. & K. PAZDRO (1999): Short time and spatial variations in the bottom near particle load properties and sediment fatty acid concentration at a sandy station in the Pomeranian Bight, western Baltic, Germany. *BASYS-Final Scientific Report*, part 1.4.3.
- JÄHMLICH, S.; LUND-HANSEN, L.-C.; LEIPE, T.; EMEIS, K.-C. & G. GRAF (2001): Enhanced transport of organic carbon by aggregation of particulate matter in the benthic boundary layer. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* (in press).
- JONSSON, P.; CARMAN, R. & F. WULFF (1990): Laminated sediments in the Baltic – A tool for evaluating nutrient mass balances. *Ambio* 19: 127-148.
- JOST, G. & F. POLLEHNE (1998): Coupling of autotrophic and heterotrophic processes in a Baltic estuarine mixing gradient (Pomeranian Bight). *Hydrobiologia* 363: 107-115.
- KOINE, B. (1995). *Sedimentuntersuchungen in der Pommerschen Bucht*. Diplomarbeit, Rostock.
- KUBE, J.; POWILLEIT, M. & J. WARZOGCHA (1996): The importance of hydrodynamic processes and food availability for the structure of macrofauna assemblages in the Pomeranian Bight /southern Baltic Sea). *Arch. Hydrobiol.* 138: 213-228.
- LEIPE, T.; TAUBER, F.; BRÜGMANN, L. & U. HENNINGS (1998): Schwermetallverteilung in Oberflächensedimenten der westlichen Ostsee (Arkonabecken- Mecklenburger/Lübecker Bucht und Kieler Bucht). *Meyniana* 50: 137-154.
- LEIPE, T.; LÖFFLER, A.; EMEIS, K.-C.; JÄHMLICH, S.; BAHLO, R. & K. ZIERVOGEL (2001): Vertical patterns of suspended matter characteristics along a coastal-basin transect in the western Baltic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* (in press).
- MEYER, H. & R. LAMPE (1999): The restricted buffer capacity of a south Baltic estuary – The Oder estuary. *Limnologica* 29: 242-248.
- MOHRHOLZ, V. & H.-U. LASS (1998): Transport between Oderhaff and Pomeranian Bight – a simple barotropic box model. *Dt. Hydrogr. Z.* 50: 371- 383.
- NAUSCH, M.; POLLEHNE, F. & E. KERSTAN (1998): Extracellular enzyme activities in relation to hydrodynamics in the Pomeranian Bight /Southern Baltic Sea). *Microb. Ecol.* 36, 251-258.
- NAUSCH, M. (2001): Experimental evidence for interactions between bacterial peptidase and alkaline phosphatase activity in the Baltic Sea. *Aquat. Ecol.* (in press).
- NEUMANN, T.; LEIPE, T.; BRAND, T. & G. SHIMMIELD (1996): Accumulation of heavy metals in the Oder estuary and its off-shore basins. *Chem. Erde* 56: 207-222.
- NEUMANN, T. (2000): Towards a 3D-ecosystem model of the Baltic Sea. *J. Mar. Sys.* 25: 405-419.
- POHL, C.; HENNINGS, U.; PETERSON, I. & H. SIEGEL (1998): Trace metal budget, transport, modification and sink in the transition area between the Oder and the Peene rivers and the southern Pomeranian Bight. *Mar. Poll. Bull.* 36: 598-616.
- POWILLEIT, M.; KUBE, J., MASLOWSKI, J. & J. WARZOGCHA (1995): Further results of studies on the distribution and population dynamics and on bioturbative activity of macrozoobenthos in the Pomeranian Bight (Southern Baltic Sea) Report of the ICES-BEWG, 03-06.05.1995, Torshavn, Faroe Island, DK (ICES C.M./L: 3), annex 9: 42-43.
- SIEGEL, H.; GERTH, M. & T. SCHMIDT (1996): Water exchange in the Pomeranian Bight investigated by satellite data and shipborne measurements. *Cont. Shelf Res.* 16: 1793-1817.
- UNESCO (1994). *Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) core measurements*. IOC/SCOR Manual and Guides 29: 128-134.
- WASMUND, N.; AHLHEIT, J.; POLLEHNE, F.; SIEGEL, H. & M. ZETTLER (1998): Ergebnisse des Biologischen Monitorings der Ostsee im Jahre 1997 im Vergleich mit bisherigen Untersuchungen. *Meereswiss. Ber. Warnemünde* 32: 1-66.

- WASMUND N.; AHLHEIT, J.; POLLEHNE, F.; SIEGEL, H. & M. ZETTLER (1999): Der biologische Zustand der Ostsee im Jahre 1998 auf der Basis von Phytoplankton-, Zooplankton- und Zoobenthosuntersuchungen. Meereswiss. Ber. Warnemünde 37: 1-75.
- WITT, G. & E. TROST (2000): Distribution and fate of polycyclic hydrocarbons (PAHs) in sediments and fluffy layer material from the Oder river estuary. Acta hydrochim hydrobiol 27: 308-315.

**Verfasser**

Monika Nausch  
Doris Setzkorn  
Ines Glockzin  
Annett Grützmüller  
Institut für Ostseeforschung (IOW)  
Sektion Biologische Meereskunde  
Seestraße 15  
18119 Rostock