

Peter FRENZEL & Petra OERTEL

Die rezenten Ostrakoden und Foraminiferen des Strelasundes (südliche Ostsee)

The recent ostracods and foraminifera of the Strelasund (southern Baltic Sea)

Abstract

The Strelasund separates the Isle of Rügen from the mainland of Mecklenburg-Vorpommern in the southern Baltic Sea. The salinity in this brackish water body oscillates around 8-9 PSU. A study of total ostracods and foraminiferal assemblages from surface sediments of 18 stations documents at least 13 ostracod and six foraminifer species. The dominating species are *Cyprideis torosa* (muddy bottom), *Cytheromorpha fuscata* (sandy bottom) and *Miliammina fusca*. Multivariate statistics on faunal distribution allow to distinguish stations with different substrate properties: phytal zone, muddy bottom, sandy bottom, disturbances of sedimentation by dredging. The so far as known easternmost occurrence of *Cypria subsalsa* and *Ammotium salsum* in the Baltic Sea is a biogeographical interesting result of this study.

Keywords: Ostracoda, Foraminiferida, brackish water, ecology, biogeography, Baltic Sea, Strelasund, Mecklenburg-Vorpommern

1 Einführung

Für die Bewertung des gegenwärtigen Zustandes der Ökosysteme der südlichen Ostseeküste und die Unterscheidung anthropogen bedingter Veränderungen von natürlicher Variabilität ist ein Vergleich mit "naturbelassenen" Gebieten notwendig, die aber heute in unserem Gebiet nicht mehr existieren. In jüngster Zeit verstärkt sich vor dem Hintergrund der Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie die Suche nach sogenannten Hintergrundwerten, also den natürlichen, nicht anthropogen beeinflussten Parametern der Küstengewässer. Verschiedene Lösungsansätze wurden bisher dafür vorgeschlagen (vgl. SAGERT & DAHLKE 2002, TUENTE et al. 2002, DOMIN et al. 2002). Ein vielversprechender Ansatz ist die Rekonstruktion von Umweltverhältnissen vor der Industrialisierung oder sogar vor der Einflussnahme des Menschen auf die Küstenregion mittels paläontologischer Methoden.

Ostrakoden und Foraminiferen sind hervorragend für die Paläomilieuanalyse geeignet. Insbesondere Ostrakoden kommen im Brackwasser der südlichen Ostsee

häufig vor und können aufgrund ihrer geringen Größe auch in Bohrkernen in großer Zahl zu finden sein. In der Zusammensetzung ihrer Assoziationen, morphologischen und geochemischen Veränderungen ihrer Schalen speichern sie Informationen über das Milieu, in dem sie leben.

Voraussetzung für die Paläomilieurekonstruktion ist die Kenntnis der rezenten Organismen, der heute lebenden Assoziationen und ihrer Verbreitung. Während die Verbreitung von Ostrakoden in den benachbarten Gebieten der Darß-Zingster Boddenkette (ARLT & HOLTFRETER 1975, BESCHNIDT & NOACK 1976, KÖHLER & ARLT 1984, KÖHLER 1990, FRENZEL 1991) und dem Greifswalder Bodden (ARLT 1970, 1977; FRENZEL 1996) bereits dokumentiert ist, fehlten bisher Daten zum Strelasund. Über das Vorkommen von Foraminiferen an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns war mit Ausnahme des Greifswalder Boddens (KREISEL & LEIPE 1989, FRENZEL 1996) bisher nichts bekannt.

Obwohl die nun aus dem Strelasund vorliegenden Verbreitungsdaten lediglich Thanatozönosen repräsentieren, ist doch ihre Analyse für die Interpretation subfossiler Gemeinschaften wertvoll. Zusätzlich sind sie durch die Dokumentation der Bedingungen im Strelasund vor dem Ausschalten wesentlicher Verschmutzungsquellen, wie z. B. der Zuckerfabrik und der städtischen Kläranlage Stralsund, für spätere, vergleichende Untersuchungen von Interesse.

2 Untersuchungsgebiet

Der Strelasund gehört zu den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns (Abb. 1). Er trennt die Insel Rügen vom Festland und ist an beiden Enden mit der Ostsee verbunden – im Osten über den Greifswalder Bodden zur Pommerschen Bucht und im Nordwesten über den Kubitzer Bodden zur Gellenbucht. Der mittlere Salzgehalt der inneren Gellenbucht liegt bei 9 PSU, jener der westlichen Pommerschen Bucht bei 8 PSU, sie schwanken um etwa 1,3 PSU (OERTEL 1996). Hohe Salinitäten treten besonders in den Monaten März und September/Oktober auf, während kurzzeitige Extremwerte durch die Herbst- und Winterstürme im Dezember bis März hervorgerufen werden (OERTEL 1996). Der Strelasund bedeckt eine Fläche von 64,4 km² bei einer Tiefe von bis zu 17,2 m in der flussartigen Fahrrinne, jedoch sind etwa 70 % seiner Fläche flacher als 4 m (BIRR 1970, 1988). Eine Salzgehaltsschichtung des Wasserkörpers tritt in der Regel nicht, und wenn nur kurzfristig in der Fahrrinne auf. Die Temperaturunterschiede zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser sowie zwischen den verschiedenen beprobten Stationen im Strelasund sind nur geringfügig (OERTEL 1996). Süßwasserzufuhr durch Fließgewässer spielt mit 1 % Anteil an der Wasserbilanz nur eine sehr untergeordnete Rolle (CORRENS 1979). Gleiches trifft auf Niederschläge und Verdunstung zu (OERTEL 1996). Fließrichtung und Strömungsgeschwindigkeit wechseln in Abhängigkeit von Windvektor und Wasserstandsgefälle, wobei ein Ausstrom vom Greifswalder Bodden zum Kubitzer Bodden überwiegt (Diskussion in OERTEL 1996). Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Oberflächenwasser der Hauptrinne beträgt 15 cm/s (BIRR 1988). Im Flachwasser wird nur etwa ein Viertel der Strömungsgeschwindigkeit der Hauptrinne erreicht (BIRR 1970).

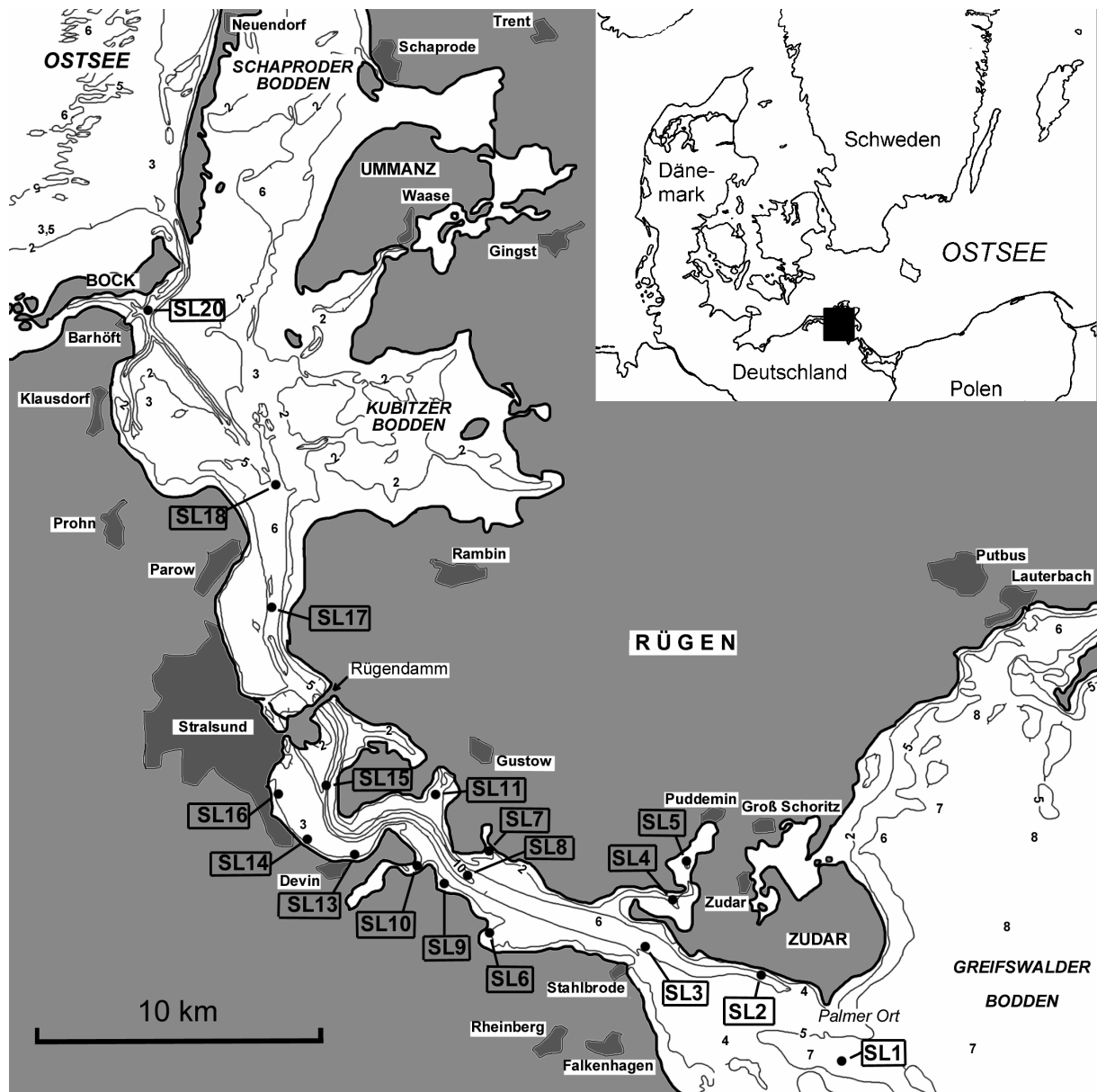


Abb. 1 Lagekarte und Stationen im Strelasund

Vertikale Temperaturunterschiede sind mit max. 1,1 K vernachlässigbar klein (OERTEL 1996). Auch die Unterschiede zwischen den Probenstationen sind nur geringfügig. Im Frühjahr ist eine schnellere Erwärmung der flachen Buchten zu verzeichnen. Eisgang trat im Winter 1990/91 und im folgenden Winter bis zur Probenahme nicht auf. Die Medianwerte des Sauerstoffgehaltes im Tiefenwasser schwankten zwischen 7,2 mg/l und 12,6 mg/l (OERTEL 1996). Das Tiefenwasser zeigte ganzjährig eine gute Durchlüftung. Während im Herbst und Winter 1992/93 mit 1,4 mg/l BSB₂ die höchsten Werte an der Kläranlage auftraten, lagen sie in den flachen Buchten durch die Algenblüte bedingt mit 1,3 mg/l BSB₂ im Sommer am höchsten (OERTEL 1996).

Der Strelasund wird intensiv wirtschaftlich genutzt. Seit Jahrhunderten dient er als viel genutztes Fahrwasser. Er stellt gleichzeitig ein Fischereigewässer und Vorfluter der größten Stadt Vorpommerns, der Hansestadt Stralsund dar. Seit dem Beginn der 1990er Jahre wächst auch die Bedeutung des Tourismus am Strelasund.

Die Kläranlage Stralsund, die 1962 in Betrieb genommen wurde, war neben diffusen Einträgen die wichtigste Quelle für N- und P-Einträge in den Strelasund. Die mittlere Jahreslast der späten achtziger Jahre betrug 430 t Stickstoff und 130 t Phosphor (OERTEL 1996). Ab Dezember 1990 kam eine chemische Phosphatfällung zum Einsatz, welche die Phosphoreinträge deutlich reduzierte. In den neunziger Jahren wurden die mechanische und die biologische Reinigungsstufe grundlegend modernisiert. Außer von der Kläranlage Stralsund gelangten Abwässer aus vielen, kleinen, unzureichend ausgebauten Kläranlagen der Orte Parow, Andershof, Devin, Brandshagen, Stahlbrode, Gustow, Drigge und Altefähr in den Strelasund. Hohe Belastungen gingen außerdem von der Zuckerfabrik Stralsund (jährlich 88 t N, 12 t P), der Schweinemastanlage Andershof und der Forellenmastanlage Stahlbrode aus. OERTEL (1996) schätzt den langjährigen Nährstoffeintrag auf $17,1 \text{ g N m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ und $2,2 \text{ g P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Die Stickstoffbelastung entspricht in etwa den damaligen Werten der Darß-Zingster Boddenkette. Die Belastung durch Phosphor war im Strelasund jedoch etwa doppelt so hoch wie in der Boddenkette.

3 Material und Methoden

Am 3. Dezember 1991 wurden im Strelasund und den angrenzenden Bodden entlang eines Längstranssektes 19 Proben an 18 Stationen genommen (Abb. 1). Anhand der Lage der Stationen im Strelasund lassen sich drei Gruppen unterscheiden: 1. Stationen in der durch Ausbaggern freigehaltenen Fahrrinne mit mehr als 4,5 m und max. 10,8 m Wassertiefe, 2. am Rand des Strelasundes liegende Stationen mit 1,7 - 3,1 m Wassertiefe und 3. Stationen im Flachwasser (1,1 - 5,6 m Wassertiefe) der hydrodynamisch relativ geschützten Buchten. Der Ausfluss des Klärwerkes befindet sich auf Höhe der Station SL16.

Die Probenahme erfolgte mit einem Van Veen-Greifer. Jede Probe repräsentiert bei einer Fläche von etwa 225 cm^2 die obersten 1-2 cm des Sediments. Eine Ausnahme bildet die Probe 12, die wie Probe 11 an der Station SL11 entnommen wurde, jedoch in 15 - 20 cm Sedimenttiefe. Eine exakte Trennung von Lebend- und Totfauna war aufgrund der um etwa zwei Wochen verspäteten Aufbereitung des Sediments nicht mehr möglich. Das Sediment wurde über ein 1 mm- und ein 200 μm -Sieb geschlämmt und anschließend getrocknet. Aus den Siebrückständen wurden alle Ostrakoden und Foraminiferen ausgelesen; Mollusken, Polychaetenmundwerkzeuge (Scolecodonten), Chironomidenkopfkapseln und Characeen-oosporen wurden gezählt (Tab. 1). Der Grad der Lösung karbonatischer Skelette wurde als Hinweis auf die Intensität der Karbonatlösung verwendet: Sie reichte von Gemeinschaften ohne Lösungserscheinungen über unterschiedlich hohe Anteile von Schalen mit Lösungsspuren (vgl. Taf. 1, Fig. 16) bis zu Gemeinschaften ohne karbonatische Schalen, in denen nur nichtkarbonatische Reste erhalten waren.

Nach seiner makroskopischen Beschreibung wurde das Sediment im Labor gesiebt, um granulometrische Angaben zu erhalten. Zusätzliche Beobachtungen zur Litho- und Biofazies wurden beim Auslesen der Rückstände festgehalten.

Zu zahlreichen abiotischen Parametern des Wassers und Sediments liegen Daten von den beprobten Stationen vor, die im Rahmen einer Dissertation am Geographischen Institut der Universität Greifswald erhoben wurden (OERTEL 1996). Von diesen Daten sind folgende Faktoren in die Auswertung der vorliegenden Arbeit einbezogen: Salinität, Sestonkonzentration, Phosphatkonzentration, Konzentrationen von Zn, Cr, Mg, Ca und Cu im Sediment. Weitere Angaben zum Salzgehalt finden sich in HAVERLAND (1992), BIRR & OERTEL (1993) und OERTEL (1995). Die Temperaturen, pH-Werte, Sauerstoffkonzentrationen im Wasser sowie die Ni-, Al-, Na- und K-Konzentrationen im Sediment wurden aufgrund ihrer etwa gleichen Werte in den Stationen nicht weiter berücksichtigt. Da die Gesamtfaua ohne Trennung von lebenden und toten Individuen analysiert werden musste, wurden aus den bei den Messfahrten der letzten zwölf Monate ermittelten abiotischen Faktoren die Mittelwerte bestimmt und für die Auswertung verwendet. Diese Vorgehensweise versucht zum einen die Analyse fossiler (bzw. subfossiler) Gemeinschaften zu simulieren, zum anderen kurzfristige Schwankungen von Umweltparametern weitgehend zugunsten der Analyse für längerfristige Verhältnisse zu vernachlässigen. Daten standen aus Messfahrten der Monate Dezember 1990 und Januar bis Dezember 1991 zur Verfügung (Tab. 2). Der statistischen Auswertung dienten die Programme PRIMER zur Multidimensionalen Skalierung (MDS) und SPSS zur Hauptkomponentenanalyse.

Das untersuchte Material ist in der Originalsammlung des Instituts für Geologische Wissenschaften der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald unter der Sammelnummer FGWG-H199 aufbewahrt.

4 Ergebnisse

Von den untersuchten 18 Stationen weisen 16 Ostrakoden und 14 Foraminiferen auf (siehe Tab. 1). Die Zahl der Klappen bzw. Gehäuse schwankt beträchtlich, ohne dass ein lateraler Trend entlang des Transektes zu erkennen wäre (Abb. 2). Unter den Ostrakoden herrschen *Cyprideis torosa* auf Schlickgrund und *Cytheromorpha fuscata* auf Sandgrund vor. Unter den Foraminiferen dominiert *Miliammina fusca* deutlich. *Ammonia batavus* tritt lediglich im Mündungsbereich des Strelasundes in den Greifswalder Bodden in höherer Zahl auf. Im Gegensatz zu allen anderen nachgewiesenen Taxa konnten von *A. batavus* nur mehr oder weniger stark korrodierte Exemplare nachgewiesen werden. Unter den Ostrakoden wurden neben der über den gesamten Strelasund verbreiteten glattschaligen Form von *Cyprideis torosa* (f. *litoralis*) auch einige wenige buckeltragende Exemplare (f. *torosa*) in den flachen, abgeschlossenen Buchten am Rande des Strelasundes gefunden.

Tabelle 1 Faunenverteilung in den Proben des Strelasundes

Station	SL1	SL2	SL3	SL4	SL6	SL7	SL8	SL9	SL10	SL11	SL13	SL14	SL15	SL16	SL17	SL18	SL20
<i>C.neglecta</i>		7	34	16	4		1	8		2	23	5		1			
<i>C.subsalsa</i>				39										2			
<i>C.torosa f. litoralis</i>	148	72	120	147	62	63	9	617	18		540	88		2		7	1
<i>C.torosa f. torosa</i>			4	1		3											
<i>C.fuscata</i>	128	90	62	4	1	6	37	15			19	56				5	11
<i>C.gibba</i>			1	5													1
<i>H.viridis</i>			2														
<i>L.lacertosa</i>	5	16		14		8	2							1			
<i>L.porcellanea</i>								15				9					7
<i>L.psammodiphila</i>											9	9					4
<i>L.elliptica</i>		2	9	2	2	2	2				1					1	32
<i>Pseudocandona</i> spp. (juv.)				2										1			
<i>S.nigrescens</i>																1	7
<i>X.aurantia</i>			3													3	106
Ostrakoden (Klappenzahl)	281	187	235	230	67	82	51	655	18	2	592	167	0	7	0	17	169
<i>A.batavus</i>	3	27	55	2	1									11		2	
<i>A.salsum</i>		1	1	30		13											
<i>B.pseudomacrescens</i>				1													
<i>C.williamsoni</i>								2			2						
<i>C.albiumbilicatum</i>														1			
<i>M.fusca</i>	22	84	35	2535	1	300	13	3			11	6		4		29	3
Foraminiferen (gesamt)	25	112	91	2568	2	313	13	5	0	0	13	6	0	16	0	31	3
juv. Muscheln (<1mm)	18	79	75			6	43	5			19	26		2		111	327
Schnecken (<1mm)	43	52	75	69	23	33	15	50	10		43	29		27		16	876
Scolecodonten	40	9	18	30	5	62	5	13	2		11	6		22		13	2
Characeenoosporen	11	66	26	641		181	14		1		1	2		97		24	
Chironomiden		4	6	177		50	3							16			

Tabelle 2 Abiotische Parameter an den Stationen des Strelasundes

Station	SL1	SL2	SL3	SL4	SL5	SL6	SL7	SL8	SL9	SL10	SL11	SL13	SL14	SL15	SL16	SL17	SL18	SL20
Tiefe [m]	6,0	4,5	4,5	2,5	2,5	1,8	1,1	10,8	1,7	1,8	5,6	3,0	3,1	8,0	2,8	9,3	6,0	6,0
Substrat	Sc	Sc	Sc	P, sc	Sc	Sc	P, sc	Sc, sa	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc	Sc, sa	P, sc
ox. Schicht [mm]	10	10	10	10	5	5	15	20	10	0	0	3	5	2	15	2	25	15
Glühverlust [% TS]	8,4	13,4	14,9	13,2	23,9	9,3	6,63	18,57	10,9	12,1	20,2	18	16,3	11	15,3	11,1	8,38	6,89
Karbonat-lösungsgrad	1	1	1	1	3	4	0	0	2	4	4	2	2	1	0	0	4	1
Seston [g/m ³]	14	14,5	27,9	18,7	45,3	8,8	7,36	15,92	16,1	17,5	14,1	14	14,6	17,9	15,8	31	12,4	19,7
mittlere Salinität [PSU]	7,5	7,85	8,02	7,48	7,26	8	8,05	7,43	8,08	7,92	7,92	8,16	8,12	7,45	7,83	8,18	8,12	8,14
Phosphat [%TS]	1,1	1,26	1,17	1,14	1,4	1,1	1,11	1,01	1,31	2,66	1,47	1,08	1,07	0,96	0,99	0,8	0,84	0,81
Zn [ppm TS]	85	136	139	74,2	143	76	55,5	141	82,6	71	162	103	136	108	152	80,9	70	49,2
Cr [ppm TS]	15	24,3	28,2	23,1	35,2	16	13,6	34,2	17,9	24,3	33,8	36,3	32,9	22,4	30,5	21,5	16,5	15,8
Mg [%TS]	0,4	0,53	0,63	0,51	0,85	0,4	0,33	0,72	0,43	0,52	0,77	0,83	0,71	0,5	0,69	0,48	0,43	0,43
Ca [%TS]	0,4	0,5	0,52	0,39	0,6	0,4	0,46	0,65	0,4	0,38	0,7	0,62	0,55	0,53	1,11	0,4	0,51	0,97
Cu [ppm TS]	12	19,1	20,6	13,4	21,8	11	0	19,6	10,7	11,6	22,7	16,1	19,1	16,9	23,8	14,8	9,9	0

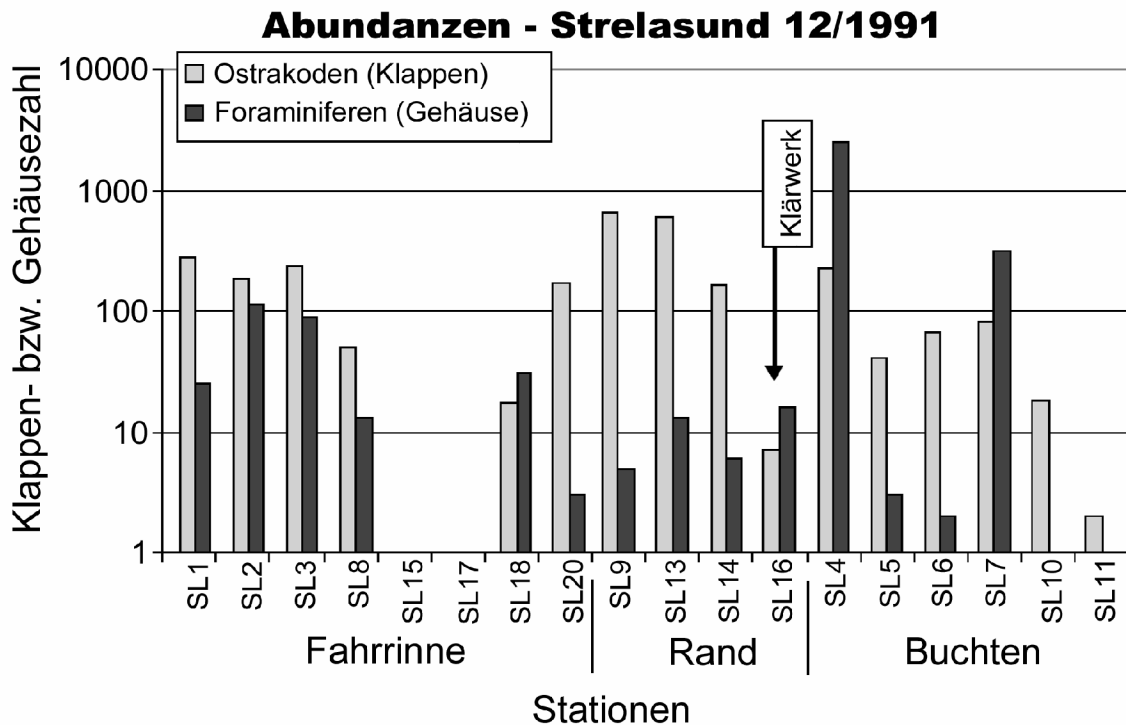


Abb. 2 Häufigkeit von Ostrakoden und Foraminiferen (Lebend- + Totfauna) auf je 225 cm² entlang eines Transektes durch den Strelasund. Zur Lage der Stationen siehe Abb. 1.

Die aus größerer Sedimenttiefe entnommene Probe 11a (Station SL11) enthielt keine Ostrakoden- oder Foraminiferenschalen.

Insgesamt konnten mindestens 13 Ostrakoden- und sechs Foraminiferenarten nachgewiesen werden:

Ostracoda:

- | | |
|---|----------------------|
| <i>Candona neglecta</i> SARS, 1887 | - Taf. 1, Fig. 9-12 |
| <i>Cypria subsalsa</i> REDEKE, 1936 | |
| <i>Cyprideis torosa</i> (JONES, 1850) f. <i>litoralis</i> | - Taf. 1, Fig. 15-16 |
| <i>Cyprideis torosa</i> (JONES, 1850) f. <i>torosa</i> | |
| <i>Cytheromorpha fuscata</i> (BRADY, 1869) | - Taf. 1, Fig. 7-8 |
| <i>Cytherura gibba</i> (O. F. MÜLLER, 1785) | |
| <i>Hirschmannia viridis</i> (O. F. MÜLLER, 1785) | - Taf. 1, Fig. 13 |
| <i>Leptocythere lacertosa</i> (HIRSCHMANN, 1912) | |
| <i>Leptocythere porcellanea</i> (BRADY, 1869) | |
| <i>Leptocythere psammophila</i> GUILLAUME, 1976 | - Taf. 1, Fig. 14 |
| <i>Loxoconcha elliptica</i> BRADY, 1868 | - Taf. 1, Fig. 20 |
| <i>Pseudocandona</i> spp.(?), juv. | |
| <i>Semicytherura nigrescens</i> (BAIRD, 1838) | |
| <i>Xestoleberis aurantia</i> (BAIRD, 1838) | - Taf. 1, Fig. 17-19 |

Foraminiferida:

Ammonia batavus HOFKER, 1951

- Taf. 1, Fig. 3-5

Ammotium salsum (CUSHMAN & BRÖNNIMANN, 1948)

Balticammina pseudomacrescens BRÖNNIMANN, LUTZE & WHITTAKER, 1989

Criboelphidium williamsoni (HAYNES, 1973)

- Taf. 1, Fig. 6

Cribrononion albiumbilicatum (WEISS, 1954)

Miliammina fusca (BRADY, 1870)

- Taf. 1, Fig. 1-2

Es lassen sich anhand der prozentualen Zusammensetzung der Ostrakoden- und Foraminiferenassoziationen die Stationen der Fahrrinne, des randlichen Strelasundes und der Buchten sowie die außerhalb liegende Station SL20 sowie der Klärwerksauslauf der Stadt Stralsund (SL16) mittels der Multidimensionalen Skalierung (MDS) trennen (Abb. 3). Alle Stationen der Fahrrinne liegen unterhalb einer Wassertiefe von 4,5 m. Auffällig ist die Station SL18, die durch Lösungerscheinungen und eine geringe Ostrakodenzahl gekennzeichnet ist. In den Fahrinnenstationen SL15 und SL17 fehlen Ostrakoden völlig. Die randlichen Stationen des Strelasundes liegen in der MDS-Graphik dicht beieinander (Abb. 3).

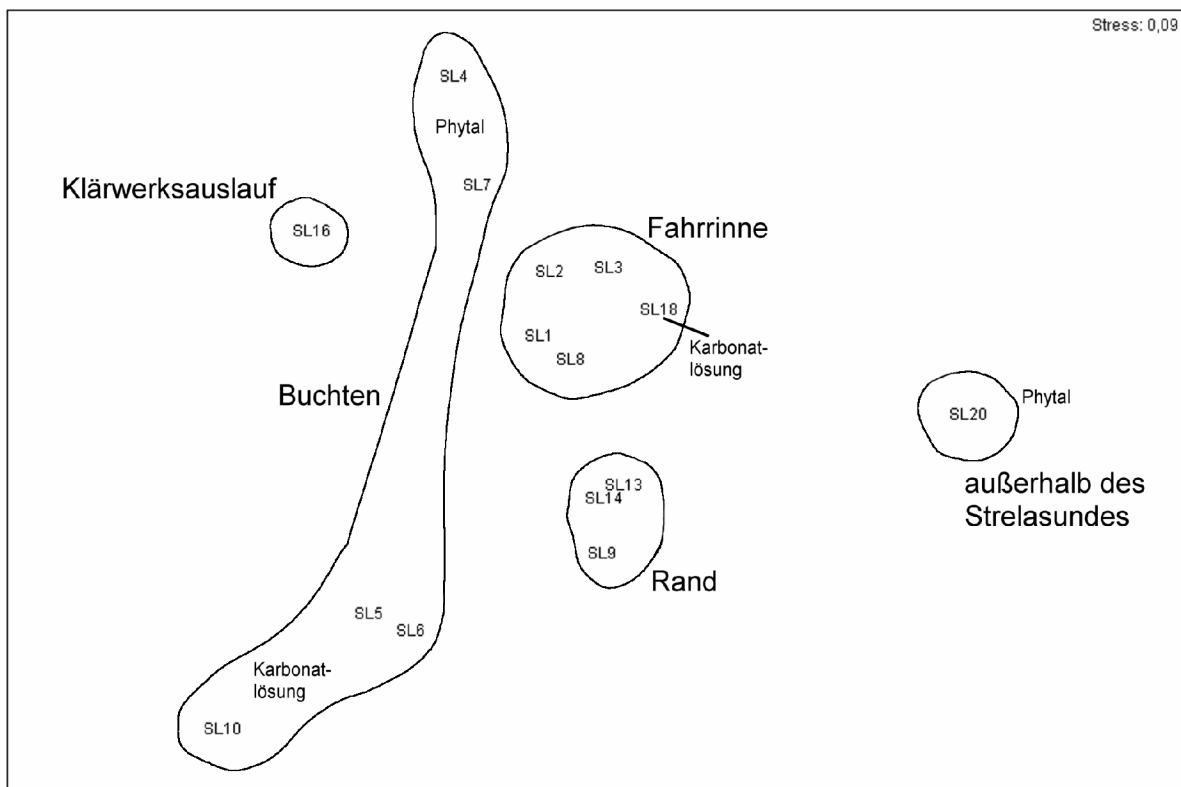


Abb. 3 MDS-Plot über die prozentualen Anteile der einzelnen Ostrakoden- und Foraminiferenarten an den Stationen des Strelasundes. Während die Stationen der Fahrrinne (SL1-3, 8, 18), des randlichen Strelasundes (SL9, 13, 14), des Klärwerksauslaufs (SL16) und außerhalb des Strelasundes (SL20) geschlossene Gruppen bilden, zerfallen jene der Buchten in Phytal-bestimmte (SL4, 7) und von Karbonatlösung geprägte (SL5, 6, 10) Gruppen.

Dagegen lassen sich bei den Stationen der Buchten zwei Gruppen unterscheiden: Phytalstationen (SL4 + SL7) und drei Stationen mit durch Lösungsvorgänge stark beeinflussten Gemeinschaften (SL5, SL6, SL10). Die im MDS-Plot allein stehende und außerhalb des Strelasundes liegende Station SL20 ist durch das Vorherrschen von den beiden Phytalarten *Xestoleberis aurantia* und *Semicytherura nigrescens* geprägt. Im Phytal der flachen Buchten fallen dagegen die hohen Abundanzen von Foraminiferen auf.

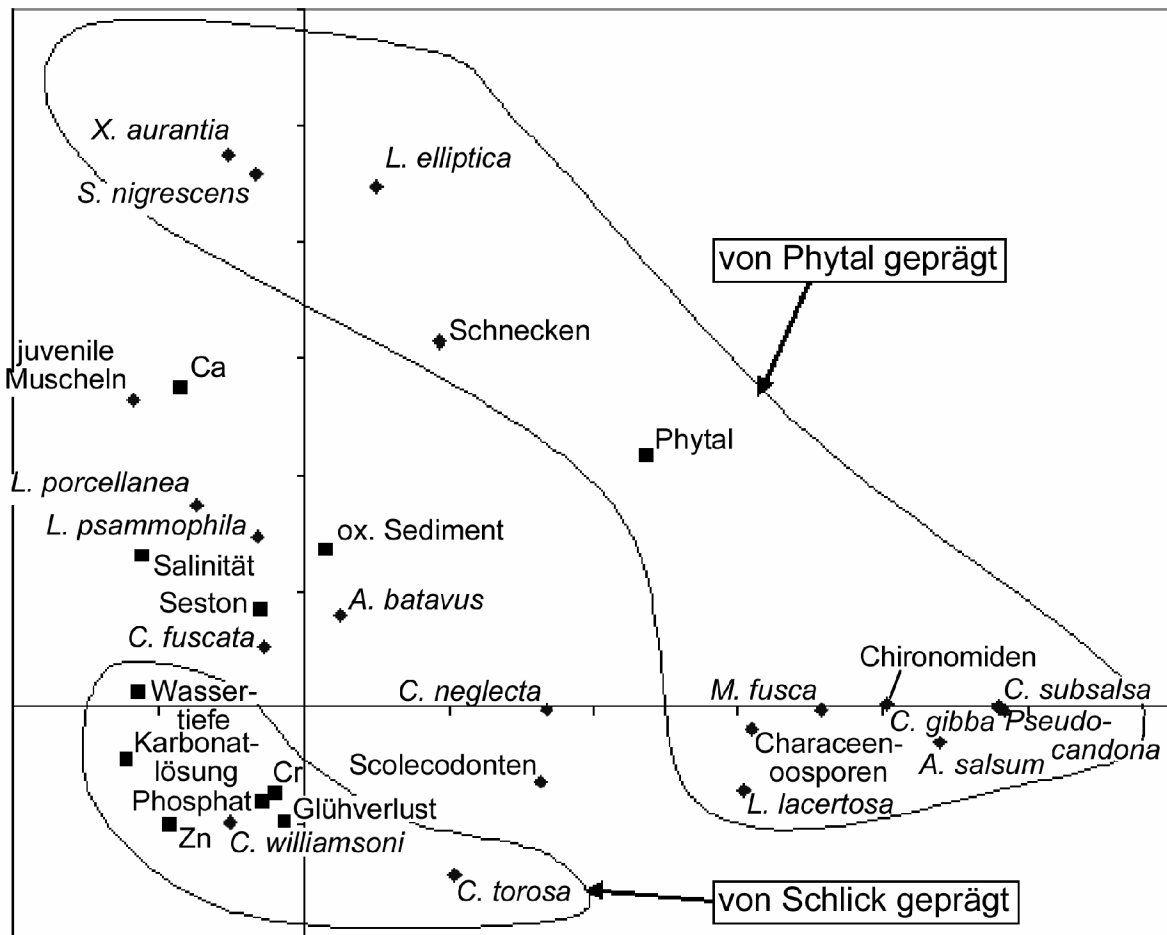


Abb. 4 Hauptkomponentenanalyse über die log-gedämpften Abundanzen (Rhomben) von Ostrakoden, Foraminiferen, Schnecken, juvenilen Muscheln (<1 mm), Characeen-Oosporen und Scolecodonten (Polychaetenmundwerkzeugen) sowie elf abiotische Faktoren (Quadrate) von acht Stationen aus dem Strelasund. Stationen mit weniger als 50 Ostrakodenklappen sowie Ostrakodentaxa mit weniger als 5 % Anteil an der Assoziation wurden von der Analyse ausgeschlossen. Als Rotationsmethode wurde Varimax mit Kaiser-Normalisierung gewählt. Die beiden ersten Komponenten erklären 63,0 % der Gesamtvarianz.

Eine Hauptkomponentenanalyse über ausgewählte Variablen der Stationen des Strelasundes (Abb. 4) lässt vor allem zwei Gruppen erkennen. Die für die sauerstoffarmen, schlickigen Sedimente meist tiefer gelegener Stationen

charakteristischen Parameter und Taxa liegen im unteren rechten Quadranten der Graphik. Die Phytaltaxa bilden eine diagonal über die Graphik auseinander gezogene Gruppe. Die für die flachen, schlickigen Bereiche typischen Formen liegen im unteren Teil und die Formen tieferen, bewegten Wassers im oberen Teil dieser Diagonale. Zusammenfassend lassen sich die abnehmende Wassertiefe mit der Komponente 1 und ein abnehmender Anteil organischen Materials im Sediment bzw. von steigendem Sauerstoffangebot mit der Komponente 2 in Verbindung bringen.

5 Diskussion

Drei Faktoren erklären die niedrigen Ostrakodenzahlen im Untersuchungsgebiet: Störungen der Sedimentation durch Baggerarbeiten in Fahrrinne und Klärwerksauslauf (SL16) sowie hohe Sedimentationsraten und Karbonatlösung. Gestörte Sedimentationsbedingungen treffen vor allem *Cyprideis torosa*, deren Anteil in den Ostrakodengemeinschaften der Fahrrinne und im Klärwerksauslauf sehr niedrig ist. Die geringe Beweglichkeit der Tiere und langsame Reproduktion dürften die Ursachen hierfür sein. *Cytheromorpha fuscata* scheint dagegen vor allem den Gebieten mit Sauerstoffmangel und hoher Kalklösungsrate auszuweichen (Abb. 4), während O₂-Mangel im Allgemeinen die Dominanz von *C. torosa* fördert (vgl. JAHN et al. 1996, GAMENICK et al. 1997).

Die Bevorzugung des Phytals durch *Cytherura gibba* und *Loxoconcha elliptica* ist bereits länger bekannt (ATHERSUCH et al. 1991 u. a.). Interessant ist das an das Phytal gebundene Auftreten von *Cypria subsalsa*, das auch in der Darß-Zingster Boddenkette sichtbar ist (KÖHLER 1990). Die nach MEISCH (2000) noch als ausschließlich aus dem Brackwasser der Niederlande bekannte Art, wurde vor einigen Jahren erstmals an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns nachgewiesen (KÖHLER 1990, VOPEL & ARLT 1995) und ist nun in ihrer Verbreitung erneut bestätigt. Die Beschränkung der beiden Phytalarten *Xestoleberis aurantia* und *Semicytherura nigrescens* auf das Phytal des dem Strelasund vorgelagerten Kubitzer Boddens lässt sich wahrscheinlich auf die dort höheren und stabileren Salinitäten zurückführen. Neben den oben genannten Ostrakodenarten sind hohe Anteile und hohe Abundanzen der Foraminiferenart *Miliammina fusca*, von Chironomidenlarven und Characeenoosporen sowie das Auftreten von *Ammotium salsum* typisch für das Phytal. Das alleinige Auftreten von leeren und oft korrodierten Gehäusen der Foraminiferenart *Ammonia batavus* ist möglicherweise auf Umlagerungen von Gehäusen aus älteren Sedimenten zurückzuführen. Dieses Phänomen ließ sich auch bei den Untersuchungen an Oberflächensedimenten im Greifswalder Bodden beobachten (FRENZEL 1996). In litorinazeitlichen Profilen von Stralsund erwies sich ebenfalls *A. batavus* als häufig. Ob *A. batavus* auch rezent im Untersuchungsgebiet vorkommt, kann nicht mit Sicherheit bejaht werden.

FRENZEL (1991) untersuchte schon vor der Probennahme für die nun vorliegende Arbeit fünf Sedimentproben aus dem Strelasund. Sie enthielten keine Ostrakoden. Ursache hierfür ist wahrscheinlich die Probenahme in der Fahrrinne, wo auch nun meist nur wenige Ostrakoden gefunden wurden. Häufige Sedimentumlagerungen, Sauerstoffmangel und Karbonatlösung in den feinkörnigen, C_{org}-reichen Sedimenten der Fahrrinne beeinträchtigen die Ostrakodengemeinschaften.

Von den aus dem benachbarten Greifswalder Bodden nachgewiesenen 21 Ostrakodenarten (FRENZEL 1996) konnten sieben, nämlich *Cypria ophthalmica*, *Limnocythere inopinata*, *Leptocythere baltica*, *L. castanea*, *Loxoconcha rhomboidea*, *Elofsonia baltica* und *Cytherois arenicola* im Strelasund nicht aufgefunden werden. Während bei *C. arenicola* wahrscheinlich die stärker eutrophierte Situation des Strelasundes eine Verbreitungsschranke darstellt (vgl. GOSSELCK et al. 1996), sind die anderen Arten des Greifswalder Boddens möglicherweise erst bei größerer Stationsdichte nachweisbar. Bei den Foraminiferen ist das Auftreten von *Ammotium salsum* auffällig. Diese Art fehlt im Greifswalder Bodden. Sie ist innerhalb der Ostsee bisher nur von der Küste Schleswig-Holsteins bekannt (SCHÄFER 2000). Damit ist ihr Vorkommen im Strelasund das bisher östlichste bekannte in der Ostsee. Wahrscheinlich weist ihre Verbreitung, wie auch die allgemein größeren Häufigkeiten von Foraminiferen im Strelasund gegenüber dem Greifswalder Bodden, auf die im Strelasund etwas höhere Salinität durch Einstromereignisse aus der westlichen Ostsee hin.

Danksagung

Wir danken der Besatzung der Motorbarkasse „Bornhöft“ (Universität Greifswald) für ihre Unterstützung bei der Probennahme. Prof. Dr. Günter Arlt (Universität Rostock) und Prof. Dr. E. Herrig (Universität Greifswald) verbesserten dankenswerterweise das Manuskript durch wichtige Hinweise. Die Auswertung der faunistischen Daten wurde durch finanzielle Unterstützung im Rahmen eines Habilitationsstipendiums der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Literatur

- ARLT, G. (1970): Faunistisch-ökologische und produktionsbiologische Untersuchungen am Mikrobenthos des Greifswalder Boddens. – [unveröffentlichte] Dissertation, Universität Greifswald: 140 S.
- ARLT, G. (1977): Verbreitung und Artenspektrum der Meiofauna im Greifswalder Bodden. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, 2: 217-222.
- ARLT, G. & HOLTFRETER, J. (1975): Verteilung, Zusammensetzung und jahreszeitliche Fluktuation der Meiofauna im Barther Bodden (Darß–Zingster Boddenkette). - Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, 24 (6): 743-751.
- ATHERSUCH, J.; HORNE, D. & WHITTAKER, J. E. (1989): Marine and brackish water ostracods (superfamilies Cypridacea and Cytheracea). – [In:] KERMACK, D. M. & BARNES, R. S. K. (Hrsg.): Synopses of the British Fauna (New Series), 43: 359 S.; Leiden, New York, København, Köln (E. J. Brill).
- BESCHNIDT, J. & NOACK, B. (1976): Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Meiobenthos des Saaler Boddens (Darßer Boddenkette), Ostsee. - Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie, 61 (1): 89-104.
- BIRR, H.-D. (1970): Hydrographie des Strelasundes. Beiträge zur Erforschung der Küstengewässer der DDR unter besonderer Berücksichtigung nautischer Erfordernisse. – [unveröffentlichte] Diss., Universität Potsdam.
- BIRR, H.-D. (1988): Zu den Strömungsverhältnissen des Strelasundes. – Beiträge zur Meereskunde, 58: 3-8.
- BIRR, H.-D. & Oertel, P. (1993): About the dynamics of Baltic Sea water inflow into the Boddenwaters around Rügen. – Petermanns Geographische Mitteilungen, 137 (5): 283-288.

- CORRENS, M. (1979): Der Wasserhaushalt der Bodden- und Haffgewässer der DDR als Grundlage für die weitere Erforschung ihrer Nutzungsfähigkeit zu Trink- und Brauchwasserzwecken. – [unveröffentlichte] Dissertation B, Humboldt-Universität Berlin.
- DOMIN, A.; SCHUBERT, H. & SCHIEWER, U. (2002): Berechnungen der Besiedlungspotenziale ausgesuchter Makrophytenarten anhand historischer Belege und ökophysiologischer Literaturdaten. – *Bodden*, 12: 49-69.
- FRENZEL, P., 1991: Die Ostracodenfauna der tieferen Teile der Ostsee-Boddengewässer Vorpommerns. – *Meyniana*, 43: 151-175.
- FRENZEL, P., 1996: Rezente Faunenverteilung in den Oberflächensedimenten des Greifswalder Boddens (südliche Ostsee) unter besonderer Berücksichtigung der Ostrakoden. – *Senckenbergiana maritima*, 27 (1/2): 11-31.
- GAMENICK, I.; RETHMEIER, J.; RABENSTEIN, A.; FISCHER, U. & GIERE, O. (1997): Effects of anoxic and sulfidic conditions on cyanobacteria and macrozoobenthos in shallow coastal sediments of the Southern Baltic Sea. – *Archiv für Hydrobiologie*, 140 (4): 465-490.
- GOSELCK, F.; ARLT, G.; BICK, A.; BÖNSCH, R.; KUBE, J.; SCHROEREN, V.; VOSS, J.; WEIGELT, M. & WEBER, M. v. (1996): Rote Liste und Artenliste der benthischen wirbellosen Tiere des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, 48: 41-51.
- HAVERLAND, I. (1992): Statistische Untersuchungen zu den Salzgehaltsverhältnissen in Boddengewässern südlich Rügens. – [unveröffentlichte] Diplomarbeit, Universität Greifswald.
- JAHN, A.; GAMENICK, I. & THEEDE, H. (1996): Physiological adaptations of *Cyprideis torosa* (Crustacea, Ostracoda) to hydrogen sulphide. – *Marine Ecology Progress Series*, 142: 215-223.
- KÖHLER, S., 1990: Die Verbreitung der Muschelkrebse (Ostracoda) in der Darß–Zingster Boddenkette – eine Studie auf der Basis der Netzprogrammanalysen von 1977–1980 unter besonderer Berücksichtigung des Meiozoobenthos im Saaler Bodden. – [unveröffentlichte] Dissertation, Universität Rostock: 183 S.
- KÖHLER, S. & ARLT, G. (1984): The distribution of ostracods in an inlet of the Darss-Zingst Bodden chain. – *Limnologica*, 15 (2): 415-419.
- KREISEL, K. & LEIPE, T. (1989): Zum Vorkommen rezenter benthischer Foraminiferen im Greifswalder Bodden. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe*, 38 (1-2): 98-104.
- MEISCH, C. (2000): Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. – [In:] SCHWOERBEL, J. & ZWICK, P. (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8 (3): 522 S.; Stuttgart (Akad. Verl. Spektrum).
- OERTEL, P. (1994): Zur Abwasserbelastung des Strelasundes. – *Greifswalder Geographische Arbeiten*, 10: 193-203.
- OERTEL, P. (1995): Zu den Salzgehaltsverhältnissen im Untersuchungsraum Strelasund/Greifswalder Bodden. – *Ergänzungsbericht zum GOAP-Projekt. Deutsche Forschungsberichte; Hannover (Universitätsbibliothek und TIB)*.
- OERTEL, P. (1996): Untersuchungen zur Belastung und zum ökohydrographischen Zustand des Strelasundes. – [unveröffentlichte] Dissertation, Universität Greifswald: 133 S.
- SAGERT, S. & DAHLKE, S. (2002): Hintergrundwerte und natürliche Variabilität von abiotischen und biotischen Kriterien zur Beurteilung des ökologischen Zustands von Küstengewässern der Ostsee. – *Bodden*, 12: 15-31.
- SCHÄFER (2000): Foraminiferen aus Salzgraswiesen der Nord- und Ostsee. – [unveröffentlichte] Dissertation, Universität Kiel.
- TUENTE, U.; WÜBBEN, D. & HEIBER, W. (2002): Ansätze zur Ermittlung von Hintergrundwerten chemischer und biologischer Messgrößen der Nordsee. – *Bodden*, 12: 33-47.
- VOPEL, K. & ARLT, G. (1995): The Fauna of Floating Cyanobacterial Mats in the Oligohaline Eulittoral Zone off Hiddensee (South-west Coast of the Baltic Sea). – *Marine Ecology*, 16 (3): 217-231.

Autoren

Dr. Peter Frenzel
Institut für Aquatische Ökologie
Abteilung Meeresbiologie
Universität Rostock
Albert-Einstein-Str. 3
D – 18051 Rostock

Dr. Petra Oertel
Dorfstr. 9e
D - 18439 Stralsund

E-mail: Peter-Frenzel@t-online.de



- Tafel 1** Foraminiferen und Ostrakoden des Strelasundes
- Fig. 1-2 *Miliammina fusca* (BRADY, 1870); Lateralansichten von zwei Exemplaren mit unterschiedlicher Mündungsbildung, 1) Höhe 0,76 mm; 2) Höhe 0,76 mm; Station SL4
- Fig. 3-5 *Ammonia batavus* HOFKER, 1951; 3) Spiralansicht, Durchmesser 0,41 mm; 4) Umbilikalansicht, Durchmesser 0,33 mm; 5) Umbilikalansicht eines Exemplares mit aufgebrochener letzter Kammer, Durchmesser 0,39 mm; Station SL2
- Fig. 6 *Criboelphidium williamsoni* (HAYNES, 1973); Lateralansicht, Durchmesser 0,45 mm; Station SL9
- Fig. 7-8 *Cytheromorpha fuscata* (BRADY, 1869); 7) ♂ linke Klappe extern, Länge 0,76 mm; 8) ♀ linke Klappe extern, Länge 0,62 mm; Station SL13
- Fig. 9-12 *Candona neglecta* SARS, 1887; 9) ♀ linke Klappe extern, Länge 1,24 mm, Station SL13; 10) juvenile rechte Klappe extern, Länge 0,70 mm, Station SL3; 11) ♀ rechte Klappe intern, Länge 1,28 mm, Station SL13; 12) juvenile rechte Klappe intern, Länge 0,58 mm, Station SL3
- Fig. 13 *Hirschmannia viridis* (O. F. MÜLLER, 1785); Gehäuse von rechts, Länge 0,57 mm; Station SL 3
- Fig. 14 *Leptocythere psammophila* GUILLAUME, 1976; linke Klappe extern, Länge 0,52 mm; Station SL 13
- Fig. 15-16 *Cyprideis torosa* (JONES, 1850) f. *litoralis*, ♀ linke Klappen, extern; 15) Länge 1,15 mm; 16) angelöste Schale, Länge 1,22 mm; Station SL13
- Fig. 17-19 *Xestoleberis aurantia* (BAIRD, 1838); 17) Gehäuse von links, Länge 0,56 mm, Station SL20; 18) rechte Klappe intern, Länge 0,53 mm, Station SL15; 19) Gehäuse dorsal, Länge 0,56 mm, Station SL20
- Fig. 20 *Loxoconcha elliptica* BRADY, 1868; Gehäuse von links, Länge 0,66 mm; Station SL3

Vergrößerung für alle Figuren 50fach

