

Burkhard Günther; Dagmar Andres; Susanne Ossig; Helmut Janitz

Status - Quo - Erfassung des Makrozoobenthos im Peenestrom und im Kleinen Haff

Abstract

In 1993 and 1994 macrozoobenthic communities in the Greifswalder Bodden, the Peenestrom and Kleines Haff have been investigated. The results show a correlation between species distribution, salinity and sediment structure. It also could be show, that marine species invaded from the Greifswalder Bodden into the northern Peenestrom up to the city of Wolgast. In the southern part of the Peenestrom and in the Kleines Haff predominantly freshwater species occurred. *Marenzelleria viridis* and one *Gammarus* species were found in the whole investigation area. A comparison with former authors indicates, that in relation to species composition and density no major changes occurred during the last sixty years.

1 Einleitung

Untersuchungen zur Makrofauna des Greifswalder Boddens und seiner Randgewässer sind seit STAMMER (1928) und SEIFERT (1938) in mehr oder weniger großen Abständen durchgeführt worden (DAMISCH 1956, WOHLRAB 1959, GÜNTHER 1961, ENGELMANN 1964, MESSNER 1986, PEREZ 1990). Unter Hinzuziehung der Arbeiten über das Mikrobenthos (ARLT 1970), das Phyto- und Zooplankton (SCHNESE 1967, KELL 1984 und 1985) und unter Beachtung der gegenwärtig laufenden Untersuchungen des Makrozoobenthos (JÖNSSON 1994) liegt zur Fauna des Greifswalder Bodden eine beachtliches Datenmaterial vor.

Ähnlich ist die Bearbeitung des Oderaestuars und des Großen Haffs verlaufen. Auch für diese Gewässer lassen sich, beginnend mit den Arbeiten von NEUBAUER (1927), NEUHAUS (1933), WIKTOR und WIKTOR (1954) und über die Untersuchungen der Autoren GIZINSKI et al. (1980), PIESIK (1983 und 1992), WOLNOMIEJSKI et al. (1989 und 1994), MASLOWSKI (1992) generelle Entwicklungstrends erkennen, die ihren Niederschlag in der Arbeit "Long - term

changes in bottom macrofauna of the Szczecin Lagoon" von MASLOWSKI (1993) gefunden haben.

Für den Peenestrom und das Kleine Haff, die als Bindeglieder zwischen dem Greifswalder Bodden und dem Oderhaff aufgefaßt werden können, liegt mit der Arbeit von NEUHAUS (1933) eine Statuserfassung vor. Weiterführende faunistische Untersuchungen sind aber nicht erfolgt.

Aus dieser Situation leitet sich der Ansatz der eigenen Arbeit ab, die in ihrer ersten Phase als Status-quo-Erfassung zu werten ist.

Die Untersuchungen der Makrozoobenthosgemeinschaften im Peenestrom und im Kleinen Haff wurden in den Jahren 1993 und 1994 durchgeführt. Sie stützten sich auf Ergebnisse einer Studie aus den Jahren 1991 und 1992.

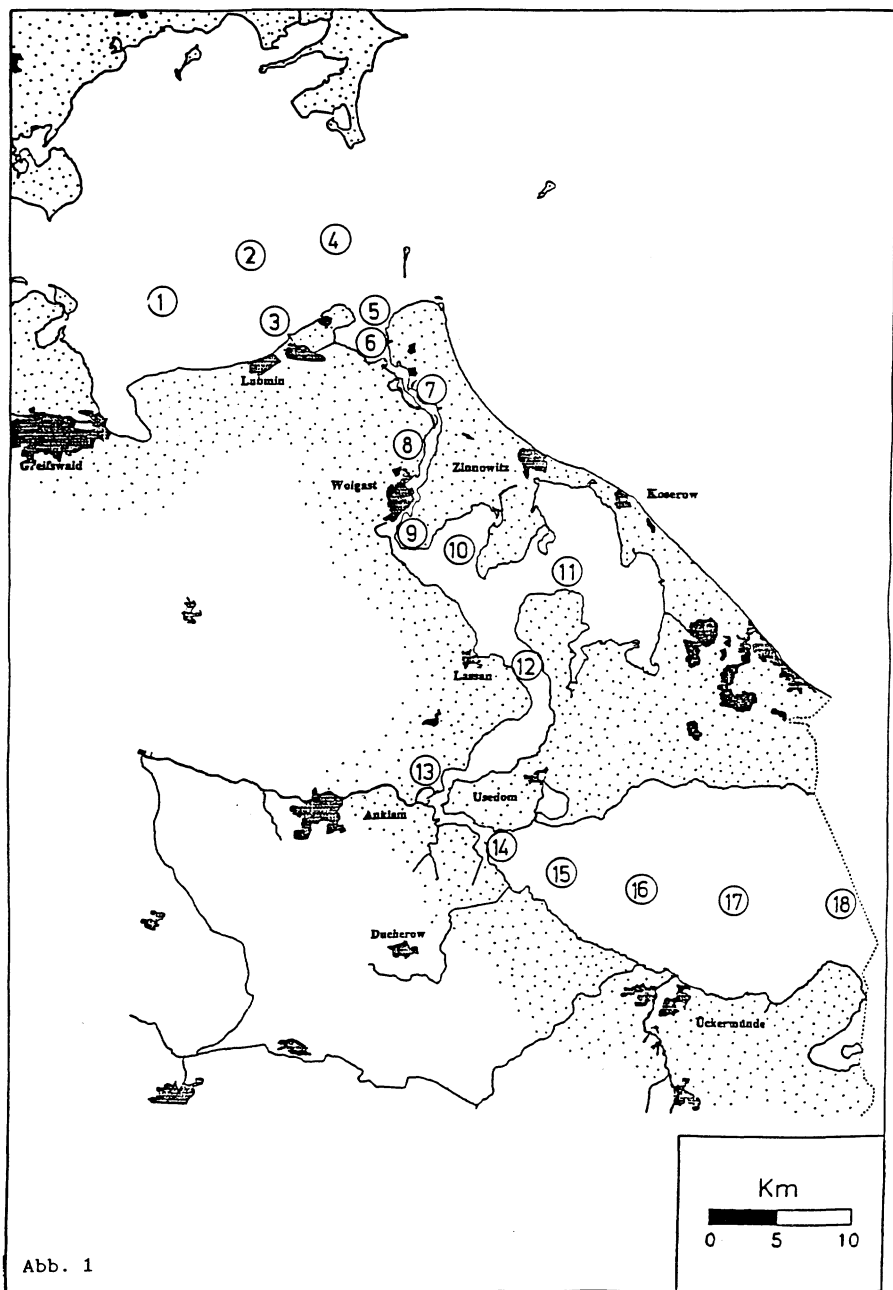
Den Arbeiten lagen im wesentlichen zwei Aspekte zugrunde:

- ♦ Die Schaffung eines Basismaterials zur Beurteilung der Funktion des Makrozoobenthos bei Stoffumsatz- und Stofftransportprozessen im Peenestrom und im Kleinen Haff und
- ♦ die Erfassung eutrophiebedingter Veränderungen der Benthoslebensgemeinschaften nach der Zunahme des Stickstoff- und Phosphatexportes aus dem Einzugsgebiet der einmündenden Fließsysteme.

Die Thematik war integrierter Bestandteil des Verbundprojektes "Greifswalder Bodden und Oderaestuar - Austauschprozesse" (GOAP).

2 Material und Methode

Die Beprobungen erfolgten 1993 und 1994 an 15 Stationen, deren Lage aus der beiliegenden Karte (Abb.1) entnommen werden kann.



Die Bezeichnung der Stationen und ihre Koordinaten werden nachfolgend genannt:

Station	Nord	Ost
1 Tonne G2	54°08,60'	13°29,10'
2 Ariadne	54°12,40'	13°34,00'
4 Elsaggrund	54°12,30'	13°39,00'
5 Loche	54°11,00'	13°44,10'
6 Freest	54°08,50'	13°45,00'
7 Hollendorf	54°06,80'	13°47,20'
9 Wolgast	54°02,60'	13°46,80'
10 Krumminer Wieck	54°00,30'	13°50,10'
11 Achterwasser	54°01,70'	13°57,20'
12 Rankwitz	53°57,20'	13°53,50'
13 Zecheriner Brücke	53°51,95'	13°49,80'
14 Karniner Brücke	53°50,65'	13°51,50'
16 Tonne H3	53°49,50'	14°03,30'
17 Tonne H5	53°49,50'	14°09,00'
18 Tonne Haff	53°47,30'	14°16,30'

1993 wurden vom April bis November an den aufgeführten Stationen 5 Beprobungen und 1994 in der Zeit von April bis September 4 Beprobungen vorgenommen.

Darüber hinaus wurden 1993 und 1994 Haffkartierungen durchgeführt. Unter Zugrundelegung eines Quadratnetzes erfolgten die Probenentnahmen während der Kartierung an 76 Stationen (Abstand 1 sm).

Zur Entnahme der Benthosproben wurde ein Kastengreifer eigener Konstruktion eingesetzt, der auch in festen Sedimenten Eindringtiefen von 20 bis 30 cm erreichte. Das Gerät ähnelte in seinem Aufbau dem Kastengreifer von REINECK (GRAY 1984). Die ausgestochene Fläche betrug 60 cm² (6 x 10 cm).

Jede Sedimentprobe enthielt 3 Einzelproben. Ihre Bearbeitung erfolgte integrativ. Die gewonnenen Proben wurden ausgesiebt (Maschenweite 0,5 mm), mit Formaldehyd fixiert (2 - 3 %) und die Tiere zu einem späteren Zeitpunkt selektiert. Nach der Selektion wurde eine Trennung des Makrozoobenthos nach Ordnungen oder Familien vorgenommen und eine Artdetermination, soweit möglich, angeschlossen.

Als Maß der Biomasse wurde vom organischen Kohlenstoffgehalte der Organismen ausgegangen. Die Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes erfolgte über ein TOC - Gerät der Firma SHIMADZU.

Die Nährstoffanalysen der Wasserproben sind mit dem Photometer Nanocolor 200 D nach DIN 38405/D9, D10, D11 und 38406/E5 und mit einem Ionenchromatographen der Firma SYCAM durchgeführt worden. Die Bestimmung der Temperatur, des Sauerstoffgehaltes, des pH-Wertes und der Leitfähigkeit

erfolgte durch Sofortmessungen an Bord. Die Sichttiefe wurde mit der Secchi - Scheibe gemessen.

Die Chlorophyll a - Bestimmungen sind nach KLEE (1993) an ausgewählten Stationen (2, 5, 7, 9, 11, 14, 17) vorgenommen worden.

Die Korngrößenanalysen erfolgten unter Zugrundelegung der vom Makrozoobenthos besiedelten Sedimenttiefen (Kernlänge: 20-25 cm). (Die Gangsysteme von *Marenzelleria* erreichen eine Durchschnittstiefe von 25 cm - ZETTLER et al. 1994). Die Siebung wurde im Trockenverfahren durchgeführt (GRAY 1984). Die Sedimentanteile zur Bestimmung der Glühverluste (DIN 38414, Teil 3) wurde ebenfalls den gemischten Proben entnommen.

3 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über die gesamte ostvorpommersche Boddenkette (Abb. 1) unter Einbeziehung des Greifswalder Boddens (510 km²), des nördlichen und südlichen Peenestroms (164 km²), des Achterwassers (86 km²) und des Kleinen Haffs (277 km²). Der Süßwassereinstrom in dieses System wird im wesentlichen durch die anschließend genannten Fließgewässer (LAMPE 1994) realisiert:

Fließgewässer	Transportierte Süßwassermenge	Einmündungsort
Ryck	0,032 km ³ /a	Greifswalder Bodden
Peene	0,76 km ³ /a	Peenestrom
Zarow	0,114 km ³ /a	Kleines Haff
Uecker	0,186 km ³ /a	Kleines Haff
Oder	16-17 km ³ /a	Oderhaff mit Einfluß auf das Kleine Haff

Windbedingte Pegelunterschiede zwischen dem Greifswalder Bodden und dem Kleinen Haff führen zu Strömungen, die vom Greifswalder Bodden über den Peenestrom zum Kleinen Haff oder umgekehrt verlaufen (BUCKMANN 1994). Damit ändern sich die Konzentrationen der biologisch wirksamen Wasserinhaltsstoffe oft in kurzen Zeitabständen.

Im einzelnen lassen sich dazu folgende Aussagen treffen:

3.1 Salinität

Die im Greifswalder Bodden im Untersuchungszeitraum relativ ausgeglichenen Salinitätswerte (Tab. 1 und 2) nahmen 1993 und 1994 im Bereich der Stationen Freest und Hollendorf sprunghaft ab (Abb. 2), so daß der mittlere Salinitätswert an diesen Stationen etwa 3 psu betrug.

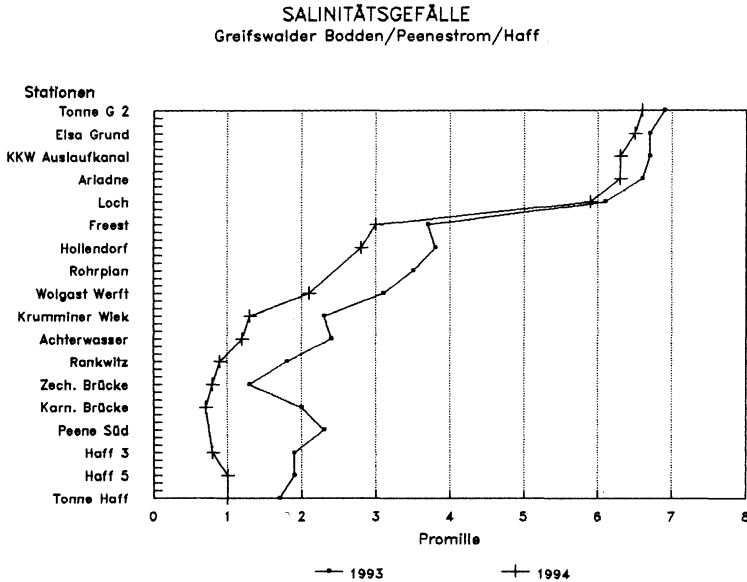


Abb. 2 Jahresdurchschnittswerte

Die weitere Abnahme der Salinität vollzog sich von den genannten Stationen bis zum Kleinen Haff kontinuierlich in kleinen Schritten und erreichte 1993 an der Station 17 einen Durchschnittswert von 1,9 psu und 1994 einen Wert von 0,95 psu. Damit erstreckte sich das Untersuchungsgebiet von der beta - mesohalinen Zone bis zur beta - oligohalinen Zone.

Im Vergleich zu den Vorjahreswerten lagen die Salinitätswerte von 1994 im Peenestrom und im Kleinen Haff um ca. 1 psu niedriger als 1993 (Tab. 1 und 2).

Die niedrigsten Werte traten in der Nähe der Zecheriner Brücke im Bereich der Peeneeinmündung auf (1,3 bzw. 0,75 psu). Sie stiegen aber im Kleinen Haffs erneut geringfügig an.

Tabelle 1 Physikalische Meßwerte an den Stationen I - XVIII 1993

Stationen																		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
Salinität in psu																		
Mittelwerte	6,9	6,7	-	6,6	6,1	3,7	3,8	4,1	3,1	2,3	2,4	1,8	1,3	2,0	2,3	1,9	1,9	1,7
Minimalwerte	6,2	6,3	-	6,2	5,5	2,7	2,6	2,6	2,6	1,8	1,9	1,4	1,1	1,6	1,9	1,5	1,8	1,6
Maximalwerte	7,3	7,3	-	6,9	6,8	4,8	5,7	6,0	3,6	3,0	3,1	2,3	1,7	2,7	2,8	2,3	2,1	1,8
pH-Werte																		
Mittelwerte	7,3	7,4	-	7,7	7,7	9,1	8,3	8,5	8,2	8,4	8,3	8,3	-	8,4	8,7	8,5	8,7	8,1
Minimalwerte	6,9	7,0	-	7,2	7,2	8,7	7,8	7,9	6,7	7,5	7,7	7,6	-	7,7	8,0	7,9	8,0	7,9
Maximalwerte	7,6	7,8	-	8,1	8,2	9,8	9,0	9,4	9,4	9,6	9,3	9,4	-	9,7	9,8	9,8	9,8	8,2
Sauerstoffsättigung in %																		
Mittelwerte	93	94	-	90	92	91	85	94	91	112	99	95	-	96	96	97	96	95
Minimalwerte	85	80	-	78	73	78	76	78	86	93	88	93	-	84	90	90	90	91
Maximalwerte	97	101	-	94	104	118	94	113	100	170	104	98	-	121	106	103	107	98
Sichttiefe in cm																		
Mittelwerte	220	220	240	220	180	100	80	70	60	50	50	60	50	60	70	50	60	70
Minimalwerte	150	180	180	170	120	40	40	40	40	40	40	50	40	40	40	40	40	50
Maximalwerte	360	360	300	300	240	150	120	100	80	60	60	70	60	80	120	60	80	80

Tabelle 2 Physikalische Meßwerte an den Stationen I - XVIII 1994

	Stationen																
	I	II	IV	V	VI	VII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XVI	XVII	XVIII		
Salinität in psu																	
Mittelwerte	6,60	6,50	6,30	5,90	3,00	2,80	2,10	1,30	1,20	0,85	0,75	0,73	0,78	0,95	0,99		
Minimalwerte	5,40	5,40	5,10	4,30	1,00	1,00	0,90	0,90	1,10	0,50	0,50	0,40	0,50	0,60	0,50		
Maximalwerte	7,40	7,50	7,60	7,60	7,20	7,10	5,00	2,40	1,30	1,50	0,90	1,20	1,00	1,60	2,20		
pH-Werte																	
Mittelwerte	8,40	8,50	8,30	8,30	8,30	8,60	8,60	8,80	9,00	8,50	8,50	8,40	8,70	8,80	8,70		
Minimalwerte	8,20	8,20	8,10	8,00	8,00	8,00	8,00	8,50	8,50	8,40	8,30	8,20	8,50	8,50	8,20		
Maximalwerte	8,70	8,80	8,70	8,50	8,80	9,00	8,90	9,00	9,10	8,50	8,60	8,80	8,90	9,90	9,20		
Sauerstoffsättigung in %																	
Mittelwerte	108	111	109	97	117	116	119	127	121	108	109	107	126	126	121		
Minimalwerte	96	98	95	89	91	88	94	101	100	100	84	81	85	92	84		
Maximalwerte	129	138	137	112	139	143	156	155	163	116	130	129	185	188	169		
Sichttiefe in cm																	
Mittelwerte	170	175	200	190	80	90	70	70	50	60	90	80	90	80	90		
Minimalwerte	100	140	140	160	60	60	50	60	40	50	50	40	70	60	80		
Maximalwerte	250	220	230	230	140	150	90	80	60	80	130	140	100	90	110		

Aus den Salinitätswerten wird erkennbar, daß der marine Einfluß sich im wesentlichen vom Greifswalder Bodden aus auf das Untersuchungsgebiet ausdehnt. Durch den starken Süßwasserzustrom macht sich im Kleinen Haff der Salzwassereinfluß aus der Swina und Dziwna nur geringfügig bemerkbar.

3.2 Sauerstoff- und pH - Meßwerte

Die Sauerstoffsättigungs - und pH - Werte (Tab. 1 und 2) stehen in enger Beziehung zur Dichte des Phytoplanktons, dessen Entwicklungsintensität in Abhängigkeit von der Nährstoffkonzentration in den untersuchten Gewässerbereichen zu sehen ist. Diese Korrelation wurde von LAMPE et al. (1994) und SCHMIDT (1994) sowie durch die Autorenkollektive der Wassergüteberichte (1991 - 93) im Sinne einer Einschätzung der Eutrophierung des Untersuchungsgebietes ausführlich beschrieben. BÖRNER und KELL (1984) charakterisieren ähnliche Situationen für den Zingster Strom.

Ein vertikaler Sauerstoff-Konzentrationsgradient konnte im Peenestrom zwischen der Gewässeroberfläche und den bodennahen Schichten durch die strömungsbedingten Turbulenzen nicht nachgewiesen werden.

Bei windigen Wetterlagen trifft diese Aussage auch für das Achterwasser und das Kleine Haff zu.

Ruhige und sonnige Wetterbedingungen lösten im Kleinen Haff erhebliche Unterschiede in der Sauerstoffsättigung zwischen der Oberfläche und den bodennahen Wasserschichten aus. Am 11.07.94 wurden beispielsweise bei Wassertemperaturen um 21°C im Kleinen Haff an der Oberfläche Sauerstoffsättigungswerte zwischen 107 und 132 % gemessen. In Bodennähe (4 m Tiefe) lagen die Sättigungswerte zwischen 18 und 44 %.

Die pH - Meßwerte der beprobten Stationen unterschieden sich 1994 nicht wesentlich. Die Schwankungsbreite der pH - Werte war gering. Die Meßergebnisse bewegten sich im wesentlichen zwischen pH 8,0 und 9,0 (1993: traten pH - Wertschwankungen zwischen 7,0 und 9,8 auf).

3.3 Der Eutrophierungsgrad der untersuchten Gewässer

Unter Berücksichtigung der Gesamt - P, der Gesamt - N, der Chlorophyll a - Werte und der Sichttiefe (Tab.3) kann nach BESCH et al.(1992) der Eutrophierungsgrad der untersuchten Gewässer wie folgt eingeschätzt werden:

- ♦ Stationen 1 bis 5 Greifswalder Bodden: mesotroph bis eutroph
- ♦ Stationen 6 bis 9 Peenestrom, Wolgast: eutroph
- ♦ Stationen 10 bis 12 Krumminer Wiek, Achterwasser, Peenestrom: hypertroph
- ♦ Stationen 13 bis 18 Peenestr., Haff: eutroph bis hypertroph

Tabelle 3 Wertetabelle zur Einschätzung des Trophiegrades der untersuchten Gewässer 1994

Stationen	Gesamt-N mg/l	Gesamt-P mg/l	Chlorophyll a µg/l	Sicht m
1	0,67-1,34	0,048-0,17	-	1,2-2,5
2	0,95-1,38	0,024-0,59	3,37-14,8	1,2-2,2
4	0,93-1,29	0,047-0,10	3,57-19,4	1,7-2,2
5	0,34-1,18	0,050-0,90	-	1,7-2,2
6	0,92-2,91	0,050-0,11	-	0,6-1,3
7	1,00-1,85	0,068-0,39	8,30-14,7	0,6-1,5
9	1,59-1,88	0,047-0,17	22,0-42,4	0,5-0,8
10	1,50-4,59	0,045-0,16	-	0,6-0,7
11	1,15-3,18	0,050-0,18	16,5-50,4	0,4-0,6
12	1,80-3,88	0,049-0,12	-	0,5-0,7
13	1,32-2,56	0,085-0,12	-	0,5-1,2
14	1,96-3,97	0,034-0,13	4,30-29,3	0,4-1,4
16	1,71-2,91	0,022-0,09	-	0,6-1,0
17	1,49-4,06	0,015-0,08	5,86-28,6	0,6-0,9
18	0,95-3,18	0,140-0,22	-	0,7-1,1

Die intensiven Wasserblüten im Peenestrom, im Achterwasser und im Kleinen Haff (LAMPE und MEYER 1994) wirkten sich entscheidend auf die Entwicklung submerser Makrophyten aus.

Die sehr geringen Sichttiefen, die im Peenestrom um 80 cm, im Achterwasser sogar um 50 cm schwankten, schränkten die Herausbildung höherer Wasserpflanzen weitestgehend ein, so daß damit gleichzeitig eine indirekte aber sehr gravierende Wirkung auf die Artenvielfalt der Evertebraten ausgeübt wurde.

Damit liegen im Peenestrom und im Kleinen Haff ähnliche Bedingungen vor, wie sie von ARNDT (1988, 1994) und von SCHLUNGBAUM et al. (1994) für große Bereiche der Darß-Zingster Boddenkette beschrieben worden sind.

3.4 Sedimentbeschaffenheit im Bereich der Stationen 1 - 18

Die Korngrößenverteilung und der Gehalt an organischem Material im Sediment besitzen einen erheblichen Einfluß auf die Besiedlung durch das Makrozoobenthos. Feinsande mit Korngrößenmaxima von 0,16 mm und einem geringen Anteil an organischem Material werden von einer Reihe von Detritoren besonders bevorzugt. (Wahrscheinlich bessere Sauerstoffversorgung bei ausreichendem Nahrungsangebot).

Tab. 4 spiegelt die Sedimentbeschaffenheit im Bereich der Stationen 1 - 18 wieder. Die subjektive Charakterisierung des Sediments wird durch Angaben

aus der ermittelten Korngrößenverteilung und durch die Bestimmung des Glühverlustes (GV) ergänzt.

Tabelle 4 Bodenbeschaffenheit

Stationen		Sedimentbeschaffenheit subjektive Einschätzung	Korngrößenverteilung		GV in %	Tiefe in m	
			Maximum	So.			
1.	Tonne G 2	Schwarzer Schlick	>0,063 mm	36,4%	2,2	14,2	6-7
2.	Ariadne	Sandiger Schlick	>0,063 mm	50,2%	1,9	10,6	7-8
3.	Auslaufkanal	Feiner Sand					
4.	Elsa Grund	Schlickiger Sand	0,16 mm	48,3%	1,3	1,24	5-6
5.	Loch	Schlickiger Sand	0,10 mm	67,7%	1,2	4,53	6-7
6.	Freest	Schlickiger Sand	0,16 mm	42,7%	1,3	0,76	2-7
7.	Hollendorf	Sand	0,16 mm	69,4%	1,1	1,37	2-7
8.	Rohrplan						
9.	Wolgast Werft	Sand	0,16 mm	53,3%	1,3	0,71	2-7
10.	Krumminer Wieck	Sand mit Torf	0,16 mm	57,9%	1,2	1,02	2-5
11.	Achterwasser	Schwarzer Schlick	0,063 mm	44,3%	1,7	31,1	3-4
12.	Rankwitz	Schwarzer Schlick	>0,063 mm	39,3%	1,9	29,5	2-3
13.	Zech. Brücke	Schwarzer Schlick	0,25 mm	42,3%	1,3	2,38	4-5
14.	Karniner Brücke	Sand	0,16 mm	38,4%	1,3	5,55	3-4
15.	Peene Süd	Schwarzer Schlick					
16.	Tonne Haff 3	Schwarzer Schlick	0,063 mm	23,5%	1,8	23,9	4-5
17.	Tonne Haff 5	Schwarzer Schlick	0,063 mm	31,5%	1,9	19,3	4-5
18.	Tonne Haff	Schwarzer Schlick	0,10 mm	44,7%	1,2	1,34	5-6

Der Greifswalder Bodden (Station 1), das Achterwasser (Station 11) und das Kleine Haff (Stationen 16, 17 und 18) werden durch ihre muldenartigen Profile zu Sammelbecken für vorwiegend schlickige Sedimente, die in den Uferbereichen in Fein- bis Mittelsande übergehen.

Die im Peenestrom angetroffenen unterschiedlichen Sedimente sind im wesentlichen die Folge einer mehr oder weniger starken Strömung. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten (BUCKMANN 1994) treten z.B. in Abhängigkeit von den Wasserstandsveränderungen im Bereich der Stationen 6 - 10 und 14 auf. Charakteristisch für diese Abschnitte des Peenestromes sind Sedimente, die sich vorwiegend aus schlickigem Sand, aus Mittelsanden, Feinsanden und Geschiebemergel zusammensetzen.

Relative Stillwasserbereiche innerhalb des Peenestroms sind durch das Vorhandensein dicker Schlickschichten charakterisiert (Stationen 11 - 13).

Da die Sedimentbeschaffenheit neben der Salinität und der Sauerstoffsituation im Benthal (oder wenige Zentimeter darüber) der entscheidende Faktor für

die Artendiversität und die Abundanz der auftretenden Tierarten ist, wird durch die Größenordnung der Schlick- und Sandflächen gleichzeitig das Artenspektrum und das "standing crop" des Makrozoobenthos bestimmt.

Besonders deutlich lassen sich die Beziehungen zwischen den Sedimentstrukturen und den Verbreitungsgrenzen einiger Tierarten im Kleinen Haff erkennen (HENSEL 1994).

Die im Kleinen Haff durchgeführten Kartierungen zeigten, daß der Tiefenbereich zwischen 2 und 3 m der Übergangsbereich zwischen den sandigen Randzonen und dem vorwiegend durch Schlick geprägten zentralen Becken ist. Diese Zone wurde von NEUHAUS (1933) als Schaar bezeichnet. Sie ist gekennzeichnet durch das Auftreten großer Mengen von Schalen abgestorbener Muscheln und Schnecken.

4 Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen

Ausgehend von den einleitend genannten Zielstellungen konzentrierten sich die Untersuchungen auf den Peenestromes und das Kleine Haff.

Die Erfassung des Makrozoobenthos im Greifswalder Bodden hat in diesem Zusammenhang nur die Funktion, vergleichbare Abundanz- und Dominanzwerte für Schlick und Sandgebiete in Abhängigkeit von der Salinität und der Nährstoffbelastung des Gewässers bereitzustellen. (Detaillierte Untersuchungen zum Greifswalder Bodden liegen mit den in der Einleitung genannten Arbeiten vor).

4.1 Die Abundanzen der auftretenden Arten

Die Tab. 5 und 6 spiegeln die durchschnittlichen Abundanzen der untersuchten Taxa an den 15 Stationen in den Jahren 1993 und 1994 wider.

Entscheidend für die Abschätzung der Größenordnung von Stoffumsatz- und Stofftransportprozessen, die durch das Makrozoobenthos ausgelöst werden, ist eine über einen längeren Zeitraum bestehende Lebensgemeinschaft. Je stabiler das Arteninventar ist, um so sicherer lassen sich Aussagen über ihre Funktion im Stoffhaushalt treffen.

Die Gegenüberstellung der für die Jahre 1993 und 1994 errechneten Durchschnittsabundanzen an ausgewählten Stationen (Tab. 5 und 6) ergab in den meisten Parallelen eine annähernde Übereinstimmung der auftretenden Arten und der den Arten zuzuordnenden Individuenzahlen, so daß von einer relativen Beständigkeit der Fauna ausgegangen werden kann.

Tabelle 5 Individuen - Abundanz
(Durchschnittlich Individuendichte pro m²)

1993

Organismengruppen bzw. Arten	Stationen																	
	I	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
Nemertini																		
Prostoma	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Gastropoda																		
Hydrobia spec.	202	912	2238	956	148	33	-	42	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Potamopyrgus jenkinsi	28	56	-	311	74	11	84	97	-	-	-	-	88	-	-	-	-	
Bithynia tentaculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Valvata piscinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	17	-	-	-	-	
Bivalvia																		
Mytilus edulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cerastoderma lamarcki	229	44	480	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Arenomya arenaria	257	656	2619	1262	256	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Macoma balthica	104	245	-	161	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dreissena polymorpha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Pisidium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Polychaeta																		
Alkmaria romijni	139	-	-	1145	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pygospio elegans	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Streblospio shrubsolei	118	111	625	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manayunkia aestuarina	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabricia sabella	167	-	-	133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hediste diversicolor	209	100	626	473	1139	200	236	208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Marenzelleria viridis	223	934	4301	3341	4077	4096	7664	2202	5214	-	-	834	1881	-	-	14	259	
Oligochaeta																		
Oligochaeta	417	239	4003	578	1899	278	431	472	689	11	1112	918	2657	657	750	1438	1713	
Hirudinea																		
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Crustacea																		
Neomysis integer	-	11	77	11	83	11	28	-	33	-	22	-	-	-	-	-	56	
Gammarus spec.	-	22	42	-	-	111	-	83	61	17	11	28	100	500	-	-	-	
Corophium spec.	1369	1618	6614	-	1927	578	292	375	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Heterotanais oerstedii	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cyathura carinata	-	11	556	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sphaeroma spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Idothea chelipes	14	-	-	33	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jaera albifrons	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Insecta																		
Chironomidae	70	-	-	-	-	-	-	49	639	139	789	306	317	824	484	1514	1204	
Summe	3546	4959	22223	8854	9829	5329	8777	3528	6636	167	1934	2114	5115	1981	1234	2966	3232	

Anmerkung: Die dargestellten Abundanzen sind Jahresdurchschnittswerte aus jeweils 5 Beprobungen pro Station. Jede Probe enthält 3 Unterproben, deren Ergebnisse zusammengefaßt worden sind.

Tabelle 6 Individuen - Abundanz
(Durchschnittlich Individuendichte pro m²)

1994

	Stationen																	
Organismengruppen bzw. Arten	I	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
Nemertini																		
Prostoma	-	-	-	70	209	-	-	14	-	-	-	-	11	-	-	-	-	
Gastropoda																		
Hydrobia spec.	598	779	1070	1598	70	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potamopyrgus jenkinsi	28	181	-	70	209	14	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	67	
Bithynia tentaculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	11	
Valvata piscinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	33	-	-	-	-	
Bivalvia																		
Mytilus edulis	-	-	14	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cerastoderma lamarcki	42	28	153	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Arenomya arenaria	473	478	1321	306	14	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Macoma balthica	111	362	97	306	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dreissena polymorpha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	
Pisidium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	
Polychaeta																		
Alkmaria romijni	-	-	-	-	959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pygospio elegans	-	-	139	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Streblospio shrubsoli	445	167	1112	1126	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manayunkia aestuarina	-	-	14	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabricia sabella	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hediste diversicolor	181	209	292	362	570	264	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Marenzelleria viridis	1626	1043	5810	1988	4115	4921	-	1195	306	-	-	237	687	-	14	36	11	
Oligochaeta																		
Oligochaeta	806	362	1265	1849	1390	167	-	584	1251	14	585	1668	2113	-	1947	3654	9182	
Hirudinea																		
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	
Crustacea																		
Neomysis integer	-	-	-	-	42	28	-	14	14	14	-	-	-	-	-	-	22	
Gammarus spec.	-	-	-	14	28	-	-	28	28	-	-	97	100	-	-	-	67	
Corophium spec.	779	751	2419	1654	56	84	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	
Heterotanaeis oerstedii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cyathura carinata	-	-	639	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sphaeroma spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Idothea chelipes	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jaera albifrons	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Insecta																		
Chironomidae	28	84	-	14	-	334	-	667	1293	111	450	695	2769	-	3402	4531	3200	
Summe	5117	4453	14345	10943	6745	5840	-	2586	2892	139	1063	2865	6049	-	5363	8221	12560	

Anmerkung: Die dargestellten Abundanzen sind Jahresdurchschnittswerte
aus jeweils 5 Beprobungen pro Station. Jede Probe enthält
3 Unterproben, deren Ergebnisse zusammengefaßt worden sind.

Generell lassen sich die Untersuchungsergebnisse wie folgt interpretieren:

Das Artenspektrum des Makrozoobenthos verändert sich vom Greifswalder Bodden zum Oderhaff erheblich. Der marin geprägte Brackwasserbereich im östlichen Teil des Greifswalder Boddens zeichnet sich durch überwiegende Präsenz von euryhalinen Meerestieren und genuinen Brackwasserorganismen aus. Sie treten z.T. in hohen Individuendichten auf und ihre Biomassen erreichen an den Stationen Ariadne (4) und Loch (5) maximale Werte, um dann parallel zur sprunghaften Verminderung der Salinität an den Stationen Freest und Hollendorf ebenfalls sehr stark abzufallen (Abb. 3).

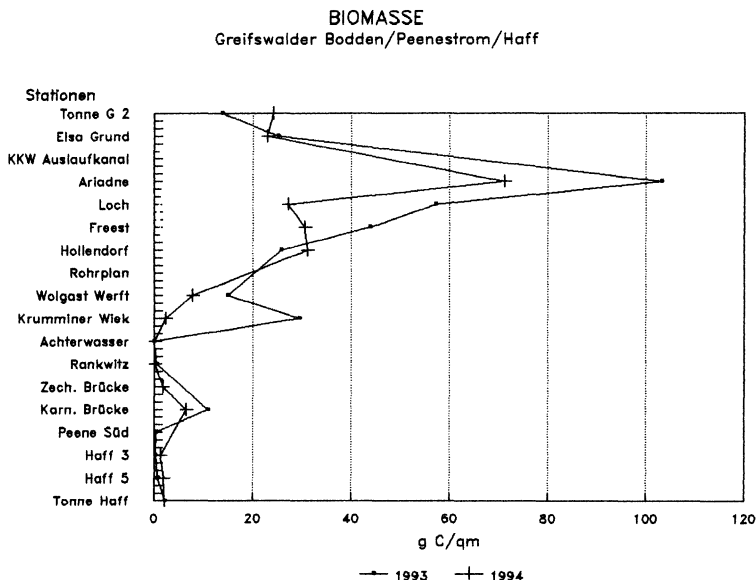


Abb. 3 Jahresdurchschnitt

Vom Ernährungstyp her gehören die Benthosorganismen vorwiegend zu den Suspensionsfressern oder Filtrieren (Detritivoren; SCHWOERBEL 1994). Wenige Arten leben polyphag (*Hediste diversicolor* und *Neanthes succinea*. Letzterer wurde im nördlichen Peenestrom etwa bis zur Höhe von Wolgast nachgewiesen).

Die marinen Makrozoobenthosarten werden mit dem Eintritt in den Peenestrom zunehmend durch limnische Arten ersetzt. Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

An den Stationen 1 bis 6 sind *Cerastoderma*, *Arenomya*, *Mytilus* und *Macoma* mit z.T. starken Individuenzahlen vertreten. Die Funde entsprechen den Untersuchungsergebnissen von PEREZ (1990). Die Station 6 (Freest) scheint für

diese Arten gleichzeitig die Vorkommengrenze zu sein. Einzelne Individuen können gelegentlich bis zur Station 7 vordringen. Sie sind damit in der Lage, Salzgehaltsschwankungen bis zu einer unteren Grenze von 1,0 bis 2,7 psu zu tolerieren (Vergl.: Tab.1 und 2)

Sehr ähnliche Vorkommengrenzen liegen auch bei den kleinen Polychaeten vor (ENGELMANN 1964). *Alkmaria*, *Manayunkia*, *Pygospio*, *Streblospio* und *Fabricia* dringen, vom Greifswalder Bodden kommend, selten bis zur Station 6 (Höhe Freest im Peenestrom) vor. Ihre höchsten Abundanzen besitzen die Tiere an den Stationen 4 und 5 im Greifswalder Bodden. Der gemessene Minimalwert der Salinität an der Station 5 betrug 4,3 Promille. Aus dem Vorkommen der Tiere wird erkennbar, daß als limitierende Faktoren die Salinität und die Sedimentstruktur von Bedeutung sind. An beiden Stationen liegen überwiegend Feinsande im Sediment vor (Tab. 4).

Während *Neanthes succinea* nur bis zu den Stationen 6, maximal bis zur Station 7 im Peenestrom anzutreffen ist, erweitert *Hediste diversicolor* seine Vorkommengrenze vom Greifswalder Bodden bis zur Station 9 (Wolgast 1993/94, untere Salinitätsgrenze: 0,9-2,6 psu). Die höchsten Abundanzen liegen im Bereich der Stationen 4, 5 und 6 vor. Bevorzugt werden damit im Untersuchungsgebiet Sedimente mit einem höheren Anteil an Feinsanden.

Eine unerwartet breite Toleranz gegenüber niedrigen Salzgehalten besitzt *Marenzelleria viridis*. Das Vorkommen von *Marenzelleria viridis* erstreckt sich über das gesamte Untersuchungsgebiet bis in das Oderhaff (Station 18). Damit muß diese Art zu den euryhalinen Meerestieren 4. Grades gerechnet werden (REMANE und SCHLIEPER, 1958). Die Salinität schwankte im Nachweisbereich der Tiere zwischen 7,5 (Greifswalder Bodden) und 0,5 psu (Station 18 im Kleinen Haff). Da die Abundanz primär von der Salinität der besiedelten Gewässer abhängig ist, kommt es zu einem Abundanzgefälle vom Greifswalder Bodden bis zum Kleinen Haff.

Gleichzeitig wird aber auch eine Abhängigkeit von der Sedimentstruktur der Siedlungsgewässer deutlich (Abb. 4), die durch den auffallenden Wechsel der Individuendichte zum Ausdruck kommt. Die Maxima weisen auf einen erhöhten Anteil an Feinsanden (0,16 - 0,25 mm) und auf einen geringen Organogehalt der Sedimente hin. Stationen mit einem hohen Glühverlust lassen niedrige Besiedlungsdichten erkennen.

Aus schlickigem Sand gewonnene Sedimentkerne mit einem Querschnitt von 60 cm² enthielten bis zu 42 Röhren von *Marenzelleria viridis* (1 Tier pro 1,4 cm²).

Oligochaeten treten mit hohen Individuendichten im Peenestrom, ganz besonders aber im Kleinen Haff auf. Sie gehören zu den wenigen Formen, die unter den schlechten Lebensbedingungen der genannten Gewässer, besonders in den Schlickbereichen ihre größten Abundanzen besitzen und als Indikatororganismen für organische Verschmutzungen herangezogen werden können (BLUHM, 1990). Als primär limnisch-terrestrische Tiergruppe schließen sie eine

auffallend hohe Zahl euryhaliner Süßwasserarten sowie einige genuine Brackwasserformen ein (REMANE und SCHLIEPER 1958). (Die Verbreitung der gefundenen Taxa im Untersuchungsgebiet wird aus der Tab. 8 ersichtlich.)

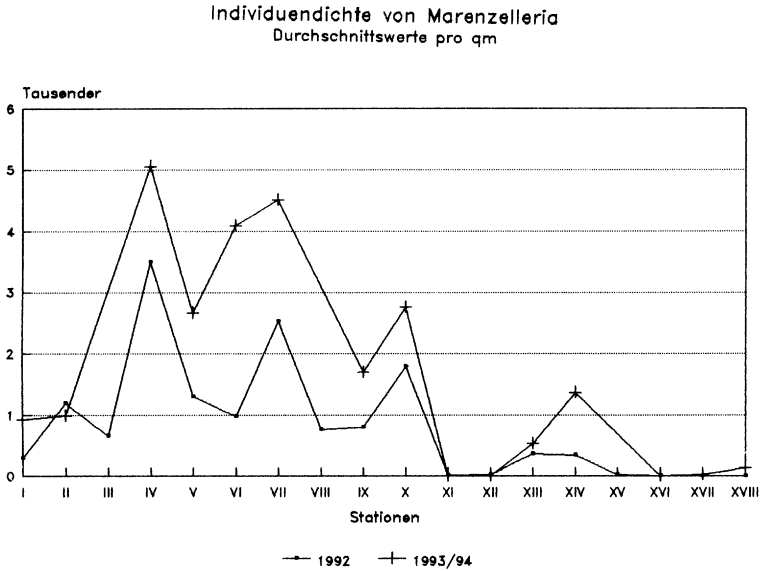


Abb. 4 Sedimentabhängige Abundanzschwankungen

Es kann angenommen werden, daß die in den Übersichten enthaltenen Individuenzahlen noch wesentlich unter den realen Individuendichten liegen.

Die Crustaceen sind mit 6 Gattungen erfaßt worden (*Neomysis*, *Gammarus*, *Corophium*, *Cyathura*, *Sphaeroma* und *Idothea*, vergl. Tab. 8). Die Nachweisgrenzen der Tiere waren 1993 und 1994 nahezu identisch.

Ausgehend von den durchschnittlichen Salinitätswerten der Fundorte, kann folgende Abstufung im Vordringen der Tiere in den Peenestrom und im zentralen Becken des Kleinen Haffs getroffen werden:

<i>Cyathura carinata</i>	Station 5	Untere Salinitätsgrenze	4,5 - 5,5 psu
<i>Sphaeroma hookeri</i>	Station 6	Salinität	1,0 - 2,7 psu
<i>Idothea chelipes</i>	Station 6	Salinität	1,0 - 2,7 psu
<i>Neomysis integer</i>	Station 7 - 12	Salinität	0,5 - 1,4 psu
<i>Corophium volutator</i>	Station 13- 14	Salinität	0,4 - 1,6 psu
<i>lacustris</i>	Station 6		
<i>Gammarus salinus</i>	Station 14- 18	Salinität	0,5 - 1,6 psu
<i>zaddachi</i>			
<i>duebeni</i>			

Während bei *Corophium* und *Cyathura* wieder eine eindeutige Zuordnung der Abundanzziffern zur Bodenstruktur (bevorzugt werden Feinsande bzw. schlickiger Sand) vorgenommen werden kann, ist bei *Sphaeroma*, *Idothea* und den *Gammariden* die Herstellung einer solchen Korrelation nicht möglich. Die genannten Formen sind im wesentlichen an das Makrophytobenthos oder an Muschelbänke (sekundäre Hartstrukturen) gebunden, so daß es sich bei den wenigen gefundenen Individuen wahrscheinlich um verdriftete Tiere handelt. *Neomysis* tritt als pelagische Form in großen Schwärmen über dem Sediment auf und kann zufällig bei der Sedimententnahme mit gefangen worden sein.

Als besonders häufige Makrozoobenthosformen treten Chironomidenlarven in Bereichen mit vorwiegend schlickigen Sedimenten auf. Sie sind mit hohen Abundanzen zwischen den Stationen 9 und 18 (1993/94) nachgewiesen worden. Vereinzelt Funde lagen von den Stationen 1 bis 8 vor.

Das zeitlich differente gehäufte Auftreten der Tiere in den unterschiedlichen Sektoren des Peenestromes oder des Haffs ist auf die unterschiedlichen Abläufe der Lebenszyklen und der Schlupfrhythmen der Arten zurückzuführen. ARNDT (1994) konnte zwei Hauptschlupfperioden feststellen, die im Mai/Juni und im August/September lagen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß für die meisten Arten, die aus dem Bodden ins Peeneastuar eingewandert sind, die Vorkommensgrenze in Höhe der Stationen 5 und 6 liegt. Letzteres trifft für die Mollusken, für den größten Teil der Polychaeten und für die Crustaceen zu. Für einige Crustaceen, insbesondere für *Corophium* und *Gammariden* sind die Vorkommensgrenzen bis ins Haff vorgeschoben (vergl. Tab. 8)

Die im Bereich der Stationen 6 bis 9 liegende Grenze zwischen euryhalinen Meeresorganismen und euryhalinen Limnobiern wird lediglich durch die Gattung

Marenzelleria einerseits und durch Oligochaeten und Chironomiden andererseits überschritten.

4.2 Die Dominanzstruktur der auftretenden Arten im Untersuchungsgebiet

Entscheidend für die Sedimentumlagerungen und Stoffaustauschprozesse sind vor allem die dominanten Arten. In diesem Sinne sind in der Tab. 7 die eudominanten bzw. dominanten oder subdominanten Formen (Individuendominanz, nach MÜHLENBERG 1989) und die durchschnittlichen Biomassen (gemessen in g C) pro Station aufgeführt.

Tabelle 7 Biomasse pro Station in g C und dominante Arten

Stationen	1993				1994			
	Dominanzabstufung			Summe Biom.	Dominanzabstufung			Summe Biom.
	1	2	3		1	2	3	
1	Are	Cer	Hed	13,8	Are	Cer	Hed	24,2
2	Are	Mar	Mac	25,1	Are	Mar	Mac	23
3								
4	Are	Mar	Hed	10,3	Mar	Are	Hed	71,2
5	Are	Mar	Hed	57,4	Mar	Are	Hed	27,2
6	Mar	Hed	Are	43,9	Mar	Hed	Are	30,5
7	Mar	Hed	Cor	25,8	Mar	Hed	Are	31,1
8								
9	Mar	Hed	Cor	15,0	Mar	Hed	Chi	7,8
10	Mar	Chir	Neo	29,4	Mar	Oli	Chi	2,3
11	Chi	Gam	Oli	0,05	Neo	Chi	Oli	0,1
12	Chi	Oli	Neo	0,45	Chi	Oli	Nem	0,2
13					Mar	Chi	Oli	1,9
14	Mar	Oli	Chi	10,9	Mar	Chi	Dre	6,5
15	Chi	Gam	Oli	0,40				
16	Chi	Oli	-	0,22	Chi	Oli	Mar	1,3
17	Chi	Oli	Mar	0,68	Chi	Oli	Mar	1,9
18	Mar	Chi	Neo	2,2	Chi	Oli	Neo	2,1

Legende: Are = Arenomya Neo = Neomysis
Cer = Cerastoderma Gam = Gammarus
Mac = Macoma Neo = Neomysis
Dre = Dreissena Cor = Corophium
Mar = Marenzelleria Oli = Oligochaeta
Hed = Hediste Nem = Nematoda
Chi = Chironomidae

Aus der Übersicht wird erkennbar, daß zwischen den beiden Untersuchungs-jahren Strukturveränderungen eingetreten sind. Eudominante bzw. dominante

Arten/Gruppen des Jahres 1993 sind zugunsten anderer Taxa zurückgetreten. Auffallend ist dabei die starke Präsenz von *Marenzelleria viridis*. Trends lassen sich jedoch aus diesen Ergebnissen noch nicht ableiten.

Mit der zunehmenden Veränderung der Wasserqualität im nördlichen Teil des Peenestromes und ganz besonders im Haff nimmt in der Folge auch die Individuenzahl und die Biomasse der wenigen existierenden Makrozoobenthosarten ab (Abb. 4).

4.3 Die Ergebnisse der Makrozoobenthoskartierung im Kleinen Haff

Aus der Bedeutung, die das Kleinen Haffs als Puffer- und Sedimentationszone zwischen der Oder und Peene einerseits und der Ostsee andererseits für industrielle und landwirtschaftliche Abprodukte besitzt, leitete sich die Notwendigkeit einer erweiterten und über die oben beschriebenen Routinebeprobungen hinausgehende Untersuchung des Kleinen Haffs ab. Unter diesem Aspekt sind die Arbeiten von HENSEL (1994) und ANDRES (1993) durchgeführt und durch eine erneute faunistische Kartierung im Sommer 1994 ergänzt worden.

Im Kleinen Haff liegen im wesentlichen zwei Sedimenttypen vor. Auf der Grundlage des Einteilungsprinzips von LINDNER (1978) lassen sich ein Mineralbodenkomplex und ein Schlickkomplex unterscheiden.

Während der Schlickboden den gesamten zentralen Bereich des Kleinen Haffs bis etwa zur 2 m - Tiefenlinie ausfüllt, befindet sich der Sandboden vor allem in Zonen geringer Wassertiefen im nördlichen und teilweise auch im südlichen Randbereich des Kleinen Haffs. Die Ausbreitung dieser beiden Hauptsedimenttypen, die eine Reihe Übergangszonen besitzen, wirkt sich entscheidend auf die Zusammensetzung der Benthoslebensgemeinschaften aus. Übergreifend liegen zwischen den beiden Sedimenttypen die *Dreissena*-Bänke, die durch ihren hohen Anteil an Schalen zu einer Verfestigung des Untergrundes beigetragen haben. Daraus resultiert in der Folge die Kennzeichnung dieser Böden als "sekundäre Hartböden".

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden von den insgesamt 277 km² ca. 240 km² Wasserfläche erfaßt. Bei einem Raster von 76 Stationen, deren Abstand 1 sm betrug, kann die in der Folge vorgenommen Ermittlung der Besiedlungsstruktur nur eine ganz grobe Schätzung sein.

Die Fauna des Kleinen Haffs setzt sich aus drei physiologisch bedingten Organismengruppen zusammen (REMANE und SCHLIEPER 1958) (euryhaline marine Arten, euryhaline limnische Arten und genuine Brackwasserorganismen).

Im Kleinen Haff sind im Benthos 27 Arten nachgewiesen worden. Hinzu kommt die große Gruppe der Chironomiden, die nicht determiniert worden ist. Das Ufergelege wurde nicht untersucht.

4.3.1 Die Abundanzen der auftretenden Arten

Die Abundanz der auftretenden Arten wird entscheidend durch die Sedimentbeschaffenheit des Untersuchungsgebietes bestimmt.

Eine Schätzung der Flächengröße der 3 Habitats ergab 1993 und 1994 die folgenden Werte:

	1993	1994
<i>Dreissena</i> -Bänke:	52,4 km ²	61,5 km ²
Sand:	29,2 km ²	22,6 km ²
Schlick:	162 km ²	158,7 km ²
	243,6 km ²	242,8 km ²

Die genannten Bereiche sind durch eine spezielle Zusammensetzung ihrer Lebensgemeinschaften gekennzeichnet.

► Sekundäre Hartböden

Die *Dreissena*-Bänke werden durch die meisten im Kleinen Haff vorkommenden Makrozoobenthosarten besiedelt.

Die Leitform, *Dreissena polymorpha* (PALLAS), ist sowohl auf Sand als auch auf Schlick anzutreffen. Sie kann unter Einbeziehung der Schalen abgestorbener Tiere sowie durch Verklumpung sekundäre Hartböden bilden und damit die Voraussetzungen für die Besiedlung durch andere Tierformen schaffen.

Diese Lebensgemeinschaft schließt *Cordylophora caspia*, *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Potamopyrgus jenkinsi*, *Marenzelleria viridis*, Oligochaeten, Hirudineen und mehrere Gammaridenarten ein.

Nach ANDRES (1993) tritt *Dreissena polymorpha* mit maximalen Abundanzen von 30000 Ind./m² auf. Der höchste Wert von HENSEL (1994) lag bei 41000 Ind./m². Die im Sommer 1994 durchgeführte Untersuchung führte zu einem Maximalwert von 13000 Ind./m².

Die Untersuchungen von WIKTOR und WIKTOR (1954) ergaben für das Stettiner Haff Maximalwerte von ca. 12000 Ind./m² (Größe: 0,5 bis > 2 cm).

Cordylophora caspia (PALLAS), eine genuine Brackwasserform, tritt bevorzugt in Salzgehaltsbereichen von 1 - 15 psu auf (REMANE und SCHLIEPER 1958, ARNDT 1984 und 89). In Ermangelung geeigneter Substrate, auf denen sich die Kolonien festheften können, sind sie in ihrem Vorkommen an die *Dreissena*-Bänke gebunden (ANDRES, 1993).

Bithynia tentaculata (L.) bevorzugen schlammigen Untergrund, brauchen aber klares und sauerstoffreiches Wasser. Die Tiere waren nach GESSNER (1957) mit hohen Individuenzahlen im Kleinen Haff verbreitet. Heute deckt sich ihr

Vorkommen mit der Lage der *Dreissena*-Bänke. Sie erreichen dort Dichten von ca. 5800 (1993) bzw. 9500 (1994) Ind./m².

Marenzelleria viridis (VERRILL) ist innerhalb weniger Jahre bis ins Oderhaff eingewandert und dort 1989 durch WAWRZY尼亚K-WYDROWSKA (1994) nachgewiesen worden.

Marenzelleria tritt vorwiegend in Bereichen mit sandigen Sedimenten oder in den *Dreissena*-Bänken auf. Die von ihnen erreichten Besiedlungsdichten können Werte bis zu 27600 Ind./m² (1993) aufweisen (Maximalwert 1994: 11000 Ind./m²).

Die Verbreitung von *Marenzelleria* wird im wesentlichen durch das Vorhandensein günstiger Lebensbedingungen (Sandboden und sauerstoffreiches Wasser) gewährleistet. Es wird angenommen, daß sich *Marenzelleria* im Kleinen Haff nicht vermehrt, sondern über Larventransporte seine Vorkommengrenzen bis ins Kleine Haff vorgeschoben hat.

Die Oligochaeten stellen eine Mischgruppe aus mehreren Arten dar (vergl. dazu die Artenliste). Sie sind vorwiegend aus limnischen Bereichen eingewandert. Im Kleinen Haff treten vor allem die Gattungen *Tubifex* und *Limnodrilus* auf. Im Nordteil des Kleinen Haffs wurde die relativ große Art *Criodrilus lacuum* in Tiefen bis zu 2 m häufig gefunden.

Die Oligochaeten sind, mit einigen wenigen Ausnahmen, im ganzen Haff vertreten. Die Abundanzen schwanken zwischen 210 und 34700 Ind./m².

Aus der Gruppe der Hirudineen sind die beiden Arten *Erpobdella octoculatus* (L.) und *Helobdella stagnalis* (L.) relativ häufig auf den *Dreissena*-Bänken angetroffen worden.

Die Crustaceen sind im Kleinen Haff mit den folgenden Arten vertreten: *Gammarus salinus* (SPOONER), *Gammarus zaddachi* (SEXTON), *Gammarus duebeni* (LILJEBORG), *Corophium volutator* (PALLAS) und *Asellus aquaticus* (L.). Zusammengefaßt erreichen sie auf den *Dreissena*-Bänken eine maximale Abundanz von 11300 Ind./m². *Corophium volutator* und *Asellus aquaticus* sind nur in wenigen Exemplaren gefunden worden.

Mit geringen Abundanzen treten außerdem die folgenden Mollusken auf den *Dreissena*-Bänken auf: *Valvata piscinalis* (MÜLLER), *Theodoxus fluviatilis* (L.) und *Potamopyrgus jenkinsi* (SMITH). Die drei genannten Taxa waren nach NEUBAUR (1927) regelmäßig im gesamten Haff anzutreffen.

► Sand

Die Sand- und Schlickhabitate unterscheiden sich von den *Dreissena*-Bänken durch ein reduziertes Arteninventar und veränderte Abundanzziffern.

Die das Kleine Haff im Norden und Süden umfassenden sandigen Sedimente bestehen zum überwiegenden Teil aus Fein- und Mittelsanden. Der prozentuale

Anteil der kleinsten Siebfraktion ($SF < 63 \mu m$) liegt bei 0 - 15% (mündl. Mitteilung MEYER 1993).

Diese Bereiche werden teilweise durch große *Dreissena*-Bänke bedeckt. Auf den Sandflächen zwischen den Muschelbänken treten folgende Arten bzw. Gruppen auf:

Marenzelleria viridis, *Bithynia tentaculata*, Oligochaeten, Gammariden und Chironomiden.

Marenzelleria stellte auf den Sandböden mit einer Abundanz bis zu 11000 Tiere pro m^2 die individuenreichste Art dar. *Bithynia* war mit relativ wenigen Exemplaren vertreten (max. ca. 390 Tiere pro m^2). Eine ähnliche Situation lag auch bei den Gammariden (ca. 80 Exemplare pro m^2) und bei den Oligochaeten vor (ca. 250 Tiere pro m^2). Relativ stark war dagegen die Besiedlung der Sedimente mit Chironomiden, die eine Abundanz von etwa 1000 Tieren pro m^2 erreichten.

► Schlicksedimente

In den Schlicksedimenten, die das zentrale Becken des Kleinen Haffs ausfüllen, treten neben wenigen Exemplaren der Gattung *Marenzelleria* nur noch Chironomiden und Oligochaeten auf.

Hohe Besiedlungsdichten (auf wenige Stationen begrenzt) erreichten 1993 die Chironomidenlarven mit 4000 Ind./ m^2 . 1994 lag das Maximum der Besiedlungsdichte bei 8400 Ind./ m^2 . Untersuchungen von ARNDT (1994) im Saaler Bodden führten zu ähnlichen Abundanz (April 1989: 4983 im Norden und 8644 Ind./ m^2 im Süden des Gewässers).

Die Abundanz der Oligochaeten schwankten 1993 zwischen 160 und 2100 Ind./ m^2 . 1994 lag die Schwankungsbreite der Abundanz an den Schlickstationen zwischen 100 bis 6300 Ind./ m^2 .

4.3.2 Die Dominanzstruktur der auftretenden Arten im Kleinen Haff

Die Dominanzstruktur (MÜHLENBERG, 1989) im Untersuchungsgebiet wird entscheidend durch die Sedimentbeschaffenheit bestimmt.

Ausgehend von der Gesamtzahl der Individuen auf den Dreissenabänken ist *Dreissena polymorpha* als Leitform mit 17,4 % (dominant) relativ gering ausgewiesen.

Marenzelleria viridis ist in Sandgebieten mit 67,8 % eine eudominante Form. Auf den Dreissenabänken stellt sie mit 8,5 % Anteil an der Gesamtindividuenzahl nur eine subdominante Art dar. In Schlickgebieten tritt sie sporadisch auf oder nimmt teilweise den Status einer rezedenten Form ein.

Oligochaeten sind auf den *Dreissena*-Bänken mit 23,6 %, im Sandgebiet mit 21,5 % und im Schlickgebiet mit 23,8 % vertreten. Sie stellen in den drei Lebensräumen eine dominante Gruppe dar.

Die Chironomiden sind vorwiegend Schlickbewohner. Mit 76,2 % bilden sie in den Schlickzonen eine eudominante Gruppe. Auf den *Dreissena*-Bänken sind sie mit 19,5 % (dominant) und in den Sandgebieten mit 8,5 % (subdominant) vertreten.

Die Gammariden stellen mit 22,4 % der Gesamtindividuenzahl auf den *Dreissena*-Bänken eine dominante Gruppe dar. Im Sandgebiet sind sie mit einem Anteil von 2,4 % an der Gesamtpopulation beteiligt.

Bithynia tentaculata bildet auf den *Dreissena*-Bänken mit 6,2 % eine subdominante Gruppe. Im sandigen Sedimenten treten sie nur sporadisch auf.

Alle anderen Arten müssen in den drei Lebensräumen den sporadischen Begleitarten zugeordnet werden.

Tabelle 8 Liste der im Untersuchungsgebiet erfaßten Makrozoobenthosarten

	Fundorte		
	Großer Bodden	Peenestrom	Kleines Haff
Nemertini			
Prostomatella obscura		X	
Gastropoda			
Theodoxus fluviatilis			X
Hydrobia ventrosa	X	X	
Hydrobia ulvae	X	X	
Potamopyrgus jenkinsi	X	X	X
Bithynia tentaculata		X	X
Valvata piscinalis		X	X
Bivalvia			
Mytilus edulis	X	X	
Cerastoderma lamarcki	X	X	
Arenomya arenaria	X	X	
Macoma balthica	X	X	
Dreissena polymorpha		X	X
Pisidium spec.			X
Polychaeta			
Pygospio elegans	X		
Streblospio shrubsolei	X		
Fabricia sabella	X		
Alkmaria romijni	X		
Hediste diversicolor	X	X	
Neanthes succinea	X	X	
Marenzelleria viridis	X	X	X
Oligochaeta			
Tubifex tubifex	X	X	X
Potamothrix moldaviensis		X	X
Potamothrix hammoniensis	X	X	X
Limnodrilus claparedianus		X	X
Limnodrilus hoffmeisteri	X	X	X
Paranais litoralis		X	X
Nais elinguis		X	X
Psammoryctides barbatus		X	X
Psammoryctides convolutus			X
Rhizodrilus pilosus		X	X
Pristina lutea			X
Criodrilus lacuum			X
Hirudinea			
Helobdella stagnalis			X
Erpobdella octoculatus			X
Crustacea			
Neomysis integer	X	X	X
Gammarus salinus	X	X	X
Gammarus zaddachi	X	X	X
Gammarus duebeni	X	X	X
Corophium volutator	X	X	X
Corophium lacustre	X	X	
Cyathura carinata	X	X	
Heterotanais oerstedii	X	X	
Sphaeroma hookeri	X	X	
Idothea chelipes	X	X	
Asellus aquaticus			X
Insecta			
Chironomidae		X	X

5 Diskussion

Im Gegensatz zum Greifswalder Bodden, war die faunistische Bearbeitung des Peenestroms und des Kleinen Haffs sehr lückenhaft. Es gibt nur wenige Arbeiten, die sich mit den benthischen Lebensgemeinschaften im Peenestrom und im Kleinen Haff auseinandersetzen. Eine sehr genaue Beschreibung der Verbreitung des Makrozoobenthos in den diskutierten Gebieten wurde durch NEUHAUS (1933) vorgenommen. Er sieht das Auftreten der unterschiedlichen Organismengruppen in engem Zusammenhang mit der Salinität und stellte Verbreitungsgrenzen fest, die sich nur geringfügig von den eigenen Ergebnissen unterscheiden. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage nach den eutrophiebedingten Veränderungen des Makrozoobenthos. Die folgende Zeitreihe der essentiellen Pflanzennährstoffe (Orthophosphat und Nitrat) verdeutlicht, daß die Eutrophierung in der Zeit von 1981 - 1993 (Phosphatwerte) zugenommen hat und gegenwärtig wieder leicht abklingt. Sie zeigt aber auch, daß der Eutrophierungsgrad seit 1965 (Beginn exakter Messungen) sehr hoch liegt. Es kann angenommen werden, daß diese Situation auch schon früher bestand und die Flora und Fauna sich darauf eingestellt haben.

			NO ₃ - N	PO ₄ - P
			(in µmol/l)	
SCHNESE (1967), MLODZINSKA (1980),	1965	Mit.	107,1	1,44
	1970	Max.	168,0	1,50
Gewässergütebericht (1991)	1981	Mit.	43,9	1,00
		Max.	258,3	6,97
	1985	Mit.	86,9	3,88
		Max.	234,8	6,99
		Mit.	73,2	2,46
	1991	Max.	65,8	16,53
Gewässergütebericht (1994)	1993	Mit.	14,8	6,69
		Max.	88,6	5,43
		Mit.	32,6	2,69
Eigene Ergebnisse	1994	Max.	147,0	1,70
		Mit.	51,8	1,00
April	1995		244,9	1,60
Juni	1995		3,2	0,06

Ein Vergleich der Untersuchungen von NEUHAUS (1933) mit den eigenen Ergebnissen läßt die folgenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten erkennen.

NEUHAUS nimmt an, daß die Grenze für das Eindringen euryhaliner Meeresorganismen *Cyathura carinata*, *Corophium volutator*, *C. lacustre* auf der Höhe der Krumminer Wiek liegt. *Corophium curvispinum* wurde von ihm im südlichen Peenestrom und im Kleinen Haff nachgewiesen.

Die zuletzt aufgeführte Art ist im Verlaufe der gegenwärtigen Untersuchungen nicht gefunden worden. *Cyathura carinata* trat vereinzelt im nördlichen Peenestrom bis Wolgast auf. Eine ähnliche Verbreitung zeigte auch *Corophium lacustre* während *Corophium volutator* vereinzelt bis ins Kleine Haff vorgedrungen war.

Im Kleinen Haff trennte NEUHAUS die Schlickregion von den Schaaren ab und charakterisiert den Schlick aus dem zentralen Becken als "sehr feinkörnig, durchsetzt mit nur geringen Mengen gröberer Zellulosesubstanz und fast geruchlos. Er bildet eine zähe anscheinend tonhaltige Masse...". Diese Beschreibung trifft gegenwärtig für den Schlickanteil zu, der unterhalb einer lockeren H_2S -haltigen schwarzen Sedimentschicht von ca. 15 cm Stärke liegt.

Die Sedimente im zentralen Becken wurden nach NEUHAUS nur von Chironomiden und von *Tubifex tubifex* besiedelt. Abgesehen von der Möglichkeit, die Oligochaeten noch weiter aufzugliedern, muß festgestellt werden, daß sich scheinbar keine generellen Unterschiede in der Besiedlungsstruktur des zentralen Haffbereiches im Verlaufe der vergangenen 60 Jahre herausgebildet haben.

Änderungen sind im Bereich der Schaare aufgetreten. Sie spiegeln sich besonders in der Zusammensetzung der Malakofauna wider. Die am Schaarabfall befindlichen *Dreissena*-Bänke waren teilweise mit *Cordylophora* bedeckt (wie gegenwärtig auch). Sehr häufig traten nach NEUHAUS *Bythinia* und *Valvata* auf. In geringer Zahl wurden die beiden Muscheln *Pisidium* und *Sphaerium* gefunden. *Unio* und *Anodonta* kamen überall am Ufer und in der Zone der toten Muscheln vor. Während der eigenen Arbeiten wurden *Anodonta* und *Unio*, wahrscheinlich methodisch bedingt, nicht gefunden. In den Sandbereichen der Ufernähe fand NEUHAUS *Lithoglyphus*, die bis in den Peenestrom nachweisbar war. Im Geleге lebten neben *Bithynia tentaculata* zahlreiche *Limnaea ovata*. Nach den Angaben von NEUBAUR (1927) sind sogar 6 Arten der Gattung *Limnaea* im Haff angetroffen worden worden.

Die Bestände von *Valvata piscinalis* sind scheinbar in den letzten Jahrzehnten drastisch zurückgegangen. Das trifft auch für *Valvata naticina* zu, die gegenwärtig nicht nachgewiesen werden konnte. *Potamopyrgus jenkinsi*, die vor etwa 70 Jahren ins Kleine Haff eingewandert war (NEUBAUR 1927) tritt zur Zeit nur vereinzelt in den Sandbereichen auf.

NEUHAUS beschreibt für das Kleine Haff das Auftreten von *Corophium curvispinum*. Das Vorkommen von *C. curvispinum* scheint innerhalb weniger Jahre erheblich zu schwanken. 1915 (NEUHAUS 1933) wurde diese Art im Stettiner Haff noch nicht gefunden. Nach NEUHAUS (1933) und GESSNER (1957) traten die Tiere besonders auf den *Dreissena*-Bänken in relativ großen Mengen auf. Während der Untersuchungen 1993 und 1994 konnten sie nicht nachgewiesen werden.

Über die Verbreitung der Gammariden im Kleinen Haff ist aus älteren Arbeiten wenig bekannt. NEUHAUS beschreibt das Vorkommen von *Carinogammarus Rösellii* und *Gammarus pulex* aus dem Bereich der Ückermündung. Die im

Rahmen der eigenen Untersuchungen relativ häufig auf den *Dreissena*-Bänken angetroffenen Arten *Gammarus salinus*, *G. duebeni* und *G. zaddachi* wurden von den oben genannten Autoren nicht erwähnt.

Asellus aquaticus trat in den 30iger Jahren in großen Beständen auf und bildete einen wichtigen Bestandteil der Fischnahrung. Während der eigenen Untersuchungen wurden die Tiere nur in wenigen Exemplaren angetroffen.

Die Untersuchungsergebnisse von NEUHAUS sind weitgehend identisch mit den 1970 im Großen Haff von WIKTOR (1980) erzielten Resultaten.

Völlig neu ist das Auftreten des Spioniden *Marenzelleria viridis* im Kleinen Haff. "Die ersten Nachweise 1985 und 1986 waren sporadische Funde mit wenigen Individuen" in der Darß-Zingster-Boddenkette (BICK und BURCKARDT 1989). Gegenwärtig ist diese Art mit großer Individuenzahl in den Sandhabitaten des Peenestroms und des Kleinen Haffs vertreten und auch im Großen Haff nachgewiesen worden (MASLOWSKI 1992).

Der durchgeführte Vergleich mit älteren Arbeiten ist sicher lückenhaft. Er läßt zwar Veränderungen zwischen den gegenwärtig existierenden und den vor 60 Jahren nachgewiesenen Zönosen erkennen, verdeutlicht aber gleichzeitig, daß diese Unterschiede nicht so gravierend sind, wie bisher angenommen.

Während das Artenspektrum sich nur geringfügig geändert hat, kommt es zu mehr oder weniger großen Schwankungen der Abundanzen. Dabei ist nicht geklärt, ob die Abundanzveränderungen Ausdruck einer natürlichen Schwankungsbreite der Populationen sind oder auf die Veränderungen der Eutrophie zurückgeführt werden müssen.

Wahrscheinlich trifft für das Kleine Haff eine ähnliche Situation zu, wie sie durch ARNDT (1994) für den Saaler Bodden beschrieben worden ist. "Die trotz der hohen Belastung durch den Menschen (Kommune, Landwirtschaft, Industrie, Tourismus) ausgeprägte Elastizität des makrobenthischen Kompartiments scheint der Tatsache zu verdanken zu sein, daß dieses als Vorfluter agierende System durch die Flachheit des Gewässers ständig mit Sauerstoff versorgt wird, und zusätzlich die bestimmenden Makrozoobenthosarten genetisch an hohe Belastungen adaptiert sind."

MASLOWSKI (1993) kommt nach einer Studie der Langzeitveränderungen der Bodenfauna im Stettiner Haff zu einer sehr ähnlichen Schlußfolgerung. Seine Arbeit macht deutlich, daß über einen längeren Zeitraum keine grundsätzlichen Veränderungen im Makrozoobenthos eingetreten sind. Er geht davon aus, daß der Eutrophierungsprozeß sich fördernd auf die Entwicklung des Makrozoobenthos ausgewirkt hat.

Generell kann angenommen werden, daß die Eutrophierung des Kleinen Haffs schon über einen langen Zeitraum eine relativ hohe Stufe erreicht hatte und prägend auf die Fauna wirkte. In Abhängigkeit von den Habitaten sind euryöke Lebensgemeinschaften entstanden, deren Stabilität durch die in den 80iger

Jahren einsetzende Veränderung des Eutrophierungsgrades und der damit verbundenen Belastungen nicht entscheidend beeinflusst worden sind.

Literatur

- ARLT, G.: Faunistisch- ökologische und produktionsbiologische Untersuchungen am Makro-
benthos des Greifswalder Boddens. Dissertaiion, EMAU Greifswald (1970).
- ARNDT, E.A.: The ecological niche of *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771). Limnologica (Berlin)
15 (1984), S. 469-477
- ARNDT, E.A.: Zusammenfassende Ergebnisse von Untersuchungen am Makrozoobenthos der
Darß - Zingster Boddenkette von 1967 - 1987. Wiss. Z. WPU Rostock, N-Reihe 37 (1988)
5, S. 6 - 12.
- ARNDT, E.A.: Ecological, physiological and historical aspects of brackish water fauna distributi-
on. In: J. S. Ryland & P. A. Tyler (eds.) Proc. 23rd Eur. Mar. Biol. Symp. Swansea UK,
Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, (1989) p. 327-338
- ARNDT, E.A.: Struktur und Dynamik des Makrozoobenthos in der Darß-Zingster Boddenkette im
Laufe der letzten 25 Jahre unter besonderer Berücksichtigung der Makrozoobenthos-Ent-
wicklung im Saaler Bodden von 1986-1990. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 2 (1994), S.
93-120
- ANDRES, D.: Abschlußbericht, Video- und Fotodokumentation der Bestände on Dreissena poly-
morpha (Pallas) im Oderhaff. Aldebaran Marine Research and Broadcast, Kiel. 29. (1993)
- AUTORENKOLLEKTIV : Gewässergüteberichte. Hrsg.: Umweltministerium des Landes Mecklen-
burg-Vorpommern (1992, 1993, 1994)
- BESCH, W.K., HAMM, A., LENHART, B., MELZER, A., SCHARF, B. & STEINBER, C.: Limnologie
für die Praxis. Ecomed, Fach-Verlag Landsberg (1992)
- BICK, A. und BURCKHARDT, R.: Erstnachweis von Marenzelleria viridis (Polichaeta, Spionidae)
für den Ostseeraum, mit einem Bestimmungsschlüssel der Spioniden der Ostsee. Mitt.
Zool. Mus. Berlin. 65 (1989)2, 237-247.
- BLUHM, H.: Analyse zyklischer Wiederbesiedlungsvorgänge am Beispiel sublitoraler Makro-
benthosgemeinschaften in der Flensburger Förde. Diss. C.-A.-Universität Kiel (1990)
- BÖRNER, R. & KELL, V.: Einfluß von Nährstoffanreicherung auf die Biomasse, Artensequenz
und Primärproduktion des Phytoplanktons während einer Komplexanalyse im Zingster
Strom (Juni 1981). WZ Rostock, Math.- Nat. R. 31 (1982) 6, S. 53-56.
- BUCKMANN, K.: Messung und numerische Modellierung von Transport- und Austauschprozes-
sen im Greifswalder Bodden und Oderästuar. Forschungsbericht zum Projekt: "Greifs-
walder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse". EMAU Greifswald (1994), 31 S.
- DAMISCH, A.: Quantitative Untersuchungen der Bodenfauna der Dänischen Wiek. Staatsex-
amensarbeit, EMAU Greifswald (1956).
- ENGELMANN, H.-D.: Qualitative und quantitative Benthos-Untersuchungen im Greifswalder Bod-
den zur Erfassung der Produktivität. Diss. EMAU Greifswald (1964)
- GESSNER, F.: Meer und Strand. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaft, Berlin (1957)
- GIZINSKI, A., JAGODZINSKA, M., WOLNOMIEJSKI, N., GRYGIEL, I.: Zoobenthos of the muddy
areas of Szczecin Lagoon. Acta Universitatis Nicolai Copernici, Prace Limnologiczne Nr. 12
(1980), 43-59
- GRAY, J.S.: Ökologie mariner Sedimente. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg New York (1984)
- GÜNTHER, B.: Die Fauna des Kooser Sees in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren. Diplomar-
beit, EMAU Greifswald (1961)
- HENSEL, S.: Status-quo-Erfassung des Makrozoobenthos im Kleinen Haff unter Berücksichtigung
ökologischer Parameter. Diplomarbeit. Univ. Greifswald (1994)
- JÖNSSON, N., BUSCH, A.: Struktur und Funktion von Bodenlebensgemeinschaften im Ergebnis
von Austausch- und Vermischungsprozessen. Forschungsbericht zum Projekt: "Greifs-
walder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse". EMAU Greifswald (1994), 22 S.

- KELL, V.: Primärproduktionsmessungen im Greifswalder Bodden in den Jahren 1981 und 1982. Wiss. Ztschr. WPU Rostock 33, (1984), 6, S. 53-56
- KELL, V.: Untersuchungen zur Qualität und Quantität des Phytoplanktons im Greifswalder Bodden (südliche Ostsee) in den Jahren 1977- 1984. Wiss. Ztschr. WPU Rostock 34, (1985), 6, S. 32-40
- LAMPE, R.: Einführung zum Forschungsbericht des Projektes "Greifswalder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse". EMAU Greifswald (1994), S. 1-25
- LAMPE, R. und MEYER, H.: Hydrographie des Oderästuars: Zeitliche und räumliche Verteilung ausgewählter Wasserinhaltsstoffe im Zeitraum Oktober 1993 bis September 1994. Forschungsbericht zum Projekt: "Greifswalder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse". EMAU Greifswald (1994), 18 S.
- LINDNER, A.: Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation in der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst (südliche Ostsee). Limnologica 11 (1978) 2, S. 229-305
- MASŁOWSKI, J.: Bottom macrofauna of the Szczecin Lagoon (north-western Poland). Acta Hydrobiol. 34 (1992) 3, S. 253-274
- MASŁOWSKI, J.: Long-term changes in bottom macrofauna of the Szczecin Lagoon (north-western Poland). Acta Hydrobiol. 35(1993) 4, S. 344-355.
- MESNER, U.: Untersuchungen an der Phytalifauna des Greifswalder Boddens. Diplomarbeit, WPU Rostock (1986).
- MLODZINSKA, Z.: Hydrochemia, Skład jonowy. Zalew Szczeciński, Atlasy i Monografie. Warszawa (1980)
- MÜHLENBERG, M.: Freilandökologie. Quelle und Meyer Verlag, München, Stuttgart (1989)
- NEUBAUER, R.: 11. Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna des Stettiner Haffs und der Swinemünder Bucht. Z. Fischerei, 25 (1927), S. 245-261
- NEUHAUS, E.: Studien über das Stettiner Haff und seine Nebengewässer. Untersuchungen über die allgemeinen und biologischen Verhältnisse. Z. Fischerei, 31 (1933), S. 427-489
- PEREZ, M.S.: Bonitierung des Makrozoobenthos im Greifswalder Bodden. Diplomarbeit, WPU Rostock (1990)
- PIESIK, Z.: Biology of *Dreissena polymorpha* (Pall.) settling on stylon nets and the role of this mollusc in eliminating the seston and the nutrients from the water-course. Pol. Arch. Hydrobiol. 30 (1983), 4, 353-361
- PIESIK, Z.: Możliwość biologicznej rekultywacji Zalewu Szczecińskiego. Uniwersytet Szczeciński, Annales Scientiarum Stetinenses, VII, 1, (1992), 23-36
- REMANE, A. und SCHLIEPER, C.: Die Biologie des Brackwassers. In: Thienemann, A., Die Binnengewässer. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart (1958)
- SCHNESE, W.: Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Greifswalder Boddens. Diss. EMAU Greifswald (1967)
- SCHMIDT, I.: Zu den Ursachen sommerlicher 'Cyanophyceenblüten' in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Forschungsbericht zum Projekt: "Greifswalder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse". EMAU Greifswald (1994), 21 S.
- SCHWOERBEL, J.: Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer Verlag Jena (1993)
- SCHWOERBEL, J.: Methoden der Hydrobiologie - Süßwasserbiologie. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena (1994)
- SEIFERT, R.: Die Bodenfauna des Greifswalder Boddens. Z.f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere, 34 (1938), S. 221-271
- STAMMER, H.J.: Die Fauna der Ryckmündung, eine Brackwasserstudie. Z. Morphol. Ökol. 11 (1928), S. 53-113
- WAWRZYNIAK-WYDROWSKA, B.: Zmiany w faunie bentosu w Zalewie Szczecińskim na podstawie badań przeprowadzonych w roku 1989-1991, w porównaniu z wynikami dotychczasowych badań. Raport z realizacji projektu badawczego nr 6 P20507707 (1992)
- WIKTOR, J., WIKTOR, K.: Jakosciowe i ilosciowe badania fauny dennej Zalewu Szczecińskiego, cz. I, Prace MIR, 7 (1954), 127-152
- WIKTOR, K.: Ogólna charakterystyka flory i fauny. Zalew Szczeciński, Atlasy i Monografie. Warszawa (1980)

- WOHLRAB, F.: Die Bodenfauna des Freesendorfer Sees. Arch. Nat. Meckl. 5 (1959), S. 396-423
- WOLNOMIEJSKI, N., GRYGIEL, I.: Makrofauna dna mulistego Zalewu Szczecinskiego. Gdynia, Instytutu Rybackiego, Studia i Materiały, Seria A, Nr. 29 (1989), 5-42
- WOLNOMIEJSKI, N., GRYGIEL, I.: Badania bentosu i pokarmu ryb Zalewu Szczecinskiego. Gdynia, Morski Instytut Rybacki, Studia i Materiały, Seria B, Nr. 67 (1994), 5-65
- ZETTLER, M. L., BOCHERT, R. und BICK, A.: Röhrenbau und Vertikalverteilung von *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae) in einem inneren Küstengewässer der südlichen Ostsee. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 2 (1994), S. 215-225

Verfasser

Dr. Burkhard Günther
 Susanne Ossig
 Helmut Janitz
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität
 Zoologisches Institut und Museum
 Bachstr. 11/12
 17489 Greifswald

Dagmar Andres
 ALDEBARAN
 Meeresforschungs- und Medienproduktions-GmbH
 Elisabethstr. 34
 24143 Kiel-Gaarden