

Günther NAUSCH

Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Die Sedimente in der Pommerschen Bucht - ein Speicher für organische Substanzen und Nährstoff

Abstract

Zwischen Oktober 1993 und Oktober 1995 wurden wiederholt Beprobungen der Oberflächenschicht der Sedimente der Pommerschen Bucht durchgeführt. Große Teile des Untersuchungsgebietes sind sandiger Natur und weisen organische Gehalte unter 0.5% Glühverlust auf. Auch der mittlere Gesamtphosphorgehalt von 140mg P/g TS kann als sehr niedrig eingeschätzt werden. Aus diesen Befunden wie auch aus anderen Untersuchungen geht hervor, daß die Pommernbucht im wesentlichen ein Durchgangs- und Modifikationsgebiet für eingetragene Substanzen darstellt, eine Akkumulation jedoch nicht erfolgt.

Abstract

Between October 1993 and October 1995 several samplings of surface sediment in the Pomeranian Bight were performed. A huge part of the investigated area is sandy, the organic content normally lies below 0.5% ignition loss. Also, the mean total phosphorus content of 140 mg P/g DW has to be estimated as low. From these observations as well as from other investigations it can be concluded that the Pomeranian Bight is mainly a transport and modification area, a accumulation does not take place.

Einleitung

Die Beschaffenheit der Sedimente der inneren und äußeren Küstengewässer stellt primär das Produkt der Zufuhr gelöster und partikulärer Stoffe aus dem Einzugsgebiet dar. Durch direkte Sedimentation allochthoner partikulärer Substanzen bzw. über den 'Umweg' der Inkorporation in biologisches Material kommt es zur Sedimentbildung, die mit einer Anreicherung von Nährstoffen verbunden ist. Durch aerobe und anaerobe Umsetzung des sedimentierten Materials werden die Nährstoffe wieder freigesetzt und stehen dem Nährstoffkreislauf erneut zur Verfügung. Die Rolle, die den Sedimenten bei der Nährstoffversorgung des Phytoplanktons

zukommt, ist in erster Linie von zwei Faktoren abhängig: der Gewässertiefe und dem vertikalen Austausch. Besonders in Flachgewässern, in denen die Sedimentoberfläche in ständigem Austausch mit der darüberstehenden Wassersäule steht, kommt ihnen große Bedeutung zu.

Folgerichtig waren im Rahmen des BMBF-Projektes "Transport- und Umsatzprozesse in der Pommerschen Bucht" (v.BODUNGEN et al. 1995) auch Untersuchungen der Oberflächensedimente vorgesehen. Ziel dieser Untersuchungen war es,

- . die Struktur der Sedimente mit Hilfe der Parameter Wassergehalt, organischer Gehalt und Korngrößenzusammensetzung zu beschreiben,
- . Kenntnisse über den Nährstoffstatus zu erhalten,
- . neben horizontalen Verteilungsmustern auch vertikale Gradienten zu erfassen, und
- . an Hand mehrfach durchgeführter Beprobungen mögliche saisonale Variabilitäten zu kennzeichnen.

Auf Grund des interdisziplinär angelegten Forschungsvorhabens kann der gewonnene Datensatz sowohl

- . für die Interpretation der Rolle der Sedimente im Nährstoffkreislauf wie auch
- . für die Charakterisierung des Sediments als Substrat für die Besiedlung durch Organismen des Makrozoobenthos genutzt werden (KUBE et al. 1996) und soll letztlich die Frage beantworten,
- . ob die Sedimente in der Pommerschen Bucht eine Quelle oder Senke für Nährstoffe darstellen.

Material und Methoden

Die Sedimentproben wurden im Oktober 1993, April und September 1994 sowie April und Oktober 1995 bei Ausfahrten mit den Forschungsschiffen "A.v.Humboldt" bzw. "Professor Albrecht Penck" gewonnen. Zur Beprobung diente ein Kastengreifer (Gewicht ca. 200kg; Probenfläche 225 cm²), der auch in sandigen, sehr konsistenten Sedimenten eine hinreichende Eindringtiefe bei weitgehend ungestörter Probenahme ermöglicht. Aus dem Kastengreifer wurden Kerne mit einem Plexiglasrohr zur weiteren Segmentierung entnommen. Die Fraktionierung erfolgte jeweils in 1cm-Segmente bis 10cm Kerntiefe. Die Proben wurden bis zur Aufarbeitung bei -20°C tiefgefroren.

Die Untersuchungen für die in folgender Übersicht aufgeführten Parameter erfolgten mit den für die Darß-Zingster Boddenkette und andere Küstengewässer angewendeten Methoden, die bei SCHLUNGBAUM (1979) und NAUSCH (1981) ausführlich beschrieben sind:

Parameter	Maßeinheit	Methode
Wassergehalt	% FS	Trocknung bei 105°C; Differenz zwischen Feuchteinwaage und Trockenauswaage
organischer Gehalt ¹⁾	% TS	Glühverlust bei 550°C; Differenz der Auswaagen bei 105°C und 550°C
Gesamtphosphor	mg P/g	TSHCL-Extraktion des Glührückstandes, nach Neutralisation Phosphatbestimmung (ANDERSEN 1976)

¹⁾An ausgewählten Proben wurde außerdem der Gehalt an organischem Kohlenstoff mit Hilfe eines CS-Analysators der Fa. Eltra bestimmt, wobei eine Korrektur um den anorganischen Kohlenstoffgehalt erfolgte, da es sich durchweg um sandige Sedimente handelte.

Ergebnisse und Diskussion

Um zunächst einen Gesamtüberblick über die Sedimentbeschaffenheit zu erhalten, wurden im April 1993 22 Stationen beprobt, wobei der organische Gehalt als Glühverlust analysiert wurde (ANONYMUS 1995). Auf Grund der Sedimentstruktur und des Besiedlungsmusters wurden dann 10 Stationen ausgewählt, die im Projektverlauf intensiver untersucht wurden (Abb. 1).

Wie die Untersuchungen gezeigt haben, liegen vertikale Gradienten in den obersten 10cm Sediment in der Regel nicht vor (KOINE 1995), so daß für zusammenfassende Aussagen die entsprechenden Mittelwerte der Profile herangezogen werden können. Typisch für weite Bereiche der Pommernbucht sind sehr niedrige Gehalte an organischer Substanz (Tab. 1). Nur in den unmittelbaren Übergangsbereichen zwischen dem Greifswalder Bodden (Stationen 132 und 133) bzw. dem Oderhaff (Station 165) und der Pommernbucht finden sich erhöhte Werte für den organischen Gehalt. Eine Ausnahme stellt die Station 131 dar, die sich in der Saßnitzrinne befindet. Durch den Rinnencharakter und die damit verbundene größere Wassertiefe kommt es hier zur "ungestörten" Sedimentablagerung, die eine verstärkte Akkumulation organischer Substanz zur Folge hat. Hier findet sich auch eine deutliche vertikale Zonierung mit einem Maximalwert von 14.3% TS an der Oberfläche.

Tab. 1 macht auch deutlich, daß die Sedimentstruktur über einen Zeitraum von zwei Jahren weitgehend unverändert ist. Auf Grund der geringen Wassertiefe und der damit verbundenen wiederholten Resuspension abgelagerten Materials ist eine solche saisonale Variabilität auch nicht zu erwarten.

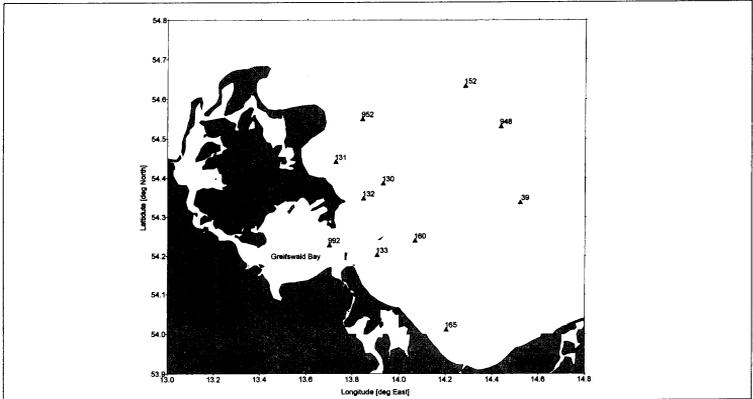


Abb. 1 Die Pommersche Bucht mit dem Stationsnetz

Tabelle 1 Organischer Gehalt der Sedimente in der Pommernbucht - jeweils Mittelwerte für die obersten 10cm aus 1cm Segmenten (% GV)

Station	Okt 93	Apr 94	Sept 94	Apr 95	Okt 95
39	0.22	0.20	0.21	0.22	0.18
130	0.32	0.35	0.37	0.28	0.84
131	8.41				
132	0.97				
133		1.68			
152	0.28				
160	0.35				
165	0.65	0.84	0.74	0.69	0.59
948	0.23		0.21	0.23	0.20
952		0.50	0.50	0.52	0.59
992				1.53	1.44

Da gelegentlich über die Verwendung des Glühverlustes als Maß für den organischen Gehalt der Sedimente diskutiert wird, wurde die Mehrzahl der Sedimente auch auf ihren Gehalt an organischem Kohlenstoff analysiert. Da es sich durchweg um sandige Sedimente handelte, sind die entsprechenden Werte um den anorganischen C-Gehalt korrigiert. Die Beziehung zwischen beiden Bestimmungsmethoden ist eng (Abb. 2).

Stat. 165: 10/93; 4/94; 9/94; 4/95; 10/95; Stat. 952: 10/95

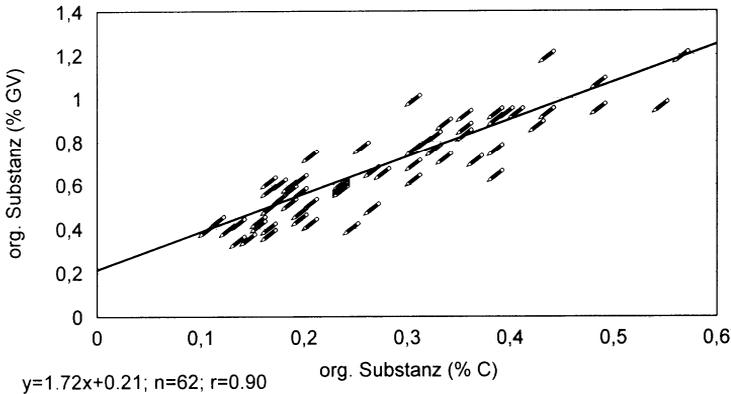


Abb.2 Beziehung zwischen zwei Methoden zur Bestimmung des organischen Gehalts im Sediment (Glühverlust/organischer Kohlenstoffgehalt)

Der Umrechnungsfaktor von Glühverlust zu organischem Kohlenstoff kann mit 0.46 angegeben werden. Bei einem Gehalt an organisch-C unter 0.1% sind die Nachweisgrenzen der Methode erreicht. Glühverluste um 0.2% TS sind deshalb nicht in die Darstellung einbezogen. Sie streuen ungeordnet. Andererseits besteht möglicherweise bei der Bestimmung des Glühverlustes die Gefahr, daß die Sedimente während der Bearbeitungsschritte Wasser aufnehmen. Durch unverzügliche Bearbeitung ist dieses Risiko bei mineralischen Sedimenten jedoch gering.

Wie aus anderen Untersuchungen (NAUSCH und SCHLUNGBAUM 1984, SCHLUNGBAUM et al. 1994) bekannt, bestehen enge Beziehungen zwischen dem organischen Gehalt und dem Wassergehalt der Sedimente sowie der mittleren Korngröße. Auch für die Sedimente in der Pommernbucht konnte dies nachgewiesen werden (KOINE 1995). Der Nährstoffstatus der Sedimente ist ebenfalls eng mit der organischen Substanz verknüpft. Folgerichtig sind auch die Phosphorgehalte der Sedimente generell als niedrig einzuschätzen (Tab. 2).

Tabelle 2 Gesamtphosphorgehalte der Sedimente in der Pommernbucht - jeweils Mittelwerte für die obersten 10cm aus 1cm-Segmenten ($\mu\text{g P/g TS}$)

	Okt 93	Apr 94	Sept 94	Apr 95	Okt 95
39	260.0	200.3	173.1	214.2	167.2
130	75.4	65.8	63.8	64.3	84.6
131	465.8				
132	235.2				
133		255.4			
152	136.5				
160	111.2				
165	139.6	127.2	146.0	121.6	120.2
948	145.0		108.3	110.8	103.4
952		98.8	98.1	93.3	93.7
992				220.6	236.7

Ein mittleren Phosphorgehalt von 140mg P/g TS dürfte im wesentlichen einer Hintergrundkonzentration entsprechen. Lediglich die Station 131, wo an der Oberfläche mehr als 900mg P/g TS gemessen werden, bildet eine Ausnahme. Hier gibt es ähnlich wie bei der organischen Substanz starke vertikale Gradienten, was die Saßnitz-Rinne als einen Akkumulationsraum ausweist.

Generell muß die Frage gestellt werden, welche Rolle den Sedimenten der Pommerschen Bucht als Nährstoffspeicher zukommt. Jährlich werden über die Oder 4 500 - 8000t Phosphor und zwischen 40 000 und 90000t Stickstoff in Richtung Ostsee transportiert (PASTUSZAK et al. 1996). Die Pufferkapazität des Oderhaffs scheint nach neueren Untersuchungen zumindest in Frage gestellt. So kalkulieren DAHLKE et al. (1995) sowie LAMPE und MEYER (1997) lediglich eine Deposition von 500t Stickstoff und weniger als 90t Phosphor pro Jahr. Ein Großteil der oderbürtigen Nährstoffe gelangt demnach in die vorgelagerte Ostsee. Für die Wintermonate und das zeitige Frühjahr konnte gezeigt werden, daß die Nährstoffe direkt, ausschließlich durch hydrographische Prozesse verdünnt, in die offene Ostsee gelangen (NAUSCH et al. 1997). In der Vegetationsperiode werden die Nährstoff zyklisch regeneriert, es kommt jedoch zu keiner Akkumulation in einzelnen Kompartimenten des Pelagials. Das Makrozoobenthos der Pommerschen Bucht stellt mit ca. 76 000t C (POWILLEIT 1997) zwar ein großes Zwischenlager für organische Substanzen dar, im Jahresmittel stehen Zu- und Abfuhr von Material nahezu im Gleichgewicht, so daß das Benthos keine Senke darstellt. Langfristig wird die organische Substanz daher nun an wenigen Stellen des Untersuchungsgebietes, wie z.B. in der Saßnitz-

Rinne, abgelagert. Das wird auch aus einem Vergleich der organischen Gehalte der Sedimente mit dem benachbarter Gewässer deutlich (Abb. 3).

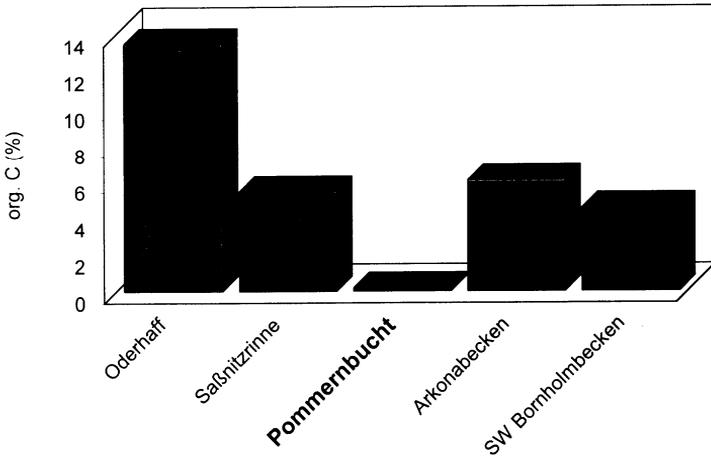


Abb.3 Organischer Kohlenstoffgehalt der Sedimente im System Oderhaff - Pommersche Bucht - Arkonabecken (diese Untersuchung: LEIPE et al. 1995)

Somit muß die Pommersche Bucht als Durchgangs- bzw. Exportgebiet für organischen Kohlenstoff betrachtet werden. Diese Aussage wird auch durch den Phosphorgehalt der Oberflächensedimente gestützt. Die hier vorgefundenen Konzentrationen sind sehr gering und liegen deutlich unter denen des Haffs, des Greifswalder Boddens und auch des Arkonabeckens (Abb. 4).

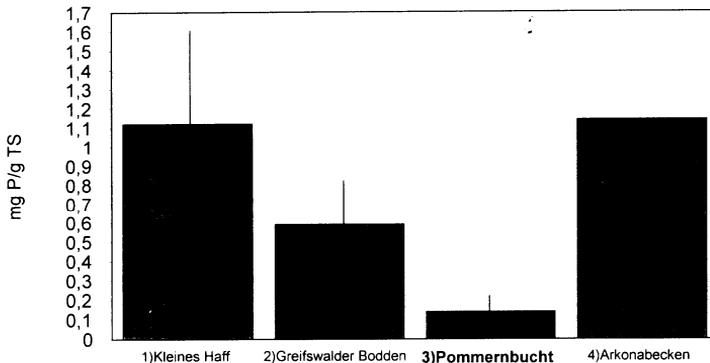


Abb.4 Phosphorgehalt im Oberflächensediment der Pommerschen Bucht und der angrenzenden Gewässer (¹MEYER und LAMPE 1995, ²SCHLUNGBAUM et al. 1989, ³diese Untersuchung, ⁴LEIPE 1997)

In der obersten 1cm mächtigen Sedimentschicht findet sich lediglich ein Phosphorgehalt von 9 500t P.

Da auch Untersuchungen über die Verteilung organischer Schadstoffe (BLANZ et al. 1997) in die gleiche Richtung weisen, muß davon ausgegangen werden, daß die Pommersche Bucht im wesentlichen ein Transformations- und Modifikationsgebiet für eingetragene Stoffe ist, jedoch als Akkumulationsgebiet mit wenigen Ausnahmen keine Bedeutung besitzt. Die endgültige Ablagerung erfolgt in den Tiefenbecken der Ostsee.

Danksagung

Die Arbeit wurde das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) unter dem Kennzeichen 03F0105B gefördert. Die Arbeit ist IOW-Publikation Nr. xxx

Literatur

- ANDERSEN, J.M. (1976). An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. - Water Res. 10, 329-331.
- ANONYMUS (1995). Transport- und Umsatzprozesse in der Pommerschen Bucht. - 1. Zwischenbericht, Mai 1995.
- BLANZ, T., D.E. SCHULZ-BULL, K.C. EMEIS, G. PETRICK and J.C. DUINKER (1997). Chlorobiphenyls in suspension and sediment of the Southern Baltic Sea: A mass balance calculation since the onset of PCB-production. - Cont. Shelf Res., in press.

- BODUNGEN, B.v., M. GRAEVE, J. KUBE, U. LASS, B. MEYER-HARMS, N. MUMM, K. NAGEL, F. POLLEHNE, M. POWILLEIT, M. RECKERMANN, C. SATTTLER, H. SIEGEL und D. WODARG (1995). Stoff-Flüsse am Grenzfluß - Transport- und Umsatz-Prozesse im Übergangsbereich Oderästuar und Pommerscher Bucht (TRUMP). - *Geowissenschaften* **13**, 479-485.
- DAHLKE, S., R. LAMPE, H. MEYER, S. MUSIELAK und H. WESTPHAL (1995). Nährstoffe im Oder-Ästuar: Zur Funktion des Gewässers als Transformator. - GOAP (Greifswalder Bodden und Oderästuar-Austauschprozesse), Statuseminar-Report, Warnemünde, Dezember 1995.
- KOINE, B. (1995). Sedimentuntersuchungen in der Pommerschen Bucht. - Diplomarbeit, Technisch Fachhochschule Berlin.
- KUBE, J., C. PETERS und M. POWILLEIT (1996). Spatial variation in growth of *Macoma balthica* and *Mya arenaria* (Mollusca, Bivalvia) in relation to environmental gradients in the Pomeranian Bay (Southern Baltic Sea). - *Arch. Fish. Mar. Res.* **44**, 81-93.
- LAMPE, R. and H. MEYER (1997). The restricted buffer capacity of a south Baltic estuary. - *Limnologia*, in press.
- LEIPE, T., T. NEUMANN und K.C. EMEIS (1995). Schwermetallverteilung in holozänen Ostseesedimenten. - *Geowissenschaften* **13**, 470-478.
- LEIPE, T. (1997): unveröffentl. Datenmaterial.
- MEYER, H. und R. LAMPE (1995). unveröffentl. Datenmaterial.
- NAUSCH, G. (1981). Die Sedimente der Darß-Zingster Boddengewässer - Zustandsanalyse und Stellung im Phosphorkreislauf. - Dissertation B, Univ. Rostock.
- NAUSCH, G. und G. SCHLUNGBAUM (1984). Sedimentchemische Untersuchungen in Küstengewässern der DDR. - XX. Die Sedimente der Darß-Zingster Boddengewässer - eine zusammenfassende und vergleichende Übersicht. *Wiss. Z. WPU Rostock* **33**, Math.-nat. R. 6, 59-63.
- NAUSCH, G., D. NEHRING and G. AERTEBJERG (1997). Anthropogenic nutrient load of the Baltic Sea. - *Limnologia*, in press.
- PASTUSZAK, M., K. NAGEL and G. NAUSCH (1996). Variability in nutrient distribution in the Pomeranian Bay in September 1993. - *Oceanologia* **38**, 195-225.
- POWILLEIT, M (1997). In: Transport- und Umsatzprozesse in der Pommerschen Bucht, Abschlußbericht, September 1997.
- SCHLUNGBAUM, G. (1979). Untersuchungen über die Sedimentqualität der Darß-Zingster Boddenkette unter besonderer Berücksichtigung der Stoffaustauschprozesse zwischen Wasser und Sediment. - Dissertation B, Univ. Rostock.
- SCHLUNGBAUM, G., S. STOLLE, H. WESTPHAL und G. NAUSCH (1989). Sedimentchemische Untersuchungen in Küstengewässern der DDR. - XXX. Die Beschaffenheit der Sedimentoberflächenschicht des Greifswalder Boddens. - *Wiss. Z. Univ. Rostock* **38**, N-Reihe 5, 7-12.
- SCHLUNGBAUM, G., NAUSCH, G. und H. BAUDLER (1994). Sedimentstruktur und Sedimentdynamik in den Darß-Zingster Boddengewässern. *Rostock. Meeresbiol. Beitr.* **2**, 27-40.

Verfasser

Dr. Günther Nausch
 Institut für Ostseeforschung
 Warnemünde an der
 Universität Rostock
 Seestraße 15
 18119 Rostock