

Berichte Forschungs- und Technologiezent. Westküste der Univ. Kiel Nr. 28, Büsum 2003	Achim Daschkeit, Horst Sterr (Hrsg.): Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung. 20. AMK-Tagung Kiel, 30.5-1.6.2002	S. 207-213
--	--	------------

Der Schifffahrtskanal im Oderhaff - Eine Senke für Sediment und Schwermetalle?

von

Marion Minning, Thomas Leipe und Gerald Schernewski (Warnemünde)

Zusammenfassung

Die Oder hat ein Einzugsgebiet von 118.861 km² und mündet an der deutsch-polnischen Grenze in die Ostsee. Vor dem Erreichen der Ostsee durchfließt sie zunächst das 687 km² große und flache (durchschnittliche Tiefe: 3,8 m) Oderhaff (Stettiner Haff). Auf dem Weg durch das Haff folgt die Oder einem im Mittel 10,5 m tiefen Schifffahrtskanal, der den Hafen von Stettin mit der Ostsee verbindet. Aufgrund der hohen Sedimentfrachten der Oder und ständigen Materialumlagerungen im Oderhaff, sind regelmäßige Ausbaggerungen des Kanals notwendig, damit die Tiefe erhalten werden kann. Mit diesem Baggergut werden große Mengen an Nährstoffen und Schwermetallen aus dem Haff entnommen.

Ziel dieser Arbeit war, die Auswirkungen der regelmäßigen Ausbaggerungen auf die Wasserqualität des Haffs zu erfassen und dies in Hinblick auf die Ostsee zu beurteilen. Die Ergebnisse zeigen, dass große Anteile der Schwermetallfracht der Oder mit dem Baggergut entnommen und an Land deponiert werden. Aus diesem Grund spielen die Baggerungen eine wichtige Rolle für den Schutz der Ostsee.

Abstract

The Odra river at the border between Germany and Poland drains an area of 118,861 km². It discharges into the large (687 km²) and shallow (3.8 m average depth) Szczecin (Oder) Lagoon before the water finally enters the Baltic Sea. On its way across the lagoon the river follows a shipping channel (10.5 m depth), that connects the Swina Strait with the harbour of Szczecin. Due to a high sediment load of the river and additional sedimentation in the lagoon, regular dredging of the channel is necessary to maintain its depth. Together with the dredged sediment large amounts of nutrients and heavy metals are removed from the channel. Our aim was to assess the effect of the regular dredging on water quality of the lagoon and to evaluate this process with respect to the Baltic Sea. The results show, that most of the heavy metal load of the Odra river is removed with dredging and stored at land. Therefore, the dredging plays an important role for the protection of the Baltic Sea.

1. Einleitung: Der Schifffahrtskanal im Oderhaff

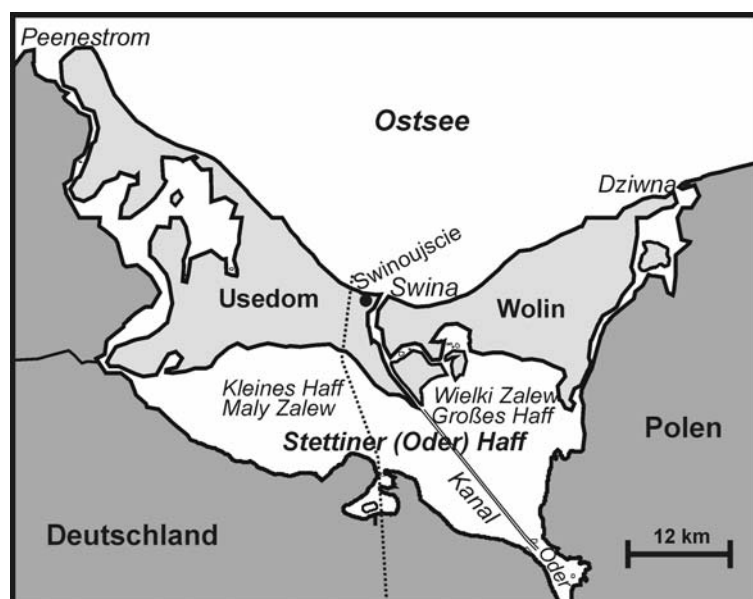


Abbildung 1: Das Oderhaff (Zalew Szczeciński) an der deutsch-polnischen Grenze mit den Nehrungsinseln Usedom und Wolin (Quelle: Eigene Darstellung).

Die Oder stellt mit einem Einzugsgebiet von 118.861 km² und einer Jahresabflussmenge von 17,7 km³ den sechstgrößten Süßwasserzufluss zur Ostsee dar. Das Einzugsgebiet befindet sich mit 106.057 km² (89 %) in Polen, mit 7.217 km² (6 %) in der Tschechischen Republik und mit 5.587 km² (5 %) in Deutschland (Landesumweltamt Brandenburg 1998: 8). Jährlich werden etwa 425.000 t Schwebstofffracht von der Oder transportiert (Leipe et al 1998: 8).

Die Oder mündet zunächst in das 687 km² große und im Mittel 3,8 m tiefe Oderhaff an der deutsch-polnischen Grenze. Das Haff wird durch die Nehrungsinseln Usedom im Westen und Wolin im Osten von der offenen Ostsee getrennt und ist nur über die drei Mündungsarme Peenestrom, Swina und Dziwna mit dieser verbunden. Es gliedert sich in zwei Teile, das im Westen liegende „Kleine Haff“ (deutscher Teil) und das „Große Haff (Wielki Zalew)“ (polnischer Teil). Etwa 64 % des Oderzuströms entwässert durch die Mündung Swina in die Ostsee und etwa 36 % durch den Peenestrom und Dziwna (Mohrholz 1998: 375). Nach der Hot-Spot-Liste der Helsinki-Kommission gehört das Oderhaff zu den stark belasteten Gewässern des Ostseeraums (HELCOM 1999). Durch den polnischen Teil des Oderhaffs führt ein bereits 1874 bis 1880 künstlich angelegter Schifffahrtskanal, der den Hafen von Stettin mit der Ostsee verbindet. So wurde größeren Schiffen das Anlaufen des Stettiner Hafens ermöglicht und die Bedeutung der Seeschifffahrt für Stettin weiter gesichert. Der Kanal hat eine Länge von 70 km (von Swinoujscie bis zum Hafen von Stettin) und eine mittlere Tiefe von 10,5 m.

Auch heute spielt die Seeschifffahrt für Stettin und seine Umgebung eine bedeutende Rolle und wird in Hinsicht auf die Orientierung Polens Richtung EU auch weiter einen hohen Stellenwert einnehmen. Mit einem Gesamtgüterumschlag von 19.000.000 t pro Jahr (1998/1999) ist der Hafen Stettin/Swinoujscie einer der wichtigsten Häfen Polens. Einen besonderen Vorteil für den Hafen von Stettin bietet seine geographische Lage. Mit einer Entfernung von 140 km von Berlin ist Stettin der am nächsten gelegene Hafen zu dieser Region. Der nächstgelegene deutsche Hafen für Berlin ist Rostock, mit einer Entfernung von 240 km. Im Transportsektor kann der Stettiner Hafen bei entsprechender Ausstattung daher von der Region Berlin profitieren. Besonders nach Eintritt Polens zur EU macht dies den Hafen von Stettin für Investoren und Transportunternehmen attraktiv (Weltbank 2000). Um den Hafen von Stettin weiter konkurrenzfähig halten zu können, ist ein Ausbau des Kanals und des Hafens notwendig und in Planung. Der Schifffahrtskanal soll auf etwa 14 m vertieft und der Hafen modernisiert und erweitert werden.

Folgende Fragen sollen durch die hier dargestellten Untersuchungen im Schifffahrtskanal beantwortet werden:

Wie viel Material lagert sich im Schifffahrtskanal ab?

Wie setzt sich das im Schifffahrtskanal abgelagerte Material zusammen und woher stammt es hauptsächlich?

Haben die regelmäßigen Ausbaggerungen einen relevanten Nährstoffentzug für das System Oderhaff zur Folge und wie wirkt sich dies auf die Trophie des Haffs aus?

Welche Bedeutung hat der Kanal bei der Bewertung des Oderhaffs als Nährstoffsенke für die Ostsee?

Im Zusammenhang mit der geplanten Vertiefung wird außerdem auf die Frage eingegangen, *wie sich die Vertiefung auf die Materialablagerung und somit auf den Nähr- und Schadstoffhaushalt des Oderhaffs auswirkt.*

Hier wird als Teilaspekt der Untersuchungen die Schwermetallbelastung des Schifffahrtskanals herausgegriffen und im regionalen Vergleich betrachtet.

2. Methoden

Die Untersuchung der Schwermetalle im Oderhaff-Schifffahrtskanal wurde anhand von 11 Sedimentproben vorgenommen. Die Proben wurden im Oktober 2001 von einem Schiff aus mittels eines 7,5 kg schweren Kastengreifers des Typs Ekman-Birge genommen. Um die Oderflächensedimente zu erhalten, wurden die obersten 5 cm mit einem Löffel abgetrennt und in Plastikbehälter abgefüllt. Anschließend wurden sie bei -20 °C tiefgefroren und bis zur Untersuchung gelagert.

Die Probestellen befinden sich im Kanalverlauf von der Mündung zum Piastowski-Kanal (53°48',29 N – 14°20',65 E; nordwestlichste Probe) bis zu der Mündung der Oder in das Haff (53°36',50 N – 14°35',24 E; südöstlichste Probe). Im Piastowski-Kanal zwischen den Inseln Usedom und Wolin war keine Probenahme möglich, da der Grund hier aus festem, kompaktem Sand besteht, was das Eindringen des Kastengreifers in den Untergrund nicht zuließ.

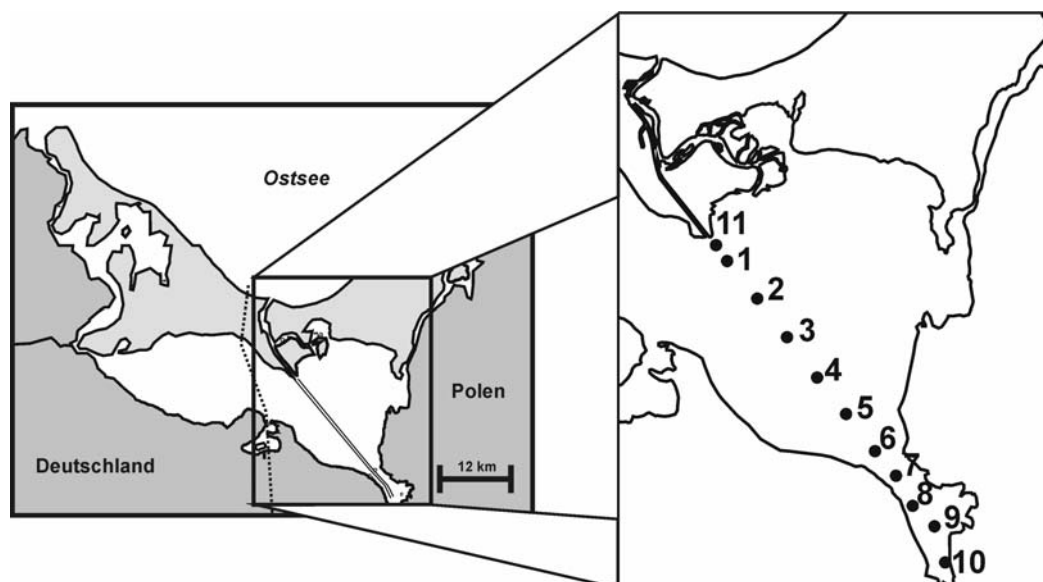


Abbildung 2: Probenahmestellen im Schifffahrtskanal des Oderhaffs (Quelle: Eigene Erstellung).

Vor Beginn der geochemischen Untersuchungen wurden die Proben gefriergetrocknet, um das gesamte Wasser aus dem Material zu entfernen. Die Schwermetallgehalte wurden mittels eines Druckbombenaufschlusses und ICP AES (Atomemissions-Spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) ermittelt. Durchgeführt wurden die Untersuchungen am ICP Emission Spectrometer Liberty 200 am Institut für Ostseeforschung Warnemünde. Ein ICP AES arbeitet nach dem Prinzip, dass Atome und Ionen im angeregten Zustand Licht emittieren und Wellenlängen und Lichtintensitäten Rückschlüsse auf die Elemente in der Probe erlauben (Tucker (Hrsg.) 1996: 299). An den Sedimenten des Kanals wurden Korngrößenanalysen durch foto-optische Zählung am Laserpartikelgerät des Typs Galai CIS – 50 (WCIS 50 – Particel size analyser) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde mit 35 %igem Wasserstoffperoxid (H₂O₂) versetzt, um das organische Material herauszuoxidieren und die Korngrößenverteilung des reinen Sedimentes zu erhalten.

3. Erste Ergebnisse und Diskussion

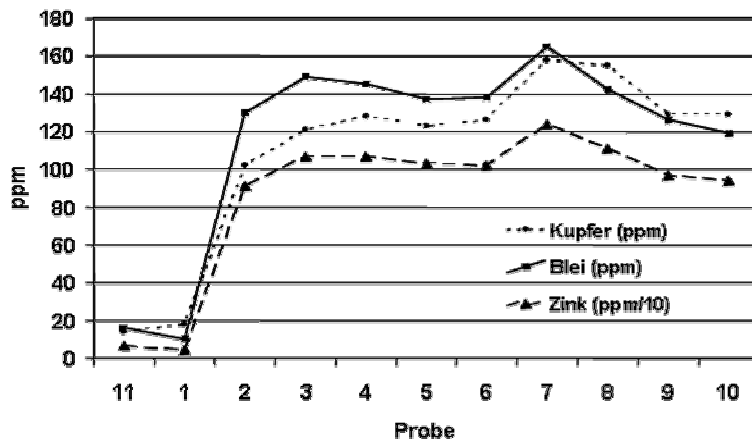


Abbildung 3: Die Schwermetalle Kupfer, Blei und Zink im Sediment des Oderhaff-Schiffahrtskanals (Quelle: Eigene Zusammenstellung).

Die Kupfergehalte in den Sedimenten des Schiffahrtskanals liegen zwischen 14 ppm (Probe 11) und 158 ppm (Probe 7), die Blei-gehalte liegen zwischen 10 ppm (Probe 1) und 165 ppm (Probe 7), und die Zinkgehalte liegen zwischen 42 ppm (Probe 1) und 1240 ppm (Probe 7). Die auffällig geringen Werte der Proben 1 und 11 sind durch einen Verdünnungseffekt aufgrund hoher Quarzgehalte zu erklären. Messungen der Gesamtmineralogie am Röntgendiffraktometer haben ergeben, dass der Quarzanteil in den Proben 1 und 11 mehr als doppelt so groß ist, wie in den übrigen Proben. Durch diesen hohen Silizium-Anteil treten die Gehalte der anderen Elemente verhältnismäßig in den Hintergrund. Im Durchschnitt enthalten die Proben 130,1 ppm Kupfer, 139 ppm Blei und 1039,7 ppm Zink (Berechnung ohne Proben 1 und 11).

Die Probe 7 weist jeweils das gemessene Maximum auf. Diese Probestelle befindet sich im direkten Mündungsbereich der Oder in das Oderhaff. Ursache für die hier auftretenden erhöhten Schwermetallgehalte finden sich möglicherweise in einer stärkeren Sedimentation bestimmter Fraktionen in diesem Bereich, die zu einer Schwermetallanreicherung führt. Brüggmann (1998) zeigt in der Arbeit „Hintergrundbelastung von Ostseesedimentationsbecken vor der deutschen Küste“ (Bundesanstalt für Gewässerkunde 1998: 20ff), dass sowohl Blei als auch Zink in Sedimenten der Kieler Bucht verstärkt in Schlick und im Detritus der Sedimentoberfläche auftreten.

Betrachtet man die Korngrößenverteilung in den Proben in Hinblick auf die höhere Konzentration von Schwermetallen in Schlick und Detritus, ist auffällig, dass Probe 7 den größten Anteil an Grobschluff und Mittelschluff (6,5-63 µm) aufweist (77,95 %). Es ist also möglich, dass die erhöhten Schwermetallwerte der Probe 7 auf den höheren Anteil an schluffigem Material zurückzuführen ist.

Ein weiterer Erklärungsansatz findet sich in den regelmäßigen Ausbaggerungen, mit denen der Schiffahrtskanal auf seiner durchschnittlichen Tiefe von 10,5 m gehalten wird. Die im Oderhaff vorherrschenden Strömungsverhältnisse sorgen für ständige Materialumlagerungen. Dies und die Menge an Oderfracht, die ins Haff transportiert wird, machen die regelmäßigen Ausbaggerungen notwendig. Pro Jahr werden so etwa 1.490.313 m³ Baggergut (298.062 t Trockenmas-

se) aus dem Kanal entnommen (Maritime Office, Stettin). Die höheren Schwermetallgehalte in dem Bereich der Probe 7 könnten darauf zurückzuführen sein, dass hier länger nicht mehr gebaggert wurde und es somit zu dieser relativen Anreicherung kommen konnte. Möglicherweise finden sich hier noch ältere, höher belastete Sedimente.

Generell ist in der Schwermetallbelastung im Sediment des Kanals kein Gradient erkennbar. Hierfür gibt es verschiedene Erklärungsansätze. Der Schiffsverkehr in der Rinne kann durch die Strömungswirkung der Schiffsschrauben zu Aufwirbelungen und Umlagerungen des Sedimentes führen und somit eine Durchmischung entlang dem Kanal zur Folge haben. Auch die sonst im Haff vorherrschenden Strömungsverhältnisse, die zu ständigen Materialumlagerungen im Haff führen, können für den Eintrag von gleichmäßig durchmischem Material aus dem Haff in den Kanal führen. Die jährlich in verschiedenen Bereichen des Kanals durchgeführten Ausbaggerungen tragen ebenfalls zur Zerstörung bzw. Verfälschung von Gradienten bei. Zudem bewirkt sie eine weitere Durchmischung durch Materialaufwirbelung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Schwermetall-Einträge der Oder sich lediglich im unmittelbaren Odermündungsbereich abzeichnen. Im weiteren Verlauf des Kanals findet offensichtlich eine intensive Durchmischung mit Haffsedimenten statt.

Tabelle 1: Schwermetallgehalte im Sediment unter Einbeziehung der Grenzwerte der LAWA-Zielvorgaben (Quelle: Eigene Erstellung).

	Blei (Pb) mg/kg	Cadmium (Cd) mg/kg	Kupfer (Cu) mg/kg	Zink (Zn) mg/kg
Sediment				
Zielvorgabe (LAWA) ¹⁾	100	1,5	60	200
Oder ²⁾	200	6,8	193	1628
Schifffahrtskanal im Oderhaff ³⁾	139	-	130	1039,7
Oderhaff - Grosses Haff ⁴⁾	125,04	-	56,72	979,49
Oderhaff - Kleines Haff ⁴⁾	91,02	4,66	49,31	695,29
Ostsee ⁵⁾	74	1,1	29	150
1) Zielvorgaben für Schwermetalle in mg/kg TM (Trockenmasse) für das Schutzgut „Schwebstoffe und Sedimente“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)				
2) Mittlere Belastung der Odersedimente aus 38 Messungen vorwiegend am Kornteil < 63 µm, Landesumweltamt (LUA) Brandenburg, 1998				
3) Ermittlung der Werte aus 9 Sedimentproben, eigene Auswertung				
4) Berechnung der Mittelwerte nach GOAP-Datensatz				
5) „Ostsee-Mittelwerte“ Brüggemann, Lutz aus Lozán (Hrsg.), 1996, S.79				

Die Tabelle 1 stellt eine Übersicht über die Schwermetallgehalte in Sediment und Schwebstoff in verschiedenen Gewässern dar, um die im Schifffahrtskanal gemessenen Werte regional einordnen zu können. Aufgeführt sind außerdem die Zielvorgaben für Schwermetallgehalte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für das Schutzgut „Schwebstoffe und Sedimente“. Eine Rolle bei der Festlegung dieser Referenzwerte spielte unter anderem die mögliche toxi-

sche Wirkung der Schwermetalle bestimmten Konzentrationen auf zum Beispiel empfindliche Süßwasserorganismen oder pflanzliche Organismen.

Die Zielvorgabe für Blei liegt bei 100 mg/kg, für Kupfer bei 60 mg/kg und für Zink bei 200 mg/kg. Alle Werte werden im Sediment des Schifffahrtskanals überschritten und sind somit kritisch zu betrachten. Im Großen Haff zeigt sich eine Überschreitung der Zielvorgaben bei Blei und Zink. Die Zielvorgabe für Kupfer wird hingegen unterschritten. Das Kleine Haff, das geringere Werte als das Große Haff aufweist, erreicht lediglich die Zielvorgabe für Zink nicht. Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte der Ostsee liegen deutlich unter den Gehalten der Oder und des Oderhaffs.

Betrachtet man die Schwermetallbelastung im Sediment des Oderhaff-Schifffahrtskanals im Vergleich zu den Werten des Großen Haffs und des Kleinen Haffs, wird deutlich, dass der durchschnittliche Kupfergehalt im Kanal etwa 2,3 mal so hoch ist wie im Großen Haff und die durchschnittlichen Blei- und Zinkgehalte im Kanal etwa 1,1 mal so hoch sind wie im Großen Haff.

Es ist außerdem ein Unterschied in der Belastung zwischen Großem Haff und Kleinem Haff zu erkennen, wobei das Kleine Haff geringere Schwermetallgehalte aufweist. Die Ursache hierfür liegt in dem geringeren Zufluss an Schwermetallen durch Fließgewässer in das Kleine Haff. Die Oder transportiert 387,6 t Zink, 66,2 t Kupfer und 55,1 t Blei pro Jahr in das Oderhaff. Die Flüsse Uecker und Zarow transportieren jährlich lediglich etwa 0,9 t Zink, 0,9 t Kupfer und 0,1 t Blei in das Kleine Haff (HELCOM 1998: 119f). Die Fracht des Flusses Peene ist zu vernachlässigen, da der Großteil des Peenewassers direkt durch den Peenestrom in die Ostsee entwässert. Nach Modellrechnungen entwässern im Mittel etwa 15 % des Oderzuflusses über den Peenestrom in die Ostsee (Mohrholz 1998). Somit ist anzunehmen, dass auch ein Teil der Schwermetallfracht der Oder in das Kleine Haff gelangt. Trotzdem besteht eine große Differenz zwischen den Schwermetallzuflüssen zu Kleinem Haff und Großem Haff, die sich nicht in den unterschiedlichen Schwermetallgehalten im Sediment des Kleinen und des Großen Haff widerspiegelt. Der durchschnittliche Gehalt von Kupfer ist im Großen Haff nur 1,2 mal so hoch wie im Kleinen Haff. Für Zink und Blei beträgt dieses Verhältnis 1,4. Das Verhältnis der Schwermetallzuflüsse ist aber um ein Vielfaches höher.

Die starke Durchmischung zwischen Haff und Kanal und vor allem die regelmäßigen Ausbaggerungen können als Erklärung herangezogen werden. Im Durchschnitt werden dem Schifffahrtskanal und somit dem Oderhaff in den knapp 300.000 t Baggermaterial jährlich etwa 42 t Blei, 39 t Kupfer und 312 t Zink entnommen. Das heißt, dass ein großer Teil der jährlichen Schwermetalleinträge mit der Oder durch die Ausbaggerungen wieder entzogen und an Land abgelagert werden. Der Schifffahrtskanal besitzt also durch die Ausbaggerungen eine ausgeprägte Senkenfunktion, sowohl für Sedimente als auch für die enthaltenen Schwermetalle. Der Anteil der in die Ostsee abfließenden Oderfracht ist dadurch deutlich geringer als ohne regelmäßige Ausbaggerungen. Diese haben daher eine aktive Funktion im Hinblick auf den Ostseeschutz.

Danksagung

Für die Sedimentprobenahme danken wir Doc. dr hab. Norbert Wolnomiejski vom Sea Fisheries Institute, Research Station in Swinoujście, 72-600 Swinoujście, Pl. Slowianski 11, Poland.

Frau Dagmar Benesch vom Institut für Ostseeforschung in Warnemünde danken wir für die Unterstützung bei der Analyse der Schwermetalle.

Literatur

- Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg) (1998) Schadstoffbelastung der Sedimente in den Ostseeküstengewässern. Berlin (BfG Mitteilungen Nr. 15. Koblenz)
- HELCOM (1992) Convention on the protection of the marine environment of the Baltic Sea area; Guidelines for the disposal of dredged spoils (HELCOM Recommendation 13/1). Helsinki (Baltic marine environment protection commission Helsinki, 3.-7. Febr. 1992)
- HELCOM (1993) Second Baltic Sea Pollution Load Compilation. Helsinki (Baltic Sea Environment Proceedings No. 45)
- HELCOM (1998) The Third Baltic Sea Pollution Load Compilation. Helsinki (Baltic Sea Environment Proceedings No. 70)
- HELCOM (1999) Helcom Programme implementation task force. The Baltic Sea joint comprehensive environmental action programme. Annual Report 1999. Helsinki
- Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg) (1998) Untersuchungen der Oder zur Belastung der Schwebstoff- bzw. Sedimentphase und angrenzender Bereiche. Potsdam. (Studien und Tagungsberichte Band 20/21)
- Leipe T et al (1998) Das Oderhaff – Beiträge zur Rekonstruktion der holozänen geologischen Entwicklung und anthropogenen Beeinflussung des Oder-Ästuars. Warnemünde. (Meereswissenschaftliche Berichte No. 28)
- Lozán JL, Kausch H (Hrsg) (1996) Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren Wissenschaftliche Fakten. Berlin
- Maritime Office of Szczecin, Urząd Morski w Szczecinie, Plac Batorego 4, 70-207 Szczecin
- Meyer H, Lampe R, Jonas P, Buckmann K (1998) Nährstoffe im Oderästuar – Transporte und Inventare. Greifswald. GOAP (Greifswalder Bodden und Oder-Ästuar Austauschprozesse)
- Mohrholz V, Lass HU (1998) Transports between Oderhaff and Pommeranian Bight – a simple barotropic box model. In: Deutsche Hydrographische Zeitschrift 50 (4): 371-382
- Osadczuk A, Osadczuk K, Musielak S, Piesik Z, Sobieraj D, Wawrzyniak-Wydrowska B (1998) Sediments in the Szczecin Lagoon: Selected elements and macrozoobenthos. Stettin. GOAP (Greifswalder Bodden und Oder-Ästuar Austauschprozesse)
- Tucker M (ed) (1996) Methoden der Sedimentologie. Stuttgart: 366
- Weltbank (ed) (2000) Poland Szczecin-Swinoujscie Seaway and Port Modernization Project