

Ulrich SCHIEWER

Die Darß-Zingster Boddenkette im Vergleich mit anderen Küstengewässern der Ostsee

The Darss-Zingst bodden chain in comparisons to other coastal waters of the Baltic Sea

Abstract

The capacity of coastal waters for anthropogenic nutrient loads is limited. The reason for is the shallowness of these waters. Increasing nutrient loads induce very often fast eutrophication. Interactions with other factors (e.g. salinity) and processes (e.g. exchange rates with the Baltic Sea, freshwater inputs by rivers) are causing differences concerning the intensity and time depending expression of the eutrophication. Typical groups can be identified even every coastal water body is unique. The Darss-Zingst bodden chain is one of the best investigated coastal waters of the Baltic Sea. The results achieved can be transferred to other coastal waters, at least partly.

Keywords: Coastal waters, Baltic Sea, eutrophication, comparisons, typical groups

1 Einleitung

Als Werner Schnese 1968 an die Universität Rostock als Hochschuldozent für Hydrobiologie berufen wurde, waren die Auswirkungen dieser Berufung auf die Entwicklung der Ökologie in Rostock nicht absehbar. Mit visionärer Leidenschaft, großer Begeisterung und zähem Einsatz gelang es ihm innerhalb von knapp zwei Jahrzehnten, ausgehend von einfachsten ökologischen Freilanduntersuchungen, die Grundlagen für eine fundierte aquatisch-ökologische Forschung in der Darß-Zingster Boddenkette zu legen. Kernstück war der schrittweise Aufbau einer komplexen Forschung. Sie basiert auf einem umfangreichen Monitoring, Freiland- und Laborexperimenten, Modellierung und angewandter Forschung.

Ausgewählte neue Erkenntnisse des Zeitraums 1981/2001 sind:

- 1981/85 Nachweis einer Ammonium-Rhythmik bei Cyanobakterien
Microbial Food Web (MFW) als wesentliche Komponente in hocheutrophen Gewässern
- 1985/89 Populationsdynamik des Phytoplanktons in Küstengewässern
Aufklärung des Eutrophierungsprozesses in flachen Küstengewässern
Küstengewässer-Klassifizierung

- 1989/94 Analyse von Regulationen im MFW
Populationsdynamik des Zooplanktons in Küstengewässern
- 1994/01 Entwicklung einer Aggregat-Analyse-Technik
Analyse der Rolle des Fluffy-Sediment-Layers in hocheutrophen
Küstengewässern
Untersuchungen zur Chaosdynamik in Küstengewässern
Integriertes Küstenzonen-Management.

Der nachfolgende Vergleich mit anderen Küstengewässern der Ostsee soll die Unterschiede und Gemeinsamkeiten hinsichtlich ihrer Struktur und Funktion und des Erkenntnisstandes aufzeigen sowie auf bestehende Defizite hinweisen.

2 Ergebnisse

Die Abb. 1 gibt eine Übersicht der Küstengewässer der Ostsee. Sie sind die letzten Filter und Puffer der offenen Ostsee und auf Grund ihrer Lage zwischen Ostsee und Festland ihrem Charakter nach Ökotope. Auffallend ist ihre erhebliche Vielfalt. Detailanalysen haben gezeigt, dass es sich durchweg um Unikate handelt! Trotzdem können, abgesehen von den vier Großregionen Oderbucht, Danziger-, Rigaer Bucht und Finnischer Meerbusen, drei Haupttypen von Küstengewässern der Ostsee unterschieden werden:

Typ 1

Gewässer mit geringem oder behindertem Austausch mit der Ostsee. Diese Gewässer sind weitgehend autochthon. Vertreter dieser Gruppe sind die Darß-Zingster Boddenkette, die Nordrügenschens Boddengewässer, das Usedomer Achterwasser, das Kleine Oderhaff, das Frische Haff und die Schleimündung.

Typ 2

Gewässer mit starkem Austausch mit der Ostsee. Diese Gewässer sind weitgehend kompatibel mit der Ostsee. Zu ihnen gehören der Kertemunde Fjord/Kertinge Nor, die Wismar-Bucht, der Greifswalder Bodden, die Haapsalu und Matsalu Bucht, die ästurale Finnische Küste, das Åland Archipelago und das Stockholmer Archipelago.

Typ 3

Fluss-dominierte Küstengewässer. Diese Gewässer sind allochthon und deutlich limnisch geprägt. Zu ihnen gehören Teile des Großen Oderhaffs, die innere Danziger Bucht, der innerer Golf von Riga und die Newa Bay.

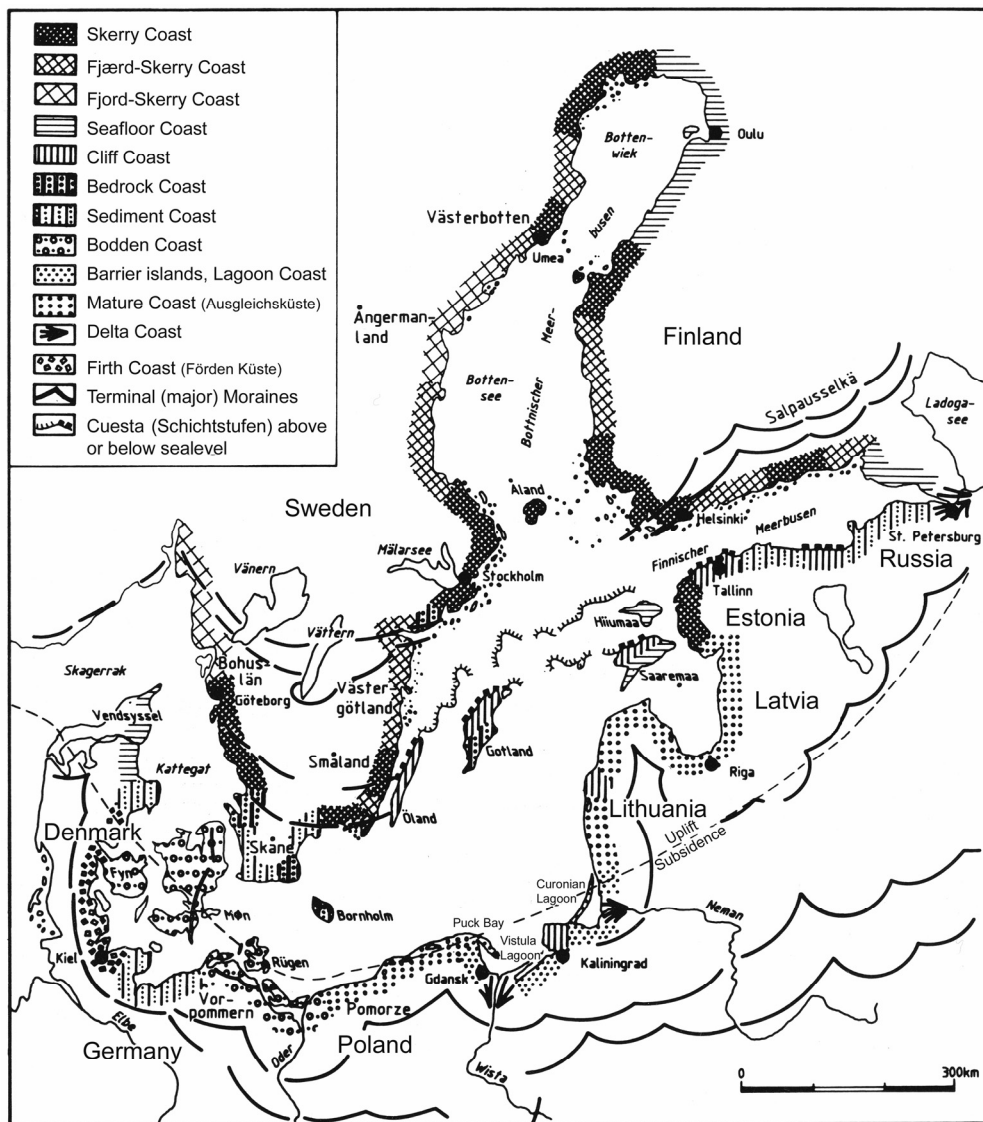


Abb. 1 Räumliche Verteilung der Küstentypen der Ostsee (Lampe 1996).

Typ 1

Die zu diesem Typus gehörenden Bodden und Haffe sind charakteristische Strukturen der westlichen, südlichen und südöstlichen Ostsee. Sie sind charakterisiert durch

- eindeutige, aber un stabile Gradienten
- Dominanz der physikalischen Faktoren
- kurzgeschlossenes Nährstoffrecycling
- beschleunigte Kohlenstoffumsatzraten infolge der Eutrophierung.

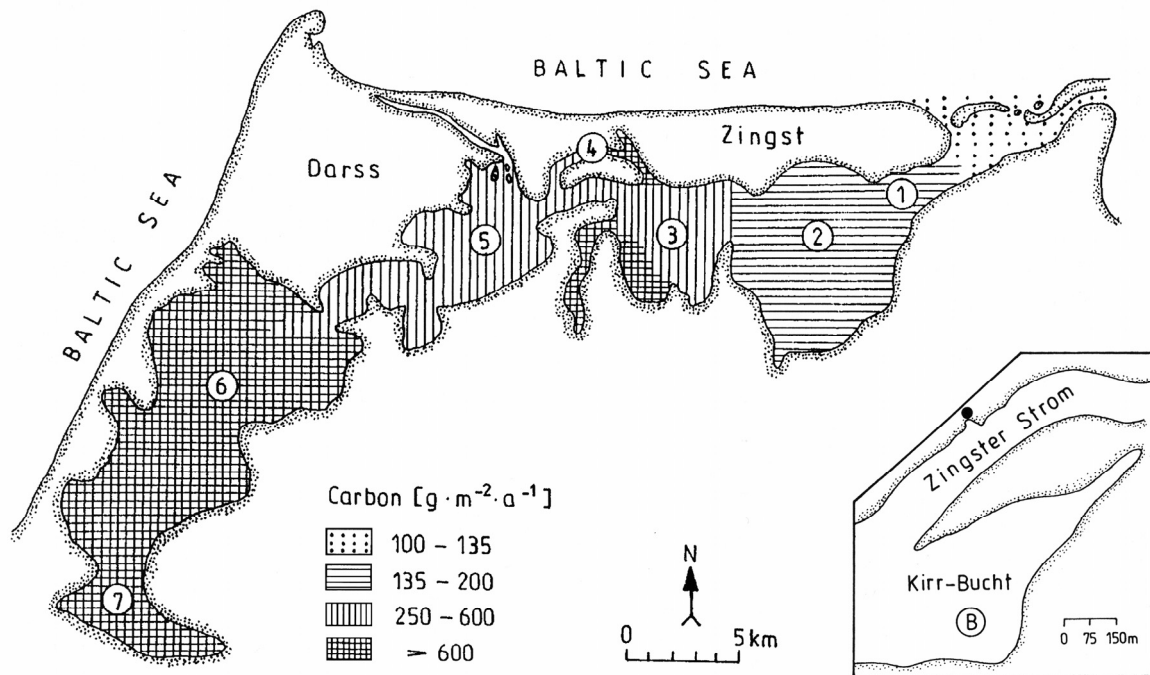


Abb. 2 Die Darß-Zingster Boddenkette (DZBK) Struktur und Jahresproduktivität der einzelnen Bodden: 1 = Pramort, 2 = Grabow, 3 = Barther Bodden, 4= Zingster Strom, 5 = Bodstedter Bodden, 6 = Saaler Bodden, 7 = Ribnitzer Seeäumliche.

Ein typischer Vertreter (Abb. 2) ist die Darß-Zingster Boddenkette (DZBK), vgl. SCHIEWER et. al. (1994), SCHIEWER (1998a, b). Sie ist ein gegliedertes polymiktisches brackiges Flachgewässer mit

- horizontalen Salz- und Nährstoffgradienten (nur Stickstoff)
- hoher natürlicher Produktivität
- hohem Detritusgehalt.

Das gezeitenlose Ästuar steht durch unregelmäßigen Austauschprozesse mit der Ostsee in Verbindung, wobei der Ausstrom überwiegt („Ausräumeffekt“). Charakteristisch sind ferner große Ökosystemfluktuationen, die vorwiegend durch physikalische Faktoren wie

- Salinität
- Temperatur
- Wind
- Wasseraustausch
- Eisbedeckung

kontrolliert werden. Das führt zur Dominanz von Arten, die eine hohe Variabilität der Umweltfaktoren tolerieren.

Bemerkenswert ist die Dominanz des mikrobiellen Nahrungsgefüges im Stoffumsatz dieses hocheutrophen Gewässers (Abb. 3). Etwa 90-95 % des Kohlenstoffumsatzes werden über diesen Weg realisiert. Die traditionelle Weidnahrungskette ist damit von völlig untergeordneter Bedeutung. Eine Zunahme der Eutrophierung hat in der Folgezeit über den Verlust der submersen Makrophytendominanz und zur Lichtlimitation des Phytoplanktons geführt.

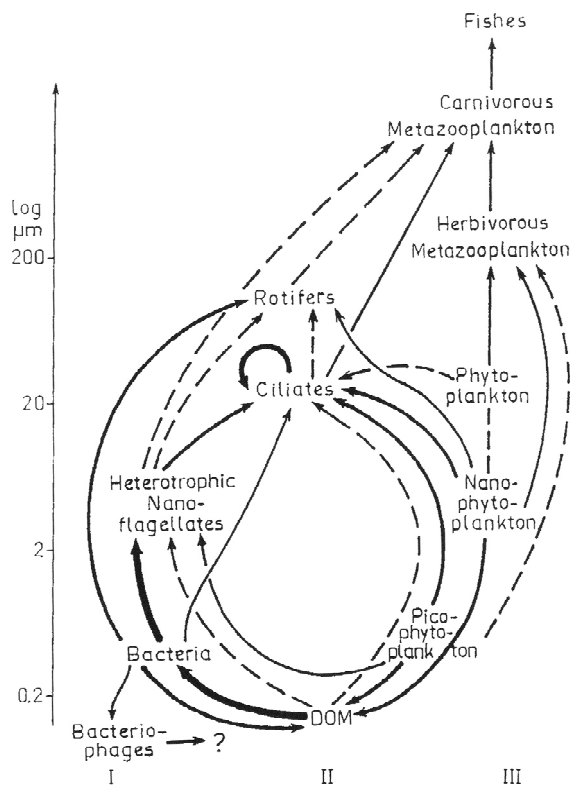


Abb. 3 Microbial Food Web in der DZBK, Spätfrühling/Frühsummer-Situation.

I = Seitenkette über Bakteriophagen

II = Microbial Food Web. Hauptweg des Kohlenstoffumsatzes, vorwiegend durch Nano- und Picoplankton. Interner Kreislauf der Ciliatengemeinschaft mit bis zu 3 zusätzlichen trophischen Ebenen

III = „Klassisches“ Weidenahrungsnetz des Pelagials. Untergeordnete Bedeutung

DOM = Gelöste organische Substanzenie Darß-Zingster Boddenkette (DZBK) Struktur und Jahresproduktivität der einzelnen Bodden: 1 = Pramort, 2 = Grabow, 3 = Barther Bodden, 4= Zingster Strom, 5 = Bodstedter Bodden, 6 = Saaler Bodden, 7 = Ribnitzer Seeäumliche.

Der Weg zu diesem Entwicklungsstadium konnte für die östliche Darß-Zingster Boddenkette zum großen Teil direkt über die letzten 30 Jahre verfolgt werden. Auffällig ist der stufenweise Anstieg der Eutrophierung (Abb. 4). Dabei traten charakteristische Veränderungen auf:

- Verlust der Dominanz der Diatomeen im Freiwasser beim Übergang von der Meso- zur Eutrophie
- Eutrophie mit massivem Verlust des submersen Makrophytobenthos
- Polytrophy mit Dominanz des Pico- und Nanoplanktons, Lichtlimitation des Phytoplanktons.

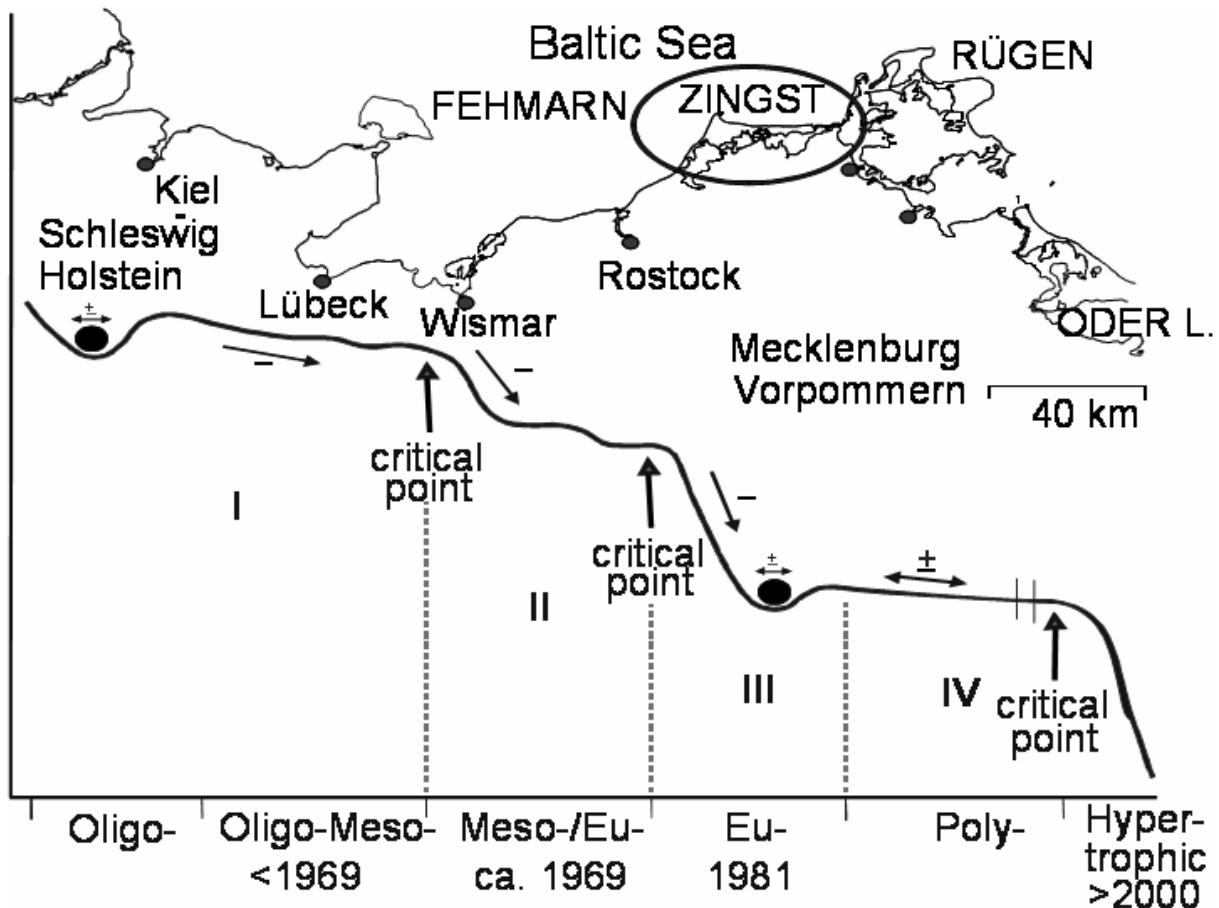


Abb. 4 Schrittweise Eutrophierung des Barther Boddens.

Stufe I: Oligo-mesotroph vor 1969: Nährstofflimitation, geringe Phytoplanktonbiomassen mit Diatomeendominanz. Dominanz der submersen Makrophyten (Charophyceae) in den flachen Bereichen

Stufe II: Übergang mesotroph zu eutroph 1969 bis 1981: Nährstofflimitation (vorwiegend Stickstoff); größere Phytoplanktonbiomassen and Dominanz von Grünalgen und Cyanobakterien. Dominanz der submersen Makrophyten (Charophyceae und Potamogetonaceae) in den flachen Bereichen

Stufe III: Eutrophie: Dramatischer Rückgang der submersen Makrophyten. Stabiler Bereich.

Stufe IV: Übergang von der Eutrophie zur Polytrophy: Wechsel von der Nährstoff- zur Lichtlimitation beim Phytoplankton. Dominanz des Nano- and Picophytoplanktons (Cyanobakterien und Grünalgen). Der Übergang zur Hypertrophie wurde durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen verhindert. Gegenwärtig Wechsel von der Licht- zur Nährstofflimitation? Zumindest Rückkehr der Makrophyten (*Potamogeton pectinatus*, Charophyceae)

Dieser Prozess vollzog sich vor allem 1981, unmittelbar ausgelöst durch starke Niederschläge im Frühjahr und einer dadurch bedingten erheblich verminderten Sichttiefe sowie einer deutlichen Abnahme der Salinität.

Reduzierte Nährstoffeinträge durch erhöhte Klärwerkkapazitäten und der Zusammenbruch der Weidewirtschaft sowie der damit verbundenen Düngung der Salzwiesen in den „Wendejahren“ verhinderten den bereits prognostizierten Übergang zur Hypertrophie. Die interne Entwicklung des polytrophen Gewässers lief aber infolge seines autochthonen Charakters weiter. Sie führte zur o. g. Lichtlimitierung des Phytoplanktons und zur dominanten Rolle des Fluffy-Sediment-Layers (Abb. 5). In dieser bis zu einigen Millimetern dicken Sedimentauflage spielen Aggregatformationen mit ihren großen Oberflächen und sehr differenzierten Sauerstoff- und Nährstoffgradienten die entscheidende Rolle (SCHUMANN et al. 2001).

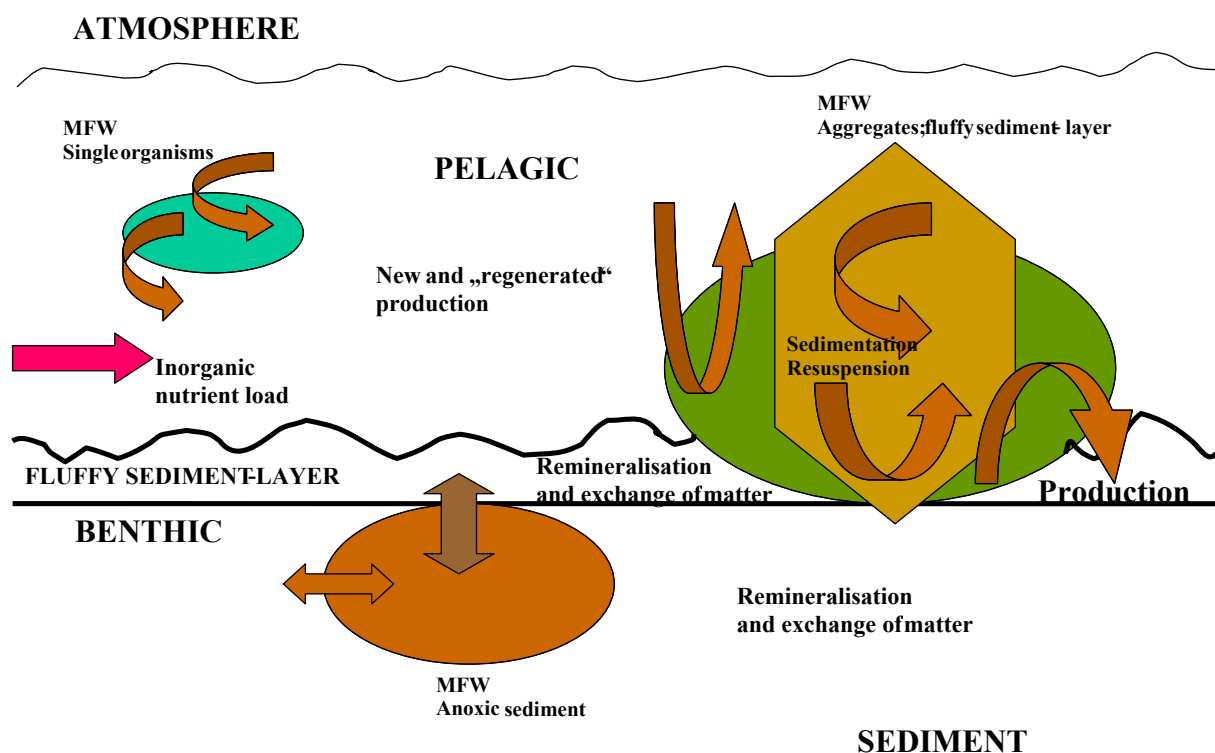


Abb. 5 Stoffumsatz im Pelagial und Sediment: Rolle der Sedimentauflage (Fluffy-Sediment-Layer).

Eine vergleichbare Struktur und Funktion finden wir in den Nordrügensch Boddengewässern, dem Frisches Haff (Vistula Lagoon) und der Schleimündung. Abweichende Strukturen, differierende Flusseinträge und Austauschprozesse mit der Ostsee sowie unterschiedliche Belastungen modifizieren das Verhalten. Der östlichen DZBK am ähnlichsten hinsichtlich ihrer Struktur und der Funktionsentwicklung sind die Nordrügensch Boddengewässer (Abb. 6) und die innere Schleimündung (Abb. 7). Allerdings ist der Erkenntnisstand gegenüber der DZBK deutlich niedriger (DAHLKE & HÜBEL 1996, HÜBEL et al. 1998; HÜBEL & DAHLKE 1999,

FEIBICKE 1994, 1995, GÖCKE et al. 2003). Einen hypertrophen Zustand erreichte der Kleine Jasmunder Bodden (HÜBEL & DAHLKE 1991). Bedingt war das durch seinen weitgehenden Abschluss von der Ostsee und die massiven Abwassereinträge der Stadt Bergen.

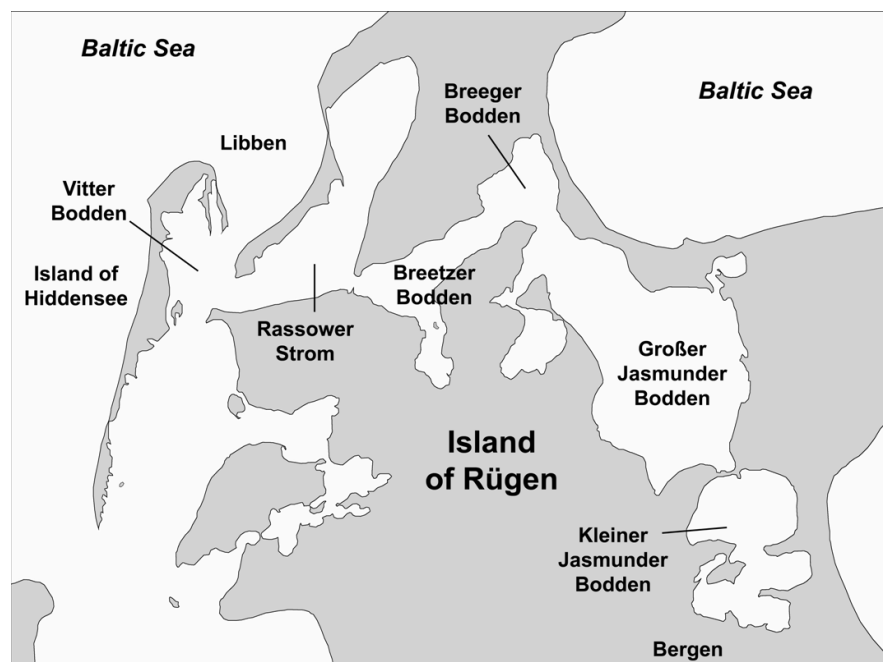


Abb. 6 Die Nordrügenschens Boddengewässer (HÜBEL & DAHLKE 1999, modif.).

Mehr abweichend verhält sich der westliche Bereich des Frischen Haffes (Abb. 8). Ursache ist weniger der Flusswassereintrag als vielmehr die Exposition der relativ große Wasserfläche gegenüber der relativen schmalen Verbindung zur Ostsee über den weit östlich gelegenen Kaliningrader Schifffahrtskanal (CHUBARENKO & MARGONSKI, in Vorbereitung).

Typ 2

Der starke Austausch mit der Ostsee macht diesen Typus relativ kompatibel mit der benachbarten Ostseeküste. Seine Grundcharakteristika sind

- geringere Eutrophierungsgefahr
- vorliegen eines ausgeprägten submersen Makrophytobenthos
- gute Sauerstoffbilanz des Sediments
- artenreiche Bodentiergesellschaften.

Zwei charakteristische kleinere Vertreter sollen kurz vorgestellt werden.

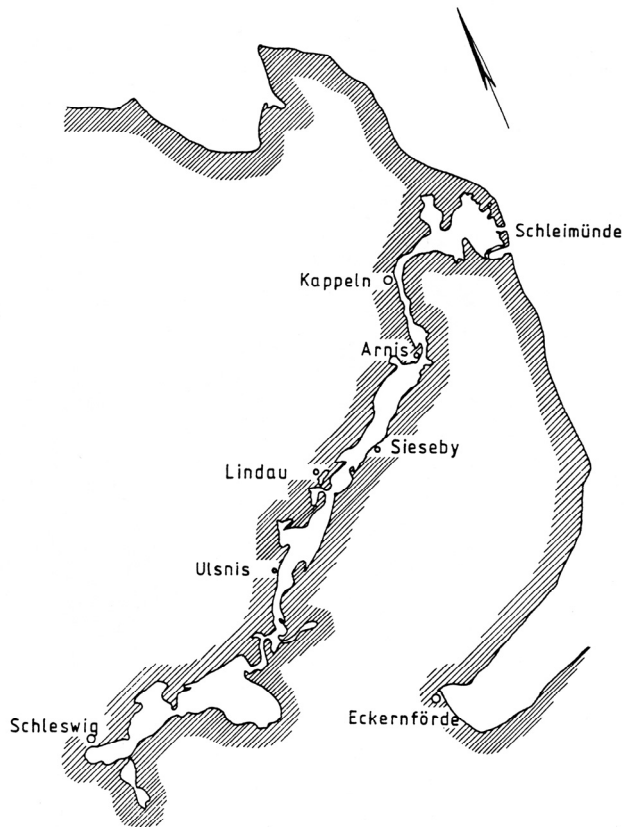


Abb. 7 Die Schlei (NELLEN 1967).

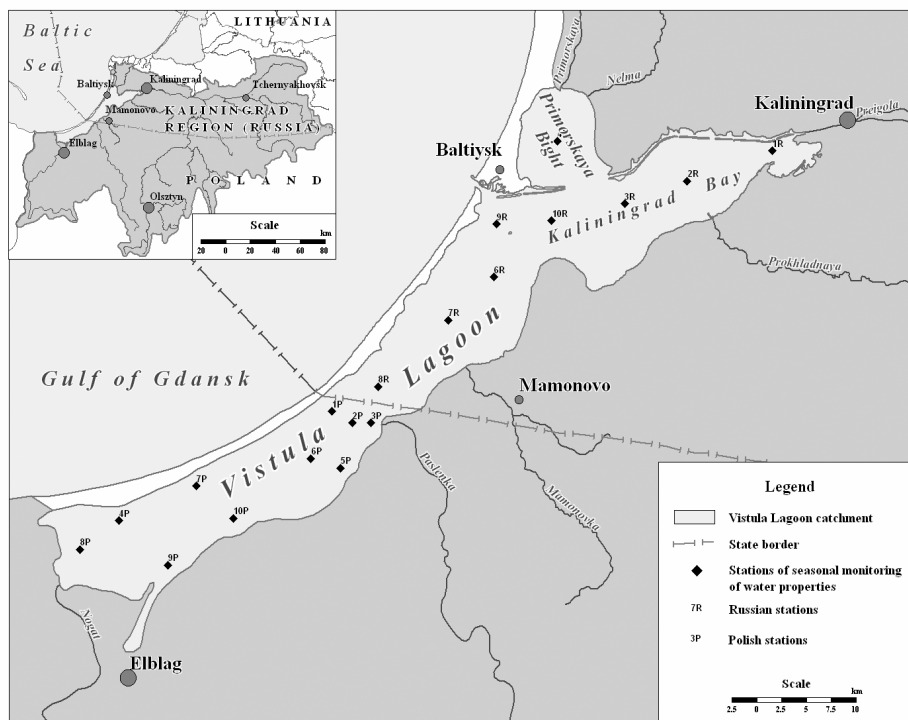


Abb. 8 Das Frische Haff (Vistula Lagoon) in der südöstlichen Ostsee (CHUBARENKO & MARGONSKI, in Vorbereitung).

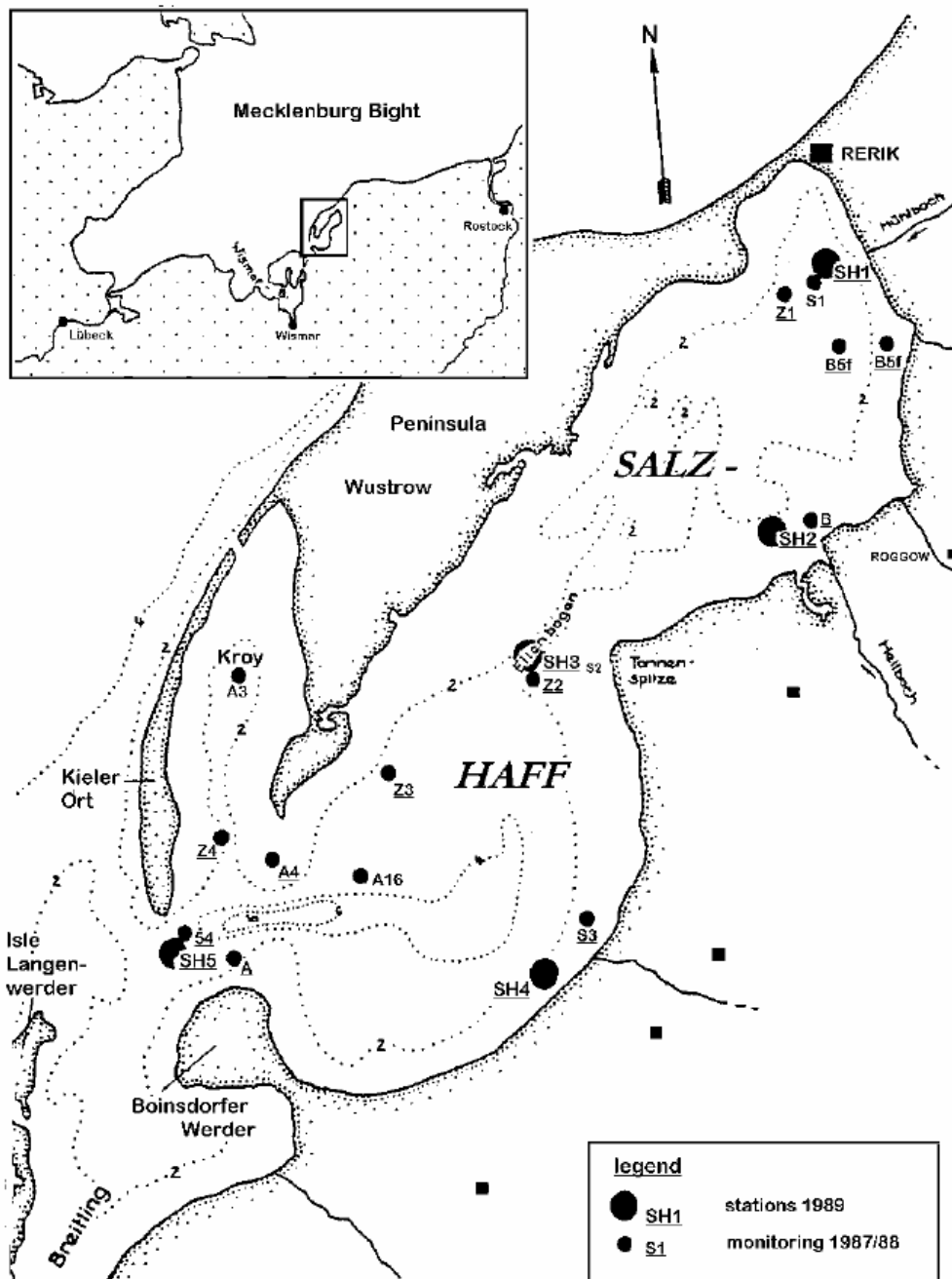


Abb. 9 Die Wismar-Bucht und das Salz- und Haff.

Das Salzhaff (Abb. 9), gelegen am östlichen Ende der Wismarer Bucht (JASCHHOF 1990, V. WEBER 1990, GOSELCK & V. WEBER 1997, WALTER 1997, YOUSEF et al. 1997), hat eine Wasseroberfläche von ca. 21 km² und eine mittlere Tiefe von 2,3 m. Eine 1,5 km weite und 4 m tiefe Öffnung am westlichen Ende zwischen Boiensdorfer Werder und Kieler Ort verbindet das Salzhaff mit der Ostsee. Seit 1987 gibt es eine zusätzlich 20 m breite Öffnung der Kroy im nördlichen Bereich der Halbinsel Wustrow. Beide Verbindungen zur Ostsee garantieren einen schnellen Wasseraustausch. Diese Situation hat trotz der erheblichen anthropogenen Belastung des Salzhaffes wesentlich zum Erhalt eines mesotrophen Charakters des Gewässers beigetragen. Kennzeichnend dafür ist zum einen die weitgehende Bedeckung der Sedimentoberfläche des Salzhaffs mit submersen Makrophyten. Wichtige Vertreter sind *Zostera marina*, *Ruppia cirrhosa*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, *Chaetomorpha linum*, *Ulva lactuca* und einige *Enteromorpha*-Arten. Zum anderen prägt eine vielfältige Fauna dieses Gewässer (Tab. 1).

Der Kerteminde Fjord/Kertinge Nor (RIISGAARD et al., in Vorbereitung) liegt im nordöstlichen Bereich der Insel Fünen/Dänemark (Abb. 10). Das Gewässer ist über ein Sill direkt mit dem Großen Belt verbunden. Das Wasser des kleinen Gewässers (8,5 km², mittlere Wassertiefe ca. 2 m) wird im Gegensatz zu den anderen betrachteten Küstengewässern vor allem durch eine diurnale Gezeitenrhythmik (mittlere Amplitude ca. 20 cm) regelmäßig ausgetauscht. Der direkte Süßwassereintrag ist vernachlässigbar, trotzdem ist der Eintrag von Nährstoffen aus der Landwirtschaft beträchtlich. Seit 1990 wurden alle punktuellen Belastungsquellen eliminiert, so dass nur noch ein diffuser Eintrag erfolgt. Das Gewässer ist jedoch immer noch durch eine interne instabile Eutrophie gekennzeichnet. Durch Nährstofffreisetzungen aus dem Sediment können zeitweise (z. B. 1992) größere Biomassen des Phytoplanktons auftreten (RIISGAARD et al., in Vorbereitung). Unter Normalbedingungen dominieren Makrophyten. Neben der Nahrungskette Makrophyten → Detritus → abbauende Mikroorganismen kommen zwei weitere Nahrungsketten dazu: Phytoplankton → *Ciona intestinalis* (Ascidia) und epiphytische Diatomeen → epibenthische Harpacticoida → *Aurelia aurita* (Ohrenqualle) + Stichlinge.

Tabelle 1 Verteilung des Makrozoobenthos auf die verschiedenen Habitate des Salzhaffs (nach KÖHN et al. 1991), H = primärer und sekundärer Hartboden; P = Phytal; S = Sand- oder Schlickboden

| | Arten | Habitat |
|-------------|--|---|
| Porifera | <i>Haliclona limbata</i> | P, H |
| Cnidaria | <i>Laomedea lovenii</i> , <i>L. flexuosa</i> , <i>Clava multicomis</i> | P, H |
| Turbellaria | <i>Planaria torva</i> , <i>Procerodes ulva</i> | S |
| Nemertini | <i>Lineus</i> spp. | S |
| Gastropoda | <i>Theodoxus fluviatilis</i> <i>Radix ovata</i> , <i>Lacuna pallidula</i> , <i>Littorina saxatilis</i> , <i>Turboella neglecta</i> , <i>T. inconspicua</i> , <i>Zippora membranacea</i> , <i>Elisia viridis</i> , <i>Limapontia capitata</i> <i>Potamogpyrgus jenkinsi</i> , <i>Hydrobia ulvae</i> , <i>H. ventrosa</i> , <i>H. neglecta</i> <i>Littorina litorea</i> , <i>Embletonia pallida</i> | P,H P S H |
| Mollusca | <i>Cerastoderma hauniense</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>C. lamarcki</i> , <i>Scrobicularia plana</i> , <i>Macoma balthica</i> , <i>Arenomya arenaria</i> | P P,S S |
| Polychaeta | <i>Antionella sarsi</i> , <i>Harmothoe imbricate</i> , <i>H. impar</i> , <i>Eterne longa</i> , <i>Hediste diversicolor</i> , <i>Scoloplos armiger</i> , <i>Polydora ligni</i> , <i>Pygospio elegans</i> , <i>Streblospio shrubsoli</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Capitella capitata</i> , <i>Arenicola marina</i> , <i>Manayunkia aestuarina</i> <i>Platynereis dumerili</i> <i>Fabricia sabella</i> <i>Spirorbis spirorbis</i> | S P, S P, H, S P |
| Oligochaeta | <i>Tubificoides benedeni</i> , <i>Nais elinguis</i> | S |
| Crustacea | <i>Idothea balthica</i> , <i>I. chelipes</i> , <i>Gammarus salinus</i> , <i>G. oceanicus</i> , <i>G. locusta</i> , <i>G. inaequicauda</i> , <i>Melita palmate</i> , <i>Calliopius laeviusculus</i> , <i>Amphithoe rubricata</i> , <i>Palaemon adspersus</i> <i>Heterotanais oerstedti</i> , <i>Jaera albifrons</i> , <i>Corophium insidiosum</i> <i>C. volutator</i> , <i>Cyathura carinata</i> , <i>Crangon crangon</i> <i>Neomysis integer</i> , <i>Sphaeroma hookeri</i> , <i>Microdeutopus gryllotalpa</i> , <i>Carcinus maenas</i> | P P,H S P,S |
| Insecta | <i>Chironomus</i> spp. | P,S |
| Bryozoa | <i>Membranipora lineate</i> , <i>Electra crustulenta</i> , <i>Alcyonidium polyoum</i> | P;H |
| Tunicata | <i>Ciona intestinalis</i> | P |

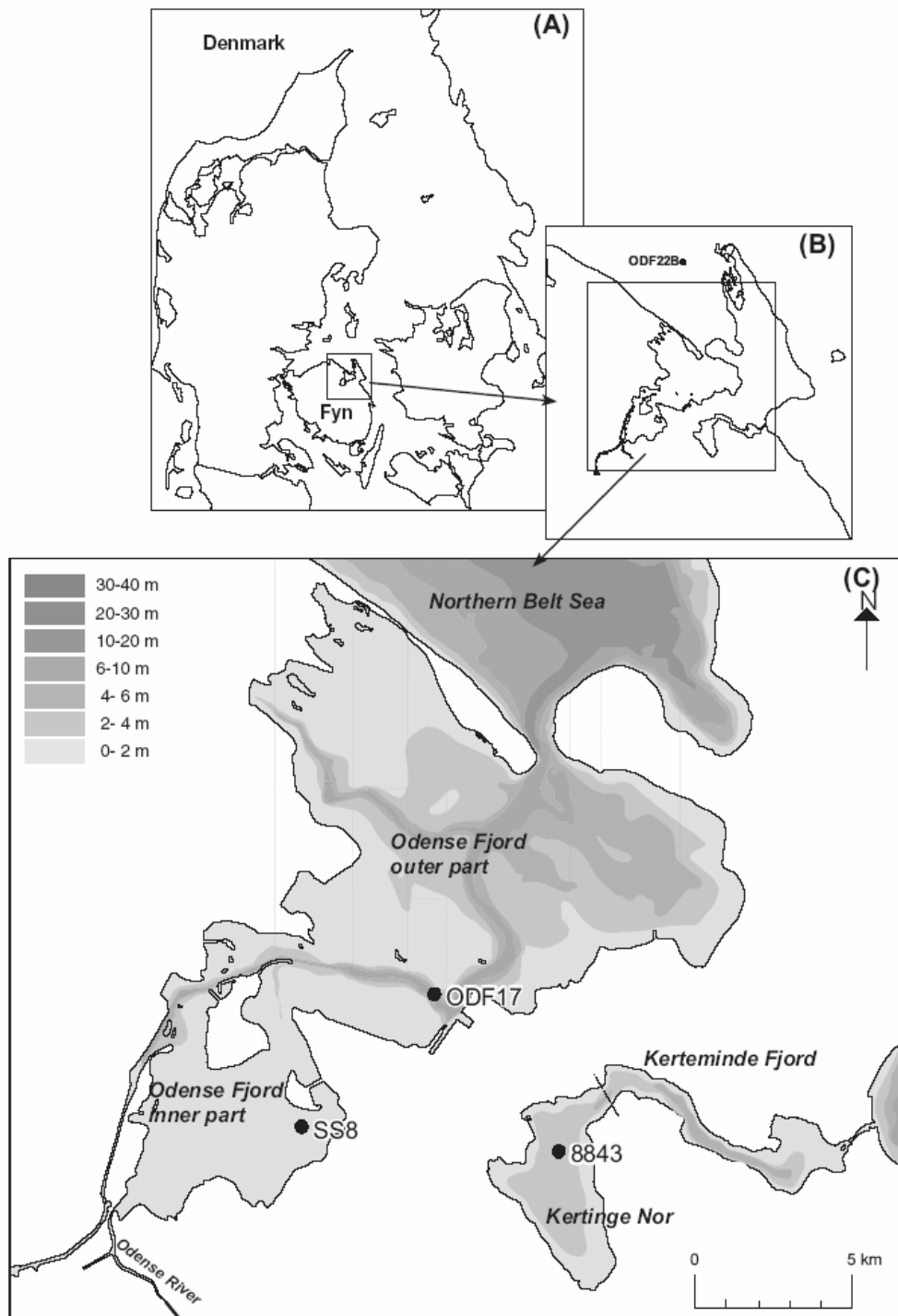


Abb. 10 Karte von Dänemark (A) und des nordöstlichen Teils der Insel Fünen (B) sowie des Odense Fjords und des Kerteminde Fjords/Kertinge Nors (C) am Großen Belt (RIISGAARD et al., in Vorbereitung).

Typ 3

Die Fluss-dominierten allochthonen Küstengewässer sind eindeutig deutlich limnisch geprägte Ökotope. Ihre Grundcharakteristika sind:

- große Nährstoffeinträge
- hohe Durchflussraten
- kaum Umsetzung des vorhandenen Produktionspotentials im Übergangsbereich
- Dominanz der Flussorganismen
- hohe Empfindlichkeit gegenüber strukturellen Veränderungen.

Als charakteristisches Beispiel soll die Newa-Bucht (Abb. 11) dienen (TELESH et al., in Vorbereitung). Sie ist der östlichste Teil des Finnischen Meerbusens. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Küstengewässern wird sie durch das Flusswasser der Newa dominiert. Wichtige Charakteristika (PANOV et al. 2002) sind in der Tab. 2 zusammengefasst.

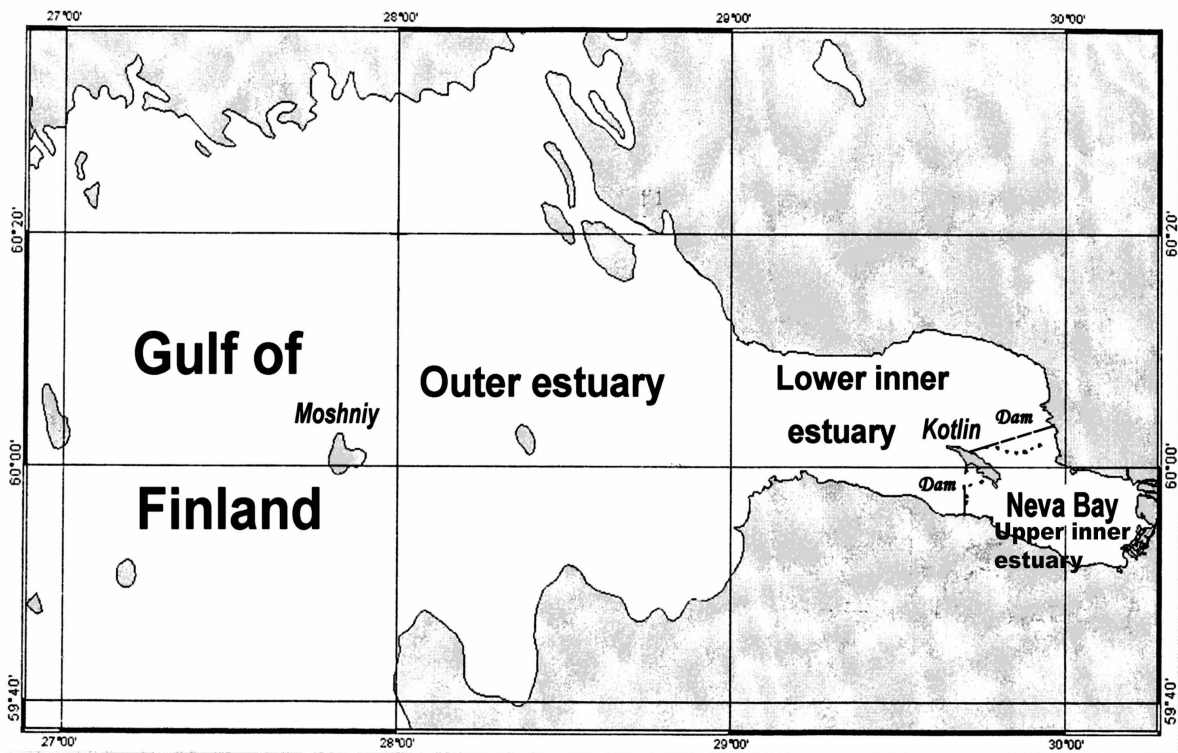


Abb. 11 Karte des Newa-Ästuars und seiner schematischen Unterteilung (TELESH et al., in Vorbereitung).
Dam = Hochwasserschutzbauten mit Schleusen

Tabelle 2 Ausgewählte Charakteristika der Newa-Bucht

| | |
|--|-------------------------------|
| Wasseroberfläche (km ²) | 329 |
| Volumen (10 ⁶ m ³) | 1 316 |
| Mittlere Tiefe (m) | 4,0 |
| Maximale Tiefe (m) | 12,0 (Schiffskanal) |
| Einzugsgebietsfläche (km ²) | 281 000 |
| Wasser-/Einzugsgebietsoberflächen-Relation | 1:854 |
| Durchschn. Süßwassereinstrom (10 ⁶ m ³ a ⁻¹) | 78 600 |
| Verweilzeit (d) | 5,5 |
| Salinität (psu) | Süßwasser |
| Nährstoffeintrag (t a ⁻¹) | 2 089 Ges.-P 45 338 Ges.-N |
| Chlorophyll a (µg l ⁻¹) | 2,1 – 19,7 |
| Primärproduktion Phytoplankton (mg C m ⁻² d ⁻¹) | 720 |
| Metazoen(Rotatorien, Copepoden, Cladoceren) (mg FG l ⁻¹) | 0,02 – 1,65 |
| Seston (mg TG l ⁻¹) | 14,5 – 28,9 |
| Makrozoobenthos (g FG m ⁻²) | 10 – 17 (max. 200) |
| Makrofauna-Artenanzahl | 210 |
| Trophie-Status | Eutroph |

Trotz der enormen Nährstoffbelastung weist die Newa-Bucht nur einen eutrophen Status auf. Ursache ist der extrem hohe Flusswassereintrag (die Newa trägt 20 % des Gesamtflusswassers in die Ostsee ein) und dessen sehr kurze Verweilzeit von 5,5 Tagen. Die Newa Bucht ist damit nur eine Übergangszone, die weitgehend die Gegebenheiten der Newa widerspiegelt. Teile der Nährstoffbelastung werden erst im Newa-Ästuar und im östlichen Finnischen Meerbusen als Primärproduktion realisiert.

Größere Veränderungen traten im Ökosystem in den 80iger Jahren des letzten Jahrhunderts nach dem Bau der Hochwasserschutzbarrieren auf. Durch den teilweisen Ausfall der östlichen Verbindung zum Newa-Ästuar veränderte sich die natürliche Hydrodynamik der Newa-Bucht. Die Folgen waren

- Sedimentation, Feuchtlandbildung und Entwicklung emerger Makrophyten, vor allem *Phragmites australis* Trin. und *Scirpus lacustris* L.
- und vermutlich das massive Vorkommen von *Cladophora glomerata* (L.) an den Küstenzonen der Newa-Bucht.

Letzteres dürfte zu einer deutlichen Veränderung der Ökosystemstruktur und -funktion der Bucht führen. Damit sind auch Veränderungen in der Selbstreinigungskapazität des Ökosystems vorprogrammiert. Experimentelle Daten darüber stehen aber bisher nicht zur Verfügung.

3 Diskussion

Ein Vergleich des Wissenstandes zu den Küstengewässern der Ostsee verdeutlicht, dass die Kenntnisse zur Struktur und Funktion der DZBK umfassender und vertiefter sind als bei den anderen. Aber auch bei der DZBK sind noch klare Defizite vorhanden. So fehlen u. a.:

- die Modellierung der Wasseraustauschprozesse
- erweiterte Analysen der Sedimentstruktur, -funktion und ihrer Wechselwirkungen mit dem Freiwasser
- Analysen der Steuerungsmechanismen hinsichtlich der
 - Regulationen auf zwischenartlicher Ebene
 - Variabilität, Stabilität und Elastizität natürlicher Gemeinschaften
- Untersuchungen zur Invasion von Mikroorganismen und Viren
- Untersuchungen zur Paläo-Ökologie und Evolution.
- Angewandte Aspekte
 - mikroskalige Analysen
 - Bioindikation
 - komplexe mikrobiell-aquatische Testsysteme
 - Ökotechnologie
 - Integriertes Küstenzonenmanagement/Europ. Wasserrahmenrichtlinie.

Vorteilhaft ist, dass die Ergebnisse aus der DZBK relativ problemlos auf den Gewässertyp 1 übertragbar sind. Sie lassen sich auch in Teilen für die Gewässertypen 2 und 3 umsetzen.

4 Zusammenfassung

Hinsichtlich der anthropogenen Belastbarkeit der Küstengewässer gilt:

- die Nährstoffbelastung der Küstengewässer ist begrenzt
- Ursache ist die Flachheit der Gewässer
- folglich führt eine zunehmende Nährstoffbelastung schnell zur Eutrophierung.

- Wechselwirkungen mit anderen Faktoren (z. B. Salinität) und Prozessen (z. B. Austausch mit der Ostsee; Flusswassereinträge) bedingen Unterschiede
 - sowohl in der Stärke der Eutrophierung
 - als auch in ihrer zeitlichen Ausprägung.

Obwohl jedes Gewässer ein Unikat ist, lassen sie sich in Gewässertypen einteilen. Die DZBK ist eines der am besten untersuchten Küstengewässer der Ostsee. Die dort gewonnenen Erkenntnisse sind, zumindest in Teilen, auf andere Gewässer übertragbar. Der vorhandene Wissensvorsprung sollte durch effektive Berücksichtigung neuer Aspekte behauptet werden. Dazu ist eine nationale und internationale Kooperation unumgänglich.

Literatur

- CHUBARENKO, B. & MARGONSKI, P. (in preparation): The Vistula Lagoon. – [In:] SCHIEWER, U. (Hrsg.): Ecology of Baltic coastal waters. (Springer Verlag), Ecological Studies.
- DAHLKE, S. & HÜBEL, H. (1996): Der Kleine Jasmunder Bodden: Entwicklung eines hypertrophen Gewässers in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. – Bodden, 3: 83-98.
- FEIBICKE, M. (1994): Strukturelle und funktionelle Studien zum Phytoplankton und Zooplankton in einer hypertrophen Brackwasserförde (Innere Schlei, Westliche Ostsee). – Dissertation, Freie Universität Berlin, Berlin.
- FEIBICKE, M. (1995): Wege und Verbleib des Kohlenstoffs in der Inneren Schlei. – Bodden, 2: 205-220.
- GOCKE, K. RHEINHEIMER, G. & SCHRAMM, W. (2003): Hydrographische, chemische und mikrobiologische Untersuchungen im Längsprofil der Schlei. – Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 68: 31-62.
- GOSELCK, F. & WEBER, M. VON (1997): Pflanzen und Tiere des Meeresbodens der Wismar-Bucht und des Salzhaffs. – Meer und Museum, 13: 41-52.
- HÜBEL, H. & DAHLKE, S. (1991): Stoffhaushalt und Belastungsgrad des Kleinen Jasmunder Boddens. – [In:] Landesamt für Umwelt und Natur Rostock, Rostock, 45 S.
- HÜBEL, H. & DAHLKE, S. (1999): Die Nordrügensch Boddengewässer – Entwicklung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. – Bodden, 7: 137-156.
- HÜBEL, H.; WOLFF, CH. & MEYER-REIL, L-A. (1998): Salinity, inorganic nutrients, and primary production in a shallow coastal inlet in the southern Baltic Sea (Nordrügensch Bodden). Results from long-term observations (1960-1989). – Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie, 83: 479-499.
- JASCHHOF, M. (1990): Zur Sedimentbesiedlung des Salzhaffs durch die Makrofauna. – Diplomarbeit, Universität Rostock, Rostock.
- KÖHN, J. JASCHHOF, M. & WEBER, M. VON (1991): – Das Salzhaff. Meer und Museum, 7: 8-21.
- NELLEN, W. (1967): Ökologie und Fauna (Makrovertebraten) der brackigen und hypertrophen Ostseeförde Schlei. – Archiv für Hydrobiologie, 63: 273-309.
- PANOV, V. E.; ALIMOV, A. F.; GOLUBKOV, S. M.; ORLOVA, M. I. AND TELESH, I. V. (2002): Environmental problems and challenges for coastal zones management in the Neva Estuary (Eastern Gulf of Finland). – [In:] SCHERNEWSKI, G. & SCHIEWER, U. (Hrsg.): Baltic coastal ecosystems: 171-184; Berlin, Heidelberg, New York (Springer Verlag).
- RIISGAARD, H. U.; MÖLLER, M. M.; JENSEN, H.; RASK, N. & GLOB, E. (in preparation): Odense Fjord and Kerteminde Fjord/Kertinge Nor. – [In:] SCHIEWER, U. (Hrsg.): Ecology of Baltic coastal waters. (Springer Verlag), Ecological Studies.
- SCHIEWER, U.; SCHLUNGBAUM, G. & ARNDT, E. A. (Hrsg.) (1994): Rostocker Meeresbiologische Beiträge, 2: 240 S.
- SCHIEWER, U. (1998 a): 30 years eutrophication in shallow brackish waters – lessons to be learned. – Hydrobiologia, 363: 73-79.
- SCHIEWER, U. (1998 b): Hypertrophy of a Baltic estuary – changes in structure and function of the planktonic community. – Verhandlungen /Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 26: 1503-1507.

- SCHUMANN, R.; RENTSCH, D.; GÖRS, S. & SCHIEWER, U. (2001): Seston particles along a eutrophication gradient in coastal waters of the southern Baltic Sea: significance of detritus and transparent mucoid material. – *Marine Ecology Progress Series*, 218: 17-31.
- TELESH, I. V.; GOLUBKOW, S. M. & ALIMOV, A. F. (in preparation): Neva estuary ecosystem. – [In:] SCHIEWER, U. (Hrsg.): *Ecology of Baltic coastal waters*. (Springer Verlag), *Ecological Studies*.
- WEBER, M. VON (1990): Untersuchungen an der Makrofauna des Phytals des Salzhaffs (Wismarer Bucht, westliche Ostsee). – *Diplomarbeit, Universität Rostock, Rostock*.
- WALTER, U. (1997): Fische, Fischerei und Garnelenfang in der Wismar-Bucht. – *Meer und Museum*, 13: 53-64.
- YOUSEF, M.; KÜSTER, A.; SCHUBERT, H. & NORDHEIM, H. VON (1997): Charakterisierung der Characeenbestände an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. – *Bodden*, 5: 3-23.

Autor

Prof. Dr. em. Ulrich Schiewer
Institut für Biowissenschaften/Aquatische Ökologie
Universität Rostock
Albert-Einstein-Str. 3
D-18051 ROSTOCK