

**Workshopbericht vom 16/17.11.2004 an der Universität Rostock,  
Institut für Biowissenschaften**

**„Strategien zur Sanierung von Küstengewässern - welche  
Schlussfolgerungen ergeben sich für die Umsetzung der  
EU-WRRL?“**



**Organisation: Prof. Hendrik Schubert  
Uwe Selig, Sigrid Sagert, Dirk Schories, Ralf Grunewald  
Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften  
Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock**

**Inhalt:**

Anliegen des Workshops	4
Begrüßung und Einführung: H. Schubert (Universität Rostock)	5

**Komplex 1: Bestandsanalyse, Nährstoffbelastung und Trophie**

<i>M von Weber</i> (LUNG)	5
Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns	
<i>A. Bachor</i> (LUNG)	8
Nährstoff- und Schwermetalleinträge in die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns – eine Belastungsanalyse	
<i>H. Baudler</i> (Universität Rostock)	9
Nährstoffsituation im Zingster Strom (DZBK) - Trends und Langzeitentwicklung	
<i>S. Dahlke</i> (Universität Greifswald)	10
Analyse der Nordrügenschener und Hiddenseer Boddengewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie - welche Ansätze ergeben sich für Sanierungsstrategien?	
Diskussionsrunde zu den Vorträgen 1 bis 4	12

**Komplex 2: Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffbelastung und Trophie**

<i>G. Liebezeit</i> (Forschungszentrum Terramare)	13
Quellen und Senken von anorganischen Nährsalzen im ostfriesischen Wattenmeer	
<i>S. Biele, O. Gehm &amp; B. Voigt</i> (Umweltplan GmbH, Landkreis Grimmen)	14
Integriertes Konzept zur nachhaltigen Sanierung des Einzugsgebietes Saaler Bach - Fragen und Probleme aus praktischer Sicht	
<i>A. Kleeberg</i> (IGB Berlin)	16
Effektivität gebaggerter Sedimentationsfallen zur Elimination von Phosphor und suspendiertem Material in Flussmündungsgebieten	
<i>C. Fenske</i> (Universität Greifswald)	17
Renaturierung von Gewässern mit Hilfe der Wandermuschel <i>Dreissena polymorpha</i>	
<i>M. Feibicke</i> (Umweltbundesamt)	19
Vorstellung eines Restaurierungskonzeptes für die Schlei	
<i>M. Hupfer</i> (IGB Berlin)	21
Sanierung- und Restaurierung limnischer Gewässer – welche Erfahrungen lassen sich auf die inneren Küstengewässer anwenden?	
Diskussionsrunde zu den Vorträgen 5 bis 10	23

**Komplex 3: Substratveränderung, Verbauung, Altlasten**

<i>R. Lampe</i> (Universität Greifswald) Sedimentation und Resedimentation in den östlichen Boddengewässern Mecklenburg-Vorpommerns	25
<i>T. Quandt</i> (Wastra-Plan). Entnahme organikhaltiger Sedimente und Chancen ihrer Unterbringung - Dargestellt am Beispiel Ribnitzer See / Saaler Bodden	27
<i>R. Karez</i> (LANU), D. Schories (Universität Rostock) Einfluss der Steinfischerei auf die Hartsubstratverteilung in den Küstengewässern	30
<i>S. Nehring</i> (AeT Umweltplanung) Rüstungsaltlasten in den deutschen Küstengewässern – ein Sanierungsproblem am Meeresgrund	31
Diskussionsrunde Vorträge 11 bis 14	34

**Komplex 4: Abschlussdiskussion**

<i>U. Selig</i> (Universität Rostock) Umsetzung der EU-WRRL – Haben wir Ansätze und Konzepte zur Erreichung des guten ökologischen Zustand für Küstengewässer?	35
Abschlussdiskussion	36
Teilnehmerliste	38

## Anliegen des Workshops

Mit der Direktive vom 23.10.2000 hat das europäische Parlament die Europäische Wasserrahmenrichtlinie beschlossen und damit für alle EU-Mitgliedsstaaten zu einer verbindlichen Rechtsgrundlage erklärt. Ziel der EU-WRRL ist es, einen „guten ökologischen Zustand“ für alle Oberflächengewässer und Grundwasserkörper bis zum Jahr 2015 zu erreichen.

In der jetzigen Etappe bei der Umsetzung der EU-WRRL werden bis 2006 die Erarbeitung von Klassifizierungsansätzen und die Erstellung von Monitoringprogrammen realisiert. Innerhalb von drei weiteren Jahren (Ende 2009) sollen die Maßnahmepläne für die Erreichung des „guten ökologischen Zustandes“ vorgelegt werden. Dies bedeutet, dass bis Ende 2006 alle Wasserkörper entsprechend der EU-WRRL bewertet werden müssen und dass innerhalb von drei weiteren Jahren sowohl die Degradationsursachen als auch die Sanierungskonzepte zu erarbeiten sind. Während aus limnischen Standgewässern schon zahlreiche Erfahrungen zu Sanierungstechnologien vorliegen (u.a. BMBF-Verbundprojekt „Maßnahmen zur Beseitigung nutzungseinschränkender Qualitätseigenschaften stehender Gewässer“ von 1993-1998), gibt es keine vergleichbaren Forschungsvorhaben aus dem Bereich der deutschen Ostseeküste. Vor dem Hintergrund des engen zeitlichen Rahmens zur Umsetzung der nächsten Etappe der EU-WRRL ist es notwendig, die bisherigen Erfahrungen zur Sanierung zu bündeln und dringend erforderlichen Forschungsbedarf aufzuzeigen.

Im Rahmen dieses Workshops sollen bisherige Arbeiten zur Sanierung und Restaurierung von Küstengewässern an der deutsche Küste vorgestellt und diskutiert werden. Ziele sind:

- ▶ eine Übersicht über bisherige Arbeiten zur Sanierung von Küstengewässern zu erhalten,
- ▶ -einen Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft, Behörden und Praxis (Umwelt- und Planungsbüros) zu fördern,
- ▶ - eine fachliche Grundlage für die weitere Umsetzung der EU-WRRL zu schaffen,
- ▶ - Ansätze und Erfassung von Wissensdefizite für die Umsetzung der EU-WRRL bezüglich Maßnahmenprogramme aufzuzeigen.

## **Einführung und Begrüßung: H. Schubert (Universität Rostock)**

Durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie ist in den kommenden Jahren ein klarer Handlungszwang gegeben, den Zustand der heute belasteten Küstengewässer von einem potentiell "schlechten" oder "mäßigen" zum "guten" ökologischen Zustand zu überführen.

Bisher gibt es jedoch kaum Beispiele für gelungene und effektive Maßnahmen zur Sanierung von Küstengewässern.

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Projekte zur Typisierung und Klassifizierung der Küstengewässer sowie der Ermittlung von Referenzzuständen gefördert. Damit wurden die ersten Phasen der Umsetzung der EU-WRRL realisiert. So leistete das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt ELBO („Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach der EU-WRRL“) mit seiner erstmals erfolgten ökologischen Bewertung auf Basis von Makrophytengemeinschaften die Vorarbeiten zu diesem Workshop. Durch dieses Projekt liegen nun erste Zustandseinschätzungen der inneren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns vor, die zeigen, dass zumindest hinsichtlich der Makrophytengemeinschaften in fast allen inneren Küstengewässern Handlungsbedarf zur Verbesserung des ökologischen Zustandes bestehen wird. Durch diesen Workshop soll eine breite Diskussion aller beteiligten Entscheidungsträger und Forschungseinrichtungen initiiert werden, wie diese zukünftigen Fragestellungen der EU-WRRL Umsetzung realisiert werden können.

## **Komplex 1: Bestandsanalyse, Nährstoffbelastung und Trophie**

### **Vortrag 1: M. von Weber (LUNG)**

## **Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns**

Neben der allgemeinen Beschreibung der Flussgebietseinheiten, der Typisierung der Oberflächengewässer und der Abgrenzung von sog. Wasserkörpern sowie der Festlegung von Referenzbedingungen ist ein wesentlicher Meilenstein der Bestandsaufnahme 2004 die Ermittlung der signifikanten anthropogenen Belastungen die auf die Gewässer einwirken. Als eine wesentliche Grundlage zur zeitnahen Umsetzung und Erreichung ihrer Ziele enthält die WRRL ein verbindliches Ziel- und Fristenkonzept (Tab. 1), demzufolge die Bestandsaufnahme bis Dezember 2004 abzuschließen ist.

Zur Ermittlung der signifikanten anthropogenen Belastungen nach Art. 5, Anhang II 1.4 und 1.5 und der Beurteilung der Auswirkungen erfolgt schwerpunktmäßig die Einschätzung und Beschreibung der von städtischen, industriellen, landwirtschaftlichen und anderen Anlagen bzw. Tätigkeiten stammenden signifikanten Verschmutzungen aus Punktquellen und diffusen Quellen sowie die Ermittlung der Belastungen aus Wasserentnahmen (mengenmäßiger Zustand der Oberflächengewässer), Abflussregulierungen, morphologischen Veränderungen der

Wasserkörper, Bodennutzungsstrukturen und anderen signifikanten anthropogenen Auswirkungen.

**Tab. 1:** Wichtige Fristen der EU-Wasserrahmenrichtlinie






















Artikel gemäß WRRL		Umsetzung
25	Inkrafttreten	2000
24, 3	Rechtliche Umsetzung: Rechtsvorschriften, zuständige Behörden	2003
5, 6	Bestandsaufnahme: Analyse der Merkmale der Flussgebiete, Verzeichnis Schutzgebiete, signifikante Belastungen erfassen und beurteilen, wirtschaftliche Analyse, Fortschreibung	2004/13/19
8	Monitoringprogramme: aufstellen und in Betrieb nehmen	2006
14	Öffentlichkeitsbeteiligung: Veröffentlichung Zeitplan und Arbeitsprogramm, Wasserbewirtschaftungsfragen, Entwürfe Bewirtschaftungsplan	2006-08
11, 13	Bewirtschaftungsplan/Maßnahmeprogramme: Bewirtschaftungsplan 1 und 2, Maßnahmeprogramm, Umsetzung Maßnahmen, Fortschreibung	2009
4	Zielerreichung: guter Zustand Oberflächengewässer und Grundwasser, Erfüllung der Ziele in Schutzgebieten, Fristverlängerung Dez. 2021/2027	20015
16	Prioritätenliste „gefährliche Stoffe“: Grenzwerte für Emissionen u. Immissionen, Fortschreibung, Auslaufen der Einbringung prioritärer gefährlicher Stoffe nach 20 Jahren	2002/04

Die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns unterliegen verschiedenen anthropogen verursachten Belastungen und Nutzungen. Zu den Hauptbelastungen sind neben Punktquellen und diffusen Stoffeinträgen, morphologische Veränderungen sowie andere gebietspezifische Belastungen zu zählen. Für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns wurde ein Belastungskatalog erarbeitet, in dem alle möglichen Belastungen im Einzugsgebiet und im Gewässer gelistet und die vorhandenen Belastungen in potentiell signifikant und nicht signifikant unterschieden wurden. Eine potentiell signifikante Belastung wäre dann gegeben, wenn sie dazu beitragen kann, dass ein Wasserkörper die Umweltziele laut Wasserrahmenrichtlinie - also den guten Zustand - verfehlt.

Als letzter Schritt der Bestandsaufnahme erfolgt die Beurteilung der Auswirkungen der Belastungen und die (Ein)schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass die Oberflächenwasserkörper den guten ökologischen und chemischen Zustand bis zum Jahre 2015 erreichen oder verfehlen.

Die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstengewässer erfolgt nach Anhang V (WRRL) anhand der biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie benthische wirbellose Fauna (Makrozoobenthos). Für keine der Qualitätskomponenten liegen bisher abgeschlossene Bewertungs- und Klassifizierungssysteme vor. Deshalb wird für den Schritt der Beurteilung der Auswirkungen auf vorhandene Bewertungsansätze aus verschiedenen F/E-Projekten zurückgegriffen (Tab. 2)

**Tab. 2:** Bewertungsgrundlage zur Beurteilung der Auswirkungen

Qualitätskomponente	Gewässertyp			Quelle
	B1	B2	B3	
Phytoplankton				Projekt ELBO (Schubert et al. 2003)
Großalgen und Angiospermen				Projekt ELBO (Schubert et al. 2003)
Benthische wirbellose Fauna				Gosselck et al. 2004, laufende Projekte 2004, 2005
Morphologie				Bewertung wenn relevant für Ökologie
Allg. phys.-chem. Parameter				Ostsee-Projekt (Dahlke et al. 2003 Teilbericht Nährstoffe)
Spezif. synthetische Schadstoffe				
Spezif. nicht synthet. Schadstoffe				Ostsee-Projekt (Brügmann 2002 Teilbericht Schwermetalle in Dahlke et al. 2003)

## **Vortrag 2: A. Bachor (LUNG)**

### **Nährstoff- und Schwermetalleinträge in die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns – eine Belastungsanalyse**

Die vorgestellten Ergebnisse der Belastungsanalyse sind einer noch unveröffentlichten Dissertation entnommen (Bachor 2004).

#### **Nährstoffe**

Es werden die landseitigen Einträge aus den wichtigsten Direkteinleitern an der Küste des Landes und aus den Einzugsgebieten von 18 Ostseezuflüssen vorgestellt. Für die Direkteinleiter wurden Eintragsdaten ab Mitte der 1980er Jahre und für die Ostseezuflüsse ab Mitte der 1970er Jahre ermittelt. Neben den landseitigen erfolgt eine Abschätzung der atmosphärischen Einträge. Die anteilmäßige Zusammensetzung der einzelnen Eintragspfade sowie die Veränderungen der Gesamteinträge werden gewässerbezogen für die Zeiträume 1986-1990 und 1996-2000 diskutiert. Dabei werden folgende innere Küstengewässer betrachtet: Wismar-Bucht, Unterwarnow, Darß-Zingster Bodden, Rügensche Bodden, Strelasund, Greifswalder Bodden, Peenestrom, Kleines Haff.

Den Eintragsänderungen werden die Konzentrationsänderungen gegenübergestellt; sie werden somit einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die Auswirkungen der veränderten externen Nährstoffbelastung auf die Trophielage der Gewässer wird geprüft. Der Zusammenhang zwischen dem Gehalt an suspendiertem partikulärem Material einerseits und Windgeschwindigkeit, Sichttiefe und Gesamt-Phosphor andererseits sowie die Bedeutung der Sedimente als interne Nährstoffquelle wird herausgearbeitet.

#### **Schwermetalle**

Die Veränderungen der Schwermetalleinträge (Zn, Cu, Pb, Cd, Hg) aus 10 größeren und mittleren Kläranlagen der Küstenstädte werden im Vergleich der Zeiträume 1991-1995 und 1996-2000 dokumentiert. Schwermetallfrachten können für ausgewählte Ostseezuflüsse erst ab Mitte der 1990er Jahre angegeben werden. Die Jahresfrachten zeigen in Abhängigkeit von der Abflussmenge große zwischenjährliche Schwankungen. Die zuflussbedingten Einträge machen den Hauptteil der Belastung aus. Lokal können auch andere Quellen (urbane Flächen, Schiffs- und Sportbootverkehr) bedeutsam sein. Die gewässerspezifische Schwermetallbelastung spiegelt sich in den Schwermetallgehalten in den Schlicksedimenten wider.

BACHOR, A. (2004): Nährstoff- und Schwermetallbilanzen der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns unter besonderer Berücksichtigung ihrer Sedimente. Unveröff. Dissertation, Universität Greifswald, 213 S. und 134 S. Anlagen.

#### **Anmerkungen und Nachfragen:**

- Ermittlung des Anteil des bioverfügbaren Phosphors, Berücksichtigung für die Auswirkungen auf Belastungsanalysen



Vortrag 3: H. Baudler (Universität Rostock)**Nährstoffsituation im Zingster Strom (DZBK) - Trends und Langzeitentwicklung**

Der Zingster Strom verbindet den Ostteil mit dem Westteil der Darß Zingster Boddengewässer und ist somit Teil des Systems der inneren Küstengewässer an der südlichen Ostseeküste. Das vom Umweltministerium Mecklenburg Vorpommerns geförderte Projekt **KEI** (Untersuchungen zur **K**urzzeitvariabilität ausgewählter **E**utrophierungs-**I**ndikatoren im Zingster Strom) ermöglicht es, die Langzeitmessungen an der Biologischen Station der Universität Rostock fortzusetzen. Dieses Monitoring ist Basis für Aussagen zur Entwicklung der Gewässerbeschaffenheit der Darß Zingster Bodden und bildet den Hintergrund für die Lehre und Forschung an der Universität. Im Bodden (Meßpunkt Zingster Strom) reicht die Datenreihe für den Parameter Nitratkonzentration bis 1981, in der Ostsee (Messpunkt Seebrücke Zingst) bis 1991 zurück bei einer zeitlichen Auflösung von 24 Stunden. Die Analyse der Nährstoffdaten zeigt, dass sowohl eine hohe zeitliche (saisonale Rhythmik) als auch eine hohe räumliche (Gradient entlang der Boddengewässer) Variabilität vorliegen. Auf die Variabilität hat hauptsächlich der Faktor Wasseraustausch mit der vorgelagerten Ostsee dominierenden Einfluß. Als Tracer dient dabei der Parameter Salzgehalt. Weitere Faktoren sind der Zufluß aus dem Gewässereinzugsgebiet der Darß Zingster Bodden vor allem durch Recknitz und Barthe und die meteorologischen Einflüsse durch Niederschlag, Temperatur, Eisbedeckung und Wind. Aber auch Änderungen in der anthropogenen Nutzung im Gewässereinzugsgebiet sind in der Analyse nachweisbar. Für die integrierten Flächen der saisonalen Nährstoffpeaks läßt sich durch Regressionsanalyse ein negativer Trend für die Nitratkonzentration, d.h. eine Abnahme der Nährstoffkonzentration ableiten. Im Gegensatz zu den bisherigen Erkenntnissen zur Variabilität des Orthophosphats im Bodden konnte eine saisonale Rhythmik trotz dominierender Gleichgewichtsprozesse zwischen Sediment und Wasserkörper nachgewiesen werden. Die Darß Zingster Bodden zeigen ein hohes Nährstoffrückhaltepotential in der Vegetationsperiode infolge der biologischen Produktion und im Winter infolge Verdünnung, bedingt durch den Wasseraustausch.

**Anmerkungen und Nachfragen:**

- Der Zusammenhang von Nährstoffgradient, Verdünnung und Selbstreinigungspotential der Bodden sollte bei der Belastungsanalyse berücksichtigt werden: Unterschied in der Sommersituation (hohe biologische Aktivität) und Wintersituation (geringe biologische Aktivität) mit höherem Gewicht der Verdünnungseffekte

**Vortrag 4:** S. Dahlke (Universität Greifswald)**Analyse der Nordrügenschchen und Hiddenseer Boddengewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie - welche Ansätze ergeben sich für Sanierungsstrategien?**

Die Nordrügenschchen Bodden (NRB) liegen im Norden der Insel Rügen. Beginnend mit dem ostseenahe Rassower Strom (RS) und dessen Nebenarm Wieker Bodden, sind nach innen Breetzer, Breeger, Lebbiner, Großer Jasmunder (GJB) und Kleiner Jasmunder Bodden (KJB) nacheinander angeordnet. Im Unterschied zu anderen pommerschen Boddenketten ist der horizontale Salzgehaltsgradient von der vorgelagerten Ostsee (8,7 PSU) über RS (8,6 PSU) bis zum GJB (7,4 PSU) in den NRB gering. Dies weist auf den intensiven Wasseraustausch der Boddenkette mit der Ostsee (Seewasserverweilzeit 0,11 a) und geringen Süßwassereinfluß hin (Süßwasserverweilzeit 9,08 a). Der KJB am Ende der Boddenkette unterliegt, bedingt durch einen den Wasseraustausch behindernden Verkehrsdamm (Errichtung 1866/93) und einigen Festlandsabflüssen, einem deutlich geringeren marinen (Salzgehalt 5,4 PSU, Verweilzeit des aus dem GJB einströmenden Wassers 2,8 a) sowie einem größeren limnischen Einfluss (Verweilzeit des Süßwassers 5,2 a).

Der relativ geringe Süßwassereinfluß in den NRB resultiert aus einem im Verhältnis zur Gewässerfläche (158,6 km<sup>2</sup>) kleinen Einzugsgebiet (420 km<sup>2</sup>). Trotz dieser günstigen natürlichen Voraussetzungen ist der Gewässerzustand nach dem gültigen 6-stufigen, trophiebasierten Bewertungsstandard des Landes Mecklenburg-Vorpommern (M-V) als eutroph bis stark eutroph einzuschätzen. Nach für die EU-WRRRL entwickelten Vorschlägen zu 5-stufigen Bewertungssystemen ist der Zustand als befriedigend bis mäßig zu klassifizieren. Als Ursache wird die eutrophierungsbedingte große interne Belastung der inneren Bodden mit organogenen Sedimenten angesehen.

Das Ausmaß der Schlickflächen und der Nährstoffrückführung aus den Sedimenten wurde im Rahmen eines durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V geförderten Projektes<sup>1</sup> erfasst und mit den externen Einträgen verglichen. Der Schlickbodenkomplex (Glühverlust > 5 % TM<sup>2</sup> = TOC-Gehalt<sup>3</sup> >1,92 % TM = Wassergehalt 58 % FM<sup>4</sup>) nimmt 49 % der Fläche der NRB insgesamt ein. Die Flächenanteile im GJB (inklusive Lebbiner B.) betragen 64 %, im KJB 76 %. Aus Laborexperimenten und der Sedimentverteilung extrapolierte Raten ergeben, dass aus den Sedimenten der NRB 840,5 t N a<sup>-1</sup> und 127,4 t P a<sup>-1</sup> in das Pelagial abgegeben werden. Diese Mengen übersteigen die externen Einträge (577,6 t N a<sup>-1</sup>, 21,1 t P a<sup>-1</sup>) zwar deutlich, stellen jedoch nur einen geringen Anteil an der Deckung des Nährstoffbedarfes der planktischen Primärproduktion (aus Redfield-Verhältnis: 10.326 t N a<sup>-1</sup>, 1429 t P a<sup>-1</sup>). Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die genannten Raten für die Nährstoffrückführung aus den Sedimenten keinen Nettoexport darstellen, sondern Teil des gewässerinternen Nährstoffkreislaufes sind. Die Nährstoffrückführung aus den Sedimenten resp. die interne Belastung haben damit eine wesentlich geringere Bedeutung, als angenommen. Darüber hinaus können in den Sedimenten akkumulierte Nährstoffe bei weiter verringerten externen

<sup>1</sup> Beitrag zur Analyse der Nordrügenschchen und Hiddenseer Boddengewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (BASE)

<sup>2</sup> TM: Trockenmasse

<sup>3</sup> TOC: total organic carbon (engl.), organischer Gesamtkohlenstoff

<sup>4</sup> FM: Feuchtmasse

Einträgen eine künftige Besserung des Gewässerzustandes nur verzögern, nicht jedoch verhindern. Gründe hierfür sind: Die Boddengewässer sind (1) durch den Wasseraustausch mit der Ostsee offene Systeme und (2) ist die Nährstoffrückführung aus Sedimenten proportional der Depositionsrate organischen Materials (Di Toro 2001), damit auch proportional der Primärproduktion. Gegenwärtig kann noch keine Aussage darüber getroffen werden, wie schnell eine Entwicklung zu besseren Gewässerzuständen unter Setzung bestimmter äußerer Rahmenbedingungen, insbesondere der externen Einträge, gehen wird. Es ist jedoch zu vermuten, dass die NRB den „guten ökologischen Zustand“ ohne weitere Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet (EZG) nicht erreichen werden.

Da die Möglichkeiten bei den punktuellen Quellen (Kläranlagen) nahezu ausgeschöpft und in ihrer Bedeutung untergeordnet sind (7,5 % des N-Eintrages und 20 % des P-Eintrages aus dem EZG), müssen weitere Maßnahmen bei den diffusen Quellen ansetzen. Hierzu sollte der N-Überschuss in der Landwirtschaft, der im EZG etwa  $80 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  beträgt, reduziert werden, obwohl er schon jetzt dem bis 2010 zu erreichenden Zielwert der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) entspricht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die landwirtschaftlichen Nutzflächen (LNF) in direkter Gewässernähe liegen und damit keinerlei Pufferzonen existieren. Darüber hinaus sind die LNF besonders erosionsanfällig. In diesem Zusammenhang ist es ungünstig, dass der P-Überschuss im EZG mit  $7,5 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  noch über dem Bundesdurchschnitt liegt. Er sollte deutlich verringert werden. Auch die Gliederung von Ackerflächen durch Windschutzhecken in kleinere Einheiten oder deren Umwandlung in Dauergrünland könnten den erosiven P-Eintrag deutlich vermindern.

Der KJB erfordert spezielle Maßnahmen. Da punktuelle Einträge aus der Kläranlage Bergen für N und P gleichermaßen einen Anteil von ca. 30 % an den externen Einträgen ausmachen, ist die Verlegung des Auslaufes in ein Gewässer mit höherem Wasseraustausch in Erwägung zu ziehen. Darüber hinaus sind sehr wahrscheinlich auch noch Maßnahmen der Gewässertherapie notwendig. Großen Effekt hat erfahrungsgemäß die Intensivierung des Wasseraustausches mit dem GJB, die durch zusätzliche Durchlässe im Verkehrsdamm und Änderung des Steuerungsregimes der Flutschutztore (Stauziele) zu erreichen wäre. Auch Maßnahmen der Biomanipulation und zur Sedimentkonsolidierung sollten geprüft werden.

#### **Anmerkungen und Nachfragen:**

- Auswirkungen von künstlichen Salzgehaltsänderungen durch Fahrwasservertiefungen im Bereich der Nordrügenschon Boddenkette
- Sedimente als Nährstoffsенке *versus* Phosphat-Resuspension: Sind die Bodden noch eine Nährstoffsенке (findet noch dauerhafte Sedimentation statt)?
- Möglichkeiten der künstlichen Abschirmung phosphatbelasteter Sedimente durch Sedimentabdeckung

## **Diskussionsrunde zu den Vorträgen 1 bis 4**

In der Diskussion wurde auf die Situation der Munitionsbelastung und damit verbundene mögliche Risiken der Schadstofffreisetzung hingewiesen. Dabei wurde kritisiert dass dieses Problem vom LUNG derzeit nicht als aktuell angesehen wird.

Durch die Vertreter des LUNG wurde erwidert, dass keine konkreten Untersuchungen vorliegen würden, die dieses Gefährdungspotenzial bestätigt hätten. Die derzeitige Einschätzung sei daher als vorläufig zu betrachten und ein veränderter Standpunkt möglich, sofern sich die Sachlage ändert. Bisher gäbe es nur grobe Informationen über die Verklappungsgebiete.

In der Diskussion wurde auf die Herangehensweise der Nordseeanrainerländer verwiesen. Diese würden zunächst vom „Worst case“ Szenario ausgehen und die Sachlage dementsprechend schnell klären wollen. Dabei wurde auf die Munitionsfunde entlang der Strände und im Zusammenhang mit Strandaufspülungen verwiesen. Diese Einzelfunde lassen aber wiederum nicht auf eine großflächige signifikante Belastung schließen.

Weiterhin wurde auf Daten aus dem Frischen Haff verwiesen, in dem eine erhöhte Arsenbelastung aufgrund der Munitionsbelastung nachgewiesen wurde. In diesem Zusammenhang wurde die Frage nach den Auswirkungen der Kampfstoffe auf die Flora und Fauna angesprochen.

Bei der Untersuchung der Nährstoffbindung und Nährstofffreisetzung aus den Sedimenten wurde auf die Bedeutung der Besiedlung (Organismen) hingewiesen, die eine wichtige Rolle bei der Sedimentation und Nährstoffrückführung haben. Diese Aspekte würden bisher noch zu wenig bei der Erfassung der internen Nährstoffbelastung berücksichtigt.

Als weiterer Punkt zu diesen Untersuchungen wurde diskutiert, dass die Möglichkeiten von Modellierungen sicher nicht ausgeschöpft sind. In den vorgestellten Daten müssten ebenfalls biomasserelevante Parameter mehr berücksichtigt werden. Hier wurde u.a. noch mal die Frage der Makrophyten auf die Nährstoffbindung im Sediment angesprochen.

In der Diskussion wurden mehrfach auf die vorgesehenen Zeithorizonte in der EU-WRRL verwiesen. Mit zwei Verlängerungszeiträumen sieht diese eine Frist von insgesamt 27 Jahren vor, um einen guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Des Weiteren gibt es zwischen den einzelnen Ländern einen großen Bedarf der methodischen Harmonisierung und Interkalibration („Vergleich der Meßlatten“). In Deutschland gibt es zwar einen langsamen Harmonisierungsprozess (analog zu NATURA 2000), allerdings ist dieser genauso wie der internationale Abstimmungsprozess recht schleppend. Für die großen Fließgewässer gibt es beispielsweise Pilotprojekte, die länderübergreifend arbeiten würden.

**Komplex 2: Maßnahmen zur Senkung der Nährstoffbelastung und Trophie****Vortrag 5: G. Liebezeit (Forschungszentrum Terramare)****Quellen und Senken von anorganischen Nährsalzen im ostfriesischen Wattenmeer**

Das ostfriesische Wattenmeer ist charakterisiert durch einen im Wesentlichen tidenkontrollierten Wasseraustausch mit der küstennahen Nordsee. Flusseintrag aus der Ems spielt nur im westlichen Teil bis etwa Norderney eine Rolle. Entlang der Reihe von Barriereinseln stammt der Eintrag von Nährsalzen vor allem aus den Siele, d.h. aus der Entwässerung des hinter den Deichen liegenden Landes. Obwohl in diesen Quellen zum Teil sehr hohe Nährsalzkonzentrationen gemessen werden können, spielen diese wegen der vergleichsweise geringen Wassermengen keine quantitativ bedeutende Rolle.

Nicht untersucht wurde bislang der atmosphärische Eintrag. Ein Vergleich der Konzentrationen im Niederschlag in Wilhelmshaven und Mengenabschätzungen für das Spiekerooger Rückseitenwatt zeigen, dass anorganische Stickstoffkomponenten vom atmosphärischen Eintrag dominiert werden, während der Eintrag von reaktivem Phosphat während der niederschlagsarmen Sommermonate etwa die gleiche Wertigkeit wie der Sieleintrag hat. Gelöste organische Stickstoffverbindungen machen etwa 80 % des Gesamt-N-Eintrags aus.

Quantitativ weitgehend unbekannt ist noch die Rolle wattinterner Prozesse bei der Aufnahme von Nährsalzen durch benthische und pelagische Primärproduktion, die Inkorporation von sedimentiertem organischem Material in die Oberflächensedimente, entweder bioturbat oder physikalisch kontrolliert, und die darauf folgende Freisetzung von Nährsalzen durch Remineralisation.

Vorhandene Porenwasserprofile zeigen einen Austausch, der wahrscheinlich durch Strömung und Wellen kontrolliert wird, in den oberen etwa 50 bis 60 cm der Sedimentsäule. In tieferen Lagen steigen dagegen die Nährsalzkonzentrationen kontinuierlich an, d.h. die Sedimente fungieren hier als Senke.

Trotz des Fehlens von historischen Daten für das ostfriesische Wattenmeer lassen indirekte Hinweise vermuten, dass es vor allem im mittleren und östlichen Teil keine deutlich ausgeprägten Eutrophierungserscheinungen zeigt. Dies zeigt zum einen die Beschränkung des räumlichen Auftretens von *Phaeocystis*-Blüten auf das westliche Wattenmeer (niederländische Wattenmeer bis Norderney), zum anderen das wenig ausgeprägte Auftreten von Grünlagematten Ende der 1980/1990er Jahre. Auch das Auftreten schwarzer Flächen nach dem Eiswinter 1995/96 kann als das Zusammenwirken mehrerer nicht nährsalzbedingter Faktoren interpretiert werden.

Neben der unbekannt internen Senkenfunktion der Sedimente spielt der Export von remineralisierten Nährsalzen in die küstennahe Nordsee die dominierende Rolle bei der Kontrolle der Konzentrationen im ostfriesischen Wattenmeer. Dort werden diese wieder in die Primärproduktion eingespeist und in Form von organischem Material wieder in das Wattenmeer importiert.

**Anmerkungen und Nachfragen:**

- Quellen des Nährstoffeintrages – intensivierte Landwirtschaft/Gülleausbringung im Winter- Eintrag über Siele (hohe Konzentrationen, aber geringe Mengen), atmosphärische Deposition als Hauptquelle für Stickstoff

**Vortrag 6:** S. Biele, O. Gehm & B. Voigt (Umweltplan GmbH, Landkreis Grimmen)**Integriertes Konzept zur nachhaltigen Sanierung des Einzugsgebietes Saaler Bach - Fragen und Probleme aus praktischer Sicht**

Der Landkreis Nordvorpommern hat die Bildung einer Lokalen Agenda 21 für die Region Darß-Zingster-Boddenlandschaft beschlossen. In den ausgewiesenen Handlungsfeldern spielen die Belastungsreduzierung für die Darß-Zingster-Boddenkette und der Gewässerschutz im Einzugsgebiet eine entscheidende Rolle, womit ein wichtiger Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie geleistet wird.

In der Diskussion mit der Landwirtschaft bzgl. möglicher Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Belastung stellte sich heraus, dass die Nährstoffbilanzierungen für die Darß-Zingster Bodden den Landwirten nicht zu vermitteln sind. Die Landwirte forderten eine flächenscharfe und für die betroffenen Betriebe nachvollziehbare Emissionsanalyse. Im Rahmen der Agenda wurde daher die Durchführung eines beispielhaften Messprogramms im Einzugsgebiet des stark mit Nitrat belasteten Saaler Baches vereinbart.

Für die Untersuchungen wurden insgesamt vier Teileinzugsgebiete zwischen 64 und 218 ha Größe ausgewählt, die sich durch eine möglichst einheitliche Flächennutzung auszeichnen und keine Direkteinleitungen aufweisen. Neben drei intensiv ackerbaulich genutzten Flächen ist auch ein rein mit Laubwald bestandenes Teilgebiet einbezogen worden. Eine fünfte Messstelle im Saaler Bach repräsentiert das Gesamteinzugsgebiet von 66 km<sup>2</sup>.

Das seit dem 01.11.2003 laufende Untersuchungsprogramm umfasst kontinuierliche Abflussmessungen sowie wöchentliche Gütebeprobungen (N- und P-Verbindungen, Sondenparameter). Des Weiteren wurden die organischen Ablagerungen im Bachlauf kartiert sowie der Schadstoff- und Nährstoffgehalt an fünf ausgewählten Proben bestimmt.

Für das hydrologische Jahr 2003/2004 ergaben sich für die Ackerteilgebiete ca. 10 bis 30 mal höhere Nitrat-Austräge im Vergleich zum Wald, das Maximum wurde mit 33,7 kg N/(ha\*a) ermittelt. Bei Phosphor wurden spezifische Flächenausträge bis zu 64 g P/(ha\*a) ermittelt, was dem 16-fachen Austrag des Waldgebietes entspricht. Die Stoffausträge erfolgten bei Phosphor zu 81 bis 98 % und bei Nitrat zu 99 bis nahezu 100 % im Winterhalbjahr.

Die Sedimentkartierung ergab, dass die Bachsohle überwiegend durch geringmächtige Organo- und Silikatmudden gebildet wird. Der Nährstoffvorrat der organischen Sedimente im Saaler Bach lässt sich bezogen auf die oberste Sedimentschicht von 5 cm auf ca. 4 t Stickstoff und 115 kg Phosphor schätzen, was etwa 5 % bzw. 10 % einer mittleren Jahresfracht entspricht. Das Sediment ist als Nährstoffquelle daher nur von untergeordneter Bedeutung.

in Vorbereitung:

Steffen Biele, Olaf Gehm, Catrin Rudat & Mathias Krech:

Untersuchungen zum Einfluss diffuser Nährstoffquellen auf die Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern am Beispiel des Saaler Baches (Mecklenburg-Vorpommern). Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 2004 (Potsdam), Weißensee Verlag

**Nachfragen und Anmerkungen:**

- Möglichkeiten zur Abschätzung der Sedimentverfrachtung
- Quantifizierung der Auswaschung von Nährstoffen nach Starkregenereignissen
- Möglichkeiten/Grenzen der Generalisierung der Ergebnisse im Sinne landesweiter Empfehlungen

**Vortrag 7: A. Kleeberg ( IGB Berlin)****Effektivität gebaggerter Sedimentationsfallen zur Elimination von Phosphor und suspendiertem Material in Flussmündungsgebieten**

Die inneren und äußeren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns wurden insbesondere in den 1980er Jahren über die Flüsse mit einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebiet übermäßig mit Schwebstoffen und Phosphor belastet. Zur Verringerung dieses eutrophierenden Eintrages wurden zwischen 1986 und 1988 südlich von Rostock im Verlauf der Warnow ( $mQ = 18 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) sowie im Mündungsbereich der Recknitz ( $mQ = 4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) und Barthe ( $mQ = 2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) Sedimentationsfallen gebaggert. Saisonale Untersuchungen in 1989/90 zur Schwebstoffdynamik, Massebilanzen und die Beprobung der Sedimente inner- und außerhalb der Fallen haben gezeigt, dass Vertiefungen im Sediment eine effektive Senke darstellen, die selektiv feinputikuläres Material mit einem hohen Anteil an organischem Material, Eisen und Phosphor sowohl aus dem pelagischen als auch bodennahen Transport eliminieren können. Die Eliminationsleistung für Seston und Phosphor nimmt mit zunehmendem Alter und Füllungsgrad der Fallen ab. Die flussspezifische Effektivität der Fallen (Recknitz > Barthe > Warnow ) wird maßgeblich von der Lage der Falle, dem Abfluss bzw. der Fließgeschwindigkeit, der Quantität und Qualität (Phytoplanktonanteil) des transportierten partikulären Materials bestimmt. Die kurze Lebensdauer der Fallen von nur 2,2 (Recknitz) bis 4,2 (Warnow) Jahre, die eine wiederholte Entschlammungen notwendig machen würde und der im Vergleich zur Last des jeweiligen Flusses geringe Rückhalt an Schwebstoffen (3-20 %) und partikulärem Phosphor (3-15 %) macht deutlich, dass den Maßnahmen zur Verminderung des Material- (Erosion) und Nährstoffeintrages (Düngung) aus dem Einzugsgebiet der Vorrang zu geben ist.

<sup>1</sup> aus:

Kleeberg, A. (1996): Comparative Investigations of the Efficiency of Dredged Sedimentation Traps for the Elimination of Phosphorus and Suspended Matter in River Mouth Areas: A Case Study. *Estuaries* 19(1): 21-30.

**Nachfragen und Anmerkungen:**

- Notwendigkeit und Effektivität der vorgestellten Sedimentfallen
- Sanierung des Einzugsgebietes als vorrangiges Ziel



**Vortrag 8: C. Fenske (Universität Greifswald)****Renaturierung von Gewässern mit Hilfe der Wandermuschel *Dreissena polymorpha***

Muscheln sind aufgrund ihrer filternden Lebensweise in der Lage, den Schwebstoffgehalt im Wasser zu reduzieren und Nährstoffe durch Umwandlung in Biomasse festzulegen. Zudem halten Muschelbänke passiv Schwebstoffe zurück und bieten wertvollen Lebensraum für weitere Arten.

In diesem Vortrag werden Untersuchungen vorgestellt, mit denen geprüft werden sollte, ob *Dreissena polymorpha* zur Renaturierung des Oderhaffs eingesetzt werden könnte.

Zwei Möglichkeiten bieten sich zur Verbesserung der Wasserqualität im Oderhaff an: zum einen der Einsatz von *Dreissena* nachgeschaltet in Kläranlagen oder anderen Einleitern in die Oder („Sanierung“), zum anderen die unterstützte Ansiedlung von *Dreissena* im Oderhaff („Restaurierung“), um dort die Trophie zu senken. Beide Maßnahmen zusammen könnten zu einem naturnäheren Zustand des Oderhaffs führen („Renaturierung“). Statt der heutigen polytrophen Situation könnte ein eutropher Status erreicht werden.

In Ansiedlungsexperimenten wurden verschiedene Materialien (Stein, Holz, Netze, *Mya*-Muschelschalen, PVC) in verschiedenen Tiefen (1,00 bis 4,00 m) an insgesamt drei Stellen im Oderhaff ausgebracht und nach 4 Monaten (Juli-November) auf ihre Besiedlung mit *Dreissena* untersucht. Dabei zeigte sich keine Präferenz der Muscheln für eine bestimmte Tiefe, aber deutliche Unterschiede bei der Wahl des Substrats. Die höchste Ansiedlungsdichte (maximal 15771 Muscheln/m<sup>2</sup>) wurde auf Fischereinetz gefunden. Auch Holz und Steine wurden gut besiedelt (13322 bzw. 7955 Muscheln/m<sup>2</sup>), während PVC weniger attraktiv war (maximal 6925 Muscheln/m<sup>2</sup>).

Filtrationsexperimente mit Muscheln aus dem Oderhaff im geschlossenen und im Durchflusssystem ergaben durchschnittliche Filtrationsraten von 10-25 ml/h im Temperaturbereich bis 20°C. Diese Filtrationsleistung ist vergleichsweise gering und lässt sich durch den leichten Salzgehalt (ca. 1‰) erklären, der die Muscheln in ihrer optimalen Leistung einschränkt. Auch das Größenwachstum ist im Haff geringer als an reinen Süßwasserstandorten.

Bei der derzeitigen Muscheldichte von durchschnittlich 14600 Tieren/m<sup>2</sup> bräuchten die Muscheln theoretisch 7 Tage zur Filtration des gesamten Wasservolumens des Kleinen Haffs. Bei einer Erhöhung des Muschelbestandes um 30% (auf 50 km<sup>2</sup> Muschelfläche) bräuchten die Muscheln nur 5 Tage. Eine Erhöhung um 60% (auf 61 km<sup>2</sup> Muschelfläche) würde die Dauer auf 4 Tage reduzieren. Diese Erhöhung würde ausreichen, um bei gleichbleibender Muscheldichte den derzeitigen Kohlenstoffüberschuss aufzubrechen.

Die Prüfung der zu berücksichtigenden Rechtsgrundlagen ergab, dass die vorgeschlagene Maßnahme einer unterstützten Ansiedlung von *Dreissena* im Oderhaff nicht als Eingriff in Natur und Landschaft zu bewerten wäre und sich auch aus anderen maßgeblichen rechtlichen Vorschriften keine negative Bewertung ergäbe.

Die Dichte der Muschelbesiedlung im Haff kann nicht beliebig gesteigert werden. Genaue Prognosen der Auswirkungen einer vergrößerten Muschel-Population

können nicht getroffen werden, da es auch natürliche, nicht vorhersehbare Populationsschwankungen gibt, die sich auf die Gesamtfiltrationsleistung auswirken. Zur Beurteilung des Erfolges der gezielten Ansiedlung bzw. der Exposition in Netzkäfigen in Zuleitern zur Oder sollte daher ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden, bei dem u.a. die Abundanz der Muscheln, der Gehalt der Tiere an Schwermetallen und anderen Schadstoffen ermittelt wird.

**Nachfragen und Anmerkungen:**

- potenzielle Gewässerbelastung durch Einfluss von Muschelfarmen (Faulschlamm)
- Problematik der Stoffentnahme (Muschelverwertung) zur Senkung von Nährstofffrachten im System
- Problematik der Förderung einer gebietsfremden Art und seine Auswirkungen

**Vortrag 9: M. Feibicke (Umweltbundesamt)****Vorstellung eines Restaurierungskonzeptes für die Schlei**

Die Schlei ist eine Ostseeförde, die durch jahrzehntelange Abwassereinträge der Stadt Schleswig sowie durch steigende Nährstofffrachten aus dem Einzugsgebiet seit den 50er Jahren ausgedehnte Faulschlamm lager mit verödeten Benthos-Zönosen sowie eine hohe gewässerinterne Düngung mit intensiven Blaualgenblüten aufweist. Diese hypertrophen Verhältnisse sind besonders im innersten, seenartig erweiterten Bereich - der Inneren Schlei (20 km<sup>2</sup> Fläche, 2,5 m mittl. Wassertiefe) - ausgeprägt und halten bis heute weitgehend an.

Die Arbeitsgruppe von Prof. W. Ripl (TU Berlin, Inst. f. Ökologie, FG Limnologie) erhielt den Auftrag, einen Restaurierungsvorschlag für die Innere Schlei vorzulegen. Das Projekt wurde vom BMFT, Umweltbundesamt sowie dem Land Schleswig-Holstein finanziert, von 1981-1984 durchgeführt und 1986 publiziert (LaWaKü 1986).

Das Projekt umfasste ein 2,5jähriges Monitoring im Einzugsgebiet (17 Probestellen, Untersuchungen des LaWaKü) zur Bemessung der Abflüsse und Frachten. Parallel wurde das Nährstoff- und Planktonregime in der Inneren sowie der gesamten Schlei erfasst (9 bzw. 11 Probestellen). Außerdem wurde eine Sedimentkartierung (280 Bohrkerne in 28 Transekten, 1 Langbohrkern mit Datierung), Laborstudien, Outdoor-Enclosure-Versuche sowie ein Sedimentgroß-Versuch durchgeführt, in denen zentrale Elemente der vorgeschlagenen Maßnahmen experimentell geprüft wurden.

Die unterbreiteten Vorschläge zur Restaurierung und Sanierung umfassten Maßnahmen zur Senkung der externen Einträge aus der Stadt Schleswig sowie aus dem landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet (LaWaKü 1986). Zur Senkung der internen Düngungsprozesse in der Schlei wurde die Einleitung von nitrifizierten und weitergehend entphosphorisierten Klärwerksabläufen sowie die direkte Behandlung der mächtigsten Faulschlamm lager durch eine Nitratinjektion vorgeschlagen. Neben der notwendigen externen Entlastung durch Punkt- und diffuse Quellen würde damit auch die hohe interne Belastung reduziert, die Faulschlamm mittels Denitrifikation oxidiert und die gewässerinterne Phosphat-Düngung im Sommer, die ausgedehnte Cyanobakterienblüten fördert, unterdrückt werden.

**Referenzen:**

- LaWaKü (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein) (Hrsg.) (1986): Restaurierung der Schlei. Bericht über ein Forschungsvorhaben. - Kiel: D 5.
- Ripl, W. & Feibicke, M. (1992): Nitrogen metabolism in ecosystems. A new approach. - Internat. Rev. ges. Hydrobiol. 77:5-27.
- Feibicke, M. (1994): Innere Schlei. Stoffeinträge und Prozesse. - Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 1: 66-73.
- Feibicke, M. (1994): Strukturelle und funktionelle Studien zum Phytoplankton und Zooplankton in einer hypertrophen Brackwasserförde (Innere Schlei, Westliche Ostsee). - Dissertationes Botanicae 225.
- Feibicke, M. (1995): Wege und Verbleib des Kohlenstoffs in der Inneren Schlei. - Ökosystem Boddengewässer. - 2. Wiss. Workshop "Organismen und Stoffhaushalt" vom 29.-30.9.94 auf Hiddensee. Bodden 2: 205-220.
- Feibicke, M. (1997): Impact of nitrate addition on phosphorus availability in sediment and water column and on plankton biomass - experimental field study in the shallow brackish Schlei fjord (Western Baltic, Germany). - 7th Internat. IASWS Symp., The interaction between sediments and water, Sept. 22-25, 1996, Baveno, Stresa (Italy). Water, Air and Soil Pollution 99: 445-456.

**Anmerkungen und Nachfragen:**

- Problematik der Verlässlichkeit historischer Daten (insbesondere historische Makrophytenfunde)
- Problematik der Repräsentanz von historischen Daten für ökologische Situationen, infolge fehlender Begleitparameter (z.B. Salzwassereinbrüche)
- Bedeutung von Retentionsräumen im Umfeld der Küstengewässer
- künstlich geschaffene Polder als Puffersysteme *versus* Flächenbedarf

**Vortrag 10: M. Hupfer (IGB Berlin)****Sanierungs- und Restaurierung limnischer Gewässer – welche Erfahrungen lassen sich auf die inneren Küstengewässer anwenden?**

Um die Ursachen und Folgen der Eutrophierung von Seen zu vermindern, wurden verschiedene Gegenstrategien entwickelt. Nach dem Ort der Anwendung wird zwischen externen (**Sanierung**) und internen (**Restaurierung**) Verfahren unterschieden. Da der Phosphor meist der limitierende Nährstoff für die erhöhte Primärproduktion ist, zielen die meisten Bemühungen auf eine Reduzierung der Verfügbarkeit dieses Nährstoffes. Andere Verfahren sollen so auf die Gewässerstruktur einwirken, dass trotz fortwirkender Nährstoffbelastung unerwünschte Symptome vermieden werden.

Externe Belastungen können durch Reinigung von kommunalen und industriellen Abwässern sowie durch Änderungen in der Nutzung und der Bewirtschaftung des Einzugsgebietes vermindert werden. Notwendige Landnutzungsänderungen können nur schrittweise erfolgen und müssen im Konsens mit den Eigentümern und Nutzern erfolgen. Ein schwer vorhersagbares Langzeitproblem kann die Belastung aus diffusen Quellen sein, die ihre Ursachen auch in der Vergangenheit haben. Daher besteht eine weitere mögliche Strategie zur Verminderung dieser Einträge in die Gewässer darin, das Retentionsvermögen im Einzugsgebiet zu erhöhen. Erreicht wird das z.B. durch naturnahe Fließgewässer oder dadurch, dass ursprüngliche Elemente der Landschaft, wie Niedermoore wieder in Funktion gesetzt werden. Der Eintrag von Nährstoffen kann auch durch Schaffung von Puffersystemen in unmittelbarer Umgebung des stehenden Gewässers vermindert werden. Dazu gehören z.B. Schilfpolder, Vorsperren im Mittelgebirge oder Phosphat-Eliminationsanlagen im Zulauf. Die Gesundung eines stehenden Gewässers benötigt unterschiedlich viel Zeit. Anwendungsfälle haben gezeigt, dass seeinterne Maßnahmen (Ökotechnologien) geeignet sind, Restbelastungen zu kompensieren oder einen angestrebten Zustand schon eher zu erreichen. Es gibt mehr als 55 technischen Verfahren oder Verfahrenskombinationen. Die Anwendung seeinterner Verfahren ist an sehr enge Randbedingungen gekoppelt. Wegen der Größe, der geringen Tiefe und der hohen Wassererneuerungsraten sind die Erfolgsaussichten bei der Anwendung interner technischer Verfahren für innere Küstengewässer sehr gering.

Eine kritische Analyse der in Deutschland durchgeführten internen Maßnahmen an Seen zeigt, dass die tatsächlichen Wirkungen oftmals weit unter den Erwartungen lagen und finanzielle Mittel fehlgeleitet wurden. Folgende Ursachen haben auch mit Blick auf die Küstengewässer Bedeutung:

- Leitbild und **Entwicklungsziel** für das Gewässer wurden nicht festgelegt. Das ist aber eine Grundvoraussetzung für Ursachenanalysen sowie Kosten-Nutzen Betrachtungen.
- Fehlende **Zustandsanalysen** führten dazu, dass Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer zeitlichen Wirkung und Effizienz nicht beurteilt werden konnten. Häufig hatten die technische und ökonomische Realisierbarkeit Vorrang gegenüber naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten.
- **Erfolgskontrollen** als wichtige Informationsquelle wurden nicht durchgeführt oder die Ergebnisse nicht bekannt gemacht.

Moderner Gewässerschutz erfordert einen ganzheitlichen Ansatz (Emission-/Immissionsprinzip, Umsetzung der guten fachliche Praxis, Naturschutz, Konfliktanalysen u.a.), um den Einsatz finanzieller Mittel zu optimieren.

**Anmerkungen und Nachfragen:**

- Möglichkeiten/Grenzen der Phosphatfällung in Küstengewässern (andere Ionenverhältnisse als im Süßwasser)
- Vorrang der Maßnahmen im Einzugsgebiet gegenüber internen Maßnahmen

## Diskussionsrunde zu den Vorträgen 5 bis 10

Als Hauptproblem der Küstengewässer wird nach Einschätzung des LUNG die Eutrophierung angesehen. Gewässermorphologische Probleme sowie die Schadstoffe sind als geringer einzustufen. Die Restauration der Gewässer wird als ein schwieriges Feld angesehen, so dass das Hauptaugenmerk zunächst auf die Gewässersanierung bzw. Maßnahmen im Einzugsgebiet gelegt werden sollte. Hierbei sollte der juristische Begriff der „guten fachlichen Praxis“ Ansatzpunkt für eine verbesserte Landnutzung, d.h. eine die Stoffausträge in die Gewässer reduzierende Form der Landwirtschaft sein. Der sich vollziehende Generationswechsel der Hofbewirtschaftler birgt auch eine Chance, neue Gedanken der Nachhaltigkeit in der Landnutzung zu etablieren.

In diesem Zusammenhang wurde über die Instrumente „Anreiz“ und „Sanktionierung“ die Landnutzung diskutiert. Ebenfalls sinnvoll erscheinen weitere Stilllegungen und die Renaturierung von unwirtschaftlichen Grünlandflächen in Niederungen.

Da die Zielstellung der WRRL nicht auf die Ursachenbekämpfung gerichtet ist, sondern den Zustand der Gewässer in den Mittelpunkt stellt, sollte eine konkrete Zielformulierung für die spätere Maßnahmenplanung vorgenommen werden.

In der weiteren Diskussion wurde darauf verwiesen, dass bei gleicher Nährstoffbelastung unterschiedliche Dominanzen von Organismengemeinschaften auftreten können (Beispiel bistabile Zustände – Makrophyten-/Phytoplankton-Dominanz). Als Beispiel wurde auf den Ringkøpingfjord in Dänemark verwiesen.

Gewässerrandstreifen stellen lediglich eine Verzögerung dar und hätten nur einen intermediären Effekt (bis das Bindevermögen der Böden erschöpft ist). Gleichzeitig wurde aber betont, dass solche Maßnahmen eine geeignete Übergangslösung darstellen, um in der Zwischenzeit die tatsächlichen Nährstoffquellen zu eliminieren.

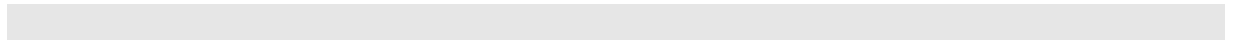
Von den Vertretern der Landesämtern wurden operationalisierbare Handlungsvorgaben von der Wissenschaft gefordert. Handhabbare Werte sind für die Erfolgskontrolle unabdingbar. Die WRRL sollte als Chance für die Wissenschaft gesehen werden, da Hinweise für die Sanierung in den Behörden sicherlich gerne gesehen werden. Ferner wurde das Erosionsschutzprogramm mit seinen Sanktionen erwähnt, welches einige Überschneidungseffekte mit der WRRL aufweist.

Bei der Reduzierung der Eutrophierung wurde darauf verwiesen, sich auf die diffusen Quellen (Nährstoffe und Herbizide) zu konzentrieren, die das wichtigste Problem derzeit seien. Die Landwirte und Verbände seien hier durchaus ansprechbar. Damit eine Reduzierung der N und P Einträge durch eine Nutzungsänderung (z.B. auch Gewässerrandstreifen) erreichbar ist, sind Anreize für die Landwirtschaft in diesem Bereich sehr wichtig. Hierbei sollte nicht nur das Phosphor betrachtet werden, sondern das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphor sei wichtig.

Ferner wurde das Problem der sehr schleppenden Verbesserung der Gewässerzustände nach den deutlichen Senkungen der Nährstofffrachten in den vergangenen Jahren angesprochen. Die Zustände verbessern sich und man sollte bis 2015 (WRRL) warten, bis in größerem Umfang auch teure Restaurierungsmaßnahmen gestartet werden können. Bei einer hohen internen Belastung, die meist auch mit einem geringen Wasseraustausch verbunden ist, sind auch heute schon Restaurierungsmaßnahmen (einschließlich Biomanipulation) sinnvoll (z.B. Saaler Bodden).

Nach bisherigen Untersuchungen könnten weite Bereiche der Küstennahen Gewässer in der Stufe 3 nach WRRL eingestuft werden und somit einen umfangreichen Handlungsbedarf schaffen. Dieses wäre mit lokalen Maßnahmen kaum möglich bzw. nur in einem sehr begrenzten Raum wirksam. Da auch zukünftig kaum größere finanzielle Mittel für die umfassende Gewässerrestaurierung zu Verfügung stehen werden, kann nur die Sanierung und damit eine nachhaltigere Landnutzung (insbesondere Landwirtschaft) die Lösung sein. Die Effizienz der Maßnahmen sollten jeweils genau vorher geprüft werden, um einen größtmöglichen Nutzen zu erzielen. Aus dem limnischen Bereich liegen hierzu bereits einige Erfolgskontrollen vor, die auch z. T. auf die Küstengewässer übertragbar sind. Bei der Abwägung sei auch beispielsweise zu klären, wo Schwerpunkte gesetzt werden sollen. Ist es sinnvoller Gewässer von der Stufe 4 auf die Stufe 3 zu bringen oder wäre es besser Gewässer der Stufe 3 auf die Stufe 2 zu bringen?

Ein weiterer Diskussionspunkt war das einheitliche Leitbild und die aufzustellenden Oberziele, die erreicht werden sollen. Gerade bei den Zielen ergeben sich oft unterschiedliche Vorstellungen (z.B. zwischen Naturschützern, Fremdenverkehrsgemeinden, etc.). Hier sollten im Vorfeld der Maßnahmenplanung bereits mögliche Missverständnisse ausgeräumt werden.





**Komplex 3: Substratveränderung, Verbauung, Altlasten**

**Vortrag 11:** R. Lampe (Universität Greifswald)

**Sedimentation und Resedimentation in den östlichen Boddengewässern Mecklenburg-Vorpommerns**

Sedimente sind Ausdruck der Senkenfunktion von Gewässern und wichtiges Archiv für die Rekonstruktion von Stoffeinträgen und -umsätzen in der Vergangenheit. Das Wachstum der Sedimente wird durch die beiden Parameter Sedimentationsrate (in  $\text{mm a}^{-1}$ ) und Akkumulationsrate (in  $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) charakterisiert. Letztere kann auf die nicht weiter differenzierte Gesamtmasse (Massenakkumulationsrate) oder auch auf ausgewählte Bestandteile der Gesamtmasse ( $C_{\text{org}}$ , P, Cd etc.) bezogen werden. Die Bestimmung der beiden Parameter erfordert in jedem Fall eine Datierung, die durch Pollen- oder Isotopenanalyse ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) oder den Nachweis von Markerhorizonten (Tephra-Lagen, Schwermetall- oder Anreicherungen von synthetischen Substanzen), möglich ist, die ihrerseits datiert sein müssen. Die Berechnung der Akkumulationsrate setzt außerdem die Kenntnis der Trockenrohdichte-Verteilung voraus.

Haupthindernis für eine hinreichend exakte Datierung der Sedimente der Boddengewässer sind die verschiedenen Formen der Sedimentumlagerung, die auf biologischen (Bioturbation, Gasblasenaustritte) oder physikalischen (windinduzierte Resuspension) Prozessen beruhen und zu einer Dezimeter tief reichenden Umschichtung des oberflächennahen Sedimentes führen können. Ursprünglich trennscharfe Signale, wie z.B. der Černobyl-Fallout, können auf diese Weise stark verwischt werden. In den flachen Boddengewässern sind Datierungen daher immer mit erheblichen Unschärfen verbunden und Angaben zu den Raten können nur durch Mittelung über längere Perioden gemacht werden. Bei der Betrachtung des Gesamtzeitraumes seit der Entstehung der Bodden im Zuge der Littorina-Transgression kommt hinzu, dass anfänglich die Raten lokal erheblich variierten, weil das stärker differenzierte Ausgangsrelief für die Sedimentation unterschiedlich günstige Voraussetzungen bot. Erst mit Entstehung eines weitgehend ausgeglichenen Gewässerbodens setzten sich im Laufe der Zeit einheitlichere Bedingungen durch. Trotzdem ist stets mit dem Auftreten von umlagerungsbedingten Schichtlücken oder Schichtmächtigkeitsvariationen zu rechnen.

Als Folge der unterschiedlichen Stoffeinträge, gewässerinternen Umsätze und Stoffausträge zeigen weder die Sedimentationsrate, die Trockenrohdichte oder die Akkumulationsrate eine einheitliche Tendenz im Vergleich verschiedener Boddengewässer, wobei sich die Angaben im Folgenden stets nur auf die Schlickareale beziehen. Während die Sediment-Dichten vor allem in Abhängigkeit vom Gehalt an organischem Kohlenstoff variieren und langfristig meist ab-, teilweise aber auch leicht zunehmen (erhöhter Sandeintrag), nimmt die Sedimentationsrate in allen untersuchten Gewässern seit 6000 Jahren mehr oder weniger kontinuierlich zu, wenn auch in unterschiedlichem Maße. Entsprechendes gilt für die Massenakkumulationsrate oder die Kohlenstoffakkumulationsrate und ist Ausdruck eines langfristigen Eutrophierungsprozesses. Gemittelt über den Zeitraum der jüngsten 700 Jahre schwankt die Massenakkumulationsrate zwischen  $200 \text{ g m}^{-2} \text{a}^{-1}$  (Greifswalder Bodden) und  $400 \text{ g m}^{-2} \text{a}^{-1}$  (Stettiner Haff, Großer Jasmunder Bodden),

die Kohlenstoffakkumulationsrate zwischen  $15 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Greifswalder Bodden, Großes Haff) und  $30 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Kleines Haff).

Angaben für kürzere Zeiträume können erhalten werden, wenn der Beginn der markanten Zunahme der Schwermetallkonzentrationen in den oberen ein bis zwei Dezimetern der Sedimentsäulen mit dem Beginn der Industrialisierung vor 150 Jahren gleichgesetzt wird. Es ergeben sich dann Sedimentationsraten zwischen  $0,5 \text{ mm a}^{-1}$  (Greifswalder Bodden) und etwa  $1 \text{ mm a}^{-1}$  (Stettiner Haff), entsprechend einer Massenakkumulationsrate von  $330 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Greifswalder Bodden) und  $100 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Stettiner Haff) und einer Kohlenstoffakkumulationsrate von  $14,5 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Greifswalder Bodden) und  $8,5 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  (Stettiner Haff). Damit wird deutlich, dass der Greifswalder Bodden gegenwärtig eine weit wichtigere Senke ist, als das stärker belastete und produktivere Stettiner Haff. Allerdings stellen diese Werte Obergrenzen dar, weil die Schwermetallkonzentrationen auch durch Vermischungs-Prozesse bis in diese Tiefe gelangt sein können und die Sedimentations- und Akkumulationsraten damit systematisch überschätzt werden.

Gerade weil es sich dabei um Maximalwerte handelt, muß aber auch angenommen werden, dass die Senkenfunktion insbesondere des Oderhaffs in der jüngeren Vergangenheit erheblich an Wirksamkeit eingebüßt hat. Die geringere Akkumulation wird durch häufigere und intensivere Resuspension der obersten Sedimentschichten erklärt, die zu umfangreichen Austrägen von partikulärer Substanz in die Ostsee führt. Über diese Transporte ist – da sie vorrangig an Starkwindereignisse gebunden sind – wenig bekannt. Erste Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Variabilität der für das Einsetzen von Resuspension erforderlichen kritischen Schubspannung haben gezeigt, dass sie im Haff nur etwa  $2/3$  von der im Greifswalder Bodden beträgt und dass in beiden Gebieten ein Jahresgang mit höheren kritischen Schubspannungen im Sommer (wenig Resuspension, Bildung von mikrobiellen Matten) und niedrigeren im Winter (starke Resuspension, intensive Wasserstandsschwankungen, geringere Bioaktivität) existiert. Auch zeigen erste Hochrechnungen mit Hilfe einfacher Regressionsbeziehungen, dass solche Partikeltransporte die geringere Sedimentakkumulation größenordnungsmäßig erklären können. Insgesamt muss der Wissensstand über diesen Teil des Stoffhaushaltes der Küstengewässer aber als höchst unbefriedigend eingeschätzt werden.

## Literatur

- Breitenbach, E., Lampe, R., Leipe, T. (1999). Investigations on mineralogical and chemical composition of suspended particulate matter (SPM) in the Odra estuary. *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 27, 298 - 302.
- Burkhardt, K., Witte, G. (1998). Erosions- und Sedimentationsverhalten der Sedimente im westlichen Oderästuar und im Greifswalder Bodden. *BODDEN* 6, 77 - 90.
- Burkhardt, K., Kühl, H., Witte, G. (1998). Suspended matter erosion and sedimentation experiments in the Oder estuary. *BALTICA* 11, 45 - 51.
- Lampe, R. (2000). Das Oderhaff - Filter oder Bypass fluvialer Einträge? Ein Beitrag zur Land-Meer-Wechselwirkung in gezeitenlosen Ästuaren der südlichen Ostseeküste. In: Blotvogel, H.H., Ossenbrügge J., Wood, G. (Eds.): 52. Deutscher Geographentag Hamburg. Tagungsbericht und Wissenschaftliche Abhandlungen: 121 - 129. Steiner Verlag, Stuttgart.
- Lampe, R. (Hrsg.) (1998). Greifswalder Bodden und Oder-Ästuar - Austauschprozesse. Greifswalder Geogr. Arb. 16, 490 pp.
- Leipe, T. (1997). Geochemische Untersuchungen an Sedimentkernen aus dem Oderhaff zur Rekonstruktion der Eutrophierung und anthropogenen Belastung. *BODDEN* 5, 97 - 108.
- Leipe, T., Eidam, J., Lampe, R., et al., (1998). Das Oderhaff. Beiträge zur Rekonstruktion der holozänen geologischen Entwicklung und anthropogenen Beeinflussung des Oder-Ästuars. *Meereswissenschaftliche Beiträge* 28: 61 S.

**Nachfragen und Anmerkungen:**

- Problematik der Datierung von Sedimenten mit Hilfe von Pollenmarkern

## Vortrag 12: T. Quandt (Wastra-Plan).

### **Entnahme organikhaltiger Sedimente und Chancen ihrer Unterbringung - Dargestellt am Beispiel Ribnitzer See / Saaler Bodden**

Toralf Quandt & Birgit Knaack

Ribnitzer See und Saaler Bodden stellen den größten Teilbodden der Darß-Zingster Boddenkette dar. Die etwa über die Hälfte der gesamten Gewässersohle (ca. 40 km<sup>2</sup>) verbreiteten Schlickbodenareale (> 5 % org. Anteil) korrespondieren mit der Verteilung eines sich durch die gesamte Boddenkette ziehenden Schlickgrabens von mehreren Metern Tiefe und bis zu einigen hundert Metern Breite. Dieser markiert zwar eine grundsätzliche Verlandungstendenz, dennoch ist die in den letzten Jahrzehnten beobachtete erheblich beschleunigte Akkumulation organikreicher Sedimente anthropogen verursacht. Ein erhöhter Anteil an organischer Substanz im Schlick korreliert u.a. mit zunehmendem Wasser- und TP-Gehalten sowie abnehmender mittlerer Korngröße (vgl. Schlungbaum et al., 2000) mit der Folge von erheblicher P-Freisetzung, Zehrwirkung und Mobilität entsprechender Sedimente. Gemäß aktuellem Stand der Zustandseinschätzung (LUNG, 2004) sind Ribnitzer See und Saaler Bodden *polytroph* und befinden sich in *wahrscheinlich nicht gutem ökologischen Zustand*.

Im Rahmen einer Lokalen Agenda 21 wurde ein leitbildorientiertes Entwicklungskonzept für die Region der Darß-Zingster Boddenlandschaft erarbeitet, zu deren prioritären Zielstellungen, auch vor dem Hintergrund der WRRL, die Verbesserung der Bodden-Gewässergüte zählt. Als wirkungsvolle Maßnahme zur Verringerung der internen Nährstoffbelastung wird die Entnahme und gewässerexterne Verbringung nährstoffreicher Sedimente vorgeschlagen (vgl. Schlungbaum et al., 2000). Ungeachtet dessen, daß die konkrete Festlegung der zu entnehmenden Sedimentmengen sowohl der differenziert limnoökologischen, aber in Teilaspekten auch wirtschaftlichen Betrachtung bedarf, würden selbst bei einer partiellen Entschlammung von Teilbodden Sedimentmengen in Größenordnungen anfallen, die herkömmliche Unterbringungsstrategien in Frage stellen und besonders mit Blick auf entstehende Kosten die Betrachtung unorthodoxer Unterbringungsformen fordern.

In diesem Zusammenhang erlauben bereits im Vorfeld konkreter Planungen erstellte gebietsbezogene Szenarien oder Vorstudien die Ausgrenzung wenig erfolgversprechender Strategien, die Abschätzung zu erwartender Kosten anhand technisch-technologischer Vorüberlegungen und die Herausarbeitung von Fragestellungen, die im weiteren Planungsverlauf auf die herausgearbeitete Vorzugsstrategie anzuwenden sind.

Ein solches mit Blick auf die Unterbringung großer Sedimentmengen aus dem Bereich Ribnitzer See / Saaler Bodden angelegtes Szenario führte nach Betrachtung unterschiedlicher land- und wasserseitiger Unterbringungsstrategien innerhalb eines festgelegten Untersuchungsraumes zu folgenden Ergebnissen:

1. Die **stofflichen Eigenschaften** lassen aus Sicht vorliegender Analyseergebnisse eine Verwertung des Baggerguts für Zwecke des Landschaftsbaues und Nutzung als Bodenverbesserungsmittel in der Landwirtschaft zu; Bei weiterer Differenzierung wären Areale von ehemaligen Punkteinleitern genauer auf mögl. Kontaminanten zu untersuchen.

Weitere Aspekte: Informationsverdichtung zu mgl. „hot spots“

2. Die im Untersuchungsraum vorhandene **Spülfeldkapazität** ist auch bei etwaiger Erweiterung nur zur Aufnahme geringer Baggergutmengen ausreichend – **Behandlungsmöglichkeiten** im Sinne einer IAA fehlen momentan gänzlich, so daß diese zu schaffen wären

Weitere Aspekte: Investitionen, Standortsuche, UVP

3. Der für die **Verwertung** von Baggergut im Landschaftsbau und in der Kompostwirtschaft existierende **gewerbliche Markt ist unbedeutend** und erforderte in jedem Fall die Vorbehandlung bzw. die Schaffung entsprechender Voraussetzungen (s. Punkt 2).
4. Der Einsatz von **gereiftem Baggergut auf Ackerstandorten** ist nur dann ein gangbarer Verwertungsweg, wenn Behandlungskapazität durch Errichtung einer industriellen Absetz-Klassieranlage (IAA) geschaffen wird. Die Verteilung des aufbereiteten Materials auf die Ackerstandorte verursacht **erhebliche Transportaufwendungen**, so daß diese Lösung sehr teuer und nur über **lange Zeiträume** realisierbar ist.

Weitere Aspekte: Ausgrenzung geeigneter lw. Flächen; Standortsuche, UVP u. Investitionen für Aufbereitung/Spülfeldwirtschaft; Öko- und Kostenbilanzgröße Straßentransport

5. Die **Direktaufspülung von Sediment auf boddennahe Polderflächen** (pot. 3.800 ha Polderfläche) ist unter Berücksichtigung der regional differenzierten Schutzwürdigkeit und Qualität von landwirtschaftlich geprägten Biotop- und Nutzungsstrukturen wegen geringer Transport- und Einrichtungsaufwendungen als **landseitige Vorzugsvariante** zu betrachten. Vorrangig sollten degradierte, gepolderte Niederungsbereiche am südlichen Ufer des Saaler Boddens genutzt werden. Nutzungsausfälle durch übergangsweise Flächenstilllegung sind einzukalkulieren.

Weitere Aspekte: Eingriffsregelung, Ausschlußflächen, Synergieeffekte durch Ausgleich von Moorsackungen, Einsparung von Schöpfwerkskapazität, später ggf. Rückbau der Polderdeiche und Herstellung natürlicher Überflutungsverhältnisse

6. Die **wasserseitige Unterbringung** von Sediment durch Herstellung eines Umschließungsbauwerkes und dessen anschließende Auffüllung mit Baggergut bedeutet: kein externer Flächenverbrauch, hohe interne Flächenverfügbarkeit, minimierte Transportkosten, hohe Entnahme-Unterbringungs-Effektivität bei mittlerem bis hohem Herrichtungsaufwand. Die kostengünstigste technische Lösung bietet die Einfassung mit Geoschläuchen (geotubes), die unter Verwendung von Sand aus dem Gewässeruntergrund hergestellt werden können.

Weitere Aspekte: Habitatbildung (Vogelinsel), Ansprüche des Naturschutzes an Ausbildung und landschaftsgerechte Eingliederung

Als **Fazit** kann gezogen werden, daß unter der Prämisse der zeitnahen Realisierung der Entnahme und Unterbringung großer Sedimentmengen (Größenordnung bis zu mehrere Mio.m<sup>3</sup>) lediglich die Direktaufspülung von Sediment auf Polderflächen bzw. wasserseitig die Auflandung eines Umschließungsbauwerkes (Damm, Spundwand, Geoschlauch) realistisch und vergleichsweise kostengünstig ist. Unterbringungsformen, die einer vorherigen Aufbereitung bedürfen, sollten planerisch nicht weiter verfolgt werden; ebenso die Betrachtung der technischen Umschließungsvariante Stahlspundwand. Die Kostenschätzung der Vorzugsvarianten ergab unter Zugrundelegung einer Entnahmemenge von 2,5 Mio.

m<sup>3</sup> Aufwendungen für Förderung/Baggerung und Unterbringung von ca. 5 €/m<sup>3</sup> liegendes Sediment.

### Literatur

WASTRA PLAN ROSTOCK/ UMWELTPLAN STRALSUND (2003): Weiterführende Untersuchungen sowie ökologisch-wirtschaftliche Betrachtungen einschließlich Kostenvergleichsrechnungen für die Verwendung der nährstoffreichen Sedimente der Darß-Zingster-Bodden (Studie im Auftrag des LUNG M-V).

SCHLUNGBAUM, G., H. BAUDLER, M.KRECH & B. KWIATKOSKI (2000): Die Darß-Zingster Bodden – eine Studie. Schriftenreihe des LUNG Mecklenburg-Vorpommern 1/2001.

LUNG M-V (2004): pers. Mitteilung durch Herrn Kollatsch

KNAACK, B. (2004): Geotechnische Untersuchungen zur aquatischen Unterbringung organischer Sedimente im Gebiet der Darß-Zingster-Boddenkette. Diplomarbeit. FB f. Landeskultur und Umweltschutz, Inst. f. Bauwesen (ehem. FB Bauwesen), Uni Rostock.

### **Anmerkungen und Nachfragen:**

- Kosten für Entschlammungsmaßnahmen hängen von Transportwegen, Lagerung und Deponierungsarten ab (keine pauschalen Angaben möglich)
- Verwertung des entnommenen Materiales

**Vortrag 13: R. Karez (LANU), D. Schories (Universität Rostock)****Einfluss der Steinfischerei auf die Hartsubstratverteilung in den Küstengewässern**

Die Steinfischerei hat nach einer vom LANU in Auftrag gegebenen Studie bis zu ihrem Verbot 1976 der äußeren schleswig-holsteinischen Ostseeküste etwa 2.5 Mio Steine (entspricht 3.5 Mio Tonnen oder 5.6 km<sup>2</sup> Besiedlungsoberfläche) entnommen. Hiervon ist v.a. der Bereich von 6-20 m Wassertiefe betroffen, also die photische Zone, in der Makrophyten siedeln können. Steinfelder wurden hierbei praktisch von größeren Steinen leergefischt. Das Fehlen dieser Hartsubstrate könnte die Wiederansiedlung von Beständen perennierender Makroalgen (z.B. Tange der Gattung *Fucus*) verhindern, selbst wenn durch die Wasserrahmenrichtlinie die Nährstoffeinträge in die Ostsee reduziert würden. Dies muss bei der Formulierung eines historischen Leitbildes berücksichtigt werden, und es muss darüber nachgedacht und diskutiert werden, ob Hartsubstrate wieder in die Ostsee eingebracht werden sollen. Erfahrungen mit künstlichen Riffen (natürliche und künstliche Substrate) müssen zusammengetragen werden, bevor der Sinn einer solchen Maßnahme beurteilt werden kann. Es wird dafür plädiert, nur natürliche Hartsubstrate zu verwenden, um einer legalisierten Abfallentsorgung in die Küste von vornherein einen Riegel vorzuschieben. Es wird vorgeschlagen, an ausgewählten Standorten wieder große (im km<sup>2</sup>-Bereich) zusammenhängende Natursteinfelder zu schaffen, um die Beeinträchtigungen durch die Steinfischerei wenigstens teilweise auszugleichen und Siedlungsraum für perennierende Makroalgen mit ihrer assoziierten Flora und (Fisch-) Fauna zu schaffen.

**Anmerkungen und Nachfragen:**

- Korrelation Steinentnahme und Hartsubstratflächenverlust
- aktuelle Bestandsaufnahme der schleswig-holsteinischen Hartsubstrate als Grundlage zur potentiellen Wiedereinbringung von Substraten
- Pro und Kontra derartiger Wiedereinbringung – künstl. oder natürl. Hartsubstrate als Lebensraum

**Vortrag 14: S. Nehring (AeT Umweltplanung)****Rüstungsaltlasten in den deutschen Küstengewässern – ein Sanierungsproblem am Meeresgrund**

Schon nach dem I. Weltkrieg, aber vor allem direkt nach Ende des II. Weltkrieges wurden große Mengen konventioneller Munition sowie auch kleinere Mengen chemischer Kampfstoffe in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee versenkt. Obwohl spezielle Versenkungsgebiete ausgewiesen waren, wird vermutet, dass ca. 50% der Munition schon während der Fahrt wild verklappt wurde. Die Art und der Umfang der versenkten Kampfmittel sind aber schlecht dokumentiert und beruhen größtenteils auf Schätzungen. Schon vor der endgültigen Einstellung der Verklappungen wurde ab 1947 bis 1958 konventionelle Munition zur kommerziellen Gewinnung von Metallen, Eisenschrott und Sprengstoffen durch Fischer und Fachfirmen teilweise wieder geborgen.

Auf Grundlage der vorhandenen Erkenntnisse ist davon auszugehen, dass heute wahrscheinlich insgesamt noch mindestens 400.000 und im Maximum 1,3 Mio Tonnen konventionelle Munition in der Deutschen Bucht lagern. Der größte Teil dieser Munition befindet sich in Küstennähe und verteilt sich weiträumig, so dass hier allgemein das Vorkommen von 0,5 Tonnen konventioneller Munition / km<sup>2</sup> als normale Belastung gilt. Deutlich höhere Belastungen mit Munition sind an den 13 an der Nordseeküste aktuell auf den amtlichen Seekarten des BSH als „Unrein (Munition)“ ausgewiesenen Gebieten zu erwarten. Genauere Informationen zum aktuellen Vorkommen und zur Menge von konventioneller Munition liegen hier aber nicht vor. Das gilt auch für die ebenfalls 13 offiziell an der Ostseeküste ausgewiesenen Gebiete. Nach vorliegenden Erkenntnissen ist Kampfstoffmunition direkt nur bei Helgoland versenkt worden (90 Tonnen Granaten mit dem Nervenkampfstoff Tabun). Durch die HELCOM wurden in der Ostsee aber „risk areas“ ausgewiesen, die sich teilweise bis an die Strände an der deutschen Ostseeküste erstrecken und in denen mit einem erhöhten Vorkommen von Kampfstoffmunition zu rechnen ist. Genauere Informationen zum aktuellen Vorkommen und zur Menge von Kampfstoffmunition in den deutschen Küstengewässern liegen aber nicht vor.

Vor allem lange Zeit eingesandete Munition wird noch funktionsfähig sein und stellt für Fischereibesatzungen und Strandbesucher bei unsachgemäßer Handhabung eine latente Gefahr dar. Allgemein ist der Zustand der Munition für die gesamten Küstengewässer nicht hinreichend bekannt. Viele gefundene Kampfmittel zeigen aber deutliche Korrosionsschäden mit kleinen bis großen Leckagen, wodurch es zu einer kontinuierlichen Freisetzung von erheblichen Mengen von Schadstoffen u.a. nach Anh. VIII WRRL kommt (Sprengstoffe bzw. Kampfstoffe, spezielle Zusatzstoffe sowie Treibladungsmittel). Zusätzlich gelangen nach Anh. X WRRL prioritäre gefährliche Stoffe (Blei und Quecksilber) aus den Zündladungen in die Umwelt. Die freigesetzten Stoffe können in vielen Fällen als toxisch, krebserzeugend und/oder erbgutverändernd eingeschätzt werden und sind komplexen Abbauprozessen unterworfen. Die Abbauprodukte können durchaus langlebiger und giftiger als die Ausgangsstoffe sein und sind in ihrer toxikologischen Wirkung häufig nur unzureichend untersucht. Speziell an der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern ist es zudem in den letzten Jahren wiederholt zu Personenschäden durch angespülten weißen Phosphor aus versenkten Brandbomben gekommen. Vor allem für den benthischen Bereich wird gegenwärtig durch eine Vielzahl von schon



durchkorrodierten Kampfmitteln von einer signifikanten Belastung ausgegangen, wobei der Einfluss durch Munitionsinhaltsstoffe auf die Meeresumwelt nur schwer einzuschätzen und in keinem Falle ausreichend dokumentiert ist.

### **Fazit und Empfehlungen**

Rüstungsaltslasten besitzen ein nicht zu vernachlässigendes Gefahrenpotenzial für Mensch und Umwelt und sind als ‚Hot Spots‘ zu klassifizieren. 25 der 26 ausgewiesenen Gebiete an der Nord- und Ostseeküste liegen im Bearbeitungsgebiet der WRRL. Alle sieben für die Küste festgelegten Flussgebietseinheiten und eine Vielzahl der ausgewiesenen Wasserkörper sind direkt betroffen. Auf Grund der vorhandenen Daten- und Erkenntnislage ist eine Verschmutzungsrelevanz der Rüstungsaltslasten im Sinne der WRRL nicht auszuschließen, so dass vorläufig alle Rüstungsaltslasten als signifikante diffuse Schadstoffquelle sowie deren Bodennutzungsstruktur als signifikante Belastung zu bewerten sind. Zur Klärung des Sachverhaltes sind weitergehende Untersuchungen und Analysen unabdingbar. Direkte Sanierungsmaßnahmen an Rüstungsaltslasten mit ihren spezifischen Stoffbelastungen könnten eine wesentliche Unterstützung zur Erreichung der Umweltziele nach Art. 4 WRRL darstellen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Vorgaben aus der WRRL werden daher für die deutschen Küstengewässer folgende Empfehlungen ausgesprochen:

**Empfehlung 1:** Die Erkenntnisse zum Vorkommen, zur Menge und zum Zustand der Munition sollten unter Verwendung geeigneter Vor-Ort-Untersuchungen sowie durch eine umfassende Archivrecherche und Auswertung weiterer Unterlagen präzisiert werden.

**Empfehlung 2:** Die Umweltauswirkungen von Munitionsinhaltsstoffen und deren Abbauprodukten sollten durch Installation eines geeigneten Monitoringprogrammes sowie durch gezielte chemische und ökotoxikologische Laboruntersuchungen präzisiert werden.

**Empfehlung 3:** Auf Grund der erheblichen Mengen von Munition und des ökotoxikologischen Gefahrenpotenzials sollte aus Vorsorgegründen eine zeitnahe Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes für die Rüstungsaltslasten erfolgen.

### **Weiterführende Literatur**

- HELCOM (2002): HELCOM Response Manual, Volume 2. - Helsinki Commission, [www.helcom.fi](http://www.helcom.fi)
- Missiaen, T. & Henriet, J.-P. (Eds.) (2002): Chemical munition dump sites in coastal environments. - Belgian Ministry of Social Affairs, Public Health and the Environment Brussels: 167 S.
- Nehring, S., Beyer, K. & Reimers, H.-C. (2004): Küstengewässer Elbe - ein Pilotprojekt zur Bestandsaufnahme nach Art. 5 EG-Wasserrahmenrichtlinie. - Wasser und Abfall 9/2004: 16-19.
- Rapsch, H.-J. & Fischer, U. (2000): Munition im Fischernetz. - Isensee Verlag, Oldenburg: 80 S.



Munition auf dem Meeresgrund in der Deutschen Bucht (aus Rapsch & Fischer 2000).

#### **Anmerkungen und Nachfragen:**

- Problematik der realen Gefährdungsabschätzung, da bisher keine chemischen Messungen in den deutschen Versenkungsgebieten durchgeführt worden sind. Zusätzlich stellt sich die Problematik geringer Halbwertszeit für die meisten chemischen Stoffe im marinen Milieu.
- geringer Kenntnisstand der Öffentlichkeit
- Möglichkeiten des vorbeugenden Monitorings an "hot spots"

## Diskussionsrunde Vorträge 11 bis 14

Am Anfang der Diskussion wurde nochmals auf die Hauptprobleme der Boddensanierung und –restaurierung eingegangen. Hierbei wurde verdeutlicht, dass bereits eine große Reduzierung der Nährstoffausträge aus den Wassereinzugsgebieten erreicht wurde und inzwischen die interne P-Belastung höher als die externe ist (beim Stickstoff sei die Situation allerdings anders). Ein Ansatz sei daher die P-Quelle (schlickige Sedimente) durch Entschlammungsmaßnahmen zu reduzieren. Die natürliche Selbstreinigung vieler Gewässer würde viel zu lange dauern und die Fristen der EU-WRRL könnten nicht eingehalten werden. Neben den Problemen für den Naturhaushalt, treten auch volkswirtschaftliche Schäden durch Nutzungseinschränkungen innerhalb der Fischerei und des Fremdenverkehrs auf, die nicht unerheblich seien. Ebenfalls wurde die Reinigungsfunktion der Bodden für die offene Ostsee diskutiert und gefragt, inwiefern diese noch besteht oder ob inzwischen sämtlich Becken mit Schlick verfüllt und die natürlichen Sedimentfallen ausgeschöpft sind. In einigen Gewässern ist dieses inzwischen sicherlich der Fall.

Andererseits wurde die langsame Verlandung als natürlicher Prozess gesehen, der nun allerdings durch menschliche Aktivitäten erheblich beschleunigt wurde.

Bei Bodden, die einen größeren Wasseraustausch mit der Ostsee haben (Greifswalder Bodden) ist eine geringere Sedimentation zu beobachten, da hier die eingetragenen Nährstoffe schneller ausgewaschen werden. Eine Öffnung von isolierten Boddengewässern (Stichwort „Durchstich Wustrow“) würde hier auch eine Art „Spülung“ und Auswaschung von Nährstoffen bzw. Schlicksedimenten bewirken. Die höhere Salinität würde andererseits auch zu einer komplett anderen Lebensgemeinschaft führen.

In einem weiteren Abschnitt der Diskussion wurde sich mehr mit den Küstengewässern und den Hartsubstraten beschäftigt. Die Tiefenverbreitung von Makrophytenarten ist zwar an die Lichtverhältnisse und damit an die Nährstoffverhältnisse (Phytoplankton) gekoppelt, andererseits fehlen in bestimmten Tiefen (ab ca. 3 m) auch die Hartsubstrate, auf die z.B. Fucus wachsen kann. Eine abschließende maximale Tiefenverbreitung ist daher oft nicht möglich. Größere Geschiebe, die von den Kliffküsten erodieren, können nur bedingt bis in diese Tiefen verlagert werden und dort Wuchsorte für Makrophyten bieten.

Zur Steinfischerei fehlen insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern die Daten. Vorhandene Daten sind aufgrund der umfangreichen illegalen Steinfischerei ebenfalls unzuverlässig. Dennoch kann die Schaffung neuer Lebensräume durch das Einbringen künstlicher Hartsubstrate als Ersatzmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft genutzt werden – erste Beispiele hierfür gibt es bereits. Kritisch angemerkt wurde in diesem Zusammenhang jedoch, dass die künstlichen Hartsubstrate kaum zur Verbesserung der Gewässergüte beitragen. Daher hätten diese für die EU-WRRL nur eine beschränkte Bedeutung, auch wenn die Makrophytenwiederansiedlung auch eine Filterfunktion für die Gewässer übernehmen würden. Laufende Projekte untersuchen hierzu die Fähigkeit von Makrophyten, eingebrachte Substrate zu bewachsen (z. B. vor Nienhagen in Mecklenburg-Vorpommern). In der Diskussion wurde weiterhin darauf verwiesen, dass wasserbauliche Maßnahmen (Hafenanlagen) so gestaltet werden sollten, dass eine Ansiedlung der natürlichen Flora und Fauna ermöglicht wird.

**Komplex 4: Abschlussdiskussion****Vortrag 15: U. Selig (Universität Rostock)****Umsetzung der EU-WRRL – Haben wir Ansätze und Konzepte zur Erreichung des guten ökologischen Zustand für Küstengewässer?**

Durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird das Erreichen des guten ökologischen Zustandes aller Gewässer bis 2015 gefordert. Die Grundlage für die Umsetzung ist die Klassifizierung der Küstengewässer. Der gute/ sehr gute ökologische Zustand wird über den Vergleich der rezenten Organismengemeinschaft mit einem Referenzzustand definiert. Ursachen für die Abweichung vom guten ökologischen Zustand – Degradation der Gewässer – ist die anthropogene Nutzung der Gewässer und ihres Einzugsgebietes: stoffliche-, strukturelle- und toxische Degradation. Auch wenn die Beseitigung der Quellen (Ursachen) der Degradation eine unbedingte Voraussetzung für die Verbesserung des ökologischen Zustandes ist, so ist dies nicht der Maßstab für die erfolgreiche Umsetzung der EU-WRRL. Als Erfolgskontrolle ist die Reaktion der Organismengemeinschaften (Beseitigung der Wirkung) vorgesehen.

Im Gegensatz zu den limnischen Gewässern gibt es bisher wenige Ansätze und Erfahrungen bei der Sanierung/Restaurierung von Küstengewässern. Mit der Umsetzung der HELCOM Vereinbarungen wurde der externe Nährstoffeintrag in die Küstengewässer stark reduziert, was aber bisher meistens zu keiner deutlichen ökologischen Verbesserung geführt hat. Restaurierungsmaßnahmen der Küstengewässer erfolgten mit der Zielstellung der internen Nährstoffsenkung (Sedimentationsfallen, Entschlammung) oder wurden als Ausgleichsmaßnahmen gegen den Hartsubstratverlust durchgeführt (künstliche Riffe). Diese Maßnahmen werden kleinräumig angewendet, weshalb ihre Wirkung auf das gesamte Gewässer auch nur gering ist.

Während die Ursachen und Wirkungen der Degradation der Küstengewässer weitestgehend bekannt sind, so ist der Wissenstand über effiziente Maßnahmen zur Beseitigung der Degradation begrenzt und die Reaktion der Organismengemeinschaften darauf völlig unbekannt. Beeinflusst wird diese Vorhersage durch die natürliche Variabilität und Stabilität der Küstenökosysteme, der Dynamik der Gewässer sowie der Sukzession und dem Wiederbesiedlungspotential (unterschiedliche Vermehrungsstrategien) der Organismen.

Durch die EU-WRRL wird für die Umsetzung ein strikter Zeitplan vorgegeben, welcher u.a. die Erstellung von Maßnahmenplänen innerhalb von zwei Jahren von 2007 bis 2009 vorsieht. Aufgrund der geringen Erfahrungen bei der Sanierung/Restaurierung von Küstengewässern und der vorhandenen Wissensdefizite besteht ein Handlungsbedarf bereits schon vor 2007.

## Abschlussdiskussion

Nach dem zusammenfassenden Vortrag wurde nach den bisher kaum angesprochenen Kosten und den Mitteln gefragt, die für die Umsetzung der EU-WRRL zur Verfügung gestellt werden. Hierzu wurden die Länderbehörden aufgefordert Stellung zu beziehen: Von den Ländern sind aufgrund der engen Haushalte bisher keine zusätzlichen Mittel für Maßnahmen der WRRL geplant und somit nicht zu erwarten. Aus diesem Grund wäre es wichtig, Projekte und geplante Vorgaben gut zu koordinieren. Derzeit würden hier die verschiedenen wissenschaftlichen Forschungen miteinander konkurrieren. Weiterhin wurde angesprochen, einen EU-Topf zu schaffen, der Mittel für den Forschungsbedarf im Zusammenhang mit der WRRL bereitstellt (Planung 7. EU-Forschungsprogramm). Andererseits gibt es bereits viele Erkenntnisse aus bisherigen Projekten. Darum ist es wichtig, einen guten Überblick über Möglichkeiten und Umfang von Sanierungs- und Restaurationsmaßnahmen zu bekommen. Am Jahresende ist mit dem Abschluss der Bestandsaufnahme des Belastungs- bzw. Gewässerzustands eine erste Analyse gegeben, welche Gewässer nicht den guten ökologischen Zustand erreichen. Es ist zu vermuten, dass weite Bereiche der Küstengewässer sich in einem "mäßigen" bzw. schlechteren Zustand befinden. Dies erfordert wiederum einen hohen Handlungsbedarf.

Die engen finanziellen Möglichkeiten machen es notwendig, die Erfolgsaussichten der geplanten Maßnahmen im Vorfeld genauestens zu prüfen und diese nur unter abgewägten Kosten-Nutzen-Rechnungen durchzuführen. Hierzu sind insbesondere wissenschaftlich und ökonomisch begründete Konzepte gefragt. Andererseits wurde die meist nur mittelfristige Forschungsprojektfinanzierung kritisiert, die verlässliche Aussagen zu langfristigen Auswirkungen und Erfolgsaussichten sehr erschweren. Hypothesen aus laufenden Projekten können daher nur bedingt verifiziert werden und die Planung basiert daher mitunter auf Aussagen, die auf dem bestmöglichen Wissenstand beruhen, aber durchaus unsicher sein können.

Bezüglich der inhaltlichen Darstellung der Beiträge wurde die große Breite hervorgehoben, aber auch dass viele wichtige Aspekte bisher nicht berücksichtigt worden. Dies bezieht sich u.a. auf folgende Punkte:

- physikalisch-ozeanografische Modelle wurden nicht vorgestellt bzw. sind nicht ausreichend vorhanden (bisher nur: GOAP, Modell „westliche Ostsee“)
- Es fehlt die Verknüpfung von physikalisch-ozeanografische Modellen mit biologischen Daten. Für die Oder gibt es zwar brauchbare Modelle, die allerdings aufgrund des hohen Rechenbedarfs keine Vorhersagen sondern höchstens „Nachsagen“ ermöglichen. Derzeit laufen weitere Projekte zur Modellierung von Küstengewässern u. a. in Dänemark. Hierbei wurde jedoch die Schwierigkeit der Vereinfachung der komplexen Beziehungen in den Küstengewässern innerhalb der Modelle betont: Derzeit gibt es kein wirklich funktionierendes Modell für die Küstengewässer.
- Sanierungsmaßnahmen wurden bisher nur an kleineren Gewässern durchgeführt, so dass es bisher kaum Erfahrungen für größere Wasserkörper wie die Küstengewässer gibt
- Die Übertragbarkeit bestehender Modelle und Sanierungsmaßnahmen von kleineren Modellgewässern im Süßwasser auf die komplexen Gewässer der Küste ist nur sehr bedingt gegeben.

- Die Reduzierung der externen Nährstoffeinträge ist eine Grundvoraussetzung für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes. Es gibt aber bisher keine Erkenntnisse, welche „Schwellenwerte“ dazu erreicht werden müssen.
- Für zukünftige Planungen ist der Referenzzustand als Leitbild im Auge zu behalten. Hierbei bildet die Rekonstruktion der Trophie einen wichtigen Ansatzpunkt. Ein kontinuierliches investigatives Monitoring verbunden mit einer zielgerichteten (anwendungsbezogenen) Forschung sei notwendig. Über die Beobachtung von möglichen Trends (Gewässerverbesserung, Gewässerverschlechterung, Stagnation) können dann Maßnahmen abgeleitet werden. Aufgrund der überwiegend zu beobachtenden Trends zur Zustandsverbesserung muss abgewogen werden, wo die Entwicklung durch unterstützende Maßnahmen noch beschleunigt werden muss. Die Gewässerrestaurierung kann nur als letzte Möglichkeit dieses Prozesses erwogen werden.
- Bei allen Maßnahmen muss vor allem die Effektivität und Erfolgsaussicht abgeklärt werden. Das Vermögen der Systeme bei gleicher Trophie in verschiedenen stabilen Zuständen zu verharren und die unterschiedlichen Schwellenwerte für das jeweilige Umschlagen in den anderen Zustand erschweren hierbei die Prognose der Erfolgsaussichten.
- Aus marinen Gebieten fehlen bislang langfristige Erfahrungen mit Maßnahmen zur Gewässerrestaurierung. Flankierende Therapiemaßnahmen (Restaurierungen) sollten aber durchaus zur Sanierung des Einzugsgebietes als geeignet angesehen werden, wenn dadurch der entscheidende Sprung in der Gewässerqualität erreicht wird (Bsp. bistabile Zustände in Flachgewässern). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Überprüfung erfolgsversprechende Konzepte zur Gewässertherapie.
- Welches Selbstreinigungsvermögen besitzen die Küstengewässer, um nach der Beseitigung der Degradationsursachen bis 2027 ohne weitere therapeutische Maßnahmen den guten ökologischen Zustand zu erreichen.

Zum Abschluss der Diskussion wurde vereinbart, dass aufgrund der oben aufgeführten Punkte ein bzw. mehrere weitere Workshops erforderlich sind. Diese sollen die in diesem Workshop nicht behandelten Fragestellungen berücksichtigen und thematisch enger begrenzt werden. Das nächste Treffen soll im Frühjahr 2005 stattfinden. Bis zu diesem Zeitpunkt würden die ersten Ergebnisse der Gewässergütebewertung nach EU-WRRL vorliegen.

Die Beiträge dieses Workshops sollen in einem Band der Rostocker Meeresbiologischen Beiträge erscheinen. Jeder Referent wurde zu einer Mitarbeit ermuntert. Die Manuskripte sollen bis Februar 2005 eingereicht werden, damit dieser Publikationsband zum nächsten Workshop vorliegt.

Name	Postadresse	Mail/Fax/Telefon
Gerd Michael Arndt	Fisch und Umwelt MV e.V An der Jägerbäk 2, 18069 Rostock	e-mail: <a href="mailto:verein@fischumwelt.de">verein@fischumwelt.de</a> Fax: 0381 801367 Tel.: 0381 801360
Dr. Alexander Bachor	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg- Vorpommern Abt. Wasser & Boden, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow	e-mail: <a href="mailto:alexander.bachor@lung.mv-regierung.de">alexander.bachor@lung.mv-regierung.de</a> Fax: 03843 777 306 Tel.: 03843 777 330
Dr. Henning Baudler	Universität Rostock Biologische Station Zingst Mühlenstr. 27, 18374 Zingst	e-mail: <a href="mailto:henning.baudler@biologie.uni-rostock.de">henning.baudler@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0 38232/8910-22 Tel.: 0 38232 8910-21
Steffen Biele	Umweltplan GmbH Stralsund Tribseer Damm 2, 18437 Stralsund	e-mail: <a href="mailto:sb@umweltplan.de">sb@umweltplan.de</a> Fax: 03831 6108-49 Tel.: 03831 6108-41
Prof. Lutz Brüggemann	TÜV Nord Umweltschutz Rostock Trelleborger Str. 15, 18107 Rostock	e-mail: <a href="mailto:brueggemann.tnu@t-online.de">brueggemann.tnu@t-online.de</a> Fax: 0381 7703 450 Tel.: 0381 7703 449
Dr. Sven Dahlke	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald Institut für Ökologie, Schwedenhagen 6, 18565 Kloster	e-mail: <a href="mailto:sven.dahlke@uni-greifswald.de">sven.dahlke@uni-greifswald.de</a> Fax: 038399 64444 Tel.: 038399 64417
Dr. Claus Dürselen	Aqua Ecology, Marie-Curie-Str.1, 26129 Oldenburg	e-mail: <a href="mailto:info@aquaecology.de">info@aquaecology.de</a> Fax: 0441 36116255 Tel.: 0441 36116250
Dr. Michael Feibicke	Umweltbundesamt – Federal Environmental Agency FG IV 2.5, Experimental Area Marienfelde Schichauweg 58, 12307 Berlin	e-mail: <a href="mailto:michael.feibicke@uba.de">michael.feibicke@uba.de</a> Fax: 030 8903 4200 Tel.: 030 8903 4219
Dr. Christiane Fenske	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald Institut für Chemie und Biochemie, Soldmannstr. 16, 17489 Greifswald	e-mail: <a href="mailto:fenske@uni-greifswald.de">fenske@uni-greifswald.de</a> Fax: 03834-86 4373 Tel.: 03834 864257/ 515-246, 515-242
Beate Fiszkal	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Wiesenstr. 19, 17489 Greifswald	e-mail: <a href="mailto:beatefiszkal@web.de">beatefiszkal@web.de</a> Fax: Tel.:
Karin Fürhaupter	MariLim -aquatic research- Wischhofstr. 1-3, Haus 11, 24148 Kiel	e-mail: <a href="mailto:fuerhaupter@marilim.de">fuerhaupter@marilim.de</a> Fax: 0431 72 070 85 Tel.: 0431 72 070 82
Prof. Gerd Graf	Universität Rostock AG Meeresbiologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:gerd.graf@biologie.uni-rostock.de">gerd.graf@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6052 Tel.: 0381 498 051
Ralf Grunewald	Universität Rostock AG Ökologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:ralf.grunewald@biologie.uni-rostock.de">ralf.grunewald@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6072 Tel.: 0381 498 6086

Name	Postadresse	Mail/Fax/Telefon
Hartmut Heinrich	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht-Str. 78, 20359 Hamburg	e-mail: <a href="mailto:hartmut.heinrich@bsh.de">hartmut.heinrich@bsh.de</a> Fax: Tel.: 040 31903510
Dr. Michael Hupfer	Leibnitz-Institut f. Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 30, 12587 Berlin	e-mail: <a href="mailto:hupfer@igb-berlin.de">hupfer@igb-berlin.de</a> Fax: 030 64181 682 Tel.: 030 64181 605
Dr. Rolf Karez	Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek	e-mail: <a href="mailto:rkarez@lanu.landsh.de">rkarez@lanu.landsh.de</a> Fax: 04347 704 402 Tel: 04347 704 479
Prof. Ulf Karsten	Universität Rostock Angewandte Ökologie, Albert-Einstein-Strasse 3, 18057 Rostock	e-mail: <a href="mailto:ulf.karsten@biologie.uni-rostock.de">ulf.karsten@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6072 Tel.: 0381 498 090
Dr. Andreas Kleeberg	Leibnitz-Institut f. Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 301, 12587 Berlin	e-mail: <a href="mailto:kleeberg@igb-berlin.de">kleeberg@igb-berlin.de</a> Fax: 030 64181682 Tel.: 030 64181741
Karl-Heinz Kweton	Untere Naturschutzbehörde der Landeshauptstadt Kiel, Andreas Gayk Str. 31, 24103 Kiel	e-mail: <a href="mailto:karl-heinz.kweton@lhstadt.kiel.de">karl-heinz.kweton@lhstadt.kiel.de</a> Fax: 0431 90163782 Tel.: 0431 9013782
Prof. Reinhard Lampe	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Inst. f. Geographie u. Geologie, Jahnstr.16, 17487 Greifswald	e-mail: <a href="mailto:lampe@uni-greifswald.de">lampe@uni-greifswald.de</a> Fax: 03834 864501 Tel.: 03834 864521
Dr. Gerd Liebezeit	Forschungszentrum Terramare Schleusenstr. 1, 26382 Wilhelmshaven	e-mail: <a href="mailto:gerd.liebezeit@terramare.de">gerd.liebezeit@terramare.de</a> Fax: 04421 944 199 Tel.: 04421 944 1000
Frank Mikkat	Staatliches Amt für Umwelt und Natur Ueckermünde, Kastanienallee 13, 17373 Ueckermünde	e-mail: <a href="mailto:frank.mikkat@staunuem.mv-regierung.de">frank.mikkat@staunuem.mv-regierung.de</a> Fax: 039771 44235 Tel.:
Dr. Stefan Nehring	AeT Umweltplanung Bismarckstr. 19, 56068 Koblenz	e-mail: <a href="mailto:nehring@aet-umweltplanung.de">nehring@aet-umweltplanung.de</a> Fax: 01212 52890 6941 Tel.: 0261 1330398
Dr. Martin Powilleit	Universität Rostock AG Meeresbiologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:martin.powilleit@biologie.uni-rostock.de">martin.powilleit@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6052 Tel.: 0381 498 6059
Thoralf Quandt	Wastra-Plan Oll-Päsel-Weg 3, 18069 Rostock	e-mail: <a href="mailto:wastra-plan-rostock@t-online.de">wastra-plan-rostock@t-online.de</a> Fax: 0381 8095811 Tel.: 0381 8095824



Name	Postadresse	Mail/Fax/Telefon
Silke Rödiger	KoBio (Universität Essen), Sommerburgstraße 16a, 45147 Essen	e-mail: <a href="mailto:silke.roediger@uni-essen.de">silke.roediger@uni-essen.de</a> Fax: 0201 8563482 Tel.: 0201 8563481
Dr. Sigrid Sagert	Universität Rostock AG Ökologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:sigrid.sagert@biologie.uni-rostock.de">sigrid.sagert@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6072 Tel.: 0381 498 6087
Dr. Stefan Sandrock	Bioplan Institut für angewandte Biologie und Landschaftsplanung, Strandstraße 30, 18211 Ostseebad Nienhagen	e-mail: <a href="mailto:stefan.sandrock@bioplan-online.de">stefan.sandrock@bioplan-online.de</a> Fax: 038203 736128 Tel.: 038203 736126
Dr. Petra Schilling	Umweltbundesamt - Labor für Wasseranalytik, Bismarkplatz 1, 14193 Berlin	e-mail: <a href="mailto:petra.schilling@uba.de">petra.schilling@uba.de</a> Fax: 030 89032965 Tel.: 030 89032647
Dr. Dirk Schories	Universität Rostock AG Ökologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:dirk.schories@biologie.uni-rostock.de">dirk.schories@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6072 Tel.: 0381 498 6087
Prof. Hendrik Schubert	Universität Rostock AG Ökologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:hendrik.schubert@biologie.uni-rostock.de">hendrik.schubert@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498 6072 Tel.: 0381 498 6070
Dr. Uwe Selig	Uni Rostock AG Ökologie, Albert Einstein Str. 3, 18051 Rostock	e-mail: <a href="mailto:uwe.selig@biologie.uni-rostock.de">uwe.selig@biologie.uni-rostock.de</a> Fax: 0381 498-6072 Tel.: 0381 498 6087
Burkhard Voigt	Landkreis Grimmen Bahnhofstr. 12-13, 18507 Grimmen	e-mail: <a href="mailto:wasser@lk-nvp.de">wasser@lk-nvp.de</a> Fax: 038326 59280 Tel.: 038326 59250
Dr. Joachim Voß	Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek	e-mail: <a href="mailto:jvoss@lanu.landsh.de">jvoss@lanu.landsh.de</a> Fax: 04347 704 402 Tel.: 04347 704 443
Mario von Weber	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg- Vorpommern Abt. Wasser & Boden, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow	e-mail: <a href="mailto:mario.von.weber@lung.mv-regierung.de">mario.von.weber@lung.mv-regierung.de</a> Fax: : 03843 777 679 Tel.: 03843 777 331
Nicole Wornath	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald Gustebiner Wende 2b, 17491 Greifswald	e-mail: Fax: Tel.: 03834 883455