

Steffen BIELE, Michael THOMAS, Toralf QUANDT, Burkhard VOIGT

Integriertes Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzept Darß-Zingster Boddenkette

Integrated concept for restoration and sediment placing Darß-Zingst Bodden chain

Abstract

The water quality of the bays comprising the Darß-Zingst Bodden chain is severely affected mainly by the high concentration of nutrients within their sediments. The external nutrient load of $0.14 \text{ g P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ is already clearly below the level of $0.6 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ which is usually regarded as unproblematic. Thus, further reduction in P-input only provides a limited potential for water regeneration. In contrast, the internal release rate of nutrients in the Bodden chain reaches values of up to $1.6 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Therefore all measurements for improving water quality should focus primarily on the sediments. Removal of sediment can be regarded as a measurement of probable success, a removal of a maximum of up to 8 million m^3 of sediments is calculated as being necessary to reach a tolerable water quality. A combination of different scenarios is currently being investigated to deposit this amount of sediments. These scenarios include an elevation of land areas as well as the construction of artificial islands and flats.

Keywords: sediment, phosphorus, Baltic Sea, Darß-Zingst-estuary, Mecklenburg-Western Pomerania

1 Einleitung

Der Landkreis Nordvorpommern hat im Jahr 2004 ein Aktionsprogramm Lokale Agenda 21 für die Region Darß-Zingster-Boddenlandschaft beschlossen (www.agenda-nvp.de.vu), in dem die nachhaltige Verbesserung der teils hypertrophen Boddengewässer zu einer der wichtigsten Forderungen gehört. Im Ergebnis einer detaillierten gewässerökologischen Bestandsaufnahme durch Schlungbaum & Baudler (2001) wurde festgestellt, dass der internen Phosphor-Freisetzung aus den schlickigen Boddensedimenten eine wesentlich höhere Eutrophierungswirkung zukommt als externen Belastungsquellen im Einzugsgebiet. Als prioritäre Maßnahme wird daher im Entwicklungskonzept der Lokalen Agenda neben der weiteren Senkung externer Einträge insbesondere die partielle Entschlammung von Boddenbereichen angesehen.

Als nächsten Schritt zu einer konkreten Restaurierungsplanung hat der Landkreis Nordvorpommern ein integriertes Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzept in Auftrag gegeben, welches die Wirksamkeit einer Entschlammung aber auch die Machbarkeit vor dem Hintergrund naturschutzfachlich bzw. fischereilich begründeter Restriktionen im Boddenbereich überprüft. Neben der Aufbereitung gewässerökologischer Daten galt es daher auch, naturschutzfachliche und sozioökonomische Anforderungen zu beachten, welche wiederum in mehreren thematischen AGENDA-Veranstaltungen von verschiedenen Arbeitsgruppen diskutiert und beraten wurden. Den Schwerpunkt der Machbarkeitsstudie bildete jedoch die Quantifizierung der notwendigen Entnahmemengen sowie das Aufzeigen von Strategien zur Entnahme, Verbringung und Verwertung des Nassbaggergutes.

2 Material und Methoden

Die Bearbeitung der Machbarkeitsstudie sollte zunächst ausschließlich auf der Basis vorhandener Unterlagen erfolgen, insbesondere der Arbeiten von Schlungbaum & Baudler (2001), Krech (2003) und Bachor (2004). Aus diesen Unterlagen resultiert u.a. ein sehr guter Kenntnisstand zur Verteilung und Beschaffenheit der Oberflächensedimente sowie zur Entwicklung der externen Belastung. Bachor untersuchte zudem erstmals an sieben Kernen die Vertikalverteilung ausgewählter Nähr- und Schadstoffparameter bis in ca. 50 cm Tiefe.

Eine Abschätzung der notwendigen Sedimententnahmetiefe sowie die Bilanzierung der Entnahmemengen war auf Basis der wenigen Tiefenangaben kaum möglich, zumal auch Daten zum Anteil der bioverfügbaren Phosphors und dessen Tiefenverteilung weitgehend fehlten.

Mit Unterstützung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern konnte im Sommer 2005 ein Sonderuntersuchungsprogramm durchgeführt werden, das folgende Teilprojekte umfasste:

„Untersuchungen an Schlickkernen in der Darss-Zingster-Boddenkette“ (Lampe 2005)

Im Rahmen dieses Teilprojekts wurden an 35 Probestellen Sedimentkerne bis etwa 1 m Tiefe entnommen und im Abstand von jeweils 10 cm die Vertikalverteilung allgemeiner Sedimentparameter (Trockenrohddichte, Wassergehalt, Glühverlust, TC, TIC, TOC, S), die Hauptelemente Si, Ti, Al, Mn, Fe, Ca, K, Na, P sowie ein Spurenelement (Zn) untersucht. Im Ergebnis dieser Analysen wurde insbesondere anhand der Parameter TOC und TOC/S sowie P/Al und Zn/Al die Ausdehnung der anthropogen stärker veränderten oberflächennahen Sedimentschicht ermittelt.

„Sequentielle Phosphorextraktion“ (Dahlke 2006)

An insgesamt 15 Probestellen wurden neben den genannten Tiefenkernen zusätzlich ungestörte Sedimentkerne entnommen und über sequentielle Phosphorextraktion der Anteil und die Vertikalverteilung des bioverfügbaren Phosphors bis 30 cm Tiefe ermittelt. Im Ergebnis dieser Analysen erfolgte durch Tiefenintegration der P-Konzentrationen, Extrapolation auf die nach Ergebnissen langjähriger Untersuchungen der Arbeitsgruppe Schlungbaum an der Universität Rostock (Selig et al. 2006) ermittelte Ausdehnung der Schlickflächen und Korrektur um den refraktären Anteil eine Bestimmung des Inventars an bioverfügbarem Phosphor in den einzelnen Bodden. Die Größenordnung der jährlichen Freisetzungsraten wurde mit Abbaukonstanten von 0,1 bzw. 0,3 a⁻¹ berechnet, unter Verwendung einer durch Logarithmierung linearisierten Formel der Abbaukinetik nach Penn et al. (1995):

$$-\ln P_{L,t} = k \cdot t - \ln P_{L,t_0}$$

mit

$P_{L,t}$	P-Menge zum Zeitpunkt t
P_{L,t_0}	P-Menge zum Zeitpunkt t_0
k	Abbaukonstante (a ⁻¹)
t	Zeit (a) (hier 1 a)

„Zur Schadstoffbelastung der Schlicksedimente“ (Bachor 2006)

Für eine Anzahl gefrierkonservierter Schichtenproben der im erstgenannten Teilprojekt gewonnenen Tiefenkern wurden durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V weiterführende Schadstoffuntersuchungen veranlasst. Analysiert wurden dabei die toxisch wirkenden Schwermetalle As, Pb, Cd und Hg (148 Proben) sowie ausgewählte organische Schadstoffe (PAK, OCP, PCB in 54 Proben, zinnorganische Verbindungen in 20 Proben und Dioxine in 14 Proben). Die Schadstoffbelastung wurde anhand der Grenzwerte aus der Klärschlammverordnung (AbfKlärV), Richtwerten aus der Handlungsempfehlung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (HABAK-WSV), den EAC- (Ecological Assessment Criteria) Werten der OSPAR sowie den Vorsorgewerten der Bundesbodenschutzverordnung beurteilt.

Ausgehend von dem in Schlungbaum & Baudler (2001) genannten Referenz- bzw. Zielzustand wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie auch nach weiteren Ansätzen zur Bilanzierung der tolerierbaren P-Belastung gesucht. Spezifische Modelle, mit denen insbesondere auch die Wasseraustausch-Bedingungen in den Darß-Zingster Bodden simuliert werden können, stehen aber bisher nicht zur Verfügung.

Aufgrund des ausgeprägten Übergangscharakters mit nahezu limnischen Verhältnissen in der Ribnitzer See wurde als ein Ansatz die LAWA-Richtlinie zur Gütebewertung stehender Gewässer herangezogen (LAWA 1999), die es u.a. erlaubt, die Höhe des potenziell natürlichen Phosphoreintrags aus dem Einzugsgebiet abzuschätzen. Dabei werden die aus den Landflächen des Einzugsgebietes sowie über Deposition auf die Seefläche anfallenden Jahresfrachten an Phosphor ermittelt.

In einem weiteren Ansatz wurde versucht, aus den von Brockmann et al. (2005) für die weitere Umsetzung der EU-WRRL vorgeschlagenen Ziel-Konzentration in den Küstengewässern eine tolerierbare P-Belastung abzuleiten. Dabei fand wieder die Richtlinie zur Seenbewertung der LAWA (1999) Verwendung, die mittels dem empirischen Ansatz von Vollenweider unter Berücksichtigung der Verweilzeit (R_t) einen Zusammenhang zwischen der P-Konzentration im Zufluss (P_i) und der theoretischen Konzentration im See (P_λ) herstellt:

$$P_\lambda = \frac{P_i}{1 + \sqrt{R_t}}$$

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Referenz- und Zielzustand

Bei den Darß-Zingster Bodden handelt es sich um ein System aus vier perlschnurartig angeordneten Hauptbodden, die über flache Abschnürungen sowie rinnenförmige Gewässer miteinander in Verbindung stehen (Abb.1). Die Beschaffenheitsverhältnisse werden stark durch die Hydromorphologie beeinflusst. So weisen die einzelnen Bodden in Abhängigkeit von den hydrologischen Bedingungen (Flusswasserzufuhr, Wasseraustausch mit der Ostsee) z.B. typische Salinitätsabstufungen auf.

Die Boddenkette stellt als Bindeglied zwischen dem ca. 1.600 km² großen Einzugsgebiet und der vorgelagerten Ostsee ein wichtiges Puffersystem für landbürtige Stoffe dar und wies im ursprünglich natürlichen Zustand ein hohes Entlastungspotenzial hinsichtlich der Stoffeinträge in die Ostsee auf (Schlungbaum et al. 2001).

Zur Ermittlung des Referenz- bzw. Zielzustandes haben Schlungbaum & Baudler (2001) sowie Krech (2003) die naturgegebenen hydromorphologischen Bedingungen als Grundlage herangezogen und diese um die Background- bzw. Zielbelastung durch Nährstoffe erweitert (Güteklasse I bzw. II der LAWA-Richtlinie zur Güteklassifikation der Fließgewässer von 1998). Zur Ableitung der tolerierbaren P-Belastung haben die Autoren eine Applikation des Vollenweider-Modells angewendet, in der die hydraulische Größe aus dem Mittel der Basisdaten „nur Flusswasseraustausch (300 Mio. m³ a⁻¹)“ bzw. „nur Ostseewasseraustausch (2.750 Mio. m³ a⁻¹)“ bilanziert wurde.

Der P-Background bzw. die P-Zielvorgabe wurde mit 0,08 bzw. 0,23 g P m⁻² a⁻¹ ermittelt, was nach dem Vollenweider-Ansatz im (oligo- bis) mesotrophen Bereich liegt. Als maßgebend erwiesen sich aber die morphologischen und hydrographischen Bedingungen, die für die Boddenkette den eutrophen Gewässerzustand als potenziell natürlichen Zustand erwarten lassen. Aus dem Modell wurde für diesen Zielzustand eine tolerierbare P-Belastung von 0,6 g P m⁻² a⁻¹ als oberer Bereich der eutrophen Stufe abgeleitet.

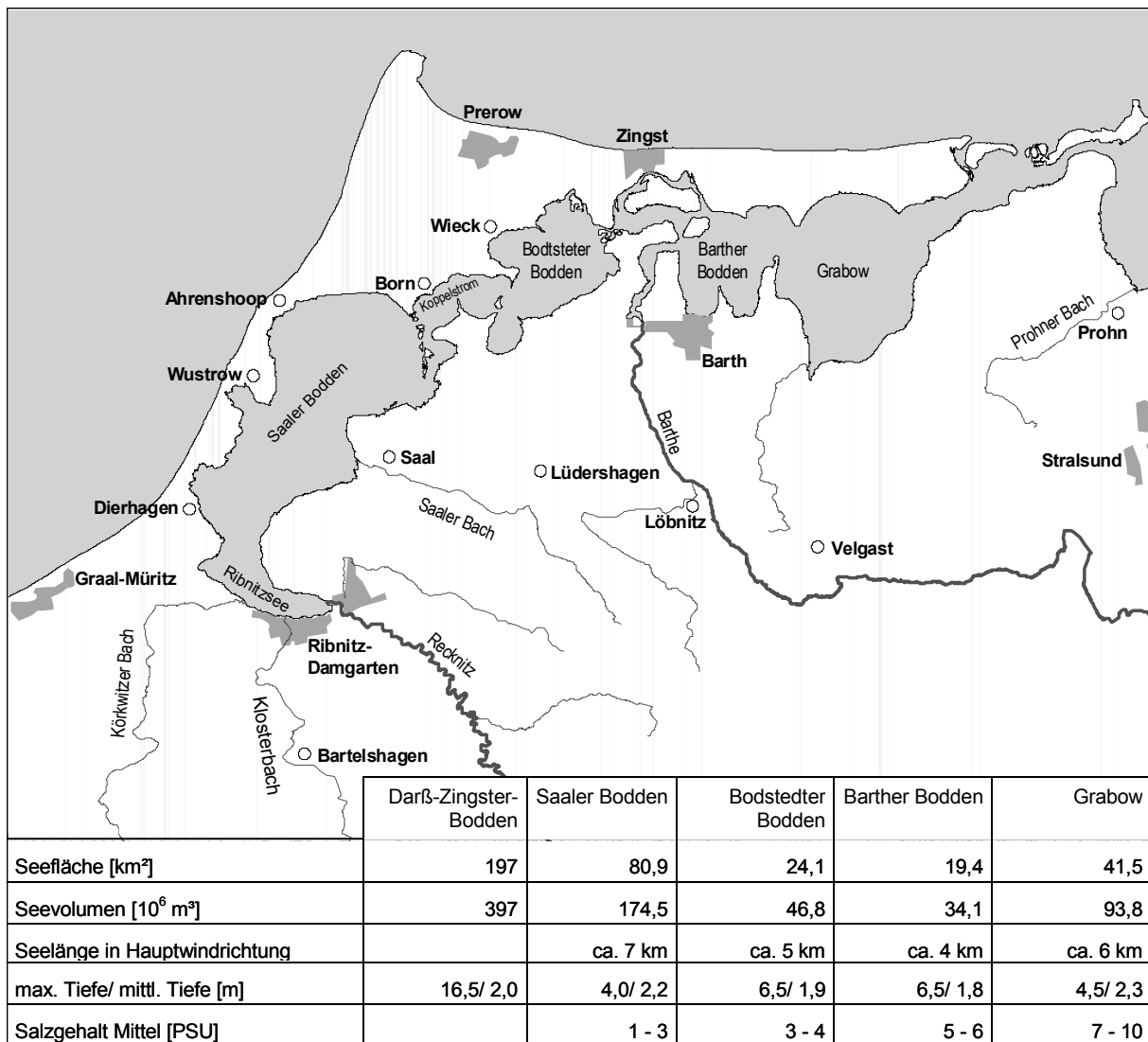


Abb. 1 Lage und hydrographische Kenngrößen der Darß-Zingster Boddenkette

Aus der Anwendung der LAWA-Richtlinie zur Seebewertung (LAWA 1999) errechnet sich anhand der spezifischen Eintragsraten für das gesamte Boddengebiet ein jährlicher natürlicher Phosphoreintrag aus dem Einzugsgebiet von etwa 14,6 t P. Dies entspricht etwa $0,07 \text{ g P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ und ist damit der von Schlunbaum & Baudler ermittelten Backgroundbelastung vergleichbar. Die Berechnung der tolerierbaren Flächenbelastung auf der Basis der von Brockmann et al. (2005) vorgeschlagenen Orientierungswerte von $0,5\text{-}0,9 \mu\text{mol P l}^{-1}$ (Tab. 1) führt mit Werten von $0,3 - 0,6 \text{ g P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ebenfalls zu ähnlichen Ergebnissen, wie sie von Schlunbaum & Baudler sowie Krech (2003) abgeleitet wurden.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass für beide Berechnungen das Vollenweider-Modell die Grundlage bildete und nur verschiedene Szenarien zur Anwendung kamen. Eine sehr wichtige Größe bei der Anwendung des Modells ist die Verweilzeit und damit der Wasseraustausch im System. Bzgl. des Ein- und Ausstromverhaltens im Boddensystem gibt es bisher aber keine gesicherten Angaben, hier besteht noch Forschungsbedarf. Mit besseren Kenntnissen zum

Wasseraustauschverhalten würden sich auch die in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Bilanzansätze und daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen weiter absichern und detaillieren lassen sowie auch weiterführende Interpretationsmöglichkeiten ergeben.

Tab. 1 Ableitung einer tolerierbaren P-Belastung aus den Orientierungswerten von Brockmann et al. (2005)

Bilanzgröße	Einheit	unterer Wert	oberer Wert
Orientierungswerte TP (P_{λ})	$\mu\text{mol l}^{-1}$	0,5	0,9
	mg l^{-1}	0,0155	0,0279
Einstrom Ostsee	$10^6 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$	2.750	2.750
Einstrom Fluss	$10^6 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$	300	300
Einstrom gesamt	$10^6 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$	3.050	3.050
Volumen	10^6 m^3	400	400
Aufenthaltszeit (R_i) gesamt	a	0,131	0,131
Zuflusskonzentration (P_i) gesamt	mg l^{-1}	0,021	0,038
Fläche Darß-Zingster Bodden	m^2	197.000.000	197.000.000
Zielmenge Zustrom	t a^{-1}	64	116
Ziel-Flächenbelastung	$\text{g P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$	0,33	0,59

3.2 Ableitung des Restaurierungsbedarfs

Resultierend aus der Jahrzehnte dauernden enormen Phosphorbefrachtung der Bodden, insbesondere der Ribnitzsee und des Saaler Boddens, fand eine starke Anreicherung von Nährstoffen in den Boddensedimenten statt, die vor allem durch Sedimentumlagerung infolge Wind und Wellen sehr leicht resuspendiert werden (Selig et al. 2006). Aus den Untersuchungen von Lampe (2005) zur Ausdehnung der anthropogen veränderten Schicht lässt sich ableiten, dass diese Umlagerungsprozesse etwa die oberen 30 cm der Schlicksedimente umfassen.

Die Untersuchungen von Dahlke (2006) ergaben, dass sich in diesen oberen 30 cm rund 6 - 47 g bioverfügbarer Phosphor je m^2 befinden. Bezogen auf die Schlickfläche ergibt sich für diese Tiefenschicht in der gesamten Boddenkette demnach eine Gesamtmenge von rund 1.100 t bioverfügbaren Phosphors. Davon entfallen allein 750 t auf die Ribnitzsee und den Saaler Bodden (Tab. 2). Dahlke geht im Unterschied zu Schlungbaum & Baudler (2001) aber nicht davon aus, dass das gesamte interne P-Reservoir jährlich einmal umgesetzt wird, sondern ermittelte aus in der Literatur genannten Abbaukonstanten von 0,1 - 0,3 a^{-1} für die Boddenkette jährliche Freisetzungsraten von 105 bis 285 t P.

Wie die Angaben in Tab. 2 zeigen, liegt die bilanzierte interne Belastung damit deutlich über den gegenwärtig vorhandenen externen Einträgen. Angegeben sind die

Mittelwerte aus dem Zeitraum 2001-2004, bilanziert nach Daten des LUNG M-V (2006) bzw. Angaben zu den atmosphärischen Einträgen von Bachor (2004).

Tab. 2 Bilanzierung der externen und internen Phosphorbelastung des Saaler Bodden sowie der gesamten Darß-Zingster Boddenkette

Belastungsquelle		Saaler Bodden		gesamte Boddenkette	
Externe Belastung					
Zuflüsse/Zwischengebiete	$t a^{-1}$		13,8		20,6
Punktquellen	$t a^{-1}$		1,4		2,9
Atmosphäre	$t a^{-1}$		1,6		3,9
extern gesamt	$t a^{-1}$		16,8		27,4
Flächenbelastung extern	$g m^{-2} a^{-1}$		0,21		0,14
Interne Belastung					
intern verfügbar	t		750		1.100
	Abbaukonstanten	0,1	0,3	0,1	0,3
intern gesamt	$t a^{-1}$	72	195	105	285
Flächenbelastung intern	$g m^{-2} a^{-1}$	0,91	2,47	0,53	1,45
Gesamt	$t a^{-1}$	88	212	132	313
Flächenbelastung	$g m^{-2} a^{-1}$	1,12	2,68	0,67	1,59

Entsprechend der diskutierten möglichen Zielzustände ist für die Darß-Zingster Boddenkette als Mindestziel eine Flächenbelastung von $0,6 g m^{-2} a^{-1}$ anzustreben. Daraus ergeben sich eine zur Zielerreichung theoretisch tolerierbare Phosphorbelastung von $118 t a^{-1}$ für die gesamten Bodden bzw. $47 t a^{-1}$ für den Saaler Bodden. Aus den Angaben in Tab. 2 wird deutlich, dass für das Erreichen dieser Zielsetzung je nach Annahme der Umsatzkonstante für die interne Freisetzung notwendige Belastungssenkungen von 14 - 194 t P für die gesamten Bodden bzw. 41 - 164 t P für den Saaler Bodden erforderlich sind.

Als größte Belastungsquelle der Darß-Zingster Bodden bieten die Sedimente das höchste P Senkungspotential und müssen daher als Restaurierungsmaßnahme prioritär in Betracht gezogen werden. Davon unberührt bleiben aber auch in Anbetracht der bilanzierten Background-Belastungen die Forderungen nach einer weiteren langfristigen Minimierung der diffusen Stoffeinträge in die Fließgewässer sowie der allgemeinen Verbesserung der Fließgewässerqualität bestehen.

3.3 Quantifizierung der Entnahmemengen

Aus der den ermittelten Freisetzungsraten zugrundeliegenden Gleichung der Abbaukinetik nach Penn et al. (1995) lässt sich durch Umstellung auf den Faktor $P_{L,t}$ eine „gewünschte“ Freisetzungsrates ermitteln und mit dieser wie in Abb. 2 dargestellt, auf einen dafür maximal im Sediment vorhandenen P-Vorrat zurückrechnen.

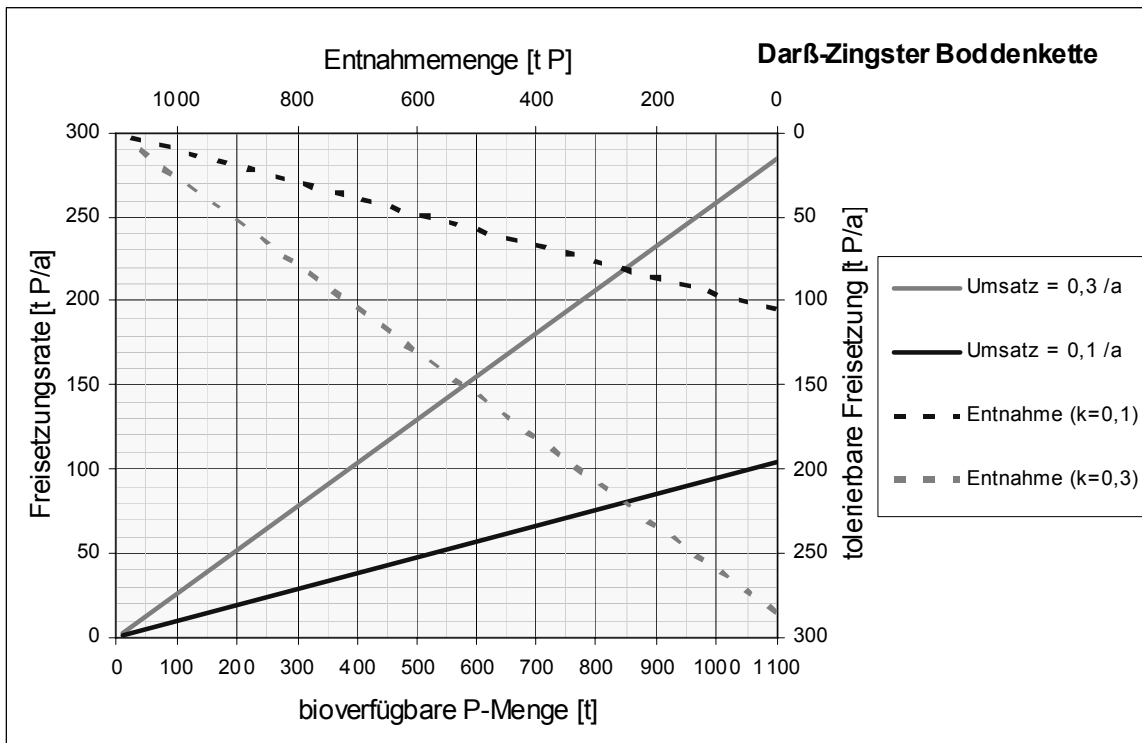


Abb. 2 Freisetzungsraten und notwendige P-Entnahmemengen

Bei einer nur noch gering veränderbaren externen Belastung von 27 t P a^{-1} und einem tolerierbaren P-Eintrag von 118 t P a^{-1} ergibt sich eine notwendige Reduktion der internen Belastung auf rund 90 t a^{-1} . Wie Abb. 2 zeigt, müsste somit der Ausgangsvorrat an bioverfügbarem Phosphor im Sediment je nach Annahme der Umsatzkonstante auf 950 bis 350 t P gesenkt werden, was eine Entnahme von 150 bis 750 t P bedeutet. Bezogen auf Schlammvolumina sind dies etwa 1,6 bis 8,1 Mio. m^3 Schlicksedimente, die aus der Boddenkette zu entnehmen sind.

Bei alleiniger Betrachtung des Saaler Boddens sind für die Zielerreichung 47 t P a^{-1} als Belastung tolerierbar. Bei einer momentanen Belastung von 88 bis 212 t P a^{-1} bedeutet dies eine notwendige Reduktion um 41 bis 164 t P a^{-1} bzw. eine Entnahme von 430 bis 635 t P oder 4,1 bis 6,1 Mio. m^3 .

Es ist zu erkennen, dass Restaurierungsmaßnahmen im Saaler Bodden einen ganz entscheidend positiven Effekt auf die gesamte Boddenkette erwarten lassen. Die allein für eine Restaurierung des Saaler Boddens zu entnehmenden Schlammvolumina entsprechen bereits 50 - 75 % der für die gesamte Boddenkette im Maximalfall zu entnehmenden Sedimentmenge.

Eine Entschlammung sollte sich daher als erstes auf den Saaler Bodden konzentrieren und dort begonnen werden. Sukzessive kann die Wirkung der Maßnahme auf den Saaler Bodden selbst sowie auf die übrige Boddenkette beobachtet werden und eröffnet bei gewünschtem positiven Effekt die Möglichkeit eines frühzeitigeren Abbruchs bzw. einer Aussetzung der Restaurierungsmaßnahme. Dies kann gerade im Hinblick auf den großen Schwankungsbereich der zu

entnehmenden P-Mengen und Schlammvolumina aufgrund der gewählten Abbaukonstanten von 0,1 und 0,3 vor allem auch im Hinblick auf die Unterbringung des Baggergutes zu Kostenersparnissen führen.

3.4 Unterbringungsstrategien

Während die technische Realisierung der reinen Baggermaßnahme auf Basis des gegenwärtigen Standes der Technik eine durchaus lösbare Aufgabe darstellen sollte¹, erweist sich die Sedimentunterbringung in den bilanzierte Größenordnungen bis ca. 8 Mio. m³ auch unter den gegebenen rechtlichen Voraussetzungen (insbesondere Abfallrecht und Bodenschutz) als vergleichsweise schwierige Problematik. Unter den grundlegenden Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Genehmigungsfähigkeit wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie insbesondere die Unterbringungssektoren „Landwirtschaft“ und „Landschaft“ betrachtet.

Die Unterbringung von Baggergut in der Landwirtschaft unter dem Aspekt einer standortqualitativen Verbesserung erscheint aufgrund der enormen Kosten (10-17 € m⁻³) und organisatorisch-planerischer Unwägbarkeiten als nur begrenzt realisierbare Variante.

Eine landwirtschaftliche Verwertung ist aber grundsätzlich möglich, da die Ergebnisse der Schadstoffuntersuchung durch Bachor (2006) zeigen, dass der überwiegende Teil der Sedimente den Anforderungen der Bundesbodenschutzverordnung genügt. Als ungünstig erweisen sich hier allerdings die z.T. sensible Nutzungsstruktur (ökologischer Landbau) als auch die enormen Transportaufwendungen und die langen Zeiträume, die bei Vorbehandlung des Materials entstehen würden.

Im Vergleich wesentlich günstiger und planerisch-organisatorisch überschaubarer stellt sich eine Baggergutunterbringung im Sektor Landschaft dar. Vertiefend betrachtet wurden die Szenarien „Flächenaufhöhung durch Überschlickung“ sowie die „Errichtung künstlicher Auflandungen“ in den Darß-Zingster Bodden, die z.B. zu einer Habitatinsel entwickelt werden können (Quandt & Knaack 2005). Sowohl die spezifischen Kosten für die Baggerung und Unterbringung als auch die zu erwartenden Umsetzungszeiträume liegen mit 5-7 € m⁻³ weit unter denen einer Baggerung mit nach geschalteter landwirtschaftlicher Verwertung. Von großem Vorteil stellen sich die vergleichsweise kurzen Transportwege und die enorme Unterbringungs Kapazität dar. Eine Kombination beider Unterbringungsszenarien "Flächenaufhöhung durch Überschlickung" und der aquatischen Unterbringung "Habitatinsel" könnten vorteilhaft miteinander verknüpft werden.

¹ Um eine starke Freisetzung von Nährstoffen bei diesen Arbeiten zu verhindern, müssen Baggergeräte zum Einsatz kommen, die eine hohe Abtragsgenauigkeit, eine minimale Materialverwirbelung und das Nichtentstehen loser Sedimentlagen gewährleisten. Diese Anforderungen erfüllen nach IADC – CEDA (1998) u.a. solche für die Entfernung kontaminierter und sehr weicher Sedimente entwickelten Schnecken- und Scheibenbagger.

5 Ausblick

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie unterstreichen nochmals die dringliche Notwendigkeit zur nachhaltigen Verbesserung der Wasserbeschaffenheit in der Darß-Zingster Boddenkette, machen aber auch deutlich, dass eine Verbesserung in überschaubaren Zeiträumen nur durch umfassende Restaurierungsmaßnahmen erreicht werden kann. Die Entschlammung wird dabei als prioritäre Maßnahme angesehen, da sowohl die Wirksamkeit als auch die Umsetzbarkeit belegt werden konnten. Die Machbarkeitsstudie zeigt die notwendigen Rahmenbedingungen für eine Entschlammung auf und kann somit nun als Grundlage der weiteren Entscheidungsfindung bei den noch offenen Fragen (z.B. Rechtslage, Finanzierung) dienen.

Danksagung

Das Projekt wird im Auftrag des Landkreises Nordvorpommern durchgeführt und durch das Staatliche Amt für Umwelt und Natur Stralsund finanziell gefördert. Ein besonderer Dank gilt Dr. Bachor (LUNG M-V) sowie Dr. Dahlke und Prof. Lampe (Universität Greifswald) für die Durchführung und Auswertung der Sonderuntersuchungen sowie allen Akteuren in den AGENDA-Arbeitsgruppen für die konstruktive Mitwirkung und Diskussion der vielfältigen Aspekte des Projektvorhabens.

Literatur

- Bachor A (2006) Zur Schadstoffbelastung der Schlicksedimente - Teilprojekt zu „Integriertes Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzept Darß-Zingster Boddenkette“. Abschlussbericht, unveröffentlicht
- Bachor A (2004) Nährstoff- und Schwermetallbilanzen der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns unter Berücksichtigung ihrer Sedimente. Dissertation. Universität Greifswald
- Brockmann U, Topcu D & Schütt M (2006) Referenz- und Schwellenwerte für die Küsten- und Übergangsgewässer an der deutschen Nord- und Ostseeküste. Bericht, BLM-AG
- Dahlke S (2006) Sequentielle Phosphorextraktion - Teilprojekt zu „Integriertes Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzept Darß-Zingster Boddenkette“. Abschlussbericht, unveröffentlicht
- IADC – CEDA (1998) Umweltaspekte in der Naßbaggerei: Maschinen, Methoden und die Verminderung der Umwelteinflüsse. Heft 4. Hrsg.: Internationale Vereinigung von Naßbaggerunternehmen (IADC), Den Hag, NL; Zentrale Naßbaggerorganisation (CEDA), Delft, NL
- Krech M (2003) Leitbildorientierte Bewertung und Analyse der ökologischen Beschaffenheitssituation der inneren Küstengewässer im südlichen Ostseeraum sowie Möglichkeiten ihrer Verbesserung als Grundlage für die fachliche Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Dissertation Universität Rostock
- Lampe R (2005) Untersuchungen an Schlickkernen in der Darß-Zingster Boddenkette - Teilprojekt zu „Integriertes Restaurierungs- und Baggergutverwertungskonzept Darß-Zingster Boddenkette“. Abschlussbericht, unveröffentlicht
- LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1999) Gewässerbewertung - stehende Gewässer - Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. Kulturbuchverlag Berlin
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1998) Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Kulturbuchverlag Berlin

LUNG – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und geologie Mecklenburg-Vorpommern (2005) Ergebnisse der Bestandsaufnahme WRRL sowie Daten zur Beschaffenheit der Zuläufe der Darß-Zingster Boddenkette. Unveröffentlichter Datenbestand. Güstrow

Penn MR, Auer MT, van Orman EL & Korienek JJ (1995) Phosphorus Diagenesis in Lake Sediments: Investigations using Fractionation Techniques. Max Freshwater Res. 46: 89-99

Quandt T & Knaack B (2005) Entnahme und Unterbringung organikhaltiger Sedimente aus Saaler Bodden und Ribnitzer See – Ein Szenario. Rostock. Meeresbiol. Beitr. 13: 83-94

Schlunbaum G & Baudler H (2001) Die Darß-Zingster Bodden – eine Studie. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. 1/2001: 209 p

Schlunbaum G; Baudler H & Krech M (2001) Das Eutrophierungsproblem der Darß-Zingster Bodden – Nährstoffeinträge/Nährstoffbilanzen. Meer und Museum, Stralsund, 16: 25-34

Selig U, Baudler H, Krech M & Nausch G (2006) Nutrient accumulation and nutrient retention in coastal waters – 30 years investigation in the Darss-Zingst Bodden chain. Acta hydrochim. hydrobiol. 34: 9-19

www.agenda-nvp.de.vu/: Homepage der Lokalen Agenda 21 Darß-Zingster Boddenlandschaft (Möglichkeit zum Download des Enddokuments)

Autoren:

Steffen Biele & Michael Thomas
UmweltPlan GmbH Stralsund
Tribseer Damm 2
18437 Stralsund
Email: sb@umweltplan.de

Toralf Quandt
WASTRA-Plan Ingenieurgesellschaft mbH
Oll-Päsel-Weg 1
18069 Rostock

Burkhard Voigt
Landkreis Nordvorpommern
Untere Wasserbehörde
Bahnhofstraße 12/13
18507 Grimmen