

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Wasser- und Schiffsamt Wilhelmshaven

Bagger- und Klappstellenuntersuchungen
in der Jade

BfG-JAP-Nr.: 2703
Seitenzahl: 104
Zahl der Anlagen: 25

Koblenz/Wilhelmshaven März 2003

BfG-1349

Titelbild: Leuchtturm Arngast

Zitiervorschlag: BfG - Bundesanstalt für Gewässerkunde & Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven (2003): Bagger- und Klappstellenuntersuchungen in der Jade – Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Bericht BfG-1349. 104 S. + Anhang.

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Postfach 20 02 53

56002 Koblenz

Telefon: (0261) 1306 0

Telefax: (0261) 1306 5302

e-mail: Posteingang@bafg.de

Internet: <http://www.bafg.de>

Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven

Postfach 2655

26366 Wilhelmshaven

Telefon: (04421) 186 0

Telefax: (04421) 186 308

Internet: <http://www.wsahv.smartwhv.de>

Bearbeiter in der BfG, Koblenz:

Federführung und Koordination:

Referat U4

Dr. H. Leuchs

Dr. H. Büttner

Fachliche Bearbeitung:

Morphologie

Referat M3

L. Reinemann

Hydrologie

Referat M1

C. Blasi

Schwermetalle

Referat G1

Dr. F. Ackermann

Organische Schadstoffe

Referat G2

Dr. B. Schubert

Stoffhaushalt

Referat U2

Dr. M. Wunderlich

Ökotoxikologie

Referat G3

Dr. F. Krebs

Fische / Fischerei

Referat U4

C. von Landwüst

Makrozoobenthos, Seehunde, Naturschutz

Referat U4

Dr. H. Büttner, Dr. H. Leuchs

Bearbeiter im WSA Wilhelmshaven:

Koordination und Vorhabensbeschreibung,
Hydrologie, Morphologie

A. Götschenberg

Naturschutz

V. Schlüter

Vergabe einzelner Themen:

Makrozoobenthos, Fische / Fischerei

BioConsult, Bremen

Chemie

Analytik Labor Nord, Heide

Inhalt

0	ZUSAMMENFASSUNG	1
1	VERANLASSUNG	4
2	BESCHREIBUNG DER PROJEKT-RAHMENBEDINGUNGEN	5
2.1	BESCHREIBUNG DES GEBIETES MIT DEM FAHRWASSER DER JADE	5
2.1.1	<i>Außenjade</i>	5
2.1.2	<i>Innenjade</i>	5
2.1.3	<i>Neuer Vorhafen</i>	5
2.1.4	<i>Jadebusen</i>	6
2.2	ENTWICKLUNG DER FAHRWSSERTIEFEN UND MORPHOLOGISCHE ENTWICKLUNG	6
2.2.1	<i>Außenjade</i>	6
2.2.2	<i>Innenjade</i>	7
2.2.3	<i>Neuer Vorhafen</i>	8
2.2.4	<i>Jadebusen</i>	9
2.3	BAGGERGUTVERBRINGUNG.....	10
2.3.1	<i>Historische Klappstellen</i>	11
2.3.2	<i>Klappstelle 01</i>	11
2.3.3	<i>Klappstelle Jade-Weser</i>	13
2.3.4	<i>Klappstelle Mellumplate</i>	13
2.3.5	<i>Klappstelle Südreede</i>	15
2.3.6	<i>Klappstelle Vareler Fahrwasser</i>	16
2.4	ZUKÜNFTIGE BESCHICKUNG DER KLAPPSTELLEN.....	17
2.5	BAGGERGUTUNTERBRINGUNGEN DRITTER.....	17
2.5.1	<i>Baggergut aus dem Alten Vorhafen</i>	17
2.5.2	<i>Baggergut der NWO-Umschlaganlage</i>	18
2.5.3	<i>Baggergut der Niedersachsenbrücke</i>	19
2.5.4	<i>Baggergut der WRG-Umschlaganlage</i>	20
2.5.5	<i>Baggergut aus Hooksiel</i>	20
3	UNTERSUCHUNG DER BAGGERSTRECKE	22
3.1	FESTLEGUNG DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS	22
3.2	HYDROLOGIE	22
3.2.1	<i>Wasserstände</i>	22
3.2.2	<i>Strömung</i>	24
3.3	SEDIMENTOLOGIE	25
3.3.1	<i>Baggerstrecke Außenjade</i>	25
3.3.2	<i>Baggerstrecke Innenjade</i>	26
3.3.3	<i>Baggerstrecke Neuer Vorhafen</i>	27
3.4	SCHADSTOFFE.....	27
3.4.1	<i>Probenauswahl</i>	27
3.4.2	<i>Untersuchungsprogramm und –methoden</i>	28
3.4.3	<i>Schwermetalle und Arsen</i>	29
3.4.4	<i>Organische Schadstoffe und zinnorganische Verbindungen</i>	30
3.5	STOFFHAUSHALT	34
3.5.1	<i>Sauerstoff</i>	34
3.5.2	<i>Ergebnisse</i>	36
3.5.3	<i>Bewertung</i>	38
3.5.4	<i>Nährstoffe</i>	39
3.5.5	<i>Ergebnisse</i>	39
3.5.6	<i>Bewertung</i>	40
3.6	ÖKOTOXIKOLOGIE	40
3.6.1	<i>Untersuchungsumfang</i>	40
3.6.2	<i>Ergebnisse</i>	41
3.6.3	<i>Bewertung</i>	42

4	UNTERSUCHUNG DER KLAPPSTELLEN UND IHRER UMGEBUNG	43
4.1	FESTLEGUNG DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS	43
4.2	HYDROLOGIE	43
4.2.1	<i>Wasserstände</i>	43
4.2.2	<i>Strömung</i>	45
4.3	SEDIMENTOLOGIE	47
4.3.1	<i>Beschaffenheit Klappstellen-Sohlenmaterial</i>	47
4.4	SCHADSTOFFE	51
4.4.1	<i>Probenauswahl für Schadstoffuntersuchungen</i>	51
4.4.2	<i>Schwermetalle</i>	51
4.4.3	<i>Organische Schadstoffe</i>	51
4.5	ÖKOTOXIKOLOGIE	53
4.5.1	<i>Ergebnisse</i>	53
4.5.2	<i>Bewertung</i>	53
4.6	MAKROZOOBENTHOS	53
4.6.1	<i>Untersuchungsumfang</i>	53
4.6.2	<i>Ergebnisse</i>	57
4.6.3	<i>Bewertung</i>	73
4.7	FISCHE / FISCHEREI	77
4.7.1	<i>Untersuchungsumfang</i>	77
4.7.2	<i>Ergebnisse</i>	78
4.7.3	<i>Bewertung</i>	85
4.8	SEEHUNDE	87
4.8.1	<i>Einleitung</i>	87
4.8.2	<i>Untersuchungsumfang</i>	87
4.8.3	<i>Ergebnisse</i>	88
4.8.4	<i>Bewertung</i>	89
4.9	NATURSCHUTZ	89
4.9.1	<i>Schutzgebiete</i>	89
4.9.2	<i>Lage der Klappstellen zu den Schutzgebieten und mögliche Auswirkungen</i>	91
4.9.3	<i>Rote Listen</i>	92
4.9.4	<i>Bewertung</i>	93
5	AUSWIRKUNGSPROGNOSE	94
5.1	ZUSAMMENFASSENDE PROGNOSE	94
5.1.1	<i>Schadstoffe</i>	94
5.1.2	<i>Sauerstoffhaushalt</i>	94
5.1.3	<i>Ökotoxikologie</i>	94
5.1.4	<i>Makrozoobenthos</i>	94
5.1.5	<i>Fische / Fischerei</i>	95
5.1.6	<i>Seehunde</i>	95
5.1.7	<i>Naturschutz</i>	95
5.2	ALTERNATIVEN / EMPFEHLUNGEN	96
5.2.1	<i>Stoffhaushalt</i>	96
5.2.2	<i>Makrozoobenthos</i>	96
5.2.3	<i>Fische / Fischerei</i>	96
5.2.4	<i>Seehunde</i>	96
5.2.5	<i>Naturschutz</i>	96
6	ÜBERWACHUNGSPROGRAMM	97
7	BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN	98
8	LITERATURVERZEICHNIS	101
9	ANLAGEN	104

0 Zusammenfassung

Seit 1957 wurde das Jade-Fahrwasser in 30-jähriger Planungs- und Bauzeit in mehreren Ausbaustufen als Tiefwasserrinne mit 300 m Breite hergestellt, das von Schiffen bis 20 m Tiefgang tideabhängig und von Schiffen mit Tiefgängen $< 16,5$ m tideunabhängig befahren wird. Zwischen Jade-km 41 und 49 befindet sich einer der Baggerschwerpunkte des WSA Wilhelmshaven und seit 1999 wird im Rahmen der bedarfsgerechten Unterhaltung eine Wassertiefe von 18 m unter SKN vorgehalten. Seit 1994 sanken die Baggermengen in der Außenjade (km 25 - 55) von 6,9 Mio. m^3 jährlich auf 1,1 Mio. m^3 im Jahr 2001. Der zweite Baggerschwerpunkt liegt zwischen km 6 und 13. Auch in der Innenjade (km 5 - 25) sind seit 1994 die jährlichen Baggermengen von 6,5 Mio. m^3 auf 2,4 Mio. m^3 in 2001 deutlich zurückgegangen. Nach Vorgaben der Bundesmarine wird im Neuen Vorhafen eine Wassertiefe von SKN -10 m in der Einfahrt und SKN -8,4 m im übrigen Vorhafen vorgehalten. Jährlich fallen hier ca. 1,3 Mio. m^3 schllickiges Baggergut an. Das aus der Unterhaltung anfallende Baggergut wird im Wesentlichen auf die fünf Klappstellen 01, Jade-Weser, Mellumplate, Südreede und Vareler Fahrwasser verbracht.

Teilweise werden diese WSV-Klappstellen auch von „Dritten“ für die Verklappung von Baggermaterial aus kontinuierlichen Unterhaltungsmaßnahmen der verschiedenen Umschlaganlagen, dem Alten Vorhafen und dem Außenhafen Hooksiel genutzt. Außer auf der Klappstelle Mellumturm werden keine nennenswerten Mengen verklappt.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde und das Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven haben gemeinsam das aus der Unterhaltung stammende Baggergut sowie die Auswirkungen der derzeitigen Ablagerungen im Jade-System untersucht und bewertet. Grundlage war die „Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV)“ (BfG 1999a). Nach gemeinsamer Planung wurden in den Jahren 2000 und 2001 Untersuchungen zu den verschiedenen Sachthemen durchgeführt. In vorliegendem Bericht werden die Untersuchungsergebnisse zu den Auswirkungen der derzeitigen Verklappungen an den WSV-Klappstellen in der Jade dargestellt und bewertet.

Im Bereich der Baggerstrecke Außenjade dominieren Fein- und Mittelsande und nur bei km 43,5 sind schllickige Sande anzutreffen. Der Baggerbereich Innenjade stellt einen heterogenen Abschnitt dar: im nördlichen Abschnitt dominieren Feinsande mit geringen Mittelsandanteil, dazwischen finden sich reine Schluffe sowie Sande mit Schluffanteilen. Im mittleren Teil (\sim km 7 - 10) befindet sich ein Schlickfeld, in dem in kleinen Teilbereichen feinsandige Sedimente mit und ohne Schluffanteil abgelagert sind. Der Vorhafen ist durch sogenannten Weichschlick ohne sandige Beimengungen charakterisiert. Die Baggermengen (ca. 1,3 Mio. m^3/a) zeigen, dass der Vorhafen als Sedimentfalle wirkt.

Die Sedimente der Klappstelle 01 und Umgebung werden von Fein- und Mittelsanden dominiert. Ein breites Korngrößenspektrum zeigen die Sedimente an der Klappstelle Jade-Weser und außerhalb: es dominieren Fein- und Mittelsande, die teilweise Grobschluff, Grobsand und Feinkies aufweisen. An der Klappstelle Mellumplate, in der Nähe des Leuchtturmes Mellumplate, sind Sande mit Schluffanteilen in Form von Schlickklumpen erkennbar. In den nördlichen und südlichen Bereichen kommen Fein- und Mittelsande vor. Im Mittelteil sowie außerhalb finden sich Grobsande mit Fein- und Mittelkiesanteilen. Die Sohle der Klappstelle Südreede setzt sich vorwiegend aus Schluffen und schluffigen Sanden zusammen. Im Bereich der Schüttstelle Vareler Fahrwasser und Umgebung kommen neben sandigen Sedimenten auch Kiese und Steine vor.

Bezüglich der nachgewiesenen Schwermetallgehalte der Sedimentproben aus dem Jade-Fahrwasser sowie aus dem Neuen Vorhafen sind keine Auswirkungen durch eine uneingeschränkte Umlagerung des Baggergutes zu erwarten, da die Richtwerte RW_1 der HABAK unterschritten werden. Aufgrund geringer Überschreitung der Richtwerte durch die ermittelten Konzentrationen der PAK, des HCB und des Lindan in der Fraktion $< 20 \mu m$ ist das Baggergut aus dem Jade-Fahrwasser in Fall 2 einzustufen. Die Belastung im Sediment an den untersuchten Klappstellen und der Referenzstelle Steenkentief ist vergleichbar oder sogar höher. Bei den vorliegenden niedrigen Konzentrationsbereichen ist mit Messwertungenauigkeiten bis zu 50 % zu rechnen, so dass die festgestellte Überschreitung der Vergleichswerte wenig signifikant ist. Eine Erhöhung der Schadstoffgehalte im Klappstellenbereich ist durch eine Umlagerung des

Baggergutes daher nicht zu erwarten. Entsprechendes gilt für das Baggergut aus dem Neuen Vorhafen, dass wegen der PAK- und Lindan-Gehalte ebenfalls in Fall 2 einzustufen ist.

Die Nährstoffgehalte im Baggergut weisen insgesamt niedrige Werte auf, so dass nicht mit nachteiligen Eutrophieerscheinungen durch Umlagerung zu rechnen ist. Hinsichtlich der Sauerstoffzehrung weisen die untersuchten Sedimente – bis auf die Vorhafen Proben – keine erhöhten Werte auf und können ohne Einschränkung auf die Jade-Klappstellen verbracht werden. Das Bodenmaterial aus dem Neuen Vorhafen zeigt wiederholt einen hohen bis sehr hohen Sauerstoffbedarf. Messungen nach der Verklappung offenbaren keine kritischen Sauerstoffkonzentrationen im Bereich der Klappstelle. Schnelle Einmischung und Verdünnung tragen dazu bei, dass der Sauerstoffbedarf der chemischen Oxidationsprozesse rasch ausgeglichen wird.

Alle untersuchten Proben aus dem Fahrwasser der Jade, dem Schleusen-Vorhafen in Wilhelmshaven und von den Klappstellen zeigten im angewandten ökotoxikologischen Untersuchungsverfahren, dem Leuchtbakterientest, durchweg keine Schadwirkung. Die Porenwasseruntersuchungen führten zum pT-Wert = 0. Einzig die zusätzliche Probe vom Steenkentief zeigte eine leichte Hemmwirkung (pT-Wert = 1). Gemäß dem Klassifizierungsschema der HABAK-WSV sind die Proben somit bis auf die eine Ausnahme der Toxizitätsklasse 0 zuzuordnen. Die Probe vom Steenkentief fällt in die Toxizitätsklasse I. Gemäß HABAK-WSV darf Baggergut bis zur Toxizitätsklasse II aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt umgelagert werden (Fall 1). Dieses gilt für den gesamten durch die untersuchten Proben repräsentierten Baggerbereich.

Die Untersuchung der Makrozoobenthosgemeinschaften zeigen an den Klappstellen 01 und Jade-Weser Unterschiede zwischen Klappstellenzönosen und den Lebensgemeinschaften im Referenz- bzw. Fahnbereich. Das an Klappstelle 01 verklappte Baggergut hat in den Vorjahren (1992 - 1995) zu deutlichen Aufhöhungen geführt, was neben den Verklappungseffekten des Jahres 2000 die Faunenzusammensetzung beeinflusst. Einige Teilbereiche der Klappstelle Jade-Weser zeigen sedimentologische und faunistische Veränderungen, was auf die im Jahr 2000 hohen Verklappungsmengen (> 1 Mio. m³) bis zum Zeitpunkt der Probenahme zurückgeführt wird. An den Klappstellen Mellumplate Mitte + Nord2 und Mellumturm sind keine Hinweise auf Verklappungswirkungen nachzuweisen. Vermutlich regenerierten sich die Zönosen in dem Zeitraum seit der letzten intensiven Baggergutverbringung bis zur Probenahme. Trotz relativ umfangreicher Klappmengen waren keine eindeutigen Verklappungswirkungen auf die Fauna an Mellumplate Nord festzustellen. Aufgrund der hohen natürlichen Heterogenität der Stationsgruppen an den Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser war eine Einschätzung von Verklappungswirkungen auf die Fauna nicht abschließend möglich.

Die exemplarisch an einer Klappstelle der Innenjade (Südreede) durchgeführten fischereibiologischen Untersuchungen zeigen, dass temporäre Auswirkungen der Verklappungen in Form kurzfristig zu beobachtender Vertreibungen von Fischen und Garnelen auftreten können. Betroffen ist jeweils nur ein kleiner Teil des Fisch- und Garnelenbestandes an einer Klappstelle, während der überwiegende Teil der Fische und Garnelen offenbar selbst unmittelbar nach erfolgter Verklappung an der Klappstelle verbleibt. Mit langfristig wirksamen und/oder erheblichen Beeinträchtigungen ist nicht zu rechnen, da sich die für Fische und Garnelen wichtigen Habitate nicht oder nur sehr wenig verändern, das Nahrungsangebot an den Klappstellen nicht nachhaltig reduziert wird und die Klappstellenareale einschließlich des potenziell von Auswirkungen betroffenen näheren Umfeldes nur vergleichsweise kleine Anteile an den Lebensräumen der vorkommenden Fisch- und Garnelenarten einnehmen.

Für die Fischerei sind rückläufige Bestandsgrößen der befischten Zielarten wie Garnelen und Plattfischen aus o. a. Gründen nicht anzunehmen. Beeinträchtigungen der Fischereiausübung durch verunreinigte Fänge und Netze sind insbesondere an den stärker mit Schlick beaufschlagten Klappstellen der Innenjade möglich. Da dies i. d. R. nur sehr kleine Anteile der Fanggebiete einzelner Fischer betreffen, sind diese Beeinträchtigungen sehr gering.

Die Seehund-Liegeplätze liegen fast alle in ausreichender Entfernung zu den Klappstellen in der Jade und es sind keine erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen der Tiere durch die Verklappungsaktivitäten festzustellen.

Bis auf die Klappstelle Vareler Fahrwasser liegen die untersuchten Klappbereiche außerhalb von Schutzgebieten. Juristisch sind die Verklappungsaktivitäten des WSA Wilhelmshaven in den Schutzgebieten durch Bundesgesetz geregelt. Hinsichtlich des Naturschutzes lassen sich aus den Untersuchungsergebnissen, die allenfalls geringfügige Beeinträchtigungen ergeben haben, keine Gefährdung der Schutzziele ableiten.

Aus den Ergebnissen der bisher durchgeführten Untersuchungen ist abzuleiten, dass die Auswirkungen der derzeitigen Unterbringungspraxis keine erheblichen ökologischen Beeinträchtigungen zur Folge haben. Eine Veränderung des Klappstellenmanagements ist daher nicht erforderlich.

1 Veranlassung

Im Rahmen der OSLO-Konvention von 1972 (seit 1992 OSPAR-Übereinkommen: Zusammenfassung des OSLO-Übereinkommens und des PARIS-Übereinkommens, welches die Verschmutzung vom Lande aus regelt), der HELSINKI-Konvention von 1974 sowie der LONDON-Konvention von 1972 waren in den vergangenen Jahren spezielle Regelungen für die Ablagerung von Baggergut in den Konventionsgebieten getroffen worden. Zu ihrer Konkretisierung wurden für die Nordsee die Richtlinien der OSLO-Kommission (1991) und für die Ostsee die der HELSINKI-Kommission (1992) verabschiedet. Die Kommissionen von OSLO und PARIS legten 1993 die überarbeiteten, z.Zt. geltenden "Richtlinien zur Handhabung von Baggergut" vor. Die Vertragsstaaten sind verpflichtet, sie bei ihren Entscheidungen über die Erteilung von Ablagerungsgenehmigungen für Baggergut zu berücksichtigen. Ziel und Zweck dieser Richtlinien ist es, dass die Vertragsstaaten die Ablagerung von Baggergut nach Umweltverträglichkeitskriterien prüfen und einheitliche Regeln bei der Untersuchung, Bewertung und Ablagerung von Baggergut anwenden.

Da die o.a. Richtlinien sehr umfassend und wissenschaftlich ausgerichtet sind, beschloss das Bundesministerium für Verkehr, für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes eine "Handlungsanweisung" zu erarbeiten, die die Umsetzung der Richtlinien in der Praxis erleichtern und vereinheitlichen soll.

Mit Erlass vom 31. August 1992 (BW 15/15.82.10-051/22 VA 92) hat das Bundesministerium für Verkehr die Baggergut-Richtlinien der OSLO- und HELSINKI-Kommission mit der Handlungsanweisung zur Anwendung beider Baggergut-Richtlinien für den Bereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (abgekürzt: "HABAK-WSV") in Kraft gesetzt. Die Richtlinien beziehen sich nur auf Gewässer an der Nordsee- und der Ostseeküste bis zu den Süßwassergrenzen.

Mit der Erprobung der vollständigen Umsetzung der Richtlinien wurden die Wasser- und Schifffahrtsämter Brunsbüttel und Emden beauftragt. Das Ergebnis der Umsetzung für das Pilotprojekt des WSA Emden wurde Ende 1993 von der BfG vorgelegt, für das WSA Brunsbüttel liegt der Bericht seit Ende 1995 vor. Gleichartige Untersuchungen sind auch 1998 für den Bereich des WSA Bremerhaven (BfG 1999b) im Bereich der Außenweser angestellt worden. Als Folge der überarbeiteten OSPAR-Richtlinie von 1998 zur Handhabung von Baggergut ist die überarbeitete HABAK-WSV (1999) vom BMV mit Erlass vom 25. Mai 1999 (EW 24/EW 22/15.82.10-051/33 VA 99) eingeführt worden. Entsprechende Untersuchungen nach HABAK-WSV 1999 sind bereits für den Bereich Ems-Ästuar durchgeführt worden (BfG 2001). Für die Ostsee und dem Bereich Elbe-Ästuar werden sie derzeit durchgeführt.

Der Geltungsbereich der HABAK für die Jade liegt ausschließlich im Amtsabschnitt des WSA Wilhelmshaven und gilt für das gesamte Jade-Revier. Eine Übersicht mit den Bagger- und Klappbereichen bietet der Lageplan in Abb. 2.3-1. Der Untersuchungsbereich erstreckt sich vom Jadebusen bis zur Ansteuerung der Deutschen Bucht.

2 Beschreibung der Projekt-Rahmenbedingungen

Die heute in der Seeschiffahrtsstraße Jade vom Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven durchgeführten Nassbaggerarbeiten sind notwendige Folgemaßnahmen zur Unterhaltung der seit 1987 endgültig hergestellten Fahrrinne des Tiefwasserhafens Wilhelmshaven mit seinen vier Umschlagsanlagen:

- NWO-Brücke (Nordwest-Ölleitung GmbH)
- Niedersachsenbrücke
- WRG-Brücke (Wilhelmshavener Raffineriegesellschaft)
- ICI-Brücke

Die Baggerungen im Vorhafen der neuen Seeschleuse (IV. Einfahrt) werden ebenfalls vom WSA Wilhelmshaven durchgeführt. Sie sind notwendige Unterhaltungsmaßnahmen nach den Vorgaben der Marine, um ausreichende Wassertiefen für die Schiffe der Marine im Vorhafenbereich und in der Zufahrt zur Seeschleuse vorzuhalten.

Die Lage der Seeschleuse, des Vorhafens, des Jade-Fahrwassers einschließlich der Fahrwasserkilometrierung können der Anlage 2.1-1 (Bundeswasserstraßenkarte) entnommen werden. Im Kapitel 2.2 werden die wesentlichen Randbedingungen des untersuchten Baggerprojektes genannt.

2.1 Beschreibung des Gebietes mit dem Fahrwasser der Jade

Die Jade ist im Gegensatz zu den anderen schiffbaren deutschen Tideflüssen ohne nennenswerten Oberwasserzufluss. Sie ist von ihrer morphologischen Situation her kein Tidefluss sondern eine Tidebucht mit den Teilgebieten Innenjade und Jadebusen. Die Bundeswasserstraße Jade beginnt mit dem Kilometer 0 in Höhe der ehemaligen ersten Einfahrt in Wilhelmshaven und endet mit Fahrwasserkilometer 54 nordwestlich von Wangerooge.

2.1.1 Außenjade

Mit dem Begriff Außenjade wird der Fahrwasserabschnitt der Bundeswasserstraße Jade zwischen km 54 nordwestlich von Wangerooge und km 25 in Höhe der Insel Mellum bezeichnet. Er umfasst auch das Gebiet des Platengürtels und des seeseitigen Küstenvorfelds von Wangerooge und Minsener Oog.

2.1.2 Innenjade

Der Fahrwasserabschnitt zwischen km 25 und km 2 bildet die Innenjade. Das Gebiet der Innenjade wird durch die Deichlinie im Westen und die Watthöhenscheide des Hohe Weg Watts im Osten begrenzt.

2.1.3 Neuer Vorhafen

Der Neue Vorhafen ist der Vorhafen der 1964/1965 errichteten Seeschleuse Wilhelmshaven. Er hat eine Länge von 1500 m und eine Breite von 500 m. Seine Längsachse liegt auf 207°. Die Einfahrtsöffnung ist mit 150 m relativ schmal; sie liegt südlich der NWO-Ölumschlagsbrücke in Höhe Fahrwasserkilometer 4,5.

Die Seeschleuse schließt den tidefreien Handelshafen der Stadt Wilhelmshaven und des Landes Niedersachsen gegen den Tidestrom ab. Der gesamte Bereich des Schleusenvorhafens einschließlich der Land- und Wasserflächen ist Teil des Marinestützpunktes Wilhelmshaven. Da die Bundeswehr über keine eigene Bauverwaltung verfügt, fallen die Unterhaltungsaufgaben in den Zuständigkeitsbereich der bestehenden Bauverwaltungen, d.h. für wasserbauliche Maßnahmen in die Zuständigkeit der WSV und

hier das WSA Wilhelmshaven als Ortsbehörde. Daraus ergibt sich, dass die HABAK-WSV auf die Baggermaßnahmen im Neuen Vorhafen anzuwenden ist.

2.1.4 Jadebusen

Der Jadebusen mit einer Fläche von ca. 160 km² bildet das südliche Ende der Jade-Bucht und ist durch den ca. 4 km breiten Querschnitt zwischen Wilhelmshaven und Eckwarden mit der Innenjade verbunden. Die ein- und auslaufende Wassermenge je Tide ist mit ca. 400 Mio. m³ gleich groß, da nennenswerte Oberwasserzuflüsse fehlen. Lediglich einige Siele (Dangast, Varel, Schweiburg) entwässern das Hinterland in den Jadebusen. Die Strömung wird durch den 1911 gebauten Leitdamm („Krügerdamm“) kanalisiert. Der Füll- und Entleerungsvorgang findet über drei Hauptprielsysteme (Steenkentief, Vareler Fahrwasser und die Ahne) statt. Das Vareler Fahrwasser bildet die Zufahrt zum Sielhafen Varel, ist aber nicht Bestandteil der Bundeswasserstraße Jade. Diese beginnt mit Fahrwasserkilometer 0.0 in Höhe der ehemaligen ersten Einfahrt am Steenkentief.

2.2 Entwicklung der Fahrwassertiefen und morphologische Entwicklung

Bis 1957 fand Schifffahrt in der Jade für Schiffe bis 10 m Tiefgang in einem ständigen Veränderungen unterworfenen Revier statt. Seit 1957 wurde das Jade-Fahrwasser in einer 30-jährigen Planungs- und Bauzeit in mehreren Ausbaustufen als Tiefwasserrinne mit 300 m Breite hergestellt, das von Schiffen bis 20 m Tiefgang tideabhängig, von Schiffen mit Tiefgängen < 16,5 m tideunabhängig befahren werden kann. Die jährlichen Baggermengen bis 2001 aus Neubau und Unterhaltungsmaßnahmen können der Abb. 2.3-1 entnommen werden.

Die Umwandlung der Jade von einer natürlichen Meeresbucht mit sandigem Gewässerbett von 10 bis 12 m unter SKN in eine relativ stabile Fahrrinne mit kanalähnlichem Charakter hat ca. vier Jahrzehnte in Anspruch genommen. In dieser Zeit fanden intensive Erstbaggerungen für die Fahrwasserrinne (1958 – 1975) und die Verlegung des Fahrwassers vor Hooksiel (1985 - 1987) statt. Anschließend folgten den anthropogenen Eingriffen jeweils natürliche Anpassungsprozesse in der Gewässersohle und den Fahrrinnen-Randbereichen.

2.2.1 Außenjade

Die Wassertiefen (in m unter SKN) in der Außenjade betragen gemäß der „Benachrichtigung für Seefahrer“ (BfS) 12/1989:

km 55 – km 49:	20,1
km 49 – km 44:	19,9
km 44 – km 39:	19,8
km 39 – km 34:	19,6
km 34 – km 30:	19,4
km 30 – km 25:	19,2

Zwischen km 41 und 49 befindet sich einer der beiden Baggerschwerpunkte des WSA Wilhelmshaven. Im Rahmen der bedarfsgerechten Unterhaltung wird hier seit 1999 eine Wassertiefe von 18,0 m unter SKN vorgehalten. Im Fahrwassernahbereich macht sich eine umfangreiche Sedimentation auf dem unteren Sedimentwanderweg am Nordrand des Langen Riffs bemerkbar. Diesem Versandungsdruck, der vom Südrand der Fahrrinne ausgeht, steht eine Erosion des nördlichen Randes im Prallhang der Gezeiten gegenüber. Trotz des schwer erodierbaren Bodens, da steinig tonig und eiszeitlich vorbelastet, reichte es für einen Fahrrinnenschwenk von 0,30 um den Leuchtturm Mellumplate, so dass in diesem Profil heute die Fahrrinne um ca. 100 m weiter nördlich liegt. Der übrige Fahrwasserabschnitt ist praktisch

wartungsfrei, lediglich in Höhe der Buhne A von Minsener Oog (km 35 - 36) sind in unregelmäßigen Zeitabständen die Eintreibungen der durch die Blaue Balje wandernden Sände zu beseitigen. Die Entwicklung der Baggermengen kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen in der Außenjade (km 25 – 55)	
Jahr	Baggermenge (Mio. m³)
1994	6,872
1995	5,184
1996	5,256
1997	3,373
1998	2,422
1999	1,160
2000	0,800
2001	1,094

2.2.2 Innenjade

In der Innenjade sind gemäß BfS 12/1989 folgende Tiefen vorzuhalten:

km 25 – km 23:	19,2
km 23 – km 19:	19,0
km 19 – km 15:	18,8
km 15 – km 12,7:	18,6
km 12,7 – km 9,7:	18,3
km 9,7 – km 6:	18,0

Der zweite Baggerschwerpunkt des WSA Wilhelmshaven befindet sich zwischen Fahrwasserkilometer 6 und km 13. Ursache der Sedimentation von vorwiegend schluffigem Material in diesem Bereich ist die Flutstromdominanz, d.h. der gegenüber dem Flutstrom etwas schwächere Ebbstrom kann die mit der Flut eingetragenen Feststoffmengen nicht komplett wieder entfernen sowie die Schrägüberströmung des Fahrwassers bei Ebbe durch den Ebbstrom aus der Ahne. Insgesamt ist anzumerken, dass nur ein sehr kleiner Teil der täglich zweimal mit dem Flutstrom eingetragenen Sedimente im Fahrwasser (und in den Liegewannen der Brückenbetreiber) im Bereich der Innenjade verbleibt. In der Summe ergeben sich aber erhebliche Mengen, die aus dem System zu entfernen sind (s. Kap. 2.3).

Untersuchungen im numerischen Modell der BAW-Hamburg haben keinen eindeutigen Hinweis auf die Ursache der Sedimentation im räumlich eng begrenzten Fahrwasserabschnitt erbracht. Ebenso gab es keine Hinweise aus dem Modell, dass anthropogene Eingriffe in das Regime, wie z.B. ein Teilverbau der Ahne, die Entfernung des Leitdamms im Jadebusen oder eine Keilbaggerung am Übergang von Innenjade und Jadebusen die derzeitige Situation signifikant ändern würde. Die Entwicklung der Baggermengen kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen in der Innenjade (km 5 – 25)	
Jahr	Baggermenge (Mio. m³)
1994	6,480
1995	5,815
1996	3,998
1997	3,957
1998	3,467
1999	2,217
2000	2,591
2001	2,446

2.2.3 Neuer Vorhafen

Nach den Vorgaben der Bundesmarine wird im Neuen Vorhafen eine Wassertiefe von SKN –10,0 m im Einfahrtsbereich und SKN –8,40 m im übrigen Vorhafen mit Ausnahme einiger Sonderflächen durch Unterhaltungsbaggerungen vorgehalten.

Probleme bei der Ansteuerung der Vorhafeneinfahrt und der Verschlickung des Vorhafens selbst wurden bei der Planung der Seeschleuse und der 4. Einfahrt bereits in den 20er Jahren erkannt und modelltechnisch untersucht, führten aber damals schon zu den gleichen Erkenntnissen wie heute: An der Lage des Einfahrtsbauwerks und dessen Ausrichtung zur Anströmung waren und sind nach heutigen Gesichtspunkten keine Verbesserungen anzubringen, ohne dadurch andere angestrebte Eigenschaften zu verschlechtern. Hierzu wurden im Franzius-Institut Hannover 1982 und später 1989 hydraulische Modellversuche durchgeführt.

Unter anderen Zielen war allen Untersuchungen gemeinsam, die Frage der Überfüllung des Vorhafens zu beantworten. Aus Beobachtungen vor Ort musste geschlossen werden, dass die Ostmole als "Schöpfbühne" auf die Flutströmung der Jade wirkte, was zu einer möglichen Mehrfachfüllung und Ausfällung mitgeführter Suspensionen im beruhigten Vorhafen führen könnte. Das Ergebnis aller Untersuchungen: Eine Überfüllung des Vorhafens um etwa 30 % ist nachweisbar. Diese ist jedoch bei Flut der hohen Anströmgeschwindigkeit in der Einfahrtsöffnung, dem Spiegelgefälle zum Vorhafen hin und einer den Einströmquerschnitt verengenden Walze zuzuschreiben.

Treibkörperbahnen der südlichen Innenjade zeigen im Westbereich eine Konvergenz mit Hinlenkung auf die Vorhafen-Einfahrt. Infolge der Aufwirbelung von Suspensionen von der Gewässersohle aufwärts bis in den oberen Wasserkörper hinter den Pfahljochen der vier Brückenbauwerke wird das mittlere Füllvolumen des Vorhafens von 2,6 Mio. m³ überdurchschnittlich hoch mit Suspensionen angereichert. Hier tritt auf Grund der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten zwischen Sohle und Oberfläche des Fließkörpers hinter jedem Einzelpfahl eine aufwärts gerichtete Sogwirkung auf. Ohne diese Aufwirbelung würde ein wesentlich geringerer Suspensionsanteil über die nur SKN -10 m tiefe Schwelle in den Vorhafen eintreten, sondern vornehmlich in der unteren Hälfte des vor der Einfahrt über 20 m tiefen in den Jadebusen gerichteten Flutstromes vorbeiziehen.

Die Baggerungen werden überwiegend kampagnenartig durchgeführt, d.h. es werden innerhalb kurzer Zeit (1-3 Wochen) die Solltiefen wieder hergestellt; dabei kann die gebaggerte Schlickmenge in der Größenordnung 300.000 bis 350.000 m³ liegen. Die Entwicklung der Baggermengen kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen im Neuen Vorhafen	
Jahr	Baggermenge (Mio. m³)
1994	1,472
1995	1,477
1996	1,265
1997	1,317
1998	1,290
1999	1,325
2000	1,230
2001	1,325

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es sich bei den im Neuen Vorhafen sedimentierten Schlickmengen um frisch eingetriebenes Material aus den an der Vorhafeneinfahrt vorbeiziehenden Gezeitenströmen der Innenjade handelt. Die Herkunft der dort transportierten suspendierten Feststoffe (Hohe Weg Watt, Schilliger Watt, südliche Nordsee) ist bisher nicht ermittelt worden.

2.2.4 Jadebusen

Der Jadebusen mit seinen drei tiefen Rinnen Steenkentief, Vareler Fahrwasser und Ahne ist nicht Bestandteil der Bundeswasserstraße Jade, sondern bildet das südliche Ende der Jade-Bucht in der Nordsee. Daher finden hier keine Fahrwasserunterhaltungsarbeiten statt. Von der WSV wird die Klapptaste Vareler Fahrwasser für Baggergut aus dem Neuen Vorhafen genutzt. Flächendeckende Messungen der Sohllage des Jadebusens haben eine leichte Erhöhung, vornehmlich im Westteil, ergeben. Diese Erhöhung folgt ungefähr dem Anstieg des Tidemittelwassers (ca. 20 cm) in den letzten 100 Jahren. Der Jadebusen hat daher als Schwingungsraum für die Gezeitenwassermengen der Jade sein Volumen erhalten.

2.3 Baggergutverbringung

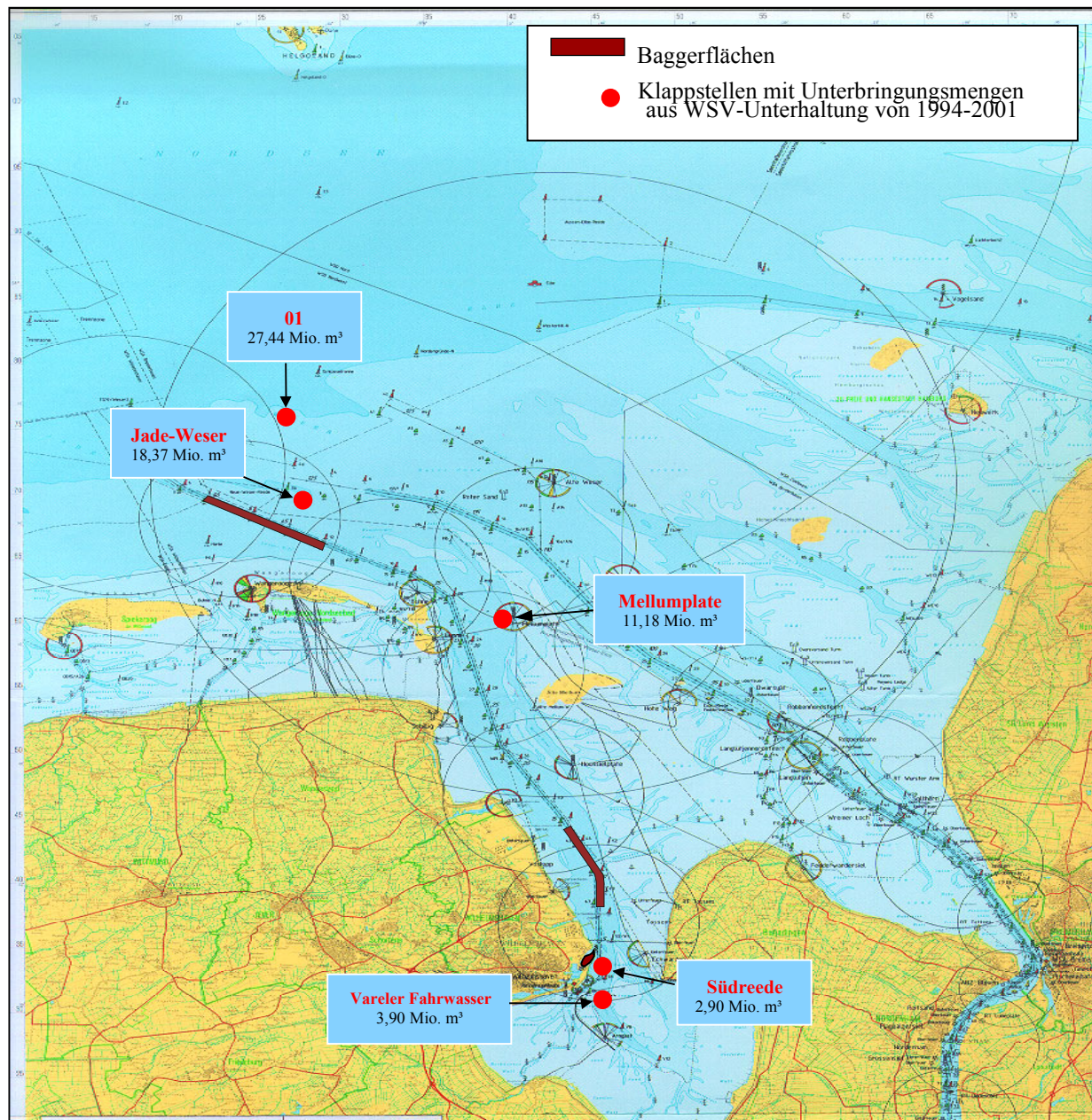


Abb. 2.3-1: Übersicht der Bagger- und Klappbereiche

Die gesamten Baggermengen aus dem Jade-Fahrwasser werden durch Umlagerung in Klappstellen auf See verbracht. Die Lage der aktuellen Klappstellen kann der Abb. 2.3-1 entnommen werden. In der 40-jährigen Geschichte des Jadeausbaus sind auch andere Klappstellen beaufschlagt worden. Im Rahmen der HABAK-Untersuchung werden die fünf Klappstellen „01“, „Jade-Weser“, „Mellumplate“, „Südreede“¹ und „Vareler Fahrwasser“ untersucht.

¹ Diese Klappstelle heißt offiziell Südreede 2. In vorliegendem Bericht wird fast ausschließlich der Name Südreede benutzt ohne die Zusatzbezeichnung 2, da die Klappstelle Südreede 1 nicht mehr beaufschlagt wird.

Die Eckkoordinaten der Klappstellen sind in Anlage 2.3-1 aufgeführt.

Der Hauptanteil der Jahresbaggermenge wird seit 1997 durch den verwaltungseigenen Laderaumsaugbagger "NORDSEE" (Laderauminhalt 5650 m³) erbracht; der Bagger hatte im Jahr 1997 1800 Ladungsumläufe auf der Jade, im Jahr 1998 wurden 1470 Ladungen im "Rund-um-die-Uhr-Betrieb" befördert. Kleinere Mengen wurden in den vergangenen Jahren von Firmenbaggern gefördert.

2.3.1 Historische Klappstellen

Etwa 60 Mio. m³ der Baggermengen aus den Erstvertiefungen (1971 – 1987) der Fahrwasserrinne wurden auf die Klappstelle 01 und die Klappstelle 0 (südwestlich der heutigen Klappstelle 01) verbracht. Eine ähnliche Größenordnung erreichten die in der Innenjade auf die östliche Jadeseite umgelagerten Mengen. Das Material dieser Erstbaggerungen war zum großen Teil grobsandig oder festbindig und auf den Klappstellen durchweg lagebeständig. Die Anschlussbaggermengen von in die Fahrinne eingetriebenen mobilen feinkörnigeren Sanden aus den morphologischen Anpassungsumlagerungen wurden anschließend größtenteils ebenfalls in der Innenjade umgelagert. Hierbei entstanden wenig beständige labil gelagerte Sedimentdepots mit häufiger Remobilisierung und wiederholter Baggerung.

2.3.2 Klappstelle 01

Die Klappstelle 01 (Abb. 2.3-2) liegt nördlich des Fahrwassers der Weser und damit im Amtsbereich des WSA Bremerhaven; sie wird aber ausschließlich mit Material aus der Jade beschickt. Erstmals wurden von 1985 bis 1987 im Rahmen der Fahrwasserverlegung Hooksiel ca. 10 Mio. m³ Boden auf die Klappstelle verbracht. Seit 1993 sind insgesamt 32 Mio. m³ Material aus der Fahrwasserunterhaltung der Außenjade dort verklappt worden. Kartenvergleiche der aktuellen Peilpläne mit alten Seekarten ergaben, dass heute im Bereich der Klappstelle ca. 10 Mio. m³ Material mehr liegen als vor Beginn der Verklappungen 1993. Allerdings hat sich nicht nur der Boden im Bereich der Klappstelle (ca. 7 m Aufhöhung), sondern auch im südwestlichen Umfeld aufgehöhht (ca. 3 m). Die auf die Klappstelle 01 verbrachten Mengen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen auf „01“	
Jahr	Baggermenge (Mio. m ³)
1994	9,82
1995	5,13
1996	5,37
1997	3,09
1998	2,08
1999	0,36
2000	0,60
2001	0,99

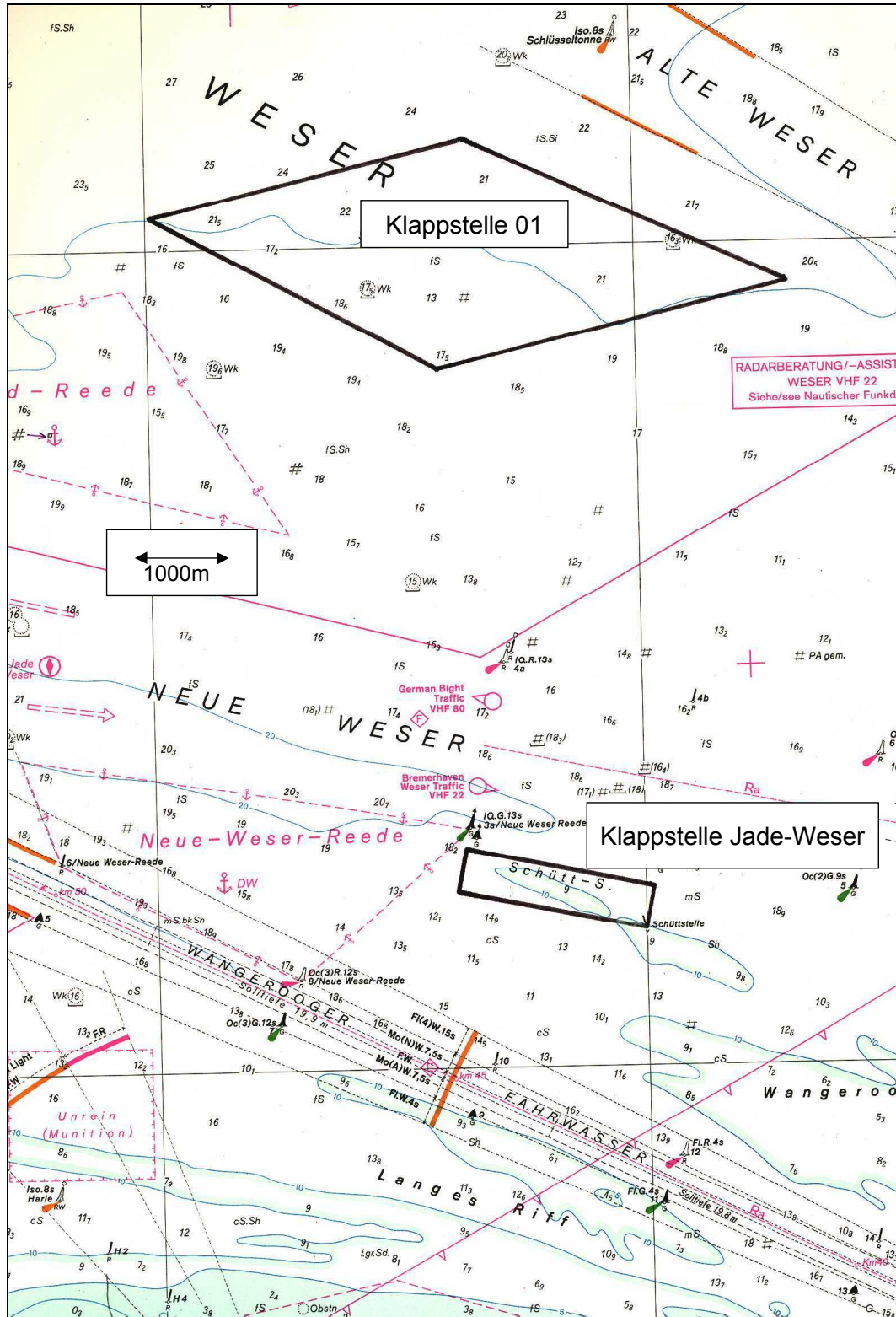


Abb. 2.3-2: Klappstellen 01 und Jade-Weser (Seekartenausschnitt)

2.3.3 Klappstelle Jade-Weser

Die Klappstelle Jade-Weser liegt nördlich von Wangerooge zwischen dem Fahrwasser der Jade und der Weser (s. Abb. 2.3-2). Seit 1992 sind insgesamt 28 Mio. m³ Material aus der Fahrwasserunterhaltung der Innen- und Außenjade dort verklappt worden. Kartenvergleiche der aktuellen Peilpläne mit alten Seekarten ergaben, dass heute im Bereich der Klappstelle nur ca. 9 Mio. m³ Material mehr liegen als vor Beginn der Verklappungen 1992. Da sich die Topographie des Umfelds der Klappstelle seit 1992 nicht wesentlich verändert hat, ist davon auszugehen, dass die überwiegende Menge des Verklappmaterials in die West-Ost-Wanderung der Sedimente in der südlichen Nordsee eingebracht und weitertransportiert wird. Die auf die Klappstelle verbrachten Mengen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen auf „Jade-Weser“	
Jahr	Baggermenge (Mio. m ³)
1994	2,12
1995	4,37
1996	2,87
1997	2,34
1998	1,99
1999	1,57
2000	1,63
2001	1,84

2.3.4 Klappstelle Mellumplate

Die Klappstelle Mellumplate liegt östlich des Jade-Fahrwassers in Höhe FW-km 30 - 34. Auf der Seekarte als eine große Klappstelle ausgewiesen wird seit mehreren Jahren jedoch nur ein kleiner Teil des Areals als Klappstelle genutzt. Insgesamt vier Parzellen (Mellumturm, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord2, Mellumplate Mitte - vgl. Abb. 2.3-3) werden mit Material unterschiedlicher Herkunft beschickt: Nach Mellumplate Mitte und Nord wird ausschließlich Material aus der Fahrwasserunterhaltung, nach Mellumplate Nord2 und Mellumturm wird ausschließlich Material aus der Vorhafenunterhaltung verbracht.

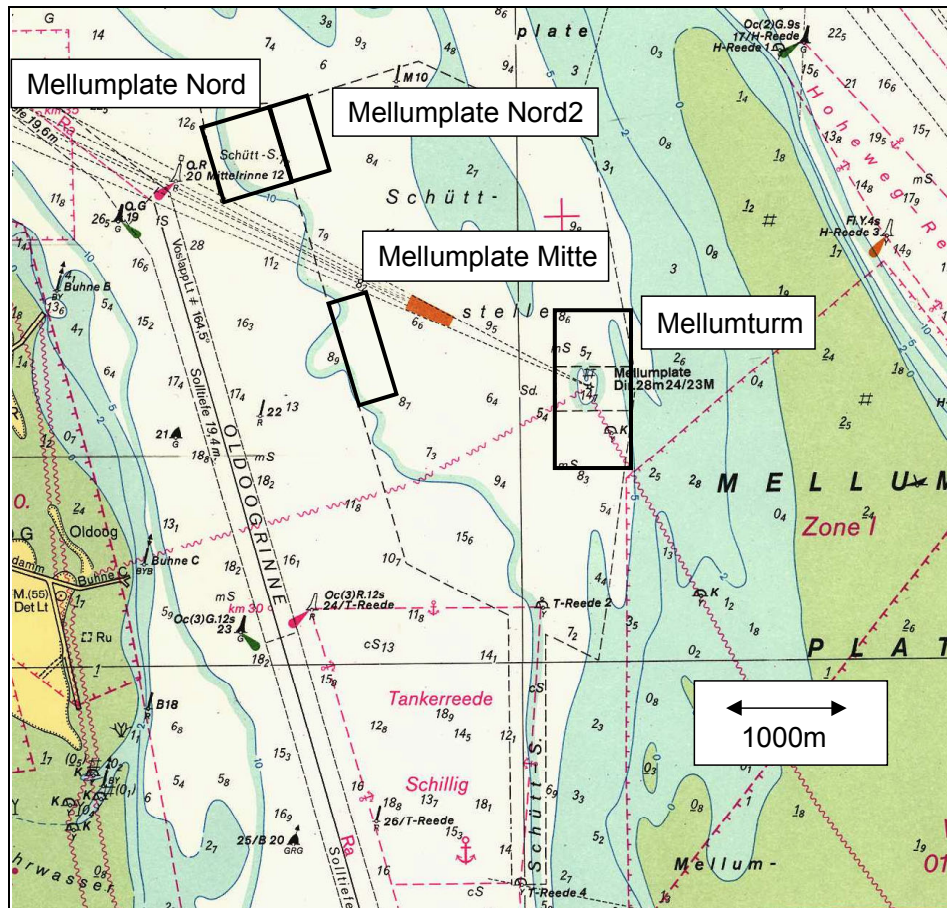


Abb. 2.3-3: Klappstelle Mellumplate mit den vier Klappbereichen Mellumplate Nord, Mellumplate Nord2, Mellumplate Mitte, Mellumturm (Seekartenausschnitt)

Die auf die Klappstelle verbrachten Mengen der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen auf „Mellumplate“ (Mio. m ³)				
Jahr	Mellumturm	Mellumplate Nord	Mellumplate Nord2	Mellumplate Mitte
1994	0,588	0,167	0,204	
1995	0,297	0,435	0,138	
1996	0,317	0,492	0,407	
1997	0,362	1,398	0,555	
1998	0,653	1,436	0,054	
1999	0,586	0,521	0,200	
2000	0,430	0,950	0,000	0,107
2001	0,492	0,368	0,003	0,021

Die morphologische Entwicklung der Klappstelle zeichnet sich dadurch aus, dass seit mehreren Jahren keine signifikanten Veränderungen beobachtet werden. Offensichtlich wird das verklappte Material mit den Gezeitenströmen in die umgebenden Bereiche verbracht.

2.3.5 Klappstelle Südreede

Die Klappstelle Südreede liegt am südlichen Ende der Innenjade kurz vor dem Übergang von Innenjade und Jadebusen (s. Abb. 2.3-4). Sie ist die einzige Klappstelle die sowohl mit Material aus der Vorhafenbaggerei als auch mit Material aus der Fahrwasserunterhaltung beschickt wird, heute allerdings nur als „Notfall“-Klappstelle, wenn die anderen, für Material aus der Innenjade vorgesehenen Plätze (Mellumplate, Jade-Weser) aus Witterungs- oder aus betrieblichen Gründen nicht angefahren werden können.

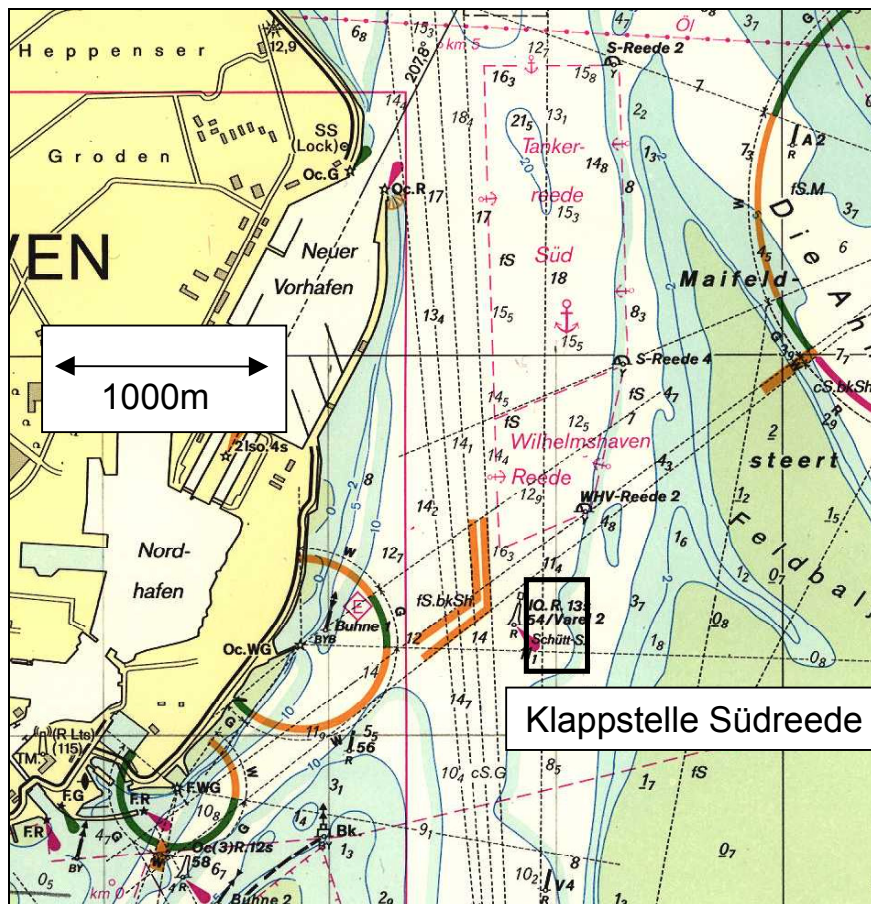


Abb. 2.3-4: Klappstelle Südreede (Seekartenausschnitt)

Die auf die Klappstelle verbrachten Mengen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen auf „Südreede“			
Jahr	Aus Fahrwasserunterhaltung (Mio. m ³)	Aus Vorhafenunterhaltung (Mio. m ³)	Summe (Mio. m ³)
1994	0,768	0,000	0,768
1995	0,556	0,000	0,556
1996	0,129	0,000	0,129
1997	0,088	0,000	0,088
1998	0,062	0,000	0,062
1999	0,042	0,183	0,225
2000	0,076	0,390	0,466
2001	0,070	0,531	0,601

Die morphologische Entwicklung der Klappstelle zeichnet sich dadurch aus, dass seit mehreren Jahren keine signifikanten Veränderungen beobachtet werden. Die vorherrschenden mittleren und maximalen Strömungsgeschwindigkeiten (s. Kap. 4.2.2) sind hier im Bereich der Einschnürung zwischen Wilhelmshaven und Eckwarden allerdings auch so groß, dass das Feinstmaterial (Feinsande, Schluffe mit hohem Tonanteil) hier nicht lagestabil abgelagert werden kann. Bis 2001 galt die Verklappanweisung, diese Klappstelle nur bei auflaufendem Wasser zu beschicken, um einen hydraulischen Kurzschluss mit dem Baggergebiet im Neuen Vorhafen zu vermeiden. Neuere Messungen der Füll- (und Entleerungs-)mechanismen des Vorhafenbeckens haben ergeben, dass diese Einschränkung nicht notwendig ist.

2.3.6 Klappstelle Vareler Fahrwasser

Die Klappstelle liegt im Jadebusen und zwar am westlichen Rand des Vareler Fahrwassers nördlich des Leuchtturms Arngast (vgl. Abb. 2.3-5). Daher trägt sie auch den offiziellen Namen „Vareler Fahrwasser“. Die Klappstelle besteht aus zwei rechteckigen Einzelflächen, die nur durch einen schmalen Streifen getrennt sind. In der Baggerstatistik des WSA Wilhelmshaven wird sie wie eine Klappstelle behandelt. Nach derzeitiger Praxis wird diese Klappstelle von großen Baggern (> 3000 m³ Laderaum) nur im Winter (1.12. bis 28.02, pers. Mitt. WSA WHV) angefahren.

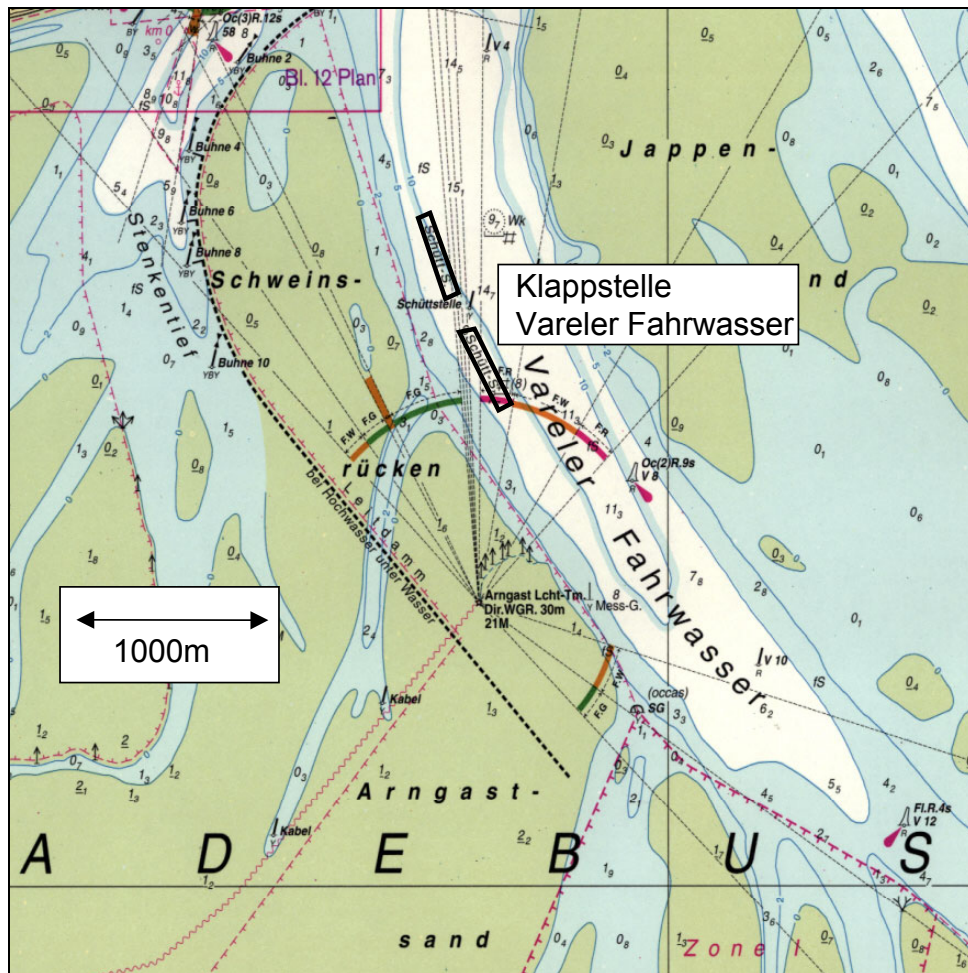


Abb. 2.3-5: Klappstelle Vareler Fahrwasser (Seekartenausschnitt)

Die auf die Klappstelle verbrachten Mengen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Baggermengen auf „Vareler Fahrwasser“	
Jahr	Baggermenge (Mio. m³)
1994	0,681
1995	0,642
1996	0,541
1997	0,377
1998	0,584
1999	0,356
2000	0,345
2001	0,365

2.4 Zukünftige Beschickung der Klappstellen

Das WSA Wilhelmshaven beabsichtigt, auch in Zukunft das gesamte gebaggerte Material auf See zu verbringen. Dabei sollen die vorhandenen Klappstellen auch weiterhin mit Baggergut aus dem Fahrwasser und dem Neuen Vorhafen beaufschlagt werden; das Erreichen von Kapazitätsgrenzen ist nicht erkennbar. Die rückläufige Entwicklung der Baggermengen seit 1995 bestätigt das Konzept, möglichst viel des gebaggerten Materials auf Klappstellen in der Außenjade zu verbringen. Da erwartet wird, dass sich das Baggeraufkommen in den nächsten Jahren nicht wesentlich von dem jetzt erreichten Niveau unterscheidet, sollen die vorhandenen und seit Jahren beaufschlagten Klappstellen weiterhin genutzt werden.

2.5 Baggergutunterbringungen Dritter

Neben den Unterhaltungsbaggerungen des WSA Wilhelmshaven werden von Dritten kontinuierlich Unterhaltungsarbeiten an den folgenden Lokationen durchgeführt:

- Wilhelmshaven Alter Vorhafen
- NWO-Umschlaganlage
- Umschlaganlage Niedersachsenbrücke
- Umschlaganlage der WRG
- Außenhafen Hooksiel

2.5.1 Baggergut aus dem Alten Vorhafen

Bei dem Alten Vorhafen handelt es sich um den Vorhafen der ehemaligen ersten Einfahrt in den tidefreien Binnenhafen. Die dort vorhandene Schleusenanlage wurde nach Fertigstellung der Großen Seeschleuse mit dem Neuen Vorhafen (s. Kap. 2.1.3) 1968 außer Betrieb genommen und 1971 endgültig abgebaut. An ihrer Stelle bildet jetzt eine Schwergewichtsmauer den undurchlässigen Abschluss zwischen Binnenhafen und Jadebusen. Der Alte Vorhafen mit einer Wassertiefe von SKN -5m dient heute als Liegeplatz für Fahrgastschiffe. Im Vorhafen ist der gewässerkundliche Pegel 1.Ordnung „Wilhelmshaven Alter Vorhafen“ installiert.

Der Vorhafen ist durch zwei Molen, die in das Steenkentief hineingebaut worden sind, begrenzt. Zur Seeseite ist der Vorhafen offen. Infolge einer deutlichen Walzenbildung kommt es zur Sedimentation von Feinsanden, Tonen und Schluffen. Das Niedersächsische Hafenamt Jade-Weser veranlasst Baggerungen mit Hopperbaggern und Injektionsbaggerungen. Die gebaggerten und auf Klappstellen verbrachten Mengen können der Tab. 2.5-1 entnommen werden. Die Injektionsbaggerungen (Mobilisierung des sedimentierten Materials und anschließende Verdriftung mit dem Tidestrom) machen den Hauptanteil der Baggermaßnahmen aus. Eine Angabe über die Menge des auf diese Weise aus dem Vorhafen entfernten Materials ist nur indirekt möglich.

Tab. 2.5-1: Bagger- und Klappmengen aus dem Alten Vorhafen (durch Niedersächsisches Hafenamt)

Jahr	Baggermenge (m³)	Klappmenge auf Klappstelle (m³)		
		Leitdamm	Vareler Fahrwasser	Jade-Weser
1994	13.318	13.318	-	-
1995	11.129	11.129	-	-
1996	12.307	6.141	6.166	-
1997	17.368	11.115	6.253	-
1998	7.276	4.618	2.658	-
1999	20.450	11.246	9.204	-
2000	4.735	-	4.735	-
2001	4.619	-	-	4.619

Die bis 1999 beaufschlagte Klappstelle „Leitdamm“ liegt im Steenkentief am Leitdamm im Jadebusen in Höhe der Buhnentonne 2. Eine Wiederaufnahme der Verklappungen ist nicht geplant. Die Maßnahmen waren mit der WSV abgestimmt; aus gewässerkundlicher Sicht der WSV bestanden wegen der relativ geringen Mengen keine Bedenken. Eine Beeinträchtigung der eigenen Maßnahmen besteht nicht.

Die restlichen Mengen wurden auf den Klappstellen Vareler Fahrwasser (s. Kap. 2.3.6) und Jade-Weser (s. Kap. 2.3.3) verklappt. Auch hier bestanden seitens der WSV wegen der geringen Mengen keine Bedenken wegen einer eventuellen Beeinträchtigung der eigenen Maßnahmen.

2.5.2 Baggergut der NWO-Umschlaganlage

Die NWO-Umschlaganlage mit einer Länge von rd. 1400 m ist die älteste und südlichste Umschlagsbrücke in der Jade. Sie wurde 1958 in Höhe Fahrwasserkilometer 6,5 fertiggestellt und dient dem Rohölimport. Wie bei allen Umschlaganlagen in der Jade wurde eine auf Pfählen aufgeständerte Bauweise gewählt, um den Verbau des durchströmten Querschnitts so gering wie möglich zu halten. Der 500 m breite Zufahrtbereich am nördlichen Ende ist seit Inbetriebnahme der Anlage ein Sedimentationsgebiet. Hier wird seitens der WSV eine Tiefe von SKN -18,0 m vorgehalten; die Baggerarbeiten im Bereich der Liegewanne werden von der NWO beauftragt.

Die folgende Tabelle gibt die Baggermengen und ihre Verklappstellen allein aus der Unterhaltung der Liegewanne wieder. Baggermengen aus dem Zufahrtbereich sind in den Zahlenangaben im Kap. 2.2.2 enthalten. Die Sedimentzusammensetzung entspricht dem in der Baggerstrecke Innenjade (s. Kap. 3.3.2).

Tab. 2.5-2: Bagger- und Klappmengen der NWO-Umschlaganlage

Jahr	Baggermenge (m ³)	Klappmenge auf Klappstelle (m ³)	
		Mellumplate Nord	Mellumturm
1994	42.722	42.722	-
1995	-	-	-
1996	35.704	35.704	-
1997	99.510	-	99.510
1998	4.867	-	4.867
1999	36.317	-	36.317
2000	7.342	-	7.342
2001	52.804	-	52.804

Als Klappstelle wurde in der Vergangenheit ausschließlich Mellumplate (Kap. 2.3.4) angefahren. Eine Änderung dieser Verklappstrategie ist nicht geplant.

2.5.3 Baggergut der Niedersachsenbrücke

Die Umschlaganlage für Kohle wurde 1972 fertiggestellt. Sie befindet in Höhe Fahrwasserkilometer 9 auf der westlichen FW-Seite mit einem Abstand von ca. 1000 m zur Trassenmitte. Die Liegewannen und die Zufahrt werden nur nach dem tatsächlichen Bedarf vom Niedersächsischen Hafenamts Jade-Weser unterhalten. Maßgebend ist der Tiefgang der abzufertigenden Schiffe. Da auf eine dauernde Vorhaltung dieser Tiefen verzichtet wird, werden zwischen den einzelnen Schiffsankünften Aufhöhungen zugelassen.

Die folgende Tabelle zeigt die Baggermengen und ihre Verteilung auf die Klappstellen. Das Baggergut besteht aus 40 % Schluff und 60 % Sand im Bereich der Liegewannen, im Zufahrtbereich steigt der Sandanteil auf 80 %.

Die bis in das Jahr 2000 geübte Praxis von Verklappungen im Jadebusen wird vom Niedersächsischen Hafenamts Jade-Weser nicht mehr praktiziert; in Zukunft werden nur noch die Klappstellen Mellumturm und Jade-Weser angefahren.

Tab. 2.5-3: Bagger- und Klappmengen Niedersachsenbrücke (durch Niedersächsisches Hafenamts)

Jahr	Baggermenge (m ³)	Klappmenge auf Klappstelle (m ³)		
		Vareler Fahrwasser	Mellumturm	Jade-Weser
1994	118.368	47.161	71.207	
1995	150.257	63.485	58.967	27.805
1996	149.526	107.981	41.545	
1997	140.795	72.897	44.772	23.126
1998	107.692	46.171	40.113	21.408
1999	186.419	58.892	127.527	-
2000	100.023	12.223	88.662	-
2001	173.115	-	152.071	21.044

2.5.4 Baggergut der WRG-Umschlaganlage

An der WRG-Umschlaganlage werden Mineralölprodukte der Raffinerie auf dem Voslapper Groden sowohl am Küstenanleger, der eine auf Pfählen aufgeständerte Landanbindung hat, als auch am Inselanleger verladen. Die Anlage befindet sich in Höhe Fahrwasserkilometer 14 in einer Entfernung von 500 m (Inselanleger) bzw. 1500 m (Küstenanleger) auf der westlichen Fahrwasserseite. Sie wurde 1975 als „Mobil-Oil“-Brücke in Betrieb genommen; zwischen 1985 und 1991 war die Raffinerie und damit auch die Umschlaganlage stillgelegt. Nach der 1991 erfolgten Wiederinbetriebnahme, jetzt unter dem Namen „Beta“, bedurfte es in den ersten Jahren erhöhter Baggeraufwendungen, um die inzwischen verlandeten Liegewannen wieder auf die erforderlichen Tiefen zu bringen. Der Anlagenbetreiber firmiert heute unter dem Namen „Wilhelmshavener Raffinerie-Gesellschaft“, kurz WRG.

Die Tabelle zeigt die jährlichen Baggermengen aus den Liegewannen des Insel- und Küstenanlegers. Als Material wird Feinsand angetroffen. Die Baggermengen, insbesondere am Küstenanleger weisen eine steigende Tendenz auf, da sich der gesamte Westteil des Jedefahrwassers, besonders in Landnähe, als Sedimentationsgebiet der aus der Außenjade einwandernden Sedimente darstellt.

Tab. 2.5-4: Bagger- und Klappmengen der WRG-Umschlaganlage (Wilhelmshavener Raffinerie-Gesellschaft)

Jahr	Baggermenge (m ³)	Klappmenge auf Klappstelle Mellumturm (m ³)
1994	574.205	574.205
1995	364.204	364.204
1996	857.273	857.273
1997	774.568	774.568
1998	675.955	675.955
1999	704.431	704.431
2000	1.226.087	1.226.087
2001	1.121.870	1.121.870

Auf Antrag des Anlagenbetreibers wird ihm vom WSA Wilhelmshaven die Klappstelle Mellumturm zugewiesen.

2.5.5 Baggergut aus Hooksiel

Der Außenhafen Hooksiel liegt in Höhe Fahrwasserkilometer 17,5 auf der westlichen Fahrwasserseite. Er wurde 1970 im Zuge der Eindeichung des Voslapper Watts als Schleusenvorhafen gebaut. In dem relativ kleinen Hafenbecken (ca. 100 x 300 m) kommen Schluffe und Tone zur Sedimentation; auch der Zufahrtbereich ist ein Sedimentationsgebiet. So hat sich die SKN-Linie in den letzten 15 Jahren um ca. 150 m nach Osten verschoben.

Das Niedersächsische Hafenamts Jade-Weser veranlasst die Baggararbeiten, die eine Wassertiefe von SKN -2,0 m im Außenhafen sicherstellen sollen. Wie im Alten Vorhafen (Kap. 2.5.1) wird hauptsächlich die Injektionsbaggerung betrieben; die hierbei bewegten Mengen können nur grob über die Einsatzzeiten des Geräts geschätzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Material bei dieser Art der Baggerung wahrscheinlich mehrfach mobilisiert werden muss, ehe es das Hafenbecken verlässt und mit dem Gezeitenstrom der Innenjade weitertransportiert wird.

Darüber hinaus werden Baggerungen mit kleinen Hopperbaggern durchgeführt. Die erbrachten Mengen und ihre Klappstellen können der Tabelle 2.5-5 entnommen werden.

Tab. 2.5-5: Bagger- und Klappmengen aus Hooksiel (durch Niedersächsisches Hafenamt)

Jahr	Baggermenge (m ³)	Klappmenge auf Klappstelle (m ³)	
		Hooksielplate	Mellumturm
1994	15.000	15.000	-
1995	-	-	-
1996	-	-	-
1997	5.736	5.736	-
1998	4.150	4.150	-
1999	5.800	5.800	-
2000	15.610	-	15.610
2001	36.247	36.247	-

Aus der Tabelle geht hervor, dass gebaggertes Material hauptsächlich auf die Klappstelle „Hooksielplate“ verbracht wird. Sie liegt auf der östlichen Fahrwasserseite in unmittelbarer Nähe des Radarturms Hooksielplate am Rande des Hohe Weg Watts. Da diese Klappstelle ausschließlich mit Material aus dem Hafen Hooksiel beaufschlagt wird und damit von den Maßnahmen der WSV nicht betroffen ist, ist sie nicht Gegenstand dieser HABAK-Untersuchung.

3 Untersuchung der Baggerstrecke

3.1 Festlegung des Untersuchungsrahmens

Im vorliegenden HABAK-Untersuchungsbericht wird das gesamte Fahrwasser der Jade zwischen Wilhelmshaven (km 5) und Wangerooge (km 54) behandelt. Hierin sind die Abschnitte zwischen km 41 und km 49 in der Außenjade und zwischen km 6 und 13 in der Innenjade Baggerschwerpunkte. In den anderen Abschnitten erreichen die jährlichen Baggermengen höchstens 5 % der Gesamtbaggermenge; in der Regel handelt es sich dabei um die Beseitigung von Einzeluntiefen (Riffeln). Hier kommt die Ausnahmeregelung der HABAK zur Anwendung, nach der Bereiche von der Untersuchung ausgenommen werden können, wenn sich das Baggergut hauptsächlich aus Sand, Kies oder Geröll zusammensetzt.

Die gewonnenen Bodenproben aus den Baggerschwerpunkten des Fahrwassers dienen der Erfassung sedimentologischer und chemischer Parameter. Der Umfang der Proben für die ökotoxikologische Gefährdungsabschätzung wurde nach der sedimentologischen Untersuchung festgelegt. Die Untersuchung des Stoffhaushalts wurde auf die Innenjade beschränkt, da nur hier Baggergut mit gleichbleibend hohem Feinkornanteil vorliegt. Im Rahmen der hydrologischen Untersuchung stehen Fragen nach der Ursache der lokal begrenzten Sedimentationsgebiete und der Sedimentationsmechanismen im Vordergrund.

3.2 Hydrologie

3.2.1 Wasserstände

Wie bereits unter 2.1 beschrieben, hat die Jade keine nennenswerten Oberwasserzuflüsse. Die Wasserstandsdynamik wird hauptsächlich durch die von See her einschwingende Tide geprägt. Zur Beschreibung der hydrologischen Verhältnisse werden Wasserstände herangezogen, die an den Pegeln erfasst und gemessen werden. Diese Pegel befinden sich im Bereich der Schifffahrtsrinne in der Außen-, Innenjade und des Neuen Vorhafens.

Die an den Pegeln gemessenen Wasserstände werden ausgewertet und unter anderem zu Jahresmittelwerten und 10-jährigen Mittelwerten der Scheitelwasserstände verarbeitet. Eine Übersicht der mittleren Scheitelwasserstände entlang der Fahrrinne für das Gewässerkundliche Jahr 2000 ist in Abb. 3.2-1 dargestellt.

Deutlich zu erkennen ist das Ansteigen des mittleren Tidehochwassers zur Innenjade von See her um 45 cm von 645 cm auf 690 cm. Der entgegengesetzte Effekt ist für das mittlere Niedrigwasser zu beobachten. Von 361 cm bei Wangerooge fällt das Niedrigwasser um 54 cm auf 307 cm. Die Daten der 10-jährigen Reihe (Tab. 3.2-1) vom 1991 bis 2000 bestätigen die mittleren Verhältnisse des Jahres 2000.

Im Jadebusen liegen die mittleren Tidehochwasserstände etwas höher als am Pegel Alter Vorhafen, da sich die Tidewelle im Jadebusen ausbreitet und teilweise reflektiert wird. Die mittleren Tideniedrigwasserstände im Jadebusen unterscheiden sich nur unwesentlich von denen des Pegels Alter Vorhafen.

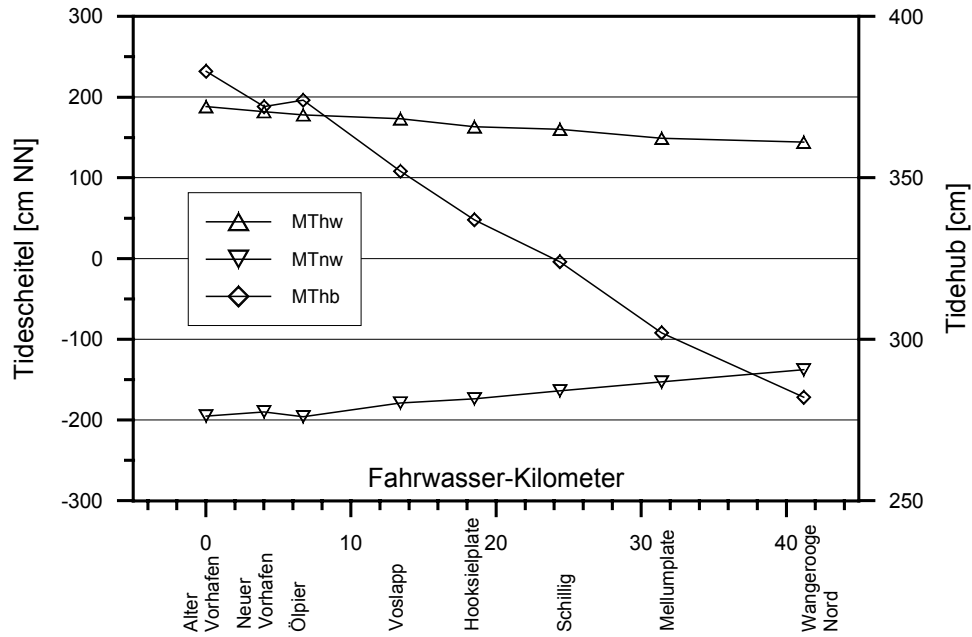


Abb. 3.2-1 Mittlere Tidescheitel (MThw, MTnw) sowie Tidehub (MThb) im gewässerkundlichen Jahr 2000.

Die Wasserstandsdynamik unterliegt astronomisch und meteorologisch beeinflussten Schwankungen. Der höchste beobachtete Tidehochwasserstand HHThw wurde am 16.02.1962 am Pegel Alter Vorhafen mit 1022 cm registriert. Dem gegenüber steht der niedrigste beobachtete Tideniedrigwasserstand NNTnw mit 59 cm am 16.02.1900. Die seewärts gelegenen Pegel zeigen Wasserstände in der gleichen Relation (siehe Tabelle 3.2-2).

Tab. 3.2-1: Mittlere Wasserstände in der Jade

Pegel	PNP cm u. NN	Mittlere Wasserstände					
		MThw 1991/2000	MThw 2000	MTnw 1991/2000	MTnw 2000	MThb 1991/2000	MThb 2000
Alter Vorhafen	502	682	690	299	307	383	383
Neuer Vorhafen	500	674	682	302	310	372	372
Ölpier	500	672	678	300	304	372	374
Voslapp	502	664	675	318	323	346	352
Hooksielplate	501	658	664	322	327	336	337
Schillig	500	648	660	331	336	317	324
LT Mellumplate	500	642	649	338	347	304	302
Wangerooge Nord	501	636	645	354	361	282	284

Tab. 3.2-2: Wasserstände

Pegel	HHThw	Datum	NNTnw	Datum
Alter Vorhafen	1022	16.02.1962	59	16.02.1900
Neuer Vorhafen	961	10.01.1995	103	02.03.1987
Voslapp	950	21.01.1978	115	15.03.1964
LT Mellumplate	930	16.02.1962	124	02.03.1987
Wangerooge Nord	907	03.01.1976	134	02.03.1987

3.2.2 Strömung

Die Strömungsverhältnisse im Fahrwasser werden ganzjährig in Form von Messkampagnen untersucht. Wegen der großen räumlichen Abmessungen des Ästuars ist eine synoptische Messung nicht möglich. Die Messkampagnen konzentrieren sich auf Fahrwasserabschnitte von wenigen Kilometern Länge; die Fahrwassermite bleibt wegen des Schiffsverkehrs von den Messungen in der Regel ausgenommen. In der Innenjade werden seit 1998 an insgesamt vier Lokationen Dauermessstellen betrieben. Die Ergebnisse zeigen die Variabilität der Strömungskenngrößen über mehrere Jahre an jeweils einer Position. Darüber hinaus variieren die Strömungsverhältnisse in einem Querschnitt und über die Wassertiefe. Da die Komplexität der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Strömungskenngrößen des Rahmens dieses Berichts sprengen würde, werden im folgenden Abschnitt über mehrere Tiden (Spring-/Nippzyklus) gemittelte Größen genannt.

3.2.2.1 Fahrwasser

Die Strömungsverhältnisse in den Fahrwasserstrecken der Jade können der Anlage 3.2-1a, b getrennt nach Ebb- und Flutströmung entnommen werden. Ein qualitativ gleiches Bild ergeben die Versuche im numerischen Modell der BAW-Hamburg. Danach ergeben sich für die Hauptbaggerstrecken in der Innen- und Außenjade folgende charakteristischen Fliessgeschwindigkeiten :

Parameter	Innenjade	Außenjade
Ebbe: v_{mit} (m/s)	0,65	0,65
Ebbe: v_{max} (m/s)	1,20	1,00
Flut: v_{mit} (m/s)	0,60	0,65
Flut v_{max} (m/s)	1,15	1,10

3.2.2.2 Neuer Vorhafen

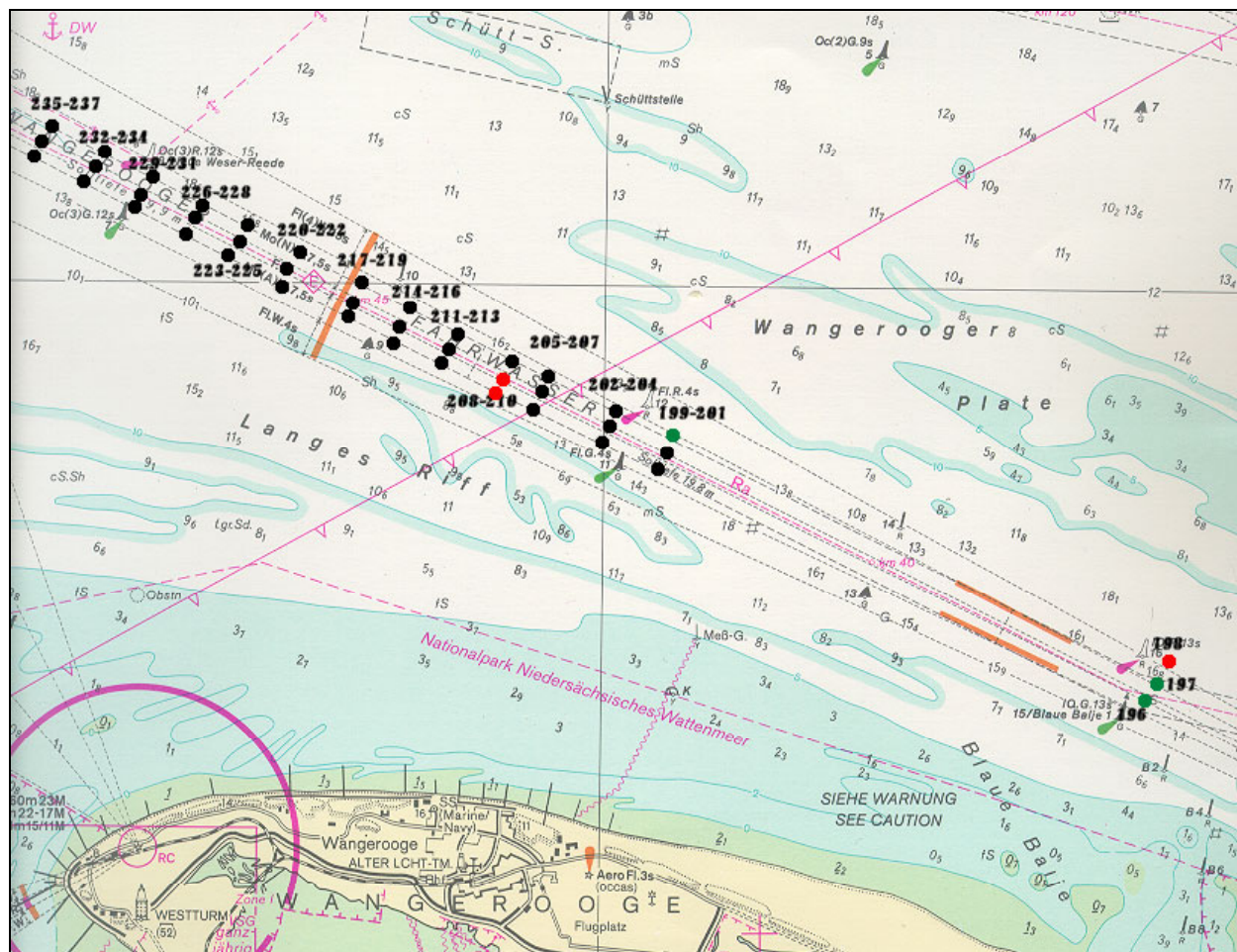
Zur Veranschaulichung der Strömungsverhältnisse dient die Anlage 3.2-2. Der in der Abbildung eingezeichnete walzenbildende Verlauf der Hauptströmung ergab sich aus Messungen in den Punkten A bis G. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass in der unteren Messebene aller Messpunkte die stärksten Strömungen auftreten, was auf die große Wassertiefe außerhalb des Vorhafens zurückzuführen ist. Die stärkste Strömung wird sowohl bei Flut als auch bei Ebbe auf der Ostmolenseite mit 1,4 m/s gemessen. Entsprechend ist das Gebiet unterhalb der Westmole ein Sedimentationsbereich.

3.3 Sedimentologie

Die Baggerbereiche werden im Wesentlichen in drei Gebiete aufgeteilt. Eine große Baggerstrecke befindet sich nördlich von Wangerooge im Jade-Außenfahrwasser zwischen km 42,0 und km 48,0, eine weitere Baggerstrecke befindet sich in der Innenjade zwischen km 6,0 und km 12,0. Weitere notwendige Unterhaltungsmaßnahmen müssen im gesamten Vorhafenbereich durchgeführt werden.

Aus durchgeführten Untersuchungen an Sohlenproben können die Sedimente wie folgt charakterisiert werden:

3.3.1 Baggerstrecke Außenjade



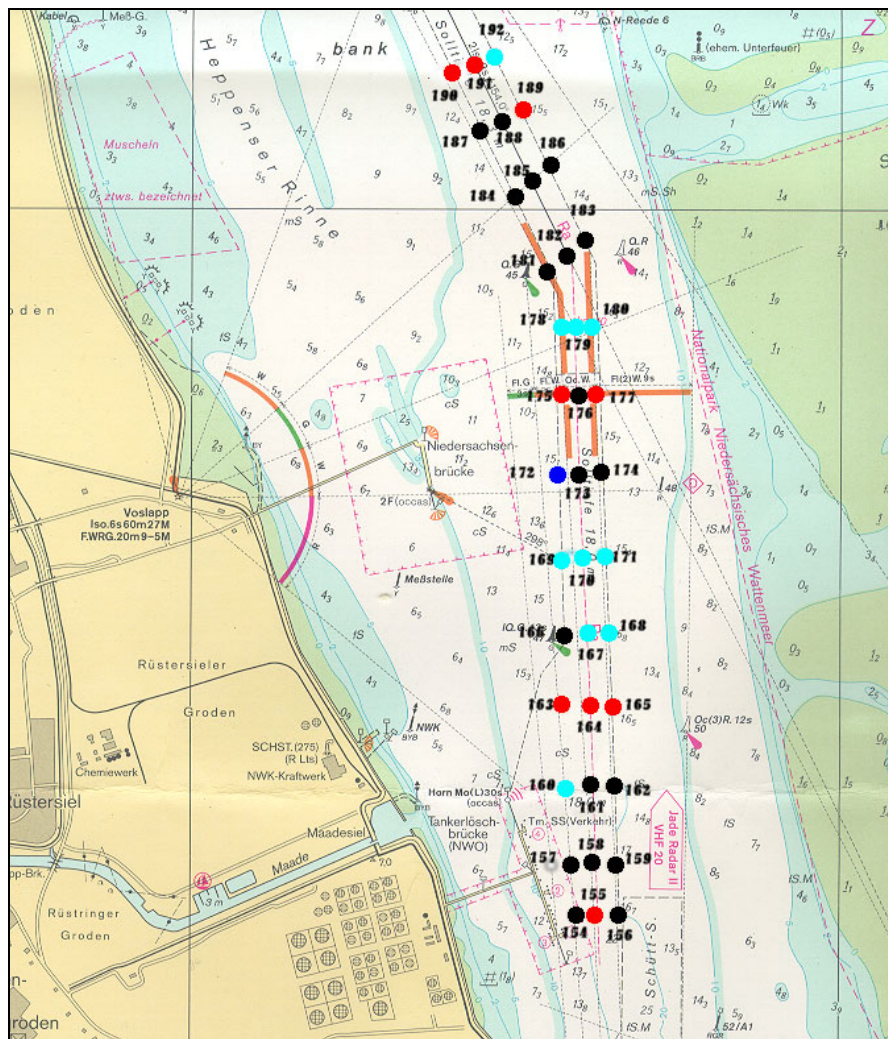
Grobsand ● Fein- und Mittelsand ● Sand mit Schluffanteilen ●

Abb. 3.3-1: Sedimententnahmestellen im Bereich der Baggerstrecke Außenjade

Hier handelt es sich ausschließlich um Sande, wobei Fein- und Mittelsande dominieren, während Grobsande untergeordnet auftreten. Lediglich bei km 43,5 sind schlackige Sande an der Gewässersohle anzutreffen (s. Anl. 3.3.-1).

Von den 41 genommenen Sohlenproben wurden nur 5 Proben durch die Trockensiebung analysiert. Die Kornzusammensetzung der restlichen Sedimente wurde aufgrund der vorgefundenen Homogenität über die sogenannte Probenansprache bestimmt.

3.3.2 Baggerstrecke Innenjade



Fein- und Mittelsand ● Sand mit Schluffanteilen ● sandiger Schluff ● Schluff ●

Abb. 3.3-2: Sedimententnahmestellen im Bereich der Baggerstrecke Innenjade

Die Sedimentbeschaffenheit der Baggerstrecke in der Innenjade wird dadurch charakterisiert, dass in den nördlichen und südlichen Abschnitten des Baggerbereiches größtenteils Feinsande mit einem geringem Mittelsandanteil anzutreffen sind. Zwischen diesen sandigen Ablagerungen finden sich vereinzelt reine Schluffe sowie Sande mit Schluffanteilen. In der Mitte dieses Baggerbereiches ca. zwischen km 7,0 und km 10,0 befindet sich ein Schlickfeld, in dem sich in kleinen Teilbereichen feinsandige Sedimente mit und ohne Schluffanteile abgelagert haben. Die Kornanalysen sind in Anlage 3.3-2 dargestellt.

3.3.3 Baggerstrecke Neuer Vorhafen

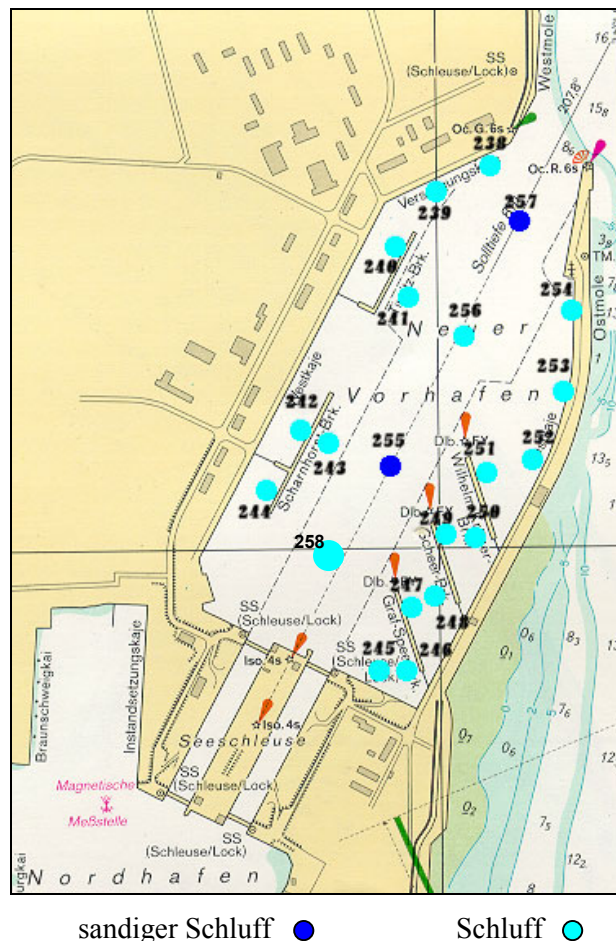


Abb.3.3-3: Sedimententnahmestellen im Neuen Vorhafen

Der Vorhafen sowie die Ansteuerung zur Vorhafeneinfahrt sind überwiegend durch Feinstsedimente geprägt. Wie aus der Anlage 3.3-3 zu ersehen ist, überwiegt im gesamten Vorhafenbereich der sogenannte Weichschlick ohne sandige Beimengungen. Lediglich in der Mitte des Vorhafens sind Schluffe mit Feinsandanteilen erkennbar. Hierbei handelt es sich um mit dem Flutstrom eingetriebenes Material (vgl. Kap. 2.2.3).

3.4 Schadstoffe

3.4.1 Probenauswahl

Für die Untersuchung von Schadstoffen wurden 36 der 42 in der Innenjade aus dem Baggerbereich km 6 - 12 entnommenen Proben zu 5 Mischproben zusammengefasst. Außerdem wurde eine Einzelprobe von km 25 für die Untersuchungen ausgewählt. Aus dem Baggerbereich in der Außenjade kamen nur 2 Einzelproben, die einen Schluffanteil > 10 % aufwiesen, zur Untersuchung. Bei den übrigen Proben aus der Außenjade handelt es sich um sandiges Material, das gemäß HABAK-WSV keine Schadstoffuntersuchungen erfordert.

Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung im Neuen Vorhafen wurden 3 Mischproben aus dem Innenbereich untersucht. Außerdem wurden 9 Einzelproben aus dem Bereich der Brücken und Kajen in die Untersuchungen einbezogen, da vor allem hier eine Schadstoffbelastung durch die Nutzung dieser Stellen nicht auszuschließen ist. Eine Zusammenstellung der Mischproben ist den Anlagen 3.4-1 und 3.4-2 zu entnehmen.

3.4.2 Untersuchungsprogramm und –methoden

Der Untersuchungsumfang umfasste Schwermetalle und Arsen, ausgewählte organische Schadstoffe und zinnorganische Verbindungen. Außerdem wurden zur Charakterisierung der untersuchten Einzel- und Mischproben sowie zur Normierung der Gehalte organischer Schadstoffe die Korngrößenverteilung, der Glühverlust und der Gehalt an Organischem Kohlenstoff ermittelt.

Schwermetalle und die hier untersuchten organischen Schadstoffe reichern sich überwiegend in der Feinkornfraktion $< 20 \mu\text{m}$ von Sediment- und Schwebstoffproben an. In Gesamtproben, d.h. in der Fraktion $< 2 \text{ mm}$ gemessene Schadstoffgehalte werden daher deutlich vom Feinkornanteil beeinflusst. Dieser hängt u.a. von den Strömungsverhältnissen ab und kann je nach Probenahmestelle und -zeitpunkt stark variieren. Als Folge können in einem einheitlich mit Schadstoffen belasteten Gewässerabschnitt in Gesamtproben ermittelte Schadstoffgehalte nur aufgrund unterschiedlicher Anteile unbelasteten sandigem Materials stark schwanken. Für einen zuverlässigen Vergleich von Schadstoffgehalten werden daher Ergebnisse in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ herangezogen. Auch für die Bewertung nach HABAK-WSV sind Schadstoffgehalte in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ zu verwenden.

Sowohl bei der Gewinnung der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ für nachfolgende Schadstoffmessungen als auch bei der Bestimmung des Anteils dieser Fraktion für die Beurteilung von Schadstoffgehalten ist eine sorgfältige Abtrennung von den schadstoffarmen bzw. -freien größeren mineralischen Fraktionen erforderlich. Dazu wird die Ultraschallsiebung eingesetzt, die auch Agglomerate auftrennt, ohne die mineralischen Partikel $> 20 \mu\text{m}$ signifikant zu zerstören. Die mit dieser Siebung ermittelten Korngrößenverteilungen können von den Ergebnissen abweichen, die mit den bei der BfG für die Untersuchung von Transport- und Sedimentationsverhalten von Feststoffen eingesetzten Laser- oder Sedimentationsverfahren ermittelt werden.

Während die Schwermetalle direkt in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ gemessen wurden, erfolgte der Nachweis der organischen Schadstoffe wegen des erheblichen Aufwandes zur Abtrennung ausreichender Mengen dieser Feinkornfraktion in den Gesamtproben. Die in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ angereicherten Schadstoffe wurden aus den Messergebnissen für die Gesamtproben und dem prozentualen Anteil der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ (rechnerische Korngrößenkorrektur) berechnet. Dabei wird angenommen, dass sich keine organischen Schadstoffe in dem Anteil $> 20 \mu\text{m}$ befinden.

Für die ebenfalls in den Gesamtproben untersuchten zinnorganischen Verbindungen wurde keine Korngrößenkorrektur vorgenommen, da sich die Richtwerte für Tributylzinnverbindungen (TBT) nach dem TBT-Konzept (ANONYMUS, 2001) auf Gesamtproben beziehen.

Die Analysen wurden vom Analytik Labor Nord (ALN), Heide durchgeführt. Die eingesetzten Verfahren sind in Anlage 3.4-3 zusammengefasst.

Zur Absicherung der Ergebnisse durchgeführte Vergleichsmessungen zeigten, dass die vom beauftragten Labor gemessenen Kohlenwasserstoffgehalte systematisch deutlich höher als die in der BfG ermittelten Werte liegen. Die Unterschiede in den Ergebnissen sind vermutlich dadurch bedingt, dass das Labor ALN eine neue Bestimmungsmethode, die sich an ein noch als Entwurf vorliegendes DIN-Verfahren für die Bestimmung von Kohlenwasserstoffen (KW) in Wasser anlehnt, einsetzt. Vergleichsuntersuchungen zeigten, dass die Ergebnisse bei Anwendung dieses Verfahrens durch verschiedene Labors generell noch stark streuen können. In der BfG wurde das Verfahren für die Messung der KW-Gehalte in Sedimenten so angepasst, dass es zu weitgehend vergleichbaren Ergebnissen wie mit der früher eingesetzten Bestimmungsmethode führt. Da den HABAK-Richtwerten Messungen mit dem früheren Verfahren zugrunde liegen, wurden für den Vergleich der aktuellen Belastung mit den HABAK-Richtwerten die von der BfG gemessenen Kohlenwasserstoffgehalte herangezogen.

In einer Probe aus der Klappstelle Vareler Fahrwasser (M-03038) fand ALN ungewöhnlich hohe Gehalte polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), für die es keine offensichtliche Erklärung, z.B. Nähe zu einer möglichen PAK-Quelle, gab. Eine zweifache Überprüfung im Labor der BfG zeigte, dass die PAK-Gehalte im selben niedrigen Bereich wie die der übrigen Proben liegen. In die Tabelle wurden für diese Probe die von der BfG ermittelten Gehalte aufgenommen.

3.4.3 Schwermetalle und Arsen

Ergebnisse und Bewertung

Die in der Fraktion < 20 µm gemessenen Gehalte von Arsen (As) und den Schwermetallen Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn) sind für die Innen- und Außenjade in Tabelle 3.4-1 sowie für den Neuen Vorhafen Wilhelmshaven in Tabelle 3.4-2 aufgeführt. Die Tabellen enthalten auch die Korngrößenverteilungen dieser Proben.

Die Schwermetallgehalte in den Sedimenten der Baggerstrecke des **Jade-Fahrwassers** sind als sehr gering einzustufen. Sie unterschreiten im Mittel die Richtwerte RW_1 nach HABAK-WSV, die ebenfalls in Tabelle 3.4-1 aufgeführt sind. Nur bei einer Probe (M-02965, WSA-Nr. 193) liegt die Arsen-Konzentration mit 33 mg/kg im Bereich von RW_1 .

Auch in den Proben aus dem **Neuen Vorhafen Wilhelmshaven** wurden ähnlich geringe Schwermetallgehalte nachgewiesen, die ebenfalls alle unterhalb der Richtwerte RW_1 liegen. Dies bedeutet, dass aufgrund der Schwermetallgehalte keinerlei Restriktionen bezüglich des Umlagerens von Baggergut aus den beiden untersuchten Bereichen bestehen.

Tab. 3.4-1: Korngrößenverteilung und Schwermetallgehalte (Fraktion < 20 µm) im Baggergut aus der Innen- und Außenjade

Probennummer BfG	M-03030	M-03031	M-03032	M-03033	M-03034	M-02965	M-02970	M-03009			
fortlaufende Probennummer WSA	157, 160, 163, 166	158, 159, 161, 162, 164, 165, 167, 168	169, 172, 175, 178	170, 171, 173, 174, 176, 177, 179, 180	181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192	193	198	237			
	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Innenjade	Außenjade	
Jade-km			6-12			25	36	48			
Korngrößenverteilung [%]											
< 20 µm	20	14	14	18	16	9	35	10			
20 - 63 µm	15	43	8	20	10	2	21	25			
63 - 200 µm	65	33	77	61	72	24	23	63			
200 - 630 µm	1	8	1	1	1	53	18	2			
630 - 2000 µm	0	2	0	0	0	6	3	0			
> 2000 µm	0	0	0	0	0	6	0	0			
Schwermetallgehalte in Fraktion <20µm [mg/kg]											
									Mittelwert Baggergut	HABAK-Richtwerte	
										RW1	RW2
Arsen	19	24	21	22	21	33	19	25	24	30	150
Blei	47	47	48	49	45	42	17	44	39	100	500
Cadmium	0,24	0,24	0,21	0,24	0,25	0,22	0,05	0,21	0,19	2,5	12,5
Kupfer	19	21	19	21	20	20	15	20	19	40	200
Chrom	62	63	63	65	60	59	56	65	61	150	750
Nickel	26	27	27	28	26	28	30	27	28	50	250
Quecksilber	0,4	0,4	0,3	0,33	0,32	0,31	0,05	0,38	0,28	1,0	5,0
Zink	147	153	148	157	146	146	86	146	136	350	1750

Tab. 3.4-2: Korngrößenverteilung und Schwermetallgehalte (Fraktion < 20 µm) im Baggergut aus dem Vorhafen Wilhelmshaven

Probennummer BfG	M- 03010	M- 03012	M- 03014	M- 03016	M- 03017	M- 03019	M- 03021	M- 03023	M- 03025	M- 03027	M- 03028	M- 03029			
Probennummer WSA	238	240	242	244	245	247	249	251	253	255	256	257			
Korngrößenverteilung [%]															
< 20 µm	86	81	84	82	61	68	74	76	68	72	69	77			
20 - 63 µm	8	8	3	1	13	11	4	11	19	9	9	10			
63 - 200 µm	4	6	7	5	23	14	15	5	10	13	12	7			
200 - 630 µm	2	5	6	13	3	7	7	9	4	6	10	6			
630 - 2000 µm	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
> 2000 µm	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
Schwermetallgehalte in Fraktion <20µm [mg/kg]															
												Mittelwert Baggergut	HABAK-Richtwerte		
													RW1	RW2	
Arsen	19	24	26	25	22	22	25	28	28	29	28	27	25	30	150
Blei	40	44	45	48	56	49	46	47	46	46	44	49	47	100	500
Cadmium	0,19	0,18	0,17	0,17	0,38	0,28	0,26	0,27	0,28	0,24	0,25	0,28	0,25	2,5	12,5
Kupfer	19	22	19	22	30	22	22	20	21	19	20	19	21	40	200
Chrom	64	63	65	67	73	69	70	68	72	68	65	68	68	150	750
Nickel	24	25	26	28	30	28	28	28	29	27	27	28	27	50	250
Quecksilber	0,31	0,33	0,31	0,35	0,45	0,35	0,31	0,32	0,37	0,31	0,29	0,3	0,33	1,0	5,0
Zink	141	148	144	149	204	157	158	155	157	148	145	154	155	350	1750

3.4.4 Organische Schadstoffe und zinnorganische Verbindungen

Bei den organischen Schadstoffen beschränkte sich die Untersuchung auf Stoffe, die von besonderer Bedeutung für Sedimente und Schwebstoffe sind. Untersucht wurden Verbindungen, die aufgrund ihrer Verwendung oder Entstehung häufig vorkommen, sich im Sediment oder in der Biomasse anreichern, nur langsam abgebaut werden und in unterschiedlichem Ausmaß toxisch wirken:

- Kohlenwasserstoffe (KW) als Hinweis auf Mineralölverunreinigungen;
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), die durch Verbrennung von Biomasse und fossilen Brennstoffen entstehen und z.B. in Teerprodukten und Erdöl vorkommen;
- mittel- bis schwerflüchtige chlororganische Verbindungen, darunter polychlorierte Biphenyle (PCB), Verbindungen der DDT-Gruppe, Hexachlorcyclohexane (HCH) und Chlorbenzole; Einsatzgebiete die z.T. nicht mehr verwendeten Substanzen werden bzw. wurden z.B. als Pestizide, Zusatzstoffe, Transformatorenöl eingesetzt.

Tributylzinnverbindungen (TBT) und deren Abbauprodukte gelangen vor allem durch ihren Einsatz als Antifoulingmittel, u.a. in Schiffsanstrichen, in die Gewässer.

3.4.4.1 Ergebnisse

Die in den Gesamtproben gemessenen Schadstoffgehalte sind in den Anlagen 3.4-4 und 3.4-5 zu finden. Die der Bewertung zugrundegelegten Konzentrationen, d.h. für die organischen Verbindungen die korngroßenkorrigierten Gehalte in der Fraktion < 20 µm und für zinnorganischen Verbindungen die Messwerte aus den Gesamtproben sind in den Tabellen 3.4-3 und 3.4-4 zusammengefasst. Für Schadstoffe mit Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenzen wurden die Gehalte berechnet, die maximal in der Fraktion < 20 µm vorliegen können, indem die jeweilige Bestimmungsgrenze als fiktiver Messwert angenommen wurde. Die tatsächlichen Konzentrationen können in diesen Fällen aber auch niedriger liegen. Die berechneten Maximalkonzentrationen sind in den folgenden Tabellen kursiv und fett gedruckt. Liegen mehr als 50 % der für die Mittelwertbildung verwendeten Messwerte unterhalb der

Bestimmungsgrenze, so ist der Mittelwert mit “<” versehen. Bei einer Probe mit weniger als 10 % Feinkornanteil < 20 µm wurde auf die Korngrößenkorrektur verzichtet, da die Unsicherheit der korngrößenkorrigierten Schadstoffgehalte zu groß würde.

Jade-Fahrwasser

Die Gehalte der meisten **chlor-** und **zinnorganischen Verbindungen** in den Gesamtproben lagen unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Nur **PAK** und **Kohlenwasserstoffe** waren in allen Gesamtproben (< 2 mm) in geringen Konzentrationen nachzuweisen. Aus Messungen der Kohlenwasserstoffe in zwei Proben aus dem Jade-Fahrwasser, die von der BfG in der abgetrennten Feinkornfraktion < 20 µm durchgeführt wurden, ergaben sich für die Gesamtproben Gehalte von 40 – 50 mg/kg.

Tab. 3.4-3: Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimenten aus dem Baggerbereich Jade-Fahrwasser (organische Schadstoffe bezogen auf die Fraktion < 20 µm; zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe < 2 mm)

Probennummer BfG	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe			
	M-03030	M-03031	M-03032	M-03033	M-03034	M-02965	M-02970	M-03009	Mittelwert	RW1	RW2
Probennummer WSA	157, 160, 163, 166	158, 159, 161, 162, 164, 165, 167, 168	169, 172, 175, 178	170, 171, 173, 174, 176, 177, 179, 180	181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192	193	198	237			
Probenahmebereich	Innenjade km 6,5-8	Innenjade km 6,5-8	Innenjade km 8,5-10	Innenjade km 8,5-10	Innenjade km 10,5-12	Innenjade km 25	Außenjade km 36	Außenjade km 48			
Glühverlust	% TS	25,5	26,9	27,7	27,0	24,9		14,7	30,3	25,3	
TOC	Gew.-%	5,5	4,9	4,6	5,3	6,4		2,9	3,8	4,7	
< 20 µm	[%]	19,6	14,5	14,1	18,2	16,5	9,1	35,3	10,2	17,2	
Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm											
Ergebnisse BfG	mg/kg TS	190			263					227	
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm											
Fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,51	0,28	0,28	0,33	0,67		0,03	0,29	0,34	
Benzo-(a)-pyren (*)	mg/kg TS	0,15	0,14	0,14	0,17	0,30		0,03	0,10	0,15	
Benzo-(b)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,15	0,14	0,14	0,17	0,18		0,03	0,10	0,13	
Benzo-(k)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,31	0,35	0,36	0,33	0,61	keine Korngrößen- korrektur	0,03	0,29	0,32	
Benzo-(g,h,i)-perylene (*)	mg/kg TS	0,20	0,21	0,21	0,22	0,30		0,03	0,20	0,20	
Indeno-(1,2,3-c,d)-pyren (*)	mg/kg TS	0,20	0,28	0,28	0,22	0,36		0,03	0,20	0,22	
Summe PAK [EPA]	mg/kg TS	2,81	2,56	2,70	2,53	4,55		0,45	2,44	2,58	
Summe 6 PAK [TVO] (*)	mg/kg TS	1,53	1,38	1,42	1,43	2,43		0,17	1,17	1,36	1 3
Chlorbenzole in der Fraktion < 20 µm											
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	0,5	0,7	0,7	0,6	2,4		0,3	1,0	<0,9	1 3
HCB (Hexachlorbenzol)	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	3,9	3,0		1,4	4,9	<3,3	2 6
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion < 20 µm											
alpha-HCH	µg/kg TS	1,0	1,4	1,4	1,1	1,2		0,6	2,0	<1,2	0,4 1
gamma-HCH (Lindan)	µg/kg TS	1,0	1,4	1,4	1,1	1,2		0,6	2,0	<1,2	0,2 0,6
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion < 20 µm											
PCB 28	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	2 6
PCB 52	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	1 3
PCB 101	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	2 6
PCB 118	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	3 10
PCB 138	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	6,7		1,4	4,9	3,6	4 12
PCB 153	µg/kg TS	3,6	3,5	3,6	2,8	4,2		1,4	4,9	<3,4	5 15
PCB 180	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	2 6
Summe 7 PCB		18,9	24,2	24,9	19,3	26,0		9,9	34,2	<22,5	20 60
DDT und Metabolite in der Fraktion < 20 µm											
p,p-DDE	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	1 3
p,p-DDD	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	3 10
p,p-DDT	µg/kg TS	2,6	3,5	3,6	2,8	3,0		1,4	4,9	<3,1	1 3
Zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe											
Tributylzinnchlorid	µg/kg TS	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	<1,0	20 600

Werte in kursiv / fett: Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze; Verwendung des Zahlenwertes der Bestimmungsgrenze bei Berechnungen als fiktiven Messwert

Tab. 3.4-4: Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimenten aus dem Baggerbereich Neuer Vorhafen Wilhelmshaven (organische Schadstoffe bezogen auf die Fraktion < 20 µm, zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe < 2 mm)

		Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe	Einzelprobe
Probennummer BfG		M-03010	M-03012	M-03014	M-03016	M-03017	M-03019	M-03021
Probennummer WSA		238	240	242	244	245	247	249
Probenahmebereich		Versorgungskaje, re	Tirpitzbrücke, re landseitig	Scharnhorstbrücke, re landseitig	Scharnhorstbrücke, li wasserseitig	Kaje F, li wasserseitig	Graf-Spee-Brücke, re	Scheer-Brücke, re
Glühverlust	% TS	18,7	19,6	19,8	20,5	20,1	19,4	20,0
TOC	Gew.-%	2,4	3,0	3,3	4,5	2,0	3,9	3,8
< 20 µm	[%]	86,0	81,4	83,8	81,8	60,6	67,9	74,1
Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm								
Ergebnisse BfG	mg/kg TS				54			71
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm								
Fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,21	0,31	0,23	0,38	0,58	0,38	0,26
Benzo-(a)-pyren (*)	mg/kg TS	0,13	0,15	0,13	0,15	0,31	0,18	0,15
Benzo-(b)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,12	0,14	0,12	0,13	0,23	0,13	0,15
Benzo-(k)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,21	0,27	0,25	0,27	0,66	0,41	0,26
Benzo-(g,h,i)-perylene (*)	mg/kg TS	0,14	0,17	0,16	0,13	0,30	0,19	0,15
Indeno-(1,2,3-c,d)-pyren (*)	mg/kg TS	0,20	0,21	0,20	0,17	0,31	0,25	0,20
Summe PAK [EPA]	mg/kg TS	1,71	2,19	1,91	2,49	4,11	2,67	2,01
Summe 6 PAK [TVO] (*)	mg/kg TS	1,00	1,24	1,09	1,24	2,39	1,55	1,16
Chlorbenzole in der Fraktion < 20 µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	0,47	0,86	1,19	0,98	0,83	0,15	0,54
HCB (Hexachlorbenzol)	µg/kg TS	1,05	1,72	1,91	1,71	1,32	1,18	1,21
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion < 20 µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	0,23	0,25	0,24	0,24	0,33	0,29	0,27
gamma-HCH (Lindan)	µg/kg TS	0,23	0,25	0,24	0,24	0,33	0,29	0,27
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion < 20 µm								
PCB 28	µg/kg TS	1,86	2,33	2,51	2,57	1,82	0,74	0,81
PCB 52	µg/kg TS	1,40	2,09	2,27	1,47	1,98	1,33	0,67
PCB 101	µg/kg TS	1,28	0,74	1,31	1,83	1,98	2,36	1,08
PCB 118	µg/kg TS	3,72	2,95	4,18	3,06	3,47	4,27	2,56
PCB 138	µg/kg TS	3,72	3,07	3,22	4,40	6,77	6,92	3,51
PCB 153	µg/kg TS	1,98	2,70	2,63	3,06	5,12	5,01	2,97
PCB 180	µg/kg TS	0,81	0,61	0,72	2,81	1,65	0,74	0,67
Summe 7 PCB		14,8	14,5	16,8	19,2	22,8	21,4	12,3
DDT und Metabolite in der Fraktion < 20 µm								
p,p-DDE	µg/kg TS	0,58	0,61	0,60	0,61	0,83	0,74	0,67
p,p-DDD	µg/kg TS	0,58	0,61	0,60	0,61	0,83	2,65	0,67
p,p-DDT	µg/kg TS	0,58	0,61	0,60	0,61	0,83	0,74	0,67
Zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe								
Tributylzinnchlorid	µg/kg TS	1,0	2,0	3,0	2,2	40,7	14,9	8,2

Werte in kursiv / fett: Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze; Verwendung des Zahlenwertes der Bestimmungsgrenze bei Berechnungen als fiktiven Messwert

Neuer Vorhafen

Die in den Gesamtproben aus dem Neuen Vorhafen gemessenen Schadstoffgehalte fielen aufgrund des hohen Anteils der Feinkornfraktion < 20 µm von 75 % erwartungsgemäß höher aus als in den sandigen Proben aus dem Jade-Fahrwasser.

Während **Chlorbenzole** und **PCBs** in geringen Konzentrationen nachgewiesen werden konnten, lagen die Gehalte der übrigen **chlororganischen Verbindungen** in fast allen Proben unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Die Gehalte der **zinnorganischen Verbindungen** sind in den meisten Proben als sehr gering einzustufen und wurden nur in wenigen Proben in leicht erhöhten Konzentrationen gefunden.

Tab. 3.4-4: Fortsetzung

Probennummer BfG	Einzelprobe	Einzelprobe	Mischprobe *		Mischprobe *	Mittelwert	RW1	RW2
			M-03023	M-03025				
Probennummer WSA	251	253	255	256	257			
Probenahmebereich	Wilhelm-Krüger-Brücke, re	Ostkaje, mitte	Innenbereich	Innenbereich	Innenbereich			
Glühverlust	% TS	21,6	23,4	22,5	21,9	15,9	20,3	
TOC	Gew.-%	5,6	5,0	3,6	4,5	3,0	3,7	
< 20 µm	[%]	75,6	67,6	71,9	69,5	76,7	74,7	
Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm								
Ergebnisse BfG	mg/kg TS					62		
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm								
Fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,22	0,28	0,25	0,22	0,17	0,29	
Benzo-(a)-pyren (*)	mg/kg TS	0,13	0,16	0,17	0,13	0,10	0,16	
Benzo-(b)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,09	0,12	0,13	0,12	0,09	0,13	
Benzo-(k)-fluoranthen (*)	mg/kg TS	0,30	0,38	0,35	0,29	0,20	0,32	
Benzo-(g,h,i)-perylene (*)	mg/kg TS	0,15	0,18	0,18	0,16	0,12	0,17	
Indeno-(1.2.3-c,d)-pyren (*)	mg/kg TS	0,19	0,24	0,22	0,20	0,14	0,21	
Summe PAK [EPA]	mg/kg TS	1,85	2,37	2,17	1,90	1,42	2,23	
Summe 6 PAK [TVO] (*)	mg/kg TS	1,08	1,36	1,29	1,11	0,82	1,28	1 3
Chlorbenzole in der Fraktion < 20 µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	0,66	1,0	0,83	0,29	0,52	0,70	1 3
HCB (Hexachlorbenzol)	µg/kg TS	1,3	1,8	1,9	1,0	1,2	1,4	2 6
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion < 20 µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	0,26	0,30	0,28	0,29	0,26	< 0,27	0,4 1
gamma-HCH (Lindan)	µg/kg TS	0,26	0,30	0,28	0,29	0,26	< 0,27	0,2 0,6
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion < 20 µm								
PCB 28	µg/kg TS	0,93	0,74	1,9	1,2	0,91	1,5	2 6
PCB 52	µg/kg TS	1,1	0,74	1,4	0,72	0,65	1,3	1 3
PCB 101	µg/kg TS	1,2	1,3	1,5	0,86	0,65	1,3	2 6
PCB 118	µg/kg TS	1,9	0,74	1,9	1,3	1,0	2,6	3 10
PCB 138	µg/kg TS	3,2	2,5	3,1	3,2	2,0	3,8	4 12
PCB 153	µg/kg TS	2,8	1,8	2,9	2,2	2,0	2,9	5 15
PCB 180	µg/kg TS	0,66	0,74	0,83	1,0	0,65	1,0	2 6
Summe 7 PCB		11,6	8,6	13,6	10,4	7,8	14,5	20 60
DDT und Metabolite in der Fraktion < 20 µm								
p,p-DDE	µg/kg TS	0,66	0,74	0,70	0,72	0,65	< 0,68	1 3
p,p-DDD	µg/kg TS	0,66	0,74	0,70	0,72	0,65	< 0,84	3 10
p,p-DDT	µg/kg TS	0,66	0,74	0,70	0,72	0,65	< 0,68	1 3
Zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe								
Tributylzinchlorid	µg/kg TS	4,1	1,0	2,7	4,4	3,6	7,3	20 600

Werte in kursiv / fett: Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze; Verwendung des Zahlenwertes der Bestimmungsgrenze bei Berechnungen als fiktiven Messwert

*: Herstellung der Mischproben während Probenahme

Die **PAK-Gehalte** sind leicht erhöht. Die vom beauftragten Labor gemessenen **Kohlenwasserstoffgehalte** sind zwar für feinkörnige Proben trotz des methodenbedingten Mehrbefundes (s. Kap. 3.4.2) nur wenig erhöht, die Vergleichsmessungen der BfG ergaben aber deutlich niedrigere Werte, die auch der Bewertung zugrunde gelegt werden.

3.4.4.2 Bewertung

Jade-Fahrwasser

Während die in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ gemessenen **Kohlenwasserstoffgehalte** unterhalb des Richtwertes RW_1 von 300 mg/kg liegen, überschreiten die **PAK-Konzentrationen** RW_1 in Proben aus der Innenjade um etwa einen Faktor 1,5. Sie sind damit gemäß HABAK in Fall 2 einzustufen, liegen aber noch deutlich unterhalb der oberen Richtwerte RW_2 . In den beiden Proben aus der Außenjade liegen die korngößenkorrigierten Gehalte etwas niedriger. Die Belastung mit zinnorganischen Verbindungen entspricht Fall 1 nach HABAK.

Für die Schadstoffgehalte in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ konnten für die chlororganischen Verbindungen nur Maximalwerte berechnet werden, da die Messwerte in der Gesamtprobe unterhalb der Bestimmungsgrenzen liegen (s. Kap. 3.4.4.1). Diese berechneten Maximalgehalte unterschreiten nur für **Pentachlorbenzol** den unteren Richtwert RW_1 . Im Fall des HCB und der PCBs ist eine geringfügige Überschreitung von RW_1 (Fall 2), und für die Hexachlorcyclohexane sogar von RW_2 (Fall 3) nicht auszuschließen. Die berechneten Maximalgehalte des p,p-DDD bzw. des p,p-DDT und des p,p-DDE liegen im Bereich der Richtwerte RW_1 bzw. RW_2 . Die tatsächlich vorliegende Belastung kann aber auch unterhalb RW_1 liegen.

Für eine genauere Bewertung wurden in der BfG von zwei Proben die Feinkornfraktion $< 20 \mu\text{m}$ zur direkten Bestimmung der chlororganischen Verbindungen abgetrennt. Es zeigte sich, dass die in $< 20 \mu\text{m}$ gemessenen Konzentrationen aller **DDT-Verbindungen** sowie der **PCBs** unterhalb von RW_1 liegen und ebenfalls Fall 1 nach HABAK zuzuordnen sind. Die **Hexachlorcyclohexane** der beiden untersuchten Proben weisen dagegen Konzentrationen im Bereich der Richtwerte RW_1 auf bzw. liegen für **Lindan (γ -HCH)** in einer der Proben mit $0,3 \mu\text{g/kg}$ etwas darüber. Auch die in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ gemessenen **HCB-Gehalte** überschreiten RW_1 geringfügig, was zu einer Einstufung in Fall 2 führt.

Obwohl die Belastung mit organischen Schadstoffen zusammenfassend dem Fall 2 zuzuordnen ist, kann sie als gering eingestuft werden, da die Richtwerte RW_1 nur für PAKs, HCB und Lindan geringfügig überschritten werden.

Neuer Vorhafen

Die mittleren korngößenkorrigierten Gehalte in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ sind für alle **chlororganischen** Verbindungen mit Ausnahme des Lindan und für die **Kohlenwasserstoffe** dem Fall 1 der HABAK zuzuordnen. Nur die Gehalte der **PAK** und des **Lindan** überschreiten die Richtwerte RW_1 und liegen damit in Fall 2, wobei die Belastung etwa der der Proben aus dem Bereich des Jade-Fahrwassers entspricht.

Der mittlere Gehalte des TBT liegt mit $7 \mu\text{g TBT/kg}$ noch deutlich unterhalb des Richtwertes RW_1 . Auch die Schadstoffbelastung der Sedimente aus dem Neuen Vorhafen ist als gering anzusehen.

3.5 Stoffhaushalt

3.5.1 Sauerstoff

Das ausreichende Vorhandensein von verfügbarem Sauerstoff ist für alle aerob lebenden Organismen existenziell notwendig. Sedimente, die einen starken Sauerstoffverbrauch aufgrund chemischer oder biochemischer Oxidationsprozesse zeigen, können zu einer Belastung des Sauerstoffhaushalts eines Gewässers führen. Anzeichen solcher Belastungen sind auch die sogenannten "Schwarzen Flecken" im Watt. Wenn die Sauerstoffgehalte im Wasser kritische Grenzen unterschreiten, so können

Gewässerorganismen geschädigt werden und absterben. Das Zehrungsverhalten der Sedimente wurde unter standardisierten Bedingungen im Labor untersucht.

Nachfolgend sind allgemeine Angaben zu den Proben dokumentiert. Die Proben wurden in der Zeit zwischen dem 4. und dem 19. April 2000 (Tabelle 3.5-1) entnommen sowie im Vorhafen Wilhelmshaven am 2.8.2001 und am 2.5.2002 (Tabelle 3.5-2) und am 11.7.2002 aus dem eingespülten Baggergut im Laderaum eines Hopperbaggers (Tabelle 3.5-3)

Tab. 3.5-1: Allgemeine Angaben zu den Proben vom April 2000. Lage der Probestellen s. Abb. 3.3-1ff

WSA-Proben-Nr.	Probenstelle	BfG-Nr.	Jade-km	Datum	Trockengehalt (%)	Glühverlust (%)
3	Südreede	M-02775	*	04.04.00	58,5	3,4
24	Vareler Fahrwasser	M-02796	*	05.04.00	48,0	5,0
162	Innenjade	M-02934	7	06.04.00	56,6	4,4
169	Innenjade	M-02941	8	04.04.00	58,4	2,6
170	Innenjade	M-02942	8,5	04.04.00	61,4	2,9
177	Innenjade	M-02949	9,5	06.04.00	58,7	4,7
255	Vorhafen	M-03027	*	19.04.00	26,3	16,0
257	Vorhafen	M-03029	*	19.04.00	29,8	14,1

Tab. 3.5-2: Wilhelmshaven Neuer Vorhafen: Allgemeine Angaben zu den Proben aus den Jahren 2001 und 2002. Lage der Probestellen s. Abb. 3.3-3

entspricht Proben Position WSA-2000	BfG-Nr.	Farbe / Sonstiges	Datum	Trockengehalt (%)	Glühverlust (%)
255	--	schwarz, f. Schlick	02.08.01	33,9	11,3
241	O-00002	braun, f. Schlick	02.05.02	27,6	11,3
243	O-00003	grau, f. Schlick	02.05.02	15,9	6,9
249	O-00004	grau, f. Schlick	02.05.02	27,4	11,2
252	O-00005	grau, f. Schlick	02.05.02	28,2	10,2
255	O-00006	braun, f. Schlick	02.05.02	26,8	7,3
256	O-00007	grau, f. Schlick	02.05.02	26,5	11,4
257	O-00008	grau, f. Schlick	02.05.02	29,2	8,1
258	O-00009	grau, f. Schlick	02.05.02	24,6	12,2

f. Schlick = feiner Schlick

Tab. 3.5-3: Allgemeine Angaben zu Proben aus dem Laderaum eines Hopperbaggers (Baggergut aus dem Neuen Vorhafen)

Probe-Nr.	Probestelle	BfG-FGÜ-Nr.	Farbe/ Sonstiges	Datum	Trockengehalt (%)	Glühverlust (%)
1	Neuer Vorhafen	O-00012	sd., f. Schlick	11.07.2002	29,4	13,1
2	Neuer Vorhafen	O-00013	sd., f. Schlick	11.07.2002	29,0	11,7
3	Neuer Vorhafen	O-00014	sd., f. Schlick	11.07.2002	29,6	12,1

sd., f. Schlick = sandiger, feiner Schlick

3.5.2 Ergebnisse

Die Befunde der Sauerstoffzehrungsmessung sind in den Tabellen 3.5-4, 3.5-5 und 3.5-6 wiedergegeben. Als Bewertungsgrundlage wird die Sauerstoffzehrung während drei Stunden unter Laborbedingungen herangezogen. Es gilt folgende Einteilung:

Geringe Sauerstoffzehrung: 0 - 1,5; erhöht: 1,5 - 3,0; hoch: > 3,0 g/kg Trockengewicht.

Tab. 3.5-4: Sauerstoffzehrung von Sedimenten in der Jade

WSA- Proben-Nr.	Probestelle	BfG-Nr.	O ₂ -Zehrung bezogen auf die Trockenmasse des Sediments			
			nach 10 min. (mg O ₂ /kg)	nach 1 h (mg O ₂ /kg)	nach 2 h (mg O ₂ /kg)	nach 3 h (mg O ₂ /kg)
3	Südreede	M-02775	197	310	394	465
24	Vareler Fahrwasser	M-02796	420	642	765	889
162	Innenjade	M-02934	256	409	435	486
169	Innenjade	M-02941	112	156	201	246
170	Innenjade	M-02942	162	288	361	415
177	Innenjade	M-02949	24	72	96	120
255	Vorhafen	M-03027	1558	2237	2717	2997
257	Vorhafen	M-03029	244	480	582	637

Die Sedimentproben der Südreede, des Vareler Fahrwassers und der Innenjade waren unauffällig. Die Sedimente aus dem Wilhelmshavener Vorhafen zeigen erhöhte und hohe Sauerstoffzehrung. An der Probestelle 243 wurde ein extremer Zehrungswert von über 6 g/kg Trockenmasse ermittelt. Obwohl an diesen Stellen zwischenzeitlich Boden gebaggert wurde, zeigt auch das erneut sedimentierte Material einen hohen Wasseranteil, einen hohen Glühverlust und einen hohen Sauerstoffverbrauch im Zehrungstest (Tab. 3.5-4 und 3.5-5).

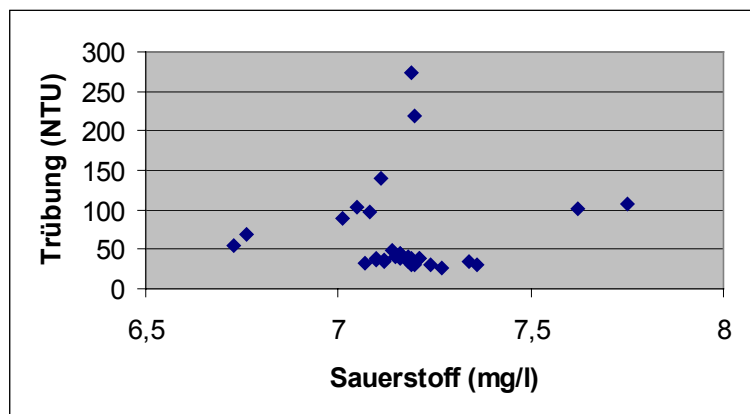
Tab. 3.5-5: Sauerstoffzehrung von Sedimenten aus dem Neuen Vorhafen

entspricht Proben Position WSA-2000	BfG-Nr.	O ₂ -Zehrung bezogen auf die Trockenmasse des Sediments			
		nach 10 min. (mg O ₂ /kg)	nach 1 h (mg O ₂ /kg)	nach 2 h (mg O ₂ /kg)	nach 3 h (mg O ₂ /kg)
255	--	951	2168	2814	3157
241	O-00002	977	1742	2251	2591
243	O-00003	2315	4281	5379	6037
249	O-00004	445	1156	1734	1957
252	O-00005	172	1091	1378	1608
255	O-00006	1021	2254	2807	3147
256	O-00007	871	1306	1579	1796
257	O-00008	968	1816	2239	2542
258	O-00009	792	1766	1949	2132

Tab. 3.5-6: Sauerstoffzehrung von Sedimenten aus dem Neuen Vorhafen (entnommen aus dem Laderaum eines Hopperbaggers)

Probe-Nr.	BfG-Nr.	Zehrung bezogen auf die Trockenmasse des Sediments (mg/O ₂ /kg)			
		nach 10 Min.	nach 1 h	nach 2 h	nach 3 h
1	O-00012	737	1358	1668	1940
2	O-00013	602	985	1313	1586
3	O-00014	776	1358	1697	2037

Wegen der teilweise sehr hohen Zehrungsraten der Sedimentproben des Neuen Vorhafens wurden auf der Klappstelle Südreede (s. Abb. 2.3-4) am 11.7.2002 die Sauerstoffkonzentration vor und nach der Verklappung gemessen. Dadurch sollte festgestellt werden, ob kritische Sauerstoffkonzentrationen auftreten. Eine Längs- und zwei Querschnittmessungen wurden auf der Klappstelle durchgeführt. Die Sauerstoffkonzentrationen, die Wassertiefe, die Wassertemperatur und die Trübung wurden kontinuierlich aufgezeichnet. Die Strömungsverhältnisse (eine Stunde nach Niedrigwasser) ergaben einen vollständig durchmischten Wasserkörper mit Trübungswerten um 40 NTU und Wassertemperaturen von 18,0 +/- 0,1 °C zwischen 1 und 8 m Tiefe. Der Sauerstoffgehalt auf der Klappstelle vor der Verklappung lag bei ca. 7,8 mg/l. Die Messungen wurden etwa eine halbe Stunde nach der Verklappung durchgeführt.


Abb. 3.5-1: Verhältnis zwischen Trübung und Sauerstoffkonzentration (NTU = Nephelometrische Trübungseinheiten)

Wie die Abbildung 3.5-1 zeigt, ist die Sauerstoffkonzentration im Bereich der größten Trübung nicht niedriger als in Bereichen geringerer Trübung.

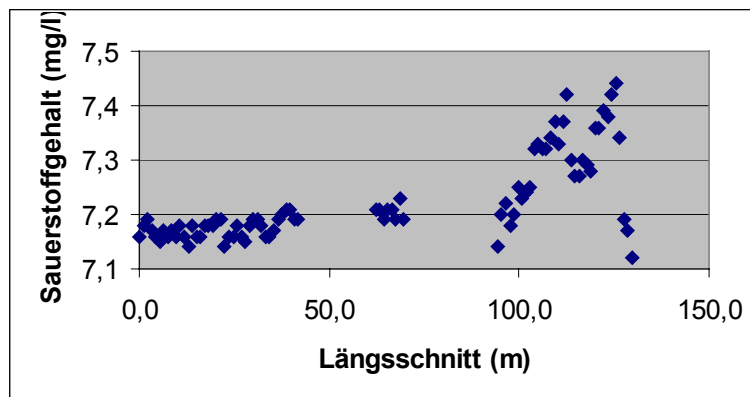


Abb. 3.5-2: Sauerstoffgehalte im Längsschnitt der Verklappung.

Am Startpunkt (Messbeginn 3 Minuten nach Verklappung) waren die Sauerstoffgehalte weitgehend homogen. Auch am Ende der Messstrecke zeigten die Vermischungsvorgänge und der Einfluss der Zehrung nur eine geringe Streuung. Legt man einen Referenzwert von 7,8 mg/l Sauerstoff fest, so beträgt die Erniedrigung der Konzentration weniger als 0,8 mg/l (Abb. 3.5-2). Die Sauerstoffgehalte wurden in einer Wassertiefe zwischen 5 und 6 m aufgezeichnet.

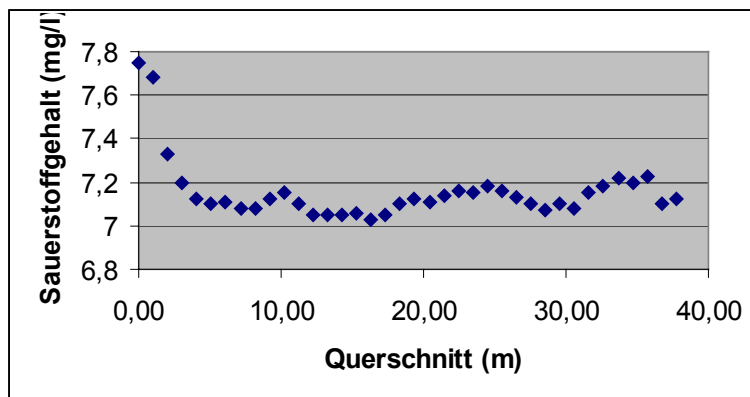


Abb. 3.5-3: Sauerstoffkonzentration im Querschnitt über der Klappstelle.

Auch im Querschnitt werden Absenkungen der Sauerstoffkonzentration bis maximal 0,8 mg/l gefunden (Abb. 3.5-3).

3.5.3 Bewertung

Die untersuchten Jadesedimente können ohne Einschränkungen auf die vorgesehenen Klappstellen verbracht werden.

Das Bodenmaterial aus dem inneren Vorhafen zeigt teilweise einen hohen bis sehr hohen Sauerstoffbedarf. Bei der Verbringung dieser Sedimente treten jedoch keine kritischen Sauerstoffkonzentrationen im Bereich der Klappstellen auf. Hierfür sind folgende Gründe zu nennen.

- Aus dem Vorhafen werden Sedimente mit unterschiedlichen Zehrungseigenschaften aufgenommen. Solche mit hohen Zehrungswerten werden mit anderen geringerer Zehrung "verschnitten".

- Die Sedimente werden beim Aufsaugen bereits mit Wasser verdünnt. Eine erste Oxidationsphase findet bereits im Hopperraum des Baggers statt.
- Bei der Verklappung erfolgt eine weitere Verdünnung des Bodenmaterials. Der Sauerstoffbedarf der spontanen, chemischen Oxidationsprozesse wird rasch ausgeglichen.
- Die Messungen wurden zur Zeit des langsam anlaufenden Flutstroms durchgeführt. Bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten werden die Effekte noch geringer ausfallen.

3.5.4 Nährstoffe

Als Nährstoffe werden hier diejenigen Stoffe bezeichnet, die für ein Wachstum von Pflanzen notwendig sind. Insbesondere ist auf solche Stoffe bzw. Verbindungen zu achten, die aufgrund ihrer Konzentrationen begrenzend oder fördernd auf das pflanzliche Wachstum wirken. Dies sind hauptsächlich Phosphor und Stickstoff aber auch Kieselsäure. Stickstoff wird im Gewässer von Pflanzen als Nitrat oder Ammonium aufgenommen. Phosphor wird in Form des ortho-Phosphats inkorporiert. Eine übermäßige Versorgung mit Nährstoffen führt zu einer Eutrophierung der Ästuare, des Wattenmeeres und der Küstengewässer. Bei ausreichendem Lichtangebot kann es zur Massenentwicklung von Algen (Wasserblüte) kommen. Dabei wird Biomasse aufgebaut. Beim Absterben der Algen wird deren Biomasse wieder durch Bakterien abgebaut. Für diesen Prozess wird Sauerstoff benötigt, der dem umgebenden Wasser entzogen wird. Die Folgen sind oben beschrieben.

Beim biochemischen Abbau werden ständig Nährstoffe freigesetzt. Soweit dieser Abbau in der Sedimentphase stattfindet, gehen die Nährstoffe weitgehend in das Porenwasser über und können bei einer Verklappung freigesetzt und in das Wasser eingemischt werden. Um diesen Effekt nachzuvollziehen, werden Sedimentproben im Labor eluiert.

Da Nährstoffe im engeren Sinne keine Schadstoffe sind, sind Grenzwerte nicht festgeschrieben. Auch höhere Konzentrationen bedeuten kein Ausschlusskriterium für eine Umlagerung. Jedoch ist es notwendig, potenzielle Auswirkungen abzuschätzen. Aus 13 Bodenproben wurde im Eluat der Gehalt an gelösten, anorganischen Nährstoffen bestimmt.

3.5.5 Ergebnisse

Phosphor

Die Befunde sind in der nachfolgenden Tabelle 3.5-5 wiedergegeben. Die Werte liegen zwischen 0,02 und 0,13 mg/l und sind damit sehr gering.

Stickstoff

Als lösliche Stickstoffverbindungen wurden Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Stickstoff bestimmt. Nitrit-Stickstoff liegt in allen Proben unter der Nachweisgrenze von 0,01 mg/l. Nitratstickstoff ist mit einer Ausnahme ebenfalls nicht nachweisbar.

Ammonium-Stickstoff wird in Konzentrationen zwischen 0,03 und 13 mg/l angetroffen. Der niedrigste Wert findet sich in der Bodenprobe der Außenjade (Jade-km 36), der höchste Wert im Innenbereich des Vorhafens von Wilhelmshaven. Dieses Konzentrationsgefälle spiegelt die landseitige Belastung und den zunehmenden Einfluss der seewärtigen Verdünnung wider.

**Tab. 3.5-5: Nährstoffgehalte in Jade-Sedimenten
(Zusammensetzung der Proben und Entnahmestelle s. Anl. 3.4-1 und 3.4-2)**

BfG-FGÜ Proben Nr.	WSA Nr.	Eluat- Parameter	Eluat- ansatz (g/100 ml)	Konzentration in mg/l				
				Ammonium -N	Nitrit-N	Nitrat-N	Phosphat- P	Sulfid
M-03030	157,160,163, 166	01-1907/31	20,55	3,24	< 0,01	0,98	0,13	< 0,1
M-03031	158,159,161, 162,164,165, 167,168	01-1907/32	20,77	2,81	< 0,01	< 0,1	0,13	< 0,1
M-03032	169,172,175, 178	01-1907/33	21,42	2,45	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,1
M-03033	170,171,173, 174,176,177, 179,180	01-1907/34	21,14	2,5	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,1
M-03034	181-192	01-1907/35	20,22	3,62	< 0,01	< 0,1	0,09	< 0,1
M-02965	193	01-1907/36	20,08	2,11	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1
M-02970	198	01-1907/37	20,99	0,03	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1
M-03009	237	01-1907/38	21,56	2,2	< 0,01	< 0,1	0,05	< 0,1
M-03016	244	01-1907/39	20,51	7,54	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,1
M-03017	245	01-1907/40	21,43	1,12	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1
M-03027	255	01-1907/41	20,36	6,67	< 0,01	< 0,1	0,05	< 0,1
M-03028		01-1907/42	20,01	13	< 0,01	< 0,1	0,06	< 0,1
M-03029		01-1907/43	20,69	9,66	< 0,01	< 0,1	0,07	< 0,1

3.5.6 Bewertung

Aufgrund der insgesamt niedrigen Nährstoffgehalte ist nicht mit nachteiligen Eutrophieerscheinungen zu rechnen.

3.6 Ökotoxikologie

3.6.1 Untersuchungsumfang

Die ökotoxikologischen Untersuchungen erfolgten gemäß HABAK-WSV (1999) nach dem BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" vom 01.02.1999 (BfG, 1999c).

Ökotoxikologische Untersuchungen und chemische Analysen wurden an denselben Proben durchgeführt. Zur Charakterisierung der Sedimentbelastung im Fahrwasser der Jade sind 8 Proben und im Schleusenvorhafen von Wilhelmshaven 12 Proben ausgewählt worden.

Die Abschätzung des Toxizitätspotentials der biologisch verfügbaren Schadstoffkomponenten erfolgte im Porenwasser. Die Feststoffphase wurde durch Zentrifugation abgetrennt. Als ökotoxikologisches Testverfahren wurde der Leuchtbakterientest mit *Vibrio fischeri* nach DIN 38 412 Teil 34 (1991) eingesetzt. Weitere Angaben zur Testdurchführung s. Legende (Anl. 3.6-1) zu den Ergebnistabellen (Tab. 3.6-2, 3.6-3)

Gemäß HABAK-WSV wird die von einer Umweltprobe auf einen Modellorganismus ausgehende Toxizität durch den pT-Wert charakterisiert. Der pT-Wert (potentia toxicologiae = toxikologischer Exponent) ist der negative binäre Logarithmus des ersten nicht mehr toxischen Verdünnungsfaktors in einer Verdünnungsreihe mit dem Verdünnungsfaktor 2. Der pT-Wert gibt an, um wievielfach eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch ist.

Die Toxizitätsklasse von Baggergut wird durch den pT-Wert des empfindlichsten Organismus innerhalb einer Testpalette verschiedener Biotestverfahren bestimmt. Wird nur ein Biotestverfahren angewendet, dann bestimmt dessen pT-Wert die Toxizitätsklasse. Das Bewertungssystem wird in der HABAK-WSV (BfG 1999), der HABAB-WSV (BfG 2000) und an Hand von Beispielen durch KREBS (2000, 2001) erläutert.

Tab. 3.6-1: Ökotoxikologische Sedimentklassifizierung

höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	pT-Wert	Toxizitätsklasse	Handhabungskategorie	Farbcode
Originalprobe	0	0	0	blau
1 : 2	1	I	I	grün
1 : 4	2	II		
1 : 8	3	III	II	gelb
1 : 16	4	IV		
1 : 32	5	V	III	rot
1 : 64 und höher	≥ 6	VI		

3.6.2 Ergebnisse

Die untersuchten Proben aus dem Jade-Fahrwasser und dem Vorhafen in Wilhelmshaven zeigten durchweg keine ökotoxikologischen Effekte. Die Porenwasseruntersuchungen führten zum pT-Wert 0, s. Tabellen 3.6-2 und 3.6-3. Gemäß dem Klassifizierungsschema der HABAK-WSV sind die Proben der Toxizitätsklasse 0 zuzuordnen.

Tab. 3.6-2: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Bewertung gemäß HABAK-WSV: Sedimente aus dem Fahrwasser der Jade, km 6 – 48, untersucht mit dem Leuchtbakterientest (Legende s. Anl. 3.6-1).
 * = WSA-Nr. 158, 159, 161, 162, 164, 165, 167, 168; ** = 170, 171, 173, 174, 176, 177, 179, 180

BfG-FGü-Nr. ¹⁾	Jade-km	WSA-Nr.	Probenart Einzel- und Mischproben ²⁾	Probenahmestelle	Probenahmedatum 2000	Porenwasser in vitro ⁴⁾			Leuchtbakterientest ⁶⁾		Toxizitätsklasse ⁹⁾
						pH ⁵⁾	O ₂ ⁵⁾ mg/l	LF ⁵⁾ mS/cm	Porenwasser ⁴⁾		
									L% ⁷⁾	pT ⁸⁾	
M-03030	6 - 12	157,160,163,166	MP 1 (4)	Innenjade	06.04.	7,1	3,3	41,8	-7	0	0
M-03031	6 - 12	*	MP 2 (8)	Innenjade	06.04.	7,2	4,7	42,5	-2	0	0
M-03032	6 - 12	169,172,175,178	MP 3 (4)	Innenjade	04.-18.04.	7,2	4,5	41,0	+4	0	0
M-03033	6 - 12	**	MP 4 (8)	Innenjade	04.-18.04.	7,2	3,2	42,5	0	0	0
M-03034	6 - 12	181-192	MP 5 (12)	Innenjade	18.04.	7,2	3,3	43,3	+2	0	0
M-02965	25	193	EP 6	Innenjade	18.04.	7,4	7,5	46,8	+26	0	0
M-02970	36	198	EP 7	Außenjade	12.04.	7,1	6,7	46,9	+16	0	0
M-03009	48	237	EP 8	Außenjade	11.04.	7,2	6,2	47,1	+12	0	0

Tab. 3.6-3: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Bewertung gemäß HABAK-WSV: Sedimente aus dem Schleusenvorhafen (Marinehafen) in Wilhelmshaven, untersucht mit dem Leuchtbakterientest (Legende s. Anl. 3.6-1).

BfG-FGÜ-Nr. ¹⁾	WSA Proben-Nr. ²⁾	Probenahmeort	Lage	Probenahmedatum 2000	Porenwasser in vitro ⁴⁾			Leuchtbakterientest ⁶⁾		Toxizitätsklasse ⁹⁾
					pH ⁵⁾	O ₂ ⁵⁾ mg/l	LF ⁵⁾ mS/cm	Porenwasser ⁴⁾		
								L% ⁷⁾	pT ⁸⁾	
M-03010	238	Versorgungskaje	rechts	19.04.	7,5	5,1	45,2	+3	0	0
M-03012	240	Tirpitzbrücke	re. lands.	19.04.	7,5	6,0	44,0	+5	0	0
M-03014	242	Scharnhorstbrücke	re. lands.	19.04.	7,5	4,9	44,8	+10	0	0
M-03016	244	Scharnhorstbrücke	li. wassers.	19.04.	7,4	4,4	44,8	+2	0	0
M-03017	245	Kaje F		19.04.	7,6	9,5	43,7	+1	0	0
M-03019	247	Graf-Spee-Brücke	rechts	19.04.	7,6	6,6	41,2	+12	0	0
M-03021	249	Scheer-Brücke	rechts	19.04.	7,8	7,4	42,7	+5	0	0
M-03023	251	Wilh.-Krüger-Brücke	rechts	19.04.	7,6	7,0	45,5	-2	0	0
M-03025	253	Ostkaje	Mitte	19.04.	7,7	7,7	43,5	+3	0	0
M-03027	255	Innenbereich		19.04.	7,4	3,7	44,5	+7	0	0
M-03028	256	Innenbereich		19.04.	7,6	6,0	44,5	+7	0	0
M-03029	257	Innenbereich		19.04.	7,6	6,5	45,6	+8	0	0

3.6.3 Bewertung

Für die Bewertung der ökotoxikologischen Testergebnisse ist die in der HABAK-WSV angegebene Kategorisierung anzuwenden. Danach darf Baggergut bis zur Toxizitätsklasse II aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt umgelagert werden (Fall 1 der Handlungsanweisung). Dieses gilt für den gesamten durch die untersuchten Proben repräsentierten Baggerbereich.

4 Untersuchung der Klappstellen und ihrer Umgebung

4.1 Festlegung des Untersuchungsrahmens

Das WSA WHV nutzt fünf Klappstellen in der Außen- und Innenjade für die Verklappung von Baggergut aus dem Fahrwasser und dem Vorhafen der Seeschleuse. Die Klappstellen „01“ und „Jade-Weser“ liegen nördlich der Insel Wangerooge und nördlich des Fahrwassers der Außenjade. Die Klappstelle „Mellumplate“ liegt im Übergangsbereich zwischen Außen- und Innenjade südlich des Platengürtels zwischen der Jade-Bucht und der Außenweser. Die Klappstellen „Südreede“ und „Vareler Fahrwasser“ liegen in der südlichen Innenjade bzw. im Jadebusen; wegen ihrer geografischen Nähe werden sie als eine hydraulische Einheit angesehen.

In einem ersten Schritt wurden auf allen Klappstellen Bodenproben für die Erfassung sedimentologischer und chemischer Parameter genommen. Die Probennahme umfasste auch die Probennahme auf Referenzstellen, d.h. solchen Orten, die in der Nähe der Klappstelle gelegen über die gleichen morphologischen und hydraulischen Randbedingungen verfügen, sich aber nicht im Einflussbereich der Verklappwirkung befinden. Aus den vorgenannten Untersuchungen wurde ein Konzept zur Beprobung des MZB auf jeder Klappstelle entwickelt. Für den Aspekt Fische / Fischerei wurde neben einer Literaturlauswertung repräsentativ die Wirkung einer Verbringungskampagne auf Südreede untersucht. Wegen kurzer Umlaufzeiten (Zeit zwischen zwei Verklappungen) sind hier Klappmengen je Zeiteinheit relativ am höchsten und damit mögliche Wirkungen am ausgeprägtesten.

4.2 Hydrologie

4.2.1 Wasserstände

Unter 3.2.1 wurde bereits ein Überblick der Wasserstände der Außen- und Innenjade im gewässerkundlichen Jahr sowie im 10-jährigen Mittel dargestellt. Zur Festlegung des Untersuchungsrahmens werden die Pegel herangezogen, welche den einzelnen Klappstellen am nächsten liegen. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der Klappstellen und der dazu gehörigen gewässerkundlichen Pegel.

Klappstelle	Pegel
Klappstelle „01“	Wangerooge Nord
Jade-Weser	Wangerooge Nord
Mellumplate	LT Mellumplate
Südreede	Neuer Vorhafen
Vareler Fahrwasser	Alter Vorhafen

In Anlehnung an die durchgeführte Probenahme werden die Wasserstände vom April 2000 betrachtet. In der Abbildung 4.2.1 sind beispielhaft die Scheitelwasserstände an den Pegeln Wilhelmshaven Alter Vorhafen, Neuer Vorhafen, LT Mellumplate und Wangerooge Nord dargestellt. Neben den Scheitelwasserständen sind zusätzlich die Jahresmittelwerte der betreffenden Pegel eingetragen. Diese ermöglichen die Einortung der aktuellen Wasserstände in die hydrologischen Gegebenheiten. Generell waren die Scheitelwerte des Jahres 2000 größer als die entsprechenden Werte für das vergangene Jahrzehnt, und zwar sowohl für die Tidehochwasser- wie auch für die Tideniedrigwasserscheitel (gestrichelte Linie immer oberhalb durchgezogener Linie).

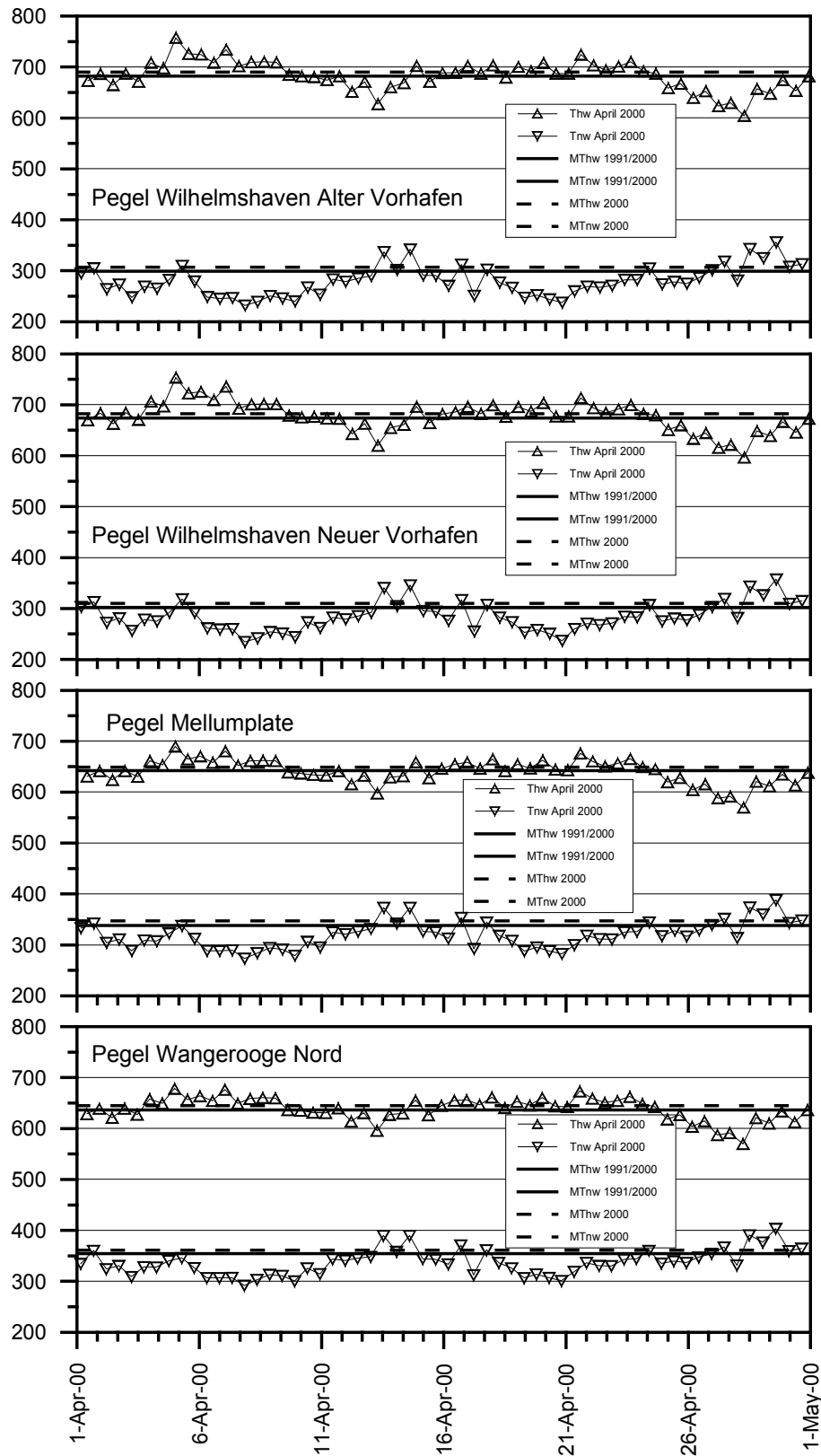


Abb. 4.2-1: Wasserstände an den Pegeln Wilhelmshaven Alter und Neuer Vorhafen, Mellumplate und Wangerooge Nord vom 1. April bis 1. Mai 2000. Neben den Ganglinien sind die Jahresmittelwerte der Pegel von 2000 und 1991 bis 2000 dargestellt.

Im April 2000 lagen die Hochwasserscheitel im Bereich des mehrjährigen Mittels, im Niedrigwasserbereich ist der Jahresmittelwert um 2 bis 3 Dezimeter höher als die aktuellen Scheitelwasserstände und der betreffende Monatsmittelwert.

4.2.2 Strömung

Die Strömungsverhältnisse auf den Klappstellen werden im Rahmen der gewässerkundlichen Grundsatzuntersuchungen regelmäßig untersucht. Hierbei werden im Rahmen von Messkampagnen außerhalb der Verklappungstätigkeit über einen Zeitabschnitt von 8 bis 10 Wochen Messgeräte an verschiedenen Lokationen und in unterschiedlichen Wassertiefen ausgelegt. Die in den folgenden Abschnitten genannten Zahlen hinsichtlich Strömungsgeschwindigkeit und -richtung sind über mehrere Tiden (Spring-/Nippzyklus) gemittelte Größen.

4.2.2.1 Klappstellen „01“ und Jade-Weser

Die charakteristischen Strömungsparameter der Klappstellen in der Außenjade können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Parameter	„01“	„Jade-Weser“
v_{Ebbe} (Mittel) [m/s]	0.37	0.46
v_{Ebbe} (Maximum) [m/s]	0.64	0.75
R_{Ebbe} [°]	301	300
v_{Flut} (Mittel) [m/s]	0.40	0.50
v_{Flut} (Maximum) [m/s]	0.71	1.05
R_{Flut} [°]	110	108
v_{Res} (Mittel) [m/s]	0.05	0.10
R_{Res} [°]	50	92

Aus den in der vorstehenden Tabelle dokumentierten Messungen ergibt sich eine nach Nordost gerichtete Restströmung für die Klappstelle „01“, bzw Ost für die Klappstelle „Jade-Weser“.

Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Kenngrößen stellen Mittelwerte für verschiedene Lokationen und Wassertiefen dar und sollen generellen Überblick gewährleisten. Auf der Klappstelle „01“ wurden signifikante Unterschiede in der räumlichen Strömungsverteilung gefunden. Die Klappstelle weist eine Erhebung bis auf SKN -13 m auf, die im Zuge der Verklappungen zwischen 1992 und 1995 entstanden ist. Messungen über der „Spitze“ dieser Erhebung ergaben im Mittel ca. 25 % höhere Strömungsgeschwindigkeiten als in den umgebenden Bereichen. Die Richtungsverteilung ist an allen Messpositionen gleich; auch wurde die für die Außenjade typische Flutstromdominanz an allen Lokationen auf der Klappstelle gemessen.

4.2.2.2 Klappstelle Mellumplate

Die charakteristischen Strömungsparameter der Klappstelle Mellumplate sind:

Parameter	“Mellumplate”
v_{Ebbe} (Mittel) [m/s]	0.61
v_{Ebbe} (Maximum) [m/s]	0.98
R_{Ebbe} [°]	330
v_{Flut} (Mittel) [m/s]	0.60
v_{Flut} (Maximum) [m/s]	0.97
R_{Flut} [°]	154
v_{Res} (Mittel) [m/s]	0.03
R_{Res} [°]	-

Für diese Klappstelle kann keine eindeutige Reststromrichtung definiert werden: im Mittel gleichen sich Ebb- und Flutstromkomponente aus. Die tabellierten Werte sind Richtwerte für die gesamte Klappstelle. Aus vielen Messungen wurde ein Geschwindigkeitsgefälle von West nach Ost festgestellt: am Ostrand der Klappstelle, also im Bereich Mellumplate Mitte und Nord ist die Strömungsgeschwindigkeit ca. 20 % größer, am Westrand der Klappstelle, also im Bereich des Mellumturms, ist die Strömungsgeschwindigkeit ca. 10 % kleiner als die Mittelwerte.

4.2.2.3 Klappstellen Vareler Fahrwasser und Südreede

Die charakteristischen Strömungsparameter der Klappstellen sind:

Parameter	Vareler Fahrwasser	Südreede
v_{Ebbe} (Mittel) [m/s]	0.43	0.46
v_{Ebbe} (Maximum) [m/s]	0.85	0.85
R_{Ebbe} [°]	350	343
v_{Flut} (Mittel) [m/s]	0.45	0.52
v_{Flut} (Maximum) [m/s]	0.90	0.85
R_{Flut} [°]	165	168
v_{Res} (Mittel) [m/s]	0.03	0.06
R_{Res} [°]	175	185

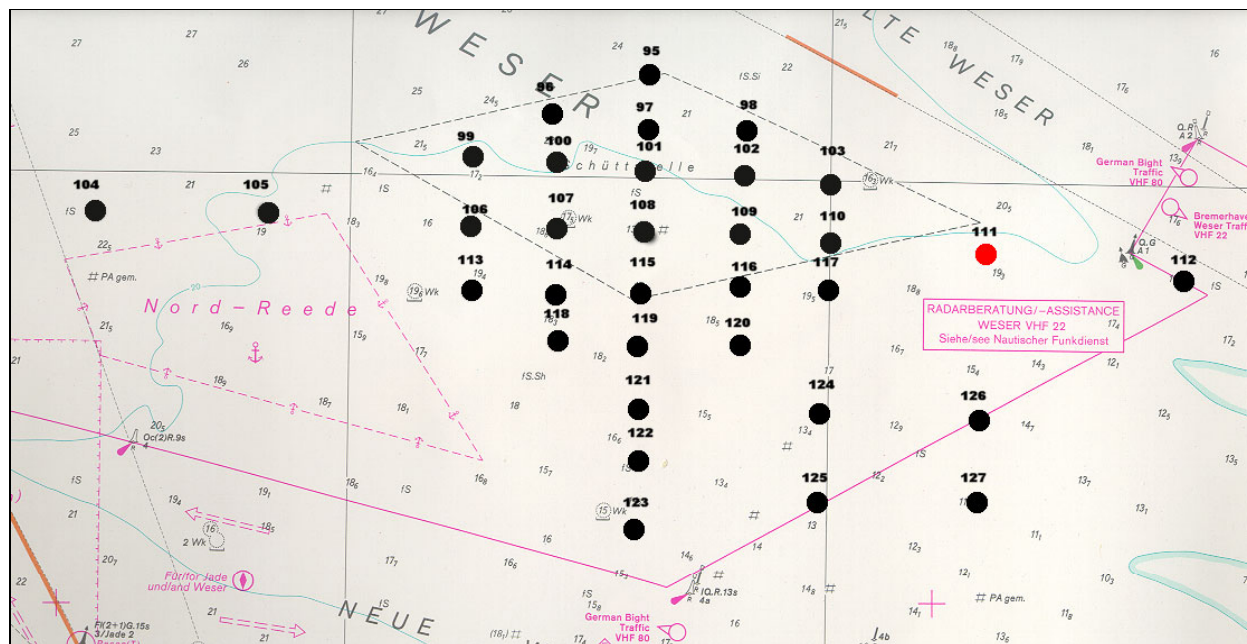
Am Übergang von Innenjade zum Jadebusen sowie im Vareler Fahrwasser gibt es einen nach Süden gerichteten Reststrom.

4.3 Sedimentologie

4.3.1 Beschaffenheit Klappstellen-Sohlenmaterial

Die Kornzusammensetzungen an den Klappstellen 01, Jade-Weser, Mellumplate, Südreede und Vareler Fahrwasser wurden durch Trockensiebung nach DIN und mittels Laser-Partikel-Sizer „analysette 22“ untersucht. Außerdem wurden die Sortierung und weitere bodenphysikalische Parameter bestimmt.

Klappstelle 01



Fein- und Mittelsand mit Grobsandanteilen ●

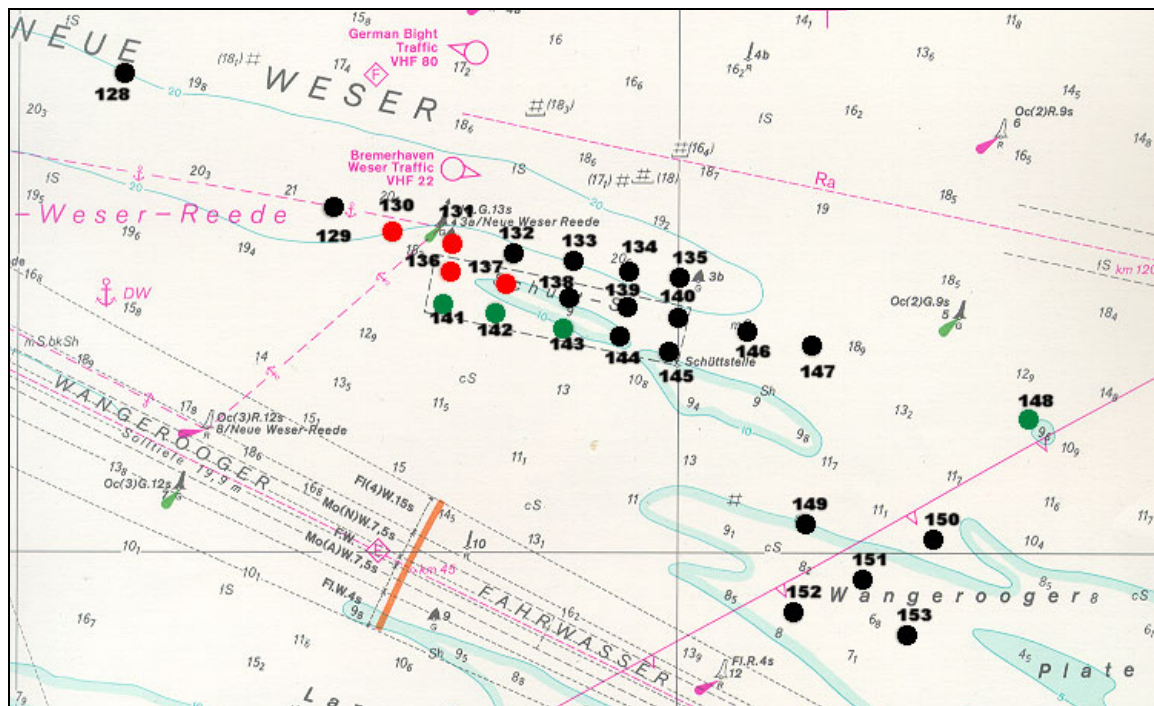
Sand mit Schluffanteilen ●

Abb. 4.3-1: Sedimententnahmestellen im Bereich der Klappstelle 01

Im Bereich der Klappstelle 01 wurden während der Probenahmekampagne 33 Sedimentproben entnommen. Wie die Abb. 4.3-1 aufzeigt, sind auf dieser Klappstelle und auch außerhalb überwiegend Fein- und Mittelsande anzutreffen. Aus diesem Grunde wurden nur einige wenige Proben der Trockensiebung (s. Anl. 4.3-1) unterzogen. Die Kornzusammensetzung der restlichen Sohlenproben wurde über die sogenannte Bodenansprache ermittelt. Auf dieser Klappstelle sind in den Jahren 1994 bis 2001 insgesamt 27,4 Mio. m³ Baggergut eingebracht worden.

Im südlichen stumpfen Winkel der Klappstelle weist das Sediment eine etwas gröbere Körnung auf dem „Berg“ bei –13 m Tiefe auf als im Umfeld bei ca. –20 m. Diese Erhebung entstand durch die Verklappungen von 1992 bis 1995 und ist seitdem unverändert.

Klappstelle Jade-Weser

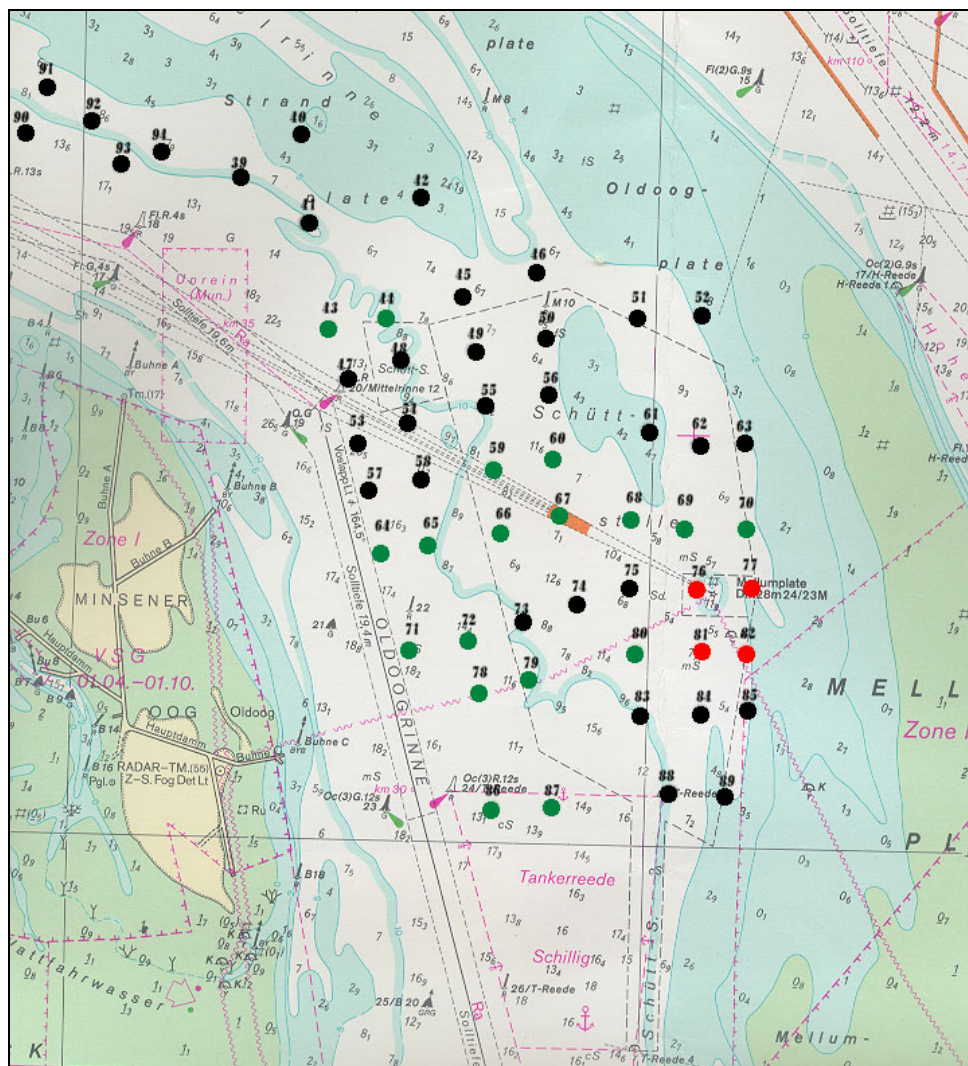


- Mittelsand mit Grobsand und Feinkiesanteilen ●
 Feinsand mit Schluffanteilen ●

Abb. 4.3-2: Sedimententnahmestellen im Bereich der Klappstelle Jade-Weser

Die Klappstelle Jade-Weser liegt zwischen dem Jade-Fahrwasser und dem Fahrwasser der „Neuen Weser“. An der Klappstelle sowie außerhalb dieses Bereiches ist ein breites Korngrößenspektrum vorhanden. In dem ca. 9 km² großen Gebiet dominieren Fein- und Mittelsande, die auch mit Anteilen von Grobschluff, Grobsand und Feinkies auftreten können (s. Anl. 4.3-2). Auf dieser Unterbringungsstelle sind in den Jahren 1994 bis einschließlich 2001 18,4 Mio. m³ Baggermaterial verklappt worden.

Klappstelle Mellumplate

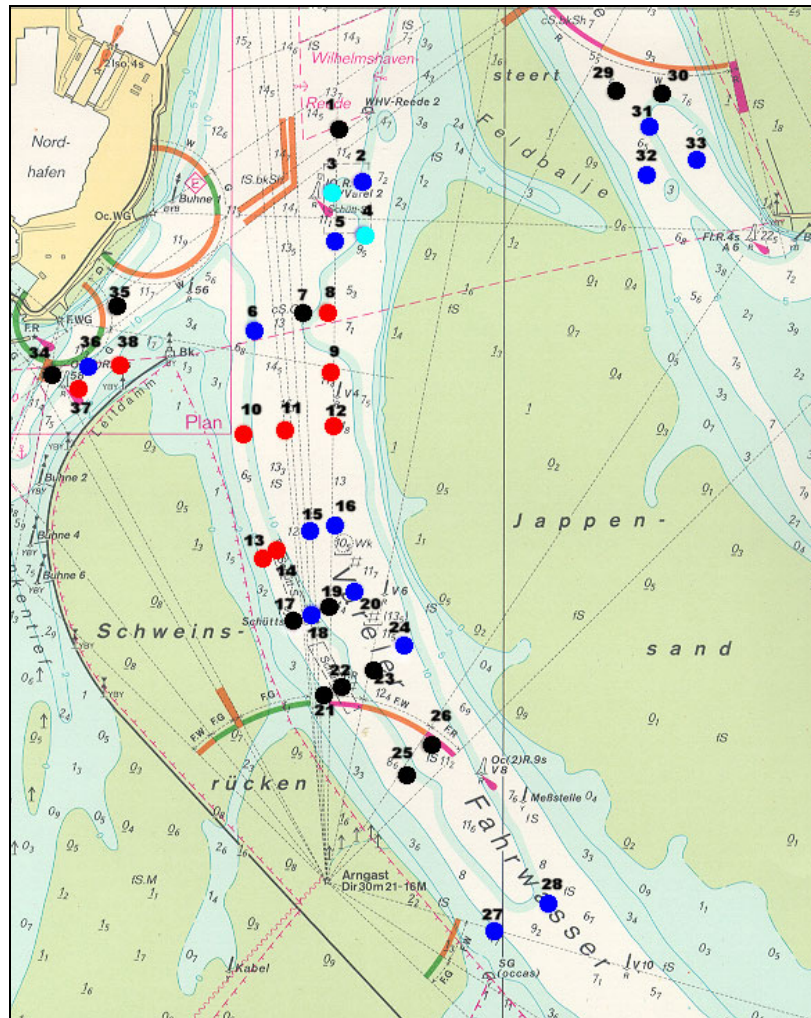


Grobsand mit Fein- und Mittelkiesanteilen ● Fein- und Mittelsand ●
 Sand mit Schluffanteilen ●

Abb. 4.3-3: Sedimententnahmestellen im Bereich der Klappstelle Mellumplate

Diese Schüttstelle wird östlich von der Mellumplate und nördlich von der Oldoogplate eingegrenzt. Westlich verläuft ihre Grenze fast parallel in einer Entfernung von ~ 1000 Metern entlang des Fahrwassers, bis sie im südlichen Bereich auf die Tankerreede Schillig stößt. In der fast 10 km² großen Klappstelle wurden in den vergangenen Jahren (1994 - 2001) 11,2 Mio. m³ Baggermaterial untergebracht. Hinzu kommen auf dem Klappbereich Mellumturm größere Mengen Baggermaterial von „Dritten“ (s. Kap. 2.5). In der Nähe des Leuchtturmes Mellumplate sind Sande mit Schluffanteilen in Form von Schlickklumpen erkennbar. In den nördlichen sowie in den südlichen Bereichen der Schüttstelle sind Fein- und Mittelsande anzutreffen. Dagegen befinden sich in der Mitte des Klappbereiches sowie außerhalb Grobsande mit Fein- und Mittelkiesanteilen (s. Anl. 4.3-3).

Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser



- | | |
|----------------------|----------------------------|
| Sand, Kies, Steine ● | Sand mit Schluffanteilen ● |
| sandiger Schluff ● | Schluff ● |

Abb. 4.3-4: Sedimententnahmestellen im Bereich der Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser

Die beiden Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser sind relativ kleine Unterbringungsgebiete für Baggergut. In der Summe kommen die drei Einzelflächen die für diese Maßnahmen ausgewiesen wurden, auf eine Fläche von ca. 0,7 km². Auf der Schüttstelle Südreede, die sich südlich der Wilhelmshaven Reede befindet, sind an der Sohle überwiegend Schluffe und schluffige Sande vertreten (s. Anl. 4.3-4). Wie dagegen Anlage 4.3-5 zeigt, sind im Bereich der Schüttstelle Vareler Fahrwasser und in deren Umgebung auch Sedimente in Form von Sanden, Kiesen und Steinen vorfindbar. Auf beiden Klappstellen wurden in einem Zeitraum von acht Jahren 6,8 Mio. m³ Baggermaterial verklappt. Auch die Proben aus den beiden Vergleichsgebieten, die sich zum einen vor Eckwarden und zum anderen zwischen dem Küstenstreifen vor Wilhelmshaven und dem Leitdamm befinden, zeigen ebenfalls eine Zusammensetzung, die sich vom Schluff bis hin zu den Steinen erstreckt.

4.4 Schadstoffe

4.4.1 Probenauswahl für Schadstoffuntersuchungen

Da im Bereich der Klappstellen sandige Sedimente mit geringem Feinkornanteil überwiegen, wurden die Schadstoffgehalte nur in Proben von den Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser untersucht. Außerdem wurden die Schadstoffgehalte an einer Referenz-Messstelle westlich des Vareler Fahrwassers (Steenkentief) überprüft. Für die Untersuchung wurden aus 15 Proben 4 Mischproben hergestellt (s. Anl. 4.4-1). In den Proben der übrigen Klappstellen wurde auf eine Untersuchung der Schadstoffe verzichtet, da aufgrund der hohen Sandanteile keine Schadstoffanreicherung zu erwarten war. Die Ermittlung von Korngrößenverteilung, Glühverlust und TOC-Gehalt in 5 weiteren Einzel- bzw. Mischproben der Klappstellen Jade-Weser und 01 bestätigten den sehr geringen Feinanteil dieser Proben. Eine Untersuchung auf Schadstoffe wurde in diesen Proben nicht durchgeführt.

4.4.2 Schwermetalle

Auch an den Klappstellen Südreede und Vareler FW bzw. der Referenzstelle Steenkentief sind die Schwermetallgehalte gering und entsprechen den in den Proben aus dem Baggerbereich vorgefundenen Konzentrationen.

4.4.3 Organische Schadstoffe

Die Proben aus dem Bereich der Klappstellen bzw. von der Referenzstelle weisen überwiegend ähnlich geringe Feinkornanteile $< 20 \mu\text{m}$ und Schadstoffgehalte wie die Proben aus der Baggerstrecke des Jade-Fahrwassers auf (Anl. 4.4-2).

Bei der Korngrößenkorrektur konnten für die Gehalte der meisten chlororganischen Schadstoffe in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ wieder nur Maximalgehalte berechnet werden, da die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenzen lagen (s. Kap. 3.4.4.1, Tab. 4.4-1 u. Kap. 3.4.4). Die Gehalte von PCB 138 und PCB 153 in der Feinkornfraktion, die aus den geringen nachgewiesenen Konzentrationen berechnet werden konnten, entsprechen der mittleren Belastung der Sedimente aus dem Neuen Vorhafen mit diesen Stoffen. Auch die PAK-Gehalte in den Proben aus dem Bereich der Klappstellen entsprechen mittleren Konzentrationen, die in den Proben aus dem Jade-Fahrwasser und dem Neuen Vorhafen angetroffen werden.

Tab. 4.4-1: Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimenten von Klapp- und Referenzstellen (organische Schadstoffen bezogen auf die Fraktion < 20µm; zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe < 2 mm)

Probennummer BfG		Mischprobe M-03035	Mischprobe M-03036	Mischprobe M-03038	Mischprobe M-03039	
fortlaufende WSA-Nummer		2, 3, 4, 5	14, 18, 22	16, 20, 24	34, 35, 36, 37, 38	
Probenahmebereich		Klappstelle Südreede	Klappstelle Vareler Fahrwasser	Klappstelle Vareler Fahrwasser	Referenzstelle Steenkentief/ Vareler Fahrwasser	Mittelwert
Glühverlust	% TS	23,2	23,9	24,6	27,5	24,8
TOC	Gew.-%	6,8	2,3	4,9	6,7	5,1
< 20 µm	[%]	11,2	16,3	21,2	16,0	16,2
Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm						
Ergebnisse BfG mg/kg TS						
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm						
Fluoranthren (*)	mg/kg TS	0,71	0,12	0,24	0,38	0,36
Benzo-(a)-pyren (*)	mg/kg TS	0,18	0,06	0,09	0,19	0,13
Benzo-(b)-fluoranthren (*)	mg/kg TS	0,18	0,06	0,19	0,13	0,14
Benzo-(k)-fluoranthren (*)	mg/kg TS	0,36	0,12	0,09	0,25	0,20
Benzo-(g,h,i)-perylene (*)	mg/kg TS	0,18	0,06	0,14	0,19	0,14
Indeno-(1,2,3-c,d)-pyren (*)	mg/kg TS	0,27	0,12	0,14	0,25	0,20
Summe PAK [EPA]	mg/kg TS	3,93	1,29	1,70	2,57	2,37
Summe 6 PAK [TVO] (*)	mg/kg TS	1,87	0,55	0,90	1,38	1,18
Chlorbenzole in der Fraktion < 20 µm						
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	0,9	0,6	0,5	0,6	< 0,7
HCB (Hexachlorbenzol)	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	3,3
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion < 20 µm						
alpha-HCH	µg/kg TS	1,8	1,2	0,9	1,3	< 1,3
gamma-HCH (Lindan)	µg/kg TS	1,8	1,2	0,9	1,3	< 1,3
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion < 20 µm						
PCB 28	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
PCB 52	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
PCB 101	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
PCB 118	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
PCB 138	µg/kg TS	5,4	4,3	2,4	3,1	3,8
PCB 153	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	3,3
PCB 180	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
Summe 7 PCB		32,1	22,7	16,5	21,9	< 23,3
DDT und Metabolite in der Fraktion < 20 µm						
p,p-DDE	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
p,p-DDD	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
p,p-DDT	µg/kg TS	4,5	3,1	2,4	3,1	< 3,3
Zinnorganische Verbindungen in der Gesamtprobe						
Tributylzinnchlorid	µg/kg TS	1,0	1,0	1,0	1,0	< 1,0

Werte in kursiv / fett: Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze; Verwendung des Zahlenwertes bei Berechnungen der Bestimmungsgrenze als fiktiven Messwert

4.5 Ökotoxikologie

4.5.1 Ergebnisse

Zur Beurteilung der ökotoxikologischen Situation an den Klapp- und Referenzstellen der Innenjade wurden Mischproben hergestellt. Im Leuchtbakterientest zeigten diese bis auf eine Ausnahme keine negativen Effekte. Einzig die aus 5 Einzelproben zusammengestellte Mischprobe der Referenzstelle Steenkentief zeigte eine Hemmwirkung. Der erreichte pT-Wert lag bei 1 (s. Tab. 4.5-1).

Tab. 4.5-1: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Bewertung gemäß HABAK-WSV: Sedimente von Klappstellen und Referenzstellen, untersucht mit dem Leuchtbakterientest (Legende s. Anl. 3.6-1).

BfG-FGÜ-Nr. ¹⁾	WSA-Proben-Nr. ²⁾	Probenahmestelle	Probenahmestelle	Probenahmedatum 2000	Porenwasser in vitro ⁴⁾			Leuchtbakterientest ⁶⁾		Toxizitätsklasse ⁹⁾
					pH ⁵⁾	O ₂ ⁵⁾ mg/l	LF ⁵⁾ mS/cm	Porenwasser ⁴⁾		
								L% ⁷⁾	pT ⁸⁾	
M-03035	2, 3, 4, 5	Innenjade	Klappstelle Südreede	04.-05.04.	7,2	6,7	41,6	+8	0	0
M-03036	14, 18, 22	Innenjade	Vareler Fahrwasser	04.-05.04.	7,2	6,1	41,4	+13	0	0
M-03037	29 - 33	Innenjade	Referenzstelle Ahne	18.04.	7,5	8,6	40,4	+2	0	0
M-03038	16, 20, 24	Innenjade	Klappstelle	05.04.	7,1	5,2	42,6	+10	0	0
M-03039	34 - 38	Innenjade	Ref.stelle Steenkentief	05.04.	7,3	5,2	42,0	-31	1	1
M-02902	130	Jade-Weser	Klappstelle	11.04.	7,6	9,8	48,7	+11	0	0

4.5.2 Bewertung

Die Sedimentproben zeigten im angewandten Untersuchungsverfahren entweder "keine" oder "eine sehr geringe" toxische Wirkung. Die höchste erreichte Toxizitätsklasse ist die Klasse I. Gemäß HABAK-WSV darf Baggergut bis zur Toxizitätsklasse II aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt umgelagert werden.

4.6 Makrozoobenthos

Die Studie zum Makrozoobenthos in der Jade wurde von der Fa. BioConsult, Bremen, im Herbst 2000 durchgeführt. Weitergehende Details sind dem ausführlichen Untersuchungsbericht (BIOCONSULT 2001a) zu entnehmen.

4.6.1 Untersuchungsumfang

Probenahme

Um zu prüfen, ob und wie sich das Verklappen von Baggergut auf das Makrozoobenthos im Jadesystem auswirkt, wurde die MZB-Gemeinschaft im Bereich von sieben Klappstellen zwischen dem Jadebusen und der Ansteuerung zur Deutschen Bucht untersucht (Abb. 4.6-1).

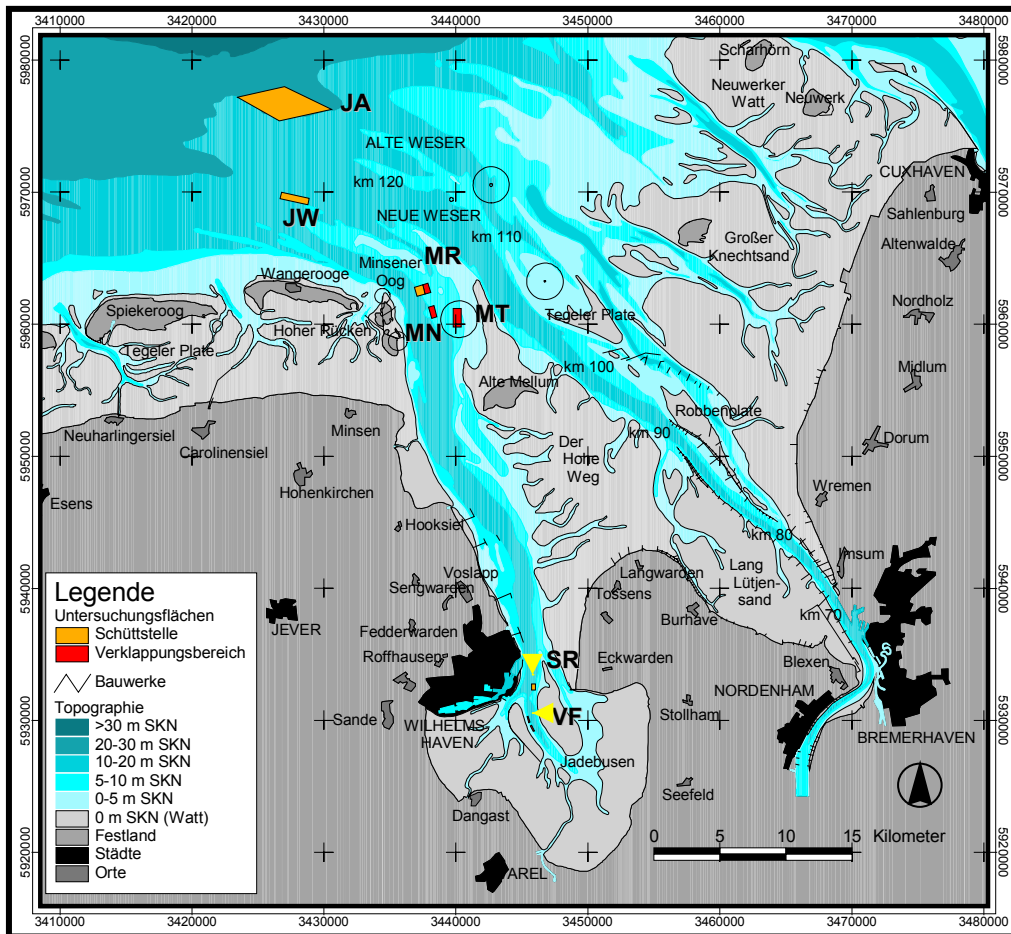


Abb. 4.6-1: Die untersuchten Jade-Klappstellen/Verklappungsbereiche. JA = Klappstelle 01, JW = Jade-Weser, MR = Mellumplate Nord, MN = Mellumplate Mitte + Nord2, MT = Mellumturm, SR = Südreede, VF = Vareler Fahrwasser.

Die Klappbereiche Mellumplate Nord, Mellumplate Mitte + Nord2 und Mellumturm liegen innerhalb der ausgewiesenen Klappstelle Mellumplate. Von dieser ca. 10 km² großen Klappstelle werden nur Teile beschickt (vgl. Kap. 2.3.4). Daher wurden für die Betrachtung des Makrozoobenthos die drei Areale Mellumplate Nord, Mellumplate Mitte + Nord2 und Mellumturm gesondert untersucht.

Das Probenahmedesign entsprach dem KFR-Konzept, welches davon ausgeht, dass die Verklappung mit ihren Folgeprozessen den wesentlichen Parameter darstellt, der die Teilbereiche Klappstelle (stark beeinflusst), Fahne (weniger beeinflusst) und Referenz (unbeeinflusst) unterscheidet. Dementsprechend wurden die Untersuchungsstationen auf der Klappstelle (K-Stationen), im Fahnebereich (= Verdriftungsbereich, F-Stationen) und in einem Referenzbereich (R-Stationen) positioniert. Die Stationen ordneten sich meist auf einem Transekt entlang der Hauptverdriftungsrichtung an. An den Klappstellen 01 und Mellumturm wurde das Design etwas modifiziert. Die Positionen der Probenahmestationen der einzelnen Untersuchungsgebiete sind Anlage 4.6-1 zu entnehmen.

Tab. 4.6-1: Anzahl der Stationen, Parallelproben und Proben pro Untersuchungsbereich.

Untersuchungsbereich	Anzahl der Stationen	Parallelproben	Summe Proben
01 (JA)	27	3	81
Jade-Weser (JW)	25	3	75
Mellumplate Nord (MR)	25	3	75
MP Mitte + Nord2 (MN)	29	3	87
Mellumturm (MT)	19	3	57
Südreede (SR)	18	3	54
Vareler Fahrwasser (VF)	22	3	66

Die Probenahme erfolgte in der Zeit vom 04. bis 27. September 2000 von Bord der „Minsener Oog“ (WSA Wilhelmshaven). Pro Untersuchungsstation wurden je drei Parallelproben mit einem van-Veen-Greifer (0,1 m²) genommen. Der Greiferinhalt wurde nach einer Sedimentansprache über 500 µm gesiebt und zur weiteren Bearbeitung in 70%igen Alkohol konserviert.

Auswertekonzept

Basierend auf den Erfahrungen mit der HABAK-Weser (BFG 1999) und der HABAK-Ems (BFG 2001) sowie theoretischer Überlegungen über dokumentierte und mögliche Wirkungszusammenhänge wurde in vorliegender Untersuchung ein ähnliches Auswertekonzept angewandt. Die Kombination verschiedener Auswertungs- und Darstellungsverfahren ermöglicht die Schwierigkeiten in der Dokumentation anthropogener Störungen und ihre Trennung von der natürlichen Variabilität der MZB-Gemeinschaftsstrukturen im dynamischen Küstenökosystem einzugrenzen sowie auf die diversen Aspekte der Lebensgemeinschaftsstruktur einzugehen.

Datenaufbereitung - Die Arten-Abundanz- und Arten-Biomassen-Daten der untersuchten Bereiche wurde für die meisten statistischen Analysen und grafischen Darstellungen vorbehandelt, indem Hyperbenthos² und Arten mit einer Stetigkeit von < 10 % Vorkommen pro Untersuchungsbereich nicht berücksichtigt wurden.

Datenauswertung und Wirkungsermittlung - Die Datenanalyse erfolgte parallel mit verschiedenen Methoden. Entsprechend dem KFR-Ansatz fokussierten die Analysen auf die vergleichende Gegenüberstellung von Klappstellen-, Fahne- und Referenzstationen.

Zur Ermittlung von Verklappungswirkungen wurden folgende Parameter hinzugezogen: Klappmengen, Verklappungszeitpunkt und Verklappungsfrequenz, Herkunft des Klappguts, Abiotik (Wassertiefe, Korngrößenanalyse, Glühverlust), sowie Artenzahl, Abundanzen und Biomassen in grafischen Gegenüberstellungen. Des weiteren wurden berücksichtigt: Varianzanalysen, ANOSIM, MDS-Plots, Hauptkomponentenanalysen (PCA), Korrespondenzanalysen (CA) und Kanonische Korrespondenzanalysen (CCA) anhand der Abundanz- und Biomasse-Datensätze sowie Dominanzstrukturanalyse, stetige Arten im Interne Referenz-Ansatz und Abundanz-Biomasse-Vergleich (ABC-Plots, nur stetige Polychaeta). Die Analysen wurden auf Greifer- und Stationsebene durchgeführt. In Kapitel 7 (Begriffsbestimmungen und Abkürzungen) sind die verschiedenen Analyseverfahren erläutert.

Das KFR-Konzept geht davon aus, dass die Verklappung mit ihren Folgeprozessen der wesentliche Parameter ist, der die Teilbereiche Klappstelle und Referenz unterscheidet. Es können jedoch

² Zufallsfunde von Einzeltieren mit hoher Biomasse, die zum Hyperbenthos gezählt werden können, wurden zudem ausgesondert. Hyperbenthos kann mit dem Van-Veen Greifer nicht quantitativ erfasst werden, so dass Funde als zufällig angesehen werden. Außerdem können hyperbenthische Formen über das Spülwasser in die Proben gelangen.

Unterschiede in der Struktur der Zönose auftreten, die nicht per se als Verklappungsbedingt zu interpretieren sind, sondern durch andere bzw. unklare Faktoren verursacht sind. Vor dem Hintergrund der bekannten fleckhaften Verteilung verschiedener Gemeinschaften in der Jade (DÖRJES ET AL. 1969), sind signifikante und deutliche Unterschiede in der Zönose nicht zwangsläufig mit einer Verklappungswirkung assoziiert. Zeigten die statistischen Analysen Auffälligkeiten, wurde geprüft, ob diese plausibel auf Verklappungen zurückgeführt werden können oder ob andere Faktoren die identifizierten Unterschiede zwischen den Teilbereichen oder einzelnen Stationen verursacht haben können. Dann erfolgte eine Einschätzung der Ergebnisse der statistischen Analysen anhand einer dreistufigen Skala:

rot: Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz sind deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich Verklappungsbedingt.

gelb: Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen (Ergebnisse widersprüchlich, fehlende Bezugsmöglichkeit).

grün: Unterschiede mit Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich.

Diese Interpretationen sind **nicht** mit den Ergebnissen der statistischen Analysen identisch.

Die einzelnen Verfahren sind im Untersuchungsbericht von BIOCONSULT (2001a) ausführlich beschrieben. In vorliegendem Bericht werden die Analyseergebnisse der sieben untersuchten Klappstellen³ mit Angabe der wichtigsten Kriterien, die zur Beurteilung der Verklappungswirkung herangezogen wurden, zusammenfassend dargestellt.

Vergleichsuntersuchungen

Die Fauna der Jade wurde von DÖRJES ET AL. (1969), DÖRJES (1992), KASTLER & WOLTERS (1987), LINKE (1939), SCHUSTER (1952), UNGER & MARTSFELD-HARTMANN (1989) sowie im Rahmen des BfG-Ästuarmonitorings (BfG 1996, 1997, 1998) untersucht. DÖRJES ET AL. (1969) wiesen insgesamt 110 MZB-Arten nach, wobei sich die Gemeinschaften der Watten und des Sublitorals deutlich hinsichtlich des Artenspektrums und der Individuendichten unterschieden. Die Individuendichten der Gemeinschaften waren maßgeblich von der Korngröße abhängig: Grobsande waren generell nur spärlich besiedelt, während auf mittelsandigen bis schlickigen Sedimenten höhere Arten- und Individuenzahlen gefunden wurden.

Aufgrund der höheren Strömungsgeschwindigkeiten und der gröberen Sedimente zeigt die Außenjade geringere Arten- und Individuendichten als die Innenjade (ARSU 1989, DÖRJES ET AL. 1970). Anhand monatlicher Dredgeproben von 1974 – 1987 wurde die Langzeitentwicklung des Makrozoobenthos in der Jade nachvollzogen (KASTLER & WOLTERS 1987, DÖRJES 1992). Eine hohe natürliche Variabilität im Artenspektrum im Jadesystem wird im seit 1995 durchgeführten BfG-Monitoring (BfG 1996, 1997) deutlich. Insgesamt wurden bisher 90 Taxa mit Greifer und Dredge nachgewiesen. In der Hauptrinne der Jade im Jadebusen, dem Vareler Fahrwasser, wiesen ARENS & GÖTTING (1987) 57 Makrozoobenthosarten nach. Die meisten Arten kamen mit geringer Stetigkeit vor. In Dredgeproben des Vareler Fahrwassers von 1974 – 1986 wiesen UNGER & MARTSFELD-HARTMANN (1989) 33 benthische Arten nach.

Sabellaria-Riffe - Der Polychaet *Sabellaria spinulosa* (Sandkoralle) kriert durch seine Riffbauten aus verfestigtem Sand einen Lebensraum für andere Arten. In der Hauptrinne des Jadebusens am Leitdamm bei Wilhelmshaven fand SCHUSTER (1952) ein ausgedehntes *Sabellaria*-Riff. In den 80er Jahren wiesen

³ Synonym: Schüttstelle. Bezeichnung für die in den Seekarten ausgewiesene Fläche, auf der eine Verklappung genehmigt ist. Es werden z.T. nur Teilbereiche tatsächlich beaufschlagt.

hier ARENS & GÖTTING (1987) eine *Sabellaria* Besiedlung in Restbeständen nach. Im Rahmen des BfG-Ästuarmonitorings wurden seit 1995 nur leere Wohnröhren der Sandkoralle in der Jade gefunden.

4.6.2 Ergebnisse

Insgesamt sind in den sieben Untersuchungsbereichen im Jadesystem 148 Taxa nachgewiesen worden (vgl. Anl. 4.6-2). Die Crustacea und Polychaeta stellten in allen Bereichen die dominanten taxonomischen Gruppen (vgl. Abb. 4.6-2). Sowohl die Gesamtartenzahl pro Bereich als auch die mittlere Artenzahl pro Greifer zeigen an den Klappstellenbereichen der Außenjade (01 (JA) und Jade-Weser (JW), ca. Jade km 40 – 55) höhere Werte als an den Klappstellen im Übergang zur Innenjade (Mellumplate Mitte + Nord2 (MN), Mellumplate Nord (MR), Mellumturm (MT), ca. Jade km 25 – 35). Im Bereich Südreede (SR) und Vareler Fahrwasser (VF) steigt die Artenzahl, bedingt durch Hartsubstrat besiedelnde Formen wieder an. Das gleiche Muster zeigt sich für die mittleren Individuendichten und Biomassen (vgl. Abb. 4.6-3).

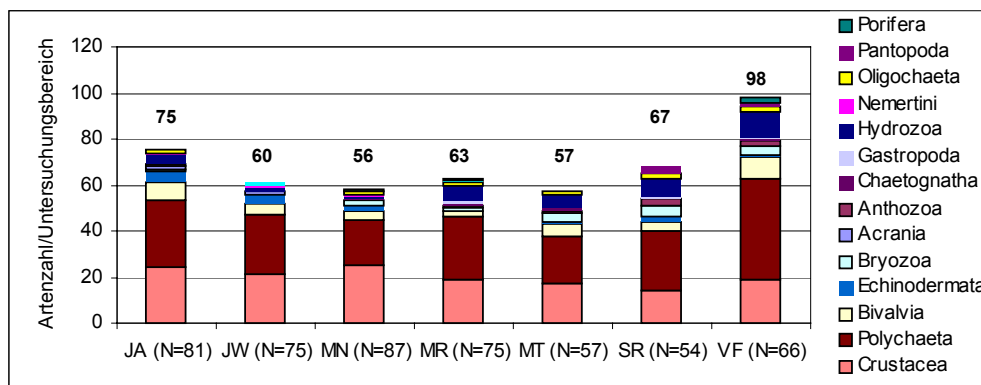


Abb. 4.6-2: Gesamtartenzahl und Vorkommen taxonomischer Gruppen in den sieben Untersuchungsbereichen der Jade. N = Anzahl der Proben (Greifer).

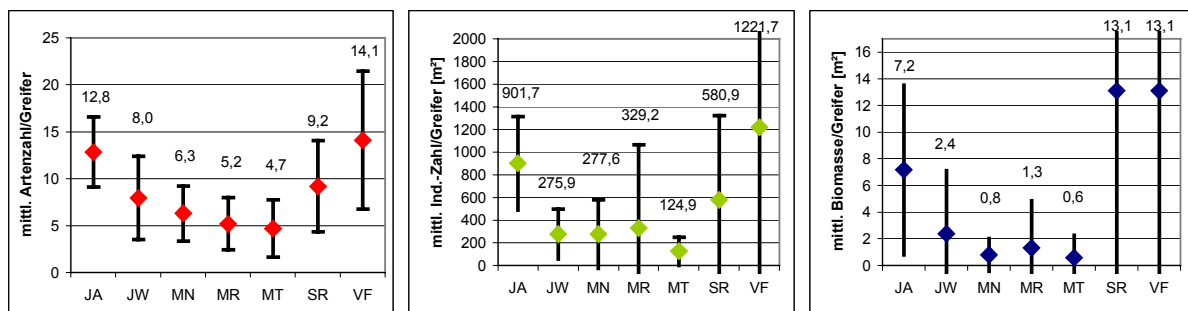


Abb. 4.6-3: Mittlere Artenzahl, Individuenzahl/m² und Biomassen/m². Dargestellt sind die Mittelwerte \pm Standardabweichung für die sieben Untersuchungsbereiche.

Rote Liste-Arten

Insgesamt wurden in vorliegender MZB-Untersuchung 19 Rote Liste-Arten (nach PETERSEN ET AL. 1996, RACHOR ET AL. 1998), einschließlich *Sabellaria spinulosa* nachgewiesen (vgl. Kap. 4.9.3). Allerdings wurden von der Sandkoralle nur leere Wohnröhren gefunden. Eine Übersicht gibt folgende Tabelle:

Tab. 4.6-2: Rote Liste-Arten Makrozoobenthos, HABAK Jade Untersuchung 2000. X = Artnachweis. Rote Liste 1995 (PETERSEN ET. AL. 1996): EX- extinct, CR- critical, EN- endangered, VU- vulnerable, SU- susceptible, *- not endangered. Rote Liste 1998 (RACHOR ET AL. 1998): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = Stark gefährdet, 3 = gefährdet, P = potenziell gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt, R = Arten mit geografischer Restriktion, V = Vorwarnliste.

Taxon	Gruppe	Rote Liste 1995 trilat.	Rote Liste 1995 Nds	Rote Liste 1998	Untersuchungsbereich							
					JA	JW	MN	MR	MT	SR	VF	
<i>Halichondria panicea</i>	Porifera	VU	VU	3				x				
<i>Eudendrium rameum</i>	Hydrozoa	VU		R						x	x	
<i>Sertularia cupressina</i>	Hydrozoa	VU	VU	3			x	x	x	x	x	
<i>Metridium senile</i>	Anthozoa	*	SU	G						x		
<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	*	SU	R						x	x	
<i>Petricola pholadiformis</i>	Bivalvia	*	SU	G						x	x	
<i>Phaxas pellucidus</i>	Bivalvia			G	x							
<i>Spisula elliptica</i>	Bivalvia			3			x					
<i>Spisula solida</i>	Bivalvia	SU	SU	G		x			x			
<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia		SU	G		x	x	x				
<i>Harmothoe impar</i>	Polychaeta			G						x	x	
<i>Neoamphitrite figulus</i>	Polychaeta	VU	SU	G								x
<i>Lagis koreni</i>	Polychaeta			G		x		x	x	x	x	
<i>Sabellaria spinulosa</i> (Geröll)	Polychaeta	EN	VU	3				x	x	x		
<i>Cancer pagurus</i>	Crustacea	*	SU							x		
<i>Caprella linearis</i>	Crustacea	*	SU		x	x				x	x	
<i>Idotea linearis</i>	Crustacea	VU	SU	G			x					
<i>Processa nouveli holthuisi</i>	Crustacea			G	x	x						
<i>Pygngonum littorale</i>	Pantopoda	SU	SU							x	x	

4.6.2.1 Klappstelle 01 (JA)

Die Klappstellen 01 und Jade-Weser sind den Wellen der Deutschen Bucht exponiert, die für einen großen Energieeintrag sorgen. Dies manifestiert sich in größeren Sedimenten in untiefen Bereichen, da der Eintrag durch Wellenenergie mit abnehmenden Wassertiefen zunimmt.

Insgesamt wurden an Klappstelle 01 75 Taxa identifiziert, davon zählten 29 zu den stetigen Arten, 8 zum Hyperbenthos und 38 kamen mit einer Stetigkeit von < 10 % vor. An dieser Klappstelle wurden im Verklappungsbereich sehr deutliche Hinweise auf Verklappungswirkungen im Vergleich zur Umgebung gefunden (vgl. Tab. 4.6-3).

Im Monat vor der Probenahme wurden vergleichsweise geringe Sedimentmengen von 27.620 m³ an der Klappstelle 01 verklappt. Dies deutet darauf hin, dass neben der direkten Verklappungswirkung an der Klappstelle die deutlichen Änderungen der Besiedlung, die mit allen statistischen Analysen erkennbar wurden, auch durch den Sekundäreffekt der Aufhöhung aus den letzten Jahren verursacht sind. Bis zur Probenahme wurden im Jahr 2000 an dieser Klappstelle insgesamt 291.945 m³ verbracht. An dem langfristig durch die Aufhöhung und damit erhöhten Energieeintrag gestörten Lebensraum findet sich eine im Vergleich zur Umgebung veränderte Gemeinschaft, die als dauerhaft in einem frühen Sukzessionsstadium befindlich charakterisiert werden kann. So sind die verringerten Abundanzen und Biomassen auf der Klappstelle besonders auf niedrigere Individuendichten der Muschel *Fabulina fabula* zurückzuführen. Juvenile Nephtyden lösen im Verklappungsbereich *F. fabula* als dominantes Taxon ab, die in allen anderen Bereichen die Individuenzahlen dominiert. Dieses Auftreten juveniler Formen ist ein deutlicher Hinweis auf einen im Zustand ständiger Wiederbesiedlung befindlichen Bereich.

Große biomassereiche Individuen von *Echinocardium cordatum* sind im Verklappungsbereich weniger stark verbreitet als an der Mehrzahl der Umgebungsstationen, was mit der im Verklappungsbereich geringeren Wassertiefe und der Überdeckung mit Klappgut, erklärt werden kann. Die Muschel *Donax*

vittatus kommt dagegen im flacheren Verklappungsgebiet vermehrt vor; wahrscheinlich, weil sie Umlagerungen verträgt und sich aufgrund des kräftigen Fußes schnell wieder einzugraben vermag.

Tab. 4.6-3: Übersicht Klappstelle 01, Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.7.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt.

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt
Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen
Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

Methode	Klappstelle 01 (JA) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Hinweis auf Wirkung
Parameter	Abiotik	
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Fahrwasser-Unterhaltung Fein-Mittelsand	
Klappmengen (Jahr)	1999: 364.763 m ³ , 2000: 601.688 m ³ , bis einschl. Sep 2000: 291.945 m ³	
Wassertiefe (Grafik)	Wassertiefe im Verklappungsbereich deutlich geringer	
Korngrößenanalysen (Grafik)	deutlich grobkörnigere Sedimente im Verklappungsbereich	
Glühverlust (Grafik)	Glühverluste im Verklappungsbereich deutlich geringer	
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten	
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	keine Hydrozoen, Gesamtartenzahl nicht verringert	
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	Zwischen Klappstelle und anderen Stationsgruppen sind signifikante Unterschiede vorhanden, Ausnahme: Transekt 1	
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)	
Abundanz/tax Gruppe je Station	deutlich verringerte Abundanzen im Verklappungsbereich	
Biomasse/tax Gruppe je Station	deutlich verringerte Biomassen im Verklappungsbereich	
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Klappstellenstationen gruppieren sich deutlich in einem anderem Ordinationsbereich als die Transekt- und Referenzstationen	
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Klappstellenstationen gruppieren sich deutlich in einem anderem Ordinationsbereich als die Transekt- und Referenzstationen	
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	Zwischen Klappstelle und allen anderen Stationsgruppen sind signifikante Unterschiede vorhanden	
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	Zwischen Klappstelle und allen anderen Stationsgruppen sind signifikante Unterschiede vorhanden	
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	keine deutlichen oder signifikante Unterschiede zwischen den Stationsgruppen	
PCA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
CA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
CCA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
PCA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
CA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
CCA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Verklappungsstationen von den Stationen der Transekte und Referenzen	
Interner Referenz-Ansatz	z.T. Veränderungen der Artvorkommen und Abundanzen zwischen Verklappungsbereich und den anderen Stationsgruppen	
Dominanzstrukturanalyse	Veränderungen in der Dominanzstruktur zwischen Klappstelle und anderen Stationsgruppen	
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Störungen der Zönose im Verklappungsbereich, die zu Veränderungen der Abundanz-Biomasse-Struktur führen	

Auffällige Arten	<i>Echinocardium cordatum</i> auf Klappstelle im Vergleich zur Umgebung mit geringerer Biomasse/Individuum	
	<i>Fabulina fabula</i> mit geringerer Schalenlänge auf Verklappungsbereich als in Umgebung, bes. auf Referenz	
	<i>Donax vittatus</i> vermehrt an Verklappungsbereich	
	<i>Nucula nitida</i> meidet Verklappungsbereich	
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene	
Individuedichte-Gesamt	Im Vergleich zu anderen Stationsgruppen ist die Gesamtabundanz auf der Klappstelle des Makrozoobenthos signifikant geringer	
Individuedichte -Anthozoa	keine Analyse - zu geringe Abundanzen	
Individuedichte-Bivalvia	Im Vergleich zu anderen Stationsgruppen ist die Bivalvia-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer	
Individuedichte-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz ist die Crustacea-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer	
Individuedichte-Polychaeta	Im Vergleich zur Referenz ist die Polychaeta-Abundanz geringer aber nicht signifikant, signifikante Unterschiede zeigen sich nur zum Transekt 1 auf der Klappstelle	
Biomasse-Gesamt	Im Vergleich zu anderen Stationsgruppen ist die Gesamtbiomasse auf der Klappstelle des Makrozoobenthos signifikant geringer, allerdings ist die Biomasse auf der Referenz im Vergleich zur derjenigen auf der Schüttstelle ebenfalls signifikant geringer	
Biomasse-Anthozoa	keine Analyse - zu geringe Abundanzen	
Biomasse-Bivalvia	Im Vergleich zu anderen Stationsgruppen ist die Bivalvia-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	
Biomasse-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz ist die Crustacea-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	
Biomasse-Polychaeta	Im Vergleich zur Referenz ist die Polychaeta-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	

4.6.2.2 Jade-Weser (JW)

In den Proben des Untersuchungsbereichs Jade-Weser traten insgesamt 60 Taxa auf. Zu den stetigen Arten (> 10 % der Greifer) zählten 22 Taxa. 8 Taxa wurden als Hyperbenthos identifiziert und 30 Taxa als nicht stetig vorkommend.

Die an der Klappstelle Jade-Weser gefundene Erhöhung des Untergrundes ist wahrscheinlich natürlichen Ursprungs, so dass die auf Teilen der Klappstelle gefundenen Auffälligkeiten in Abiotik und Biotik nicht eindeutig auf die Verklappungen zurückgeführt werden können. Als Verklappungswirkung wird die Erhöhung der Feinsandbestandteile (Fraktion < 125 µm) im Hangbereich der natürlichen Aufhöhung gesehen, die auch zu Veränderungen in der MZB-Gemeinschaft führt. Die Klappmengen betragen an Jade-Weser im Jahr 2000 bis zur Probenahme 1.184.279 m³ Sande und Schluff aus der Fahrinne, wovon im Monat vor der Probenahme 133.686 m³ verbraucht wurden.

In einigen statistischen Analysen wie dem Interne-Referenz-Ansatz spiegeln sich Auswirkungen der Sandverklappung auf die Benthosgemeinschaft wieder. Es zeigt sich, dass auf der Klappstelle *Abra alba*, *Spiophanes bombyx*, *Ophiura* juv., *Nephtys* spp., *Eumida sanguinea*, *Bathyporeia elegans* und *Malmgreniella lunulata* gänzlich fehlen. Dieses Fehlen kann nicht durch die andersartige Gemeinschaft an den zwei natürlicherweise mittelsandigen, flachen Stationen erklärt werden. Wahrscheinlich ist dieser Befund auf die hohen Verklappungsmengen von Feinsand mit Schluffanteilen zurückzuführen. Obwohl nicht alle Analysen eindeutige Befunde liefern (vgl. Tab. 4.6-4), werden die Ergebnisse an der Klappstelle JW insgesamt als Hinweise auf Verklappungswirkungen gewertet.

Tab. 4.6-4: Übersicht Klappstelle Jade-Weser, Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt.

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt

Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen

Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

	Jade-Weser (JW) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Hinweis auf Wirkung
Parameter	Abiotik	
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Fahrwasser-Unterhaltung Fein-Mittelsand	
Klappmengen (Jahr)	1999: 1.569.974 m ³ 2000: 1.631.648 m ³ (bis einschl. August 2000: 1.184.279 m ³)	
Wassertiefe (Grafik)	Wassertiefe auf Klappstelle an einzelnen Stationen geringer als an Vergleichsstationen	
Korngrößenanalysen (Grafik)	heterogene Sedimente an Klappstellenstationen, 2 Stationen mit offensichtlich höherem Feikornanteil	
Glühverlust (Grafik)	Glühverluste auf 2 Stationen der Klappstelle geringer	
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten	
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	reduzierte Artenzahlen an einigen Klappstellenstationen, Bivalvia fehlen an 3 Klappstellenstationen	
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	deutliche Unterschiede der Klappstelle zu Fahne West und Referenz West	
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (> 10 %, ohne Hyperbenthos)	
Abundanz/tax Gruppe je Station	deutlich verringerte Abundanzen auf dem größten Teil der Klappstelle im Vergleich zu benachbarten Stationen, jedoch kaum Unterschiede zu Referenz Ost	
Biomasse/tax Gruppe je Station	z.T. verringerte Biomassen auf der Klappstelle (ähnlich Referenz Ost), zwei Stationen ähneln Fahne und Referenz West	
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Klappstellenstationen heterogen, keine eigenständige Gruppierung, hohe Ähnlichkeit zu beiden Referenzen, Heterogenität als Verklappungswirkung möglich. 2 Stationen der Klappstelle (12, 13) betroffen	
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Klappstellenstationen heterogen, keine eigenständige Gruppierung, hohe Ähnlichkeit zu beiden Referenzen, Heterogenität als Verklappungswirkung möglich. 2 Stationen der Klappstelle betroffen	
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	signifikante - deutliche Unterschiede der Klappstelle zu Fahne West und Referenz West	
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	nicht deutliche bis deutliche Unterschiede der Klappstelle zu Fahne West und Referenz West	
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	keine Unterschiede der Klappstelle zu Fahne West und anderen Stationsgruppen, durch Heterogenität der Klappstelle ist Stationsgruppenbildung jedoch nur begrenzt aussagekräftig	
PCA Abundanz (Greiferniveau)	Trennung der Artenspektren von östlicher und westlicher Referenz, Klappstelle und Fahnen intermediär, Klappst. in zwei Gruppen gespalten, Stat. 12 und 13 verklappungsbedingt verändert	
CA Abundanz (Greiferniveau)	Veränderung der Zönose folgt räumlichem Gradienten, Klappstelle passt sich mit Sonderstellung einiger Greifer (Stat. 12 und 13) ein. Auffällige Greifer der Klappstelle ähneln Referenz Ost, die spärlich besiedelt ist	
CCA Abundanz (Greiferniveau)	Klappstelle durch heterogene Sedimente in zwei Greiferguppen geteilt, die östlichen bzw. westlichen Stationen (Fahnen und Referenzen) ähneln: Deutliche Trennung der Klappstelle von den übrigen Bereichen	
PCA Biomasse (Greiferniveau)	Trennung der Arten-Biomassespektren von östlicher und westlicher Referenz, Klappstelle und Fahnen intermediär, Klappst. ähnelt mit zwei Stationen (12, 13) der Referenz Ost	
CA Biomasse (Greiferniveau)	Klappstelle ähnelt z.T. Referenz Ost, z.T. Referenz West: Ähnlichkeit zur Referenz Ost (Stat. 12, 13) wird als Verklappungswirkung interpretiert	
CCA Biomasse (Greiferniveau)	Klappstelle durch heterogene Sedimente in zwei Greiferguppen geteilt, die östlichen bzw. westlichen Stationen (Fahnen und Referenzen).	

	Trennung der Klappstelle von den übrigen Bereichen	
Interner Referenz-Ansatz	Klappstelle stellt Übergangsgemeinschaft zwischen westlichen und östlichen Gemeinschaften dar, Sprung von Fahne West zur Klappstelle	
Dominanzstrukturanalyse	Der Übergangscharakter der Klappstelle zwischen westlichen und östlichen Stationen wird in der Verschiebung der Dominanzstrukturen deutlich; Verklappungswirkungen sind daraus nicht abzuleiten	
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Keine Störung der fünf Zönosen durch Verschiebung der Abundanz-Biomasse Dominanz	
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuidichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene	
Individuidichte-gesamt	Im Vergleich zur Referenz West und zur Fahne West ist die Gesamtabundanz auf der Klappstelle des Makrozoobenthos signifikant geringer	
Individuidichte -Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuidichte-Bivalvia	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Individuidichte-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz West ist die Crustacea-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)	
Individuidichte-Polychaeta	Im Vergleich zur Referenz West und zur Fahne West ist die Polychaeta-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)	
Biomasse-gesamt	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Bivalvia	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz West ist die Crustacea-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)	
Biomasse-Polychaeta	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	

4.6.2.3 Mellumplate Nord (MR)

An Mellumplate Nord wurden insgesamt 63 MZB-Taxa nachgewiesen: 13 stetige Arten, 44 nicht stetige Taxa und 6 Hyperbenthos Taxa. Insgesamt sind nach intensiver statistischer Analyse keine eindeutigen Verklappungswirkungen nachzuweisen (vgl. Tab. 4.6-5).

Im Jahr 2000 wurden an dieser Klappstelle bis einschließlich August 788.919 m³ Baggergut verklappt. Während sich bei Betrachtung der Abiotik durchaus Hinweise auf Verklappungswirkungen finden, da einzelne Greifer im Klappstellenbereich durch im Vergleich zur Umgebung veränderte Korngrößen, Glühverluste und Wassertiefen auffallen, wird dies bei den faunistischen Daten nicht deutlich. Insgesamt fügt sich die Besiedlung auf der Klappstelle Mellumplate Nord so in die graduelle Veränderung der Fauna von Nordwest nach Südost ein, so dass nicht auf Verklappungswirkungen geschlossen werden kann. Die Mehrzahl der Analysen zeigen, dass die Klappstelle eine Übergangssituation zwischen den Gemeinschaften auf der nördlichen und der südlichen Referenz repräsentiert. So kommt *Bathyporeia elegans*, der in den nördlichen feinsandigeren Bereichen dominiert, auf der Klappstelle ebenso vor wie *Goniadella bobretzkii*, der die eher grobkörnigen südlichen Teilbereiche beherrscht.

Da keine eindeutigen Hinweise auf eine geringere Besiedlung im Verklappungsbereich gefunden wurden, muss die Regeneration im Zeitraum von wenigen Wochen erfolgen, da nach der relativ umfangreichen Verklappung von 80.111 m³ im Juli bereits im September keine faunistischen Auffälligkeiten zu erkennen waren.

Tab. 4.6-5: Übersicht Klappstelle Mellumplate Nord (MR), Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt.

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich Verklappungsbedingt

Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen

Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

	Mellumplate Nord (MR) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Hinweis auf Wirkung
Parameter	Abiotik	
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Fahrwasser-Unterhaltung Fein-Mittelsand	
Klappmengen (Jahr)	1999: 520.578 m ³ einschließlich MN Nord, 2000: 955.595 m ³ , 2000 bis einschl. August: 788.919 m ³	
Wassertiefe (Grafik)	zwei Klappstellenstationen weisen geringere Wassertiefen auf als die Umgebung	
Korngrößenanalysen (Grafik)	Einzelne Greifer und Stationen der Klappstelle weisen prozentual höhere Werte an grobkörnigerem Sediment auf als die Fahne-Stationen; Referenz-Stationen ähneln mehrheitlich diesen durch gröbere Sedimente gekennzeichneten Klappstellenstationen.	
Glühverlust (Grafik)	einzelne Greifer der Klappstelle weisen deutlich höhere Glühverluste auf als die Fahne- und Referenzstationen	
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten	
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	Artenzahl/Greifer folgt einem ± abnehmenden Trend von MR1 nach MR25. Artenzahlen und Vorkommen von bestimmten Artengruppen sind im Klappstellenbereich z.T. verändert	
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	keine deutlichen oder signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Stationsgruppen	
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)	
Abundanz/tax Gruppe je Station	Klappstelle stellt den Übergangsbereich zwischen äußeren und inneren Stationen dar, Sonderstellung der Stationen MR11 und MR15 durch hohe Individuendichten; insgesamt tritt an den Klappstellenstationen eine Verklappungswirkung nicht deutlich hervor	
Biomasse/tax Gruppe je Station	Biomassen unterliegen ähnlich starken Schwankungen an Klappstelle, Referenzen und Fahnen; Verklappungswirkungen sind nicht abzuleiten	
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Station K13 nimmt eine Sonderstellung ein, zwischen den anderen Stationen entsprechen die Unterschiede nicht den Stationsgruppen, d.h. Klappstellenstationen unterscheiden sich in ihrer Arten-Abundanzstruktur nicht deutlich von den Fahne- und Referenzstationen	
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Station K13 nimmt eine Sonderstellung ein, zwischen den anderen Stationen entsprechen die Unterschiede nicht den Stationsgruppen, d.h. Klappstellenstationen unterscheiden sich in ihrer Arten-Biomassestruktur nicht deutlich von den Fahne- und Referenzstationen	
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	keine deutlichen oder signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Stationsgruppen	
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	keine deutlichen oder signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Stationsgruppen	
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	keine deutlichen oder signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Stationsgruppen	
PCA Abundanz (Greiferniveau)	Die Unterschiede der Artvorkommen und Abundanzen von Greifer zu Greifer sind weitgehend unabhängig von der Stationsgruppenzugehörigkeit, 2 Greifer der Klappstelle weisen hohe Individuendichten von <i>Goniadella bobretzkii</i> (15-1, 11-2) auf.	
CA Abundanz (Greiferniveau)	Eine Gruppierung der Stationsgruppen ist nicht zu erkennen, Klappstellen streuen in ihrer Arten-Abundanzzusammensetzung über die gesamte Ordination, auch Referenzen und Fahnen trennen sich nicht entsprechend ihrer Stationsgruppe	
CCA Abundanz (Greiferniveau)	Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung zwischen den Stationsgruppen sind nur schwach ausgeprägt, es existieren keine deutlichen Unterschiede in der Benthosbesiedlung zwischen den Stationsgruppen, die auf die abiotischen Parameter zurückgeführt werden können. Lediglich die Entfernung zur Klappstelle strukturiert die Greifer in gewissem Umfang.	

PCA Biomasse (Greiferniveau)	Die Unterschiede der Artvorkommen und Biomassen von Greifer zu Greifer sind weitgehend unabhängig von der Stationsgruppenzugehörigkeit, hohe Biomassen von <i>Nephtys longosetosa</i> häufen sich an einigen Klappstellengreifern (MR11-3, 12-1, 12-3), kommen aber auch an Referenz Nord, Fahne Nord und Fahne Süd vor.	
CA Biomasse (Greiferniveau)	Eine Gruppierung der Stationsgruppen ist nicht zu erkennen, Klappstellen streuen in ihrer Arten-Biomassezusammensetzung über die gesamte Ordination, auch Referenzen und Fahnen trennen sich nicht entsprechend ihrer Stationsgruppe	
CCA Biomasse (Greiferniveau)	Unterschiede zwischen Klappstelle, Fahnen und Referenz-Süd sind ausgeprägt. Jedoch gleicht die Referenz-Nord der Klappstelle und den Fahnen	
Interner Referenz-Ansatz	Klappstelle stellt Übergangsgemeinschaft zwischen nördlichen und südlichen Gemeinschaften dar; Verklappungswirkung nicht abzuleiten	
Dominanzstrukturanalyse	Durch die Dominanz von <i>Goniadella bobretzkii</i> erhält die Klappstelle eine Sonderstellung. Dieser Polychaet dominiert jedoch auch an der Referenz Süd, so dass die hohe Abundanz als Folge der Verklappung nicht wahrscheinlich ist.	
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Auf der Klappstelle kommt es durch die hohen Abundanzen von kleinen Ind. von <i>Goniadella bobretzkii</i> zu einer Überschneidung der Abundanz- und Biomassekurven: Die Gemeinschaft ist abundanzdominiert, was auf Störungen schließen lässt	
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene	
Individuedichte-gesamt	Im Vergleich zur Referenz Nord ist die Gesamt-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer	
Individuedichte -Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuedichte-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuedichte-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz Nord ist die Crustacea-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer,	
Individuedichte-Polychaeta	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-gesamt	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Crustacea	Im Vergleich zur Referenz Nord und Fahne Nord ist die Crustacea-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	
Biomasse-Polychaeta	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	

4.6.2.4 Mellumplate Mitte + Nord2 (MN)

Diese Klappstelle ist durch zwei Verklappungsbereiche gekennzeichnet, an denen verschiedene Sedimenttypen verklappt wurden. Der Verklappungsbereich Nord wurde zuletzt im Februar 2000 mit 2.491 m³ Schlick beaufschlagt. Auffälligkeiten bei Abiotik oder Biotik waren mehr als 6 Monate nach der vergleichsweise geringen Verklappungsmenge nicht zu verzeichnen.

Insgesamt wurden im Untersuchungsbereich Mellumplate Mitte + Nord2 56 Makrozoobenthos Taxa differenziert: 14 stetige Taxa, 10 Hyperbenthos Taxa und 32 Taxa die in < 10 % der Greifer auftraten. Die Verklappungsbereiche im Gebiet von Mellumplate Mitte + Nord2 waren nicht erkennbar durch die Verklappungen beeinträchtigt (vgl. Tab. 4.6-6).

Für den südlichen Klappbereich von MP Mitte + Nord2, zuletzt im Juni 2000 mit 38.468 m³ Sand beaufschlagt, ergaben sich bei Betrachtung der Fauna in den umfangreichen Analysen keine eindeutigen Hinweise auf Verklappungswirkungen. Diese treten auch nicht zu Tage, wenn die gefundene graduelle Veränderung der Fauna von Nord nach Süd als Maßstab dient und die spärlich besiedelte Referenz Süd in die Betrachtung einbezogen wird. Falls es zu Verklappungswirkungen kommt, so sind diese im

Zeitraum von Ende Juni bis Anfang September nivelliert worden. Faunistisch ist das Gebiet mit dem Untersuchungsbereich Mellumplate Nord (MR) vergleichbar, zu dem es auch räumlich parallel liegt.

Tab. 4.6-6: Übersicht Klappstelle Mellumplate Mitte + Nord2 (MN), Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt.

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt
Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen
Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

	Mellumplate Mitte + Nord2 (MN) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Verklapp- Bereich Nord	Verklapp- Bereich Süd
Parameter	Abiotik	Hinweis auf Wirkung	Hinweis auf Wirkung
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Neuer Vorhafen-Unterhaltung – Schlick Fahrwasserunterhaltung - Fein-Mittelsand	Schlick	Fein- Mittelsand
Klappmengen (Jahr)	1999: 200.151 m ³ gesamt, 2000 -zwei Teilbereiche: keine Verklappung von Juli-Dez.	2.491 m ³	97.574 m ³
Wassertiefe (Grafik)	Wassertiefen im südlichen Verklappungsbereich verringert		
Korngrößenanalysen (Grafik)	Ein einzelner Greifer (auf dem Verklappungsbereich Nord) weist deutlich höhere Feinkornanteile auf als alle anderen Greifer, an denen ein räumlicher Gradient nachvollziehbar ist.		
Glühverlust (Grafik)	Einzelne Greifer weisen höhere Glühverlustwerte >1% auf. Diese liegen im Verklappungsbereich bzw. auf einer angrenzenden Station (1 Greifer)		
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten		
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	keine klar erkennbaren Unterschiede der Verklappungsbereiche zu Fahnen und/oder Referenzen		
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	Verklappungsbereiche Nord und Süd unterscheiden sich nicht deutlich oder signifikant von benachbarten Fahne- und Referenzstationen. Bei geogr. auseinander liegenden Stationsgruppen Unterschiede deutlicher		
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)		
Abundanz/tax Gruppe je Station	Alle Stationen zeigen von Nord nach Süd, dass sich die Gemeinschaft verändert. Klappbereiche fügen sich in die räumlichen Veränderungen ein, kein Nachweis massiv veränderter Gemeinschaft.		
Biomasse/tax Gruppe je Station	Veränderung der Biomassen von Nord nach Süd wie bei Abundanzen. Ursachen nicht verklappungsbedingt, da Verklappungsbereiche sich in kontinuierliche Veränderung einfügen.		
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Abundanzdaten zeigen räumliche Veränderung der Benthosgemeinschaft entlang des Transekts von Nord nach Süd. Ausnahmen: Stationen 1-4 der Referenz Nord und Station MN20 (geringe Besiedlung).		
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Biomasseverteilung zeigt räumliche Veränderung der Benthosgemeinschaft entlang des Transekts von Nord nach Süd. Ausnahmen: Stationen 1-4 der Referenz Nord und Station MN20 (geringe Besiedlung).		
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	Klappstellenbereiche nicht deutlich oder signifikant verschieden von Umgebungsbereichen		
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	Klappstellenbereiche nicht deutlich oder signifikant verschieden von Umgebungsbereichen		
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	Klappstellenbereiche nicht deutlich oder signifikant verschieden von Umgebungsbereichen		
PCA Abundanz (Greiferniveau)	Greifer aus den Verklappungsbereichen zeigen keine ihnen eigene Gemeinschaft. Eine graduelle Veränderung von Nord nach Süd deutet sich an. Referenz Nord, Fahne Nord und Teile des Verklappungsbereichs Nord ähneln einander in der Benthosstruktur		
CA Abundanz (Greiferniveau)	Referenz Nord unterscheidet sich von anderen Stationsgruppen. Weitere Unterschiede gering und nicht auf Verklappungswirkungen deutend		

CCA Abundanz (Greiferniveau)	Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung zwischen den Stationsgruppen sind nur schwach ausgeprägt, es existieren keine deutlichen Unterschiede in der Benthosbesiedlung zwischen den Stationsgruppen, die auf die abiotischen Parameter zurückgeführt werden können. Lediglich die Entfernung zur Klappstelle strukturiert die Greifer in gewissem Umfang.		
PCA Biomasse (Greiferniveau)	Vorkommen der Taxa ist nicht an bestimmte Stationsgruppen gebunden. Höhere Biomassen von <i>Ophelia limacina</i> in einigen Greifern der Verklappungsbereiche		
CA Biomasse (Greiferniveau)	Starke Überschneidung aller Greifer, keine Auffälligkeiten der Verklappungsbereiche gegenüber Referenzen und Fahnen		
CCA Biomasse (Greiferniveau)	Unterschiede zwischen den Stationsgruppen sind nicht zu erkennen. Alle Greifer streuen stark über die gesamte Ordination.		
Interner Referenz-Ansatz	Klappstelle stellt Übergangsgemeinschaft zwischen nördlichen und südlichen Gemeinschaften dar; Verklappungswirkung nicht abzuleiten		
Dominanzstrukturanalyse	Klappstellen fügen sich in die graduelle Veränderung der Fauna entlang des Transekts ein.		
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	auf den Verklappungsbereichen keine Störungen nach dem ABC-Konzept		
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene		
Individuedichte-gesamt	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Individuedichte -Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen		
Individuedichte-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen		
Individuedichte-Crustacea	signifikante Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zur Referenz Nord		
Individuedichte-Polychaeta	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Biomasse-gesamt	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Biomasse-Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen		
Biomasse-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen		
Biomasse-Crustacea	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Biomasse-Polychaeta	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen		

4.6.2.5 Mellumturm (MT)

Insgesamt traten an Mellumturm 57 Taxa auf. Davon sind 13 den stetigen Taxa, 10 dem Hyperbenthos und 34 den nicht stetigen Taxa zuzuordnen. Insgesamt deuten die Befunde der faunistischen Analysen an Mellumturm nicht auf Verklappungswirkungen hin (vgl. Tab. 4.6-7).

Die beprobte Referenz war durch größere Sedimente gekennzeichnet als Fahnen- und Klappstellenstationen, was auf natürliche Ursachen zurückgeführt wurde. Daher wurde die Referenz nicht als Bezugszönose verwendet, sondern die Fahnen als funktionelle Referenz genutzt. Die Klappmengen der WSV betragen im Jahr 2000 bis einschließlich August 327.687 m³, wovon im Mai 297.749 m³ und im August 29.938 m³ verklappt wurden. Dabei handelt es sich überwiegend um schlickiges Material aus dem Vorhafen. Hinzu kamen bis August 847.345 m³ überwiegend feinsandiges Baggermaterial von „Dritten“ (vgl. Kap. 2.5), wovon allein im August 224.585 m³ auf der Klappstelle Mellumturm verklappt wurden.

Die Teilbereiche der Klappstelle und Fahnen waren durch eine sehr hohe Heterogenität mit vereinzelt hohen Feinsandanteilen gekennzeichnet, so dass diese Stationsgruppen anhand der statistischen Analysen nicht klar zu unterscheiden waren. Nahezu alle statistischen Analysen der faunistischen Daten erbrachte keine eindeutigen Unterschiede zwischen Fahnen und Klappstelle, während die offensichtlich ungeeignete Referenz deutlich bzw. signifikant anders besiedelt war. Vermutlich sind die

Besiedlungsunterschiede der Referenz (dominante Arten: *Goniadella bobretzkii*, *Ophelia limacina*) zu Fahne und Klappstelle (*Spio martinensis*, *Bathyporeia pelagica*, *Nephtys*-Arten) auf natürliche unterschiedliche Standortbedingungen zurückzuführen. Da die letzte umfangreiche Verklappung kurz vor der Probenahme (max. 4 Wochen) stattfand, jedoch keine eindeutigen Verklappungswirkungen (wie z.B. verödete Besiedlung) auf die Makrozoobenthosgemeinschaft gefunden wurden, ist anzunehmen, dass nur wenig Klappmaterial am Einbringungsort sedimentiert und die Fauna im Verklappungsbereich die zeitweise Trübung/Bedeckung mit dem teils schlickigem Klappgut übersteht sowie den Bereich zügig wiederzubesiedeln vermag.

Tab. 4.6-7: Übersicht Klappstelle Mellumturm, Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt. kursiv: Klappmengen v. „Dritten“ (s. Kap. 2.5)

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt

Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen

Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

	Mellumturm (MT) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Hinweis auf Wirkung
Parameter	Abiotik	
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Neuer Vorhafen-Unterhaltung: Schlick <i>Umschlaganlagen u. Außenhafen Hooksiel: Feinsand-Schluff</i>	
Klappmengen (Jahr)	1999: 586.149 m ³ + 868.275 m ³ 2000: 492.024 m ³ + 1.337.701 m ³ 2000 bis einschl. August: 327.687 m ³ + 847.345 m ³	
Wassertiefe (Grafik)	Wassertiefe im Verklappungsbereich unverändert, Referenz liegt deutlich tiefer als Klappstelle und Fahnen, Referenz nicht berücksichtigt	
Glühverlust (Grafik)	Glühverluste vereinzelt mit hohen Werten auf Klappstelle und Fahne, auch auf Referenz, keine deutliche Veränderung auf Klappstelle selbst	
Korngrößenanalysen (Grafik)	Höherer Schlickanteil auf Klappstelle und Fahne-Süd im Vergleich zur Fahne-Nord und der Referenz	
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten	
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	Starke Streuung der Artenzahlen zwischen allen Greifern, keine Auffälligkeiten bzgl. Klappstelle	
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	Fahne-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Referenz	
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)	
Abundanz/tax. Gruppe je Station	Besiedlungsunterschiede zwischen allen vier Stationsgruppen; Referenz mit höheren Abundanzen als Klappstelle. Unterschiede der Klappstelle zur Referenz u.U. durch die Lage der Referenz bedingt (tieferes Wasser, gröbere Sedimente), jedoch nicht verklappungsbedingt	
Biomasse/tax. Gruppe je Station	Biomassen streuen an allen Stationen stark; wird an Referenz von anderen Arten beeinflusst als an Fahnen und Klappstelle. Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt	
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Klappstellen- und Fahne-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Klappstellen- und Fahne-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt	
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	Klappstellen- und Fahne-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	Fahne-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	

ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	Fahne Süd-Stationen unterscheiden sich von Referenzstationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
PCA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
CA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
CCA Abundanz (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
PCA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
CA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
CCA Biomasse (Greiferniveau)	deutliche Trennung der Referenz von den anderen Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
Interner Referenz-Ansatz	Referenz unterscheidet sich deutlich von Klappstelle und Fahne-Stationen, Ursache u.U. standort-, jedoch nicht verklappungsbedingt, keine als Verklappungswirkung zu interpretierenden Unterschiede zwischen Klappstelle und Umgebung	
Dominanzstrukturanalyse	Die vier Untersuchungsbereiche unterscheiden sich alle in ihrer Dominanzstruktur	
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Fahne Süd erscheint gestört, an Klappstelle, Fahne Nord und Referenz keine Störung	
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene	
Individuedichte-gesamt	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Individuedichte -Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuedichte-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuedichte-Crustacea	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Individuedichte-Polychaeta	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-gesamt	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Anthozoa	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Crustacea	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Polychaeta	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	

4.6.2.6 Südreede (SR)

Im Bereich Südreede wurden 67 Makrozoobenthos Taxa gefundenen. Davon waren 21 stetige, 11 hyperbenthische und 35 nicht stetige Arten zu unterscheiden. In der Gesamtbetrachtung können anhand des vorliegenden Datensatzes Verklappungswirkungen nicht eindeutig belegt werden (vgl. Tab. 4.6-8).

Die erhobenen abiotischen Parameter geben an dieser Klappstelle keinen Hinweis auf die Verklappungen, d.h. es kommt im Verklappungsbereich nicht zu erhöhten Feinkornanteilen. Auf der Klappstelle selbst sind hinsichtlich der Fauna graduelle und z.T. fleckenhafte Unterschiede zu den angrenzenden Fahnen zu erkennen, da die Zönose in Richtung Norden verringerte Besiedlungsdichten und Biomassen aufweist. Sowohl Verklappungswirkungen als auch natürliche Gradienten kommen zur

Erklärung der Besiedlungsunterschiede in Betracht. Daher müssen alle signifikanten oder deutlichen Hinweise unter diesem Vorbehalt betrachtet werden. Eine Aussage zu den Ursachen der Unterschiede ist hier nicht möglich. Aufgrund der bis zum September vergleichsweise geringen Klappmengen sind die Wirkungen auf das Makrozoobenthos vermutlich gering.

Die Fahnen sind besonders mit Balaniden, Anthozoen und anderen Aufwuchsorganismen, die sich als Filtrierer/Suspensionsfresser aus der Wassersäule ernähren, reichhaltig besiedelt, was nicht auf starke Beeinträchtigungen schließen lässt. Strukturbildend wirkt sich auf die Zönosen das Vorhandensein von Hartsubstraten (Steine, *Sabellaria*-Riff Bruchstücke) aus, die auf der Referenz fehlen und im nördlichen Klappbereich wahrscheinlich auch natürlicherweise weniger häufig vorkommen.

Tab. 4.6-8: Übersicht Klappstelle Südreede, Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt.

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt

Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen

Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

	Südreede (SR) Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Hinweis auf Wirkung
Parameter	Abiotik	
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Fahrwasser-Unterhaltung - Fein-Mittelsand, Neuer Vorhafen-Unterhaltung - Schlick	
Klappmengen (Jahr)	1999: 182.467 und 42348 m ³ , 2000: 462.733, davon bis einschl. September: 92.513 m ³	
Wassertiefe (Grafik)	Auf der Klappstelle keine Veränderungen im Vergleich zu umgebenden Stationen	
Korngrößenanalysen (Grafik)	Auf der Klappstelle leichte Unterschiede im Vergleich zu umgebenden Stationen, Ursache unklar, Referenzstationen ungeeignet, da andere Sedimentzusammensetzung	
Glühverlust (Grafik)	Auf der Klappstelle keine Veränderungen im Vergleich zu umgebenden Stationen	
Art der Analyse	Makrozoobenthos alle Arten	
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	geringere Artenzahl an drei Stationen der Klappstelle wird wie die geringere Artenzahl auf der Referenz als natürliche Verteilung interpretiert - keine Verklappungswirkung	
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	Unterschiede der Fahnen zu Referenz werden nicht als Verklappungswirkung interpretiert	
Art der Analyse	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)	
Abundanz/tax Gruppe je Station	Abundanzen zeigen auf der Klappstelle einen deutlichen Gradienten mit zunehmenden Werten in südlicher Richtung. Dies kann Ausdruck der Verklappungen sein, aber es erscheint ebenso plausibel, dass natürliche Standortbedingungen die Verteilung erklären	
Biomasse/tax Gruppe je Station	Biomassen zeigen auf der Klappstelle einen deutlichen Gradienten mit zunehmenden Werten in südlicher Richtung. Natürliche Standortbedingungen erklären die Verteilung	
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	drei Klappstellenstationen deutlich verschieden von anderen Stationen der Klappstelle und der Fahnen (Referenz nicht berücksichtigt), Verklappungswirkung wird nicht angenommen	
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	drei Klappstellenstationen deutlich verschieden von anderen Stationen der Klappstelle und der Fahnen (Referenz nicht berücksichtigt), Verklappungswirkung?	
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
PCA Abundanz (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	

CA Abundanz (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
CCA Abundanz (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
PCA Biomasse (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
CA Biomasse (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
CCA Biomasse (Greiferniveau)	Referenz ungeeignet, Unterschiede der Klappstelle mit Ausnahme einiger Greifer zu Fahnen gering	
Interner Referenz-Ansatz	Auf Ebene der Stationsgruppen keine Unterschiede der Klappstelle zu anderen Stationsgruppen, die auf Verklappungen zurückgeführt werden können	
Dominanzstrukturanalyse	Auf Ebene der Stationsgruppen keine Unterschiede der Klappstelle zu anderen Stationsgruppen, die auf Verklappungen zurückgeführt werden können	
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Auf Ebene der Stationsgruppen keine Unterschiede der Klappstelle zu anderen Stationsgruppen, die auf Verklappungen zurückgeführt werden können	
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene	
Individuedichte-gesamt	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Individuedichte -Anthozoa	Im Vergleich zu den Fahne-Bereichen ist die Anthozoa-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer	
Individuedichte-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Individuedichte-Crustacea	Im Vergleich zu den Fahne-Bereichen ist die Crustacea-Abundanz auf der Klappstelle signifikant geringer	
Individuedichte-Polychaeta	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-gesamt	Im Vergleich zur Fahne ist die Gesamtbiomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	
Biomasse-Anthozoa	Im Vergleich zu den Fahne-Bereichen ist die Anthozoa-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	
Biomasse-Bivalvia	keine Analyse, aufgrund insgesamt geringer Abundanzen	
Biomasse-Crustacea	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf der Klappstelle im Vergleich zu den anderen Bereichen	
Biomasse-Polychaeta	Im Vergleich zu den Fahne-Bereichen ist die Polychaeta-Biomasse auf der Klappstelle signifikant geringer	

4.6.2.7 Vareler Fahrwasser (VF)

An den Klappstellen Vareler Fahrwasser wurden insgesamt 98 Taxa identifiziert. Davon gehörten 33 zu den stetigen, 57 zu den nicht stetigen und 8 zu den Hyperbenthos Taxa. Insgesamt sind auf der Basis der Analyseergebnisse für das Vareler Fahrwasser keine klaren Aussagen über Verklappungseffekte zu treffen (vgl. Tab. 4.6-9).

Deutliche Verklappungswirkungen waren im September nicht erkennbar, u.U. da die umfangreichsten Verklappungen der WSV mit 299.179 m³ Schlick aus dem Vorhafen bereits im Februar 2000 stattfanden. Von „Dritten“ wurden in 2000 fast 17.000 m³ hier verklappt (s. Kap. 2.5). Im März verklappte das Niedersächsische Hafenamts auf der Klappstelle Vareler Fahrwasser insgesamt 11.465 m³ und von der WSV wurde im Mai noch einmal die vergleichsweise geringe Menge von 5.686 m³ hier verbracht. Somit liegt zwar die letzte Verklappung vor der Untersuchung nur 3 Monate zurück, der Zeitraum zwischen massiver Verklappung von Schlick und Probenahme betrug jedoch 6 Monate.

Auffällig war im untersuchten Bereich das Vorkommen von natürlichen und sekundären Hartsubstraten (Steine, *Sabellaria*-Reste, Ziegel) v.a auf der Referenz und Fahne Süd und teilweise auf der Klappstelle

Süd. An der Klappstelle Nord und Teilen der Fahne und Referenz Nord dominierten Schlick und Feinsand die Sedimente.

Vor dem Hintergrund der zurückliegenden Verklappungen kommen für die dicht besiedelten schlickigen Sedimente an der Klappstelle Nord zwei Erklärungsmuster in Betracht. Einerseits könnte die hier auffällige und dichte *Corophium*-Besiedlung Sekundärfolge der Verklappung vom vorangegangenen Februar sein, wenn sich die verklappten Sedimente am Verbringungsort als lagestabil erwiesen und neu besiedelt wurden, andererseits könnte das schlickhaltige Sediment aber auch natürlicherweise hier vorkommen. Schnelle und oft abrupte Wechsel in der tierischen Besiedlung sowie fleckenhafte Vorkommen verschiedener Sedimente sind im Vareler Fahrwasser auch aus weiteren Studien belegt (u.a. STEUWER et. al. 1999). Ähnlich wie im Bereich Südreede wurden auch hier viele Hartsubstrate mit entsprechender Besiedlung angetroffen.

Die als empfindlich geltende, weil ortsfeste *Petricola pholadiformis* kam auf dem Klappbereich Nord in höheren Biomassen vor als im Umgebungsbereich. Insgesamt kann somit keine klare Aussage zur Wirkung der Verklappung am Klappbereich Nord gemacht werden. Am Klappbereich Süd wurden keine eindeutigen Unterschiede zu Fahnen und Referenzen gefunden. Die Verklappungen wirken sich nach 3 bis 6 Monaten vermutlich nicht mehr auf die Fauna aus, sondern die von Überdeckung und Trübung betroffene Fauna regeneriert sich wahrscheinlich in diesem Zeitraum.

Tab. 4.6-9: Übersicht Klappstelle Vareler Fahrwasser, Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Hinweis auf Wirkung. Methodik der Wirkungsermittlung beachten (Kap. 4.6.1), da Farbgebung nicht mit Ergebnissen der statistischen Analysen identisch ist, sondern die Interpretation der Ergebnisse darstellt. kursiv: Klappmengen v. „Dritten“ (s. Kap. 2.5)

Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant und sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt
Unterschiede erkennbar, Hinweis nicht eindeutig, Ursache u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen
Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich

Parameter	Vareler Fahrwasser (VF)	Hinweis auf Wirkung	Hinweis auf Wirkung
	Zusammenfassung der Analyseergebnisse	Kst. Nord	Kst. Süd
	Abiotik		
Herkunft des Baggerguts, Zusammensetzung	Neuer Vorhafen-Unterhaltung: Schlick <i>Umschlaganlage, Alter Vorhafen: Feinsand-Schluff</i>		
Klappmengen (Jahr)	1999: 356.150 m ³ + 68.096 m ³ 2000 : 345.046 m ³ + 16.958 m ³ 2000 bis zur Probenahme: 304.865 m ³ + 16.958 m ³		
Wassertiefe (Grafik)	Wassertiefen auf Verklappungsbereichen nicht erniedrigt, Klappstellenstationen reihen sich in Abnahme der Wassertiefen von Nord nach Süd ein		
Korngrößenanalysen (Grafik)	hohe Feinkornfraktion <63 µm an Fahne Nord und Klappstelle Nord, z.T. auch an Referenz Nord, Fahne Süd und Klappstelle Süd		
Glühverlust (Grafik)	deutlich erhöhte Glühverluste im Bereich der Klappstelle Nord und Teilen der Fahne Nord; einzelne hohe Glühverluste auch an Referenz Nord, Klappstelle Süd, Fahne Süd		
	Makrozoobenthos alle Arten		
Artenzahl/tax. Gruppe je Greifer	Fahne Nord und Klappstelle Nord mit geringeren Artenzahlen/Greifer als Referenz Nord und Klappstelle Süd, Fahne Süd und Referenz Süd mit geringsten Artenzahlen und anderem Artenspektrum		
ANOSIM Artenspektrum Presence/absence	Keine deutl. oder signif. Unterschiede zwischen Klappstelle Nord, Referenz Nord und Fahne Nord, aber Unterschiede zwischen Klappst. Nord und Süd, Fahne und Ref. Süd; Klappstelle Süd unterscheidet sich deutl. bzw. signif. von Fahne Nord, Fahne und Ref. Süd		
	Makrozoobenthos stetige Arten (>10%, ohne Hyperbenthos)		
Abundanz/tax Gruppe je Station	Referenz Nord mit höheren Abundanzen als Fahne Nord, Klappstelle Nord und Klappstelle Süd, Fahne Süd und Referenz Süd mit geringen Abundanzen; geringe Abundanzen an Bivalvia auf Klappstelle Nord und Teilen der Fahne Nord		
Biomasse/tax Gruppe je	Sehr heterogenes Bild der Biomasse/Station. Zwei Klappstelle Nord - Stationen und eine Klappstelle Süd Station mit sehr geringen		

Station	Biomassen (<5 g AFTG/m ²), aber auch hohe Biomassen (>10 g AFTG/m ²) an Klappstellenstationen		
MDS-Plot Abundanz (Stationsniveau)	Abundanzen der Klappstellenstationen (Nord und Süd) unterscheiden sich nicht erkennbar von Referenz Nord und Fahne Nord, Referenz und Fahne Süd weisen deutl. anderes Arten-Abundanzspektrum auf		
MDS-Plot Biomasse (Stationsniveau)	Biomassen der Klappstellenstationen (Nord und Süd) unterscheiden sich nicht erkennbar von Referenz Nord und Fahne Nord, Referenz und Fahne Süd weisen deutl. anderes Arten-Biomassespektrum auf		
ANOSIM Abundanz (Greiferniveau)	Keine deutl. oder sign. Unterschiede zwischen Klappstelle Nord, Referenz Nord und Fahne Nord, aber Unterschiede zwischen Klappst. Nord und Süd, Fahne und Ref. Süd; Klappstelle Süd unterscheidet sich zusätzlich signif. von Fahne Nord, Fahne und Ref. Süd		
ANOSIM Biomasse (Greiferniveau)	deutl. oder signif. Unterschiede der Klappstellen nur zu Fahne und Referenz Süd		
ANOSIM durchschn. Biomasse (Greiferniveau)	Fahne Nord und Klappstelle Nord unterscheiden sich deutl. bzw. signifikant von Fahne Süd und Ref. Süd		
PCA Abundanz (Greiferniveau)	deutlich unterschiedliche Artvorkommen und Abundanzen zwischen Referenz Nord (<i>Eumida sanguinea</i> , Aufwuchs) und Klappstelle Nord/Fahne Nord (<i>Corophium volutator</i>); Klappstelle Süd und Referenz Nord ähneln einander dagegen stärker		
CA Abundanz (Greiferniveau)	Deutlich unterschiedliche Artvorkommen und Abundanzen zwischen Referenz Nord (<i>Eumida sanguinea</i> , Aufwuchs) und Klappstelle Nord/Fahne Nord (<i>Corophium volutator</i>); Klappstelle Süd und Referenz Nord ähneln einander dagegen stärker		
CCA Abundanz (Greiferniveau)	Referenz Nord ist sedimentologisch zweigeteilt und ähnelt teilweise Klappstelle Nord (hohe Glühverluste und Feinkornanteil <63 µm), Unterschiede zwischen beiden Klappstellen deutlich, Referenz und Fahne Süd mit deutlich anderer Gemeinschaft - hohe Feinkornanteile verändern Fauna an Klappstelle Nord		
PCA Biomasse (Greiferniveau)	Zwischen Referenz Nord und Klappstelle Nord ergeben sich bis auf Ausnahmen mit einzelnen Greifern deutliche Unterschiede in der Betlosbesiedlung. Fahnen, Klappstelle Süd und Referenz Süd ähneln dabei stärker Klappstelle Nord. Referenz Nord-Greifer weisen z.T hohe Biomassen an Anthozoen auf.		
CA Biomasse (Greiferniveau)	Unterschiede der Klappstelle Nord und Süd werden bes. zu Referenz und Fahne Süd deutlich, zu Fahne Nord und Referenz Nord kaum Unterschiede		
CCA Biomasse (Greiferniveau)	Referenz Nord ist sedimentologisch zweigeteilt und ähnelt teilweise Klappstelle Nord (hohe Glühverluste und Feinkornanteil <63 µm), Unterschiede zwischen beiden Klappstellen deutlich, Referenz und Fahne Süd mit deutlich anderer Gemeinschaft - hohe Feinkornanteile verändern Fauna an Klappstelle Nord		
Interner Referenz-Ansatz	Ähnliche Besiedlung von Referenz Nord, Fahne Nord und Klappstelle Nord; Klappstelle Süd mit breitem Artenspektrum aller stetigen Arten vereint Charakteristika der nördlich und der südlich angrenzenden Gemeinschaften. Fahne und Referenz Süd mit sich von den nördlichen Stationsgruppen abgrenzender Gemeinschaft.		
Dominanzstrukturanalyse	Dominanzstruktur von Referenz Nord, Fahne Nord, Klappstelle Nord und Klappstelle Süd ähnlich. Fahne und Referenz Süd mit sich von den nördlichen Stationsgruppen abgrenzender Dominanzstruktur.		
Abundanz-Biomasse-Vergleich (Polychaeta)	Keine Störung der sechs Zönosen durch Verschiebung der Abundanz-Biomasse Dominanz		
Auffällige Arten	<i>Petricola pholadiformis</i> auf Klappstelle vorhanden		
Varianzanalyse H-Test, Nemenyi post-hoc Test; in Einzelfällen paarweiser Vergleich nach Wilcoxon	Gesamtindividuedichte, Gesamtbiomasse sowie Gruppen Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Polychaeta – je alle Arten (ohne Hyperbenthos), Greiferebene,		
Individuedichte-gesamt	signifikant höhere Abundanzen auf den Klappstellen Nord und Süd im Vergleich zur Referenz Süd		
Individuedichte -Anthozoa	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle Nord im Vergleich zu den anderen Bereichen; signifikante Abundanz-Unterschiede auf der Klappstelle Süd im Vergleich Ref-Nord		
Individuedichte-Bivalvia	keine signifikanten Abundanz-Unterschiede auf den Klappstellen Nord und Süd im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Individuedichte-Crustacea	signifikant höhere Crustacea-Abundanz auf den Klappstellen Nord und Süd im Vergleich zur Referenz Süd und Fahne Süd		
Individuedichte-	Im Vergleich zur Referenz Nord ist die Polychaeta-Abundanz auf der		

Polychaeta	Klappstelle Nord signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)		
Biomasse-gesamt	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf den Klappstellen Nord und Süd im Vergleich zu den anderen Bereichen		
Biomasse-Anthozoa	keine signifikanten Biomasse-Unterschiede auf Klappstelle Nord im Vergleich zu den anderen Bereiche; aber signifikante Unterschiede zwischen Klappstelle Süd und Referenz Nord		
Biomasse-Bivalvia	Im Vergleich zur Referenz Nord ist die Bivalvia-Biomasse auf der Klappstelle Nord signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)		
Biomasse-Crustacea	signifikant höhere Crustacea-Biomasse auf der Klappstelle im Vergleich zur Referenz Süd und Fahne Ost		
Biomasse-Polychaeta	Im Vergleich zur Referenz Nord ist die Polychaeta-Biomasse auf der Klappstelle Nord signifikant geringer (paarweiser Vergleich, Wilcoxon $p < 0,1$)		

4.6.3 Bewertung

Verklappungswirkungen verursachende Faktoren und Wirkpfade

Generell sind Art und Ausmaß der Verklappungswirkungen von den folgenden Randbedingungen abhängig: Beginn der Untersuchung nach der letzten Verklappung, Art und Menge des verklappten Materials, Verklappungsfrequenz, hydrographische und morphologische Bedingungen, natürliche Schwebstoffkonzentration, Art der anstehenden Sedimente und vorhandene Besiedlung.

Die Analysen der Benthosgemeinschaften der Jade-Klappstellen offenbarten insgesamt eine sehr hohe Heterogenität zwischen einzelnen Stationen und Teilbereichen, für die neben Verklappungswirkungen auch natürliche Ursachen identifiziert wurden. Dies erschwert die kausale Identifikation von Verklappungswirkungen. Zusammenfassend wurden in der aktuellen Untersuchung auf keiner der Jade-Klappstellen massive Verödungen, sondern nur relativ schwache oder keine erkennbaren Beeinträchtigungen identifiziert (vgl. Tab. 4.6-10). Verklappungswirkungen können an einer Reihe unterschiedlicher Faktoren festgemacht werden:

Überdeckung der ursprünglichen Fauna - Die Empfindlichkeit gegenüber einer Überdeckung ist artspezifisch (BIJKERK 1988). Als wenig tolerant gelten z.B. Seeanemonen oder Bohrmuscheln. Beide Taxa sind in vorliegender Studie in relativ hohen Abundanzen auch auf den Klappstellenstationen von Südreede und im Jadebusen gefunden worden. Offenbar wurden die Beaufschlagungsintensität unter den spezifischen Randbedingungen noch toleriert. Als besonders empfindlich, auch gegenüber geringen Klappmengen gelten die Miesmuschel und die Sandkoralle. Diese sind als unbesiedeltes *Sabellaria*-Geröll sowie in Form von *Mytilus*-Brut im Jadebusen sowie an Südreede in vorliegender Untersuchung dokumentiert.

Veränderung der Sedimentzusammensetzung - Im Rahmen der Untersuchungen zur HABAK-Ems ist ein wichtiger Faktor in seinen Konsequenzen deutlich geworden: die Veränderung der Sedimenteigenschaften als Folge der Verklappungen. Daraus resultiert eine veränderter Zönose. In deutlich schwächerer Ausprägung wurden in der vorliegenden HABAK-Jade Konsequenzen der veränderten Sedimenteigenschaften an der Klappstelle Jade-Weser dokumentiert.

Veränderung der Wassertiefe - Je nach Arte und Menge des Klappgutes sowie den hydrographischen Gegebenheiten kann es zu verklappungsbedingten Aufhöhungen wie an Klappstelle 01 kommen. Daraus resultiert ein höherer Energieeintrag durch Wellen, stärkere Tideströmung, gröbere Sedimente und vermutlich eine erhöhte Sedimentmobilität. An der Klappstelle 01 ist ansatzweise eine Tiefenzonierung und damit ein ähnliches Besiedlungsmuster entstanden, wie z.B. für den Inselsockel von Norderney dokumentiert ist.

Beaufschlagungsmenge - Die untersuchten Jade-Klappstellen werden mit unterschiedlichen Mengen beaufschlagt: im Jahr 1999 lagen die Mengen zwischen ca. 200.000 und 1.600.000 m³. Ein direkter

Zusammenhang zwischen den Auswirkungen auf die benthische Lebensgemeinschaft und den verklappten Mengen war nicht offensichtlich.

Heterogenität der Sedimente - Während in der Ems (BFG 2001) ein wesentlicher Aspekt der Verklappungswirkung die Heterogenität Sedimente und die Besiedlung von Schlickbereichen war, ist dies für die Jade kein Wirkungspfad. Die Untersuchungsbereiche sind z.T. durch eine hohe natürliche Heterogenität charakterisiert, die offenbar nicht durch Verklappungen reduziert wird.

Verschiebung im Artenspektrum - Verschiebungen im Artenspektrum als Folge der Änderung der natürlichen Sedimentzusammensetzung wie für die HABAK-Ems dokumentiert ist an den Jade-Klappstellen nicht nachzuweisen.

Ständiges Sukzessionsstadium - Ist die Störung des Makrozoobenthos durch Verklappungstätigkeit an den Klappstellen durch immer wiederkehrende Verklappungen von Dauer, so bewirkt dies unter Umständen, dass sich eine ständig in Sukzession befindliche Zönose und bei massiver Störung eine verarmte Gemeinschaft einstellt. Langlebige und sich langsam reproduzierende Arten fehlen, während einige anpassungsfähige, sich schnell reproduzierende Arten vorherrschen (NEWELL ET AL. 1998). In der Elbe bei Brunsbüttel wurde eine solche deutliche Verarmung der Makrozoobenthosgemeinschaft in Folge von umfangreichen und frequenten Baggergutverklappungen (Baggermengen zwischen 4,7 - 9,3 Mio. m³/Jahr) dokumentiert (LEUCHS ET AL. 1996). Hinweise auf diese Effekte zeigen auch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung an Klappstelle 01.

Zunahme juveniler Formen - Der Befund und die Prognose der HABAK-Ems Pilotstudie von 1993 (NEHRING & LEUCHS 1996), nach der juvenile Formen des Makrozoobenthos auf der Klappstelle zunehmen deutet sich in der vorliegenden Untersuchung an der Klappstelle 01 an: Juvenile Nephtyden sind hier das dominante Taxon, während an den anderen Stationsgruppen *Fabulina fabula* die Individuendichten dominiert.

Regeneration - Viele MZB-Gemeinschaften des Wattenmeers weisen ein insgesamt hohes Regenerationspotenzial auf. Die Regeneration erfolgt mittels Initialansiedlung durch Larvenfall, lateralen Passivtransport von adulten und subadulten Stadien aus der Umgebung, aktives Einwandern aus der Umgebung, Überstehen von Überdeckung und Wanderung an die Sedimentoberfläche sowie Überleben im verklappten Baggergut. Regenerationszeiten zwischen wenigen Wochen und mehreren Jahren sind prognostiziert bzw. nachgewiesen (GOSSELCK ET AL. 1996, SCHUCHARDT & GRANN 1998, ESSINK 1993, NEWELL ET AL. 1998). In vorliegender Untersuchung weisen einige Ergebnisse darauf hin, dass die Wiederbesiedlung teilweise innerhalb weniger Monate erfolgt.

Verklappungswirkungen an den Jade-Klappstellen

An den Klappstellen 01 (JA) und Jade-Weser (JW) zeigen die Makrozoobenthosgemeinschaften Unterschiede zwischen den Klappstellen und den Referenz- bzw. Fahnebereichen, die als Auswirkungen der Verklappungen interpretiert werden. Das an **Klappstelle 01** verbrachte Baggergut hat in den letzten Jahren zu deutlichen Aufhöhungen geführt, was neben den Verklappungseffekten des Jahres 2000 die Zönose beeinflusst. Die Benthosgemeinschaft des Klappbereiches befindet sich in einem Zustand ständiger Wiederbesiedlung. Aufgrund der aktuellen Baggergutverbringungen bleibt die unnatürliche Aufhöhung im Klappbereich erhalten, da natürliche Erosionsprozesse „ausgeglichen“ werden, so dass eine dauerhafte Störung der natürlichen Verhältnisse fortbesteht. An **Jade-Weser** führt die bis zur Probenahme massive Verklappung (> 1 Mio. m³) im Jahr 2000 zu Erhöhung der Feinkornfraktion (< 125 µm) im Hangbereich der Klappstelle und damit zu Veränderungen im Artenspektrum.

Trotz relativ umfangreicher Klappmengen waren keine eindeutigen Verklappungswirkungen auf die Fauna an der Klappstelle **Mellumplate Nord** festzustellen. Vermutlich erfolgt eine Wiederbesiedlung innerhalb von wenigen Wochen. Auf den Klappbereichen **Mellumplate Mitte + Nord2** und **Mellumturm** sind keine eindeutigen Veränderungen der benthischen Gemeinschaften nachzuweisen. Vermutlich regenerierten sich die Zönosen in dem Zeitraum seit der letzten Verklappung bis zur Probenahme.

Auf den Klappstellen **Südreede** und **Vareler Fahrwasser** sind zwar Unterschiede zwischen Klappstellenzönosen und den Gemeinschaften im Fahne- bzw. Referenzbereich festzustellen, jedoch ist

die Einschätzung von Verklappungswirkungen aufgrund der hohen natürlichen Heterogenität der Stationsgruppen nicht abschließend möglich.

Erschwert werden die Aussagen insgesamt durch die Tatsache, dass keine Referenzzönosen beprobt wurden, welche die Situation an den Klappstellen vor der ersten Verklappung wiedergeben. Es ist nicht auszuschließen, dass empfindliche Arten wie Muscheln oder lebende *Sabellaria*-Riffe bereits im Zuge der Erstverklappungen nachhaltig und weiträumig geschädigt wurden, so dass eine ausschließlich räumliche Referenz nur eingeschränkt ermöglicht, auch langfristige Verklappungswirkungen zu beurteilen.

Gefährdete Arten

Während in den Untersuchungsbereichen der Außenjade gefährdete Arten nur vereinzelt vorkamen, traten sie an Südreede und Vareler Fahrwasser vermehrt auf (vgl. Tab. 4.6.-2). Dies ist auf das Vorkommen von Hartsubstraten zurückzuführen, die an der Nordseeküste natürlicherweise selten sind.

Wie 1998 (STEUWER ET AL. 1999) wurde auch in der aktuellen Untersuchung des Vareler Fahrwassers eine hohe Besiedlungsdichte mit Hartsubstrat besiedelnden Formen an Südreede und im Vareler Fahrwasser gefunden: auf *Sabellaria*-Riff Resten und auf Steinen siedelten Balaniden, Anthozoen, Hydrozoen und Bryozoen sowie Schwämme und Bivalvia (*Mytilus*-Brut). Diese Taxa sind aufgrund ihres Ernährungsmechanismus (zumeist Filtrierer bzw. sich aus der Wassersäule ernährend) grundsätzlich als empfindlicher gegenüber Verklappungen anzusehen als viele Polychaeta und Crustacea, die sich vorwiegend als Sedimentfresser, Räuber und Depositfresser ernähren. In der aktuellen Untersuchung wurden jedoch viele potenziell empfindliche Taxa auf dem Klappbereich Nord (Vareler Fahrwasser) selbst nachgewiesen, so dass nicht von erkennbaren Störungen der Zönosen durch die Verklappung von Schlick aus dem Vorhafen gesprochen werden kann. Auch dann nicht, wenn vornehmlich auf Klappstelle Nord (Vareler Fahrwasser) verklappt wird und der südlich angrenzende Klappbereich Süd eher als Fahnebereich zu betrachten ist. Lebende *Sabellaria*-Riffe wurden nicht gefunden, die Röhren werden jedoch von einer diversen Begleitfauna besiedelt (s. Anl. 4.6-3). Im Vareler Fahrwasser wurden von SCHUSTER (1952) ausgedehnte *Sabellaria*-Riffe nachgewiesen, die später nur noch als unbesiedelte Riffreste dokumentiert werden konnten (DÖRJES ET AL. 1969, ARENS & GÖTTING 1987).

Tab. 4.6-10: Zusammenfassung der Verklappungswirkungen auf das Makrozoobenthos an den sieben untersuchten Jade-Klappstellen. kursiv: inkl. Klappmengen von „Dritten“ (vgl. Kap. 2.5)

	Untersuchungsbereich (Klappstelle)						
	Klappstelle 01 (Ja 01)	Jade-Weser (JW)	Mellumplate Nord (MR)	MP Mitte + Nord2 (MN)	Mellumturm (MT)	Südreede (SR)	Vareler Fahrwasser (VF)
Herkunft des Baggerguts - (Zusammensetzung)	Fahrwasser (Fein-Mittelsand)	Fahrwasser (Fein-Mittelsand)	Fahrwasser (Fein-Mittelsand)	Fahrwasser (Fein-Mittelsand), Neuer Vorhafen (Schlick)	Neuer Vorhafen (Schlick) <i>Umschlaganlagen (Feinsand-Schluff)</i>	Fahrwasser (Fein-Mittelsand), Neuer Vorhafen (Schlick)	Neuer Vorhafen (Schlick) <i>Umschlaganlage, Alter Vorhafen (Feinsand-Schluff)</i>
letzte umfangreiche Verklappung	Sept. 2000: 27.620 m ³	August 2000: 133.686 m ³	Juli 2000: 80.111 m ³	Juni 2000: 38.468 m ³	<i>August 2000: 224.585 m³</i>	Sept. 2000: 13.891 m ³	Februar 2000: 299.179 m ³
Klappmengen (2000)	601.688 m ³ bis einschl. Sep 2000: 291.945 m ³	1.631.648 m ³ bis einschl. August 2000: 1.184.279 m ³	955.595 m ³ bis einschl. August 2000: 788.919 m ³	2.491 m ³ im nördl. Teilbereich (Schlick), 97.574 m ³ im südl. Bereich (Sand), keine Verklappung von Juli-Dez.	<i>1.829.725 m³</i> bis einschl. August 2000: <i>1.175.032 m³</i>	462.733 m ³ (vorwiegend Schlick), davon bis einschl. September: 92.513 m ³ (vorwiegend Sand)	362.004 m ³ bis zur Probenahme 321.823 m ³
Ergebnis auf Basis der Analysen	veränderte Zönose im Verklappungsbereich	veränderte Zönose auf Teilen der Klappstelle	große Streuungen zwischen Klappstelle, Fahnen und Referenzen	Verklappungsbereich nicht deutlich von Fahnen und Referenzen zu unterscheiden	keine Unterschiede zwischen Fahne und Klappstelle, Referenz ungeeignet	Referenz gänzlich anders besiedelt als andere Bereiche	hohe Heterogenität der Stationsgruppen
Einschätzung der Verklappungswirkungen	Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz deutlich oder signifikant, Unterschiede sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt	Unterschiede zwischen Klappbereich und Referenz teilweise erkennbar, Unterschiede sehr wahrscheinlich verklappungsbedingt	Unterschiede erkennbar, Verklappungswirkung möglich, Ursache aber u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen	Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich	Unterschiede mit der Methodik nicht nachweisbar, Verklappungswirkung unwahrscheinlich	Unterschiede erkennbar, Verklappungswirkung möglich, Ursache aber u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen	Unterschiede erkennbar, Verklappungswirkung möglich, Ursache aber u.U. nicht auf Verklappungswirkung zurückzuführen
mögliche Ursachen	Einfluss von Wassertiefe (Sekundäreffekt der vorjährigen Verklappungen)	u.U natürliche Unterschiede der Wassertiefen	Klappmengen stören die Zönose nicht erkennbar	Klappmengen stören die Zönose nicht erkennbar	keine Verklappungswirkungen, da keine Unterschiede zwischen Fahnen und Klappstelle, Referenz ungeeignet	Klappmengen stören die Zönose nicht erkennbar	natürliche Fleckenhaftigkeit der Stationen mit Hartsubstrat-, Schlick- und Sandstandorten
	und	und				oder	oder
	Verklappungen selbst führen durch Überdeckung und Lagestabilität zu Störungen der Zönose	Veränderung im Hangbereich durch massive Verklappungen hervorgerufen				Veränderung der Zönose auf Basis des Probenahmedesigns nicht abzuleiten	Schlickablagerung an Klappstelle Nord mit Veränderung der Zönose

4.7 Fische / Fischerei

Die Studie zu Fischen und Fischerei in der Jade wurde von der Fa. BioConsult, Bremen, im Jahr 2001 erarbeitet (BIOCONSULT 2001b).

4.7.1 Untersuchungsumfang

Die Untersuchungen gliederten sich in eine Datenabfrage und Literaturrecherche zur Fisch- und Garnelenbesiedlung und zur fischereilichen Nutzung der Jade – einschließlich der historischen Entwicklung in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts – sowie in eine fischereibiologische Untersuchung zu den Auswirkungen von Verklappungen, exemplarisch durchgeführt an der Klappstelle Südreede bei Wilhelmshaven (Abb. 4.7-1).

Die Auswirkungsprognose zu den Auswirkungen von Verklappungen an allen Klappstellen der Jade (Kap. 5.1.6) basiert auf den Ergebnissen dieser einen exemplarischen Untersuchung sowie auf den Erkenntnissen anderer HABAK-Untersuchungen (u. a. an der Außenweser, BFG 1999).

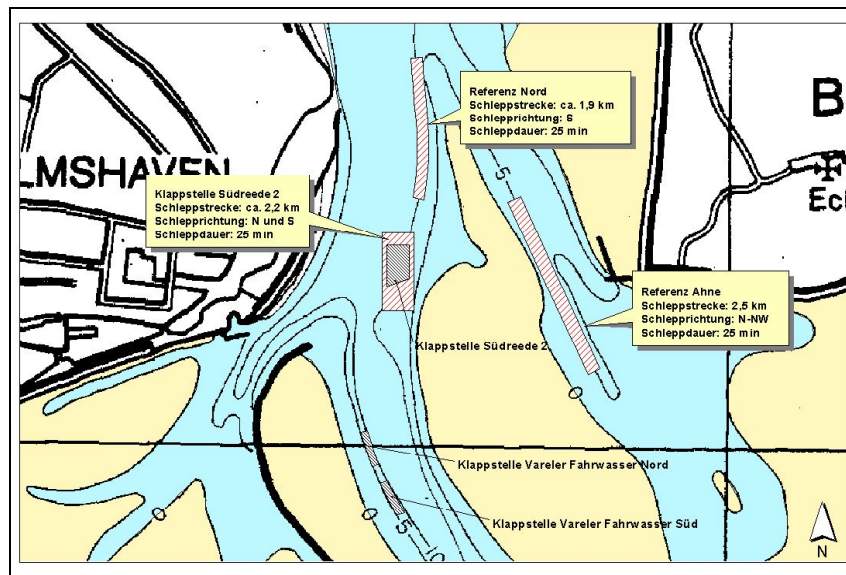


Abb. 4.7-1: Lage der Befischungsbereiche und Klappstellen im Jadebusen

Datenabfrage und Literaturrecherche

Bislang zum Teil unveröffentlichte Daten zur Fischbesiedlung und Fischerei wurden vom Senckenberg Institut Wilhelmshaven und dem Staatlichen Fischereiamt Bremerhaven zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen zur aktuellen und historischen Situation sowie zu Literaturquellen wurden von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, dem Landesfischereiverband Oldenburg und von örtlichen Fischern eingeholt.

Fischereibiologische Untersuchung

Das Untersuchungsgebiet war die Klappstelle Südreede bei Wilhelmshaven (zur Lage s. Abb. 4.7.-1). Parallel wurden als Referenzen je ein Bereich in der Ahne und im Vareler Fahrwasser seewärts der Klappstelle Südreede befischt. Die Befischungen wurden mit einem Krabbenkutter mit zwei Schleppnetzen (Baumkurren) durchgeführt. Die Untersuchungen fanden an zweimal drei Tagen (23.-25.10.2001 - Verklappungszeitraum und 07.-09.11.2001 - Nachuntersuchung) jeweils an den als Klappstelle Südreede, Referenz Ahne und Referenz Nord bezeichneten Bereichen statt. Pro Tag erfolgte

ein Netzzug (Hol) pro Bereich; Steuerbord- und Backbordkurre wurde jeweils parallel ausgesetzt und geborgen und beide Fänge als Parallelproben getrennt ausgewertet. Der Netzinhalt sortiert und anschließend Fische und Garnelen bestimmt und vermessen. Während des Sortiervorganges wurden die sonstigen Fanganteile quantifiziert. Zusätzlich wurden abiotische Rahmenparameter wie Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff, pH und Trübung gemessen. Die Klappstellenbefischungen erfolgten jeweils 5-10 min nach einer Verklappung durch das Baggerschiff „Bernd Müsing“.

4.7.2 Ergebnisse

Literaturrecherche Fische

Im Wattenmeer einschließlich der Jade kommen ca. 100 - 120 Fischarten vor, von denen ca. 30 häufig anzutreffen sind (LOZÁN ET AL. 1994). Zu diesen gehören Hering, Sprotte, Scholle, Seequappe, Kliesche, Seeskorpion, Wittling, Flunder, Dreistacheliger Stichling, Sandgrundel, Seenadel, die u.a. nach VORBERG & BRECKLING (1999) in folgende drei Gruppen eingeteilt werden können:

- **Standfische des Wattenmeeres:** In diese Gruppe gehören solche Fische und Krebse, die eine sehr enge Bindung zum Wattenmeer haben und ihr gesamtes Leben dort verbringen (z.B. Aalmutter, Butterfisch, Seestichling, Sandgrundel, Steinpicker, Großer Sandaal, Kleine Seenadel). Die Anpassung der Tiere an den Lebensraum des Wattenmeeres ist in dieser Gruppe besonders ausgeprägt, was sich vor allem bei der Fortpflanzung bemerkbar macht. Im Gegensatz zu den meisten Fischarten der offenen Nordsee betreiben die Standfische eine mehr oder minder stark ausgeprägte Brutpflege. So verstecken einige Arten ihre Eier unter Muscheln oder bewachen sie, um sie vor Verdriften und Fraß zu schützen.
- **Fast ganzjährig im Wattenmeer vorkommende Fische:** Zu dieser relativ kleinen Gruppe gehören eine Reihe von Wanderfischarten wie Finte und Flunder, die zum Laichen (Finte) oder als juvenile (Flunder) in die Ästuare aufsteigen aber auch solche Arten, die Laichwanderungen in das tiefere Wasser durchführen wie die Fünfbärtelige Seequappe.
- **Fische mit Kinderstube im Wattenmeer:** Eine weitere wichtige Gruppe sind Tiere, die ihre ersten Lebensjahre im Wattenmeer verbringen. Aufgrund des sehr hohen Nahrungsangebotes spielt das Wattenmeer eine sehr wichtige Rolle als Kinderstube für einige Fischarten der Nordsee. Hier ist besonders die Scholle zu nennen, die als sehr junges Tier von weit in der Nordsee gelegenen Laichplätzen in das Wattenmeer mit der Strömung verdriftet wird, hier ihre ersten Lebensjahre verbringt, das reichliche Nahrungsangebot nutzt und nach spätestens zwei bis drei Jahren in die offene Nordsee abwandert. Auch die Jungtiere der Sprotte und des Herings sind regelmäßig im Wattenmeer in z.T. sehr hohen Besiedlungsdichten zu finden.
- **Saisongäste und Besucher des Wattenmeeres:** Einige Arten nutzen das Wattenmeer nur zu bestimmten Jahreszeiten. So wandern regelmäßig in den Sommermonaten wärmeliebende Arten ein (z.B. Dicklippige Meeräsche). Diese sind sonst hauptsächlich in wärmeren Küstengebieten des Atlantiks und des Mittelmeeres zu finden. Sobald die Temperaturen in den frühen Herbstmonaten sinken, wandern die Tiere in ihre angestammten Gebiete zurück. Der Dreistachelige Stichling hingegen ist ein typischer Wintergast.

Die Zusammenstellung der für die Jade vorliegenden Daten zeigt, dass von 1972 bis heute insgesamt 43 Fischarten im Gebiet nachgewiesen worden sind (Anl. 4.7-1). Diese im Vergleich mit dem o. a. Artenspektrum geringe Artenzahl ist darauf zurückzuführen, dass für die Jade keine gezielten fischereibiologischen Bestandserhebungen vorliegen. Die Artenangaben sind den Ergebnissen von mit Dredgen durchgeführten Untersuchungen zur Erfassung benthischer Wirbelloser entnommen, in denen Fische nur als Beifang auftreten, sowie den aktuell durchgeführten, lokal und saisonal eingeschränkten Befischungen an der Klappstelle Südreede und den beiden Referenzgebieten. Dabei ist mit der vorliegenden Untersuchung der erste Nachweis des Seehasen (*Cyclopterus lumpus*) und der Streifenbarbe (*Mullus surmuletus*) im Gebiet gelungen.

Zu den stetig in fast allen Untersuchungen erfassten Arten gehören Steinpicker (*Agonus cataphractus*), Gefleckter Großer Sandaal (*Hyperoplus lanceolatus*), Kliesche (*Limanda limanda*), Scholle (*Pleuronectes platessa*), Sandgrundel (*Pomatoschistus minutus*), Seeszunge (*Solea solea*) und Kleine Seenadel (*Syngnathus rostellatus*).

Die in den **Roten Listen** enthaltenen, in der Jade nachgewiesenen Arten sind in Tabelle 4.7-1 zusammengestellt. Es handelt sich überwiegend um Standfischarten. Das Meerneunauge zählt zu den Langdistanzwanderern mit Laichplätzen in Flüssen und Strömen und Nahrungshabitaten der ausgewachsenen Tiere im marinen Bereich. Da mit den bisherigen Fischbestandserhebungen das vorkommende Artenspektrum nur unzureichend erfasst wurde (s. o.), ist auch bei den Rote Liste-Arten mit dem Auftreten weiterer im deutschen Wattenmeer vorkommender gefährdeter Arten zu rechnen (u. a. Flussneunauge, Meerforelle, Lachs).

Die früher häufigen Arten Nagelrochen (*Raja clavata*), Stör (*Acipenser sturio*) und Maifisch (*Alosa alosa*) werden derzeit im Wattenmeer nicht mehr angetroffen, wobei die Ursachen nicht in Veränderungen des Wattenmeeres sondern in Überfischung und – für die ins Süßwasser wandernden Arten Stör und Maifisch – auch im Gewässerverbau zu sehen sind (FRICKE ET AL. 1995).

Tab. 4.7-1: Liste der für die Jade nachgewiesenen bzw. anzunehmenden Rote Listen-Arten. 0 = ausgestorben oder verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; R = Arten mit geographischer Restriktion; P = potenziell gefährdet.

Fischart	FRICKE ET AL. 1995 (Status im Wattenmeer)	FRICKE ET AL. 1998 (Status in Küstengewässern)
<i>Cyclopterus lumpus</i> – Seehase	P	R
<i>Eutrigla gurnardus</i> - Grauer Knurrhahn	3	-
<i>Liparis liparis</i> – Großer Scheibenbauch	3	3
<i>Liparis montagui</i> – Kleiner Scheibenbauch	3	3
<i>Petromyzon marinus</i> Meerneunauge	2	2
<i>Spinachia spinachia</i> – Seestichling	3	3
<i>Syngnathus acus</i> - Große Seenadel	2	3

Literaturrecherche Fischerei

In den flachen Küstengewässern und im Wattenmeer ist die Grundnetzfisherei mit Baumkurren die bevorzugte Fischereimethode. Neben bodenlebenden Plattfischen wird hier v. a. Granat (Nordseekrabbe *Crangon crangon*) gefischt. Weiterhin haben sich an der niedersächsischen Küste einige Betriebe auf die Miesmuschelfischerei (*Mytilus edulis*) spezialisiert.

Die Außen- und Innenjade sowie der Jadebusen werden von Kuttern aus Varel, Dangast, Hooksiel und Horumersiel genutzt; gelegentlich fischen Hamenkutter aus der Weser in der Jade. Durch Konkurrenz benachbarter Kutterhäfen haben sich in der Regel regional begrenzte Fanggebiete herausgebildet. Die Fanggebiete verlagern sich saisonal: zu Saisonbeginn (Saison ist etwa Mitte März bis Mitte Dezember) wird im allgemeinen vor den Inseln auf die aus dem tieferen Wasser aufsteigenden Krabben gefischt. Im Frühjahr ab etwa April wird auch auf Seeszungen gefischt, wobei die Anteile von Jahr zu Jahr relativ stark schwanken. In der Außenjade seewärts Minsener Oog wird im Rahmen der Kleinen Hochseefischerei besonders im Winter auch Schleppnetzfisherei betrieben. Hauptfangobjekt ist dabei der Kabeljau. Diese Fischerei ist in den letzten Jahren allerdings fast vollständig zum Erliegen gekommen, da sich küstennah keine befischungswürdigen Bestände aufhielten (HAGENA 2001).

Angaben zu **Miesmuschelbänken und –kulturflächen** wurden 1996/97 von der Nationalparkverwaltung Wilhelmshaven erhoben (NLP schriftl.). Bänke lagen 1996/97 im Jadebusen v.a. an den landseitigen Enden der Priele; eine große Kulturfläche liegt südlich Eckwarderhörne. In der Innenjade lagen Miesmuschelkulturflächen 1996/97 in den Baljen zwischen Butjadingen und Mellum sowie vor dem Voslapper Groden. Die Flächen im Hohe Weg Watt mussten in den vergangenen Jahren aufgrund starker Überschlückung mehrfach verlagert werden.

Der **Umfang der fischereilichen Nutzung** stellt sich wie folgt dar: Die Außen- und Innenjade sowie der Jadebusen wird aktuell von 8 Krabben- und Plattfischkuttern sowie 1 Miesmuschelkutter im Rahmen der Küstenfischerei genutzt; die Kutterzahlen in der Jade sind in den letzten 30 Jahren insgesamt sehr stark zurückgegangen (KLEINSTEUBER & WILL 1983). Die Nebenerwerbsfischerei spielt in der Jade eine nennenswerte Rolle. So werden von sehr kleinen Kuttern aus Krabben und Aale in Körben gefangen. Insgesamt sind 24 Betriebe gemeldet (GUBERNATOR 1999).

Relativ zu den Gesamt-Anlandungen der Kleinen Hochsee- und Küstenfischerei in ganz Niedersachsen werden in den Häfen des Jadegebietes im Mittel für die letzten 10 Jahre nur gut 1% (ohne Miesmuscheln) angelandet.

Langfristige Veränderungen der Fischereianlandungen weisen für einzelne Sparten und Zielarten der Fischerei unterschiedliche Trends auf. Die Anlandungsmengen sagen allerdings nur begrenzt etwas über die Herkunft der Fänge aus, da auch, und dies in den letzten Jahren zunehmend, Fangfahrten nach außerhalb des Jadesystems gemacht werden. Langfristig haben sich die Fänge in der Jade, besonders an Speisekrabben, stark rückläufig entwickelt, was von einigen Autoren auf wasserbauliche Maßnahmen und den damit einhergehenden Verlust krabben- und fischreicher Fangstrecken (KLEINSTEUBER & WILL 1983) und auf die Unterhaltungsbaggerei (DAS FISCHERBLATT 1999; pers. Mitt. Dr. Hagen, Staatl. Fischereiamt Bremerhaven) zurückgeführt wird. Nach KLEINSTEUBER & WILL (1983) hat die Bedeutung der Fischerei in der Jade sowohl langfristig (Daten zu den Fischereifahrzeugen über mehr als 100 Jahre), besonders aber seit den 1970er Jahren deutlich abgenommen.

Fischereibiologische Untersuchung

Während der Befischung im November 2001 sind 51.469 m³ schlickiges Baggergut aus dem Vorhafen Wilhelmshaven auf die Klappstelle Südreede und 33.811 m³ des gleichen Materials auf die Klappstelle Vareler Fahrwasser (Tonne V3) verbracht worden (schriftl. Mitt. Herr Simon, WSA Wilhelmshaven).

Die **abiotische Situation** stellte sich während der 1. Befischung parallel zur Verklappungskampagne anders dar als bei der 2. Befischung 1 Woche nach Beendigung der Verklappungsaktivitäten. Während der herbstlichen Befischungen lagen die Wassertemperaturen bei der ersten Kampagne bei ca. 13 °C und bei der zweiten Kampagne ca. 10 Tage später bei 8-10 °C, es fand also eine deutliche saisonal bedingte Abkühlung statt. Die Sichttiefe (Secchi-Scheibe) wies im Bereich der Klappstelle während der Verklappungen die geringsten Werte auf und sank in den auch visuell erkennbaren Verklappungsfahnen auf bis zu 0,1 m, während auf den Referenzen ca. 0,5 –0,6 m gemessen wurden. Die Sauerstoff-Sättigung wies im Klappstellenbereich während der Verklappungen die geringsten Werte auf (Abb. 4.7-2). In der Befischungsphase nach der Verklappung lag die Sauerstoff-Sättigung insgesamt deutlich höher; vermutlich wesentlich eine Folge der starken Abkühlung. In dieser zweiten Phase lag die Sättigung im Klappstellenbereich zwischen denen der beiden Referenzbereiche.

Die bei der durchgeführten Untersuchung insgesamt **nachgewiesenen Arten** sind in den Anlage 4.7-1 aufgeführt und den bisher vorliegenden Nachweisen gegenübergestellt. Von den insgesamt 43 nachgewiesenen Arten sind in der vorliegenden Untersuchung 25 Arten bestimmt worden; Seehase und Streifenbarbe waren bisher für das Gebiet nicht belegt. Damit sind ca. 2/3 der nachgewiesenen Arten gefunden worden. Ursache für die fehlende Nachweise ist vermutlich v. a. die geringe Zahl der Hols, die späte Jahreszeit und das eingeschränkte Untersuchungsgebiet. Die Fänge an Fischen (ohne Garnelen) werden von den beiden Arten Wittling und Kabeljau dominiert. Danach folgen in der Dominanzreihe mit Sandgrundel und Scholle zwei Arten, die eine stärkere Bodenbindung aufweisen als Wittling und Kabeljau. Auf der Klappstelle sind verglichen mit den Referenzen und der Situation nach der

Verklappung keine reduzierten Artenzahlen und keine wesentlich anderen Dominanzverhältnisse deutlich geworden (vgl. Abb. 4.7-3).

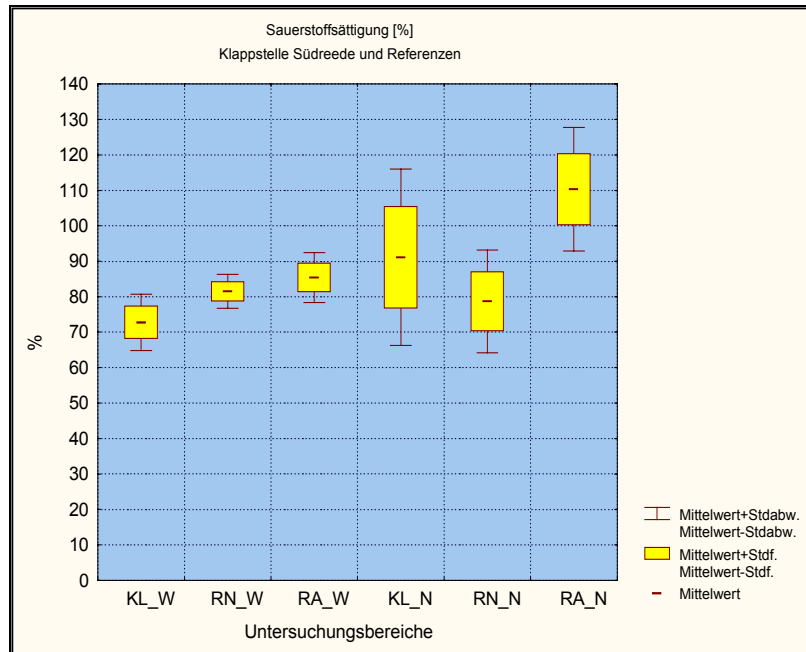


Abb. 4.7-2: Box-and-Whisker-Plot der an den verschiedenen Bereichen während und nach den Verklappungen an der Oberfläche gemessenen Sauerstoffsättigung (KL_W = Klappstelle während Verklappung; RN_W = Referenz Nord während Verklappung; RA_W = Referenz Ahne während Verklappung; KL_N = Klappstelle 1 Woche nach Verklappung; usw.).

Eine Übersicht über die Fangmengen (Individuenzahl/Hol) auf den verschiedenen Bereichen während und nach der Verklappung geben Abb. 4.7-4 (Garnele) und 4.7-5 (Fische). Bei der Garnele (*Crangon crangon*) ist die mittlere Individuenzahl/Hol an der Klappstelle während der Verklappungen signifikant geringer als auf den beiden Referenzbereichen. Eine Woche nach Abschluss der Verklappungen ist die Individuenzahl/Hol auf der Klappstelle gegenüber der Situation während der Verklappung erhöht und entspricht der zwischenzeitlich reduzierten Zahl auf der Referenz Ahne.

Der Gesamtfang an Fischen zeigt während der Verklappung ebenfalls einen signifikant geringeren Wert auf der Klappstelle als auf den beiden Referenzen (Abb. 4.7-5). Der Unterschied ist sehr deutlich ausgeprägt und bleibt auch in der zweiten Befischungssphase nach der Verklappung auf insgesamt verringertem Niveau erhalten. Die Fangmengen der dominierenden Einzelarten Wittling, Kabeljau, Scholle und Sandgrundel entsprechen meist der beschriebenen Verteilung des Gesamtfanges auf Bereiche und Probetermine, d. h. sie sind ebenfalls insbesondere während der Verklappungskampagne geringer als an den Referenzbereichen.

Der an allen Befischungsbereichen sichtbar werdende deutliche Rückgang der Fangzahlen von der ersten zur zweiten Befischungskampagne ist vermutlich wesentlich auf eine Abwanderung von Fischen aufgrund der abnehmenden Wassertemperatur zurückzuführen.



Abb. 4.7-3: Relative Anteile (Dominanzstruktur) einzelner Arten am Gesamtfang Fische (ohne Garnele) für die einzelnen Bereiche während und nach der Verklappungskampagne

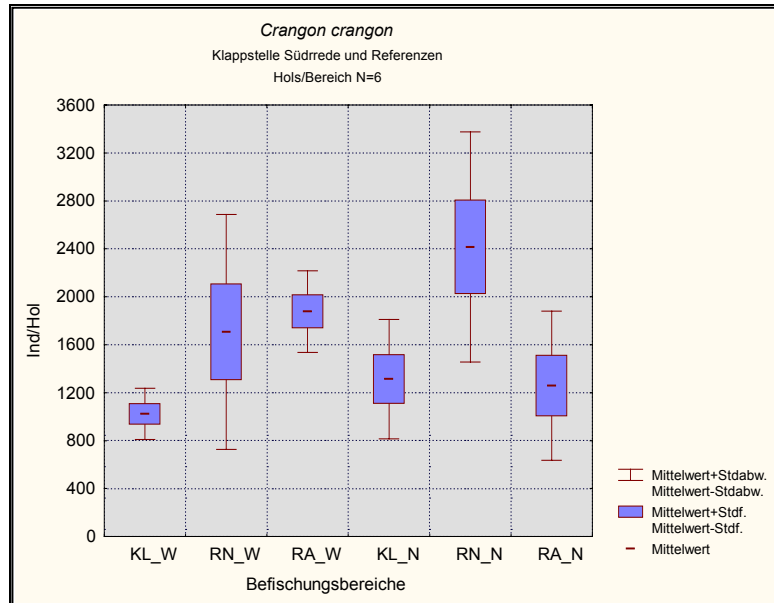


Abb. 4.7-4: Box-and-Whisker-Plot der an den verschiedenen Bereichen während und nach den Verklappungen gefangenen Garnelen (*Crangon crangon*) (KL_W = Klappstelle während Verklappung; RN_W = Referenz Nord während Verklappung; RA_W = Referenz Ahne während Verklappung; KL_N = Klappstelle 1 Woche nach Verklappung; usw.).

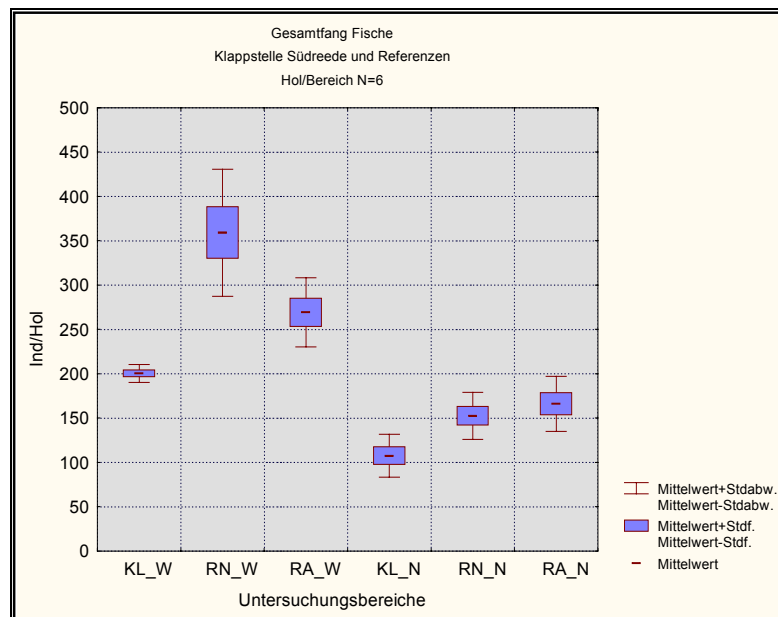


Abb. 4.7-5: Box-and-Whisker-Plot der an den verschiedenen Bereichen während und nach den Verklappungen gefangenen Gesamtanzahl an Fischen (KL_W = Klappstelle während Verklappung; RN_W = Referenz Nord während Verklappung; RA_W = Referenz Ahne während Verklappung; KL_N = Klappstelle 1 Woche nach Verklappung; usw.).

Ein Vergleich der **Längenverteilungen** zwischen der ersten und der zweiten Beprobung zeigt deutliche Unterschiede für eine Reihe von Arten. Vor allem bei der Garnele (*Crangon crangon*) nimmt neben der Fangmenge (Individuenzahl/Hol) auch die mittlere Länge zum zweiten Befischungstermin deutlich ab;

vermutlich v. a. Resultat der saisonalen Abwanderung vor allem der größeren Individuen. Weniger ausgeprägt zeigt sich dies u. a. auch bei der Sandgrundel. Keinen deutlichen Einfluss zeigt der Zeitpunkt der Befischung auf die Längenverteilung des Kabeljaus, des Wittlings und der Scholle.

Ein Einfluss der Verklappung auf die Längenverteilung deutet sich bei der Scholle an: bei dieser Fischart ist der Anteil kleiner Längeklassen (5 mm und kleiner) auf der Klappstelle während der Verklappung verglichen mit den beiden Referenzen und im Vergleich zur Situation nach 2 Wochen nach Verklappung geringer. Größenklassen < 5mm, wie sie im Referenzbereich Ahne auftraten, fehlen auf der Klappstelle gänzlich (Abb. 4.7-6). Eine Woche nach Abschluss der Verklappungskampagne ist dieser Unterschied nicht mehr deutlich.

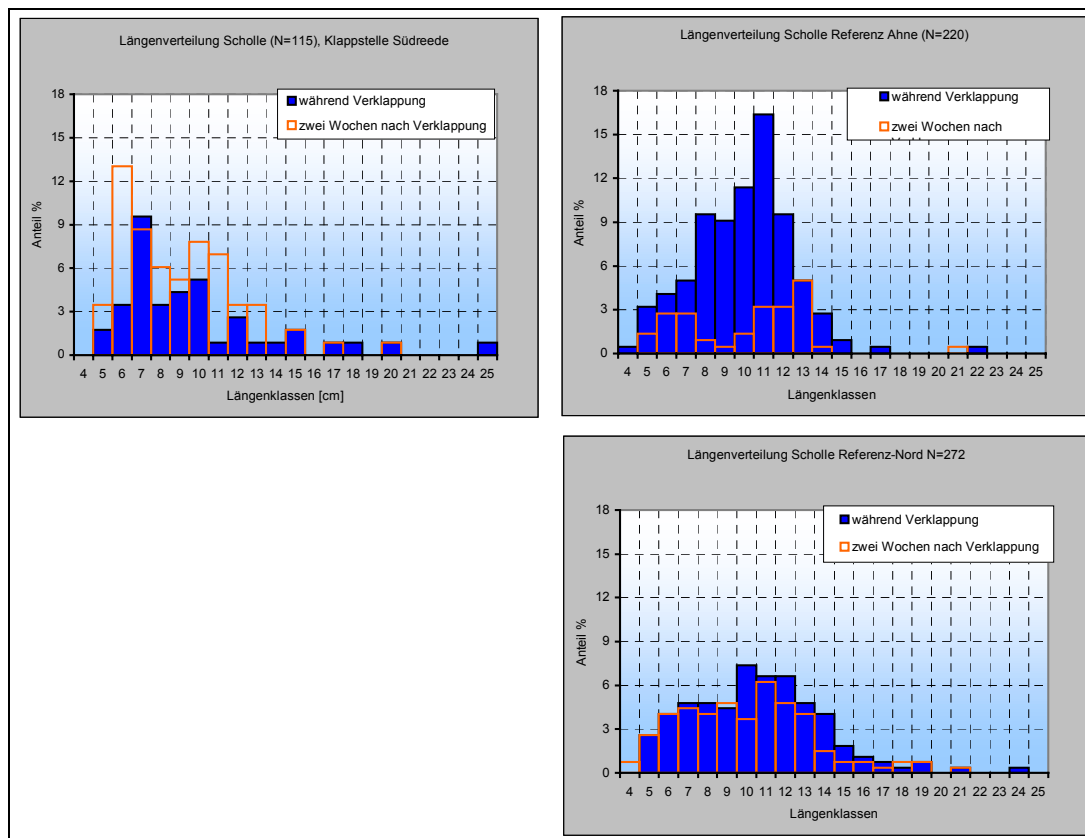


Abb. 4.7-6: Längen-Häufigkeitsverteilung der Scholle (*Pleuronectes platessa*) an den verschiedenen Befischungsbereichen

Bei der Auswertung der Fänge ist auch der **Anteil nicht verwertbarer Fanganteile** in den einzelnen Hols aufgenommen worden. Die Auswertung der Daten zeigt, dass auf der Klappstelle, sowohl während als auch 1 Woche nach der Verklappungskampagne, Schlick in größerer Menge im Steert vorhanden war; dies war auf den Referenzstationen nicht der Fall (vgl. auch Abb. 4.7-7). Der Anteil am Gesamtvolumen des Hols betrug ca. 30 bis 50 %; bei einem Hol aber auch über 90 %. Der Anteil anderer nicht verwertbarer Anteile wie Torf, Holz oder Schill war auf der Klappstelle nicht auffällig erhöht. Steine in größerer Menge wurden in einem Hol auf der Referenz Ahne gefunden.



Abb. 4.7-7: Netzinhalt mit Schlickanteilen unmittelbar nach der Verklappung (links; Foto vom 23.10.01, Klappstelle Südreed, Netz Backbordseite) und zum Vergleich von der Referenz Nord (rechts; Foto vom 23.10.01, Netzinhalt Steuerbordseite)

4.7.3 Bewertung

Fische

Die Auswertung der fischereilichen Untersuchung der Situation während und nach einer Verklappungskampagne von schlickigem Baggergut auf der Klappstelle Südreed ergab deutliche Hinweise auf eine temporäre Reduzierung der Fangmengen auf und in der direkten Umgebung der Klappstelle während der Verklappungen und in stark abgeschwächter Form auch nach Abschluss der Verklappungen. Dies gilt sowohl für Garnelen als auch für die dominierenden Fischarten. Artenzahl und Dominanzstruktur scheinen dagegen durch die Verklappungen im vorliegenden Fall nicht verändert. Auch die Längen-Häufigkeitsverteilung zeigt für die meisten Arten, für welche die Anzahl gefangener Individuen eine solche Analyse erlaubte, keine Hinweise auf eine selektive Beeinträchtigung bestimmter Größenklassen durch die Verklappungen. Dies gilt nicht für die Scholle; bei dieser Art sind auf der Klappstelle während der Verklappungen die ganz kleinen Individuen (5 mm und kleiner) in geringerer Zahl vorhanden. Dies kann ein Hinweis auf Wirkungen der Verklappungen sein.

Auswirkungen der Verklappung von Baggergut auf die Fisch-, Garnelen und Muschelfauna sind über verschiedene Wirkungspfade denkbar und z.T. auch dokumentiert:

1. Beeinträchtigung der Fauna durch erhöhte Trübung

Die Verklappung von Baggergut führt, abhängig von Art und Menge des Klappgutes, zu einer räumlich und zeitlich befristeten Erhöhung der Schwebstoffkonzentration. Während solche Schwebstoffwolken in natürlicherweise relativ klaren Gewässern wie der Ostsee zu einer deutlichen Veränderung der abiotischen Situation führen, sind in den Küstengewässern der Nordsee erhöhte Schwebstoffkonzentrationen aufgrund des stärkeren Energieeintrags Teil der natürlichen Dynamik. Eine Literaturlauswertung in MEYER-NEHLS (1998) und BFG (1999) hat eine Reihe von Hinweisen zur Störung der Fischfauna durch erhöhte Trübung erbracht, die besonders bei pelagialen Arten zu einem Vermeidungsverhalten bzw. zu Schädigungen führt (s. auch ESSINK 1999). Für demersale Arten hält EHRICH (2001) Beeinträchtigung durch kurzfristig erhöhte Schwebstoffkonzentrationen für wenig wahrscheinlich; für regional langfristig erhöhte Schwebstoffkonzentrationen allerdings berichtet ESSINK (1999) von Artverschiebungen bei Plattfischen.

2. Beeinträchtigung der Fauna durch Überdeckung

Die Verklappung größerer Sedimentmengen kann bei wenig mobilen Arten vermutlich zu direkten Verlusten durch Überdeckung führen; dies ist besonders für wenig mobile Standfischarten sowie

Plattfische anzunehmen. Untersuchungen zu diesem Zusammenhang liegen BIOCONSULT (2001b) nicht vor. Miesmuschelbänke sind relativ empfindlich gegen Überdeckung; bereits einmalige Überdeckungen von 1-2 cm können zum Absterben führen (ESSINK 1996).

3. Beeinträchtigung der Fauna durch ein reduziertes Nahrungsangebot

Ein Einfluss von Baggergutverklappungen auf die Fischfauna über den Weg einer reduzierten Verfügbarkeit von Nahrung (v.a. Makrozoobenthos) erscheint möglich. So fand KNUST (1998) während der Verlegung der Gaspipeline Europipe im niedersächsischen Wattenmeer bei der Aalmutter (*Zoarces viviparus*) einen gegenüber einem Referenzgebiet signifikant erniedrigten Konditionsfaktor. Ob dies auf reduzierte Nahrung, erhöhten Stress oder weitere Faktoren zurückzuführen ist, konnte nicht geklärt werden. Die im Rahmen der HABAK Jade durchgeführten Analysen der benthischen Wirbellosenfauna haben keine deutliche Verarmung auf den Klappstellen gezeigt, so dass dieser Wirkungspfad hier wenig wahrscheinlich ist.

4. Beeinträchtigung der Fauna durch eine Veränderung der Habitatstruktur

Die Habitatstruktur kann durch die Umlagerung von Baggergut temporär oder auch nachhaltig verändert werden, insbesondere bei Verbringung ortsuntypischer Sedimente. Dadurch kann sich u. U. die Besiedlung durch die Fischfauna verändern.

5. Beeinträchtigung der Fauna durch Schadstoffe und/oder Sauerstoffmangel

Mögliche Konsequenzen durch während der Verklappung entstehende Sauerstoffdefizite sind ebenso wie mögliche Wirkungen der Verbringung schadstoffbelasteter Sedimente relativ gut dokumentiert und es sei hier auf die Diskussionen in MEYER-NEHLS (1998) und BFG (1999) verwiesen. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen haben zwar Hinweise auf eine leichte, temporäre Reduzierung der Sauerstoff-Konzentrationen in der Umgebung der Klappstelle ergeben, die gemessenen Werte waren für die Fischfauna nicht kritisch. Allerdings sind nur Messungen im Oberflächenwasser durchgeführt worden; bodennah können u. U. kurzfristig stärkere Defizite entstanden sein, die u. U. zu einem Vermeidungsverhalten der Individuen führen. Empfindlicher gegenüber Sauerstoffmangelsituationen sind Fischlaich oder sehr jungen Larven. Bei höheren Wassertemperaturen können sich solche Mangelsituationen eher ausbilden; die Vereinbarung zwischen Fischerei und WSV, im Sommer keine größeren Verklappungen im Jadebusen durchzuführen, ist vor diesem Hintergrund sinnvoll.

Fazit: Insgesamt sind die nachgewiesenen und zu vermutenden Auswirkungen der Verklappungen in Innen- und Außenjade als gering anzusehen und zudem lokal und zeitlich nur begrenzt wirksam. Beeinträchtigungen wirken auf der Ebene von Individuen. Beeinträchtigungen auf Bestandsebene sind bei den vorkommenden Fischarten (sowie Nordseegarnele und Miesmuschel) nicht zu erwarten. Faktoren wie Witterung und Befischungsintensität wirken weit stärker auf die Bestände als die Verklappungen in ihrem derzeitigen Umfang.

Fischerei

Die fischereiliche Nutzbarkeit der Klappstelle war sowohl während als auch ca. 1 Woche nach Abschluss der Verklappungen durch einen erhöhten Schlickanteil in den Fängen, der einen erhöhten Aufwand zur Reinigung der Fänge zur Folge hat, eingeschränkt. An den Klappstellen der Außenjade, an denen überwiegend sandige Sedimente verbracht werden, ist von geringeren Beeinträchtigungen der Fischereiausübung auszugehen. Da die Klappstellen und ihre unmittelbare Umgebung i. d. R. nur einen geringen Anteil an den Fanggebieten einzelner Fischer einnehmen, sind keine existenzbedrohenden Beeinträchtigungen zu erwarten. In Einzelfällen kann eine Beschränkung der Verklappungsaktivitäten auf das Winterhalbjahr, in dem die Fischereiaktivitäten weitgehend ruhen und die Zielarten wie Garnelen und Plattfische das Wattenmeer weitgehend verlassen haben, sinnvoll sein.

4.8 Seehunde

4.8.1 Einleitung

Der Seehund (*Phoca vitulina*) ist das einzige semimarine Säugetier, das regelmäßig in der Jade vorkommt. Trotz des Jagdverbotes - in Niedersachsen seit 1971 - und der guten Bestandserholung nach der Virusepidemie 1988 (durchschnittliches Populationswachstum 13 %, Bestand Niedersachsen 2000: ca. 5230, TOUGAARD & CWSS 1999, TSEG 2000) steht der Seehund weiterhin auf der Roten Liste der gefährdeten Säugetierarten von Niedersachsen & Bremen sowie von Deutschland (HECKENROTH 1993, NOWAK ET AL. 1994, BENKE & HEIDEMANN 1995). Als Ursachen seiner Gefährdung werden u.a. Verlust von Habitaten, zunehmende Beunruhigung auf den Liegeplätzen durch Schiffsverkehr und Tourismus, Eutrophierung, Ölverschmutzung sowie die Schadstoffbelastung durch Anreicherung über die Nahrungskette genannt (BLAB ET AL. 1989, REIJNDERS ET AL. 1997).

Die Wahl der Liegeplätze ist u.a. abhängig von der Sonnen-/Windexposition, dem Neigungswinkel, den Brandungs- und Strömungsverhältnissen und der Ruhe vor Störungen. Jahreszeitliche Rhythmen und bestimmte Muster des Sozialverhaltens führen dazu, dass die Seehunde nicht gleichmäßig die Watten besiedeln, sondern sich auf einigen bevorzugten Bänken konzentrieren (SCHWARZ & HEIDEMANN 1994). Für die Populationsentwicklung der Seehunde sind ungestörte Ruheplätze entscheidend. Insbesondere während der Sommermonate (Mai/Juni bis September), in denen Geburt, Aufzucht, Haarwechsel und Paarung stattfinden, sind die Tiere auf deren Verfügbarkeit angewiesen (VOGEL 1994).

4.8.2 Untersuchungsumfang

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird das Vorkommen und die Verteilung von Seehunden (Adulte sowie Jungtiere) im Jade-Gebiet sowie die Lage der Seehund-Liegeplätze zu den fünf untersuchten Klappstellen des WSA Wilhelmshaven beschrieben. Als Datengrundlage dienen die Ergebnisse der Seehund-Zählflüge aus den Jahren 2000 (8 Flüge) und 2001 (5 Flüge), die von der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer in Kartenform freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden (s. Anl. 4.8-1). Die Zählflüge wurden im Sommer, dem Zeitpunkt des größten Seehundvorkommens auf den Liegeplätzen, durchgeführt. Während in Schleswig-Holstein die meisten Seehunde das Wattenmeer im Spätherbst verlassen, stellt das niedersächsische Wattenmeer nach RIES (1993) einen Ganzjahreslebensraum für die Seehunde dar. Jedoch sinkt die Zahl der Tiere im Winterhalbjahr bis auf 50 % ab. Mittels Flugzählungen können Mindestpopulationsgrößen jedoch nur abgeschätzt werden, weil dabei nicht alle Tiere im Gebiet erfasst werden können (REIJNDERS ET AL. 1990).

Vorbetrachtung

Störungen

Die Entfernung, ab der sichtbare Reaktionen der Seehunde auf Störung (z.B. Schiffsverkehr) stattfinden, kann zwischen 500 und 1500 m liegen (u.a. BACH 1997, VOGEL 1994). Dabei spielt neben der Art der Annäherung von Schiffen (Geschwindigkeit, Geräusche) auch die Gewöhnung der Tiere eine Rolle (BACH 1997, VOGEL 1994). Bei immer wiederkehrenden, nach gleichem Schema durchgeführten Aktivitäten (z.B. Verbringung von Baggergut durch Klappschuten) werden teilweise Entfernungen von 200 m toleriert (BACH 1991, DIETRICH & KOEPF 1986, WEIDEL 1986).

Störungen können zu Unruhe und Stress bei den Tieren führen, der neben physiologischen Beeinträchtigungen vermehrte Fluchtbewegungen und verkürzte Ruhephasen sowie Mutter-Kind Trennungen zur Folge haben kann (VOGEL 1994). Im Wattenmeer sterben ca. 60 % der Jungtiere im 1. Jahr, u.a. durch die negativen Folgen von Störungen während der Säugezeit (REIJNDERS ET AL. 1990). Im schlimmsten Fall werden Liegeplätze ganz aufgegeben (VOGEL 1994). Auch während der Überflutungphase können sich bis zu 40 % der Seehunde

über den Liegeplätzen befinden (SCHWARZ & HEIDEMANN 1994), so dass auch zu dieser Zeit potenzielle Störungen durch Schiffe auftreten können.

Veränderung der Sandbank- und Prielmorphologie

Durch Einbringen von Sedimentmengen können neben den direkten Bodenveränderungen an den Klappstellen auch Sekundäreffekte in der weiteren Umgebung auftreten, z.B. durch Veränderung des Strömungsregimes oder durch Sedimentation (ESSINK 1993). Diese Veränderungen können dazu führen, dass ehemals genutzte Liegeplätze den Ansprüchen der Seehunde nicht mehr genügen und aufgegeben werden.

Veränderung des Nahrungsangebotes

Verbringung von Baggergut hat Auswirkungen v.a. auf das Sediment und dessen Besiedlung und führt zu einer Erhöhung der Wassertrübung. Hierdurch kann es zu Beeinträchtigungen im Plankton und Benthos sowie der Fischfauna in der direkten und weiteren Umgebung der Klappstelle kommen. Damit können Seehunde sekundär durch eine Veränderung des Nahrungsangebotes beeinträchtigt werden.

4.8.3 Ergebnisse

Gesamt-Untersuchungsgebiet

In den Jahren 2000 und 2001 war das Vorkommen, die Häufigkeiten und Verteilungen der Seehunde im Jade-Gebiet ähnlich (s. Anl. 4.8-1). Schwerpunktmäßig verteilen sich die Seehunde am Mellumriff und dem südlich angrenzenden Hohe Weg Watt mit seinen zahlreichen Sandbänken, dem Vareler Watt im Jadebusen und auf den Sandbänken zwischen Minsener Oog und Wangerooge. Diese Gebiete sind als Ruhezone des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer ausgewiesen und beherbergten in den Jahren 2000 und 2001 unterschiedlich große Gruppen von Seehunden. Meist gruppierten sich 11 - 50 Tiere zusammen, vereinzelt liegen 51 - 100 Tiere zusammen. Regelmäßig wurden in diesen Gebieten Jungtiere gesichtet, was diese Bänke nicht nur als Ruheplätze sondern auch als regelmäßige Aufzuchtgebiete ausweist.

Ein außerhalb des Nationalparks gelegener, regelmäßig genutzter Seehund-Liegeplatz befindet sich auf dem Jappensand. Hier halten sich kleine Gruppen (max. 5 Individuen) von adulten Tieren auf. Nur im Jahr 2000 wurde auch eine Gruppe mit Jungtieren beobachtet.

Klappstellen 01 und Jade-Weser

Diese beiden Klappstellen in der Außenjade liegen mehrere Kilometer (> 4 km) von den nächsten Seehund-Liegeplätzen vor Wangerooge entfernt. Von der Verwendung dieser beiden Klappstellen ist daher keine Störung der Seehunde zu erwarten.

Klappstelle Mellumplate

Die Klappbereiche Mellumplate Nord und Mellumplate Mitte liegen ca. 3 km von den Seehund-Bänken am Mellumriff entfernt. Der Klappbereich Mellumturm liegt > 2 km von den Seehund-Liegeplätzen auf der Mellumplate und ca. 3,5 km von den Ruheplätzen am Mellumriff. Aufgrund dieser Distanzen ist keine Störung der Tiere durch Verklappungsaktivitäten zu erwarten.

Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser

Südreede liegt z.T. < 500 m von den Seehund-Liegeplätzen auf dem Jappensand entfernt. Diese Klappstelle wird von der dem Liegeplatz abgewandten Seite her angefahren. Darüber hinaus tolerieren

die Tiere aufgrund des Gewöhnungseffektes teilweise geringere Entfernungen, was hier der Fall zu sein scheint, da diese Klappstelle schon viele Jahre genutzt wird. Demzufolge sind keine erheblichen Störungen der Seehunde durch den Klappbetrieb zu erwarten.

Die beiden Bereiche der Klappstelle Vareler Fahrwasser befinden sich in < 1 km Entfernung von den Ruheplätzen am Schweinsrücken/Arngast Sand in der Nationalpark-Ruhezone. Diese Klappstelle wird von großen Baggern nur im Winter, vom 1. Dezember bis 28. Februar (pers. Mitt. WSA Wilhelmshaven) beaufschlagt – die Zeit, in der sich die Seehunde vorwiegend auf See aufhalten. Potenzielle Störeffekte sind somit weitgehend minimiert.

4.8.4 Bewertung

Störungen

Bis auf die Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser liegen die WSV-Klappstellen > 2 Kilometer von den Seehund-Liegeplätzen entfernt, so dass nicht mit direkten Störungen durch Verklappungsaktivitäten zu rechnen ist

Für das Untersuchungsgebiet besteht infolge des Schiffverkehrs und Tourismus/Freizeitbootverkehrs eine Vorbelastung, die nachhaltig das Leben der Seehunde prägt. Störungsempfindliche Individuen haben vermutlich das Gebiet schon verlassen. Der jahrelang durchgeführten Verklappungsaktivitäten im Rahmen der Unterhaltung ist somit – auch im Bereich Südreede und Vareler Fahrwasser - nur eine untergeordnete Rolle als Störfaktor für Seehunde zuzuordnen.

Veränderung der Sandbank- und Prielmorphologie

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist nicht mit erheblichen Veränderungen der Morphologie der für Seehunde relevanten Sandbänke und Priele durch die Unterhaltungsverklappung zu rechnen.

Veränderung des Nahrungsangebotes

Die Auswirkungen der Verklappungen im Jade-System auf die Fischfauna beschränken sich auf kurzfristig zu beobachtenden Vertreibungen an den Klappstellen (vgl. Kap. 4.7). Für Seehunde, die in einem größeren Gebiet jagen, ist somit nach vorliegenden Erkenntnissen nicht mit einer erheblichen Veränderung des Nahrungsangebotes aufgrund von Verklappungsaktivitäten zu rechnen.

Fazit

Nach derzeitigen Kenntnissen sind keine erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen der Seehunde durch die Verklappungsaktivitäten nach bisher durchgeführter Praxis in der Jade festzustellen.

4.9 Naturschutz

Gemäß der HABAK-WSV ist zu prüfen, ob sich durch die Baggergutablagerung ein Konflikt mit Landschafts- und/oder Naturschutzgebieten ergibt. Ferner ist zu berücksichtigen, ob Lebensräume seltener oder bedrohter Arten betroffen sind. Nachfolgend werden mögliche Auswirkungen der Verklappungsaktivitäten auf die im Untersuchungsgebiet ausgewiesenen Schutzgebiete, sowie auf Arten und Biotoptypen der Roten Listen betrachtet.

4.9.1 Schutzgebiete

In der Jade bestehen mehrere Schutzgebiete unterschiedlicher Kategorien, die sich z.T. überlappen. Von besonderer Relevanz für die Betrachtung der Klappstellen im Jade-System sind der Nationalpark

Niedersächsisches Wattenmeer mit seinen verschiedenen Zonen und den dazu verordneten Befahrensregelungen, die Schutzgebiete gemäß EU-Vogelschutz-Richtlinie und FFH-Gebiete.

Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer

Der ca. 278.000 ha große Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer wurde 1986 gegründet (Nationalparkverordnung vom 13.12.1985, ersetzt durch Nationalparkgesetz (NlpG) vom 01.08.2001). In dem Park soll die besondere Eigenart der Natur und Landschaft dieser Wattregion einschließlich des charakteristischen Landschaftsbildes erhalten bleiben und vor Beeinträchtigungen geschützt werden. Ferner sollen die natürlichen Abläufe in diesen Lebensräumen fortbestehen und die biologische Artenvielfalt erhalten bleiben.

Der Park gliedert sich in drei Zonen mit unterschiedlichen Schutzbestimmungen. Den strengsten Schutz genießt die Ruhezone (Zone I). Hierzu gehören u.a. Seehundliegebänke sowie bedeutende Brut-, Rast- und Nahrungsgebiete für Vögel. Die Verbote der Ruhezone gelten auch in der Zwischenzone (Zone II). Allerdings lässt das Gesetz hier Ausnahmen zu. Dem erholungssuchenden Menschen dient Zone III (Erholungszone).

In der „Verordnung über das Befahren der Bundeswasserstraßen in Nationalparks im Bereich der Nordsee“ sind die Befahrensregeln festgelegt. Bestimmte Gebiete, z.B. in der Zone I liegende Robbenschutzgebiete (RSG) und Vogelschutzgebiete (VSG), sind während unterschiedlicher Jahreszeiten für das Befahren gesperrt. Ihre genaue Lage ist in den Seekarten verzeichnet.

Schutzgebiete gemäß EU-Vogelschutz-Richtlinie

Der gesamte Nationalpark stellt ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung dar, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel (Ramsar-Konvention 1971). Seit 1983 ist das gesamte Gebiet des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer besonderes Schutzgebiet gemäß der EU-Vogelschutz-Richtlinie (79/409/EWG). Die Flächen dienen dem Ziel, das Überleben und die Vermehrung der dort vorkommenden in Anhang I und Artikel 4(2) der Richtlinie genannten Vogelarten sicherzustellen

Nach Artikel 4(4) der EU-Vogelschutzrichtlinie treffen die Mitgliedstaaten geeignete Maßnahmen, um die Verschmutzung oder Beeinträchtigung der Lebensräume sowie die Belästigung der Vögel zu vermeiden, sofern sich diese auf das Überleben und die Vermehrung besonders geschützter Arten erheblich auswirken. Die Mitgliedstaaten bemühen sich ferner, auch außerhalb dieser Schutzgebiete Verschmutzungen oder Beeinträchtigungen der Lebensräume zu vermeiden.

Schutzgebiete gemäß Fauna-Flora-Habitat Richtlinie

Die seit 1992 existierende Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, kurz die Fauna-Flora-Habitat- oder FFH-Richtlinie, formuliert als allgemeines Ziel (Art. 2(2)): „...einen günstigen Erhaltungszustand der natürlichen Lebensräume und der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse zu bewahren oder wieder herzustellen“. Die Ziele der Richtlinie sollen mit Hilfe eines kohärenten europäischen Netzes besonderer Schutzgebiete mit der Bezeichnung „Natura 2000“ verwirklicht werden. Das Netz „Natura 2000“ umfasst auch die von den Mitgliedstaaten aufgrund der EU-Vogelschutz-Richtlinie ausgewiesenen besonderen Schutzgebiete.

Das Land Niedersachsen hat (u.a.) den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ gegenüber dem Bund als FFH-Gebiet vorgeschlagen. Der Park ist Bestandteil des Schutzgebietnetzes „Natura 2000“.

Gemäß Artikel 6 der FFH-Richtlinie legen die Mitgliedstaaten für die besonderen Schutzgebiete die nötigen Erhaltungsmaßnahmen fest. Sie treffen die geeigneten Maßnahmen, um in den besonderen Schutzgebieten die Verschlechterung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten sowie Störungen von Arten, für die die Gebiete ausgewiesen worden sind, zu vermeiden, sofern solche Störungen sich im Hinblick auf die Ziele dieser Richtlinie erheblich auswirken könnten. Neue Projekte, die ein besonderes Schutzgebiet erheblich beeinträchtigen können, erfordern eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen.

4.9.2 Lage der Klappstellen zu den Schutzgebieten und mögliche Auswirkungen

Bis auf die Klappstelle Vareler Fahrwasser liegen alle untersuchten Klappstellen außerhalb von Schutzgebieten. Die Klappstellen 01 und Jade-Weser liegen > 4 km von der Nationalparkgrenze entfernt. Der Abstand der Klappbereiche Mellumplate Nord und Mellumplate Mitte + Nord2 zum Nationalpark Zone I beträgt ca. 3,5 bzw. 2,5 km. Etwa 500 m von der Nationalpark Zone I entfernt liegt der Klappbereich Mellumturm am Übergang zur Innenjade. Die Klappstelle Südreede befindet sich in etwa 500 m Distanz zur Nationalparkgrenze. Die beiden Bereiche der Klappstelle Vareler Fahrwasser liegen innerhalb der Schutzzone I/37 des Nationalparks. In ca. 170 bzw. 220 m Entfernung befindet sich ferner die Ruhezone I/36.

Mit Auswirkungen der Klappaktivität an den Klappstellen 01, Jade-Weser, Mellumplate Nord und Mellumplate Mitte + Nord2 ist aufgrund der relativ großen Distanz zu den Schutzgebieten nicht zu rechnen. Die potenziellen Auswirkungen der Klappstellen Mellumturm und Südreede auf die Schutzgebiete beschränken sich auf mögliche geringfügige Fernwirkungen (z.B. Verdriftung, Scheueffekte). An der Klappstelle Vareler Fahrwasser sind direkte Auswirkungen auf das Schutzgebiet, wie Überdeckung und Störung, prinzipiell möglich.

Klappbereich Mellumturm

Auf diesem Klappbereich konnten keine Verklappungswirkungen auf das Makrozoobenthos nachgewiesen werden. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass selbst durch verdriften von Baggergut in das Schutzgebiet hinein, keine gravierende Beeinträchtigung der Benthosgemeinschaft ausgelöst wird.

Störungen der Seehunde am Mellumriff und Mellumplate durch die Verklappungstätigkeiten sind sehr unwahrscheinlich, da diese Klappstelle > 2 km von den Liegeplätzen entfernt liegt.

Klappstelle Südreede

Auswirkungen der Verklappung auf die Benthosgemeinschaft waren im Herbst 2000 nicht eindeutig belegbar. Im Falle von Verdriftung von Baggergut in das Schutzgebiet sind keine nennenswerten Störungen des MZB zu erwarten.

Obwohl diese Klappstelle zu den Seehund-Liegeplätzen auf dem Jappensand < 500 m entfernt liegt, sind durch den Gewöhnungseffekt keine erheblichen Störungen der Seehunde durch den Klappbetrieb zu erwarten (vgl. Kap. 4.8.4).

Klappstelle Vareler Fahrwasser

Die Klappstelle Vareler Fahrwasser liegt in der Schutzzone I/37. Diese Zone wurde im Jahr 2001 mit dem Gesetz zur Neufassung des Gesetzes über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ neu eingerichtet. Dadurch steht der dortige Lebensraum für charakteristische Tier- und Pflanzenarten und –gesellschaften (insbesondere die Sandkoralle) unter besonderem Schutz.

Auf die Klappstelle Vareler Fahrwasser werden Sedimente aus dem Neuen Vorhafen verbracht. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass Auswirkungen der Verklappung auf das Benthos nicht eindeutig nachweisbar waren (vgl. Kap. 4.7.2). Im nördlichen Klappbereich wurden Schlickablagerungen festgestellt. Hier ist unklar, ob es sich um natürliche Vorkommen oder um die Folge von Verklappungen handelt.

Das benachbarte Schutzgebiet I/36 liegt nicht entlang der Hauptverdriftungsrichtung. Durch Verdriften von Baggergut in das Schutzgebiet sind Auswirkungen auf die dort lebende Benthosgemeinschaft in unmittelbarer Umgebung der Klappstellen nicht auszuschließen – jedoch unwahrscheinlich. Hinzu kommt, dass sekundäre Auswirkungen in Intensität und Dauer geringer sind, als direkte auf der Klappstelle.

Eine Störung der Seehunde ist durch die Verklappungsaktivitäten an der Klappstelle Vareler Fahrwasser prinzipiell möglich, da diese Klappstelle < 1 km von den Liegeplätzen am Schweinsrücken/Arngast Sand

entfernt liegt. Da diese Klappstelle jedoch überwiegend während der Wintermonate von großen Baggern genutzt wird – die Zeit, in der sich die meisten Seehunde auf See aufhalten – sind keine erheblichen Störungen durch Verklappungsaktivitäten zu erwarten (vgl. Kap. 4.8).

In nur sehr geringem Umfang sind Scheuchwirkungen auf Vögel zu erwarten. Die verklappenden Schiffe unterscheiden sich nur wenig vom regulären Schiffsverkehr und wegen des Tiefgangs müssen sie einen bestimmten Abstand zu trockenfallenden Flächen, auf denen sich Vögel zur Nahrungssuche aufhalten können, einhalten.

Die Schutzgebietsausweisung erfolgte als die Klappstelle schon in Betrieb war. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten keine eindeutigen Auswirkungen infolge der Verklappungsaktivitäten nachgewiesen werden, daher ist eine Beeinträchtigung des Schutzgebietes nicht zu postulieren. Da allerdings anhand der Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchung mögliche Auswirkungen durch die Verklappung nicht eindeutig ausgeschlossen werden können, wird empfohlen, zukünftig Kontrolluntersuchungen durchzuführen, um die Einschätzung abzusichern.

4.9.3 Rote Listen

Tierarten

In den Untersuchungen zum Makrozoobenthos sind in den Bereichen der Jade-Klappstellen insgesamt 19 Rote Liste-Arten (nach PETERSEN ET AL. 1996, RACHOR ET AL. 1998) gefunden worden (vgl. Kap. 4.6, Tab. 4.6-2): die als „gefährdet“ eingestuften Arten Brotkrumenschwamm *Halichondria panicea*, Zypressenseemoos *Sertularia cupressina*, und die Elliptische Trogmuschel *Spisula elliptica*; die mit „Gefährdung anzunehmen aber Status unbekannt“ klassifizierten Arten Seanelke *Metridium senile*, Bohrmuschel *Petricola pholadiformis*, Durchsichtige Messerscheide *Phaxas pellucidus*, Dreieckige und Ovale Trogmuschel *Spisula subtruncata* und *S. solida*, die Vielborster *Harmothoe impar*, *Neoamphitrite figulus* und *Lagis koreni*, Stabförmige Meerassel *Idotea linearis*, *Processa nouveli holthuisi*; und die „mit geographischer Restriktion“ eingestuften Arten *Eudendrium rameum* und die Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata*. Als „susceptible“ für Niedersachsen eingestuft sind *Cancer pagurus*, *Caprella linearis* und *Pygogonum littorale*.

Von der als „gefährdet“ eingestuften Sandkoralle *Sabellaria spinulosa* wurden nur Geröllstücke gefunden. Lebende *Sabellaria*-Riffe wurden nicht gefunden, die Röhren werden jedoch von einer diversen Begleitfauna besiedelt (s. Artenliste Anl. 4.6-3). Im Vareler Fahrwasser wies SCHUSTER (1952) ausgedehnte *Sabellaria*-Riffe nach, die später jedoch nur noch als unbesiedelte Riffe dokumentiert werden konnten (DÖRJES ET AL. 1969, ARENS & GÖTTING 1987).

Makrozoobenthosarten, die in der Roten Liste geführt werden kamen im Untersuchungsgebiet, aufgrund des Vorkommens von Hartsubstraten, vermehrt in den Bereichen Südreede und Vareler Fahrwasser vor. Da jedoch viele Arten direkt auf den Klappstellenstationen im Bereich Vareler Fahrwasser (u.a. *Petricola pholadiformis*) gefunden wurden, konnte nicht auf eine erkennbare Störung der empfindlichen Arten durch die Verklappung von Schlick aus dem Vorhafen geschlossen werden.

In der Jade sind nach BIOCONSULT (2001b) bisher 7 im Wattenmeer (FRICKE ET AL. 1995) und/oder in Küstengewässern (FRICKE ET AL. 1998) gefährdete Fisch- und Rundmaularten nachgewiesen worden (vgl. auch Kap. 4.7 Fische / Fischerei). Als stark gefährdet gelten Große Seenadel *Syngnathus acus* (in Küstengewässern „nur“ gefährdet) und Meerneunauge *Petromyzon marinus*. Gefährdet sind Seestichling *Spinachia spinachia*, Kleiner Scheibenbauch *Liparis montagui*, Großer Scheibenbauch *Liparis liparis* und Grauer Knurrhahn *Trigla gurnardus* (in Küstengewässern ungefährdet). Der Seehase *Cyclopterus lumpus* ist im Wattenmeer potenziell gefährdet und wird in der Roten Liste für Küstengewässer als Art mit geographischer Restriktion (Bindung an hartsubstratreiche Standorte wie den Felssockel von Helgoland) geführt. Mit dem Vorkommen weiterer gefährdeter und im übrigen Wattenmeer nachgewiesener Arten wie u. a. Flussneunauge, Meerforellen und Lachs ist zu rechnen.

Trotz der guten Bestandserholung seit der Virusepidemie 1988 wird der Seehund *Phoca vitulina* weiterhin als „gefährdet“ in der Roten Liste von Deutschland sowie von Niedersachsen & Bremen (BENKE & HEIDEMANN 1995) geführt.

Biotoptypen

Von Verklappungen betroffen sind in der Jade die Biotoptypen „Pelagial-“ und „Benthal der Flachwasserzone der Nordsee“ (Sublitoral zwischen ca. 15 m Wassertiefe und MTNW-Linie (RIECKEN ET AL., 1995)) sowie in der Außenjade das „Pelagial-“ und „Benthal der Nordsee“ (Offene Meeresgebiete, ständig mit Wasser bedeckte Bereiche, mehr als 15 m tief (RIECKEN ET. AL., 1995)).

Die betroffenen Biotoptypen der Flachwasserzone sind überwiegend dem „Benthal mit Fein- bis Mittelsandssubstrat, makrophytenarm,“ und einige Klappstellenbereiche im Vareler Fahrwasser dem „Benthal mit Grobsand-, Kies- und Schillssubstrat, makrophytenarm“ sowie „dem „Benthal mit Schlicksubstrat, makrophytenarm“ zuzuordnen. Wie das Pelagial der Flachwasserzone sind diese in der Roten Liste der Biotoptypen aufgrund der „Gefährdung durch qualitative Veränderung“ (schleichenden Degradierung) als gefährdet eingestuft. Als stark gefährdet eingestuft ist das „Benthal mit Schlicksubstrat“. Im offenen Meeresgebiet ist überwiegend der als gefährdet eingestufte Biotoptyp „Benthal mit Fein- bis Mittelsandssubstrat“ betroffen. Von dem von „vollständiger Vernichtung bedrohten“ Biotoptyp *Sabellaria*-Riff wurden nur Bruchstücke der Sandkoralle gefunden.

Die Ergebnisse der sedimentologischen und morphologischen Untersuchungen geben nur an der Klappstelle 01 Hinweise auf eine morphologische Veränderung bedingt durch ältere Verklappungsaktivitäten. Trotz laufender Unterhaltungsarbeiten ist der derzeitige Zustand stabil und es findet keine weitere Aufhöhung statt. Hohe Schlickanteile in einigen Klappstellenbereichen im Vareler Fahrwasser sind möglicherweise natürlichen Ursprungs und nicht verklappungsbedingt.

4.9.4 Bewertung

Beeinträchtigungen von Tieren in den bestehenden Schutzgebieten der Jade durch die Verklappungsaktivitäten des WSA Wilhelmshaven treten nach vorliegenden Erkenntnissen nur sehr bedingt auf. Insgesamt sind die Auswirkungen der Verklappungen zeitlich und räumlich begrenzt. Juristisch sind die Verklappungsaktivitäten des WSA im Schutzgebiet durch Bundesgesetz geregelt. Erhebliche Beeinträchtigungen durch den Klappbetrieb sind nicht festzustellen.

5 Auswirkungsprognose

5.1 Zusammenfassende Prognose

5.1.1 Schadstoffe

Da die Schwermetallgehalte in den Proben aus dem **Jade-Fahrwasser** sowie aus dem **Neuen Vorhafen** die Richtwerte RW_1 der HABAK unterschreiten (Fall 1), sind keine Auswirkungen durch eine Umlagerung des Baggergutes zu erwarten.

Das Baggergut aus dem **Jade-Fahrwasser** ist zwar aufgrund der geringen Überschreitung der Richtwerte durch die in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ ermittelten Konzentrationen der PAK, des HCB und des Lindan in Fall 2 einzustufen, die Belastung an den untersuchten Klappstellen und der Referenzstelle Steenkentief liegt aber in einem ähnlichen Bereich oder sogar höher. Außerdem ist bei dem Vergleich der Konzentrationen der organischen Schadstoffe mit Richtwerten oder Daten aus anderen Untersuchungen zu beachten, dass bei den vorliegenden niedrigen Konzentrationsbereichen mit Messwertungenauigkeiten von bis zu 50 % zu rechnen ist, und damit die festgestellten Überschreitungen der Vergleichswerte wenig signifikant sind. Durch eine Umlagerung des Baggergutes ist daher keine Erhöhung der Schadstoffgehalte im Bereich der Klappstellen zu erwarten.

Entsprechendes gilt für das Baggergut aus dem **Neuen Vorhafen**, das wegen der PAK- und Lindan-Gehalte ebenfalls in Fall 2 eingestuft wurde. Auch die ökotoxikologische Bewertung des Baggergutes aus den beiden Bereichen lässt keine Gefährdung der aquatischen Umwelt durch das umgelagerte Baggergut erwarten.

Zusammenfassend ergibt die Auswirkungsprognose, dass das Baggergut aus dem Jade-Fahrwasser und dem Neuen Vorhafen hinsichtlich der Belastung mit Schwermetallen, organischen Schadstoffen und zinnorganischen Verbindungen ohne Einschränkungen an den vorgesehenen Klappstellen umgelagert werden kann.

5.1.2 Sauerstoffhaushalt

Das Bodenmaterial aus dem Neuen Vorhafen zeigt hohe bis sehr hohe Sauerstoffzehrungswerte. Wie in-situ-Messungen ergeben haben, ist eine geringfügige Minderung der Sauerstoffkonzentration lokal begrenzt feststellbar. Kritische Belastungen des Sauerstoffhaushalts über einen ausgedehnten Bereich können ausgeschlossen werden.

5.1.3 Ökotoxikologie

Das Baggergut darf aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt umgelagert werden (Fall 1 der Handlungsanweisung).

5.1.4 Makrozoobenthos

In vorliegender Benthos Untersuchung wurden auf keiner der Klappstellen massive Verödungen, sondern nur relativ schwache oder keine erkennbaren Beeinträchtigungen identifiziert.

Die **Klappstelle 01** ist - infolge der Aufhöhung und dem damit erhöhten Energieeintrag – als langfristig gestörter Lebensraum zu charakterisieren, an dem eine veränderte MZB-Gemeinschaft existiert, die sich dauerhaft in einem frühen Sukzessionsstadium befindet. Da an dieser Klappstelle ausschließlich Sande und keine lagestabilen Schluffsedimente verbracht werden, ist eine zügige Wiederbesiedelung möglich. Bei Fortführung der Verklappungsaktivitäten nach bisheriger Praxis wird die MZB-Gemeinschaft weiterhin im Zustand ständiger Wiederbesiedelung verbleiben.

An der Klappstelle **Jade-Weser** sind in Teilbereichen sedimentologische und faunistische Veränderungen festgestellt worden, die auf die Klappmengen von > 1 Mio. m^3 von Feinsand mit Schluffanteilen im Jahr 2000 zurückzuführen sind. Ausgehend von einer natürlich hohen Heterogenität dieses Bereiches bezüglich der Parameter Wassertiefe und Sedimenteigenschaften würde sich bei Beendigung der Verklappungen vermutlich wieder die ursprüngliche Sedimentzusammensetzung und Zönose einstellen.

Die benthischen Wirbellosengemeinschaften im Bereich der Klappstellen **MP Mitte + Nord2** und **Mellumturm** zeigen keine Hinweise auf Verklappungswirkungen. Trotz relativ umfangreicher Klappmengen waren keine eindeutigen Verklappungswirkungen an **Mellumplate Nord** nachweisbar. Aufgrund der hohen natürlichen Heterogenität der Stationsgruppen an den Klappstellen **Südreede** und **Vareler Fahrwasser** war eine Einschätzung von Verklappungswirkungen auf die Makrozoobenthosgemeinschaften nicht abschließend möglich. Zudem fanden sich hier vergleichsweise viele Rote Liste Arten bedingt durch die Substratheterogenität. Die Sensitivität der Zönosen dieser fünf Klappstellen gegenüber den Verklappungen in derzeitigem Umfang erscheint im Rahmen der natürlich hohen Dynamik gering. Bei Fortführung der Verklappungsaktivitäten in bisherigem Umfang ist daher keine erhebliche Störung des Makrozoobenthos an diesen Klappstellen zu erwarten. Bei Erhöhung der Klappmengen und –frequenz kann eine zunehmende Störung und damit einhergehende Veränderung der Zönose nicht ausgeschlossen werden.

5.1.5 Fische / Fischerei

Die Auswirkungen auf Fische und die fischereilich genutzten Garnelen sind i. d. R. temporär und beruhen vermutlich auf einer Störung und Vertreibung von Individuen. Langfristige und/oder erhebliche Beeinträchtigungen sind nicht zu erwarten, weil es zu keinen oder nur geringen Veränderungen der Habitate kommt, das Nahrungsangebot nicht nachhaltig reduziert wird (vgl. Kap. 5.1.5 Makrozoobenthos) und die Klappstellen einschließlich der potenziell betroffenen Umgebung nur vergleichsweise kleine Anteile an den Lebensräumen der vorkommenden Fisch- und Garnelenbestände haben.

Für die Fischerei sind rückläufige Bestandsgrößen der befischten Zielarten aus o. a. Gründen nicht anzunehmen. Beeinträchtigungen der Fischereiausübung durch verunreinigte Fänge und Netze sind insbesondere an den stärker mit Schlick beaufschlagten Klappstellen der Innenjade möglich. Da i. d. R. nur sehr kleine Anteile der Fanggebiete einzelner Fischer betroffen sind, sind diese Beeinträchtigungen sehr gering.

5.1.6 Seehunde

Die meisten der untersuchten Jade-Klappstellen liegen $> 1,5$ km Luftlinie von den Seehund-Liegeplätzen entfernt, so dass nicht mit direkten Störungen durch Verklappungsaktivitäten zu rechnen ist. Um eine ausreichende Distanz zu gewährleisten, sollten die Klappstellen Mellumturm, Südreede und Vareler Fahrwasser wie bisher von der jeweils den Liegeplätzen abgewandten Seite angefahren werden.

Nach vorliegenden Erkenntnissen ist nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen der Seehunde durch die Verklappungsaktivitäten nach bisher durchgeführter Praxis zu rechnen.

5.1.7 Naturschutz

Bis auf die Klappstelle Vareler Fahrwasser liegen alle Klappstellen des WSA Wilhelmshaven außerhalb von Schutzgebieten. Die Verklappungsaktivitäten an den Jade-Klappstellen wirken sich auf die ausgewiesenen Schutzgebiete nach vorliegenden Erkenntnissen in nur sehr geringem Maß sowie zeitlich und kleinräumig begrenzt aus. Somit stellen die Verklappungswirkungen – auch die der im Schutzgebiet gelegenen Klappstelle – keine wesentliche Beeinträchtigung der Schutzziele dar.

5.2 Alternativen / Empfehlungen

5.2.1 Stoffhaushalt

Das Bodenmaterial aus dem Neuen Vorhafen zeigt eine hohe Sauerstoffzehrung. Verklappungen dieser Sedimente wirken sich jedoch nicht nachteilig auf den Sauerstoffhaushalt der Jade-Bucht aus. Für den Baggerbetrieb sind deshalb einschränkende Auflagen nicht erforderlich.

5.2.2 Makrozoobenthos

Die nachgewiesenen Verklappungswirkungen an den Klappstellen 01 und Jade-Weser auf die Makrozoobenthosgemeinschaften in der Jade drücken sich in Veränderungen im Artenspektrum und der Zunahme juveniler Formen aus. Aufgrund der kleinräumigen Begrenzung der Auswirkungen erscheint es nicht notwendig Alternativen vorzuschlagen.

5.2.3 Fische / Fischerei

Beeinträchtigungen der Bodenfauna durch zeitweilig sedimentierendes Klappgut können minimiert werden, wenn nur bei vollem Strom verklappt wird. Dadurch wären Bodentiere in geringerem Umfang durch zeitweilige Überdeckung gefährdet.

An den stärker mit Schlick beaufschlagten Klappstellen kann in Einzelfällen, d. h. falls einzelne Fischer in erheblichem Umfang durch verunreinigte Fänge und Netze beeinträchtigt werden, eine zeitliche Beschränkung der Verklappungsaktivitäten sinnvoll sein. Beispielsweise ruht die Fischereiausübung meist im Winterhalbjahr, so dass dann keine direkten Auswirkungen auf die Fischereiausübung auftreten können.

5.2.4 Seehunde

Es sind derzeit keine erheblichen Beeinträchtigungen der Seehunde durch die Verklappungsaktivitäten nachzuweisen. Klappstellen, die sich in geringer Distanz (< 1,5 km) zu den Seehund-Liegeplätzen befinden, sollten weiterhin von der dem Liegeplatz abgewandten Seite her angefahren werden.

5.2.5 Naturschutz

Da die Auswirkungen der Verklappungsaktivitäten auf die Schutzgebiete als sehr gering, zeitlich und kleinräumig begrenzt einzustufen sind, werden keine Alternativen vorgeschlagen.

6 Überwachungsprogramm

Basierend auf der Auswirkungsprognose ist gemäß HABAK-WSV nach erfolgter Baggergutablagerung ein Überwachungsprogramm für den Ablagerungsbereich auszuarbeiten. Da es sich im vorliegenden Fall um Unterhaltungsbaggerei handelt, sind die vorgeschlagenen Untersuchungen parallel zu den aktuellen Unterhaltungsaktivitäten durchzuführen. Aufgrund der prognostizierten Auswirkungen (Kap. 5), sind folgende Bereiche in ein Überwachungsprogramm einzubeziehen:

Schadstoffe

Da das Baggergut aufgrund der Belastung mit PAK, HCB und Lindan in Fall 2 einzustufen war, sollte eine Überprüfung der organischen Schadstoffgehalte an den Ablagerungsstellen in das Überwachungsprogramm aufgenommen werden. Da die Sedimente in diesen Bereichen sehr geringe Feinkornanteile aufweisen, und in Gesamtproben überwiegend Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenzen zu erwarten sind, sollten die Schadstoffmessungen in einer abgetrennten Feinkornfraktion erfolgen.

Makrozoobenthos

An den Klappstellen Mellumplate Nord, MP Mitte + Nord2, Mellumturm, und Südreede ist bei wesentlicher Erhöhung der Verklappungsfrequenz und der Klappmengen zu prüfen, ob Untersuchungen der Benthosgemeinschaft im Überwachungsprogramm berücksichtigt werden sollten. Für die Benthosgemeinschaft an den Klappstellen 01 und Jade-Weser wurden verklappungsbedingte Veränderungen nachgewiesen. Bei Erhöhung der Klappmengen und Verklappungsfrequenz sollte geprüft werden, ob neue Untersuchungen notwendig sind. An der Klappstelle Vareler Fahrwasser konnten keine eindeutigen Auswirkungen der Verklappung auf die Benthosgemeinschaft festgestellt werden. Da diese Klappstelle im Nationalpark in der Ruhezone bzw. Schutzzone I/37 (vgl. Kap. 4.9.2) liegt und Verklappungswirkungen im Rahmen der HABAK-Untersuchungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden konnten, wird eine regelmäßige Überwachung der MZB-Besiedlung empfohlen.

7 Begriffsbestimmungen und Abkürzungen

Ablagerung	→ Unterbringung
ABC-Plots	Diese Methode dient dazu im Vergleich der Abundanz- und Biomasse-Daten mögliche Störungen einer Benthosgemeinschaft zu erkennen. Dazu werden die Taxa nach absteigenden Werten geordnet und die prozentualen Anteile in einer kumulativen Rang-Abundanz bzw. –Biomasse Kurve gegen den logarithmierten Artenrang aufgetragen. Störungen (z.B. Verklappungen) können sich in einer Veränderung der Abundanz/Biomasse Verhältnisse zeigen: in ungestörten Gemeinschaften dominieren wenige biomassereiche Individuen die Gemeinschaft - im ABC-Plot liegt die Biomasse über der Abundanz-Kurve. Bei einer Störung verschiebt sich die Dominanz zu biomassearmen r-Strategen – die Abundanzkurve im ABC-Plot liegt oben.
AFTG	Aschefreies Trockengewicht. Veraschung bei 485 °C über 3h
ANOSIM	(= Analysis of Similarities). Diese Analyse dient hier dem Vergleich der unterschiedlichen Stationsgruppen eines Untersuchungsbereiches. Der ANOSIM-Test beruht auf einer parameterfreien Permutationsprozedur. Die ANOSIM-Varianzanalyse wird auf eine Ähnlichkeitsmatrix angewendet, die einer Ordination zu Grunde liegt und die Gruppierung des Datensets wird anhand bestehender Merkmale a priori definiert.
Auswirkungsprognose	In den OSPAR- und HELSINKI-Richtlinien vorgeschriebene Aussage zu möglichen Auswirkungen der Einbringung von Baggergut in den Küstenbereich.
Baumkurre (Granatkurre)	u. a. in der Garnelen- (=Granat-) Fischerei eingesetzter Schleppnetztyp, bei dem das auf Kufen am Meeresgrund gleitende Netz durch eine Stange (=Baum) offen gehalten wird
benthisch	auf und im Gewässerboden bzw. –sediment lebend
Benthos	Gesamtheit der Organismen, die auf und im Gewässerboden bzw. -sediment leben
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)	Die Sauerstoffmenge in mg/l, die beim bakteriellen Abbau der organischen Substanz in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit verbraucht wird.
biogen	aus der (belebten) Biosphäre stammend
Box-and-Whisker-Plot	Verfahren zur grafischen Darstellung eines Mittelwertes (Median) sowie dessen Variabilität; dabei werden neben dem Median das 1. und 3. Quartil als Rechtecke sowie die Spannweite dargestellt
CA	Korrespondenzanalyse. Den Arten werden Punkte im Ordinationsdiagramm zugewiesen, die deren Optimum im Gefüge der Koordinatenachsen wiedergeben. Stationen liegen in der Nähe der Arten, die an den betreffenden Probenahmepunkten vorkommen.
CCA	Kanonische Korrespondenzanalyse. Analyse bei der die Arten-Abundanz-Daten als Funktion der Umweltparameter modelliert werden. Diese direkte Gradientenanalyse erlaubt eine Abschätzung in welchem Maß bestimmte Umweltparameter die Variationsbreite der Benthosdaten erklären.
Chlororganische Verbindungen	Sammelbezeichnung für → Kohlenwasserstoffe, die chemisch gebundenes Chlor enthalten. Einige von ihnen werden aufgrund ihrer Giftigkeit, ihrer hohen Persistenz und ihrer Bioakkumulierbarkeit zu den gefährlichen Umweltgiften gerechnet. Typische Beispiele für chlororganische Verbindungen sind Pestizide (z.B. DDT, Lindan), Holzschutzmittel, Reinigungsmittel, Lösemittel.
demersal	in bodennahen Wasserschichten lebend
Dredge	stabiler Rahmen mit Netzbeutel – genutzt zum Abschaben/-kratzen von Organismen vom Gewässerboden
Einbringung von Baggergut	s. Unterbringung

Handhabungskategorie	Die mit Hilfe der → pT-Wert-Methode ermittelten → Toxizitätsklassen werden im Hinblick auf die Handhabung von Baggergut den Handhabungskategorien „unbedenklich“, „kritisch“ und „gefährlich“ zugeordnet.
HCB	Hexachlorbenzol
Hintergrundwert (engl. background)	In Bezug auf die Umweltbelastung mit Schadstoffen: a) natürlicher Hintergrundwert: natürliche Belastung mit Schadstoffen ohne jeglichen Einfluss durch menschliche Aktivitäten; b) aktueller Hintergrundwert: gegenwärtige allgemeine Schadstoffbelastung in einem regional begrenzten Gebiet aufgrund menschlicher Aktivitäten (Industrie, Bergbau, Siedlungsabwässer u.a.).
Hol	ein Netzzug vom Aussetzen bis zum Einholen des Netzes
Hyperbenthos	Mobile Fauna - aus dem Benthos oder dem Pelagial – die in einer Zone etwa 0-80 cm über dem Gewässerboden leben. In Ästuaren dominieren Krebse das Hyperbenthos (Mysidaceen, Amphipoden, Isopoden). Einige andere Arten verbringen bestimmte Phasen ihres Lebens im Hyperbenthos. Hyperbenthische Arten sind meist „schnelle Schwimmer“.
Klei	Kleiboden, Marschboden aus den Sinkstoffen des Meeres oder der Tideflüsse entstandener alluvialer Marschboden. (Klei ist abgeleitet von kleben)
Kohlenstoff	organischer Kohlenstoff (engl. TOC = total organic carbon). Maß für den Anteil des organischen Materials in Sedimenten (Humusstoffe, Abwasserflocken, → biogenes Material usw.); dieses wiederum adsorbiert in hohem Maße bestimmte Schwermetalle und organische Schadstoffe.
Kohlenwasserstoffe (KW)	Summenparameter, organische chemische Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, Stammkörper aller organischen Verbindungen. Sie kommen u.a. vor als brennbare Gase, Benzin und petroleumartige Flüssigkeiten, Öle. In der Umweltdiskussion spielen auch die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK, aus Verbrennungsprozessen) eine besondere Rolle.
Korngrößeneffekt	Er ist begründet durch die Tatsache, dass in Sedimenten Schadstoffe in den verschiedenen Korngrößenfraktionen unterschiedlich stark angereichert werden (stärkere Adsorption in den kleineren Teilchen). Der Effekt kann durch eine "Normierung", z.B. durch den Bezug auf die Fraktion < 20 µm, weitgehend kompensiert werden.
Küstengewässer	Die landseitige Grenze der Küstengewässer wird gemäß WHG §1 Abs.1 durch die "Küstenlinie bei mittlerem Hochwasser" gebildet; wo die Küstenlinie durch in das Meer mündende Binnengewässer unterbrochen wird, bildet deren seewärtige Begrenzung die landseitige Grenze der Küstengewässer. Als "Küstenlinie bei mittlerem Hochwasser" ist im Tidegebiet der Nordsee die Linie des mittleren Tidehochwassers (MThw) anzusehen. An der Ostsee ist es die Linie des Mittelwasserstandes. Die seewärtige Begrenzung ergibt sich für die Binnenwasserstraßen des Bundes, die dem allgemeinen Verkehr dienen, aus der Anlage zu §1 Abs.1 Nr.1 WaStrG; für die übrigen oberirdischen Gewässer wird sie durch die Länder bestimmt. Die als äußere Grenze der Küstengewässer bestimmte "seewärtige Begrenzung des Küstenmeeres" entspricht der Hoheitsgrenze der Bundesrepublik Deutschland.
Makrozoobenthos (MZB)	→ Benthos ab ca. 2 mm Größe
MDS-Plot	(= Multidimensionale Skalierung). Diese grafische Darstellung drückt die Ähnlichkeiten der verschiedenen Zönosen aus, die sich in der jeweiligen Distanz zueinander optisch widerspiegeln. Ausgangsbasis ist eine Ähnlichkeitsmatrix. In einer iterativen Prozedur wird der MDS-Plot konstruiert, indem sukzessiv die Positionen der Objekte zueinander verschoben werden, bis die Abstände den Werten der Ähnlichkeitsmatrix entsprechen. Als Gütekriterium wird ein Stresswert verwendet.
Ökotoxikologie	Wissenschaftszweig, der sich mit den schädlichen Wirkungen von Schadstoffen auf ein Ökosystem befasst.

Organische Verbindungen	Chemische Verbindungen mit einem Kohlenstoffgrundgerüst
OSPAR-Kommission	Oberstes Entscheidungsgremium des OSLO- und PARIS-Übereinkommens, Sitz des Sekretariats ist in London
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, entstehen durch Verbrennung von Biomasse und fossilen Brennstoffen, kommen u.a. in Teerprodukten und Erdöl vor.
PCB	Polychlorierte Biphenyle, sehr toxische und stabile organische Schadstoffe; Verwendung u.a. als Hydraulikflüssigkeit, Kühlmittel, Transformatoröl. Gehört zu den → chlorierten Kohlenwasserstoffen
PCA	Hauptkomponentenanalyse. Darstellung in Form einer Ordination. Einem linearen Modell folgend werden theoretische Variablen auf der x- und y-Achse abgebildet, die die Arten-Abundanz-Daten erklären. Der berechnete Stationswert liegt in räumlicher Nähe der an dieser Station vorkommenden Arten. Je länger ein zu einer Art gehöriger Pfeil in der Ordination ist, desto stärker erklärt diese Art die Stations-/Greiferunterschiede.
pelagial	im Freiwasser lebend (↔ demersal)
Persistenz	Hohe Stabilität mancher organischer Schadstoffe gegenüber Zerstörung oder Abbau
ppm	(parts per million) Maßeinheit für Konzentrationen im Verhältnis 1/1.000.000 (z.B. mg/kg oder mg/l)
pT-Wert	potentia toxicologiae = toxikologischer Exponent. Der pT-Wert ist der negative binäre Logarithmus des ersten nicht mehr toxischen Verdünnungsfaktors in einer Verdünnungsreihe mit dem Verdünnungsfaktor 2. Der pT-Wert gibt an, um wievielfach eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch ist.
Sauerstoffzehrung	Verbrauch von Sauerstoff (Oxidation) in Gewässern durch biochemische und/oder chemische Prozesse; kann Sauerstoffmangel verursachen
Steert	Endsack eines Netzes; die Maschenweiten im Steert bestimmen letztendlich, ab welcher Größe Fische und andere Meerestiere vom Netz zurückgehalten werden
Süßwassergrenze	Definiert als "die Stelle im Wasserlauf, an der bei Ebbe und zu einer Zeit schwachen Süßwasserzuflusses auf Grund des Vorhandenseins von Meerwasser eine erhebliche Zunahme des Salzgehaltes festzustellen ist".
TBT	Tributylzinn. Zinnorganische Verbindung, das häufig als Antifoulingmittel u.a. in Schiffsanstrichen verwendet wird.
TOC	= total organic carbon → Kohlenstoff
Toxizitätsklasse	Die Toxizitätsklasse wird zahlenmäßig durch den → pT-Wert des empfindlichsten Organismus innerhalb einer Testpalette von Biotestverfahren bestimmt.
Unterbringung von Baggergut	Umfasst die Einbringung in ein Gewässer (Ablagern, Umlagern, Verklappen), die Ablagerung an Land (Spülfeld, Deponie, Wasserbau, Strandaufspülung u.a.) wie auch die wirtschaftliche Verwertung. Unter die OSPAR- und HELSINKI-Richtlinien fallen derzeit nicht das Agitationsbaggern ("Schlickeggen") und das Überlaufbaggern.

8 Literaturverzeichnis

ANONYMUS (2001): Konzept zur Handhabung von Tributylzinn (TBT)-belastetem Baggergut im Küstenbereich. Vereinbarung zwischen den Bundesministerien für Verkehr, Bau- und Wohnungswirtschaft und Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie den für Umwelt bzw. Verkehr zuständigen Landesministerien der Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein, Dezember 2001.

ARENS, S., E. GÖTTING (1987): Das Vareler Fahrwasser im Jadebusen. Bodenrelief, Sedimente und Makrozoobenthos. - Leistungsnachweis Universität Oldenburg, unveröff.: 78 S.

ARSU (1989): Ökologische Potential- Belastungsanalyse für den Jadebusen unter Einbeziehung der Landkreise Wesermarsch und Friesland sowie der Stadt Wilhelmshaven. - Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung, Oldenburg: 200 S.

BACH, L. (1991): Einfluß anthropogen bedingter Störungen auf eine Seehundsgruppe (*Phoca vitulina vitulina* Linné) auf Mälklappen (Südschweden). - Seevögel 12 (Sonderheft 1):7-9.

BACH, L. (1997): Untersuchungen an Seehunden im Gebiet des „Wurster Arms“ in Bezug auf die Verklappung von Baggergut aus den Häfen in Bremerhaven, Teil 1. - unveröff. Gutachten im Auftrag des HBH Bremerhaven: 21 S.

BENKE, H. UND G. HEIDEMANN (1995): Rote Liste der marinen Säugetiere des deutschen Wattenmeer- und Nordseegebietes. - Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 44: 135-139.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1993): Untersuchung der Einbringung von Baggergut aus dem Emdener Fahrwasser in das Dukegat (Ems-Ästuar). - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-0800.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1996): BfG-Ästuarmonitoring in Ems, Jade, Weser, Elbe. Makrozoobenthos 1995. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1040: 34 S. u. Anlagen.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1997): BfG-Ästuarmonitoring in Ems, Jade, Weser, Elbe, Eider. Makrozoobenthos 1996. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1113: 42 S. u. Anlagen..

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, (1998): BfG-Ästuarmonitoring in Ems, Jade, Weser, Elbe. - Kritische Übersicht über die Ergebnisse 1995-97. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz: 138 S. u. Anhang.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1999a): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV). Erstellt im Auftrag des BMVBW. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 2. überarb. Fassung, BfG-1100.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1999b): Bagger- und Klappstellenuntersuchungen in der Außenweser. Band 1: Untersuchungen und Ergebnisse. Band 2: Anlagen. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1146.

BfG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1999c): BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung". Anlage zum Leistungskatalog Teil 5 der AVEU 5/94: "Gewinnung sowie physikalische, chemische und biologische Untersuchung von Eluaten und Porenwässern".- Koblenz, 1999

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2000): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). Erstellt im Auftrag des BMVBW. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 2. überarb. Fassung, BfG-1251.

BFG - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2001): Bagger- und Klappstellenuntersuchungen im Ems-Ästuar. Klappstellen 1 - 7. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1329: 111 S + 28 Anl..

BFN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1998) (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. - Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, Heft 55.

BLJKERK, R., (1988): Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogte sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek.- Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, NL Haren: 72 S.

BIOCONSULT (2001a): HABAK Jade – Untersuchungen zum Makrozoobenthos. – Untersuchungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 299 S.

BIOCONSULT (2001b): Fischereibiologische Untersuchungen zur Baggergutverbringung in der Jade. – Untersuchungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 299 S.

BLAB, J., R. BLESS, E. NOWAK & G. RHEINWALD (1989): Veränderungen und neuere Entwicklungen im Gefährdungs- und Schutzstatus der Wirbeltiere in der Bundesrepublik Deutschland. - Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 29: 9-37.

DAS FISCHERBLATT (1999): Jahresbericht 1998 des Landesfischereiverbandes Weser-Ems. Heft Nr. 5, Mai 1999.

DIETRICH, K. & C. KOEPFF (1986): Erholungsnutzung des Wattenmeers als Störfaktor für Seehunde. – Natur & Landschaft 61 (7-8): 290-292.

- DIN 38 412 Teil 34 (1991):** Bestimmung der Hemmwirkung von Abwasser auf die Lichtemission von Photobacterium phosphoreum - Leuchtbakterien-Abwassertest mit konservierten Bakterien (DEV-L34).- Deutsche Norm. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L). Beuth Verlag, Berlin, 1991.
- DÖRJES, J., 1992:** Langzeitentwicklung makrobenthischer Tierarten im Jadebusen (Nordsee) während der Jahre 1974-1987. - *Senckenbergiana maritima* 22: 37-57.
- DÖRJES, J., S. GADOW, H.-E. REINECK & I.B. SINGH (1969):** Die Rinnen der Jade (Südliche Nordsee). Sedimente und Makrozoobenthos. - *Senckenbergiana maritima* 1/50: 5-62.
- DÖRJES, J., S. GADOW, H.-E. REINECK & I.B. SINGH (1970):** Sedimentologie und Makrozoobenthos der Nordergründe und der Außenjade (Nordsee). - *Senckenbergiana maritima* 2: 31-59.
- EHRICH, S. (2001):** Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf Fische.- NNA-Berichte (im Druck).
- ESSINK, K. (1993):** Ecologische Effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee.- Dienst Getijdenwateren, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren: 64 S.
- ESSINK, K. (1996):** Die Auswirkungen von Baggergutablagerungen auf das Makrozoobenthos: eine Übersicht der niederländischen Untersuchungen.- *Mitteilungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde* 12: 12-17.
- ESSINK, K. (1999):** Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management.- *Journal of Coastal Conservation* 5: 69-80.
- FRICKE, R., R. BERGHAHN, T. NEUDECKER (1995):** Rote Liste der Rundmäuler und Meeresfische des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. – *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 44:101-113.
- FRICKE, R.; BERGHAHN, R.; RECHLIN, O.; NEUDECKER, T.; WINKLER, H.; BAST, H.-D.; HAHLBECK, E. (1998):** Rote Liste der in Küstengewässern lebenden Rundmäuler und Fische (Cyclostomata & Pisces). - *Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz* 55: 60-64.
- GOSELCK, F., R. BÖNSCH & J. PRENA (1996):** Untersuchungen am Makrozoobenthos von Klappstellen im Weserästuar.- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Mitteilung Nr. 11: 45-52.
- GUBERNATOR, M. (1999):** Die Küstenfischerei in Niedersachsen. In: *Umweltatlas Wattenmeer Band 2. Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung.* S. 120-121.
- HAGENA, W. (2001):** Die Kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 1999.- *Das Fischerblatt* 2000/3: 89-109.
- HECKENROTH, H. (1993):** Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Säugetierarten - Übersicht. - *Inform d. Naturschutz Niedersachs.* 13(6): 221-226.
- HERRMANN, J.-P.; S. JANSSEN & A. TEMMING (1998):** Fische und dekapode Krebse in der Sylt-Römö Bucht.- In: C. Gätjts & K. Reise (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer – Austausch-, Transport- und Stoffumwandlungsprozesse.*- Springer-Verlag Berlin: 81-88.
- KASTLER, T. & B. WOLTERS (1987):** Populationsdynamische Untersuchungen über Makrobenthosarten in der Jade von 1974-1987. Leistungsnachweis Universität Oldenburg, unveröff.:132 S.
- KLEINSTEUBER, H. & K.R. WILL (1983):** Situation der Fischerei auf der Jade.- Bericht des Landesfischereiverbandes Weser-Ems. Oldenburg: 16 S. Unveröffentlicht.
- KNUST, R. (1998):** Ökologische Begleituntersuchungen zum Projekt Europipe. Krebse und Fische. Abschlussbericht. Auftraggeber: Statoil Deutschland.
- KREBS, F. (2000):** Ökotoxikologische Bewertung von Baggergut aus Bundeswasserstraßen mit Hilfe der pT-Wert-Methode.- *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 44: 301-307.
- KREBS, F. (2001):** Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung, Baggergutklassifizierung und Handhabungskategorien für Baggergutumlagerungen.- In: W. Calmano (Hrsg.): *Untersuchung und Bewertung von Sedimenten - ökotoxikologische und chemische Testmethoden.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. S. 333-352.
- LEUCHS, H., S. NEHRING, R. HAGENDORF, I. KRÖNCKE & J. STECHER (1996):** Dauerklappstelle Brunsbüttel - Auswirkungen auf das Makrozoobenthos. - *Mitteilung der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz* 11: 53-59.
- LINKE, O. (1939):** Die Biota des Jadebusenwattes. – *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 1:201-348.
- LOZAN, J.; P. BRECKLING; M. FONDS; C. KROG; H.W.VAN DER VEER & J. WITTE (1994):** Über die Bedeutung des Wattenmeers für die Fischfauna und deren regionale Veränderung. In: J. Lozan et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus dem Wattenmeer.* Blackwell 1994.
- MEYER-NEHLS, R. (1998):** Auswirkungen der Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen auf die benthische Lebensgemeinschaft und die Fischfauna der Tideelbe.- Studie für die Freie und Hansestadt Hamburg Strom- und Hafenausbau. Hamburg 147 S.

- NEHRING, S. & H. LEUCHS (1996):** Umsetzung der Handlungsanweisung zur Unterbringung von Baggergut im Küstenbereich: Die HABAK-Pilotprojekte Ems-Dukegat und Elbe-Brunsbüttel. Mitteilung der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 11: 60-64.
- NEWELL, R.C., L.J. SEIDERER & D.R. HITCHCOCK (1998):** The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the seabed.- *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 1998: 127-178.
- NOWAK, E., D. HEIDECHE UND J. BLAB (1994):** Rote Liste und Artenverzeichnis der in Deutschland vorkommenden Säugetiere (Mammalia). - *Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz* 42: 27-58.
- PETERSEN, G.H., P.B. MADSEN, K.T. JENSEN, K.H. VAN BERNEM, J. HARMS, W. HEIBER, I. KRÖNCKE, H. MICHAELIS, E. RACHOR, K. REISE, R. DEKKER, G.J.M. VISSER, W.J. WOLFF (1996):** Red List of Macrofaunal Benthic Invertebrates of the Wadden Sea. – *Helgoländer Meeresunters.* 50, Suppl.:69-76.
- RACHOR, E. (1998):** Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. - *Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz* 55:290-300.
- REIJNDERS, P.J.H., E.H. RIES UND I.M. TRAUT (1990):** Robbenbestände. In: Lozán, J.L., Lenz, W., Rachor, E., Watermann, B. und Westernhagen, H.v. (Hrsg.), Warnsignale aus der Nordsee. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg: 320-324.
- REIJNDERS, P.J.H., G. VERRIOPOPOULOS UND S.M.J.M. BRASSEUR (1997):** Status of Pinnipeds relevant to the European Union. – *IBN Scientific Contributions* 8: 195 S.
- RIECKEN, U., U. RIES, A. SSYMANK, T. MERCK & H. V. NORDHEIM (1995):** Rote Liste der Biotoptypen des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. In: Rote Listen der Biotoptypen, Tier- und Pflanzenarten des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. – *Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz* 44: 15-38.
- RIES, E. (1993):** Monitoring the Activity patterns of free-ranging harbor seals (*Phoca vitulina*) by means of VHF telemetry. – *Wadden Sea Newsletters* 1993-3: 11-14.
- SCHUCHARDT, B. & H. GRANN, H. (1998):** Towards an integrated approach in environmental planning - the Europe experience.- In: Vollmer, M. & H. Grann (Hrsg.) *Conflict resolution to Large Scale Constructions in Coastal Environments.* Springer-Verlag Berlin: 117-127.
- SCHUSTER, O. (1952):** Die Vareler Rinne im Jadebusen. Die Bestandteile und das Gefüge einer Rinne im Watt. - *Abhandlung der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 486: 1-38.
- SCHWARZ, J. UND G. HEIDEMANN (1994):** Zum Status der Bestände der Seehund- und Kegelrobbenpopulationen im Wattenmeer. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Westernhagen, H.v. und Lenz, W. (Hrsg.), *Warnsignale aus dem Wattenmeer.* Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin: 296-303.
- STEUWER, J., G. FISCHER, K. HELJEN & W. HEIBER (1999):** Benthosbiologische Untersuchungen im Jadebusen an Klappstellen des Niedersächsischen Hafenamtes Wilhelmshaven. – *Dienstbericht Forschungsstelle Küste Norderney* 19/1999: 37 S. + Anhang.
- TOUGAARD, S. & CWSS, COMMON WADDEN SEA SECRETARIAT (1999):** Common Seals in the Wadden Sea 1998. – *Wadden Sea Newsletter* 1999-1: 17-18.
- TSEG, TRILATERAL SEAL EXPERT GROUP (2000):** Common Seals in the Wadden Sea in 2000. – *Wadden Sea Newsletter* 2000-2: 29.
- UNGER, S. & A. MARTSFELD-HARTMANN (1989):** Bestandsaufnahme und Vergleich der Fauna aus Dredgefangen von zwei Untersuchungsgebieten im Jadebusen aus den Jahren 1972-1986. - *Leistungsnachweis Universität Oldenburg, unveröff.*: 41 S.
- VOGEL, S. (1994):** Ausmaß und Auswirkung von Störungen auf Seehunde. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Westernhagen, H.v. und Lenz, W. (Hrsg.), *Warnsignale aus dem Wattenmeer.* Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin: 303-308.
- VORBERG, R. & P. BRECKLING (1999):** Atlas der Fische im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Heft 10, 178 S.
- WEIDEL, H. (1986):** Nutzung des Lebensraumes Nordfriesisches Wattenmeer durch den Seehund (*Phoca vitulina* L.). – *Diplomarbeit, Hamburg*, 147 S.

9 Anlagen

- Anlage 2.1-1 Übersicht Jade. Lage der Seeschleuse, Neuer Vorhafen, Jade-Fahrwasser (Bundeswasserstraßenkarte)
- Anlage 2.3-1 Eckkoordinaten der Jade-Klappstellen
- Anlage 3.2-1a, b Strömungsverhältnisse in der Jade (Flut- und Ebbstrom)
- Anlage 3.2-2 Strömungsverhältnisse im Neuen Vorhafen
- Anlage 3.3-1 bis -3 Korngrößenverteilung des Sohlenmaterials der Baggerstrecken
- Anlage 3.4-1 Die Einzel- und Mischproben aus dem Jade-Fahrwasser für Untersuchungen der Schadstoffe, des Stoffhaushaltes und Ökotoxikologie
- Anlage 3.4-2 Die Einzel- und Mischproben aus dem Neuen Vorhafen für Untersuchungen der Schadstoffe, des Stoffhaushaltes und Ökotoxikologie
- Anlage 3.4-3 Untersuchungsverfahren Schadstoffe
- Anlage 3.4-4 Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimentproben aus dem Baggerbereich Jade-Fahrwasser
- Anlage 3.4-5 Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimentproben aus dem Neuen Vorhafen
- Anlage 3.6-1 Legende zu ökotoxikologischen Untersuchungsergebnissen
- Anlage 4.3-1 bis -5 Korngrößenverteilung des Sohlenmaterials Klappstellen
- Anlage 4.4-1 Die Einzel- und Mischproben von Klapp- und Referenzstellen für Untersuchungen der Schadstoffe, des Stoffhaushaltes und Ökotoxikologie
- Anlage 4.4-2 Gehalte organischer Schadstoffe in Sedimentproben aus Klapp- und Referenzstellen
- Anlage 4.6-1 Makrozoobenthos Untersuchung: Lage und Position der Probenahmestationen
- Anlage 4.6-2 Artenliste Makrozoobenthos
- Anlage 4.6-3 Taxa an den Stationen mit *Sabellaria*-Riff-Bruchstücken
- Anlage 4.7-1 Nachgewiesene Fische und Rundmäuler in der Jade
- Anlage 4.8-1 Vorkommen und Verteilung der Seehunde in der Jade