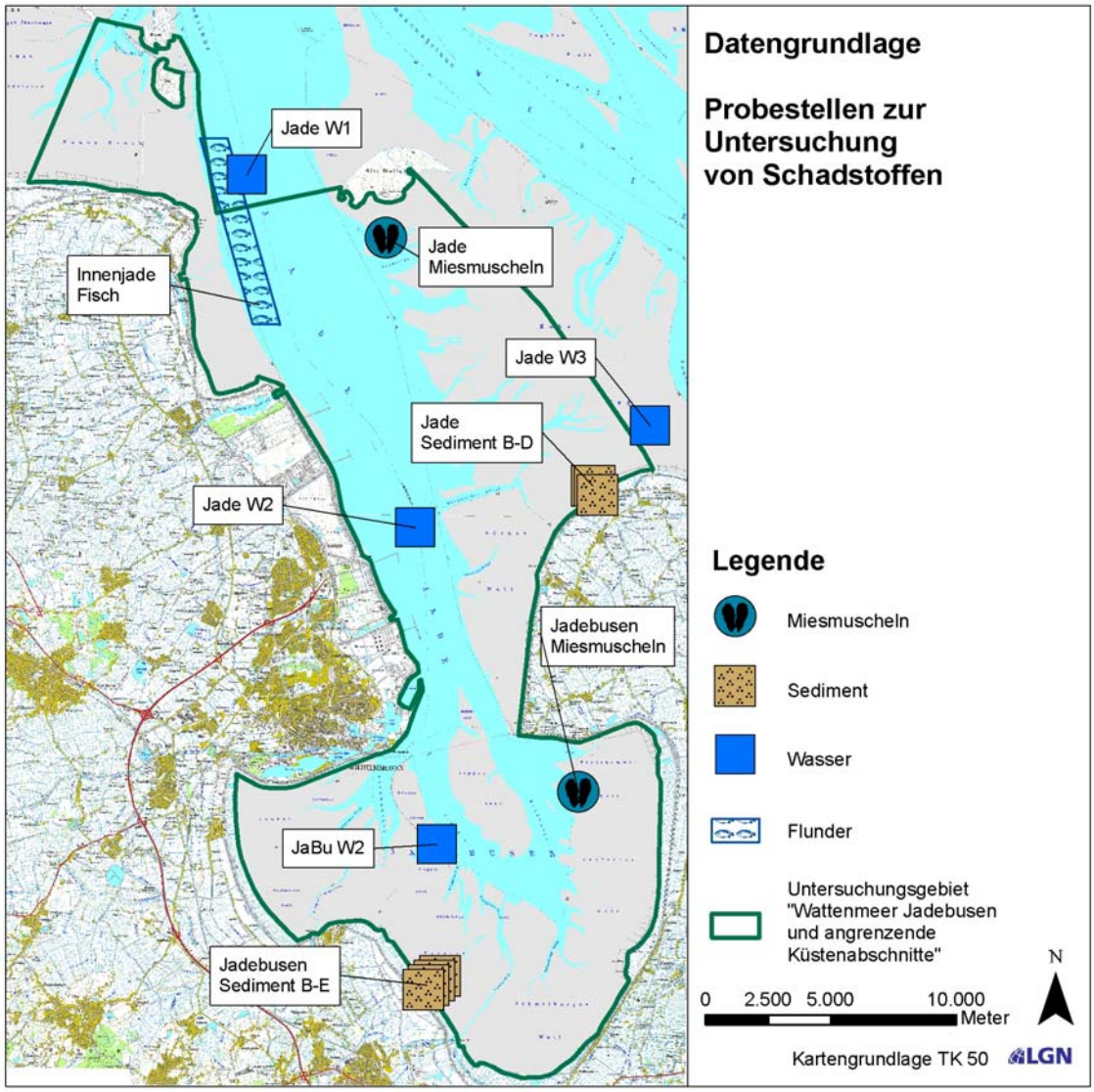
Vertiefende Erarbeitung von Grundlagen zur Erstellung eines

Wärme- und Schadstofflastplans

für den Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“

Januar 2011



Vertiefende Erarbeitung von Grundlagen zur Erstellung eines Wärme- und Schadstofflastplans für den Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“

Auftraggeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake / Oldenburg

Auftragnehmer: Arbeitsgemeinschaft aus

- ifeu–Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg (IFEU)
- ARSU/Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg (ARSU)

Projektleitung:

Bernd Franke, Biol. (IFEU Heidelberg)
Elith Wittrock, Dipl.-Biol. (ARSU Odenburg)

Projektbearbeitung:

Marianne Rothensee, Dipl. Landschaftsökol. (ARSU Oldenburg)
Michaela Warnke, Dipl. Landschaftsökol. (ARSU Oldenburg)

Datum: 21. Januar 2011

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 1

2. Teil I : Auswertung der vorhandenen Daten zur Jade 3

2.1. Aufgabenstellung 3

2.2. Datengrundlage 3

2.3. Umweltqualitätsnormen und weitere anerkannte Richtwerte 7

2.3.1. Umweltqualitätsnormen 7

2.3.2. OSPAR-Richtwerte 8

2.3.3. HABAK Kriterien 11

2.4. Persistent Organic Pollutants (POPs) 12

2.5. Übersicht: Datengrundlage, Umweltqualitätsnormen und sonstige Richtwerten 14

2.6. Methodik 22

2.6.1. Erläuterungen zur Trendermittlung mit der linearen Regression 22

2.6.2. Erläuterungen zum Vergleich Jade – Jadebusen 23

2.6.3. Erläuterungen zur Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit UQN und sonstigen Richtwerten 24

2.6.4. Erläuterungen zur Identifizierung von "Warnstoffen" 26

2.6.5. Erläuterungen zur Einordnung in die Gesamtbelastungssituation der Nordsee 29

2.7. Ergebnisse 30

2.7.1. Ergebnisse Zeitreihen 30

2.7.1.1. Metalle 40

2.7.1.2. PCBs 42

2.7.1.3. Pestizide 45

2.7.1.4. PAK 48

2.7.1.5. Organozinnverbindungen 49

2.7.1.6. Übersicht der Klassifizierung von Warnstufen 51

2.7.2. Ergebnisse "Überblicksweise Überwachung" Wasser 2008 52
2.7.2.1. Ergebnisse prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe gemäß RL 2008/105 52
2.7.2.2. Ergebnisse Eco Liste 55

3. Teil 2: Anwendungstest 59

3.1. Aufgabenstellung 59

3.2. Methodik 61

3.3. Ergebnisse 65
3.3.1. Stoffe, für die UQN existieren 65
3.3.1.1. Prüfschritt 1: Berechnung der Zusatzbelastung in der Einleiterzelle 65
3.3.1.2. Prüfschritt 2: Ermittlung der Vorbelastung 66
3.3.1.3. Prüfschritt 3: Ermittlung des Gefährdungspotenzials für Sedimente und Biota 67
3.3.1.4. Sonderfall Arsen, Chrom und Kupfer 69
3.3.2. Summenparameter, die WRRL-relevante Stoffe mit erfassen 71
3.3.2.1. Vorbemerkung 71
3.3.2.2. AOX 78
3.3.2.3. Phenol 79
3.3.2.4. Benzol 81
3.3.2.5. PAK 82
3.3.3. Nährstoffe 83
3.3.4. Nicht WRRL-relevante Stoffe 85

3.4. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen 87

4. Zusammenfassung 90

Verzeichnis der Gesetze und Verordnungen 93

Literaturverzeichnis 94

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Datengrundlage: Lage der Probestellen 4
Abb. 2: Bedeutung der Schwellenkonzentrationen T1 und T0 10
Abb. 3: Prüfschema des Bewertungswerkzeuges 63
Abb. 4: Abgeschätzte Erhöhungsfaktoren in den definierten Zellen des Wasserkörpers Jade nach Lenhart et al. (2004) unter Einbindung der BAW-Modellergebnisse zur Ermittlung einer Gleichgewichts-Grenzbelastung 64
Abb. 5: Qualitätsziele für Arsen in marinen Gewässern – Abfrage aus der ETOX-Datenbank des Umweltbundesamtes 69

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1.: Übersicht der vorhandenen Zeitreihen 6
Tab. 2: Übersicht der POPs 13
Tab. 3: Grenz- und Richtwerte für Metalle 15
Tab. 4: Grenz- und Richtwerte für Polychlorierte Biphenyle (PCB) 16
Tab. 5: Grenz- und Richtwerte für Pestizide 17
Tab. 6: Grenz- und Richtwerte für PAK 19
Tab. 7: Grenz- und Richtwerte für Organozinnverbindungen 21
Tab. 8: Bewertungskriterien zur Klassifizierung in Warnstufen anhand der UQN bzw. Richtwerte 27
Tab. 9: Ergebnisse Metalle 31
Tab. 10: Ergebnisse PCBs 33
Tab. 11: Ergebnisse Pestizide 35
Tab. 12: Ergebnisse PAK 38
Tab. 13: Ergebnisse Organozinnverbindungen 39
Tab. 14: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Metalle 41
Tab. 15: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Polychlorierte Biphenyle (PCBs) 44
Tab. 16: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Pestizide 46
Tab. 17: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für PAK 48
Tab. 18: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Organozinnverbindungen 50
Tab. 19: Übersicht der in Warnstufen klassifizierten Schadstoffe 51

Tab. 20: Prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe: Konzentrationen im Wasser 2008 53

Tab. 21: Schadstoffe der ECO-Liste: Konzentrationen im Wasser 2008 55

Tab. 22: Schadstofffrachten des fiktiven Einleiters 60

Tab. 23: Zusatzbelastung bei Einleitung von Hg, Cd, Ni, Pb, EDC und Cyanid in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 65

Tab. 24: Zusatzbelastung bei Einleitung von Hg, Cd, Ni, Pb, EDC und Cyanid in den Jadebusen (Zelle mit Erhöhungsfaktor 71) 66

Tab. 25: Gesamtbelastung für Hg und EDC in der Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 66

Tab. 26: Gesamtbelastung für Hg, Cd, Ni, Pb und EDC im Jadebusen (Zelle mit Erhöhungsfaktor 71) 67

Tab. 27: UQN-Werte nach Anlage 4 der WRRL-VO Nds. und deren Erfassbarkeit mit Summenparametern nach AbwV 72

Tab. 28. UQN-Werte nach RL 2008/105/EG und deren Erfassbarkeit mit Summenparametern nach AbwV 76

Tab. 29: Zusatzbelastung bei Einleitung von AOX in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 78

Tab. 30: Zusatzbelastung bei Einleitung von Trichlorphenolen in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 80

Tab. 31: Zusatzbelastung bei Einleitung von Trichlorphenolen in den Jadebusen (Zelle mit Erhöhungsfaktor 71) 80

Tab. 32: Gesamtbelastung für Trichlorphenole in der Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) .. 80

Tab. 33: Zusatzbelastung bei Einleitung von Benzol in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 81

Tab. 34: Zusatzbelastung bei Einleitung von Benzol in den Jadebusen (Zelle mit Erhöhungsfaktor 71) 81

Tab. 35: Zusatzbelastung bei Einleitung von PAK in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 83

Tab. 36: Vorgeschlagene Hintergrund- und Orientierungswerte für Stickstoff und Phosphor im Gewässertyp N2 Euhalines Wattenmeer als Maßstab für den ökologischen Gewässerzustand 84

Tab. 37: Zusatzbelastung bei Einleitung von Nährstoffen in die Innenjade (Zelle mit Erhöhungsfaktor 6) 85

Tab. 38: Zusatzbelastung bei Einleitung von Nährstoffen in den Jadebusen (Zelle mit Erhöhungsfaktor 71) 85

Tab. 39: Zusatzbelastung bei Einleitung verschiedener nicht WRRL-relevanter Stoffe und vorhandene Qualitätsziele 86

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BLMP	Bund-Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee
CEMP	Coordinated Environmental Monitoring Programmes im Rahmen von OSPAR ↑
DDD	Dichlordiphenyldichlorethan
DDE	Dichlordiphenyldichlorethen
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
HABAK	Handlungsanweisung zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
JLP	Jadelastplan
OSPAR	Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (Oslo-Paris Abkommen)
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
POPs	Persistent Organic Pollutants
QSR	Quality Status Report
TBT	Tributylzinn
TMAP	Trilateral Monitoring and Assessment Program
UQN	Umweltqualitätsnorm
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1. Einleitung

Im Rahmen der laufenden und zukünftig anstehenden Genehmigungsverfahren im Bereich Wilhelmshaven und der Innenjade ist es notwendig, zusätzliche Einleitungen (Wärme, Schadstoffe) in das Küstengewässer in ihren Wirkungen in einer Gesamtschau abgesichert zu beurteilen. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake/Oldenburg plant hierzu die Erstellung eines Wärme- und Schadstofflastplans für den Wasserkörper Jade und Jadebusen (JLP). Als Begrenzung des Betrachtungsraumes wird entsprechend der Einteilung nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ zugrunde gelegt.

Im Jahr 2009 wurden bereits "Grundlagen zu zur Erstellung eines Wärme- und Schadstofflast-plans für den Wasserkörper Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte" erarbeitet (IFEU, ARSU & IMP 2009). Der Schwerpunkt dieser Grundlagenerarbeitung lag auf der Entwicklung eines Prognose- und Bewertungswerkzeuges, mit dem bestehende und zukünftige Stoffeinträge in das Jadesystem zuverlässig bewertet werden können. Des Weiteren wurden Daten und Kenntnislücken aufgezeigt und mögliche Schritte für das weitere Vorgehen skizziert.

Die Arbeitsgemeinschaft

- ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und
- Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg

wurde nun vom NLWKN für Folgearbeiten zum JLP beauftragt, die Gegenstand des vorliegenden Berichtes sind.

Der Bericht gliedert sich in zwei Teile:

Teil I: Auswertung der vorhandenen Daten zur Jade

Teil II: Anwendungstest des entwickelten Bewertungstools

<u>Zu Teil I</u>

Im Rahmen der Grundlagenerarbeitung für den JLP (IFEU, ARSU & IMP 2009) wurde eine umfangreiche Datenrecherche auf Metaebene durchgeführt. Im Ergebnis zeigte sich, dass durch verschiedene Monitoringprogramme, die sich aus nationalen und internationalen Anforderungen ergeben (vgl. IFEU, ARSU & IMP 2009), für das Jadesystem ein umfangreicher Datenpool zu den WRRL-relevanten Schadstoffen aus der Gruppe der Schwermetalle, DDTs, HCHs und PCBs sowie zu weiteren Einzelstoffen vorliegt.

Die Auswertung der bestehenden Daten erfolgte jedoch bisher jeweils nur innerhalb des jeweiligen Monitoringprogrammes, wobei in der Regel mehrere Probestellen zu größeren Teilräumen zusammengefasst oder nur bestimmte Zeitabschnitte betrachtet werden. Eine programmübergreifende Auswertung der Daten, die sich nur auf den Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ bezieht und langfristige Trends für einzelne Stationen betrachtet, fehlt bisher.

Die Datenanalyse auf Metaebene ergab jedoch, dass der vorhandene Datenpool als ausreichend angesehen werden kann, um mit den vorhandenen Zeitreihen Trends aufzeigen zu können und damit ggf. eine Belastung des Systems anzuzeigen. Die Qualität des Datenpools (z. B. Vergleichbarkeit, Aussagekraft etc.) konnte auf der Metaebene noch nicht beurteilt werden.

Aussagen zur Ist-Situation und Trendanalysen stellen eine wesentliche Voraussetzung für die weitere Entwicklung des Wärme- und Schadstofflastplans dar. Die Auswertung und Analyse der vorhandenen Daten ist Gegenstand des Teil I des vorliegenden Berichtes.

Zu Teil II

Im Rahmen der Grundlagenerarbeitung für den JLP (IFEU, ARSU & IMP 2009) wurde das entwickelte Prognose- und Bewertungswerkzeuges am Beispiel von Quecksilber-, Cadmium- und AOX-Einträgen in das Jadesystem erprobt. Zur Feststellung der Praxistauglichkeit des Bewertungsansatzes bleibt zu prüfen, in wie weit er geeignet ist, für alle im Rahmen einer Genehmigung zu berücksichtigenden Stoffe geeignete Aussagen abzuleiten. Die Anwendung des Bewertungstools bei einer beispielhaften Einleitung sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die weiteren Schritte ist Gegenstand des Teils II des vorliegenden Berichtes.

2. Teil I : Auswertung der vorhandenen Daten zur Jade

2.1. Aufgabenstellung

Ziel dieses Teils ist die Darstellung und Bewertung der aktuellen Belastungssituation des Jadesystems sowie die Identifikation von Entwicklungstrends auf Grundlage der vorhandenen Monitoringprogramme. Bei der Auswertung der vorhandenen Daten muss dazu eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Stoffe in den verschiedenen Matrizes (Wasser, Sediment, Biota) erfolgen.

Im einzelnen werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Sammlung und Zusammenstellung der vorhandenen Daten in einem untereinander vergleichbaren Format.
- Grafische Darstellung
- Trendbetrachtung für die einzelnen Stoffe
- Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit relevanten Umweltqualitätsnormen sowie weiteren anerkannten Richtwerte (sofern vorhanden)
- Identifizierung von "Warnstoffen", die auf eine Belastung im System hinweisen
- Einordnung in die Gesamtbelastungssituation der Nordsee

2.2. Datengrundlage

Gemeinsam mit dem NLWKN wurde vereinbart, die Datenauswertung auf die Daten zu beschränken, die vom NLWKN selbst erhoben werden. Dies sind im einzelnen (siehe auch Abb. 1):

- Schadstoffmessungen in der Wasserphase an den Stationen Jade W1, Jade W2, Jade W3 und JaBu W2[1]
- Schadstoffmessungen im Sediment an den Stationen Jade (Hoher Weg) und Jadebusen
- Schadstoffmessungen in Miesmuscheln an den Stationen Jade (Mellum) und Jadebusen
- Schadstoffmessungen in Flundern im Gebiet Innenjade

Die Daten dieser Stationen fließen in das Bund-Länder-Mess-Programm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) ein, die Sediment und Biotadaten fließen darüber hinaus auch in das Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP) ein.

[1] Zwar liegen die Stationen Jade W1 und Jade W3 schon außerhalb des Untersuchungsgebietes, werden aufgrund der räumlichen Nähe jedoch mit betrachtet.

Zusätzlich finden an der Station JaBu W2 Wassermessungen für die "Überblicksweise Überwachung" gemäß WRRL statt. Eine solche Untersuchung wurde erstmals 2008 durchgeführt. Nach dem Monitoringkonzept (NLWKN 2006) ist geplant, diese Untersuchungen alle 6 Jahre zu wiederholen.

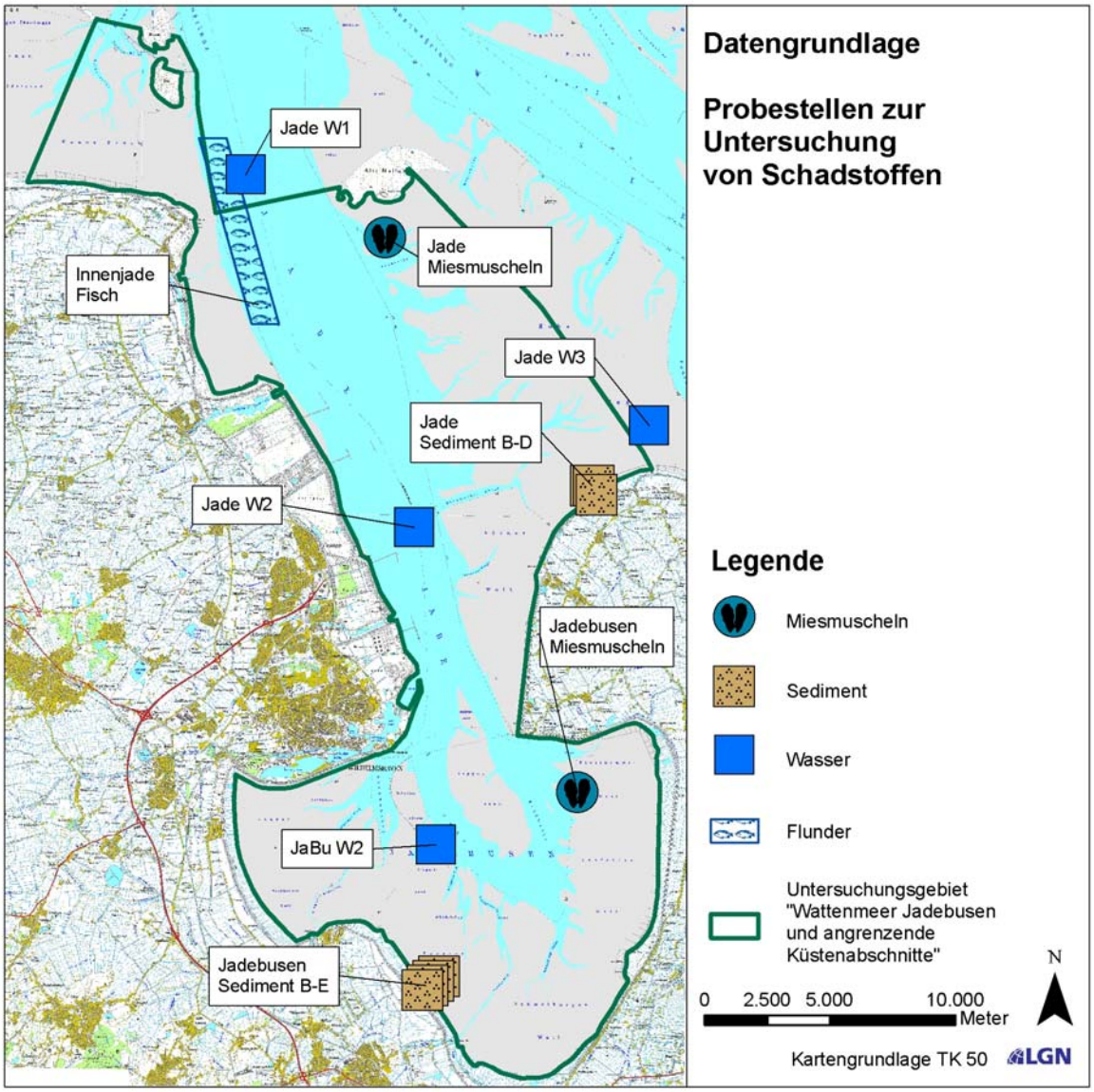


Abb. 1: Datengrundlage: Lage der Probestellen

Die Rohdaten zu Wasser- und Sedimenten wurden von Herrn Michael Reetz, NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg, am 15.03.2010 und 29.04.2010 zur Verfügung gestellt und vom IFEU & ARSU aufbereitet (Sortieren, Vereinheitlichung von Einheiten etc.).

Die Wasserdaten der "Überblicksweisen Überwachung" gemäß WRRL im Jahr 2008 wurden bereits am 21.04.2009 im Rahmen der Grundlagenerarbeitung für den JLP (IFEU, ARSU & IMP 2009) von Herrn Steffen (NLWKN Betriebsstelle Hildesheim) zur Verfügung gestellt.

Die Sedimentdaten für organische Schadstoffe sind im Original für die Gesamtfraktion angegeben. Sie wurden auf die Fraktion < 60 µm und einen TOC-Gehalt von 2,5 % umgerechnet. Diese Datennormalisierung war erforderlich um eine Vergleichbarkeit mit den OSPAR Richtwerten und den HABAK-Richtwerten herzustellen (vgl. Kap. 2.3.2).

Die Daten zu Miesmuscheln und Flundern wurden – in Absprache mit dem NLWKN – am 03.05.2010 und ergänzend am 07.01.20112 in bereits aufbereiteter Form von der Firma Bioconsult Schuchardt & Scholle GbR (Bremen) freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Die Firma Bioconsult Schuchardt & Scholle GbR hat die Biotadaten der gesamten niedersächsischen Küste ausgewertet.

Bei den Muscheln liegen für die einzelnen Jahre unterschiedliche Anzahlen an Messwerten vor, da unterschiedlich viele Längenklassen pro Jahr untersucht und dabei nicht jedes Jahr die gleichen Längenklassen erfasst wurden: Insgesamt wurden seit 1986 elf verschiedene Längenklassen beprobt, wobei die Zahl der vorhandenen Messwerte pro Jahr in der Regel zwischen 3 und 5 liegt. Im Anhangsband werden die Messwerte für jede Längenklasse dargestellt sowie der Mittelwert aller gemessenen Längenklassen pro Jahr.

Bei den Fischdaten liegen ebenfalls unterschiedliche Anzahlen an Messwerten vor. Bis einschließlich 2000 wurden die Fische fünf Längenkategorien zugeordnet. Ab 2001 erfolgte diesbezüglich eine Modifikation, insofern als die Fischgrößen artspezifisch und nur noch in zwei Größenklassen differenziert wurden. Für die Jahre 1988 bis 1995 liegen Einzelwerte vor, d.h. bis zu 10 Messwerte pro Standort und Größenklasse. Von 1996 bis 2000 wurden die Proben jedoch aus finanziellen Gründen „gepoolt“ analysiert, d.h. es liegt 1 Messung pro Standort und Größenklasse vor. Für die Stoffe Hg, Cu, Zn liegen auch für die Jahre 2001 bis 2009 Einzelwerte vor.

Die Firma Bioconsult Schuchardt & Scholle GbR hat daher folgende Datenaufbereitung vorgenommen:

- Für die Vergleichbarkeit der Einzelwerte mit den gepoolten Werten wurden die bis zu 10 Messwerte einer Größenklasse gemittelt, sodass am Ende jeweils ein Wert für die Längenklasse 1-5 vorlag.
- Es wurden alle ehemals in 5 Größenklassen eingeteilten Fische den ab 2001 gültigen zwei Klassen zugeordnet, insofern erfolgte eine Modifikation des originalen Flunderdatensatzes durch eine Mittelwertbildung der größenklassenspezifischen Werte (d.h. Mittelwert der Größenklassen I – III entspricht dem Wert für die neue Größenklasse I, der Mittelwert aus IV und V entspricht dem Wert für die neue Größenklasse II.

Im Anhangsband zu diesem Bericht werden für jeden Stoff folglich zwei Werte pro Jahr dargestellt, einer für Größenklasse 1 (bis 24 cm) und einer für Größenklasse 2 (>24 cm). Für den vorliegenden Bericht wurde von Ifeu & Arsu zusätzlich der Mittelwert aus den 2 Größenklassen gebildet. Dabei wurde berücksichtigt, dass bis zum Jahr 2000 ursprünglich 5 Größenklassen vorhanden waren, d.h. bis einschließlich 2000 wurden aus den 5 Größenklassen der Mittelwert gebildet.

[2] In der ersten Datenlieferung waren bei Fischen für einige Stoffe die Zeitreihen unvollständig.

Die vorliegenden Daten unterscheiden sich je nach Matrix in Probenahmezeitpunkt und -häufigkeit sowie in der Länge der vorhandenen Zeitreihen. Eine Übersicht liefert Tab. 1.

Tab. 1.: Übersicht der vorhandenen Zeitreihen

Matrix	Probenahme	Stoffe	Zeitraum	Bemerkung
Wasser Stationen Jade W1 Jade W2 Jade W3 JaBu W2	jährlich 2x im Jahr im Winter	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink	1994 – 2009	Es liegen z. T. Daten bis in die 80er Jahre vor, diese wurden aber nicht im Winter gemessen und sind daher nicht mit den Daten ab 1994 vergleichbar.
		PCBs, HCHs, DDTs, HCB	1994/96 – 2009	
	alle 6 Jahre 12 x im Jahr monatlich	Prioritäre und bestimmte andere Stoffe gemäß RL 2008/105/EG	2008	Nur an der Station JaBu W2 im Rahmen der Überblicksweisen Überwachung nach WRRL
	alle 6 Jahre 4 x im Jahr quartalsweise	Stoffe der Eco-Liste[3]	2008	
Sediment Stationen Jadebusen Hoher Weg	alle 3 Jahre 1x im Jahr im Winter	Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink	1982 – 2006	
		Arsen	1992 – 2006	
		PCBs, HCHs, DDTs	1990 – 2006	Einzelne Isomere bzw. Kongenere dieser Stoffgruppen erst später ab '92, '94, '97
		PAK und weitere Pestizide	1997 – 2006	Einzelne Pestizide schon ab 1992/1994
		Organozinnverbindungen	1997 – 2006	
Muscheln Stationen Jadebusen Mellum	jährlich 1 x im Jahr im Sommer	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Zink	1986/88 – 2009	
		PCBs, α-HCH, γ-HCH, HCB	1986/88 – 2009	
		β-HCH, δ-HCH	1992/93 – 2009	
		DDTs	1993/96 – 2009	
Flundern Fanggebiet Innenjade	jährlich 1 x im Jahr im Sommer	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Zink	1986/88 - 2009	
		PCBs	1988 – 2009	
		DDTs	1993 – 2009	p,p’DDT erst ab 1999
		HCHs, HCB	1988 – 2009	beta- und delta-HCH erst ab 1992/93

[3] gemäß der Anlage 4 der WRRL-VO Nds.

2.3. Umweltqualitätsnormen und weitere anerkannte Richtwerte

2.3.1. Umweltqualitätsnormen

Zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustands von Gewässern wurden mit der Umsetzung der WRRL auf nationaler und europäischer Ebene Umweltqualitätsnormen (UQN) festgelegt.

Die derzeit gültigen Umweltqualitätsnormen für die Jade sind in der Niedersächsischen Verordnung zum wasserrechtlichen Ordnungsrahmen (WRRL-VO Nds.) vom 27.07.2004 festgelegt (Anlage 4+5). Anlage 4 ist für die Einstufung des ökologischen Zustandes maßgeblich (Spezifische Schadstoffe, sogenannte Eco-Liste), Anlage 5 ist für die Einstufung des chemischen Zustandes eines Oberflächengewässers maßgeblich.

Für die Einstufung des chemischen Zustandes wurden die UQN inzwischen europaweit einheitlich geregelt. Die RL 2008/105/EG zur Änderung der WRRL ist am 13. Januar 2009 in Kraft getreten[4] und legt für insgesamt 33 prioritäre und bestimmte andere Stoffe UQN fest. Es ist zu erwarten, dass diese in Landesrecht überführt und die Anlage 5 der WRRL-VO zur Einstufung des chemischen Zustands ersetzen wird.

UQN für Wasserproben: Die UQN beziehen sich bis auf wenige Ausnahmen auf Schadstoffgehalte im Wasser. Durch die nationale und europäische Gesetzgebung existieren derzeit für einige Stoffe zwei UQN parallel. Dabei ist besonders zu beachten, dass sich die UQN der WRRL-VO Nds. auf die gesamte Wasserprobe (inkl. Schwebstoffe) beziehen, während sich die UQN der RL 2008/105/EG bei Metallen auf filtrierte Wasserproben beziehen.

UQN für Sedimentproben: Für die Metalle Chrom, Kupfer und Zink sowie für Arsen sind nach Anlage 4 der WRRL-VO Nds. Umweltqualitätsnormen für das Sediment festgelegt. Darüber hinaus sind für das Dibutylzinn-, Tetrabutylzinn- und das Triphenylzinn-Kation sowie die PCB-Kongenere 28, 52, 101, 118, 138, 153 und 180 sowohl für das Sediment als auch für die Wasserphase UQN festgelegt, wobei die UQN für die Wasserphase nur ersatzweise herangezogen werden sollen.

UQN für Biotaproben: Bisher sind noch keine verbindlichen UQN für Biota festgelegt worden. Gemäß Art 3 Absatz 2 der RL 2008/105/EG können die Mitgliedstaaten sich dafür entscheiden, in bestimmten Kategorien von Oberflächengewässern UQN für Biota anzuwenden. Für diesen Fall wird in der RL 2008/105/EG

- eine UQN von 20 µg/kg für Quecksilber und Quecksilberverbindungen
- und/oder eine UQN von 10 µg/kg für Hexachlorbenzol
- und/oder eine UQN von 55 µg/kg für Hexachlorbutadien

[4] http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/gewaesserschutzpolitik_d_eu_int/doc/38010.php

vorgegeben. Diese Umweltqualitätsnormen beziehen sich auf das Gewebe (Nassgewicht), wobei unter Fischen, Weichtieren, Krebstieren und anderen Biota der geeignetste Indikator ausgewählt werden soll.

Während Art. 2 Absatz 3 diese Vorgaben noch als "Kann-Vorschrift" bezeichnet, werden in Anhang I Bedingungen hieran geknüpft. In Fußnote 9 heißt es:

„Wendet ein Mitgliedstaat die Umweltqualitätsnormen für Biota nicht an, so führt er strengere Umweltqualitätsnormen für Wasser ein, so dass das gleiche Schutzniveau erreicht wird wie mit den in Artikel 3 Absatz 2 dieser Richtlinie festgelegten Umweltqualitätsnormen für Biota. Der Mitgliedstaat unterrichtet die Kommission und die anderen Mitgliedstaaten über den in Artikel 21 der Richtlinie 2000/60/EG genannten Ausschuss über die Gründe für die Wahl dieses Vorgehens und die festgesetzten alternativen Umweltqualitätsnormen für Wasser sowie über die Daten und die Methode für die Ableitung der alternativen Umweltqualitätsnormen und die Kategorien von Oberflächengewässern, für die sie gelten sollen."

Die Umsetzung der RL 2008/105/EG in deutsches Recht steht noch aus, daher ist derzeit noch nicht absehbar, ob die UQN für Biota zur Anwendung kommen oder ggf. strengere UQN für das Wasser festgelegt werden.

2.3.2. OSPAR-Richtwerte

Aus dem OSPAR-Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks resultieren Pflichten zur Überwachung, Beurteilung der Qualität und Bewertung des Zustandes der Meeresumwelt des Nordostatlantiks und der Ostsee.

Als Grundlage für die Überwachung und Bewertung der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (einschließlich der Nordsee) unterhält die OSPAR-Kommission das Gemeinsame Bewertungs- und Überwachungsprogramme. Die Auswertung dieser Programme wird in Form eines Qualitätszustandsberichtes (quality status report, QSR) veröffentlicht. Der erste QSR liegt aus dem Jahr 2000 vor. Für 2010 ist ein weiterer QSR in Bearbeitung.

Für die Erarbeitung des QSR 2010 wurden Bewertungskriterien (assessment criteria) entwickelt (OSPAR COMMISSION 2009b) und beschlossen (OSPAR COMMISSION 2009a), die eine Bewertung der erhobenen Schadstoffdaten in Sedimenten und Biota ermöglichen. Für die Wasserphase wurden keine Kriterien entwickelt.

Die OSPAR assessment criteria stellen keine Zielwerte oder rechtliche Normen im Rahmen der OSPAR Konvention dar (OSPAR COMMISSION 2009a). Sie sollen im QSR 2010 angewandt werden um festzustellen, wo Konzentrationen von Schadstoffen ein nicht akzeptables Risiko darstellen. Die OSPAR assessment criteria werden auch zur Bewertung der Schadstoffgehalte im aktuellen Wadden Sea Quality Status Report 2009 herangezogen (BAKKER *et al.* 2009).

Die assessment criteria werden im Folgenden erläutert:

Zur Bewertung der Schadstoffkonzentrationen wurden zwei Schwellenkonzentrationen (transition points) benannt T0 und T1 (vgl. Abb. 2):

- Der Transition point **T1** markiert den Übergang von einem inakzeptablen (**rot**) zu einem akzeptablen (**grün**) Belastungszustand.
- Der Transition point **T0** markiert den Übergang von einem akzeptablen (**grün**) zum Zielzustand (**blau**) dar.

Für Metalle in Biota liegt eine besondere Situation vor. Hier ist eine Konzentration unterhalb des T1 nicht akzeptabel (grün), sondern nur unsicher (**orange**). Dies ist dadurch begründet, dass es für Metalle nur wenige Anhaltspunkte gibt, welche Konzentrationen in Biota akzeptabel sein können. Hilfweise wurden daher EU-Lebensmittelrichtwerte herangezogen. Da sich diese Werte jedoch nur auf den Schutz des Menschen beziehen, sind sie zur Bewertung des ökologischen Risikos nur eingeschränkt geeignet.

Die Herleitung der Schwellenkonzentrationen ist ausführlich im Hintergrunddokument der OSPAR Kommission (OSPAR COMMISSION 2009b) erläutert und soll hier nicht weiter ausgeführt werden.

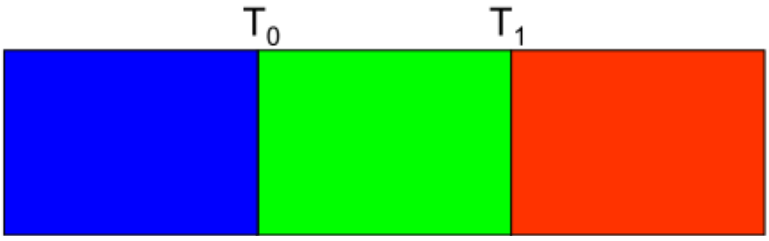
Gemäß dem Wadden Sea Quality Status Report 2009 ist für die Anwendung der OSPAR Kriterien auf Sedimente ein Datennormalisierung erforderlich (BAKKER *et al.* 2009). Daher wurde schriftlich bei Herrn Bakker, Rijkswaterstaat, angefragt, wie die Datennormalisierung vorzunehmen ist.

Bei den Metallkonzentrationen im Sediment wird eine Normalisierung auf die < 20 µm Fraktion oder auf einen Aluminiumgehalt von 5 % empfohlen (Schriftliche Mitteilung Bakker, Rijkswaterstaat, vom 01.11.2010). Da die vorhandenen Sedimentdaten für Metalle bereits für die < 20 µm-Fraktion vorliegen, ist eine Datennormalisierung nicht erforderlich.

Für Organische Schadstoffe ist es angemessen, anzunehmen, dass sie zu nahezu 100% an der Feinfraktion adsorbiert sind. Daher sollte eine Datennormalisierung auf die Fraktion < 63 µm oder < 20 µm erfolgen, für PAK ist jedoch die Fraktion 20-63 µm besonders relevant. Zusätzlich ist eine Datennormalisierung auf den TOC Gehalt erforderlich, da organische Stoffe stark an organische Substanz adsorbieren. Unterschiedliche TOC Gehalte können zu sehr großen Variation in der Schadstoffkonzentration führen. Dabei kann auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % (oder jeden anderen Standard TOC-Gehalt) normalisiert werden. (Schriftliche Mitteilung Bakker, Rijkswaterstaat, vom 01.11.2010). Die Sedimentdaten für organische Schadstoffe sind im Original für die Gesamtfraktion angegeben. Sie wurden daher auf die Fraktion < 60 µm[5] und einen TOC-Gehalt von 2,5 % umgerechnet.

[5] Die Sedimentdaten erhalten keine Angaben über den Anteil der Fraktion < 63 µm, sondern nur über den Anteil der Fraktion < 60 µm.

A. Proposed transition points for PAHs and CBs in sediment and biota and metals in sediment



B. Proposed transition points for metals in biota

Colour	Understanding of what the colours mean
RED	**Status is unacceptable** Concentrations of contaminants are at levels such that there is an unacceptable risk of chronic effects occurring in marine species, including the most sensitive species (PAHs and PCBs in biota; PAHs, PCBs and metals in sediment) or are greater than EU dietary limits for fish and shellfish but the extent of risks of pollution effects is uncertain (metals in biota)
ORANGE	**Status is uncertain** Concentrations of metals in biota are lower than EU dietary limits for fish and shellfish and above background but the extent of risks of pollution effects is uncertain.
GREEN	**Status is acceptable** Concentrations of contaminants are at levels where it can be assumed that little or no risks are posed to the environment and its living resources at the population or community level
BLUE	**Status is acceptable** Concentrations are near background for naturally occurring substances (cadmium, mercury, lead, PAHs) or close to zero for man-made substances (PCBs), i.e. the ultimate aim of the OSPAR Strategy for Hazardous Substances has been achieved.

Abb. 2: Bedeutung der Schwellenkonzentrationen T1 und T0

Quelle: (OSPAR COMMISSION 2009b)

2.3.3. HABAK Kriterien

Die "Handlungsanweisung zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern" setzt die Anforderungen der verschiedenen internationalen Meeresschutz-Übereinkommen in Bezug auf die ökologisch vertretbare Ablagerung von Baggergut in den jeweiligen Übereinkommensgebieten um. Sie sind bei Unterhaltungs-, Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Die regulativen und fachlichen Entwicklungen der Jahre 2007/ 2008 (Aufstellung der Bewirtschaftungspläne gemäß Wasserrahmenrichtlinie, Verabschiedung der Meeresstrategie-rahmenrichtlinie) erfordern eine Überarbeitung der HABAK aus dem Jahr 1999, die derzeit durch die BfG im Auftrag des BMVBS erfolgt. Für die Übergangszeit liegen "Gemeinsame Übergangsbestimmungen" vom August 2009 vor (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR *et al.* 2009), die nach Abstimmung auf Bund-Länder-Ebene durch die neue Regelung ersetzt werden sollen.

Die HABAK Übergangsbestimmungen sehen Richtwerte für das Sediment vor.

Auch die HABAK legt keine rechtsverbindlichen Grenzwerte sondern nur Richtwerte fest. Eine Unterschreitung der Richtwerte bedeutet nicht automatisch die Zulässigkeit einer Einbringung von Baggergut, ebenso wie die Überschreitung kein grundsätzliches Verbot der Einbringung darstellt. Die Richtwerte leiten sich aus den Schadstoffkonzentrationen in Wattenmeer- und küstennahen Sedimenten der Nordsee und Ostsee ab.

Als Richtwert im Rahmen dieses Berichtes wird der Richtwert 1 der Übergangsbestimmungen herangezogen. Unterschreitet die Konzentration eines Stoffes im Sediment den Richtwert 1, so entspricht das Material dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

Der Richtwert 1 für Sedimente bezieht sich

- bei Schwermetallen auf die Fraktion < 20 µm,
- bei organischen Schadstoffen auf die Fraktion < 63 µm,
- bei Tributylzinn auf die Gesamtfraktion.

Da die vorhandenen Sedimentdaten für Metalle bereits für die < 20 µm-Fraktion vorliegen, ist eine Datennormalisierung nicht erforderlich.

Die Sedimentdaten für organische Schadstoffe sind im Original für die Gesamtfraktion angegeben. Sie wurden daher auf die Fraktion < 60 µm[6] und einen TOC-Gehalt von 2,5 % umgerechnet (vgl. auch Kap. 2.3.2 OSPAR-Richtwerte).

Neben den UQN und den OSPAR-Richtwerten liefert der Richtwert 1 somit einen weiteren Anhaltspunkt, ob die Schadstoffkonzentration <u>in Sedimenten</u> auf eine Belastung hinweist.

[6] Die Sedimentdaten erhalten keine Angaben über den Anteil der Fraktion < 63 µm, sondern nur über den Anteil der Fraktion < 60 µm.

2.4. Persistent Organic Pollutants (POPs)

Viele der Schadstoffe, für die Daten aus den Monitoringprogrammen vorliegen, gehören zu den sogenannten persistenten organischen Schadstoffen ("persistent organic pollutants" bzw. POPs). POPs sind organische Chemikalien, die sich im Körper vom Menschen, Tieren und Pflanzen anreichern und das Potenzial zum weiträumigen Transport haben. Auf internationaler Ebene wurde schon früh begonnen, die Herstellung und Verwendung dieser Stoffe einzudämmen bzw. zu verbieten.

Bei der Auswertung der vorhandenen Daten ist daher zu berücksichtigen, dass die Belastung mit den sogenannten POPs überwiegend aus Altlasten herrührt und neue Belastungen zumindest im Rahmen von Einleitergenehmigungen nicht zu erwarten sind.

POPs können unterteilt werden in zu kommerziellen Zwecken synthetisch hergestellte POPs und unbeabsichtigt gebildete POPs (bei verschiedenen thermischen Prozessen).

Auf internationaler Ebene wurden zwei Abkommen getroffen um die Gefahren der POPs einzudämmen: Das POPs-Protokoll aus dem Jahr 1979[7] und die Stockholmer Konvention aus dem Jahr 2001[8].

Die Europäische Union hat mit der POP-Verordnung[9] aus dem Jahr 2004 die rechtliche Voraussetzung zur Ratifikation beider Vertragswerke geschaffen. In einigen Punkten geht die Verordnung auch über deren Verpflichtungen hinaus, so auf dem Gebiet der Entsorgung POP-haltiger Abfälle und mit einem Verzicht auf sämtliche Ausnahmen für limitierte Anwendungen. Die Inhalte und Vorgaben dieser Verordnung stellen in den Mitgliedstaaten unmittelbar gültiges Recht dar.

Die Stockholmer Konvention teilt die Stoffe in drei Anhänge auf:

Anhang A legt fest, welche Chemikalien weltweit eliminiert oder verboten werden, teilweise mit zeitlich befristeten Ausnahmen.

Anhang B listet Chemikalien auf, die noch für einige beschränkte Zwecke erlaubt sind, weil Alternativen aus sozialen/ökonomischen Gründen derzeit nicht akzeptabel erscheinen.

Anhang C nennt unabsichtlich in die Umwelt entlassene Stoffe, deren Entstehen nur über eine Änderung von Produktionsverfahren und Verbrennungsprozessen verhindert werden kann.

Vom 4. bis 8. Mai 2009 trafen sich in Genf Vertreter der über 160 Mitgliedstaaten der Stockholm Konvention zur vierten Vertragsstaatenkonferenz und entschieden über die Aufnahme von neun neuen POPs. Die Verbote der neuen POPs gelten ab Mai 2010.

---

[7] 23.Oktober 2003 in Kraft

[8] am 17. Mai 2004 in Kraft getreten

[9] Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG. - Abl. L 229/5 vom 29.06.2004, geändert durch Verordnung (EG) 1195/2006 vom 18. Juli 2006 zur Änderung von Anhang IV der EG-POP-Verordnung

Tab. 2 liefert eine Übersicht der POPs, die durch die Stockholmer Konvention geregelt werden sowie zusätzliche Beschränkungen, die sich durch die EG-POP-Verordnung ergeben.

Tab. 2: Übersicht der POPs

Stoff	CAS-Nr.	Hauptverwendungs-zweck	Herstellung und Verwendung
Stoffe des Anhangs A der Stockholmer Konvention			
Aldrin	309-00-2	Pestizid	Weltweit*: verboten
Chlordan	57-74-9	Pestizid	Weltweit*: verboten
Dieldrin	60-57-1	Pestizid	Weltweit*: verboten
Endrin	72-20-8	Pestizid	Weltweit*: verboten
Heptachlor	76-44-8	Pestizid	Weltweit*: verboten
Hexachlorbenzol (HCB)	118-74-1	Pestizid Industriechemikalie	Weltweit*: verboten
Mirex	2385-85-5	Pestizid	Weltweit*: verboten
Polychlorierte Biphenyle (PCB)		Industriechemikalie	Weltweit*: verboten
Toxaphen	8001-35-2	Pestizid	Weltweit*: verboten
Chlordecon	143-50-0	Pestizid	Weltweit*: verboten ab 2010 EU**: verboten seit 2004
Hexabrombiphenyl	36355-01-8	Industriechemikalie	Weltweit*: verboten ab 2010 EU**: verboten seit 2004
Hexabromdiphenylether und Heptabromdiphenylether	68631-49-2 207122-15-4 446255-22-7 207122-16-5	Industriechemikalie	Weltweit*: verboten ab 2010
Alpha-Hexachlorcyclohexan	319-84-6	Pestizid Nebenprodukt	Weltweit*: verboten ab 2010 EU**: bereits seit 2004 verboten, Verwendungsausnahmen nur bis Ende 2007
Beta-Hexachlorcyclohexan	319-85-7	Pestizid Nebenprodukt	
Gamma-Hexachlor-cyclohexan (Lindan)	58-89-9	Pestizid	
Pentachlorbenzol	608-93-5	Pestizid Industriechemikalie Nebenprodukt	Weltweit*: verboten ab 2010
Tetrabromdiphenylether und Pentabromdiphenylether	40088-47-9 32534-81-9	Industriechemikalie	Weltweit*: verboten ab 2010
Stoffe des Anhangs B der Stockholmer Konvention			
DDT	50-29-3	Pestizid	Weltweit*: In Ausnahmefällen erlaubt EU**: Verboten[10]
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS), ihre Salze und perfluorooctane sulfonyl Perfluoroctansulfonfluorid	1763-23-1 307-35-7	Industriechemikalie	Weltweit*: ab 2010 nur noch in Ausnahmefällen erlaubt EU**: seit 2006 nur noch in Ausnahmefällen erlaubt

[10] Die Mitgliedstaaten können die jeweils auf einen bestimmten Standort beschränkte bestehende Herstellung und Verwendung von DDT als Zwischenprodukt bei der Herstellung von Dicofol in einem geschlossenen System bis zum 1. Januar 2014 zulassen. Die Kommission überprüft diese Ausnahme bis zum 31.12.2008 anhand des Ergebnisses der Bewertung im Rahmen der Richtlinie 91/414/EWG 1.

Stoff	CAS-Nr.	Hauptverwendungs-zweck	Herstellung und Verwendung
Stoffe des Anhangs C der Stockholmer Konvention			
Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD)		Nebenprodukt	Weltweit*: unabsichtliche Produktion minimieren
Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)		Nebenprodukt	Weltweit*: unabsichtliche Produktion minimieren
Hexachlorbenzol (HCB)	118-74-1	Nebenprodukt	Weltweit*:: unabsichtliche Produktion minimieren
Pentachlorbenzol	608-93-5	Nebenprodukt	Weltweit*: ab 2010 unabsichtliche Produktion minimieren
Polychlorierte Biphenyle (PCB)		Nebenprodukt	Weltweit*: unabsichtliche Produktion minimieren
Sonstige Stoffe mit Beschränkungen			
PAK		Nebenprodukt	EU**: unabsichtliche Produktion minimieren

* Staaten, die die Stockholmer Konvention ratifiziert haben, Ratifizierungsstatus unter http://chm.pops.int/Countries/StatusofRatification/tabid/252/language/en-US/Default.aspx

** nach EG-POP-Verordnung Nr. 850/2004

2.5. Übersicht: Datengrundlage, Umweltqualitätsnormen und sonstige Richtwerten

In den folgenden Tabellen werden die in den Kap. 2.2 bis 2.4 beschriebenen Informationen zu einer Übersicht zusammengefasst. Insgesamt ist festzustellen, dass die Grundlagen zur Beurteilung der Belastung bei einigen Stoffen sowohl aus quantitativer Sicht als auch aus qualitativer Sicht eingeschränkt sind.

Einschränkungen aus quantitativer Sicht ergeben sich dadurch, dass

- ein Stoff nicht in allen Matrizes untersucht wird (z. B. Nickel nicht in Biota, PAK nur im Sediment),
- eine UQN/ein Richtwert für einen Stoff in einer bestimmten Matrix existiert (z. B. für Wasser), der Stoff aber nur in einer anderen Matrix untersucht wird (z. B. Sediment),
- oder ein Stoff untersucht wird, für den keine UQN/kein Richtwert existiert.

Einschränkungen aus qualitativer Sicht ergeben sich dadurch, dass die vorhandenen UQN bzw. Richtwerte nicht ohne weiteres mit den gemessenen Daten vergleichbar sind:

- Die UQN der RL 2008/105/EG beziehen sich bei den Metallen Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber auf filtrierte Wasserproben, die vorhandenen Zeitreihen für Wasser sind aber in unfiltrierten Proben gemessen worden.
- Die Sedimentdaten für organische Schadstoffe sind im Original für die Gesamtfraktion angegeben, während die Richtwerte sich auf die Fraktion < 63 µm und einen TOC-Gehalt von 2,5 % beziehen. Durch Umrechnung der Sedimentdaten ist eine Vergleichbarkeit aber möglich (vgl. auch Kap. 2.2, 2.3.2 und 2.3.3).

Tab. 3: Grenz- und Richtwerte für Metalle

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtwerte	Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [µg/l]	Sediment [mg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [mg/kg]		Muschel [mg/kg]		Fisch [mg/kg]		Sediment [mg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
			filtriert	unfiltriert		unfiltriert	< 20 µm		FG		FG		< 20 µm	unfiltriert	< 20 µm	FG	FG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
Arsen	7440-38-2				40		25						40	x	x	x	x
Blei	7439-92-1		7,2				38	47	0,26	1,5	0,026	1,5 (Leber)	90	x	x	x	x
Cadmium	7440-43-9		0,2			0,5	0,31	1,2	0,192	1	0,026	1 (Leber)	1,5	x	x	x	x
Chrom	7440-47-3				640		81	81					120	x	x	x	x
Kupfer	7440-50-8				160		27	34					30	x	x	x	x
Nickel	7440-02-0		20				36						70	x	x		
Quecksilber	7439-97-6		0,05[11]			0,3	0,07	0,15	0,018	0,5	0,035	0,5 (Muskel)	0,7	x	x	x	x
Zink	7440-66-6				800		122	150					300	x	x	x	x

Spalte Verbot: A = Stockholmer Konvention Anhang A: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot,
B = Stockholmer Konvention Anhang B: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot mit Ausnahmen
C = Stockholmer Konvention Anhang C: Unabsichtliche Produktion minimieren

Spalte OSPAR 5 % Al = Daten normalisiert auf 5 % Aluminiumgehalt; FG = Frischgewicht
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20% (vgl. BAKKER *et al.* 2009).

Spalte HABAK R1 = Richtwert 1 der HABAK; Werte < R1 entsprechen dem Belastungszustand im Küstennahbereich

Spalte Zeitreihe: X = für diesen Stoff und in diesem Kompartiment liegt eine Zeitreihe von mindestens 4 aufeinander folgenden Jahren vor
FG = Frischgewicht

[11] Die Mitgliedsstaaten können eine UQN von 20 µg/kg für Quecksilber und Quecksilberverbindungen in Biota (bezogen auf das Nassgewicht) festlegen, wobei unter Fischen, Weichtieren, Krebstieren und anderen Biota der geeignetste Indikator ausgewählt werden soll. Wie und ob diese Kann-Vorschrift in deutsches Recht umgesetzt, wird ist derzeit noch nicht absehbar.

Tab. 4: Grenz- und Richtwerte für Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtwerte	Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [12] [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
			unfiltriert	unfiltriert		unfiltriert	< 63 µm 2,5 % TOC		FG		LG		< 63 µm	unfiltriert	gesamt	FG	LG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
PCB-28	7012-37-5	A, C		0,0005	20		0,22	1,7	0,15	0,64	0,1	64		x	x	x	x
PCB-52	35693-99-3	A, C		0,0005	20		0,12	2,7	0,15	1,08	0,08	108		x	x	x	x
PCB-101	37680-73-2	A, C		0,0005	20		0,14	3,0	0,14	1,2	0,08	120		x	x	x	x
PCB-118	31508-00-6	A, C		0,0005	20		0,17	0,6	0,12	0,24	0,1	24		x	x	x	x
PCB-138	35065-28-2	A, C		0,0005	20		0,15	7,9	0,12	3,16	0,09	316		x	x	x	x
PCB-153	35065-27-1	A, C		0,0005	20		0,19	40	0,12	16,0	0,1	1600		x	x	x	x
PCB-180	35065-29-3	A, C		0,0005	20		0,1	12	0,12	4,8	0,11	480		x	x	x	x
PCB 194	35694-08-7	A, C												x	x	x	x
∑ 7 PCBs[13]	---	A, C											13	x	x	x	x

Spalte Verbot: A = Stockholmer Konvention Anhang A: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot,
B = Stockholmer Konvention Anhang B: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot mit Ausnahmen
C = Stockholmer Konvention Anhang C: Unabsichtliche Produktion minimieren

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon; FG = Frischgewicht; LG = Lipidgewicht
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20% (vgl. BAKKER *et al.* 2009).

Spalte HABAK R1 = Richtwert 1 der HABAK; Werte < R1 entsprechen dem Belastungszustand im Küstennahbereich

Spalte Zeitreihe: X = für diesen Stoff und in diesem Kompartiment liegt eine Zeitreihe von mindestens 4 aufeinander folgenden Jahren vor
FG = Frischgewicht
LG = Lipidgewicht

[12] UQN für die Wasserphase ersatzweise

[13] PCB 28,52,101,118,138,153,180

Tab. 5: Grenz- und Richtwerte für Pestizide

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtewerte	Daten über Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion			unfiltriert	unfiltriert		unfiltriert	< 63 µm 2,5 % TOC		FG		FG		< 63 µm	unfiltriert	gesamt	FG	FG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
p,p'-DDT	50-29-3	B	0,01			10							1	x	x	x	x
o,p'-DDT	789-02-6	B												x	x		
p,p'-DDE	72-55-9	B						2,2	0,126		0,1		1		x	x	x
p,p'-DDD	72-54-8	B											2		x	x	x
DDT insgesamt[14]	---	B	0,025												x		
Hexachlorcyclohexan[15]	608-73-1	A	0,002			0,02									x		
α-Hexachlorcyclohexan	319-84-6	A							0,128				0,5	x	x	x	x
β-Hexachlorcyclohexan	319-85-7	A											0,5	x	x	x	x
γ-Hexachlorcyclohexan	58-89-9	A						3	0,194	0,29		11		x	x	x	x
δ-Hexachlorcyclohexan	319-86-8													x		x	x
Hexachlorbenzol	118-74-1	A	0,01[16]			0,03		20	0,126		0,09		1,8	x	x	x	x
Hexachlorbutadien[17]	87-68-3		0,1[18]			0,1									x		

[14] Summe *p,p'*-DDT; *o,p'*-DDT; *p,p'*-DDE; *p,p'*-DDD

[15] Isomerengemisch

[16] Die Mitgliedsstaaten können eine UQN von 10 µg/kg für Hexachlorbenzol in Biota (bezogen auf das Nassgewicht) festlegen, wobei unter Fischen, Weichtieren, Krebstieren und anderen Biota der geeignetste Indikator ausgewählt werden soll. Wie und ob diese Kann-Vorschrift in deutsches Recht umgesetzt, wird ist derzeit noch nicht absehbar.

[17] Auch Industriechemikalie

[18] Die Mitgliedsstaaten können eine UQN von 55 µg/kg für Hexachlorbutadien in Biota (bezogen auf das Nassgewicht) festlegen, wobei unter Fischen, Weichtieren, Krebstieren und anderen Biota der geeignetste Indikator ausgewählt werden soll. Wie und ob diese Kann-Vorschrift in deutsches Recht umgesetzt, wird ist derzeit noch nicht absehbar.

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtewerte	Daten über Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion			unfiltriert	unfiltriert		unfiltriert	< 63 µm 2,5 % TOC		FG		FG		< 63 µm	unfiltriert	gesamt	FG	FG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
Aldrin	309-00-2	A	∑ 0,005			∑ 0,005									x		
Dieldrin	60-57-1	A						2							x		
Endrin	72-20-8	A													x		
Isodrin	465-73-6														x		
Endosulfan	115-29-7		0,0005												x		
Pentachlorbenzol[19]	608-93-5	A, C	0,0007										1		x		
Pentachlorphenol	87-86-5		0,4			2									x		

Spalte Verbot: A = Stockholmer Konvention Anhang A: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot,
B = Stockholmer Konvention Anhang B: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot mit Ausnahmen
C = Stockholmer Konvention Anhang C: Unabsichtliche Produktion minimieren

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon; FG = Frischgewicht;
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20% (vgl. BAKKER *et al.* 2009).

Spalte HABAK R1 = Richtwert 1 der HABAK; Werte < R1 entsprechen dem Belastungszustand im Küstennahbereich

Spalte Zeitreihe: X = für diesen Stoff und in diesem Kompartiment liegt eine Zeitreihe von mindestens 4 aufeinander folgenden Jahren vor
FG = Frischgewicht

[19] Ausgangsprodukt für Pestizide

Tab. 6: Grenz- und Richtwerte für PAK

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtewerte	Daten über Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion			unfiltriert	unfiltriert		unfiltriert	< 63 µm 2,5 % TOC		FG		FG		< 63 µm	unfiltriert	gesamt	FG	FG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
Anthracen	120-12-7		0,1			0,01	5	85		58					x		
Acenaphthen	83-32-9														x		
Acenaphthylen	208-96-8														x		
Benzo[a]anthracen	56-55-3						16	261	0,5	16					x		
Benzo(a)pyren	50-32-8		0,05			0,01	30	430	0,28	120					x		
Benzo(b)fluoranthen	205-99-2		∑ 0,03			0,025									x		
Benzo(k)fluoranthen	207-08-9					0,025									x		
Benzo(g,h,i)perylen	191-24-2		∑ 0,002			0,025	80	85	0,5	22					x		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5					0,025	103	240	0,48						x		
Chrysen	218-01-9						20	384	1,62						x		
Dibenzo[a,h]anthracen	53-70-3														x		
Fluoranthen	206-44-0		0,1			0,025	39	600	2,44	22					x		
Fluoren	86-73-7														x		

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtewerte	Daten über Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion			**unfiltriert**	**unfiltriert**		**unfiltriert**	**< 63 µm 2,5 % TOC**		**FG**		**FG**		**< 63 µm**	**unfiltriert**	**gesamt**	**FG**	**FG**
				Anlage 4	**Anlage 4**	**Anlage 5**	**T0**	**T1**	**T0**	**T1**	**T0**	**T1**	**R1**				
Naphthalin	91-20-3		1,2			1	8	160		68					x		
Pyren	129-00-0						24	665	1,8	20					x		
Phenanthren	85-01-8						32	240	2,2	340					x		
PAK Summe 16[20]	---												1800		x		

Spalte Verbot: A = Stockholmer Konvention Anhang A: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot,
B = Stockholmer Konvention Anhang B: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot mit Ausnahmen
C = Stockholmer Konvention Anhang C: Unabsichtliche Produktion minimieren

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon;
FG = Frischgewicht;
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20% (vgl. BAKKER *et al.* 2009).

Spalte HABAK R1 = Richtwert 1 der HABAK; Werte < R1 entsprechen dem Belastungszustand im Küstennahbereich

Spalte Zeitreihe: X = für diesen Stoff und in diesem Kompartiment liegt eine Zeitreihe von mindestens 4 aufeinander folgenden Jahren vor
FG = Frischgewicht

[20] Nach US EPA, Summe aller in der Tabelle genannten PAK

Tab. 7: Grenz- und Richtwerte für Organozinnverbindungen

Stoff	CAS- Nr.	Verbot	UQN nach RL 2008/105/EG	UQN nach WRRL-VO Nds			OSPAR assessment criteria						HABAK Richtewerte	Daten über Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
			Wasser [µg/l]	Wasser[21] [µg/l]	Sediment [µg/kg]	Wasser [µg/l]	Sediment [µg/kg]		Muscheln[µg/kg]		Fische [µg/kg]		Sediment [µg/kg]	Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion			unfiltriert	unfiltriert		unfiltriert	< 63 µm 2,5 % TOC		FG		FG		gesamt	unfiltriert	gesamt	FG	FG
				Anlage 4	Anlage 4	Anlage 5	T0	T1	T0	T1	T0	T1	R1				
Dibutylzinn-Kation	14488-53-0			0,01	100										x		
Monobutylzinn-Kation	78763-54-9														x		
Tetrabutylzinn	1461-25-2			0,001	40										x		
Tributylzinn-Kation	36643-28-4		0,0002						1	2,4			20		x		
Triphenylzinn-Kation	668-34-8			0,0005	20												

Spalte Verbot: A = Stockholmer Konvention Anhang A: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot,
B = Stockholmer Konvention Anhang B: Weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot mit Ausnahmen
C = Stockholmer Konvention Anhang C: Unabsichtliche Produktion minimieren

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon;
FG = Frischgewicht;
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20% (vgl. BAKKER *et al.* 2009).

Spalte HABAK R1 = Richtwert 1 der HABAK; Werte < R1 entsprechen dem Belastungszustand im Küstennahbereich

Spalte Zeitreihe: X = für diesen Stoff und in diesem Kompartiment liegt eine Zeitreihe von mindestens 4 aufeinander folgenden Jahren vor
FG = Frischgewicht

[21] UQN für die Wasserphase ersatzweise

2.6. Methodik

Für alle in Tab. 3 bis Tab. 7 aufgeführten Stoffe wurden die folgenden Arbeitsschritte durchgeführt:

- grafische Darstellung
- Trendermittlung
- Vergleich zwischen Jade und Jadebusen
- Gegenüberstellung mit den Umweltqualitätsnormen und sonstigen Richtwerten (sofern vorhanden)
- Identifizierung von "Warnstoffen"

Bei den PAK (siehe Tab. 6) wurden diese Schritte nicht für alle Stoffe mit vorliegenden Zeitreihen durchgeführt sondern nur für diejenigen, für die eine UQN bzw. ein sonstiger Richtwert existiert.

Zusätzliche wurde für jede Stoffgruppe die Belastung im Jadesystem mit der Belastung anderer Küstenregionen der Nordsee verglichen, sofern ausreichende Daten und Beschreibungen dafür zur Verfügung standen.

Neben den in Tab. 3 bis Tab. 7 aufgeführten Stoffen mit längeren Zeitreihen wurde eine gesonderte Auswertung der Wasserdaten aus der Überblicksweisen Überwachung gemäß WRRL vorgenommen. Da diese Messungen bisher nur einmal im Jahr 2008 stattgefunden haben, wurde auf eine grafische Darstellung sowie eine Trendanalyse verzichtet. Die Auswertung für diese Daten beschränkte sich auf die Gegenüberstellung von Konzentrationen und Umweltqualitätsnormen. Die Ergebnisse zu diesen Wassermessungen sind gesondert in Kap. 2.7.2 Ergebnisse "Überblicksweise Überwachung" Wasser 2008 dargestellt.

2.6.1. Erläuterungen zur Trendermittlung mit der linearen Regression

Das Ziel der linearen Regression ist es, Beziehungen zwischen einer abhängigen und einer unabhängigen Variablen festzustellen. Außerdem kann durch das Regressionsverfahren die Stärke des Zusammenhangs quantifiziert werden. Nimmt man einen linearen Zusammenhang zwischen dem Schadstoffgehalt (abhängige Variable) und der Zeit/Untersuchungsjahr (unabhängige Variable) an, so kann als Modell der einfachen linearen Regression die folgende Gleichung gewählt werden:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \ ,$$

Die Daten liegen in der Form $(y_i, x_i), i = 1, \ldots, n$ vor. Der unbekannte Parameter β_1, der in der Regressionsanalyse bestimmt wird, gibt die Stärke und Richtung des Zusammenhangs (also den Trend) an. Wird weiterhin eine Signifikanz bei der linearen Abhängigkeit festgestellt, so kann von einem signifikant steigendem oder fallendem Trend gesprochen werden.

Für die verschiedenen Stoffe wurde zunächst die lineare Abhängigkeit für die gesamte Zeitreihe ermittelt. Die gesamte Zeitreihe ist je nach Stoff und Matrix unterschiedlich lang. Während z. B. die Zeitreihen für Metalle im Sediment bis zum Jahr 1982 zurückgehen, sind die Zeitreihen für Metalle im Wasser wesentlich kürzer und reichen nur bis zum Jahr 1994 zurück.

Um die jüngste Entwicklung der Schadstoffgehalte zu ermitteln wurde darüber hinaus der lineare Zusammenhang nur für die letzten 10 Jahre, d. h. ab dem Jahr 1999 bestimmt.

Auf eine Unterscheidung zwischen der gesamten Zeitreihe und den letzten 10 Jahren wurde verzichtet, wenn die gesamte Zeitreihe nicht oder nur unwesentlich über die letzten 10 Jahre hinausgeht. Es wurde dann nur die Trendanalyse für die gesamte Zeitreihe durchgeführt.

Einzelne offensichtliche Ausreißer, die das Ergebnis der Regression stark beeinflussen, wurden bei der Analyse nicht berücksichtigt. Auf diese Fälle wird jedoch im Anhangsband zu diesem Bericht gesondert hingewiesen.

Bei einigen organischen Verbindungen in Miesmuscheln fiel auf, dass gerade im Jahr 1999 (teilweise auch 2000/2001) außergewöhnlich hohe Belastungen auftraten, die deutlich über den davor und danach gemessenen Konzentrationen lagen. Die hohen Werte beeinflussten in der Regel die lineare Regression für die letzten 10 Jahre sehr stark. In diesen Fällen wurde zusätzlich eine linerare Regression für den Zeitraum nach diesen auffällig hohen Konzentrationen durchgeführt (ab 2000/2001/2002 je nach Kurvenverlauf).

2.6.2. Erläuterungen zum Vergleich Jade – Jadebusen

Ziel war es, zu überprüfen, ob sich die Schadstoffbelastungen der einzelnen Matrizes in der Jade und dem Jadebusen signifikant voneinander unterscheiden.

Eine geeignete Methode zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben stellt der U-Test nach Mann und Whitney dar (LOZÁN & KAUSCH 2004), (SACHS 2004). Dabei wird geprüft, ob die Unterschiede zwischen den beiden Stichproben zufällig oder nicht zufällig sind.

Zur Berechnung der Prüfgröße U werden die Werte der beiden Stichproben (n_1 und n_2) in eine gemeinsame Rangfolge gebracht. Anschließend werden die Summen der Rangzahlen (R_1 und R_2) der jeweiligen Stichproben berechnet. U_1 und U_2 werden nach den folgenden Gleichungen berechnet (Gleichung 3 und 4).

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_1 \qquad U_2 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - R_2 \qquad \text{(Gleichung 3 und 4)}$$

Die kleinere der beiden Größen U_1 und U_2 ist die gesuchte Prüfgröße, anhand der die Signifikanz aus der entsprechenden Tabelle (z. B. (SACHS 2004) abgelesen werden kann. Der U-Test wurde mit dem Programm SPSS Statistics 17.0 durchgeführt.

Bei den Messwerten im Kompartiment Wasser wurden jeweils die drei Stationen in der Jade einzeln mit der Station im Jadebusen verglichen. Bei den Schadstoffgehalten im Sediment wurden

jeweils alle Parallelproben aus der Jade und dem Jadebusen zusammen gegeneinander getestet werden. Da in jedem Jahr dieselbe Anzahl Parallelproben gemessen wurde, war es nicht notwendig zwischen den einzelnen Proben zu unterscheiden.

Die untersuchten Muscheln unterschieden sich jährlich in Anzahl und Größe, daher konnten in diesem Fall nicht alle Proben aus Jade und Jadebusen zusammen gegeneinander getestet werden. Insgesamt wurden seit 1986 elf verschiedene Längenklassen untersucht, wobei in der Jade die Klassen I bis X untersucht wurden und im Jadebusen die Klassen 0 bis IX. Auch ein Vergleich der Mittelwerte der untersuchten Muscheln war nicht möglich, da die Muscheln in der Jade signifikant länger waren als im Jadebusen. D. h. die seit 1986 untersuchten Längenklassen waren in Jade und Jadebusen nicht gleichmäßig verteilt, sondern in der Jade wurden mehr Muscheln der größeren Klassen untersucht als im Jadebusen. Die Annahme, die größeren Muscheln enthielten höhere Schadstoffgehalte als die kleineren konnte nicht grundsätzlich bestätigt werden. Je nach untersuchtem Schadstoff variierte die lineare Abhängigkeit des Schadstoffgehalts von der Größenklasse zwischen signifikant positiv und negativ bzw. es bestand z. T. keine signifikante Abhängigkeit zwischen den Parametern. Um bei der Anwendung des U-Tests Jade und Jadebusen miteinander vergleichen zu können wurden jeweils die Muscheln der Größenklassen IV, V und VI einzeln gegeneinander getestet. Diese Größenklassen waren in den meisten Untersuchungsjahren vertreten und bilden ein repräsentatives Spektrum der untersuchten Muscheln ab.

Da Fische nur in der Innenjade untersucht werden, konnte für diese Matrix kein Vergleich zum Jadebusen gezogen werden.

2.6.3. Erläuterungen zur Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit UQN und sonstigen Richtwerten

Für die Betrachtung des "Ist-Zustandes" ist nicht die gesamte vorliegende Zeitreihe, die teilweise bis in die 1980er Jahre zurückreicht, relevant. Da der Schadstoffgehalt insbesondere in Sedimenten und Biota großen Schwankungen unterliegen kann, wird es aber auch nicht als ausreichend betrachtet, nur die aktuell gemessene Konzentration für den "Ist-Zustand" heranzuziehen. Für den vorliegenden Bericht wurde daher der Ansatz gewählt, als "Ist-Zustand" die innerhalb der letzten 10 Jahre gemessenen Konzentrationen zu betrachten.

Für die Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit den UQN und sonstigen Richtwerten wurden zunächst die UQN bzw. Richtwerte (siehe Kap. 2.3 und 2.5) in die erstellten Diagramme eingezeichnet (siehe Anhangsband).

Für die Ergebnisdarstellung in Kap. 2.7.1 wurde darüber hinaus die Häufigkeit der Überschreitung von UQN bzw. Richtwerten innerhalb der letzten 10 Jahre mit einem Ampelfarbensystem gekennzeichnet:

Einhaltung der UQN bzw. des Richtwertes

teilweise Überschreitung der UQN bzw. des Richtwertes

häufige Überschreitung der UQN bzw. des Richtwertes

- Als Einhaltung gilt dabei eine Überschreitung von weniger als 20 % der Messwerte.
- Als teilweise Überschreitung gilt dabei eine Überschreitung von mehr als 20 % der Messwerte.
- Als häufige Überschreitung gilt dabei eine Überschreitung von mehr als 50 % der Messwerte.
- Bei Sedimenten gilt jede Parallelprobe als Messwert.
- Bei den Miesmuscheln gilt der Mittelwert aus den verschiedenen Größenklassen als Messwert.
- Bei den Flundern gilt der Mittelwert aus den zwei Größenklassen als Messwert.

Diese Einstufung wurde für jede Matrix vorgenommen. Bei mehreren Probestellen pro Matrix wird analog zu den Überwachungsprogrammen gemäß WRRL das "one out – all out" Prinzip verfolgt, d. h. dass jeweils das schlechteste Ergebnis einer Probestelle das Gesamtergebnis bestimmt.

<u>Beispiel Benzo(ghi)perylen im Sediment:</u>

Für Benzo(ghi)perylen liegen innerhalb der letzten 10 Jahre Daten aus den Jahren 1997, 2000, 2003 und 2006 vor:

- Im Jadebusen wurden jeweils 4 Parallelproben genommen → insg. 16 Messwerte
- In der Jade wurden jeweils 3 Parallelproben genommen → insg. 12 Messwerte
- Im Jadebusen überschreitet 1 von 16 Messwerten den OSPAR T0-Richtwert
  → Einhaltung des Richtwertes
- In der Jade überschreiten 7 von 12 Messwerte den OSPAR T0-Richtwert
  → häufige Überschreitung
- Schlechtestes Ergebnis: häufige Überschreitung

Der Stoff Benzo(ghi)perylen überschreitet in der Matrix Sediment häufig den OSPAR T0-Richtwert → Farbcode rot.

2.6.4. Erläuterungen zur Identifizierung von "Warnstoffen"

Ziel der Datenauswertung ist es, Stoffe zu identifizieren, die auf eine besondere Belastung im Wasserkörper Jade und Jadebusen hinweisen ("Warnstoffe"). Als Bewertungsgrundlage zur Identifizierung von "Warnstoffen" dienen die UQN/Richtwerte sowie die Trendermittlung.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Stoffe in allen Matrizes untersucht werden. Zudem weisen die Stoffe in den einzelnen Matrizes ein unterschiedliches Anreicherungspotenzial auf. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Gleichbehandlung der Matrizes nicht möglich. Die Identifizierung von "Warnstoffen" folgt daher dem "one out – all out" Prinzip: Wird in nur einer Matrix eine Überschreitung der UQN/Richtwerte festgestellt, so bestimmt diese Überschreitung das Gesamtergebnis für diesen Stoff.[22]

Die Identifizierung von "Warnstoffen" erfolgt mit Hilfe eines vierstufigen Klassifizierungssystems: Es werden vier Warnstufen unterschieden, die sich zum einen aus der Häufigkeit der Überschreitung zum anderen aus der Zielsetzung der UQN bzw. des Richtwertes ergeben. Als Beurteilungszeitraum werden jeweils die letzten 10 Jahre zugrunde gelegt. In Tab. 8 sind die Kriterien zur Klassifizierung von Warnstufen dargestellt.

Wird in irgendeiner Matrix ein steigender Trend innerhalb der letzten 10 Jahre festgestellt, so führt dies zu einer Heraufstufung in die nächst höhere Warnstufe.

In vielen Fällen existiert keine UQN/kein Richtwert für einen Stoff, so dass keine Einstufung erfolgen kann.

[22] Bei mehreren Probestellen pro Matrix wird ebenfalls das "one out – all out" Prinzip verfolgt, vgl. Kap. 2.6.3.

Tab. 8: Bewertungskriterien zur Klassifizierung in Warnstufen anhand der UQN bzw. Richtwerte

Kriterium	Warnstufe	
Konzentration häufig > UQN (> 50 % der Messwerte)	**1**	- Ziele der WRRL werden verfehlt - Es besteht akuter Handlungsbedarf zur Reduzierung der Belastung
Konzentration teilweise > UQN (> 20 % und ≤ 50 % der Messwerte) <u>oder</u> Konzentration häufig > T1 (OSPAR) (> 50 % der Messwerte)	**2**	- Ziele der WRRL sind möglicherweise gefährdet - Werte befinden sich überwiegend im Bereich des inakzeptablen Belastungszustands nach OSPAR - Es besteht Handlungsbedarf zur Reduzierung der Belastung
Konzentration teilweise > T1 (OSPAR) (> 20 % und ≤ 50 % der Messwerte) <u>oder</u> Konzentration häufig > T0 (OSPAR) (> 50 % der Messwerte)	**3**	- Werte befinden sich überwiegend im Bereich des akzeptablen Belastungszustands nach OSPAR - Zusätzliche Belastungen minimieren
Konzentration teilweise > T0 (OSPAR) (> 20 % und ≤ 50 % der Messwerte) <u>oder</u> Einhaltung von UQN/Richtwerten	**4**	- Vorläufig keine Warnung - Zusätzliche Belastungen minimieren
Steigende Trends innerhalb der letzten 10 Jahre in irgendeiner Matrix	Heraufstufung in die nächst höhere Warnstufe	
Keine UQN/Richtwerte vorhanden	Keine Einstufung möglich Entwicklung von Zielvorgaben erforderlich	

Warnstufe 1

Eine <u>häufige</u> Überschreitung der UQN (> 50 % der Messwerte) führt zur Einstufung in die höchste Warnstufe. Es besteht akuter Handlungsbedarf zur Reduzierung der Belastung.

Die Überschreitung von UQN wird als gravierender gewertet als die Überschreitung des T1 nach OSPAR und bekommt daher eine eigene Warnstufe. Dies wird zum einen damit begründet, dass die Überschreitung von UQN sich unmittelbar auf die Bewertung des ökologischen bzw. chemischen Zustandes gemäß WRRL und damit auf die Bewirtschaftungsziele auswirkt. Zum anderen sind die UQN in der Regel relativ hoch angesetzt, wie der Vergleich der UQN für das Sediment mit den OSPAR T1-Werten verdeutlicht (vgl. Arsen, Chrom, Kupfer, Zink und PCBs). Es wird daher davon ausgegangen, dass bei einer Überschreitung der UQN der Handlungsbedarf zur Reduzierung der Belastung deutlich höher ist als bei Überschreitung der OSPAR T1-Werte.

Warnstufe 2

Eine häufige Überschreitung der OSPAR T1-Werte (> 50 % der Messwerte) führt zur Einstufung in die Warnstufe 2. Nach OSPAR stellt der T1 die Schwelle dar, ab der die Konzentrationen ein nicht akzeptables Risiko von chronischen Effekten für marine Spezies darstellen. Für Stoffe dieser Warnstufe besteht Handlungsbedarf, um die Belastung zu verringern.

Eine teilweise Überschreitung der UQN (> 20 % der Messwerte, aber ≤ 50 % der Messwerte) wird als gleichwertig mit einer häufigen Überschreitung der T1 OSPAR-Werte angesehen.

Warnstufe 3

Eine häufige Überschreitung der OSPAR T0-Werte (> 50 % der Messwerte) führt zur Einstufung in die Warnstufe 3. Nach OSPAR stellt der T0 die Schwelle dar, ab der die Konzentrationen ein akzeptables Risiko für die marine Umwelt darstellten darstellen. Dennoch sind die OSPAR-Ziele (Erreichen der Hintergrundkonzentrationen für natürlich vorkommende Stoffe bzw. Konzentrationen nach Null für anthropogene Stoffe) noch nicht erreicht. Daher sollten zusätzliche Belastungen so weit wie möglich minimiert werden.

Eine teilweise Überschreitung der OSPAR T1-Werte (> 20 % der Messwerte, aber ≤ 50 % der Messwerte) wird als gleichwertig mit einer häufigen Überschreitung der T0 OSPAR-Werte gesehen.

Warnstufe 4 – Vorläufig keine Warnung

Werden die UQN bzw. Richtwerte eingehalten (d. h. maximal 20 % der Messwerte dürfen die UQN/den Richtwert überschreiten), erhält der betreffende Stoff die Warnstufe 4 und damit vorläufig keine Warnung. Vorläufig deshalb, weil die Unterschreitung von UQN bzw. Richtwerten in der Regel nur dann auftritt, wenn nur für eine Matrix UQN bzw. Richtwerte vorhanden sind. So existieren z. B. für einige Stoffe UQN für Wasser, die auch eingehalten werden. Richtwerte für Sedimente und Biota sind jedoch nicht vorhanden, die Belastung in Sedimenten und Biota kann also nicht beurteilt werden.

Für Stoffe der Warnstufe 4 gilt daher, dass die derzeit vorhandenen Zielwerte eingehalten werden. Das bedeutet jedoch nicht automatisch, dass keine Belastung mit diesen Stoffen vorliegt. Daher kann für diese Stoffe nur vorläufig keine Warnung ausgesprochen werden. Zusätzliche Belastungen sollten trotzdem so weit wie möglich minimiert werden.

Keine Einstufung möglich

Alle Stoffe für die keine UQN/kein Richtwert existiert können nicht eingestuft werden. Für diese Stoffe ist die Entwicklung von Zielvorgaben notwendig, was jedoch in der Regel nicht regional sondern national oder international geschieht. Zusätzliche Belastungen mit diesen Stoffen sollten so weit wie möglich minimiert werden.

2.6.5. Erläuterungen zur Einordnung in die Gesamtbelastungssituation der Nordsee

Ziel diese Arbeitsschrittes ist es, die Belastung des Jadesystems mit anderen Regionen der Nordsee zu vergleichen. Eine eigene Datenauswertung für die Nordsee ist im Rahmen dieses Berichtes jedoch nicht möglich, daher wird auf bereits ausgewertete und in Berichtsform dargestellte Daten zurückgegriffen.

Berichte für die Nordsee liegen im Rahmen verschiedener Monitoringprogramme vor, die jeweils einen unterschiedlichen Raum abdecken (vgl. IFEU, ARSU & IMP 2009). Ein aktueller Berichte liegt für das Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP) in Form des Wadden Sea Quality Status Reports (Wadden Sea QSR) 2009 vor (BAKKER *et al.* 2009).

Der letzte Bericht im Rahmen des Bund-Länder-Messprogramms (BLMP) stammt aus dem Jahr 2002 und betrachtet nur Daten aus dem Zeitraum 1999-2002. Der anstehende OSPAR QSR 2010 ist noch in Bearbeitung, die Ergebnisse sind noch nicht verfügbar.

Folglich steht für den Vergleich des Jadesystems mit anderen Regionen der Nordsee nur der Wadden Sea QSR zur Verfügung. In diesem Bericht werden Daten aus dem Bereich des niederländischen, deutschen und dänischen Wattenmeeres ausgewertet. Es werden verschiedene Regionen abgegrenzt und miteinander verglichen.

Bei dem Vergleich mit den Daten des Wadden Sea QSR sind jedoch folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Im Wadden Sea QSR werden Schadstoffe nur in Sedimenten und Miesmuscheln betrachtet. Für die Wasserphase und Fische[23] bestehen daher keine Vergleichsmöglichkeiten.
- Es wird nur eine Auswahl an Stoffen betrachtet.
- Es wird jeweils nur die aktuelle Konzentration in Sedimenten und Miesmuscheln (d. h. aus dem Jahr 2007 oder so aktuell wie möglich) den OSPAR Richtwerten gegenübergestellt, während im hier vorliegenden Bericht der Zeitraum der letzten 10 Jahre mit den OSPAR Werten in Beziehung gesetzt wird.
- Für die Trendbetrachtung werden im Wadden Sea QSR unterschiedliche Zeiträume betrachtet.
- Die Ergebnisse sind insgesamt stark aggregiert und es wird nicht auf alle Stoffe detailliert eingegangen.

Ein Vergleich zwischen der Belastung des Jadesystems und den anderen Wattenmeerregionen ist daher nur eingeschränkt möglich. Bei der Einordnung in die Gesamtbelastungssituation der Nordsee wird daher nur daher nur auf besondere, auffällige Aspekte eingegangen.

[23] Der Wadden Sea QSR greift nur vereinzelt auf Schadstoffdaten in Fischen aus der Umweltprobenbank zurück.

2.7. Ergebnisse

2.7.1. Ergebnisse Zeitreihen

Die grafischen Darstellungen sowie die Trendbetrachtungen für die einzelnen Stoffe sind ausführlich im Anhangsband zu diesem Bericht dargestellt. Auf den folgenden Seiten fassen die Tab. 9 bis Tab. 13 die Ergebnisse kompakt zusammen. Darüber hinaus werden die Ergebnisse in den nachfolgenden Kapiteln für jede Stoffgruppe textlich kurz beschrieben.

Erläuterungen zu Tab. 9 bis Tab. 13:

Spalte "Trend/Lineare Regression"

ZR Trend über die gesamte Zeitreihe
10 Trend innerhalb der letzten 10 Jahre
↑ signifikant steigend
↓ signifikant fallend
→ kein signifikanter Trend
↓→ sowohl signifikant fallend als auch kein signifikanter Trend (Ergebnis mehrerer Stationen für die Matrix Wasser)
n.b. nicht bestimmt
--- keine Daten vorhanden

Spalte "Unterschied Jade/Jadebusen ":

ZR über die gesamte Zeitreihe
< signifikant geringer belastet
<< signifikant und deutlich geringer belastet
> signifikant höher belastet
>> signifikant und deutlich höher belastet
= keine signifikanten Unterschiede
n.b. nicht bestimmt
--- keine Daten vorhanden

Spalte " Vergleich UQN/Richtwerte":

10 innerhalb der letzten 10 Jahre
keine Überschreitung (Überschreitung bei maximal 20 % der Messwerte).
teilweise Überschreitung (> 20 % und < / = 50 % der Messwerte)
häufige Überschreitung (> als 50 % der Messwerte)
--- keine UQN/kein Richtwert vorhanden
n.a. UQN /Richtwert vorhanden aber nicht auf die vorhandenen Daten anwendbar

Tab. 9: Ergebnisse Metalle

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich UQN/Richtwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
Arsen	Wasser	↓	↓	↓→	→	Jadebusen >> Jade (W1, W2) Jadebusen = Jade (W3)	---	---	---	---	* 1998/99 plötzlicher Abfall der Arsenkonzentration in Muscheln, daher steigender Trend innerhalb der letzten 10 Jahre, 2008/09 liegt die Arsenkonzentration wieder auf dem Niveau von vor 1999
	Sediment	---	↓	---	↓	Jadebusen = Jade			---		
	Muscheln	→	↑*	→	↑*	indifferent je nach Größenklasse	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	
Blei	Wasser	↓	↓	↓→	→	Jadebusen >> Jade (W1, W2) Jadebusen < Jade (W3)	n.a.	---	---	---	*Zwischen 1999 und 2006 lagen die Werte unterhalb der Bestimmungs-grenze, auf eine lineare Regression wurde daher verzichtet **T1 orientiert sich an Lebensmittelrecht *** zwischen 1999 und 2006 liegt die Bestimmungsgrenze oberhalb T0
	Sediment	↓	→	↓	→	Jadebusen = Jade	---				
	Muscheln	→	→	→	→	Jadebusen = Jade	---	---	**		
	Fische	---	---	n.b.*	n.b.*	---	---	---	**	***	
Cadmium	Wasser	↓	→	↓→	→	Jadebusen = Jade		---	---	---	Sediment in der Jade höher belastet, Muscheln aber im Jadebusen deutlich höher belastet. *T1 orientiert sich an Lebensmittelrecht
	Sediment	↓	↓	↓	↓	Jadebusen < Jade	---				
	Muscheln	→	→	→	→	Jadebusen >> Jade	---	---	*		
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	*		
Chrom	Wasser	↓	→	↓	→	Jadebusen >> Jade (W1, W2) Jadebusen = Jade (W3)	---	---	---	---	*T1= T0
	Sediment	→	→	→	→	Jadebusen = Jade			*	*	
	Muscheln	↓	→	↓	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	↓	---	---	---	---	---	

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich UQN/Richtwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
Kupfer	Wasser	→	→	→	→	Jadebusen > Jade (W1) Jadebusen = Jade (W2, W3)	---	---	---	---	
	Sediment	↓	→	↓	↓	Jadebusen = Jade					
	Muscheln	↓	→	→	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	
Nickel	Wasser	↓	→	↓→	→	Jadebusen > Jade (W1, W2) Jadebusen = Jade (W3)	---	---	---	---	
	Sediment	→	→	↓	↓	Jadebusen = Jade	---		---		
	Muscheln	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Fische	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Queck-silber	Wasser	↓	↓	↓	→	Jadebusen > Jade (W1, W2) Jadebusen = Jade (W3)		---	---	---	*Anwendung der UQN für Biota noch unklar **T1 orientiert sich an Lebensmittelrecht
	Sediment	↓	↓	↓	↓	Jadebusen = Jade	---				
	Muscheln	→	→	↓	→	indifferent, je nach Größenklasse	*	---	**		
	Fische	---	---	→	→	---	*	---	**		
Zink	Wasser	↓	↓	↓→	→	Jadebusen >> Jade (W1, W2) Jadebusen = Jade (W3)	---	---	---	---	
	Sediment	↓	→	↓	→	Jadebusen = Jade					
	Muscheln	→	→	→	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	

Tab. 10: Ergebnisse PCBs

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
PCB 28	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	---	↑	---	↑	Jadebusen < Jade		---			
	Muscheln	→	↑	→	→	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→		---	---			
PCB 52	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	→	→	→	→	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	→	↓	↓	→	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→	---	---	---			
PCB 101	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	→	→	→	→	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	↓	↑	↓	↑	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---			---	---	---			
PCB 118	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	↓	↑	↓	↑	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	↓	→	---	---	---			

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
PCB 138	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	↓	→	→	↑	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	↓	↑	↓	→	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→	---	---	---			
PCB 153	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise Werte für Wasser < BG
	Sediment	↓	→	→	↑	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	↓	↑	↓	↑	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→	---	---	---			
PCB 180	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet **UQN für Wasser gilt nur ersatzweise
	Sediment	↓	→	↓	→	Jadebusen = Jade		---			
	Muscheln	→	→	→	→	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→	---	---	---			
PCB 194	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte für Wasser liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet
	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Muscheln	↑	↑	↑	↑	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	

Tab. 11: Ergebnisse Pestizide

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
p,p'-DDT	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*		---	---	---	*Werte liegen (überwiegend) unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---		---	---	
	Muscheln	---	↓	---	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	---	→	---	---	---	---	---	
o,p'-DDT	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte liegen (überwiegend) unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet 2006 bei Einzelproben auffällig hohe Werte im Sediment
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	
	Muscheln	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Fische	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
p,p'-DDE	Wasser	---	---	---	---	---	---	---	---	---	*Werte liegen (überwiegend) unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---			---	
	Muscheln	↓	→	↓	↑	Jadebusen = Jade	---	---	---		
	Fische	---	---	→	↑	---	---	---	---		
p,p'-DDD	Wasser	---	---	---	---	---	---	---	---	---	*Werte liegen (überwiegend) unterhalb der Bestimmungsgrenze, daher wurde auf eine lineare Regression verzichtet 2006 bei Einzelproben auffällig hohe Werte im Sediment im Jadebusen
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---		---	---	
	Muscheln	↓	→	↓	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
HCH gesamt	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	**	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze **2009 Anhebung der Bestimmungsgrenze, welche oberhalb der EU UQN liegt .
alpha-HCH	Wasser	---	---	---		---	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze, 2000 auffällig hohe Werte im Jadebusen ** ab 2007 liegt die Bestimmungsgrenze oberhalb des OSPAR T0
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---		---	---	
	Muscheln	→	→	↓	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	**	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	
beta-HCH	Wasser	---	---	---	---	---	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze ** Daten ab 2006 unterhalb der Bestimmungsgrenze, 2001 und 2002 auffällig hohe Werte
	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---		---	---	
	Muscheln	→	n.b.**	→	n.b**.	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	
gamma-HCH	Wasser	---	---	---	---	---	---	---	---	---	*Sediment: Werte ab 2003 überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenzen, 2000 auffällig hohe Werte im Jadebusen **Die Messwerte zeigen extreme Spitzen in den Jahren 1993, 1994 und 2001
	Sediment	→	n.b.*	→	n.b.*	Jadebusen = Jade	---	---		---	
	Muscheln	→**	→**	→**	→**	Jadebusen = Jade	---	---			
	Fische	---	---	→	→	---	---	---		---	
delta-HCH	Wasser	---	---	---	---	---	---	---	---	---	* Daten ab 2007 unterhalb der Bestimmungsgrenze, auffällig hohe Werte in den Jahren 2001 und 2002
	Sediment	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Muscheln	→	n.b.*	→	n.b.*	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
	Fische	---	---	→	→	---	---	---	---	---	

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
HCB	Wasser	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*		---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze **Daten ab 2007 unterhalb der Bestimmungsgrenze, auffällig hohe Werte in den Jahren 1998-2000 *** Anwendung der UQN für Biota noch unklar ****ab 2007 liegt die Bestimmungs-grenze oberhalb des OSPAR T0
	Sediment	→	→	→	→	Jadebusen = Jade	---			---	
	Muscheln	→	n.b.**	→	n.b.**	Jadebusen = Jade	***	---	---	****	
	Fische	---	---	→	→	---	***	---	---		
Aldrin	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Isodrin	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Dieldrin	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---		---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Endrin	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
alpha-Endosulfan	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
beta-Endosulfan	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Endosul-fansulfat	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Pentachlor-benzol	Sediment	↓	n.b.*	→	n.b.*	Jadebusen = Jade	---		---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Pentachlor-phenol	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze
Hexachlor-butadien	Sediment	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	n.b.*	---	---	---	---	*Werte überwiegend unterhalb Bestimmungsgrenze

Tab. 12: Ergebnisse PAK

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
Anthracen	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Benzo[a]anthracen	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Benzo[a]pyren	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen << Jade	---	---			
Benzo[ghi]perylen	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen< Jade	---	---			
Chrysen	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Fluoranthen	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Naphtalin	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade	---	---			
Pyren	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen < Jade	---	---			
Phenanthren	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade	---	---			

Tab. 13: Ergebnisse Organozinnverbindungen

Stoff	Matrix	Trend/Lineare Regression				Unterschied	Vergleich Richt-/Grenzwerte				Bemerkung
		Jadebusen		Jade		Jadebusen / Jade	UQN	HABAK	OSPAR T1	OSPAR T0	
		ZR	10	ZR	10	ZR	10	10	10	10	
Dibutylzinn	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade		---	---	---	
Monobutylzinn	Sediment	---	→	---	→	Jadebusen = Jade	---	---	---	---	
Tetrabutylzinn	Sediment	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		---	---	---	Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen
Tributhylzinn	Sediment	---	↓	---	→	Jadebusen = Jade	---		---	---	
Triphenylzinn	Sediment	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		---	---	---	Werte überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenzen

2.7.1.1. Metalle

Trends

Bei den Metallen (mit Ausnahme von Arsen) lässt sich zunächst feststellen, dass die Belastung in allen Matrizes entweder abnimmt oder keinem Trend folgt (vgl. Tab. 9 auf Seite 31).

Lediglich bei Arsen in Miesmuscheln muss für die letzten 10 Jahre ein steigender Trend festgestellt werden. Die Arsenkonzentrationen in Miesmuscheln fallen im Zeitraum 1998/1999 auf ein sehr niedriges Niveau und steigen seit dem wieder an. Seit 2006 liegen die Arsenkonzentrationen in Miesmuscheln wieder auf dem Niveau von vor 1998.

Wo und in welchem Zeitraum abnehmende bzw. keine Trends auftreten, folgt keinem einheitlichen Muster, sondern ist je nach Matrix, Station und Metall unterschiedlich. Es kann allerdings festgehalten werden, dass häufig der Trend für die gesamte Zeitreihe fällt, innerhalb der letzten 10 Jahre jedoch keinem Trend folgt.

Zudem sind keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Matrizes erkennbar. Fallende Trends in einer Matrix werden für dasselbe Metall nicht zwingend in den anderen Matrizes widergespiegelt. Während z. B. die Cadmiumkonzentration im Sediment durchgehend fällt, ist bei Miesmuscheln durchgehend kein Trend feststellbar.

Es ist jedoch auch nicht unbedingt zu erwarten, dass die einzelnen Matrizes für einen Stoff gleiche Tendenzen aufweisen, da zum einen die Probestellen weit auseinander liegen und zum anderen auch die Messfrequenz verschieden ist (vgl. Kap. 2.2).

Vergleich Jade/Jadebusen

Unterschiede zwischen Jade und Jadebusen können fast ausschließlich nur beim Wasser festgestellt werden (vgl. Tab. 9 auf Seite 31). Der Jadebusen ist mit Ausnahme von Cadmium für alle betrachteten Metalle höher belastet. Auffällig bei fast allen Metallen im Wasser ist, dass die Station W3 (ehemals 12) auf dem Belastungsniveau der Station im Jadebusen liegt (bei Blei sogar darüber), während die Stationen der Innenjade (W1 und W2) signifikant geringer belastet sind. Da die Station W3 nahe der Wesermündung liegt, führt dies möglicherweise zu höheren Metallkonzentrationen.

Bei Cadmium können auch für das Sediment und für Miesmuscheln signifikante Unterschiede zwischen Jade und Jadebusen festgestellt werden.

Während das Sedimentprofil am Hohen Weg (Jade) durchgehend höhere Belastungen mit Cadmium aufweist als das Profil im Jadebusen, verhält es sich bei den Miesmuscheln umgekehrt: hier ist die Jade geringer belastet als der Jadebusen. Es ist jedoch auch nicht unbedingt zu erwarten, dass die Cadmiumbelastung der Miesmuscheln und die des Sediments gleiche Tendenzen aufweisen, da die Probestellen für Sediment und Miesmuscheln sowohl in der Jade als auch im Jadebusen weit auseinander liegen und zum anderen auch die Messfrequenz verschieden ist (vgl. Kap. 2.2).

Vergleich UQN/Richtwerte und Einordnung in Warnstufen

Für Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink liegen nur UQN und Richtwerte für das Sediment vor (vgl. Tab. 9 auf Seite 31). Die UQN für Arsen, Chrom, Kupfer und Zink werden alle eingehalten. Eine UQN für Nickel im Sediment existiert nicht. Zudem haben Arsen, Chrom, Kupfer und Nickel die OSPAR T0-Werte (fast) erreicht und liegen damit nahe der natürlichen Hintergrundkonzentration. Zink überschreitet den OSPAR T1-Wert und weist damit noch auf eine nicht akzeptable Belastung hin.

Blei, Cadmium und Quecksilber können anhand fast[24] aller Matrizes beurteilt werden. Für diese Stoffe werden die OSPAR T0-Werte für Sedimente und Biota noch überschritten, d. h. das die natürliche Hintergrundkonzentration noch nicht erreicht wird. Bei Blei und Quecksilber werden zudem die OSPAR T1-Werte im Sediment überschritten, was auf eine nicht akzeptable Belastung hinweist.

Zudem wird für Quecksilber die UQN für Biota von 20 µg/kg sowohl in Muscheln als auch in Fischen überschritten, allerdings ist die Anwendung dieser UQN noch unklar (vgl. Kap. 2.3.1).

Die Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen sind in Tab. 14 dargestellt.

Tab. 14: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Metalle

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Ergebnis Warnstufe
Arsen	Sediment	Konzentration teilweise > T0	steigender Trend in Miesmuscheln	3
Blei	Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T1 (Sediment)	---	2
Cadmium	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T0 (Sediment, Miesmuscheln, Fische)	---	3
Chrom	Sediment	Konzentration teilweise > T0	---	4
Kupfer	Sediment	Konzentration < T0	---	4
Nickel	Sediment	Konzentration < T0	---	4
Quecksilber	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > UQN* (Muscheln, Fische)	---	1
Zink	Sediment	Konzentration häufig > T1 (Sediment)	---	2

* Die Anwendung der UQN für Quecksilber bei Biota ist noch unklar (vgl. Kap. 2.3.1), würde die UQN nicht angewandt, wäre das schlechteste Ergebnis für Quecksilber "häufig > T1 (Sediment)", d. h. es würde in die Warnstufe 2 fallen.

[24] Für Blei fehlt eine anwendbare UQN für das Wasser, da die UQN der EU-Richtlinie 2008/105/EG sich nur auf filtrierte Proben bezieht.

Einordnung in die Gesamtbelastungssituation

Metalle werden im aktuellen Wadden Sea QSR (BAKKER *et al.* 2009) nur in Sedimenten und Miesmuscheln betrachtet.

Insgesamt sind keine auffälligen Unterschiede zwischen dem Jadesystem und anderen Wattenmeerregionen erkennbar. Wie auch im Jadesystem werden die OSPAR T0 Werte für Sedimente und Biota noch nicht überall erreicht. Die T1- Werte für das Sediment werden teilweise noch überschritten.

Chrom und Arsen werden im Wadden Sea QSR nicht betrachtet, für diese Metalle lässt sich folglich kein Vergleich anstellen. Es kann daher nicht beurteilt werden, ob der steigende Trend für Arsen in Muscheln der Jade und des Jadebusens auch in anderen Küstenregionen zu beobachten ist.

Wie auch bei den Muscheln der Jade und des Jadebusens wird die UQN für Quecksilber in Biota von 20 µg/kg in vielen anderen Regionen des Wattenmeeres überschritten.

2.7.1.2. PCBs

Trends

Da die Konzentrationen von PCBs im Wasser unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, wurde keine Trendbetrachtung für diese Matrix durchgeführt (vgl. Tab. 10 auf Seite 33).

In Sedimenten und Fischen kann überwiegend kein Trend festgestellt werden, vor allem innerhalb der letzten 10 Jahre nicht. Wenn ein abnehmender Trend auftritt, dann nur für die gesamte Zeitreihe, während innerhalb der letzten 10 Jahre bei einzelnen PCBs steigende Trends auftreten.

Auffallend ist, dass alle PCBs in Muscheln eine deutlich erhöhte Konzentration im Jahr 1999 (z. T. auch 1998) aufweisen, die z. T. weit über den davor und danach gemessenen Werten liegt. Diese Extremwerte treten in der Regel sowohl im Jadebusen als auch in der Jade auf. Möglicherweise liegt dort ein systematischer Fehler vor. Die hohen Konzentrationen im Jahr 1999 haben die Trendbetrachtung für die letzten 10 Jahre stark beeinflusst, so dass z. T. ein fallender Trend festzustellen ist. Daher wurde bei den PCBs in Miesmuscheln zusätzlich eine Trendbetrachtung ab dem Jahr 2000 durchgeführt. Es zeigt sich, dass der Trend ab dem Jahr 2000 eher steigt, vor allem im Jadebusen. In Tab. 10 auf Seite 33 wurden daher die Ergebnisse ab dem Jahr 2000 eingetragen, da diese die tatsächliche Situation angemessener widerspiegeln.

Bei den Ergebnissen zum PCB-Kongener Nr. 194 in Miesmuscheln liegt eine weitere Besonderheit vor: Seit dem Jahr 2007 liegt die Bestimmungsgrenze deutlich höher als die im Zeitraum 1988 bis 2006 gemessenen Konzentrationen (abgesehen von den Spitzen im Jahr 1998 und 1999). Der festgestellte steigende Trend für die gesamte Zeitreihe und die letzten 10 Jahre muss somit infrage gestellt werden, da an der Genauigkeit der zuvor gemessenen Konzentrationen gezweifelt werden muss.

Vergleich Jade/Jadebusen

Da die PCB-Konzentrationen im Wasser unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen wurde der Vergleich zwischen Jade und Jadebusen nur für das Sediment und für Miesmuscheln durchgeführt (vgl. Tab. 10 auf Seite 33). Es können mit Ausnahme von PCB 28 keine signifikanten Unterschiede weder beim Sediment noch bei Muscheln festgestellt werden. Bei PCB 28 weist die Jade eine höhere Belastung auf.

Vergleich UQN/Richtwerte und Einordnung in Warnstufen

Mit Ausnahme von PCB 194, für das keine UQN/Richtwerte vorliegen, können die anderen PCB-Kongenere anhand aller Matrizes beurteilt werden (vgl. Tab. 10 auf Seite 33).

Die UQN für Wasser und Sediment werden alle eingehalten.

Die OSPAR T0-Werte werden sowohl in Sedimenten als auch in Muscheln und Fischen noch überschritten, d. h. dass die OSPAR Ziele noch nicht erreicht sind.

Die OSPAR T1-Werte werden sowohl in Sedimenten als auch in Muscheln und Fischen überwiegend eingehalten, d. h. nach den OSPAR Kriterien liegt die Belastung mit PCBs auf einem akzeptablen Niveau. Ausgenommen hiervon sind die PCB Kongenere 101 und 118, die die OSPAR T1 Werte noch häufig überschreiten.

Die Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen sind in Tab. 15 dargestellt. Aufgrund der steigenden Trends in Miesmuscheln erfahren fast alle PCB-Kongenere eine Heraufstufung in die nächst höhere Warnstufe.

Tab. 15: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Polychlorierte Biphenyle (PCBs)

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Warnstufe
PCB 28	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration teilweise > T1 (Sediment)	steigender Trend in Muscheln und Sediment	2
PCB 52	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T0 (Sediment, Muscheln, Fische,)		3
PCB 101	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T1 (Muscheln)	steigender Trend in Muscheln	1
PCB 118	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T1 (Sediment, Muscheln, Fische)	steigender Trend in Muscheln	1
PCB 138	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration teilweise > T1 (Fische)	steigender Trend in Muscheln und Sediment	2
PCB 153	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T0 (Sediment, Muscheln, Fische)	steigender Trend in Muscheln und Sediment	2
PCB 180	Wasser Sediment Miesmuscheln Fische	Konzentration häufig > T0 (Sediment, Muscheln, Fische)	---	3
PCB 194	---	---	---	keine Einstufung möglich

Einordnung in die Gesamtbelastungssituation

PCBs werden im aktuellen Wadden Sea QSR (BAKKER *et al.* 2009) nur in Sedimenten und Miesmuscheln betrachtet.

Bei Sedimenten in anderen Wattenmeerregionen wird überwiegend keine oder nur eine langsame Abnahme der PCB-Konzentrationen festgestellt. Die T0-Werte werden überschritten, während die T1-Werte eingehalten werden. Bei Sedimenten zeigt das Jadesystem insofern keine nennenswerten Unterschiede zu den anderen Küstenregionen auf.

Die Spitzenkonzentrationen in Miesmuscheln, die im Jadesystem im Jahr 1999 gemessen wurden, sind in anderen Küstenregionen nicht erkennbar. Regional tauchen die höchsten PCB-Konzentrationen an den Küsten der Niederlande und in der Elberegion auf. Die 1999er Werte im Jadesystem übersteigen diese Konzentrationen noch. In den anderen Jahren liegen die Werte jedoch auf einem niedrigeren Niveau.

2.7.1.3. Pestizide

Trends

Da bei den Pestiziden die Konzentrationen im Wasser und überwiegend auch im Sediment unterhalb von z. T. wechselnden Bestimmungsgrenzen liegen, wurde keine Trendbetrachtung für diese Matrizes durchgeführt (vgl. Tab. 11 auf Seite 35).

In Fischen konnte mit Ausnahme von p,p'-DDE weder ein Trend innerhalb der letzten 10 Jahre noch für die gesamte Zeitreihe festgestellt werden. Bei p,p'-DDE weist die lineare Regression auf einen steigenden Trend in Fischen innerhalb der letzten zehn Jahre hin.

Auffallend ist, dass einige Pestizide in Muscheln - ähnlich wie bei den PCBs - eine deutlich erhöhte Konzentration im Zeitraum zwischen 1998 und 2002 aufweisen, die z. T. weit über den davor und danach gemessenen Werten liegt. Dies ist sowohl im Jadebusen als auch in der Jade festzustellen. Allerdings ist dieses Bild bei den Pestiziden insgesamt weniger homogen als bei den PCBs. Bei folgenden Stoffen bzw. Isomeren können diese auffälligen Spitzen festgestellt werden:

- p,p'-DDE → Spitze 1998
- beta-HCH → Spitze 2001/2002
- gamma-HCH → Spitze 2001 aber auch 1993/94
- delta-HCH → Spitze 2001/2002
- HCB → Spitze 1999

In der Regel haben diese Spitzen nicht dazu geführt, dass die lineare Regression auf eine steigende Belastung von Muscheln innerhalb der letzten 10 Jahre hinweist. Bei p,'p-DDE steigt die Belastung in Muscheln zwar an, dies ist jedoch unabhängig von dem Spitzenwert in 1998, da die Betrachtung der letzten 10 Jahre erst ab dem Jahr 1999 durchgeführt wurde. Bei allen anderen Pestiziden, für die eine lineare Regression durchgeführt wurde, ist kein Trend festzustellen.

Vergleich Jade/Jadebusen

Da bei den Pestiziden die Konzentrationen im Wasser und überwiegend auch im Sediment unterhalb von z. T. wechselnden Bestimmungsgrenzen liegen, wurde der Vergleich zwischen Jade und Jadebusen in der Regel nur für Miesmuscheln durchgeführt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (vgl. Tab. 11 auf Seite 35).

Vergleich UQN/Richtwerte und Einordnung in Warnstufen

Nur für relativ wenige Pestizide, die im Jadesystem untersucht werden, sind UQN bzw. Richtwerte vorhanden (vgl. Tab. 11 auf Seite 35).

T0-Werte sind für p,p'-DDE, alpha-HCH, gamma-HCH und HCB in Muscheln vorhanden und werden innerhalb der letzten 10 Jahre überschritten. Folglich sind für diese Pestizide die langfristigen Ziele (Konzentrationen nahe Null) noch nicht erreicht. Mit Ausnahme von gamma-HCH sind für diese Pestizide jedoch keine T1-Werte vorhanden, sodass nicht beurteilt werden kann, ob die Belastung nicht nur über den Zielwert hinaus geht, sondern vielleicht auch ein nicht akzeptables Risiko darstellt. Bei gamma-HCH in Muscheln ist dies der Fall, da der vorhandene T1 Wert überschritten wird.

Zu beachten ist zudem, dass bei alpha-HCH und HCB die Bestimmungsgrenzen seit 2007 oberhalb des OSPAR T0 liegen. Die Einhaltung des T0-Wertes kann somit in jüngster Zeit nicht mehr überprüft werden und es stellt sich die Frage, wie zuverlässig die zuvor erhobenen Daten sind.

Darüber hinaus sind T0-Werte für p,p'-DDE und HCB in Fischen vorhanden, die bisher ausnahmslos überschritten werden. Der T1-Wert für gamma-HCH wird nur teilweise überschritten.

Beim Sediment werden die wenigen vorhandenen T1-Werte eingehalten (p,p'-DDE, gamma-HCH, HCB, Dieldrin). Auch die vorhandenen HABAK Richtwerte für das Sediment werden eingehalten (p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, alpha-HCH, beta-HCH, HCB, Pentachlorbenzol). Gleiches gilt für die UQN für Wasser (p,p'-DDT, HCH gesamt, HCB) und Biota (HCB).

Die Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen sind in Tab. 16 dargestellt. Aufgrund der fehlenden UQN bzw. Richtwerte kann überwiegend keine Einstufung erfolgen.

Tab. 16: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Pestizide

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Warnstufe
p,p'DDT	Wasser Sediment	Richtwerte werden eingehalten	---	4
o,p'DDT	---	---	---	Keine Einstufung
p,p'DDE	Sediment Miesmuscheln	Konzentration häufig > T0 (Muscheln, Fische)	steigender Trend in Muscheln und Fischen	2
p,p'DDD	Sediment	Richtwert wird eingehalten	---	4
alpha-HCH	Miesmuscheln Sediment	Konzentration häufig > T0	---	3
beta-HCH	Sediment	Richtwert wird eingehalten	steigender Trend in Muscheln	3
gamma-HCH	Sediment Miesmuscheln	Konzentration häufig > T1 (Muscheln)	---	2
delta-HCH	---	---	---	Keine Einstufung

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Warnstufe
HCB	Wasser Sediment Miesmuscheln	Konzentration häufig > T0 (Muscheln + Fische)	---	3
Aldrin	---	---	---	Keine Einstufung
Isodrin	---	---	---	Keine Einstufung
Dieldrin	Sediment	Konzentration < T1	---	4
Endrin	---	---	---	Keine Einstufung
alpha-Endosulfan	---	---	---	Keine Einstufung
beta-Endosulfan	---	---	---	Keine Einstufung
Endosulfan-sulfat	---	---	---	Keine Einstufung
Pentachlor-benzol	Sediment	Richtwert wird eingehalten	---	4
Pentachlor-phenol	---	---	---	Keine Einstufung
Hexachlor-butadien	---	---	---	Keine Einstufung

Einordnung in die Gesamtbelastungssituation

Von den Pestiziden werden im aktuellen Wadden Sea QSR (BAKKER *et al.* 2009) nur gamma-HCH, die DDT-Isomere p,p'-DDT p,p'-DDD und p,p'-DDE sowie HCB betrachtet. Bis auf HCB, für das auch Sedimentdaten ausgewertet werden, sind nur Angaben zu Miesmuscheln vorhanden.

Die gamma-HCH Konzentrationen der Muscheln in der Jade und auch der Weser Region sind ungewöhnlich hoch, etwa 10-40 mal höher als in der Elbe- und Ems-Dollart-Region. Dieses Phänomen kann jedoch im Wadden Sea QSR nicht erklärt werden.

Die Belastung der Muscheln des Jadesystem mit DDT Isomeren weist keine auffälligen Unterschiede zu anderen Küstenregionen auf. Die höchsten Konzentrationen werden in der Ems-Dollart und Elbe-Region gemessen, die z. T. weit über denen der anderen Regionen liegen.

Der steigende Trend für p'p-DDE in Muscheln, der in der Jade nachgewiesen werden kann (vgl. Tab. 11 auf Seite 35), wird im Wadden Sea QSR nicht erwähnt. Das ist vermutlich jedoch darauf zurückzuführen, das nicht alle vorhandenen Daten eingeflossen sind (die Datenauswertung für p,p'-DDE wird im QSR nicht dargestellt). So wurden im Wadden Sea QSR bei p,p'-DDD für die Jade-Region nur Daten aus dem Zeitraum 1996-2002 betrachtet, obwohl eine längere Zeitreihe vorhanden ist.

Bei HCB sind insgesamt keine auffälligen Unterschiede zu den anderen Wattenmeerregionen erkennbar.

2.7.1.4. PAK

Trends

Für die PAK liegen nur Daten für das Sediment vor und diese erst ab dem Jahr 1997. Die Trendbetrachtung wurde folglich nur für die letzten 10 Jahre durchgeführt (vgl. Tab. 12 auf Seite 38). Innerhalb der letzten 10 Jahre sind keine Trends festzustellen.

Vergleich Jade/Jadebusen

Die Jade ist für alle betrachteten PAK mit Ausnahme von Naphtalin und Phenantren höher belastet als das Profil im Jadebusen (vgl. Tab. 12 auf Seite 38). Für Naphtalin und Phenantren sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Jade und Jadebusen festzustellen.

Vergleich UQN/Richtwerte und Einordnung in Warnstufen

Die OSPAR T0-Werte werden mit Ausnahme Indeno[1,2,3-cd]pyren von allen PAK häufig überschritten, die T1-Werte werden mit Ausnahme von Benzo[ghi]perylen eingehalten. UQN oder HABAK-Werte liegen nicht vor (vgl. Tab. 12 auf Seite 38). Die Überschreitung des T1 durch Benzo[ghi]perylen ist insofern auffällig, da auch bei der Überblicksweisen Überwachung des Wassers eine Überschreitung der UQN festzustellen ist (vgl. Kap. 2.7.2.1).

Die Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen sind in Tab. 17 dargestellt.

Tab. 17: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für PAK

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Warnstufe
Benzo[ghi]perylen	Sediment	Konzentration häufig > T1	---	2
Anthracen Benzo[a]anthracen Benzo[a]pyren Chrysen Fluoranthen Pyren Naphtalin Phenantren	Sediment	Konzentration häufig > T0	---	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Sediment	Konzentration teilweise > T0		4

Einordnung in die Gesamtbelastungssituation

Im Wadden Sea QSR (BAKKER *et al.* 2009) werden nur die sechs Borneff PAKs[25] in Sedimenten und Miesmuscheln betrachtet. Daten hierfür liegen nur aus den niederländischen und dänischen Wattenmeerregionen vor.

[25] Summe aus Benzo[a]pyren, Fluoranthen, Benzo[ghi]perylen, Indeno[1,2,3-cd]pyren sowie Benzo(b)fluoranthen und Benzo(k)fluoranthen

Im Sediment liegen die sechs Borneff PAKs in den niederländischen und dänischen Wattenmeerregionen hauptsächlich oberhalb der T1-Werte. Wie Tab. 12 auf Seite 38 zeigt, werden im Jadesystem die T1-Werte überwiegend eingehalten, insofern kann gemutmaßt werden, dass das Jadesystem eher zu den geringer mit PAK belasteten Regionen gehört. Allerdings wird in den anderen Wattenmeerregionen die Überschreitung des T1 vor allem durch Benzo[ghi]perylen verursacht wird, dies gilt auch für das Jadesystem.

2.7.1.5. Organozinnverbindungen

Trends

Für die Organozinnverbindungen liegen nur Daten für das Sediment vor und diese erst ab dem Jahr 1997. Die Trendbetrachtung wurde folglich nur für die letzten 10 Jahre durchgeführt (vgl. Tab. 13 auf Seite 39).

Da bei Tetrabutylzinn und Triphenylzinn die Konzentrationen im Sediment unterhalb von wechselnden Bestimmungsgrenzen liegen wurde keine Trendbetrachtung für diese Verbindungen durchgeführt.

Während die Konzentrationen von Tributylzinn (TBT) im Jadebusen abnehmen, zeigen die Konzentrationen von Dibutylzinn keinen Trend an. In der Jade sind ebenfalls keine Trends festzustellen.

Vergleich Jade/Jadebusen

Da bei Tetrabutylzinn und Triphenylzinn die Konzentrationen im Sediment unterhalb von wechselnden Bestimmungsgrenzen liegen, wurde der Vergleich zwischen Jade und Jadebusen hierfür nicht durchgeführt. Bei den anderen Organozinnverbindungen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Jadebusen und dem Profil am Hohen Weg (Jade) festzustellen.

Vergleich UQN/Richtwerte und Einordnung in Warnstufen

Für vier Organozinnverbindungen liegen UQN bzw. ein HABAK Richtwert für das Sediment vor, die alle eingehalten werden (vgl. Tab. 13 auf Seite 39).

Es existiert ein T0- und T1-Wert für TBT in Muscheln, dessen Einhaltung jedoch nicht überprüft werden kann, da die Muscheln im Jadesystem nicht auf Organozinnverbindungen hin untersucht werden.

Weiterhin existiert eine UQN für die TBT-Konzentration in Wasser, deren Einhaltung jedoch ebenfalls nicht überprüft werden kann, da die Wassermatrix bisher nicht auf TBT untersucht wurde. Im Rahmen der "Überblicksweisen Überwachung" wird TBT im Wasser untersucht (erstmalig 2008 siehe Kap. 2.7.2.1), allerdings tritt dabei dass Problem auf, dass die derzeitigen Analyseverfahren noch nicht sensitiv genug sind, um signifikante Konzentrationen von TBT in Wasser unterhalb der UQN festzustellen.

Die Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen sind in Tab. 18 dargestellt.

Tab. 18: Ergebnisse der Klassifizierung von Warnstufen für Organozinnverbindungen

Stoff	Matrizes für die UQN/Richtwerte vorliegen	Schlechtestes Ergebnis der Matrizes	Begründung für Heraufstufung	Warnstufe
Dibutylzinn	Sediment	Konzentration <UQN		4
Monobutylzinn	---	---	---	Keine Einstufung
Tetrabutylzinn	Sediment	Konzentration <UQN	---	4
Tributylzinn	Sediment	Konzentration <HABAK RW	---	4
Triphenylzinn	Sediment	Konzentration <UQN	---	4

Einordnung in die Gesamtbelastungssituation

Von den Organozinnverbindungen wird im Wadden Sea QSR (BAKKER *et al.* 2009) nur TBT in Miesmuscheln betrachtet.

Daten zu TBT in Muscheln sind nur für die Wattenmeerregionen der Niederlande und Dänemark vorhanden. Überall konnte eine starke Abnahme im Zeitraum zwischen 2001 und 2006 festgestellt werden, allerdings werden der OSPAR T0 und T1 noch weit überschritten.

Zusätzlich wurden im Wadden Sea QSR Daten der deutschen Umweltprobenbank[26] herangezogen, die auch im Jadebusen Miesmuschelproben entnimmt (allerdings mit einer anderen Messfrequenz). Hier zeigt sich, dass im Jadebusen vergleichsweise sehr hohe TBT-Konzentrationen auftreten, etwa so hoch wie in der Region Niederlande West.

[26] http://www.umweltprobenbank.de/de, letzter Zugriff 24. Juni 2010

2.7.1.6. Übersicht der Klassifizierung von Warnstufen

Die folgende Tab. 19 fasst die in den Kap. 2.7.1.1 bis 2.7.1.5 vorgenommenen Klassifizierungen in Warnstufen zusammen.

Tab. 19: Übersicht der in Warnstufen klassifizierten Schadstoffe

Warnstufe	Stoffe	Bemerkung
1	Quecksilber	Die Einstufung für Quecksilber basiert auf der UQN für Biota, deren Anwendung noch nicht endgültig geklärt ist. Kommt die UQN nicht zur Anwendung, wäre Quecksilber in Warnstufe 2
	PCB 101,118	Heraufstufung aufgrund steigender Trends in Muscheln
2	Blei Zink	
	PCB 28, 138,153	Heraufstufung aufgrund steigender Trends in Muscheln
	p,p'DDE gamma-HCH	Bei p,p'DDE Heraufstufung aufgrund steigender Trends in Muscheln und Fischen
	Benzo[ghi]perylen	Einstufung beruht nur auf Konzentrationen im Sediment
3	Arsen Cadmium	Bei Arsen Heraufstufung aufgrund steigender Trends in Muscheln
	PCB 52,180	
	alpha-HCH beta-HCH HCB	
	Anthracen Benzo[a]anthracen Benzo[a]pyren Chrysen Fluoranthen Naphtalin Pyren Phenantren	Einstufung beruht nur auf Konzentrationen im Sediment
4 (Vorläufig keine Warnung)	Chrom Kupfer Nickel	Einstufung beruht nur auf Konzentrationen im Sediment
	p,p'DDT p,p'DDD Dieldrin Pentachlorbenzol	Bei p,p'DDT beruht die Einstufung nur auf Konzentrationen im Wasser Bei p,p'DDD, Dieldrin und Pentachlorbenzol beruht die Einstufung nur auf Konzentrationen im Sediment
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	Einstufung beruht nur auf Konzentrationen im Sediment
	Dibutylzinn Tetrabutylzinn Tributylzinn Triphenylzinn	Einstufung beruht nur auf Konzentrationen im Sediment

Warnstufe	Stoffe	Bemerkung
Keine Einstufung	PCB 194	
	o,p'DDT delta-HCH Aldrin Isodrin Endrin alpha-Endosulfan beta-Endosulfan Endosulfansulfat Pentachlorphenol Hexachlorbutadien	
	Monobutylzinn	

2.7.2. Ergebnisse "Überblicksweise Überwachung" Wasser 2008

Im Rahmen der Überblickweisen Überwachung chemischer Parameter gemäß WRRL wurden an der Messstation JaBu W2 (ehemals 11) (vgl. Abb. 1) alle Stoffe im Wasser untersucht, für die UQN festgelegt sind:

- Vierteljährlich: Stoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands gemäß der Anlage 4 der Nds. WRRL-VO (ECO-Liste)
- 12 Messungen/Jahr: Stoffe zur Beurteilung des chemischen Zustandes gemäß Anlage 5 der Nds. WRRL-VO bzw. RL 2008/105/EG (Prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe)

Eine solche Untersuchung wurde erstmals 2008 durchgeführt. Gemäß dem Monitoringkonzept (NLWKN 2006) ist geplant, diese Untersuchungen alle 6 Jahre zu wiederholen.

2.7.2.1. Ergebnisse prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe gemäß RL 2008/105

Tab. 20 zeigt die Ergebnisse der Messungen prioritärer und bestimmter anderer Schadstoffe gemäß RL 2008/105/EG im Jahr 2008. Es sind die Mittelwerte sowie die Maxima der monatlichen Einzelmessungen dargestellt.

Bei der Auswertung viel auf, dass fast alle Messwerte mit "kleiner als..." angegeben sind, was darauf hindeutet, dass die Werte unterhalb der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze liegen. Ob es sich dabei um die Bestimmungsgrenze oder die Nachweisgrenze handelt, geht aus den Daten nicht hervor. Für die Bestimmung der Mittelwerte und Maxima wurde daher konservativ der angegebene Grenzwert als Konzentration angesetzt.

Für die meisten Stoffe ist keine Überschreitung der UQN gemäß RL 2008/105/EG festzustellen (grün markierte Werte in Tab. 20).

Für die Bromierten Diphenylether sowie das Tributylzinnkation liegt die Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze über der UQN, sodass nicht festgestellt werden kann, ob die UQN eingehalten wird (gelb markierte Werte in Tab. 20). Nach Bakker et al. (2009) sind die derzeitigen Analyseverfahren noch nicht sensitive genug um signifikante Konzentrationen von TBT in Wasser festzustellen.

Für den Summenparameter "Benzo(g,h,i)-perylen + Indeno(1,2,3-cd)-pyren" (beides PAK) wurde die UQN überschritten (rot markierter Wert in Tab. 20). Zwar liegen einige Messwerte unterhalb der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze, aber selbst unter der Annahme, dass diese Messwerte gleich Null wären, würde trotzdem noch eine Überschreitung der UQN vorliegen.

Tab. 20: Prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe: Konzentrationen im Wasser 2008

Nr.	Stoffname	CAS-Nr.	JD-UQN	Messung Arngast	ZHK-UQN	Messung Arngast
				Mittel 2008		Maximum 2008
			µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
(1)	Alachlor	15972-60-8		< 0,025	0,7	< 0,025
(2)	Anthracen	120-12-7	0,1	< 0,002	0,4	< 0,002
(3)	Atrazin	1912-24-9	0,6	< 0,025	2	< 0,025
(4)	Benzol	71-43-2	8	< 0,6	50	< 0,6
(5)	Bromierte Diphenylether (Summe Kongenere 28,47,99,100,153,154)	32534-81-9	0,0002	< 0,006	nicht anwendbar	
(6)	Cadmium, gelöst (je nach Wasserhärteklasse)	7440-43-9	0,2	< 0,13	≤ 0,45 (Klasse 1)	0,52
					0,45 (Klasse 2)	
					0,6 (Klasse 3)	
					0,9 (Klasse 4)	
					1,5 (Klasse 5)	
(6a)	Tetrachlorkohlenstoff	56-23-5	12	0,00164	nicht anwendbar	
(7)	C_{10}-C_{13}-Chloralkane	85535-84-8	0,4	< 0,1	1,4	< 0,1
(8)	Chlorfenvinphos	470-90-6	0,1	< 0,025	0,3	< 0,025
(9)	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-Ethyl)	2921-88-2	0,03	< 0,025	0,1	< 0,025
(9b)	DDT (Summe p,-p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD)	nicht anwendbar	0,025	< 0,00041	nicht anwendbar	
	p,-p'-DDT	50-29-3	0,01	< 0,00011	nicht anwendbar	
(9a)	Summe Cyclodien Pestizide: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin	nicht anwendbar	0,005	< 0,0005	nicht anwendbar	
(10)	1,2-Dichlorethan	107-06-2	10	< 2,5	nicht anwendbar	
(11)	Dichlormethan	75-09-2	20	< 2,26	nicht anwendbar	
(12)	Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	< 0,34	nicht anwendbar	
(13)	Diuron	330-54-1	0,2	< 0,03	1,8	< 0,03

Nr.	Stoffname	CAS-Nr.	JD-UQN	Messung Arngast	ZHK-UQN	Messung Arngast
				Mittel 2008		Maximum 2008
			µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
(14)	Endosulfan	115-29-7	0,0005	< 0,0002	0,004	< 0,0002
(15)	Fluoranthen	206-44-0	0,1	0,007	1	0,015
(16)	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	< 0,00006	0,05	< 0,00006
(17)	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	< 0,00007	0,6	< 0,0002
(18)	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	0,002	< 0,00049	0,02	< 0,0007
(19)	Isoproturon	34123-59-6	0,3	< 0,03	1	< 0,03
(20)	Blei, gelöst	7439-92-1	7,2	< 0,5	nicht anwendbar	< 0,5
(21)	Quecksilber, gelöst	7439-97-6	0,05	< 0,01	0,07	< 0,01
(22)	Naphthalin	91-20-3	1,2	0,00475	nicht anwendbar	
(23)	Nickel, gelöst	7440-02-0	20	< 1,33667	nicht anwendbar	
(24)	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	0,3	< 0,01	2	< 0,01
(25)	Octylphenol ((4-(1,1',3,3'-Tetramethylbutyl)-phenol))	140-66-9	0,01	< 0,00433	nicht anwendbar	
(26)	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,0007	< 0,00007	nicht anwendbar	
(27)	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	< 0,00233	1	< 0,004
(28)	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:	nicht anwendbar	nicht anwendbar		nicht anwendbar	
	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,05	< 0,00308	0,1	< 0,006
	Summe Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen	nicht anwendbar	0,03	< 0,00608	nicht anwendbar	
	Summe Benzo(g,h,i)-perylen Indeno(1,2,3-cd)-pyren	nicht anwendbar	0,002	< 0,00658	nicht anwendbar	
(29)	Simazin	122-34-9	1	< 0,025	4	< 0,025
(29a)	Tetrachlorethylen	127-18-4	10	< 0,0022	nicht anwendbar	
(29b)	Trichlorethylen	79-01-6	10	< 0,00475	nicht anwendbar	
(30)	Tributylzinnverbindungen: Tributylzinn-Kation	36643-28-4	0,0002	< 0,004	0,0015	< 0,004
(31)	Trichlorbenzole	12002-48-1	0,4	< 0,0014	nicht anwendbar	
(32)	Trichlormethan (Chloroform)	67-66-3	2,5	< 0,02317	nicht anwendbar	
(33)	Trifluralin	1582-09-8	0,03	< 0,025	nicht anwendbar	

2.7.2.2. Ergebnisse Eco Liste

Tab. 21 zeigt die Ergebnisse der Messungen der Schadstoffe gemäß Anlage 4 der WRRL-VO Nds. (ECO-Liste) im Jahr 2008. Es sind die Einzelwerte der Quartalsmessungen dargestellt.

Ebenso wie bei den prioritären Stoffen fällt auf, dass fast alle Messwerte mit "kleiner als..." angegeben sind, was darauf hindeutet, dass die Werte unterhalb der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze liegen. Ob es sich dabei jeweils um die Bestimmungsgrenze oder die Nachweisgrenze handelt, geht aus den Daten nicht hervor.

Selbst unter der konservativen Annahme, dass die Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze der vorhandenen Konzentration entspricht, ist für die meisten Stoffe keine Überschreitung der UQN gemäß Anlage 4 der WRRL-VO Nds festzustellen (grün markierte Werte in Tab. 21).

Für einige Stoffe liegt die Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze über der UQN, sodass nicht festgestellt werden kann, ob die UQN eingehalten wird (gelb markierte Werte in Tab. 21).

Überschreitungen der UQN treten nicht auf.

Tab. 21: Schadstoffe der ECO-Liste: Konzentrationen im Wasser 2008

EG-Nr.	Stoff	Einheit	UQN	Messung Arngast Jadebusen 2008			
				18.02.	14.05.	12.08.	24.11.
2	2-Amino-4-Chlorphenol	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
4	Arsen, Sediment, ges.	mg/kg	40	30	24	28	22
	Arsen, Sediment, <20µm	mg/kg		33	32	33	23
5	Azinphosethyl	µg/l	0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
6	Azinphosmethyl	µg/l	0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
8	Benzidin	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
9	Benzylchlorid (a-Chlortoluol)	µg/l	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
10	Benzylidenchlorid (a,a-Dichlortoluol)	µg/l	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
11	Biphenyl	µg/l	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
14	Chloralhydrat	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
15	Chlordan (cis und trans)	µg/l	0,003	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
16	Chloressigsäure	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
17	2-Chloranilin	µg/l	3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
18	3-Chloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
19	4-Chloranilin	µg/l	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
20	Chlorbenzol	µg/l	1	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
21	1-Chlor-2,4-dinitrobenzol	µg/l	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
22	2-Chlorethanol	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
24	4-Chlor-3-Methylphenol	µg/l	10	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
25	1-Chlornaphthalin	µg/l	1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
26	Chlornaphthaline (techn.Mischung)	µg/l	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
27	4-Chlor-2-nitroanilin	µg/l	3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
28	1-Chlor-2-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
29	1-Chlor-3-nitrobenzol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
30	1-Chlor-4-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
31	4-Chlor-2-nitrotoluol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

EG-Nr.	Stoff	Einheit	UQN	Messung Arngast Jadebusen 2008			
				18.02.	14.05.	12.08.	24.11.
(32)	2-Chlor-4-nitrotoluol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(32)	2-Chlor-6-nitrotoluol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(32)	3-Chlor-4-nitrotoluol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(32)	4-Chlor-3-nitrotoluol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(32)	5-Chlor-2-nitrotoluol	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
33	2-Chlorphenol	µg/l	10	< 0,006	0,009	< 0,006	< 0,006
34	3-Chlorphenol	µg/l	10	< 0,0008	0,006	< 0,0008	< 0,0008
35	4-Chlorphenol	µg/l	10	< 0,006	0,02	< 0,006	< 0,006
36	Chloropren (2-Chlorbuta-1,3-dien)	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
37	3-Chlorpropen (Allylchlorid)	µg/l	10	< 0,3	< 0,3	< 5	< 5
38	2-Chlortoluol	µg/l	1	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
39	3-Chlortoluol	µg/l	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
40	4-Chlortoluol	µg/l	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
41	2-Chlor-p-toluidin	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(42)	3-Chlor-o-Toluidin	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(42)	3-Chlor-p-Toluidin	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(42)	5-Chlor-o-Toluidin	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
43	Coumaphos	µg/l	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
44	Cyanurchlorid (2,4,6-Trichlor-1,3,5-triazin)	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
45	2,4-D	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
47	Demeton (Summe von Demeton-o und -s)	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(47)	Demeton-o	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(47)	Demeton-s	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(47)	Demeton-s-methyl	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(47)	Demeton-s-methyl-sulphon	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
48	1,2-Dibromethan	µg/l	2	< 0,003	< 0,003	< 0,05	< 0,05
49-51	Dibutylzinn-Kation	µg/l	0,01	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
(52)	2,4/2,5-Dichoranilin	µg/l	2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	2,3-Dichloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	2,4-Dichloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	2,5-Dichloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	2,6-Dichloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	3,4-Dichloranilin	µg/l	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(52)	3,5-Dichloranilin	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
53	1,2-Dichlorbenzol	µg/l	10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
54	1,3-Dichlorbenzol	µg/l	10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
55	1,4-Dichlorbenzol	µg/l	10	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
56	Dichlorbenzidine	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
57	Dichlordiisopropylether	µg/l	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
58	1,1-Dichlorethan	µg/l	10	< 0,2	< 0,2	< 5	< 5
60	1,1-Dichlorethen (Vinylidenchlorid)	µg/l	10	< 0,1	< 0,1	< 1	< 1
61	1,2-Dichlorethen (cis und trans)	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 15	< 15

EG-Nr.	Stoff	Einheit	UQN	Messung Arngast Jadebusen 2008			
				18.02.	14.05.	12.08.	24.11.
(63)	1,2-Dichlor-3-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(63)	1,2-Dichlor-4-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(63)	1,3-Dichlor-4-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(63)	1,4-Dichlor-2-nitrobenzol	µg/l	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
64	2,4-Dichlorphenol	µg/l	10	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
65	1,2-Dichlorpropan	µg/l	10	< 0,2	< 0,2	< 1,5	< 4
66	1,3-Dichlorpropan-2-ol	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
67	1,3-Dichlorpropen (cis uns trans)	µg/l	10	< 0,018	< 0,018	< 0,6	< 0,6
68	2,3-Dichlorpropen	µg/l	10	< 0,007	< 0,007	< 0,5	< 0,5
69	Dichlorprop	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
70	Dichlorvos	µg/l	0,0006	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
72	Diethylamin	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
73	Dimethoat	µg/l	0,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
74	Dimethylamin	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
75	Disulfoton	µg/l	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
78	Epichlorhydrin	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
79	Ethylbenzol	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
80	Fenitrothion	µg/l	0,009	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
81	Fenthion	µg/l	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
(82)	Heptachlor	µg/l	0,1	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008	< 0,00008
(82)	Heptachlorepoxid (cis und trans)	µg/l	0,1	< 0,00019	< 0,00019	< 0,00019	< 0,00019
86	Hexachlorethan	µg/l	10	< 0,00005	< 0,00005	0,00005	< 0,00005
87	Isopropylbenzol (Cumol)	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
88	Linuron	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
89	Malathion	µg/l	0,02	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
90	MCPA	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
91	Mecoprop	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
93	Methamidophos	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
94	Mevinphos	µg/l	0,0002	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
95	Monolinuron	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
97	Omethoat	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
98	Oxydemeton-methyl	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
(100)	Parathion-Ethyl	µg/l	0,005	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
(100)	Parathion-Methyl	µg/l	0,02	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
(101)	PCB-28	µg/l	0,0005	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
(101)	PCB-52	µg/l	0,0005	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
(101)	PCB-101	µg/l	0,0005	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
(101)	PCB-118	µg/l	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
(101)	PCB-138	µg/l	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
(101)	PCB-153	µg/l	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
(101)	PCB-180	µg/l	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
103	Phoxim	µg/l	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
104	Propanil	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
105	Pyrazon (Chloridazon)	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

EG-Nr.	Stoff	Einheit	UQN	Messung Arngast Jadebusen 2008			
				18.02.	14.05.	12.08.	24.11.
107	2,4,5-T	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
108	Tetrabutylzinn-Kation	µg/l	0,001	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
109	1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	µg/l	1	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
110	1,1,2,2-Tetrachlorethan	µg/l	10	< 0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,03
112	Toluol	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
113	Triazophos	µg/l	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
114	Tributylphosphat (Phosphorsäuretributylester)	µg/l	10	0,23	0,01	0,12	0,04
116	Trichlorfon	µg/l	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
119	1,1,1-Trichlorethan	µg/l	10	< 0,0006	< 0,0006	< 0,005	< 0,005
120	1,1,2-Trichlorethan	µg/l	10	< 0,02	< 0,02	< 0,3	< 0,3
(122)	2,4,5-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
(122)	2,4,6-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,003	0,03	< 0,003	< 0,003
(122)	2,3,4-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
(122)	2,3,5-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,0009	0,02	< 0,0009	< 0,0009
(122)	2,3,6-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,006	0,04	< 0,006	< 0,006
(122)	3,4,5-Trichlorphenol	µg/l	1	< 0,0006	0,0009	< 0,0006	< 0,0006
123	1,1,2-Trichlortrifluorethan	µg/l	10	< 0,01	< 0,01	< 1	< 1
125-127	Triphenylzinn-Kation	µg/l	0,0005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
128	Vinylchlorid (Chlorethylen)	µg/l	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
(129)	1,2-Dimethylbenzol	µg/l	10	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
(129)	1,3-Dimethylbenzol	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
(129)	1,4-Dimethylbenzol	µg/l	10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
132	Bentazon	µg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
L.II	Ametryn	µg/l	0,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Bromacil	µg/l	0,6	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Chlortoluron	µg/l	0,4	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
L.II	Chrom, Sediment, ges.	mg/kg	640	66	54	68	68
	Chrom, Sediment, <20µm	mg/kg		78	76	82	77
L.II	Cyanid	mg/l	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
L.II	Etrimphos	µg/l	0,004	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Hexazinon	µg/l	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
L.II	Kupfer, Sediment, ges.	mg/kg	160	16	12	17	16
	Kupfer, Sediment, <20µm	mg/kg		18	18	20	18
L.II	Metazachlor	µg/l	0,4	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Methabenzthiazuron	µg/l	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
L.II	Metolachlor	µg/l	0,2	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Nitrobenzol	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
L.II	Prometryn	µg/l	0,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Terbuthylazin	µg/l	0,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
L.II	Zink, Sediment, ges.	mg/kg	800	130	100	130	130
	Zink, Sediment, <20µm	mg/kg		150	150	160	150

4. Zusammenfassung

Im Rahmen der laufenden und zukünftig anstehenden Genehmigungsverfahren im Bereich Wilhelmshaven und der Innenjade ist es notwendig, zusätzliche Einleitungen (Wärme, Schadstoffe) in das Küstengewässer in ihren Wirkungen in einer Gesamtschau abgesichert zu beurteilen. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake/Oldenburg plant hierzu die Erstellung eines Wärme- und Schadstofflastplans für den Wasserkörper Jade und Jadebusen (JLP). Als Begrenzung des Betrachtungsraumes wird entsprechend der Einteilung nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ zugrunde gelegt.

Im Jahr 2009 wurden bereits "Grundlagen zu zur Erstellung eines Wärme- und Schadstofflast-plans für den Wasserkörper Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte" erarbeitet (IFEU, ARSU & IMP 2009). Der Schwerpunkt dieser Grundlagenerarbeitung lag auf der Entwicklung eines Prognose- und Bewertungswerkzeuges, mit dem bestehende und zukünftige Stoffeinträge in das Jadesystem zuverlässig bewertet werden können. Des Weiteren wurden Daten und Kenntnislücken aufgezeigt und mögliche Schritte für das weitere Vorgehen skizziert.

Der vorliegende Bericht wurde als Folgearbeit zum JLP von der Arbeitsgemeinschaft

- ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und
- Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg

durchgeführt.

Der Bericht gliedert sich in zwei Teile:

Teil I: Auswertung der vorhandenen Daten zur Jade

Teil II: Anwendungstest des von IFEU, ARSU & IMP (2009) entwickelten Bewertungstools

<u>Zu Teil I</u>

In diesem Teil werden die aus Monitoringprogrammen vorhandenen Daten zu Schadstoffgehalten in den Matrizes Wasser, Sedimenten und Biota für den Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ ausgewertet. Die Auswertung erfolgt getrennt nach Stoffgruppen: Metalle, PCB, Pestizide, PAK und Organozinnverbindungen. Die vorliegenden Daten unterscheiden sich je nach Matrix in Probenahmezeitpunkt und -häufigkeit sowie in der Länge der vorhandenen Zeitreihen. Zudem liegen nicht für alle Stoffe Daten in allen Matrizes vor.

Die Datenauswertung besteht im einzelnen aus folgenden Arbeitsschritten:

- grafische Darstellung der Zeitreihen für alle Stoffe in allen Matrizes (siehe Anhangsband)
- Trendermittlung mittels linearer Regression
- Vergleich zwischen Jade und Jadebusen mittels U-Test nach Mann und Whitney
- Gegenüberstellung der Schadstoffgehalte mit Umweltqualitätsnormen (UQN), OSPAR Richtwerten und Richtwerten der "Handlungsanweisung zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern" (sofern vorhanden)
- Vergleich mit der Gesamtbelastungssituation der Nordsee (sofern möglich)

Ziel der Datenauswertung ist die Identifikation von Stoffen, die auf eine besondere Belastung im Wasserkörper Jade und Jadebusen hinweisen ("Warnstoffe"). Als Bewertungsgrundlage zur Identifizierung von "Warnstoffen" dienen die UQN/Richtwerte sowie die Trendermittlung.

Es werden vier Warnstufen unterschieden, von denen die ersten beiden auf eine besondere Belastung und Handlungsbedarf zur Reduzierung dieser Belastung hinweisen. Unter den Stoffen, die in Warnstufe 1 und 2 eingestuft sind, befinden sich einige PCB-Kongenere sowie die Pestizide p,p'DDE und gamma-HCH. Diese Stoffe gehören zu den sogenannten persistenten organischen Schadstoffen ("persistent organic pollutants" bzw. POPs) deren Herstellung und Verwendung international verboten wurde. Die aktuelle Belastung mit POPs stammt daher überwiegend aus Altlasten, neue Belastungen sind zumindest im Rahmen von Einleitergenehmigungen nicht zu erwarten.

Darüber hinaus sind auch Quecksilber, Blei, Zink und Benzo[ghi]perylen in die Warnstufen 1 und 2 eingestuft. Für diese Stoffe konnte somit ebenfalls eine besondere Belastung und Handlungsbedarf zu dessen Reduzierung festgestellt werden. Diese auch natürlich vorkommenden Stoffe werden anthropogen v.a. über Abwassereinleitungen sowie Luftemissionen in Oberflächengewässer eingetragen.

Der Großteil der betrachteten Stoffe ist in die Warnstufen 3 und 4 eingestuft, d. h. die aktuelle Belastung stellt ein akzeptables bzw. kein Risiko dar. Das bedeutet jedoch nicht in jedem Fall eine vollständige Entwarnung, da häufig die Einstufung nur auf einer Matrix beruht, weil nicht für alle Matrizes Daten bzw. UQN/Richtwerte vorliegen.

In einigen Fällen existiert überhaupt keine UQN/keine Richtwerte für einen Stoff, so dass keine Einstufung erfolgen kann. Für diese Stoffe ist die Entwicklung von Zielvorgaben notwendig, was jedoch in der Regel nicht regional sondern national oder international geschieht.

VERZEICHNIS DER GESETZE UND VERORDNUNGEN

AbwV: Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), zuletzt geändert durch Art. 20 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I Nr. 51 vom 6.8.2009 S. 2585).

EG-POP-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG. - Abl. L 229/5 vom 29.06.2004, geändert durch Verordnung (EG) 1195/2006 vom 18. Juli 2006 zur Änderung von Anhang IV der EG-POP-Verordnung

RL 2008/105/EG: RICHTLINIE 2008/105/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (ABl. Nr. L 348 vom 24.12.2008 S. 84-97).

WRRL: RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000), zuletzt geändert durch: Richtlinie 2008/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. März 2008 (ABl. L 081 vom 20.03.2008).

WRRL-VO Nds.: Niedersächsische Verordnung zum wasserrechtlichen Ordnungsrahmen vom 27. Juli 2004 (GVBl. Nr. 21 vom 03.08.2004 S. 268).

LITERATURVERZEICHNIS

ARGE ELBE (2008): Gewässergütebericht der Elbe 2007. Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe, Hamburg, 71 Seiten. http://www.fgg-elbe.de/tl_fgg_neu/veroeffentlichungen.html.

BAKKER, J., G. LÜERßEN, H. MARENCIC & K. JUNG (2009): QSR 2009: Thematic Report No. 5 Hazardous Substances. In: H. MARENCIC & J. D. VLAS: Wadden Sea Quality Status Report 2009, Wilhelmshaven.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, B.-U. S., B. SENATOR FÜR UMWELT, VERKEHR UND EUROPA FREIE HANSESTADT BREMEN;, B. F. S. U. U. D. F. U. H. HAMBURG;, U. U. V. D. L. M.-V. MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, M. F. U. U. K. D. L. NIEDERSACHSEN; & U. U. L. R. D. L. S.-H. MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern. August 2009.

IFEU, ARSU & IMP (2009): Grundlagen zur Erstellung eines Wärme- und Schadstofflastplans für den Wasserkörper "Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte". ifeu: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg; ARSU:Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg; IMP:Ingenieurbüro Dr.-Ing. Manzenrieder und Partner, Oldenburg; im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake/Oldenburg, 25.08.2009.

LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (2008): Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete., Potsdam, Stand: November 2008. http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2338/vh2008e.pdf.

LAWA (2007): Rahmenkonzeption Monitoring Teil B - Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier II Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten. Stand 07.03.2007. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser.

LENHART, H., T. POHLMANN & V. BORN (2004): Auswertung der Topographie und Flushing-Zeiten im Bereich der Deutschen Gewässer. Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften, Institut für Meereskunde, Universität Hamburg.

LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (2004): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler, Hamburg.

NLWKN (2006): Monitoringkonzept Oberflächengewässer Niedersachsen/Bremen Teil B: Übergangs- und Küstengewässer. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 22.12.2006.

OSPAR COMMISSION (2009a): Agreement on CEMP Assessment Criteria for the QSR 2010. 7 S. http://www.ospar.org/v_measures/browse.asp?preset=1&menu=00530418000000_000000_000000&v0_0=&v1_0=title%2Creferencenumber%2Cdateofadoption&v2_0=&v0_1=Agreement+2009-02&v1_1=referencenumber&v2_1=&v0_2=&v1_2=dateofadoption&v2_2=&order=&v1_3=&v2_3=.

OSPAR COMMISSION (2009b): Background Document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010. 23S. http://www.ospar.org/documents%5Cdbase%5Cpublications%5Cp00461_Background%20Doc%20CEMP_Assessmt%20Criteria_Haz_Subs.pdf.

SACHS, L. (2004): Angewandte Statistik 11. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2001): Toxicological Profile for 1,2 Dichlorethane. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=592&tid=110.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2004): Toxicological Profile for Copper. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=206&tid=37.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2006): Toxicological Profile for Cyanide. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=72&tid=19.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2007): Toxicological Profile for Arsenic. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=22&tid=3.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2008): Toxicological Profile for Chromium. Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/TP.asp?id=62&tid=17.