

Langfristige Effekte von Antifouling-Bioziden in marinen Gewässern





Küstengewässer und Ästuare

Band 7

Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Dr. Burkard T. Watermann
Dr. Marc Herlyn
Bernd Daehne

Langfristige Effekte von Antifouling-Bioziden in marinen Gewässern



Niedersachsen

Herausgeber :

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Verfasser:

Dr. Burkard T. Watermann
LimnoMar – Labor für Limnische, Marine Forschung und Vergleichende Pathologie, Hamburg

Dr. Marc Herlyn

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Brake / Oldenburg,
Flussgebietsmanagement Übergangs- und Küstengewässer, Arbeitsgruppe Norden

Bernd Daehne

LimnoMar – Labor für Limnische, Marine Forschung und
Vergleichende Pathologie, Versuchsstation Norderney

Gestaltung:

Kerstin Kolbe, NLWKN Brake/Oldenburg

Bezug (PDF):

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Im webshop unter www.nlwkn.niedersachsen.de

Zitiervorschlag:

Watermann, T., M. Herlyn & B. Daehne (2014). Langfristige Effekte von Antifouling-Bioziden in marinen Gewässern.
Küstengewässer und Ästuar Band 7. 9 S.

Langfristige Effekte von Antifouling-Bioziden in marinen Gewässern

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	3
2.1	Strandschnecke (<i>Littorina littorea</i>)	3
2.2	Marschenschnecke (<i>Assiminea grayana</i>)	4
3	Ergebnisse und Diskussion	4
3.1	Entwicklung der ISI-Werte an der niedersächsischen Küste 1993-2012.....	4
3.2	Biologisches Effektmonitoring an der Marschenschnecke.....	5
4	Zusammenfassung	8
5	Literatur	9

Abbildungen

Abb. 1.1: Strandschnecke (<i>Littorina littorea</i>), Dornumer-Accumersiel, Sommer 2010.....	1
Abb. 1.2: Intersex-Stadium I einer weiblichen Strandschnecke mit beginnender Öffnung des Vaginaltrakts.....	1
Abb. 1.3: Intersex-Stadium II einer weiblichen Strandschnecke mit Umwandlung der Kapsel- und Eiweißdrüse zur Prostata. Histologischer Schnitt	2
Abb. 1.4: Intersex-Stadium IV einer weiblichen Strandschnecke mit Organozinn-induziertem Penis	2
Abb. 1.5: Toxikologische Kenndaten und Sensitivitätsvergleich zwischen akut toxischen Wirkungen und endokrinen Effekten bei aquatischen Organismen (Oehlmann et al. 1998)	2
Abb. 1.6: Lage der in Rahmen des niedersächsischen TBT-Effektmonitorings von 2003 bis 2012 beprobten Untersuchungsstandorte	3
Abb. 2.1: Marschenschnecken (<i>Assiminea grayana</i>)	4
Abb. 3.1: Entwicklung der Intersex-Indices von 2003 – 2012 an der niedersächsischen Küste	5
Abb. 3.2: Entwicklung der Intersex-Indices von 2003 – 2012 an den untersuchten Hafestandorten.....	6
Abb. 3.3: Entwicklung der Intersex-Indices von 2004 – 2012 an den untersuchten Wattstandorten.....	6
Abb. 3.4: Kotballen einer Marschenschnecke am Standort Wesermündung Tegeler Plate von natürlichem Substrat gesammelt. Bei den schwärzlichen Partikeln handelt es sich vermutlich um Holzfragmente. Histologischer Schnitt.....	7
Abb. 3.5: Kotballen einer Marschenschnecke am Standort Bremerhaven Fischereihafen von Plastikmaterial gesammelt. Bei den gräulich kontrastierenden Körnchen, die in den Kotballen dominieren, handelt es sich möglicherweise um Mikro-Polymerpartikel. Histologischer Schnitt	7

Langfristige Effekte von Antifouling-Bioziden in marinen Gewässern

1 Einleitung

Im Rahmen der Überwachung der durch Organozinnverbindungen ausgelösten Effekte wurden von OSPAR und ICES Empfehlungen zum biologischen Effektmonitoring an den europäischen Küsten veröffentlicht. Je nach Küstenstruktur, Salinität und Vorkommen werden folgende Molluskenarten zum Effektmonitoring empfohlen:

Die Strandschnecke (*Littorina littorea*, Abb. 1.1), die Nordische Purpurschnecke (*Nucella lapillus*), die Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*), die Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) und die Pazifische Auster (*Crassostrea gigas*). In Ländern mit Weichbodenküsten wie Deutschland, den Niederlanden und Dänemark wurden die Untersuchungen vorwiegend an Strandschnecken, Wellhornschnecken und Wattschnecken durchgeführt (Ide et al. 1997, Oehlmann et al. 1998, Schipper et al. 2008, LUNG 2009, Watermann et al. 2008, 2009), in Ländern mit Hartbodenküsten wie Großbritannien, Frankreich und Schweden an der Nordischen Purpurschnecke (OSPAR 2008). Für die Identifizierung und Klassifizierung der Effekte liegen entsprechende Publikationen vor (OSPAR 2004, Oehlmann 2004).

Die bei Strandschnecken auftretenden Veränderungen in den akzessorischen Geschlechtsdrüsen wurden als Intersexphänomene klassifiziert und in vier Stadien eingeteilt, welche als Basis für das biologische Effektmonitoring an dieser Art herangezogen werden. Es handelt sich vor allem um die sukzessive Öffnung des Vaginaltrakts (Abb. 1.2), Umwandlung

der Kapsel- und Eiweißdrüsen zu einer Prostata (Abb. 1.3) und in einem seltenen Endstadium zu einer Ausbildung eines Penis (Abb. 1.4). Parallel zu diesen Auswirkungen wird die Reifung der Eier in der Gonade abgebrochen (Watermann et al. 2008). Das Hormonsystem der Schnecken reagiert sehr sensibel auf Organozinnverbindungen, wobei die biologischen Effekte hochspezifisch sind (Abb. 1.5). Daher besteht hier die seltene Gelegenheit zur Durchführung eines biologischen Effektmonitorings, welches den Rückschluss auf eine Ursache-Wirkungsbeziehung erlaubt. Da im Meer bisher keine Substanzen außer Testosteron gefunden wurden, die vergleichbare Effekte hervorrufen können, wurde dieses Monitoring als Organozinn-Monitoring weltweit etabliert.

An der niedersächsischen Küste wurde im Jahr 2003 mit der Entwicklung eines regulären TBT-Effektmonitorings an der Strandschnecke begonnen. Seit 2005 werden sechs Stationen einmal jährlich im August/September im Rahmen des Bund-Länder-Messprogramms (BLMP) beprobt (Abb. 1.6).

Als Ergänzung zu den regulären jährlichen Untersuchungen zum TBT-Effektmonitoring werden seit 2007 Untersuchungen an der Marschschnecke (*Assiminea grayana*, Abb. 2.1) durchgeführt. Es sollte geklärt werden, ob bei dieser Art ähnlich wie bei der Strand- und Wattschnecke sowie anderen Prosobranchiern durch in die Meeresumwelt gelangte Organozinnverbindungen Veränderungen des Reproduktionssystems auftreten.



Abb. 1.1: Strandschnecke (*Littorina littorea*), Dornumer-Accumersiel, Sommer 2010 (Foto: M. Herlyn)



Abb. 1.2: Intersex-Stadium I einer weiblichen Strandschnecke mit beginnender Öffnung des Vaginaltrakts

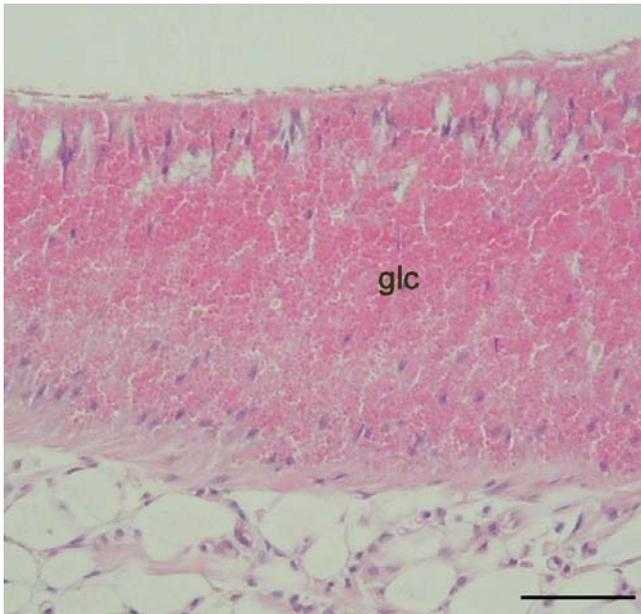


Abb. 1.3: Intersex-Stadium II einer weiblichen Strandschnecke mit Umwandlung der Kapsel- und Eiweißdrüse zur Prostata. Histologischer Schnitt, Färbung HE, glc = Prostata-Drüsenzellen



Abb. 1.4: Intersex-Stadium IV einer weiblichen Strandschnecke mit Organozinn-induziertem Penis

Tributylzinn (TBT) und Triphenylzinn (TPT) wurden hauptsächlich in Bewuchs hemmenden Schiffsanstrichen gegen den Belag von Algen, Seepocken oder Muscheln verwendet, die bei Kontakt abgetötet werden sollten (RPA 2007). Ende Oktober 2007 trat durch die Ratifizierung von Panama die Antifouling-Konvention der IMO (International Maritime Organisation) in Kraft, da das Quorum von 25 Staaten mit 25% der Welthandelstonnage erreicht wurde. Diese Konvention tritt rückwirkend mit der Maßgabe in Kraft, dass ab dem 1. Januar 2003 keine Organozinn haltigen Antifoulingssysteme mehr auf Schiffsrümpfen aufgebracht werden durften und ab dem 1. Januar 2008 keine Organozinn haltigen Antifoulingssysteme auf Schiffsrümpfen vorhanden sein dürfen. Da die Umsetzung in deutsches Recht ein Jahr nach der Ratifizierung erfolgte, ist das Datum des effektiven Inkrafttretens Oktober 2008. Auf Grund dieser Rechtslage erfolgt das biologische Effektmonitoring seit 2008 um zu beobachten, welche langfristigen Auswirkungen infolge der Anwendung von TBT und TPT als nur langsam abbaubare Verbindungen auftreten. Darüber hinaus ermöglichen die Untersuchungen im Hinblick auf die ausgewählten Stationen die Kontrolle des Anwendungsverbots.

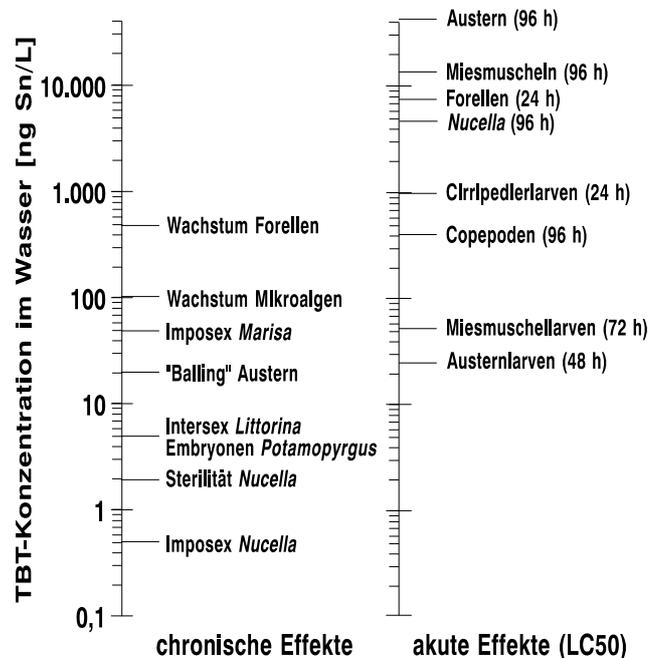


Abb. 1.5: Toxikologische Kenndaten und Sensitivitätsvergleich zwischen akut toxischen Wirkungen und endokrinen Effekten bei aquatischen Organismen (Oehlmann et al. 1998)

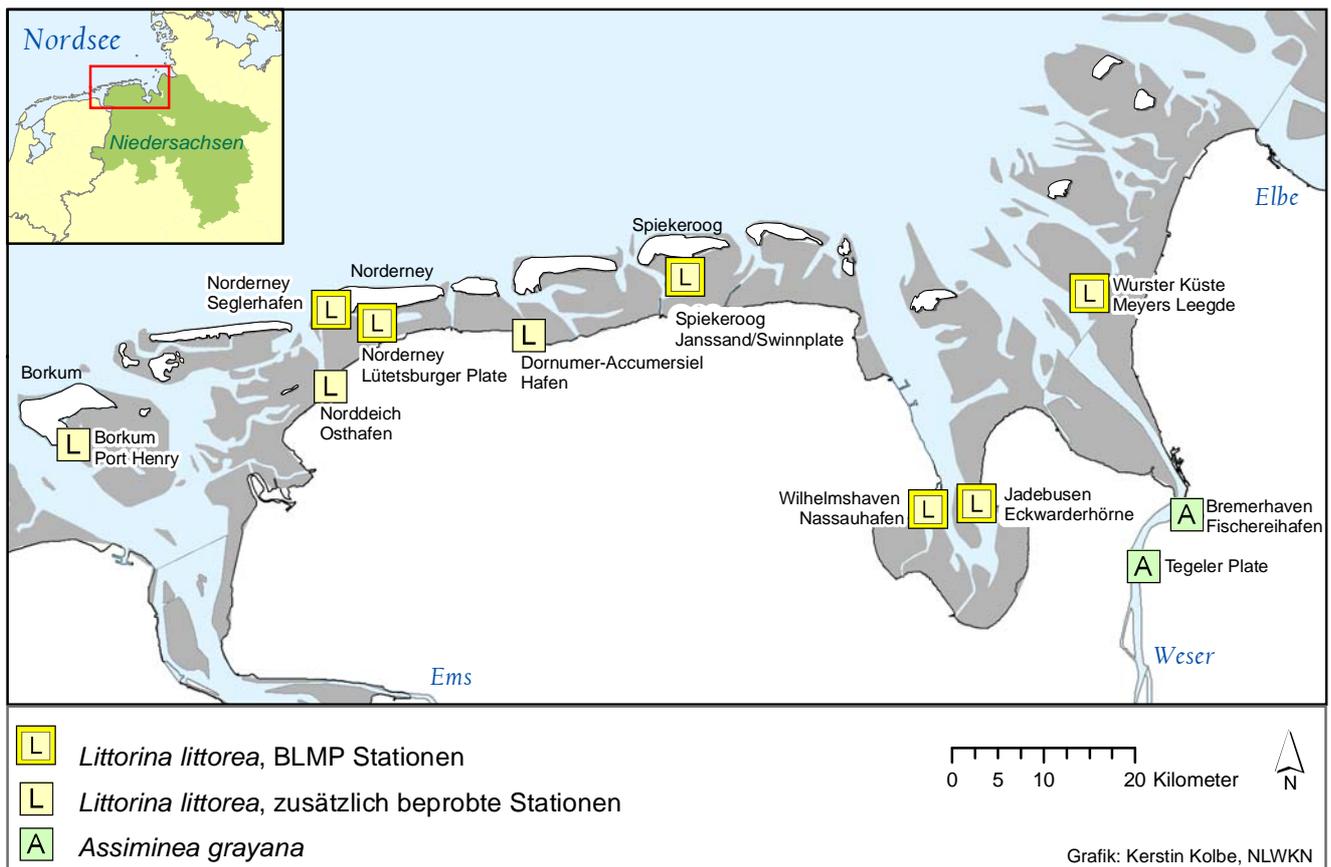


Abb. 1.6: Lage der in Rahmen des niedersächsischen TBT-Effektmonitorings von 2003 bis 2012 beprobten Untersuchungsstandorte

2 Material und Methoden

2.1 Strandschnecke (*Littorina littorea*)

Die Strandschnecke reagiert auf steigende TBT-Belastungen mit einer zunehmenden Vermännlichung der weiblichen Tiere, bei der die äußeren, weiblichen Geschlechtsmerkmale in männliche Geschlechtsmerkmale umgewandelt werden. Der Grad der Umwandlung wird in Intersex-Stadien bestimmt. Aus der Summe der Intersex-Stadien der untersuchten Weibchen im Verhältnis zu ihrer Anzahl ergibt sich der Intersex-Index, der einen Indikator für die Gewässer-/Sedimentbelastung durch TBT darstellt.

Zwischen 2003 und 2012 wurden an neun Stationen Strandschnecken (*Littorina littorea*) bei Niedrigwasser gesammelt. Sechs der Stationen werden im Rahmen des Bund-Länder-Messprogramms (BLMP) Nordsee untersucht: Norderney Seglerhafen, Norderney Lütetsburger Plate, Spiekeroog Janssand/Swinnplate, Wilhelmshaven Nassauhafen, Jadebusen Eckwarderhörne und Wurster Küste - Meyers Leegde. Da die Muschelbank auf dem Janssand und mit ihr die Littorinen als Begleitfauna verschwunden sind, wurde diese Station 2008 auf die benachbarte Swinnplate verlegt. Zusätzlich wurden die Stationen Borkum Port Henry, Norddeich Osthafen (jeweils von 2004 bis

2007) und Dornumer-Accumersiel Hafen (seit 2004) beprobt.

Nach der Probenahme wurden die Schnecken in Aquarien des NLWKN auf Norderney zwischengehalten und nach je einer Woche zur weiteren Untersuchung zu LimnoMar nach Hamburg gesandt. Dort wurden die Littorinen entsprechend der OSPAR-Richtlinien untersucht.

Nach einer halbstündigen Relaxierung in 7%iger Magnesiumchlorid-Lösung wurden die Schnecken vermessen und die Schalen mithilfe eines Schraubstocks gebrochen. Die Bestimmung der Intersex-Stadien erfolgte unter dem Stereomikroskop.

Da an einigen Stationen das Geschlechterverhältnis deutlich in Richtung Männchen verschoben war, mussten mehr als 40 Tiere entnommen werden, um das erforderliche Minimum an 20 Weibchen auswerten zu können.

Aus den Intersex-Stadien von 20 nicht-parasitierten weiblichen Tieren einer Probe wird der Intersex-Index (ISI) errechnet, der den Mittelwert der festgestellten Intersex-Stadien darstellt:

$$\text{ISI} = \frac{\text{Summe der Intersex-Stadien aller weiblichen Schnecken}}{\text{Anzahl der weiblichen Schnecken}}$$



Abb. 2.1: Marschenschnecken (*Assiminea grayana*), Tegeler Plate, Herbst 2011 (Foto: M. Herlyn)

2.2 Marschenschnecke (*Assiminea grayana*)

Zur Durchführung der ergänzenden Untersuchungen an der Marschenschnecke wurden zwei im Weserästuar gelegene Stationen (Bremerhaven Fischereihafen sowie Tegeler Plate) von 2005 bis 2012 jeweils einmal jährlich beprobt (Abb. 1.6).

Die gesammelten Assimineen wurden nach der Probenahme für 24 Stunden in Bouinscher Lösung fixiert und anschließend in 80% Ethanol überführt. Daraufhin erfolgte eine Einbettung in Paraffin über einen Einbettungsautomaten (Shandon Hypercenter XP). Die Assimineen wurden in toto aufgearbeitet und nicht aus den Schalen heraus präpariert, um Verletzungen der Gewebe zu vermeiden. Zudem konnte durch den Einsatz der Bouinschen Lösung auf eine Entkalkung verzichtet werden. Die Paraffinblöcke wurden am Rotationsmikrotom (Microm HM 335E) in einer Dicke von 2 μm in Serie geschnitten. Die Abstände zwischen den Schnitten betragen 30 μm . Nach einer Entparaffinierung erfolgte eine Übersichtsfärbung mit Haematoxylin-Eosin (Romeis 1968), in den Abbildungslegenden abgekürzt als HE. Die mikroskopische Auswertung fand an einem Ultraphot (Zeiss) statt. Pro Kampagne wurden zwischen 100 und 150 Tiere histologisch aufgearbeitet und untersucht.

Auf Grundlage der Serienschnitte konnten alle Organe auf mögliche pathologische Veränderungen überprüft werden. Hierzu zählten das Mantelepithel inklusive der Tentakel, der Ösophagus, die Radula, der Magen und die Mitteldarmdrüse sowie der Darm, die Niere, das Gefäß- und Nervensystem sowie die Re-

produktionsorgane. Bei den Männchen wurden die Testistubuli, der Vas deferens, die Vesicula seminalis, die Prostata und der Penis, bei den Weibchen die Ovarialfollikel, der Ovidukt, das Receptaculum seminis, die Eiweiß- und Kapseldrüse und die Vaginalöffnung untersucht.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Entwicklung der ISI-Werte an der niedersächsischen Küste 1993-2012

An der deutschen Küste wurden die ersten Untersuchungen zum Vorkommen von Organozinn induzierter Effekten 1993 an der Strandschnecke durchgeführt und 1994/1995 systematisiert (Bauer et al. 1997). In der vorliegenden Untersuchung wird die Entwicklung des Imposex-Index (ISI) an insgesamt sieben verteilt an der niedersächsischen Küste gelegenen Stationen seit 2004/2005 dargestellt, von denen sechs jährlich im Rahmen des BLMPs untersucht werden. An einer dieser Stationen (Norderney Seglerhafen) wurde mit der Beprobung bereits 2003 begonnen. Die Untersuchung der zusätzlich beprobten Station Dornumer-Accumersiel wurde aufgrund von dort in den ersten beiden Untersuchungsjahren festgestellten erhöhten ISI-Werten bis 2012 beibehalten.

In Abbildung 3.1 ist die Entwicklung der Intersex-Indices für die im Zeitraum von 2003 bis 2012 beprobten Stationen dargestellt. Im Gegensatz zu dem Rückgang der ISI-Werte an den meisten Stationen zwischen 2005 und 2007/2008 war in 2009 ein Wiederanstieg der Werte zu konstatieren, der sowohl Watt- als auch Hafenstandorte betraf. In 2010 war kein weiterer Anstieg festzustellen, aber an nahezu allen Stationen wurde ein vergleichbar hohes Niveau wie 2009 beobachtet. 2011 sanken die Intersex-Indices an allen Stationen, außer an der Station Meyers Leegde, deutlich ab. Es wurden z.T. bessere Zustandsklassen als in 2009 und 2010 erreicht. In 2012 setzte sich dieser abnehmende Trend mit Intersex-Indices von 0 (Jadebusen Eckwarderhörne) bis 0,22 (Norderney Seglerhafen) fort. Damit lagen die Werte aller Untersuchungsstandorte in den ökologischen Zustandsklassen I und II, welche im Hinblick auf die Organozinnbelastung auf einen sehr guten bis guten Zustand der Population hindeuten. Keine Station befand sich mehr in einem unbefriedigenden, mäßigen oder schlechten Zustand (Watermann et al. 2013).

Da im Gegensatz z.B. zur Situation in Schweden davon ausgegangen werden kann, dass an der deutschen Küste nur noch in Ausnahmefällen Organozinnhaltige Antifoulingprodukte eingesetzt werden, sind die vorübergehend festgestellten Anstiege möglicherweise durch ungenügende Rückhaltmaßnahmen bei Entschichtungsarbeiten von Schiffen und Booten mit versiegelten TBT-haltigen Antifoulingbe-

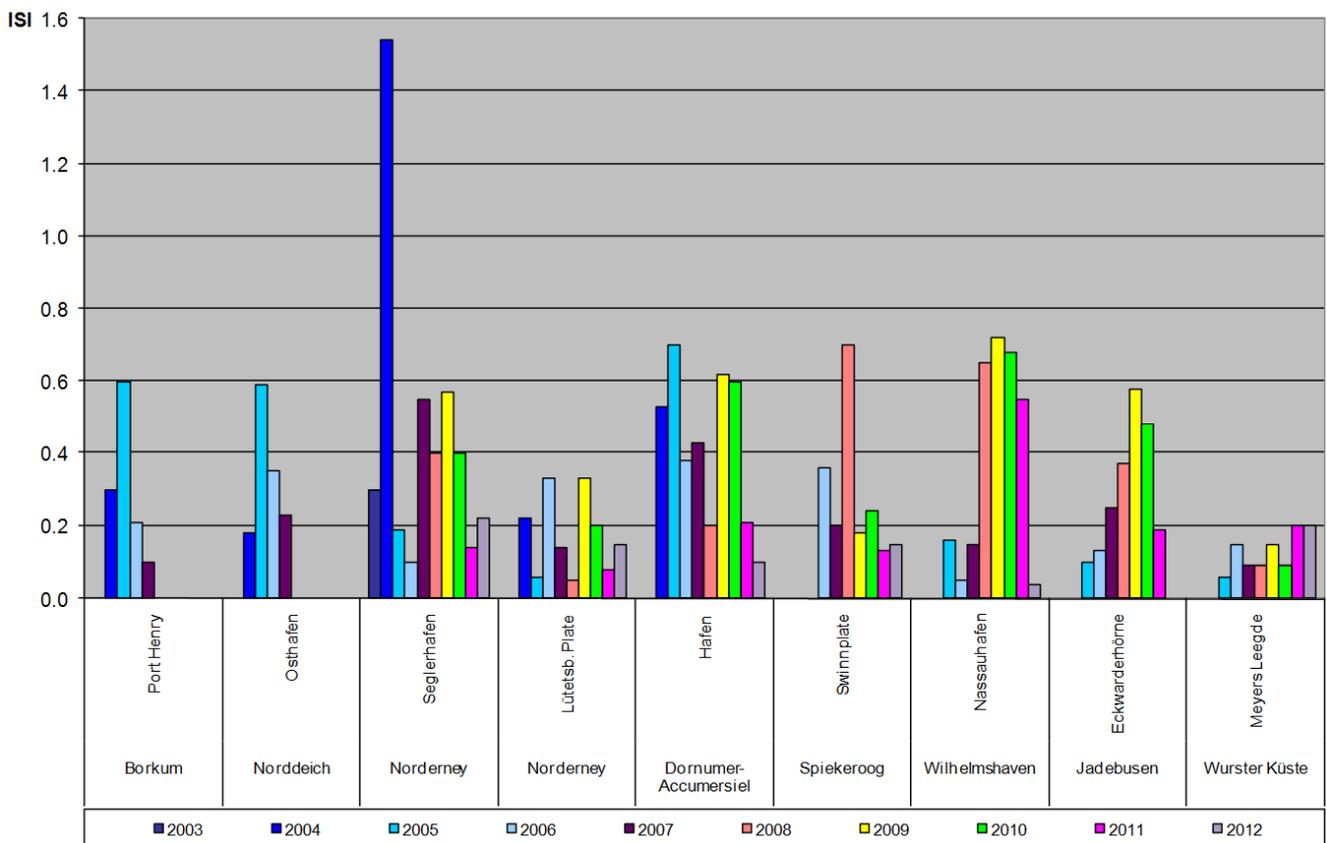


Abb. 3.1: Entwicklung der Intersex-Indices von 2003 – 2012 an der niedersächsischen Küste

schichtungen, Remobilisierung aus dem Sediment oder durch Unterhaltungsbaggerungen zu erklären.

In Schweden kommt es offenbar weiterhin zu Einträgen von Organozinnverbindungen in Sportboothäfen, da auf zahlreichen Booten die Organozinnhaltigen Beschichtungen nicht versiegelt wurden, sondern direkt mit einer neuen Schicht aus Organozinnfreien Antifoulinganstrichen versehen wurden (Eklund et al. 2008 und 2010).

In den Abbildungen 3.2 und 3.4 wird daher die Entwicklung der TBT induzierten Effekte getrennt für Hafen- und Wattstandorte wiedergegeben. Es zeigt sich, dass in den Häfen nach dem starken Rückgang zwischen 2004/2005 nach 2006 wieder ein Anstieg auf ein höheres Niveau festzustellen ist. Abgeschwächt spiegelt sich diese Entwicklung auch an den Wattstandorten wider.

Anhand einer Übersicht über die Entwicklung der Organozinnbelastung in den Sedimenten an der niedersächsischen Küste konnten Daehne & Watermann (2009) zeigen, dass im Gegensatz zu den im gleichen Zeitraum festgestellten biologischen Effekten ein abnehmender Trend zu verzeichnen ist. Zu ähnlichen Resultaten kamen Rüdell et al. (2010) in Rückstandsanalysen von Miesmuscheln und Aalmuttern an der deutschen Nord- und Ostseeküste.

In einer Übersicht über die letzten 10 Jahre, die für den Ostatlantik veröffentlicht wurde (OSPAR 2008),

ist ebenfalls ersichtlich, dass der generelle Trend der Organozinn induzierten Effekte eher abnehmend ist und nur an einzelnen Standorten eine Zunahme zu verzeichnen ist.

3.2 Biologisches Effektmonitoring an der Marschenschnecke

In den Untersuchungen 2007 und 2008 wurden erhebliche pathologische Veränderungen in den Reproduktionsorganen von *Assiminea* festgestellt: In männlichen Tieren vom Standort Bremerhaven Fischereihafen wurden eine Transformation der Prostata zu weiblichen Geschlechtsdrüsen, ein Auftreten von Eiweiß-/Kapseldrüsenkomplexen, Anzeichen einer vollständigen Umwandlung männlicher in weibliche Tiere (inklusive der Gonade) und Verkalkungen der Hoden beobachtet. In weiblichen Tieren traten Prostatadrüsenzellen im Eiweiß-/Kapseldrüsenkomplex auf (Watermann & Daehne 2008, 2009).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse, welche sowohl auf eine Störung der endokrinen Regulation in Richtung einer Vermännlichung weiblicher Tiere, als auch einer Verweiblichung männlicher Tiere hinweisen, wurden Sedimentproben entnommen, um diese vor allem auf Antifoulingbiozide mit androgener (Organozinnverbindungen) als auch anti-androgener Wirkung (Diuron, Irgarol) zu untersuchen.

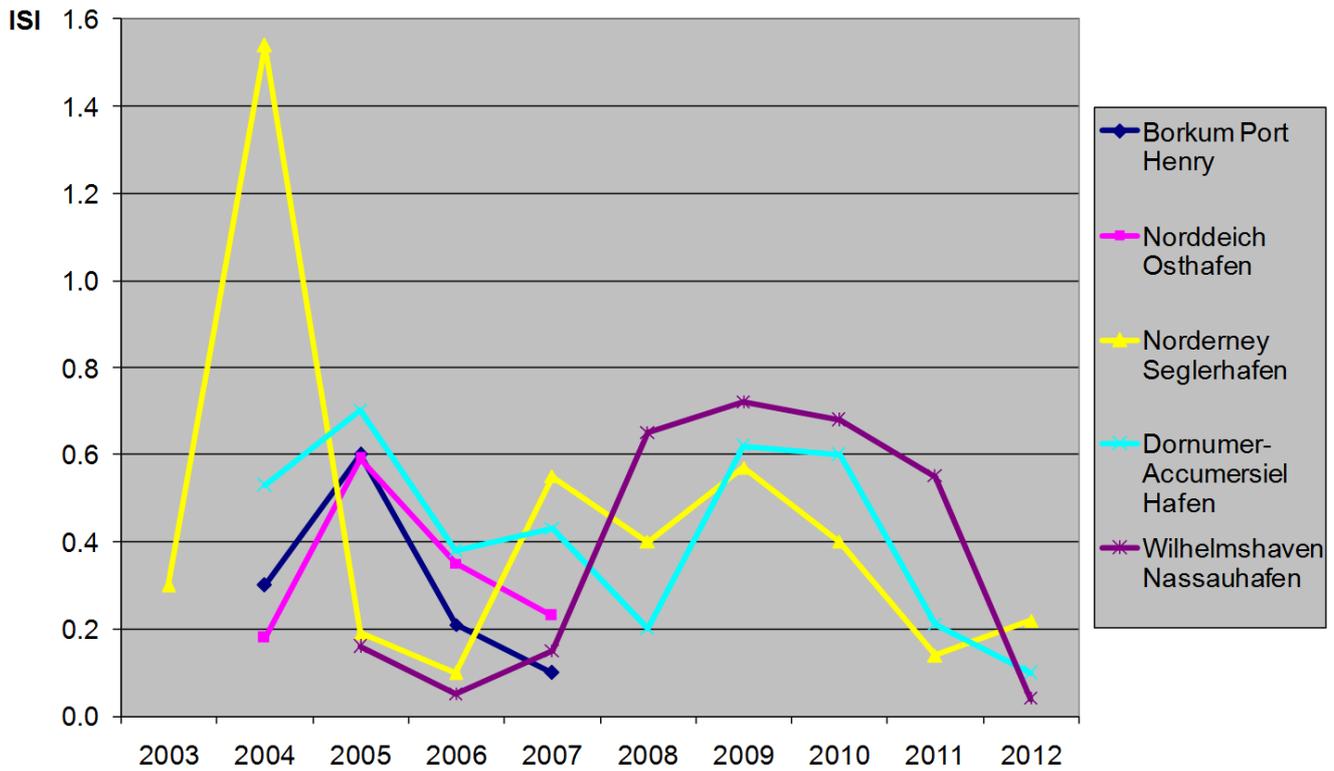


Abb. 3.2: Entwicklung der Intersex-Indices von 2003 – 2012 an den untersuchten Hafenstandorten

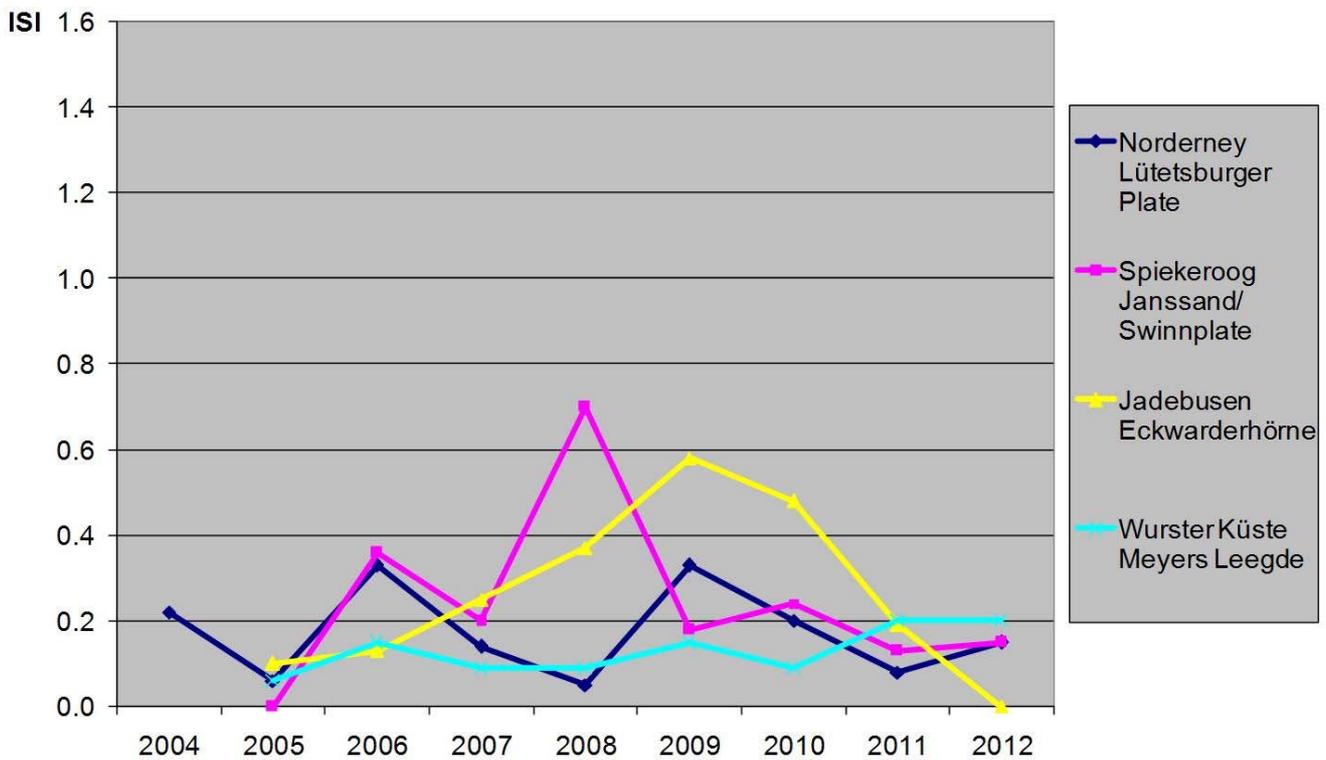


Abb. 3.3: Entwicklung der Intersex-Indices von 2004 – 2012 an den untersuchten Wattstandorten (Im Jahr 2008 erfolgte ein Stationswechsel vom Standort Spiekeroog Janssand zum Standort Spiekeroog Swinnplate)

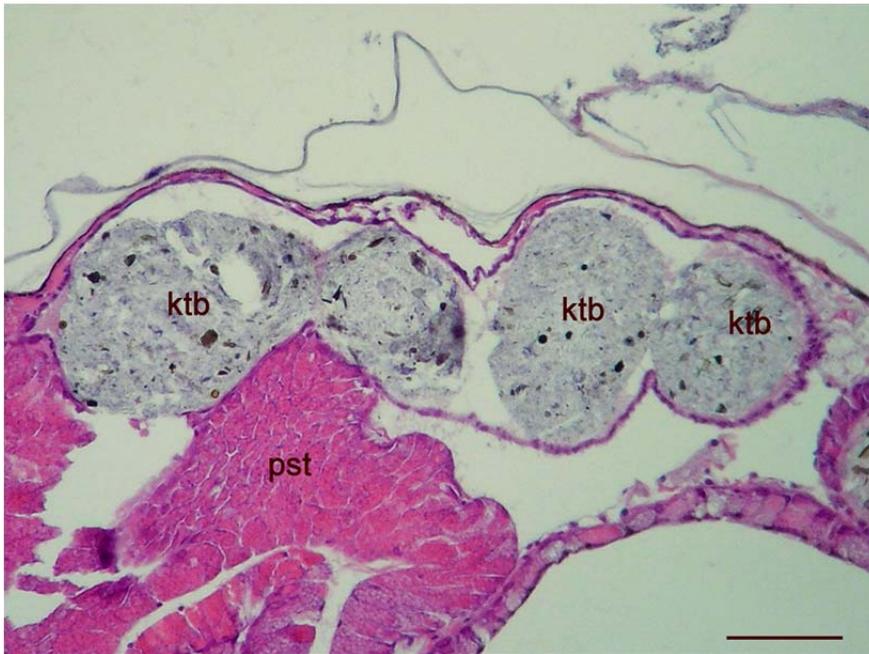


Abb. 3.4: Kotballen einer Marschenschnecke am Standort Wesermündung Tegeler Plate von natürlichem Substrat gesammelt. Bei den schwärzlichen Partikeln handelt es sich vermutlich um Holzfragmente. Histologischer Schnitt, Färbung Hämatoxylin-Eosin, ktb = Kotballen, pst = Prostata, Balken = 500µm



Abb. 3.5: Kotballen einer Marschenschnecke am Standort Bremerhaven Fischereihafen von Plastikmaterial gesammelt. Bei den grünlich kontrastierenden Körnchen, die in den Kotballen dominieren, handelt es sich möglicherweise um Mikro-Polymerpartikel. Histologischer Schnitt, Färbung Hämatoxylin-Eosin, Balken = 50µm

Die Analyse der Sedimentproben vom Dezember 2009 und Juni 2010 zeigte, dass es im Bereich Bremerhavens möglicherweise zu frischen Einträgen von Tributylzinnverbindungen, Irgarol und Diuron aus Antifoulingbeschichtungen kommt, falls nicht andere, bisher nicht bekannte Quellen dafür verantwortlich sind (Watermann & Daehne 2010). Um den Einfluss weiterer Quellen von Stoffen mit endokrinem Potenzial zu erfassen, wurden die Schnecken im Fischereihafen seit 2010 getrennt von natürlichen Substraten (wie Holz und Pflanzenmaterial) und von ange-

schwemmten Kunststoffmaterialien (wie Polystyrol und Polyethylen) gesammelt und später separat ausgewertet. Aus den Kunststoffmaterialien können Stoffe mit endokrinem Potenzial austreten wie Weichmacher, Katalysatoren und Stabilisatoren mit potentiell androgenen, anti-androgenen oder östrogenen Wirkungen.

An der Station Bremerhaven Fischereihafen wiesen die Männchen von beiden Substraten (natürliche Substrate und Kunststoffmaterialien) eine reduzierte

Reifung und Spermatogenese auf. Bei den weiblichen Tieren von beiden Substraten dieser Station war eine Reifungsstörung durch eine Follikelatrophy vorhanden, welche bei den Tieren der Station Tegeler Plate nicht auftrat.

Browne et al. (2008) untersuchten die Aufnahme von fluoreszierenden Polystyrolmikropartikeln (3 – 10 µm) durch *Mytilus edulis*. Dabei wurden derartige Partikel in den Tubuli der Mitteldarmdrüse, in der Hämolymphe und in den Hämocyten nachgewiesen. In den Kotballen von Assimineen, die von Plastik gesammelt wurden, zeigten sich nicht anfärbbare Materialien, bei denen es sich um Plastikpartikel handeln könnte (Abb. 3.4 und 3.5). Bisher liegen vergleichbare Untersuchungen zur Aufnahme von Partikeln durch Schnecken nicht vor, obwohl durch die Tätigkeit der Radula ein Abschaben feinsten Partikel von Plastikmaterialien erfolgen könnte. Zukünftige Untersuchungen unter Nachweis von Polymeren im Verdauungstrakt oder in Organen könnten genauere Erkenntnisse über die Aufnahme, den Verbleib und die Zuordnung potenzieller Wirkungen auf die Marschenschnecke zeigen. Anhand der seit kurzem auch im Alfred Wegener Institut (AWI) auf Helgoland zur Verfügung stehenden Methode der FTIR-Mikroskopie (Fourier-Transformations-Infrarot-Mikroskopie) lassen sich mit Hilfe einer Kopplung von Infrarot-Spektroskopie und Lichtmikroskopie aufgenommene Polymerpartikel in den Organen nachweisen. Erste Untersuchungen an der Marschenschnecke zeigten, dass diese Methode bei der Marschenschnecke eingesetzt werden kann (Watermann et al. 2013).

Neben den Einflüssen weiterer Stoffe mit endokriner Wirkung sollten u.a. auf Grund der Sedimentwerte in Bremerhaven die Effekte von Organozinnverbindungen weiter verfolgt werden, da es aus anderen europäischen Ländern ebenfalls Hinweise über Neueinträge aus Antifoulingbeschichtungen gibt (Eklund et al. 2008, 2010).

4 Zusammenfassung

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen an der Strandschnecke (*Littorina littorea*) und an der Marschenschnecke (*Assiminea grayana*) zusammenfassend dargestellt:

Die in den Jahren 2003 bis 2005 an *Littorina littorea* begonnenen Untersuchungen zeigten bis 2007/2008 überwiegend einen Rückgang der TBT-induzierten Effekte, der 2009 vorübergehend unterbrochen wurde. In den folgenden Untersuchungsjahren wurde erneut ein deutlicher Rückgang festgestellt. Im Jahr 2012 wurde an allen entlang der niedersächsischen Küste gelegenen Untersuchungsstationen (vier Watt- und zwei Hafenstandorte) hinsichtlich der Organozinnbelastung ein guter bis sehr guter ökologischer Zustand erreicht, womit die erfolgreiche Umsetzung des TBT-Verbots und seine positiven Auswirkungen belegt werden.

Bei den seit 2007 durchgeführten Untersuchungen an *Assiminea grayana* wurden an einem der beiden Untersuchungsstandorte, Bremerhaven Fischereihafen, Störungen der endokrinen Regulation der Reproduktionsorgane sowohl in männlicher als auch in weiblicher Richtung festgestellt. Die an Schnecken dieses Standortes nachgewiesenen pathologischen Veränderungen deuten auf eine im Vergleich zum Standort Tegeler Plate deutlich stärkere Belastungssituation hin. Insbesondere die festgestellten Veränderungen der Reproduktionsorgane sind möglicherweise auf das Einwirken endokrin wirksamer Substanzen zurückzuführen. U.a. aufgrund der Vielzahl der in Frage kommenden Schadstoffe und möglichen Wechselwirkungen zwischen diesen können die festgestellten Veränderungen nicht unmittelbar in einen kausalen Zusammenhang mit Antifouling-Bioziden und insbesondere TBT gestellt werden.

5 Literatur

- Bauer B., P. Fioroni, U. Schulte-Oehlmann, J. Oehlmann & W. Kalbfus (1997): The use of *Littorina littorea* for tributyltin (TBT) effect monitoring – results from the German TBT survey 1994/1995 and laboratory experiments. *Environ. Pollut.*, 96: 299-309.
- Browne M.A., A. Dissanayake, T.S. Galloway, D.M. Lowe & R.C. Thompson (2008): Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ Sci Technol.*, 42, 5026-5031.
- Daehne, D. & B. Watermann (2009): Entwicklung der Sedimentbelastung mit Tributylzinnverbindungen (TBT) an der deutschen Küste. *Wasser und Abfall*, 5, 10 – 17.
- Eklund, B., M. Elfström & H. Borg (2008): Tributyltin originates from pleasure boats in Sweden in spite of firm restrictions. *Environ. Sci.*, 2, 124 – 132.
- Eklund, B., M. Elfström, I. Gallego, B.E. Bengtsson & M. Breitholtz (2010): Biological and chemical characterization of harbour sediments from the Stockholm area. *J. Soils Sediments*, 10, 127 – 141.
- Ide, I., J. Fischer, E. Witten, W. Kalbfus, A. Zellner, E. Stroben & B. Watermann (1997): Accumulation of organotin-compounds in the common whelk (*Buccinum undatum*) and the red whelk (*Neptunea antiqua*) associated with imposex- and histopathological effects. *Mar.-Ecol. Prog. Series*, 152: 197-203.
- LUNG (2009): Pilotstudien zum biologischen Effektmonitoring in Küsten- und Binnengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. *Schiffr. LUNG*, 2, 133 S.
- Oehlmann, J., I. Ide, B. Bauer, B. Watermann, U. Schulte-Oehlmann, S. Liebe & P. Fioroni (1998): Erfassung morpho- und histopathologischer Effekte von Organozinnverbindungen auf marine Mollusken und Prüfung ihrer Verwendbarkeit für ein zukünftiges biologisches Effektmonitoring. UBA, Berlin. (= Texte Umweltbundesamt 46/98. Forschungsbericht 102 40 303/01, UBA-FB 97-067)
- Oehlmann, J. (2004): Biological effects of contaminants: Use of intersex in the periwinkle (*Littorina littorea*) as a biomarker of tributyltin pollution. *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences*, No. 36, 28 S.
- OSPAR (2004): Proposed amendments to the current OSPAR Guidelines on TBT-specific effects monitoring, ASMO 03/4-2E, 18 S.
- OSPAR (2008): 2007/2008 CEMP Assessment: Trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and trends in TBT-specific biological effects. 36 S.
- Romeis, B. (1968): *Mikroskopische Technik*. R. Oldenbourg Verlag, München, 758 S.
- RPA (2007): Impact Assessment of Potential Restrictions on the Marketing and Use of Certain Organotin Compounds. Final Report prepared for European Commission Directorate-General Enterprise and Industry, 214 S.
- Rüdel H., J. Kösters, T. Klawonn, B. Knopf & C. Schröter-Kermani (2010): Verification of the success of use restrictions for tributyltin by retrospective monitoring of archived biological samples from North Sea and Baltic Sea. Poster SETAC, Sevilla
- Schipper, C.A., M.G.D. Smit, N.H.B.M. Kaag & A.D. Vethaak (2008): A weight-of-evidence approach to assessing the ecological impact of organotin pollution in Dutch marine and brackish waters; combining risk prognosis and field monitoring using common periwinkles (*Littorina littorea*). *Mar. Environ. Res.* 66: 231-239.
- Watermann B. & B. Daehne (2008): Histologische Untersuchungen der Marschschnecke *Assiminea grayana* Fleming, 1928 in der Wesermündung 2007, NLWKN, unveröff. 19 S.
- Watermann B. & B. Daehne (2009): Histologische Untersuchungen der Marschschnecke *Assiminea grayana* Fleming, 1928 in der Wesermündung 2008, NLWKN, unveröff. 30 S.
- Watermann B., B. Daehne & C. Fürle (2009): Untersuchung von Strandschnecken (*Littorina littorea* L.) zur Bestimmung des Intersex-Index an der niedersächsischen Küste 2009. NLWKN, unveröff. 19 S.
- Watermann B. & B. Daehne (2010): Histologische Untersuchungen der Marschschnecke *Assiminea grayana* Fleming, 1928 in der Wesermündung 2009 und 2010, NLWKN, unveröff. 47 S.
- Watermann B., B. Daehne & C. Fürle (2013): Untersuchung von Strandschnecken (*Littorina littorea* L.) zur Bestimmung des Intersex-Index an der niedersächsischen Küste 2012. NLWKN, unveröff. 53 S.
- Watermann, B., Daehne, B., Thomsen & A., Löder, M. (2013): Histologische Untersuchungen der Marschschnecke *Assiminea grayana* Fleming, 1928 in der Wesermündung September 2012. 53 S.
- Watermann B., A. Thomsen, H. Kolodzey, B. Daehne, M. Meemken, U. Pijanowska & G. Liebezeit (2008) Histopathological lesions of molluscs in harbours of Lower Saxony, North Sea (Germany). *Helgol. Mar. Res.* 62(2), 167-175.

Verzeichnis der bisher in dieser Reihe publizierten Berichte

- Band 1/2010 Umsetzung der EG-WRRL - Bewertung des ökologischen Zustands der niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässer (Stand: Bewirtschaftungsplan 2009). Küstengewässer und Ästuar 1/2010. 59 S.
- Band 2/2010 Adolph, W. (2010). Praxistest Monitoring Küste 2008 Seegraskartierung - Gesamtbestandserfassung der eulitoralischen Seegrasbestände im Niedersächsischen Wattenmeer und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuar 2/2010. 52 S.
- Band 3/2011 Ermittlung von Schwermetall-Trends in niedersächsischen Küstengewässern entsprechend der EG-Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuar 3/2011. 101 S.
- Band 4/2011 Kolbe, K. (2011) Erfassung der Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer über visuelle Luftbildinterpretation - 2008. NLWKN, Küstengewässer und Ästuar 4. 35 S.
- Band 5/2012 NLWKN & NLPV (2012). Kabelverlegungen – Anforderungen des NLWKN und der NLPV an Untersuchungen im niedersächsischen Küstenmeer sowie in Küsten- und Übergangsgewässern. Küstengewässer und Ästuar 5. 23 S.
- Band 6/2013 NLWKN (2013). Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen, Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer - 2013. Küstengewässer und Ästuar Band 6. 50 S.

Download:

http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop/schriften_zum_downloaden

