



Bioakkumulation in Organismen an einer Verbringstelle für Baggergut in der Deutschen Bucht (Nordsee)

Sabine Schäfer¹ (sabine.schaefer@bafg.de), Maja Karrasch² (maja.karrasch@hpa.hamburg.de), Uwe Hentschke¹ (hentschke@bafg.de), Dierk-Steffen Wahrendorf¹ (wahrendorf@bafg.de)

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz

² Hamburg Port Authority (HPA), Neuer Wandrahm 4, 20547 Hamburg

Zusammenfassung

Zwischen 2005 und 2010 wurde Baggergut aus der Tideelbe im Hamburger Bereich der Stromelbe zu einer Stelle in der Deutschen Bucht verbracht. Um die möglichen Auswirkungen der Verbringungen auf das marine Ökosystem zu überprüfen, wird unter anderem die Bioakkumulation von Metallen und organischen Chemikalien in benthischen Wirbellosen und Fischen gemessen. Zwischen 2008 und 2010 wurden in Wellhornschnecken (*Buccinum undatum*) des Verbringenzentrums signifikant höhere Konzentrationen an Organozinnverbindungen (Dibutylzinn, Monobutylzinn) und Dichlordiphenyltrichlorethan Metaboliten (p,p'-DDD und p,p'-DDE) im Vergleich zum übrigen Untersuchungsgebiet detektiert. In der Kliesche (*Limanda limanda*) und der Pfeffermuschel (*Abra alba*) wurde hingegen bislang kein bzw. kein eindeutiger Effekt der Sedimentverbringung auf die Anreicherung von Chemikalien nachgewiesen. Insgesamt unterstreichen die Daten die Bedeutung von Bioakkumulationsuntersuchungen für das Risikomanagement kontaminierter Sedimente.

Hintergrund

Da die Menge an Baggergut im Hamburger Hafen seit 2004 deutlich zugenommen hatte, war ein alternatives Sedimentmanagement in der Tideelbe erforderlich. Als kurzfristige Managementmaßnahme wurden zwischen 2005 und 2010 6,5 Mio. m³ Baggergut aus der Stromelbe im Bereich des Hamburger Hafens zur Tonne E3, 25 km nordwestlich der Insel Scharhörn in der inneren Deutschen Bucht, verbracht (siehe Abb. 1).

Um mögliche negative Auswirkungen auf die marine Lebensgemeinschaft bewerten zu können, wurde ein umfangreiches Monitoringprogramm etabliert. Dabei wird, neben einer Vielzahl von weiteren Parametern, die Bioakkumulation von Metallen und organischen Chemikalien in zwei benthischen Invertebraten (siehe Abb. 2) gemessen, die an und um die Verbringstelle sowie in Referenzgebieten gesammelt werden. Seit 2009 werden im Untersuchungsgebiet außerdem Klieschen (*Limanda limanda*, Abb. 2) für Bioakkumulationsuntersuchungen gefischt.

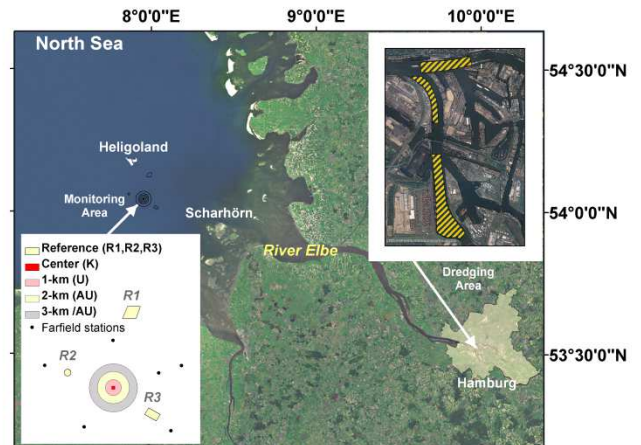


Abb. 1: Die Tideelbe und die innere Deutsche Bucht mit den Inseln Heligoland und Scharhörn sowie dem Monitoringgebiet. Der Ausschnitt auf der rechten Seite zeigt die Baggerbereiche (gelb schraffiert) im Hamburger Gebiet. Der Ausschnitt auf der linken Seite stellt das Untersuchungsgebiet mit den Probennahmestationen für die Bioakkumulationsuntersuchungen dar. Verbringzentrum (Center, K), Verbringstelle (U), Außenbereich (AU), Fernfeld (Farfield) sowie den Referenzstationen (R1 – R3).

Material und Methoden

Die Pfeffermuschel *Abra alba* und die Wellhornschnecke *Buccinum undatum* wurden bis Ende 2011 zweimal jährlich (Frühjahr und Sommer) im Untersuchungsgebiet gesammelt. Im Labor wurde das Weichgewebe der Tiere auf die Konzentration ausgewählter Kontaminanten analysiert. Die Kliesche wurde von 2009 bis 2011 jeweils im Herbst nach der Laichperiode gefischt und deren Muskel- und Lebergewebe auf Kontaminanten untersucht. Die ausgewählten Analyten (siehe Tab. 1) hatten sich bei bisherigen Sedimentmanagement-Maßnahmen als entscheidend herausgestellt.



Abb. 2: Organismen zur Untersuchung der Bioakkumulation im Rahmen der Sedimentumlagerungen zur Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich der Insel Scharhörn (Deutsche Bucht). a) Pfeffermuscheln (*Abra alba*) b) Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) und c) Kliesche (*Limanda limanda*). Foto der Pfeffermuscheln: BfG; Fotos von Wellhornschnecke und Kliesche: Bioconsult.

Tab. 1: Untersuchte Analyten im Weichgewebe von Pfeffermuschel und Wellhornschnecke bzw. im Muskel- und Lebergewebe der Kliesche aus dem Untersuchungsgebiet.

Chemische Gruppe	Analyt	Monitoringorganismus
Metalle	Cd, Cu, Pb, Zn, Hg	<i>A. alba</i> , <i>B. undatum</i> & <i>L. limanda</i>
Metalloid	As	<i>B. undatum</i> & <i>L. limanda</i>
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	<i>A. alba</i> , <i>B. undatum</i> & <i>L. limanda</i>
Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) und seine Metaboliten	p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDT, o,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DDT	
Chlorbenzole	Hexachlorbenzol (HCB)	
Hexachlorcyclohexane	α -HCH, β -HCH, γ -HCH	
Chlorstyrole	Octachlorstyrol	
Organozinnverbindungen	Mono-(TBT), Di-(DBT), Tributylzinn (TBT)	<i>B. undatum</i> & <i>L. limanda</i>

Ergebnisse und Diskussion

Bestimmte organische Verbindungen sind repräsentativ für die Bioakkumulation von strukturell verwandten Verbindungen und können daher als Marker für die Beurteilung der Bioakkumulation herangezogen werden. So kommen beispielsweise von den PCB-Kongeneren das PCB 138 und das PCB 153 und von den DDT-Metaboliten das p,p'-DDD und das p,p'-DDE in den Organismen in den höchsten Konzentrationen vor.

In den Jahren 2008 bis 2010 wurden in Wellhornschnecken des Verbringzentrums signifikant erhöhte Konzentrationen der DDT-Metabolite p,p'-DDD und p,p'-DDE (siehe Abb. 3a) sowie an Mono- und Dibutylzinnverbindungen (siehe Abb. 3b) im Vergleich zu den Referenzgebieten nachgewiesen, die auf die Baggergutverbringungen zurückgeführt werden. Im Jahr 2011 war die baggergutbedingte Anreicherung in der Wellhornschnecke auf die zinnorganischen Verbindungen beschränkt. Die Pfeffermuschel weist im Allgemeinen niedrigere Schadstoffkonzentrationen auf als die Wellhornschnecke (siehe Abb. 4). Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Pfeffermuschel als Filtrierer einer niedrigeren Trophieebene angehört und daher potentiell weniger

Schadstoffe über die Nahrung aufnimmt (Biomagnifikation) als die räuberisch lebende Wellhornschnecke. Dennoch wurden auch in den Pfeffermuscheln des Verbringzentrums in einzelnen Untersuchungskampagnen signifikant erhöhte Konzentrationen an p,p'-DDD und p,p'-DDE festgestellt. Im Gegensatz dazu sind die Konzentrationen an Metallen und Arsen teilweise in Wirbellosen der Referenzgebiete höher und zeigen keinen Zusammenhang mit den Sedimentumlagerungen. Vergleiche der Organozinnkonzentrationen in Sedimenten und Biota deuten daraufhin, dass *B. undatum* Tributylzinn biotransformieren kann. Dies führt zu hohen Gewebekonzentrationen an Dibutyl- und Monobutylzinnverbindungen in den Schnecken während die Konzentrationen an Tributylzinn, im Vergleich zu den Sedimentkonzentrationen, niedrig sind (siehe Abb. 3a).

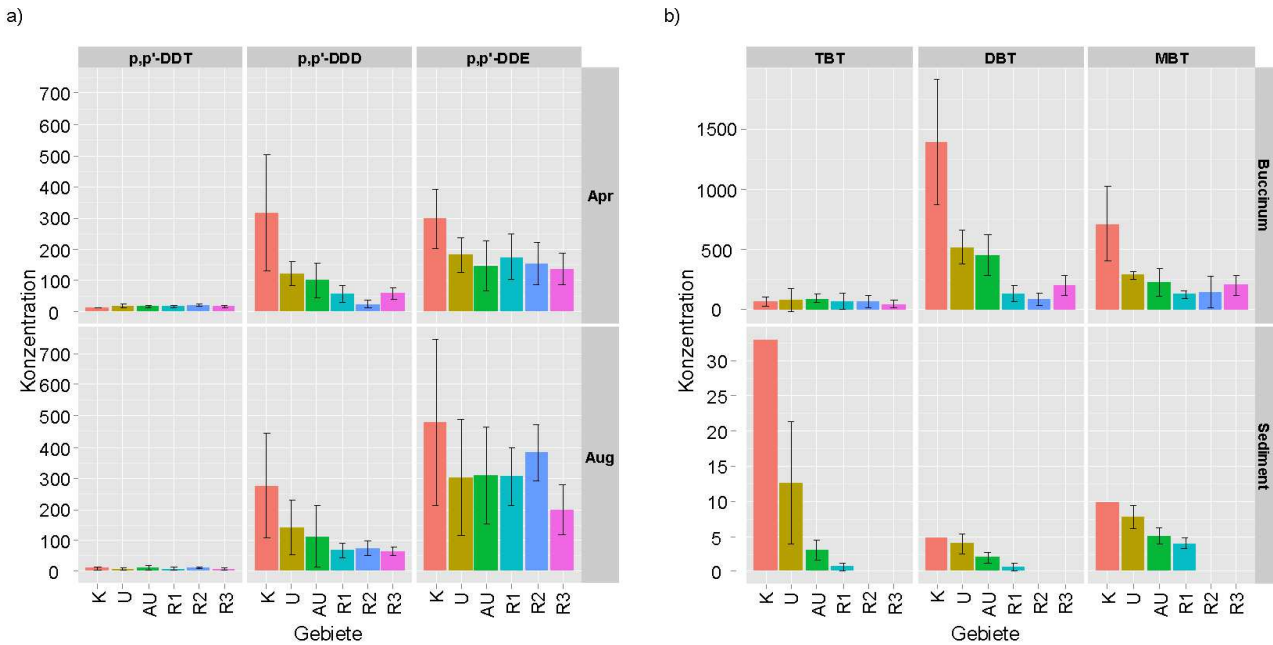


Abb. 3:

a) Die Konzentrationen an p,p'-DDT, p,p'-DDD und p,p'-DDE in Wellhornschncken des Untersuchungsgebietes im April und August 2009. Die Konzentrationen sind in ng g⁻¹ Lipid dargestellt.

b) Konzentrationen an Organozinnverbindungen in Sedimenten (ng OZK g⁻¹ Trockengewicht) und in *B. undatum* (ng OZK g⁻¹ Lipid) im Untersuchungsgebiet im April 2009. Die Proben wurden im Verbringzentrum (K), in der Verbringstelle (U), im Außenbereich (AU) und in drei Referenzgebieten (R1 bis R3) des Monitoringgebietes gesammelt.

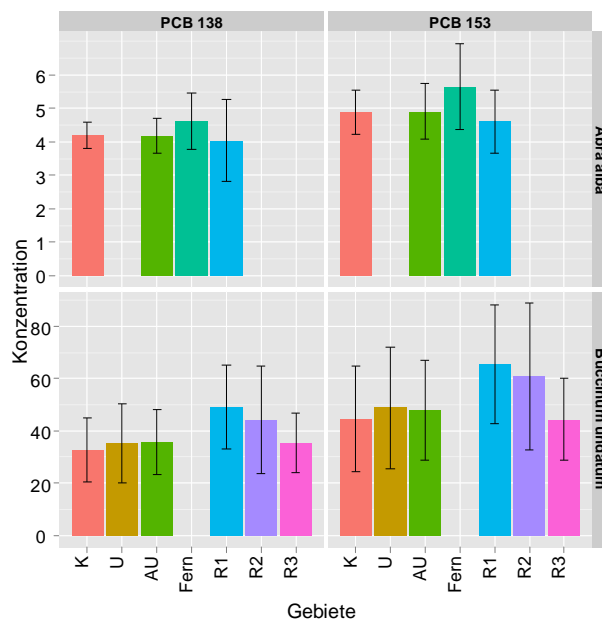


Abb. 4: Die Konzentrationen (µg g⁻¹ Trockengewicht) an PCB 138 und PCB 153 im Weichgewebe von *Abra alba* und *Buccinum undatum* im Untersuchungsgebiet im Jahr 2009.

In den erstmals seit 2009 untersuchten Klieschen wurden weder im Verbringzentrum noch im daran angrenzenden Bereich höhere Konzentrationen der Analyten im Vergleich zum übrigen Untersuchungsgebiet festgestellt. In Fischen ist somit keine baggergutbedingte Anreicherung der Kontaminanten nachweisbar.

Insgesamt haben die bisherigen Untersuchungen im Rahmen dieser Baggergutverbringung gezeigt, dass die Bioakkumulation für die Risikobewertung kontaminierter Sedimente sehr wichtig ist. So demonstrieren die Daten, dass die in dem Baggergut vorhandenen Kontaminanten teilweise für die Meeresorganismen verfügbar sind, da in Biota des Verbringbereiches die Konzentrationen einzelner Schadstoffe erhöht sind. Andere Analyten, wie beispielsweise die Metalle, zeigen hingegen keinen Zusammenhang mit den Sedimentumlagerungen. Die Konzentrationsbereiche der Analyten im Gewebe der Tiere sind dabei häufig, wie für die Pfeffermuschel und die Wellhornschnecke dargestellt, von der Trophieebene des untersuchten Organismus abhängig. Außerdem spielt auch die Mobilität der Untersuchungsorganismen bei der Bewertung der Ergebnisse eine Rolle: Pfeffermuscheln sind nur wenig mobil und können so eher kleinräumigere Veränderungen widerspiegeln, während Klieschen in einem vergleichsweise größeren Gebiet wandern und daher lokale Veränderungen weniger gut anzeigen. Um aussagekräftige chemische und statistische Analysen durchführen zu können, mussten viele Individuen beprobt werden. So wurde das Monitoring, welches 2005 erstmals in Voruntersuchungen durchgeführt wurde, auch konzeptionell und methodisch kontinuierlich verbessert. Für die Auswahl geeigneter Analyten und für die Bewertung von Bioakkumulationsdaten sind darüber hinaus Kenntnisse über die Toxikokinetik und insbesondere die Biotransformation von Schadstoffen in den Untersuchungsorganismen wichtig. Im Rahmen des nachsorgenden Monitorings der Verbringstelle werden die Bioakkumulationsuntersuchungen an der Pfeffermuschel und der Wellhornschnecke voraussichtlich einmal jährlich bis 2013 fortgeführt.

Literatur

BfG (2011): Zwischenbericht 2009 – Überprüfung der ökologischen Auswirkungen von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn.-BfG 1711, pp.244

Korrespondenzadresse



Sabine Schäfer
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Deutschland

Tel.: +49(0261) 1306-5375

Fax: +49(0261) 1306-5363