



## WORKSHOP ZUR ROLLE ÖKOTOXIKOLOGISCHER DATEN BEI DER BEWERTUNG VON SEDIMENTQUALITÄT UND BAGGERGUT

1-2 OKTOBER 2020

### EINLEITUNG

*Viele gefährliche Stoffe reichern sich in den Sedimenten an und können in situ und - wenn sie aus dem System entnommen werden - ex situ schädliche ökologische Auswirkungen verursachen. Wenn ihre Konzentrationen die jeweilige nationale Vorschrift überschreiten, erhöhen sie tendenziell die Kosten für das Baggergutmanagement.*

*Es wurde vorgeschlagen, mehr Gewicht auf die Wirkungen zu legen, die Chemikalien haben, anstatt sich ausschließlich auf Konzentrationsdaten zu konzentrieren. In den aktuellen europäischen nationalen Vorschriften reicht das Ausmaß, in dem Informationen über ökotoxikologische Wirkungen bei der Bewertung der Sedimentqualität und des Baggerguts verwendet werden, jedoch von "keine" bis "eine wichtige Beweislinie".*

*In diesem Workshop wurden Personen aus dem akademischen Bereich, von Regulierungsbehörden und Hafenbehörden eingeladen, um Erfahrungen, Herausforderungen und Ansätze bezüglich der Verwendung von Biotest- und ökotoxikologischen Daten in Bewertungs- und Entscheidungsrahmen zu diskutieren.*

*Konkret wurden die folgenden Forschungsfragen behandelt:*

**Thema A - Die Anwendung ökotoxikologischer Tests bei der Bewertung von Sedimentqualität und Baggergut.**

**Thema B - Sedimentqualitätskriterien und ihre Wirksamkeit zum Schutz der Umwelt und ihrer lebenden Ressourcen.**

**Thema C - Ableitung von Sedimentqualitätsrichtlinien vor dem Hintergrund der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.**

**Thema D - Anwendbarkeit der Methodik der passiven Probenahme zur Ableitung von Schwellenwerten, die für Bewertungszwecke geeignet sind.**

## ORGANISATOREN

### **Claire Mason, CEFAS (UK)**



Claire Mason hat über 20 Jahre Erfahrung als marine Sedimentologin. In dieser Zeit hat Claire erfolgreich zahlreiche Projekte geleitet, darunter die Erforschung regionaler Spurenmetall-Basislinien in Großbritannien sowie die Standardisierung der Partikelgrößen-Methodik. Sie ist die Leiterin des Partikelgrößenvertrags für das North East Atlantic Marine Biological Analytical Quality Control Scheme. Claire ist Ko-Vorsitzende der ICES-Arbeitsgruppe für marine Sedimente in Bezug auf Verschmutzung und sitzt derzeit im British Standards Water Quality Sampling Committee. Derzeit leitet sie ein Projekt zur Überprüfung der Aktionsstufen für Großbritannien, das die Auswirkungen möglicher Szenarien in Bezug auf die Anzahl der betroffenen Proben sowie die Einbeziehung neuer Erkenntnisse, wie z. B. der Ökotoxikologie, als Teil des zukünftigen Sedimentmanagementrahmens untersucht.

### **Susanne Heise, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (DE)**



Susanne ist ausgebildete biologische Ozeanografin und hat sich auf aquatische Ökotoxikologie mit einem starken Fokus auf Sedimente spezialisiert. Die meisten ihrer Arbeiten in den letzten 15 Jahren bezogen sich jedoch eher auf Süßwasser als auf Meeresumgebungen, da die Elbe und der Hamburger Hafen so nah sind. Sie ist Mitglied des European Sediment Network (SedNet) seit dessen Gründung im Jahr 2002 und leitet gemeinsam mit Carmen Casado vom Ecotox Centre in der Schweiz die SedNet-Arbeitsgruppe zur Sedimentqualität. Außerdem koordiniert sie das WP3 des Interreg-Projekts "Sullied Sediments". An der HAW leitet sie die Forschungsgruppe für angewandte aquatische Toxikologie. Aktuelle Themen ihrer Grundlagenforschung sind die Ökotoxikologie von Seltenen Erden in aquatischen Systemen und die Wirkung von Nano-Cocktails (nano-TiO<sub>2</sub> und Cadmium) auf Invertebraten. Ihre angewandte Forschung konzentriert sich auf Sedimentklassifizierungssysteme für das Baggergutmanagement.

### **Carmen Casado, Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie (CH)**



Carmen ist ausgebildete Meereswissenschaftlerin und hat sich auf Sedimentökotoxikologie spezialisiert. Sie promovierte über die Verwendung von Sedimentqualitätsrichtlinien und Toxizitätstests für die Charakterisierung von Baggergut, das für die Entsorgung im offenen Wasser vorgesehen ist. Im Jahr 2012 wechselte sie von Meeres- zu Süßwassersedimenten, als sie dem Schweizer Zentrum für angewandte Ökotoxikologie beitrat. Sie koordiniert das Projekt zur Entwicklung einer Strategie für die Bewertung der Sedimentqualität in der Schweiz. Sie war an der Bewertung von Probenahmestrategien für die Sedimentüberwachung, an der Ableitung von Sedimentqualitätskriterien für traditionelle und neu auftretende Schadstoffe und an der Verwendung von Sedimenttoxizitätstests für die Bewertung der Sedimentqualität beteiligt. Seit 2013 ist sie Mitglied der SedNet-Steuerungsgruppe und leitet gemeinsam mit Susanne Heise die Arbeitsgruppe zur Sedimentqualität.

## ERWARTUNGEN

### **Claire:**

Mein Interesse an diesem Workshop besteht in erster Linie darin, mehr darüber zu erfahren, wie ökotoxikologische Methoden für die Bewertung von Baggergut eingesetzt werden, um die Arbeit in Großbritannien zu unterstützen, die ich leite, um einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Baggergut zu entwickeln. Wir haben gerade eine Überprüfung der britischen Auslöswerte abgeschlossen und haben aktualisierte Auslöswerte für die Bewertung von Baggersedimenten vorgeschlagen. Der nächste Schritt ist die Schaffung eines Rahmens für die Beteiligten. Ökotoxikologische Tests sind nicht Teil unseres aktuellen Bewertungsprozesses, obwohl sie durchgeführt werden können, um weitere Beweise für die Entscheidungsfindung zu liefern. Ich bin daran interessiert, wie die Anforderungen der WRRL besser angepasst und in das neue Rahmenwerk aufgenommen werden können. Als Co-Vorsitzende der **Ices-Arbeitsgruppe für marine Sedimente**<sup>1</sup> bin ich daran interessiert, zu verstehen, welche zukünftigen Arbeiten wir vorschlagen sollten, um das zu unterstützen, was wir während dieses Workshops als zukünftige Anforderungen definieren.

### **Susanne:**

Meiner Meinung nach haben ökotoxikologische Tests einen großen Mehrwert bei ihrer Anwendung im Sedimentmanagement, verglichen mit Entscheidungen, die nur auf chemischen Konzentrationsdaten basieren. Die Ansätze zur Interpretation chemischer und ökotoxikologischer Daten sind jedoch unterschiedlich, was manchmal zu Missverständnissen führt. Und es gibt auch noch viele methodische und konzeptionelle Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt, wenn man kostspielige Entscheidungen auf ökotoxikologische Daten stützt. Meine Erwartung an diesen Workshop ist es, Menschen mit unterschiedlichem Hintergrund zusammenzubringen und Ideen auszutauschen, wie man einige dieser Herausforderungen gemeinsam angehen kann, um sich - Schritt für Schritt - zu umweltverträglicheren Entscheidungsgrundlagen zu bewegen.

### **Carmen:**

Meine Erwartungen an den Workshop sind der Austausch von Erfahrungen, Wissen und Ergebnissen von Fallstudien zu den vier Themen des Workshops. Idealerweise wird der Workshop dazu beitragen, einen Konsens unter den Sedimentexperten zu finden, wie die Herausforderungen bei der Umsetzung von Sedimentqualitäts- und Überwachungsstrategien überwunden werden können (z. B. Unsicherheit bei der Ableitung von Sedimentqualitätsrichtlinien, Sedimentqualitätsklassifizierungssystem, Integration von Sedimenttoxizitätstestergebnissen in ein Sedimentqualitätsklassifizierungssystem, Kommunikation von Unsicherheiten an Interessenvertreter und Umweltbehörden).

---

<sup>1</sup> <http://www.ices.dk/community/groups/Pages/WGMS.aspx>),

## TEILNEHMER

### **Sabine E. Apitz, SEA Environmental Decisions, Ltd. (UK)**

Mit einem BS in Chemie und einem PhD in Ozeanographie/mariner Geochemie (SIO 1991) arbeitet Sabine seit mehr als 30 Jahren in verschiedenen Aspekten der ökosystembasierten Bewertung, des Managements und der Regulierung von marinen und terrestrischen Ökosystemen, mit einem Schwerpunkt auf Sedimenten (kontaminiert und unkontaminiert) in akademischen, staatlichen und geschäftlichen Bereichen. Sabine ist spezialisiert auf die innovative Integration von wissenschaftlichen und entscheidungsrelevanten Werkzeugen zur Unterstützung der sich entwickelnden Rahmenbedingungen und Ziele von Interessengruppen und Politik. Ihre Arbeit konzentriert sich auf die sich entwickelnde Frage, wie wir disziplinübergreifende Wissenschaft transparent und sinnvoll nutzen können, um die Auswirkungen und Anforderungen des Menschen an Ökosysteme nachhaltiger zu bewerten und zu managen. Sabine nahm an zwei SedNet-WGs teil, als diese im Jahr 2002 startete; sie trug zu den zusammenfassenden Büchern und Papieren bei und hat seitdem an SedNet-Workshops und -Treffen teilgenommen. Sie ist stellvertretende Herausgeberin der Zeitschrift Integrated Environmental Assessment and Management.

### **Antonella Ausili, Italienisches Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA (IT)**

Mein Name ist Antonella Ausili und ich bin Chemikerin. Zuvor habe ich im Labor für angewandte Toxikologie des italienischen Gesundheitsinstituts gearbeitet, um eine Forschung zu entwickeln, die sich mit dem Vorhandensein von Pestiziden und anderen organischen Verunreinigungen in Gewässern, Sedimenten und Meeresorganismen befasst. Seit 1991 arbeite ich bei ISPRA (früher ICRAM) als leitende Forscherin. Meine Forschungstätigkeit bezieht sich auf die Chemie organischer Verbindungen (hauptsächlich PAKs, Pestizide und PCBs) in verschiedenen Matrices und die damit verbundenen Probleme bei Sanierungsprojekten, Ausbaggerungen und Mobilisierung von Meeressedimenten, Bewertung der Umweltqualität in kontaminierten Meeresgebieten. Darüber hinaus interessiere ich mich auch für Ökotoxikologie. Ich war verantwortlich für zahlreiche Forschungsprojekte und war Autor/Mitautor mehrerer wissenschaftlicher Peer-Review-Papiere. Außerdem habe ich das italienische Umweltministerium bei der Bewertung der Auswirkungen von anthropogenen Aktivitäten auf die Meeresumwelt unterstützt.

### **Agnieszka Baran, Universität für Landwirtschaft in Krakau (PL)**

Agnieszka ist außerordentliche Professorin an der Abteilung für Agrar- und Umweltchemie, spezialisiert auf Ökotoxikologie und Umweltchemie. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Gehalt, der Bioverfügbarkeit und der Ökotoxizität von Spurenelementen in Bodensedimenten aus Süßwasserumgebungen und Böden. Die meisten ihrer Arbeiten befassen sich mit den Eigenschaften, der Qualitätsbewertung und der Möglichkeit des Managements von Bodensedimenten, die aus Staudämmen gebaggert werden. Andere Themen in ihrer Forschung sind chemische Eigenschaften von Lebensmitteln, Verwertung von landwirtschaftlichen Abfällen und Bewertung von Gesundheitsrisiken. Derzeit leitet sie das Projekt "Bewertung der organischen Substanz des Bodensediments auf die Bioverfügbarkeit und Toxizität von chemischen Verbindungen". An der Universität unterrichtet sie hauptsächlich die folgenden Kurse: Ökotoxikologie, Umweltchemie, Agrarchemie, Audit und Umweltstandards.

### **Rébecca Beauvais, Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie (CH)**

Dr. Rébecca Beauvais ist seit September 2019 Ökotoxikologin am Schweizer Zentrum für angewandte Ökotoxikologie in Lausanne (Schweiz). Sie arbeitet an der Entwicklung und Standardisierung von Methoden zur Bewertung von Sedimenten in der Schweiz im Biomonitoring und der Verwendung von transkriptomischen Biomarkern in der ökologischen Bewertung von Sedimenten. Sie studierte Biologie

und Ökologie in Frankreich. In ihrer Doktorarbeit an der Universität Genf untersuchte sie den Einsatz von Transkriptomik zur Bewertung der Bioverfügbarkeit von Quecksilber in Primärproduzenten.

### **Juan Bellas, Spanisches Institut für Ozeanographie IEO (ES)**

Juan Bellas hat einen Dokortitel in Meereswissenschaften, spezialisiert auf Ökotoxikologie und Meeresverschmutzung. Er ist Professor für Forschung am spanischen Institut für Ozeanographie (IEO). Er ist der Leiter des Programms für Meeresverschmutzung des IEO und war von 2010 bis 2018 Koordinator der wissenschaftlichen Aktivitäten zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie in Spanien. Er hat in verschiedenen internationalen Komitees und Arbeitsgruppen der Europäischen Kommission, Gruppen der OSPAR-Kommission und des Internationalen Rates zum Schutz des Meeres (ICES) mitgewirkt. Derzeit ist er Vorsitzender der ICES Working Group on Biological Effects of Contaminants (WGBEC). Er ist Berater des spanischen Ministeriums für den ökologischen Wandel und Mitglied des UNESCO-Lehrstuhls für nachhaltige Litoralentwicklung (Campus do Mar). Er hat Forschungsaufenthalte an mehreren Universitäten und Forschungszentren in den Vereinigten Staaten, Australien, Schweden und Island absolviert. Er hat an mehreren ozeanographischen Forschungsfahrten teilgenommen, darunter 3 Fahrten in die Antarktis. Er hat an mehr als 30 Projekten und Forschungsverträgen teilgenommen (Leiter von 10) und hat 62 Artikel in SCI-Zeitschriften und mehrere Buchkapitel über die Untersuchung der biologischen Auswirkungen von Schadstoffen und die integrierte Bewertung der Meeresverschmutzung veröffentlicht. Ihm wurden drei Patente erteilt, und zwar für die Verwendung von Embryo-Larven-Bioassays zur Bewertung der Wirksamkeit von Antifouling-Mitteln, für die Kryokonservierung von Seeigel-Embryonen und für ein Gerät zum Einfangen von Muscheln unter Wasser zur Analyse der Meeresverschmutzung.

### **Maria Jesus Belzunce Segarra, Meeres- und Küstenumweltmanagement AZTI (ES)**

Promotion in Chemie an der Universität für Bergbau und Metallurgie, Krakau (Polen). Sie arbeitet seit 1998 im AZTI in der Abteilung für Meeresforschung. Ihre derzeitigen Forschungsgebiete sind die chemische Kontamination von Küsten-, Ästuar- und Hafengewässern; Charakterisierung und Management von Baggergut; Bewertung der Sedimentqualität: Bioassays, Passivsammler; Umwelteinfluss: marine Überwachungsprogramme. Sie hat an interdisziplinären Kooperationsprojekten auf nationaler und internationaler Ebene teilgenommen. Sie hat zahlreiche nationale und regionale Projekte geleitet und Erfahrungen auf Forschungsfahrten gesammelt. In letzter Zeit hat sie an europäischen transnationalen Projekten im Zusammenhang mit der chemischen Kontamination von prioritären Substanzen in Meeressgewässern teilgenommen: MONICOAST (Jerico Next Programme) und MONITOOL (Interreg Atlantic 2016-2020); und im Zusammenhang mit dem Management von Baggergut: PORTONOVO (Interreg Atlantik 2007-2013). Seit 2001 Teilnahme an der ICES-Expertengruppe für marine Sedimentkontamination. Bei verschiedenen Gelegenheiten hat sie durch Stipendien im Ausland gearbeitet, in Polen, Schottland und Australien. MJ Belzunce ist Autorin/Mitautorin von 55 begutachteten wissenschaftlichen Arbeiten, 7 Buchkapiteln und mehr als 80 technisch-wissenschaftlichen/forschungsbezogenen Beratungsberichten. Sie hat an mehr als 50 internationalen Konferenzen mit mündlichen Präsentationen teilgenommen.

### **Sonja Faetsch, PhD an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg HAW (DE)**

Mein Name ist Sonja Faetsch und ich bin seit 2017 Doktorandin im Sullied Sediments Project. Ich bin Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe Angewandte Aquatische Toxikologie von Susanne Heise an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Ich habe einen Bachelor of Science in Biologie von der Universität zu Köln und einen Master of Science in Marine Environmental Science von der Universität Oldenburg. Da ich mich dem Umweltschutz und der Nachhaltigkeit verschrieben habe, habe ich mich für die Spezialisierung auf Ökotoxikologie entschieden. Meine Forschungsschwerpunkte sind die Untersuchung der biologischen Effekte komplexer Schadstoffgemische in der Umwelt und der molekularen Wirkungsweisen von Chemikalien sowie die wissenschaftsbasierte Entscheidungsfindung

im Umweltmanagement. Das Thema meiner Doktorarbeit ist die Verbesserung der integrierten Bewertung der Sedimentqualität, um bessere Richtlinien für das Management von Baggergut zu entwickeln. Einer der Hauptaspekte ist es, eine optimierte Kombination von Bioassays in ökotoxikologischen Testbatterien zu identifizieren.

### **Ute Feiler, Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG (DE)**

Ute ist ausgebildete Biologin mit einer Promotion auf dem Gebiet der Photosynthese. Sie wechselte 1997 zur Sedimentökotoxikologie, als sie zur Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) kam, wo Ute nun das Labor für Ökotoxikologie leitet. Ihr Schwerpunkt ist die Bewertung von Sedimenten in deutschen Gewässern. Ute entwickelte, validierte und standardisierte Methoden zur Sedimentbewertung (z.B. den Sedimentkontakttest mit *Myriophyllum aquaticum* (ISO 16191). Sie koordinierte das Verbundprojekt "SeKT - Definition von Referenzbedingungen, Kontrollsedimenten und Toxizitätsschwellen für Süßwasser-Sedimentkontakttests" (2005-2009) und ist derzeit am deutschen EU-Life-Verbundprojekt "LiLa - Living Lahn" (Life14-IPE-DE-022) beteiligt, wo sie die Aktion "Entwicklung eines Sedimentmanagementkonzepts für die Lahn" leitet.

### **Jan Hendriks, Radboud Universität Nijmegen (NL)**

Jan ist ausgebildeter Ökotoxikologe und hat sich auf den Verbleib, die Akkumulation und die Wirkungsmodellierung von Stoffen in Wasser und Sediment der gemäßigten und polaren Regionen spezialisiert. Seit über 30 Jahren ist er an Projekten beteiligt, die von staatlichen Stellen (z.B. Internationale Rheinkommission, EU/DG Umwelt) und von der Industrie finanziert werden. An der Radboud koordiniert er mehrere Programme und Kurse in Umweltwissenschaften, Ökologie und Wassermanagement (mit der Uni Duisburg-Essen). Aktuelle Themen konzentrieren sich auf Bewertungsinstrumente, kumulative Stressoren, Ökosystemdienstleistungen, biologischen Abbau und neu entstehende Verbindungen.

### **Sebastian Höss, Ecosa (DE)**

Sebastian Höss ist ausgebildeter Ökologe und Limnologe und arbeitet seit über 25 Jahren auf dem Gebiet der Sedimentökotoxikologie. Vor 20 Jahren gründete er ein kleines Forschungs- und Auftragslabor (Ecosa), das sich mit dem Einsatz von Meiofauna, d.h. Nematoden, zur Beurteilung der Wasser-, Sediment- und Bodenqualität beschäftigt. Er entwickelte, validierte und standardisierte Werkzeuge zur wirkungsbasierten Bewertung von Sedimenten, einschließlich eines Sedimenttoxizitätstests mit dem Nematoden *Caenorhabditis elegans* (ISO 10872), eines Bioindikatorsystems zur Bewertung des ökologischen Zustands auf der Grundlage von in-situ Süßwasser-Nematodengemeinschaften (NemaSPEAR[%]-Index) und kleinräumiger Mikrokosmen für eine übergeordnete Risikobewertung von Chemikalien. Sebastian interessiert sich für die Implementierung von wirkungsbasierten Werkzeugen zur Bewertung der Sedimentqualität in wasserwirtschaftlichen Rahmenwerken und kooperiert mit Universitäten und Endanwendern in nationalen und internationalen Projekten. Sebastian ist an der Verwendung von Sedimenttoxizitätstests zusammen mit der chemischen Analyse von Sedimenten interessiert, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen dem chemischen und ökologischen Status in aquatischen Ökosystemen (insbesondere Sedimenten) zu entschlüsseln.

### **Maja Karrasch & Annette Kramer, Hamburg Port Authority (DE)**

Wir arbeiten als Biologen in der Umweltüberwachungseinheit der Hamburg Port Authority in Deutschland. Unsere Aufgabe ist die Bewertung von Sedimenten im Hamburger Teil der Elbe und die Überwachung von Auswirkungen, die durch die Ablagerung und Umlagerung von Baggergut verursacht werden. Im Rahmen unserer Monitoring-Aktivitäten berücksichtigen wir chemisch-physikalische und ökotoxikologische Daten zu Sedimenten und Bioakkumulationsdaten in Biota des Meeresbereichs.

### **Aourell Mauffret, Nationales Institut für Meereswissenschaften IFREMER (FR)**

Aourell Mauffret ist eine Forscherin, die sich mit dem Transfer und den Auswirkungen von chemischen Schadstoffen in marinen Ökosystemen beschäftigt. Sie ist besonders an den Modulationen dieser Prozesse in Bezug auf die verschiedenen Kombinationen von Umweltbelastungen interessiert. Sie ist am MSFD-Deskriptor 8 beteiligt, als wissenschaftlich Verantwortliche für die Definition und Bewertung des guten Umweltzustands, um sicherzustellen, dass die Schadstoffkonzentrationen in der Umwelt keine schädlichen Auswirkungen auf Meeresorganismen haben. Genauer gesagt ist sie aktiv beteiligt an 1) dem Überwachungsdesign der Überwachung von Fischkontamination und biologischen Effekten und 2) der Entwicklung von Indikatoren im Zusammenhang mit Kontaminanten im Sediment und in Biota sowie Indikatoren im Zusammenhang mit der integrierten chemisch/biologischen Bewertung. Eine meiner Forschungsfragen lautet: "Wie kann man Überwachungsdaten für die Umweltbewertung nutzbar machen?".

### **Iratxe Menchaca, Meeres- und Küstenumweltmanagement AZTI (ES)**

Sie promovierte in Meeresbiologie an der Universität des Baskenlandes (Spanien) und konzentrierte sich auf Ökotoxikologie als Werkzeug für die integrative Bewertung von Meeres- und Ästuariensedimenten. Seit fast zehn Jahren betreibt sie interdisziplinäre Forschung auf dem Gebiet des Managements und der Bewertung der Meeresumwelt. Sie hat an der Umsetzung einiger europäischer Richtlinien gearbeitet (z.B. Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategie-Richtlinie). Sie hat an den folgenden ausgewählten europäischen/Rahmenverträgen teilgenommen: EMODnet (Menschliche Aktivitäten), MEDCIS/MEDREG (Bewertung des Gesundheitszustands der Meeresumwelt im Mittelmeer), MONITOOL (Bewertung des chemischen Zustands von Übergangs- und Küstengewässern, die den Einsatz von passiven Probenahmegegeräten ermöglicht), WESE/RICORE (Umweltüberwachung im Umfeld von Wellenenergiekonvertern auf See).

### **Ginevra Molto, Italienisches Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA (IT)**

Ginevra Molto ist Biologin am ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), spezialisiert auf marine Ökotoxikologie mit Schwerpunkt auf Biomarker-Analysen (auf molekularer, zellulärer und histologischer Ebene) in Meeresorganismen. Sie ist verantwortlich für das Labor für Biomarker-Analysen, das darauf abzielt, den Gesundheitszustand einiger Zielarten zu messen, die mit der Wassersäule oder dem Sediment in Verbindung stehen, wie z.B. Venusmuscheln, Muscheln, Fische und Polychaeten (neben einigen terrestrischen Arten). In den letzten 15 Jahren leitete sie erfolgreich zahlreiche Projekte zur Überwachung der Meeresumwelt im Hinblick auf potenzielle Auswirkungen von Offshore-Anlagen und damit verbundenen Aktivitäten, einschließlich unfallbedingter oder behördlich angeordneter Einleitungen (z.B. Plattformen zur Kohlenwasserstoffförderung, Terminals zur Regasifizierung von Flüssiggas, Unterwasserpipelines, Schiffswracks). Derzeit unterstützt sie das italienische Ministerium für Umwelt und Schutz von Land und Meer bei der Ausarbeitung von Richtlinien und technischen Stellungnahmen für die UVP-Kommission. Sie war Mitglied der Online-Expertengruppe für Schadstoffe für UNEP/MAP-MEDPOL und ist derzeit an der Definition der italienischen Strategie (Methoden und Kriterien) beteiligt, die darauf abzielt, die Auswirkungen von Schadstoffen im nationalen Umweltüberwachungsprogramm gemäß der Rahmenrichtlinie zur Meeresstrategie (2008/56/EC) zu bewerten.

### **Lorenzo Morroni, Italienisches Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA (IT)**

Lorenzo Morroni erhielt seinen Abschluss in Meeresbiologie an der Universität Pisa im Jahr 2011. Im Jahr 2016 erlangte er seinen Dokortitel über die Anwendungsperspektiven ökotoxikologischer Bewertungskriterien in Hafengebieten, mit besonderem Augenmerk auf die toxikologischen Auswirkungen von Metallen auf die Entwicklung von Seeigel-Embryonen. Derzeit ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter (befristet) an der ISPRA tätig. Aktuelle Themen in seiner Grundlagenforschung sind die marine Ökotoxikologie von Spurenmetallen auf die

Embryonalentwicklung von Stachelhäutern. Seine angewandte Forschung konzentriert sich auf die Anwendung von ökotoxikologischen Bioassays bei der Bewertung der Umweltqualität von Baggersedimenten, wobei er neue Protokolle von Embryo-Bioassays in situ und unter Laborbedingungen entwickelt.

### **Cristian Mugnai, Italienisches Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA (IT)**

Forschungstechnologe am italienischen Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA mit Sitz in Rom (IT) seit 2011. Zuvor arbeitete er am Institute of Marine Science, National Research Council (ISMAR-CNR) mit Sitz in Bologna als temporärer Forscher und besuchte das Department of Geography, University of Toronto, Kanada als Post-Doktorand. Seine 20-jährige Expertise basiert auf der Untersuchung der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Meeresumwelt. Sein Hauptinteressengebiet ist die integrierte chemisch-ökotoxikologische Charakterisierung von Küsten- und Hafensedimenten für deren Management. Er unterstützt das italienische Umweltministerium bei Umweltfragen im Zusammenhang mit Hafengebaggerungen und bei der Ausarbeitung von technischen Vorschriften für den Umgang mit Sedimenten. Seit 2003 ist er als Berater der italienischen Delegation an den Konsultationstreffen der Londoner Konvention und des Londoner Protokolls 1996 und an den Treffen der wissenschaftlichen Gruppe (IMO) beteiligt, sowie als Experte bei den MED-POL-Treffen im Rahmen von UNEP-MAP.

### **Anna Osypchuk, Internationaler Rat für die Erforschung des Meeres, ICES (DK)**

MSci in Aquatic Env. Biologie, spezialisiert auf Ökotoxikologie. Anna arbeitet bei ICES als Datenmanagerin für (marine) Umweltdaten und unterstützende Systeme und Projekte, einschließlich Datentypen wie Schadstoffe, Abfälle, biologische Gemeinschaften.

Die Fragen, die mich während des Workshops interessieren, sind: Indikatoren für Schadstoffe und Wirkungen im Sediment im Hinblick auf zukünftige Bewertungen; Datenanforderungen und -beschränkungen; wichtige Co-Faktoren für die Bewertungen; Data Mining.

### **Daniela M. Pampanin, Universität von Stavanger (NO)**

Daniela M. Pampanin hat Umweltüberwachungsprogramme für mehrere Schadstoffe in verschiedenen Ländern geleitet, mit einem speziellen Fokus auf PAK-Verbindungen. In ihrer Forschung hat sie proteomische Analysen mit Hilfe von Massenspektrometrie und biochemischen Methoden angewandt, um die subletalen Auswirkungen von Schadstoffen auf Meeresorganismen besser zu verstehen. Durch Kooperationen war sie auch an der Forschung zur Isolierung und Identifizierung natürlicher bioaktiver Peptide aus Fischen sowie am Bioprospecting beteiligt, um Abfälle der Fischereiindustrie zu verwerten. Sie ist Mitglied der Working Group on Biological Effects of Contaminants (WGBEC) des ICES und war zuvor im Vorstand der Norwegian Proteomics Society.

### **Joana Raimundo, Portugiesisches Institut für Meer und Atmosphäre IPMA (PT)**

Ich bin ein Pos-Doc-Forscher am Portugiesischen Institut für Meer und Atmosphäre (IPMA) - Abteilung für Ozeanographie und Meeresumwelt und ein Mitglied des CIIMAR-Teams, das zu den Globalen Veränderungen und Ökosystemleistungen gehört. Ich habe einen Abschluss in Meeresbiologie (2000), einen MSc in Meereswissenschaften (2003) und einen PhD in Biochemie (2010). Mein Hauptforschungsgebiet konzentriert sich auf die Beziehungen zwischen Exposition, Verbleib und Auswirkungen von Schadstoffen in Meeresorganismen, wobei ich nach Reaktionen und Auswirkungen durch biochemische oder zelluläre Veränderungen suche. Experte für IPMA in der ICES-Arbeitsgruppe für biologische Effekte von Schadstoffen (WGBEC) und Koordinator des Deskriptors 9 in der MSFD.

### **Elena Romano, Italienisches Institut für Umweltschutz und Forschung ISPRA (IT)**

Mein Name ist Elena Romano und ich arbeite seit 1998 als Forscherin bei ISPRA, ehemals ICRAM, das das italienische Umweltministerium wissenschaftlich unterstützt. Ich bin Meeresgeologin und meine



Forschungstätigkeit widmet sich hauptsächlich dem Verständnis des Umweltstresses, der durch den Einfluss des Menschen auf die Küstenzone verursacht wird, indem ich die sedimentologischen und geochemischen Eigenschaften von Meeressedimenten aus Übergangs- und Küstenumgebungen in Verbindung mit dem Verschmutzungsgrad untersuche. Die meisten meiner Studien beziehen sich auf Probenahmestrategien und Analysemethoden für Meeressedimente und die geochemische und ökologische Charakterisierung, die für die Rekultivierung von küstennahen Meeresgebieten in der Nähe von entlassenen Industriestandorten abgeschlossen wurde; aber auch auf die Küstenüberwachung während der Mobilisierung von Sedimenten (z.B. Baggerungen). Außerdem untersuche ich die Reaktion von Umweltindikatoren (benthische Foraminiferen) auf anthropogene Umweltbelastungen, zusätzlich zur chemisch-physikalischen Umweltcharakterisierung. Ich bin Autor und/oder Co-Autor mehrerer wissenschaftlicher Artikel in internationalen Journalen. Ich war Co-Tutor einer Doktorarbeit und Redakteur für einen Sonderband des Marine Pollution Bulletin und des Journal of Soils and Sediments.

### **Jeanette Marie Rotchell, Universität von Hull (UK)**

Meine Forschung liegt auf dem Gebiet der Umwelttoxikologie. Aktuelle Projekte umfassen Krebs bei Fischen, endokrine Störungen und Photoperiode bei Muscheln, Sedimentcharakterisierung von EU Watch List Chemikalien in Binnengewässern, Mikroplastik in der Lieferkette von Meeresfrüchten und Pharmazeutika im Humber Estuary. Die wichtigsten Forschungserfolge der letzten Zeit sind: konsistente Publikationserfolge in internationalen Zeitschriften, EU-Zuschüsse, einschließlich des kürzlich finanzierten (~4 Mio. €) Projekts Sullied Sediments: <http://northsearegion.eu/sullied-sediments/>, ein stetiger Strom von abgeschlossenen Promotionen und Gastprofessuren an der University of Hawai'i und dem State Key Lab for Coastal & Estuarine Research, Shanghai, China. Meine Arbeit ist anwendungsorientiert, hat Auswirkungen auf EU-Ebene und zeichnet sich durch eine starke interdisziplinäre Zusammenarbeit aus, die von Interessengruppen und Anwendern getragen wird. Ich leite ein Forschungscluster zum Thema "Human Health & Emerging Environmental Contaminants".

### **Sabine Schäfer, Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG (DE)**

Ich habe Biologie in Düsseldorf und Bremen studiert und am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in mariner Toxikologie promoviert. Seit 2010 arbeite ich als Wissenschaftlerin in der Abteilung "Ökotoxikologie/Biochemie" an der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz. In meiner Arbeit konzentriere ich mich auf Bioakkumulation, Passivsammler und Sedimentqualität. Zurzeit interessiere ich mich besonders für den Einsatz von Passivsammlern zur Überwachung von Baggeraktivitäten oder Sedimentablagerungen. Zu diesem (und anderen) Zweck haben wir in unserem Team eine Reihe von Passivsammlern für organische Chemikalien etabliert und in den letzten Jahren umfangreiche Erfahrungen in deren praktischer Anwendung gesammelt. Wir führen auch Bioakkumulationsstudien durch, entweder in Kombination mit Überwachungsaktivitäten (z.B. Umsetzungsexperimente während Baggerarbeiten) oder als Laborstudien. Darüber hinaus bin ich daran interessiert, aquatische Bioassays zu verbessern, z.B. durch die Implementierung der passiven Dosierung als neuartige Dosierungstechnik für hydrophobe organische Chemikalien.

### **Ingrid Tjensvoll, Schwedische Umweltschutzbehörde (SE)**

Ingrid ist Meeresökotoxikologin und hat über die Suspension von verschmutzten Sedimenten promoviert. Seit ihrer Promotion hat Ingrid mehrere Jahre als Beraterin gearbeitet, wo sie hauptsächlich mit verschmutzten Sedimenten in verschiedenen Projekten gearbeitet hat. Als Beraterin führte sie viele Sedimentprobenahmen im Zusammenhang mit verschiedenen Bauprojekten, Risikobewertungen von Sedimenten, Umweltverträglichkeitsprüfungen verschiedener menschlicher Aktivitäten und Sedimentüberwachungsprojekte durch. Derzeit arbeitet sie für die schwedische EPA an einem Projekt, das sich mit verschmutzten Sedimenten beschäftigt. Das Hauptziel dieses Projekts ist es, das Wissen über verschmutzte Sedimente in Schweden zu erweitern. Eines der Arbeitspakete in

diesem Projekt ist die Entwicklung eines neuen Leitfadens zur Risikobewertung von verschmutzten Sedimenten.

### **Barbara Träxler, Geologische Bundesanstalt Österreich (AT)**

Mein Name ist Barbara Träxler. Ich bin bei der Geologischen Bundesanstalt Österreichs in der Abteilung für Bodenschätze beschäftigt. Die meisten Projekte, an denen ich arbeiten kann, haben mit Sedimentpetrographie zu tun. Aufgrund meiner Teilnahme und Erfahrung bei der Beprobung von Bach- und Auensedimenten für den Geochemischen Atlas von Europa (FOREGS) arbeite ich derzeit auch mit anderen Kollegen der Geologischen Bundesanstalt für das SIMONA-Projekt, einem Interreg-Projekt im Danube Transnational Programme. SIMONA steht für Sediment-quality Information, Monitoring and Assessment System to support transnational cooperation for joint Danube Basin water management. Das Hauptziel von SIMONA ist es, auf die aktuelle Nachfrage nach effektiven und vergleichbaren Messungen und Bewertungen der Sedimentqualität in Oberflächengewässern im DRB zu reagieren, indem ein einsatzbereites Informations-, Überwachungs- und Bewertungssystem für die Sedimentqualität zur Unterstützung der transnationalen Zusammenarbeit für ein gemeinsames Wassermanagement im DRB geliefert wird.

### **Joanna Uzyczak, CEFAS (UK)**

Joanna Uzyczak ist eine erfahrene Biologin, ausgebildet auf M.Sc. Niveau, mit einem starken Hintergrund in Umweltbiologie, analytischer Chemie und Ökotoxikologie. Sie verfügt über eine umfangreiche Erfahrung in der Arbeit in Laboren, im Feld und auf See. Sie arbeitet seit zwölf Jahren bei CEFAS. In den ersten sechs Jahren war sie als analytische Chemikerin Teil des Teams für Organohalogene und Nährstoffe. Während dieser Zeit sammelte sie umfangreiche Erfahrungen in der Analyse von Sedimentproben auf verschiedene Schadstoffe, auch im Rahmen des Dredged Material Disposal Site Monitoring Programms. Joanna wechselte 2015 zum Ökotoxikologie-Team (ECORA) und führt derzeit im Cefas-Labor in Lowestoft Forschungsarbeiten und GLP-akkreditierte Studien durch. Joanna war in den letzten Jahren an vielen Projekten beteiligt, in denen sie Forschungsprogramme für kommerzielle und staatliche Kunden durchführte. Im Jahr 2016 war sie an Bewertungen der Toxizität von Baggersedimenten beteiligt, die bei Cefas durchgeführt wurden.

### **Katrien Van de Wiele, OVAM (BE)**

Katrien Van de Wiele arbeitet für die Öffentliche Abfallagentur von Flandern, OVAM, und hat umfangreiche Erfahrung in Projekten zur Boden- und Grundwassersanierung. Seit 2012 ist sie politische Koordinatorin und Teamleiterin für den Bereich (kontaminierte) Sedimente bei OVAM.

### **Helen Walton, CEFAS (UK)**

Helen Walton ist eine aquatische Ökotoxikologin mit einem Hintergrund in Süßwasser- und Meeresökotoxikologie. Während Helens Hauptarbeit die Anwendung von standardisierten Tests gemäß der Guten Laborpraxis im regulatorischen Kontext umfasst, hat sie auch Erfahrung in der Entwicklung von Nicht-Standard-Tests, um spezifische Kunden- und Regulierungsanforderungen zu erfüllen. In den letzten 10 Jahren war sie an einer Vielzahl von Forschungsarbeiten beteiligt, von maßgeschneiderten Süßwasser-Mesokosmen bis hin zu chronischen marinen Bioassays. Obwohl sie relativ neu in der Welt der Baggersedimente ist, war Helen die Projektleiterin für die Bewertung der Toxizität von Baggersedimenten, die 2016 bei Cefas durchgeführt wurde, und sie hat ein großes Interesse an der Verfeinerung von Testmethoden, um die Lesbarkeit zu gewährleisten.

### **Ann-Sofie Wernersson, Schwedisches Geotechnisches Institut (SE)**

Ich bin eine aquatische Ökotoxikologin und arbeite seit November 2018 am Schwedisches Geotechnischen Institut. Ich koordiniere die Entwicklung eines nationalen Leitfadens zur Risikobewertung von Sedimenten, einschließlich Bewertungskriterien, die in einem Sanierungskontext verwendet werden sollen. Außerdem arbeite ich in Teilzeit an verschiedenen Forschungsprojekten mit und berate die Bezirke zu sedimentbezogenen Themen in spezifischen Projekten. Zwischen 2012-2018

habe ich bei der schwedischen Agentur für Meeres- und Wasserwirtschaft an Themen im Zusammenhang mit der WRRL gearbeitet, wie z. B. an Leitlinien und Gesetzestexten zur Statusklassifizierung von prioritären Stoffen. Außerdem habe ich UQN für Sedimente entwickelt, die in die nationale Gesetzgebung übernommen wurden. Ich war an der Entwicklung eines Leitfadens zur Bewertung von Baggergut beteiligt. Teilnahme an Verhandlungen im Zusammenhang mit Umweltgerichtsverfahren von nationaler Priorität. Schwedischer HOD in CIS Chemicals und Vorsitzender einer Redaktionsgruppe für wirkungsbasierte Überwachungsmethoden. Frühere Positionen: Bezirksverwaltung, FB Engineering (Berater), Schwedische Chemikalienbehörde und Universität Göteborg (Dozent für angewandte Umweltwissenschaft). Ich habe über die Risikobewertung der PAH-Phototoxizität promoviert (2002).

### Thema A: Anwendung von ökotoxikologischen Tests bei der Bewertung von Sedimentqualität und Baggergut

#### Hintergrund

Ökotoxikologen argumentieren seit langem, dass die Verwendung von ökotoxikologischen Informationen im Sediment- und Baggergutmanagement zu umweltverträglicheren Entscheidungen führen würde. Allerdings ist die Umsetzung der biologischen wirkungsbasierten Bewertung in der europäischen Regulierung gering (Abb. 1, aus Heise et al. (2020)).

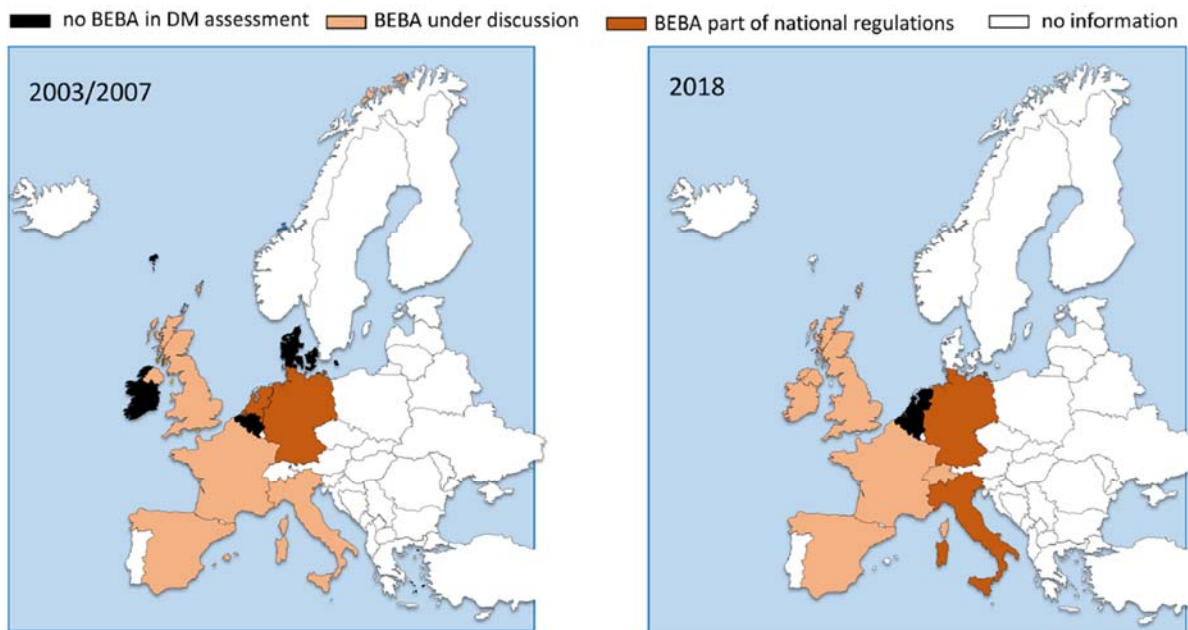


Fig. 1 Status of the inclusion of biological effect-based assessments (BEBA) into national regulatory frameworks for dredged material (DM) in European states in 2003/2007 compared to 2018 (based on den Besten

et al. 2003; den Besten 2007 and the outcome of the SedNet & Sullied Sediments Workshop 2018)

Die Zurückhaltung von Entscheidungsträgern und Aufsichtsbehörden, ökotoxikologische Daten in die Entscheidungsfindung einzubeziehen, hat eine Reihe von Gründen. Diese spiegeln sich in den Herausforderungen und Forschungsfragen wider, die die Teilnehmer im Vorfeld des Workshops identifizierten:

#### Vielfalt der Biotest-Batterien im Einsatz

Es gibt viele verschiedene Biotestbatterien, die Forscher verwenden und für die Anwendung in Europa vorschlagen. Interessenvertreter behaupten zu Recht, dass das Ergebnis von Biotestbatterien sehr stark von der Art der verwendeten Organismen abhängen kann. Welche der verschiedenen Biotestkombinationen sind also die besten und sollten verwendet werden? Können wir uns als Wissenschaftler auf eine bestimmte Batterie einigen? Wäre es hilfreich, wenn wir das täten? Gibt es so etwas wie "die beste" Biotestbatterie für alle Fälle oder sollte sie an das jeweilige Managementziel angepasst werden? Können wir ein "universelles" System entwickeln, um die Sedimenttoxizität in die Klassifizierung der Sedimentqualität zu integrieren? und Gibt es vielleicht andere Möglichkeiten, eine

auf biologischen Effekten basierende Bewertung zu harmonisieren, als sich nur auf eine Kombination von Bioassays zu einigen?

### **Unsicherheit / Zuverlässigkeit von Biotests**

Eine weitere Herausforderung, über die sich die Interessenvertreter Gedanken machen, ist die Zuverlässigkeit ökotoxikologischer Daten. Dies bezieht sich auf die Reproduzierbarkeit von Biotestergebnissen und darauf, wie diese z. B. durch Störfaktoren beeinflusst werden können. Aber auch die Art und Weise, wie ökotoxikologische Daten, die eine gewisse intrinsische Variabilität aufweisen, in die Entscheidungsfindung integriert werden können, ist ein Thema. Aus Sicht der Stakeholder ist es extrem wichtig, dass es keine falsch-positiven Ergebnisse gibt, die ohne Not zu kostspieligen Managemententscheidungen führen würden. Ebenso wenig sollte es falsch negative Ergebnisse geben (z. B. aufgrund mangelnder Empfindlichkeit gegenüber neu auftretenden Stoffen), die aufgrund übersehener Stressoren zu Umweltschäden führen können.

Kann die Aussagekraft ökologischer Testergebnisse durch Berücksichtigung von Messunsicherheiten verbessert werden? Kann die Integration eines Screening-Biotests in eine frühe Bewertungsebene die Häufigkeit von "falschen" Ergebnissen reduzieren? Wie definieren wir in einem Bewertungsschema, das der Sedimentqualitätstriade folgt, bei der ökotoxikologische, chemische und ökologische Daten gleichermaßen berücksichtigt werden, überhaupt "falsch negative" oder "falsch positive" Ergebnisse? Und können wir ein robustes Werkzeug entwickeln, das die Reaktionen verschiedener Biotests, chemischer und ökologischer Daten für die Entscheidungsfindung integriert?

### **Ökologische Relevanz**

Die ökologische Relevanz von ökotoxikologischen Tests wird als weitere wichtige Herausforderung angesehen. Es wurde die Frage aufgeworfen, ob Ökotoxizitätsdaten eine Brücke zwischen dem ökologischen Zustand und dem chemischen Zustand, wie er in der Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) definiert ist, bilden können. Derzeit werden der chemische Zustand, der anhand der Überschreitung von Wasserqualitätskriterien (WQC) bewertet wird, und der ökologische Zustand, der hauptsächlich auf Daten der benthischen Lebensgemeinschaften basiert, getrennt betrachtet. Es könnte interessant sein, zu diskutieren, ob diese beiden Kriterien durch die Untersuchung der Reaktionen von Organismen auf chemische Stressoren im Labor miteinander verknüpft werden könnten.

Die meisten biotischen Indizes beruhen auf Makrofaunenanalysen. Diese brauchen Zeit und sind teuer. Außerdem reagiert das Makrozoobenthos nur mit einer gewissen Zeitverzögerung auf moderaten chemischen Stress. Und bei der Analyse von Meeressystemen erkennen wir den ökologischen Schaden erst, wenn er bereits eingetreten ist. Unser Ziel sollte es sein, Werkzeuge bereitzustellen, um Schäden auf höherer ökologischer Ebene zu verhindern. Folglich könnte es sich lohnen, den Ansatz auf andere Diversitäts- oder Aktivitätsindizes auszuweiten, die weniger zeitaufwändig, weniger kostspielig aber schützend sind, und die schneller und spezifischer auf chemische Stressoren reagieren. Wie die Daten der Gemeinschaftsanalyse (von Makro-, Meio- oder Mikrobenthos) in Klassifizierungsansätze zur Bewertung der Sedimentqualität integriert werden können, muss jedoch noch untersucht werden (z. B. Relevanz der Indizes).

Eine noch größere Herausforderung ist die Feststellung der ökologischen Relevanz, wenn es um *in-vitro*-Biotests oder die Verwendung molekularer Endpunkte (z. B. Expressionsniveau von Biomarker-Genen) geht. Tests auf Genotoxizität oder endokrine Aktivität können beispielsweise ein Sediment charakterisieren. Angesichts fehlender relevanter Expositionspfade bleibt eine Interpretation im Hinblick auf tatsächliche Effekte auf die aquatische Gemeinschaft aber schwierig.

Die Betrachtung molekularer Endpunkte kann jedoch entscheidende Informationen über die Schlüsselereignisse liefern, die zu schädlichen biologischen Wirkungen führen, die auf einer höheren

Ebene der biologischen Organisation beobachtet werden. Wie man -omics-Daten (z. B. Transcriptomics oder Proteomics) in die biologische Bewertung von Sedimenten integriert und interpretiert, ist eine zukünftige Herausforderung, da das Interesse an diesen Ansätzen in der Umweltrisikobewertung wächst.

### **ALL DIESE FRAGEN UND HERAUSFORDERUNGEN...**

...können nur im direkten Austausch zwischen und unter den Akteuren angegangen werden, die mit Sedimenten und Baggergut umgehen müssen, und den Wissenschaftlern und Technikern, die Bioassays für Sedimente entwickeln und anwenden, ökotoxikologische Daten interpretieren und Bewertungsschemata für die Dateninterpretation erstellen.

Ziel dieses Workshops war es, eine gemischte Gruppe von Personen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung/Regulierung zusammenzubringen, um diese Fragen anzugehen und die von den Teilnehmern identifizierten Themen voranzubringen.

### Ergebnisse der Diskussionen

#### *ERFAHRUNGSUSTAUSCH ÜBER DIE HERAUSFORDERUNGEN VON ÖKOTOXIKOLOGISCHEN TESTS/DATEN ALS HILFSMITTEL BEI DER ENTSCHEIDUNGSFINDUNG/DEM BEURTEILUNGSRAHMEN.*

An diesem ersten Tag konnten sich die Teilnehmer in zwei unterschiedlich zusammengesetzten "break out"-Diskussionsgruppen über ihre Erfahrungen austauschen. Impulsvorträge zum Thema wurden von Sabine Apitz, SEA Umweltentscheidungen, gezeigt, die einen Überblick über die ökotoxikologische Umsetzung in der europäischen Regulierung gab, sowie von Anette Kramer und Maja Karrasch zu den Herausforderungen, vor denen die Hamburg Port Authority steht, die einen Teil ihrer Entscheidungen über den Verbleib von Baggergut auf ökotoxikologische Daten stützen muss.

Die Ergebnisse dieser Breakout-Gruppen sind im Folgenden zusammengefasst:

#### **Unsicherheiten/Wahrscheinlichkeiten bei der Prüfung natürlicher Sedimente:**

- Da alle standardisierten Biotests einen Ringversuch durchlaufen müssen, ist sichergestellt, dass ihre Ergebnisse innerhalb der statistisch zulässigen Schwankungsbreite der Reproduzierbarkeit liegen. Diese Round-Robin-Tests werden jedoch in der Regel mit künstlichen Sedimenten durchgeführt, die mit Testsubstanzen versetzt wurden. Bei der Untersuchung von natürlichen Sedimenten scheinen die Ökotoxizitätsdaten zwischen den Laboren recht unterschiedlich zu sein, wenn sie Biotests an denselben Sedimenten durchgeführt haben (wie der Impulsvortrag von Annette Kramer & Maja Karrasch, HPA, zeigte). Die Biotestergebnisse zeigten auch hohe räumliche (in ansonsten homogenen Gebieten) und zeitliche Variabilitäten.
- Die Herausforderung besteht also darin, dass kaum (wenn überhaupt) Ringversuche zu Ökotoxizitätstests an natürlichen Sedimenten durchgeführt werden!
- Ein großes Problem, das bei gleichem Testsystem, aber in verschiedenen Labors zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, ist die Vorbereitung der Proben (einschließlich Lagerbedingungen, Lagerzeit, Sieben, kein Sieben, Belüften, Zentrifugieren von Elutriaten etc.).

- Es gibt nur wenige Erkenntnisse über die Auswirkungen von Matrixeffekten auf die verschiedenen Biotestorganismen.
- Der Einfluss von Störfaktoren (wie z. B. Sulfid, Ammonium usw. ) ist für die verschiedenen Testsysteme schwer zu quantifizieren.
- Es gibt nur wenige systematische Studien zur Reproduzierbarkeit/Zuverlässigkeit von ökotoxikologischen Daten über natürliche Sedimente, die aus intra-laboratorischen Vergleichen stammen.

### **Ökologische Relevanz:**

- Es gibt nur wenige Studien, die vergleichen, wie sich Ergebnisse von Biotest-Sedimenten auf die biologische Gemeinschaft beziehen. Sollten die Daten von Biotests als eine Sedimenteigenschaft/Gefährdung angesehen werden oder sollten wir eine ökologische Relevanz erwarten? Wie erklären wir in diesem Zusammenhang einen Fall, in dem ein Sediment, das eine sehr geringe biologische Vielfalt aufweist, im Labor eine geringe Toxizität zeigt (wenn keine Umweltfaktoren plausibel eine Verschlechterung verursacht haben)? Die Aussage, dass andere Umweltfaktoren beteiligt sein müssen, könnte leichter kommuniziert werden, wenn es gute Beispiele für solche Fälle gäbe, die die Umweltursachen benennen. In diesem Fall ist es sehr wichtig, angemessen mit den Beteiligten zu kommunizieren, was vielleicht auch die Erklärung von Begriffen wie "Bioverfügbarkeit" von Schadstoffen einschließt.

### **Biotests zur Entscheidungsfindung:**

- Bei der Interpretation von Biotestdaten werden Testergebnisse z. B. in "nicht toxisch", "mäßig toxisch" oder "hoch toxisch" kategorisiert. Die Anzahl der möglichen Kategorien hängt jedoch von der Variabilität des Biotests ab: Ein hochvariables Testsystem kann wahrscheinlich nur zur Unterscheidung verwendet zwischen "nicht toxisch" und "toxisch" verwendet werden. Aber schon diese Unterscheidung ist schwierig, da wir kaum unbelastetes natürliches Sediment zum Testen haben. So ist es eine Herausforderung, wie man Toxizitätsschwellenwerte bestimmt, wenn es keine unbelastete Blindprobe gibt, und wie man sicherstellt, dass Toxizität oberhalb einer bestimmten Schwelle ein Signal ist.
- In einigen Vorschriften wird eine Biotestbatterie nach dem Prinzip "one out - all out" bewertet (das schlechteste Ergebnis beeinflusst die Entscheidung). Sollten wir nicht zu einer ganzheitlicheren Bewertung kommen, in der die chemischen (und ökologischen) Informationen ergänzt werden?

### ***EIN WEG NACH VORN ...***

Im zweiten Teil des TAGES 1 (World-Café) und am TAG 2 (längere Diskussionen in Gruppen) wurde ein Weg nach vorne diskutiert, der sich auf eine begrenzte Anzahl von Fragen konzentrierte, die sich aus den vorherigen Diskussionen ergeben hatten.

### **Wie kann man die Reproduzierbarkeit von ökotoxikologischen Daten verbessern?**

- Wir müssen herausfinden, welche der verschiedenen Schritte von der Sedimententnahme bis zur Messung der Antworten im Hinblick auf das Ergebnis am kritischsten sind (d. h. welche Faktoren welchen Einfluss auf die Messergebnisse haben). Diese Schritte umfassen zum Beispiel:

- Probenahme
- Aufbereitung des Probenmaterials (Extrakte, etc. )
- Kultivierung von Testorganismen oder Pflege von im Feld gesammelten Organismen
- Labormaterial (Lagerung, Qualität, Reinigungsprotokolle)
- Testverfahren
- Zeitleiste
- ...

Es sollte dann ein Leitfaden entwickelt werden, der speziell auf die kritischen Schritte hinweist, und dieser könnte dann zur Ausarbeitung gemeinsamer präziser Protokolle verwendet werden.

- Ringversuche sollten mit den gleichen Sedimenten, Organismen, Verfahren durchgeführt werden. Arbeitsanweisungen und Protokolle müssen jedes Detail angeben, denn es gibt zum Beispiel Hinweise darauf, dass die Zeit zwischen Probenahme und Untersuchung entscheidender ist als erwartet (siehe oben) (Impulsreferat von Susanne Heise).

#### **Wie können wir die Zuverlässigkeit von ökotoxikologischen Tests bei der Entscheidungsfindung verbessern?**

- Die Toxizitätskategorien (z. B. nicht toxisch, schwach toxisch, mäßig toxisch, hoch toxisch) müssen an die Auflösung des Testsystems angepasst werden (sowohl aus statistischer als auch aus experimenteller Sicht).
- Für die Entscheidungsfindung muss das Schutzziel geklärt werden (Benthische Organismen, Schutz vor Sekundärvergiftung).
- Die Häufigkeit und Intensität der Überwachung im Feld sollte erhöht werden, um einen besseren Datensatz zu erhalten und saisonale, räumliche und interannuelle Variabilitäten zu identifizieren.
- Mögliche Institutionen, die diese Aktivitäten unterstützen könnten ("Dach") wären BEQUALM, ICES, Quasimeme, ...

#### **Wie kann man sicher sein, dass Ergebnisse oberhalb eines bestimmten Schwellenwertes einem echten Signal (Toxizität) entsprechen?**

- Die Verfahren müssen sehr gut standardisiert sein (Zuverlässigkeit, Replizierbarkeit, Reproduzierbarkeit) und es sollten genaue Protokolle definiert werden.
- Es müssen adäquate Kontrollen verwendet werden (signifikante Abweichung der Proben von den Kontrollen).
- Die testspezifische statistische Variabilität der Ergebnisse sollte bekannt sein/mitgeteilt werden.
- Es sollten Informationen über die Sensitivität von Biotests in Bezug auf Störfaktoren zusammengestellt werden<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Einige Informationen zu diesem Thema, insbesondere für marine Bioassays, wurden in den folgenden ICES-Dokumenten zusammengestellt:



- Ausreißer könnten sonst ein Problem darstellen. Wie wahrscheinlich sind sie?
- Wir brauchen Studien, die für die jeweiligen Testsysteme identifizieren, was ein "echtes Signal" ist. Derzeit läuft hierzu ein kooperatives Projekt zwischen der BfG, dem Ökotoxzentrum, ECOSSA, dem italienischen Wasserforschungsinstitut und der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg.

## *DIE NÄCHSTEN SCHRITTE ...*

### **Können wir bessere Ansätze entwickeln, um Daten aus verschiedenen Biotests (innerhalb einer Batterie) in einen Indikator für die Sedimentqualität zu integrieren?**

Wir sollten das Rad nicht neu erfinden, sondern aktuelle Ansätze anpassen/optimieren/ausbauen. Vor allem in den USA und Australien wurden bereits verschiedene Methoden entwickelt und angewendet. Für eine Übersicht/Zusammenfassung siehe

Wenning et al. (2005) (freie SETAC-Veröffentlichung  
<https://www.setac.org/store/ViewProduct.aspx?id=1038039>

oder

Simpson und Batley (2016) (kostenloser Download unter  
[https://www.researchgate.net/publication/287218086\\_Sediment\\_Quality\\_Assessment\\_A\\_Practical\\_guide](https://www.researchgate.net/publication/287218086_Sediment_Quality_Assessment_A_Practical_guide)).

Es gibt aber auch mehrere Ansätze in Europa, bei denen das Ergebnis von Biotest-Batterien als eine Beweislinie betrachtet wird, wobei Daten aus verschiedenen Biotest-Assays integriert werden (siehe Italiens Ansatz in regulatorischen Rahmenbedingungen ( →Kontakt Cristian Mugnai), oder der Fuzzy-Logic-Expertsystem-Ansatz im Rahmen des Sullied-Sediments-Projekts - stay tuned ( →Kontakt Susanne Heise).

**Zu tun: Kooperative Anstrengung**, in der wir zusammenstellen, welche Ansätze es in Europa gibt und die US-Expertise berücksichtigen. Wir werden die gleichen Daten durch die verschiedenen Bewertungsschemata laufen lassen und die Ergebnisse vergleichen, Unterschiede analysieren, einen Überblick über Vor- und Nachteile geben (Freiwillige, die sich an einer solchen Arbeit beteiligen wollen: Christian Mugnai, Rebecca Beauvais, Susanne Heise, Sabine Apitz, Juan Bellas).

### **Was können wir tun, um die Zuverlässigkeit von ökotoxikologischen Daten zu verbessern? Von welchen Biotests sprechen wir?**

Wir müssen Informationen über Unsicherheiten, z. B. Confounding-Faktoren, Lagerungsbedingungen usw., durch die Durchführung spezifischer Studien gewinnen. In den Diskussionen wurde deutlich, dass eine ganze Reihe von Studien an verschiedenen Institutionen durchgeführt werden bzw. wurden, aber die Ergebnisse werden nicht geteilt. Es sollte ein Forum zum Austausch unseres Wissens in dieser Hinsicht eingerichtet werden, damit wir lernen, welches die wichtigsten Schritte bei der Durchführung der Biotests sind (z.B. Zeit bis zum Testen der Elutriate, Zentrifugation, Elutriatvorbereitung

---

[https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Cooperative%20Research%20Report%20\(CRR\)/CRR315.pdf](https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Cooperative%20Research%20Report%20(CRR)/CRR315.pdf)

[http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Techniques%20in%20Marine%20Environmental%20Sciences%20\(TIMES\)/TIMES51.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Techniques%20in%20Marine%20Environmental%20Sciences%20(TIMES)/TIMES51.pdf)

(Wasser/Sedimentvolumen, Filtration...). Das gleiche gilt für Störfaktoren: Welche Auswirkungen hat z.B.  $\text{NH}_4$  auf verschiedene Organismen? Wie sind die Empfindlichkeiten gegenüber Sulfiden oder Matrixeffekten auf die verschiedenen Biotests? Anstatt dass jeder einzelne Teilaspekte sammelt, sollten wir kollaborativ zusammenarbeiten, um ein besseres Bild zu erhalten.

**Zu tun:** Carmen Casado und Susanne Heise koordinieren die SedNet-Arbeitsgruppe zur Sedimentqualität. Wir werden eine spezielle Sitzung auf der nächsten SedNet-Konferenz vorschlagen, die genau diese Frage behandelt. Diese Sitzung wird nicht aus verschiedenen Plattform-Präsentationen bestehen, sondern Raum und Zeit bieten, um Ergebnisse von kleinen oder großen Studien auszutauschen, die Informationen zu diesem Thema liefern. (Update: Diese Sondersitzung wurde vorgeschlagen, wir warten auf Antworten).

### **Was können wir noch tun, um den Einsatz von Biotest bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen?**

Das Misstrauen der Stakeholder gegenüber Ökotoxizitätsdaten ist groß. Der Hauptgrund dafür sind hohe Abweichungen zwischen den Laboren (siehe Diskussion oben). Andere Gründe betreffen beobachtete Phänomene wie z. B. die Toxizität in Abhängigkeit von der Jahreszeit, die in den Bewertungsschemata nicht berücksichtigt wird und unerklärt bleibt, sowie die räumliche Variabilität in ansonsten scheinbar homogenen Gebieten. Eine bessere wissenschaftliche Untermauerung solcher Beobachtungen würde den Beteiligten helfen, Vertrauen zu gewinnen. Es muss jedoch klar werden, dass die Wirkung von Chemikaliencocktails als Teil eines komplexen Systems gesehen werden muss, das von der Sedimentmatrix, der Geschichte der Kontamination, der Zusammensetzung der Chemikalienmischung, den Umweltfaktoren usw. beeinflusst wird. Solange wir die geochemischen und biologischen Prozesse nicht klar verstehen, können wir möglicherweise nicht genau nachvollziehen, warum Effekte auftreten.

**Zu tun:** Methoden, die helfen können, die Effekte von z.B. Saisonalität (oder von anderen Parametern, die auf den ersten Blick nicht plausibel erscheinen) zu untersuchen, könnten sein:

- Bioakkumulation in benthischen Organismen (integrierende Wirkung über einen längeren Zeitraum).
- Vielfalt der Meiobenthos-Gemeinschaft (NemaSPear Index).
- Passive Probenahme (Integration von Effekten über eine längere Zeit).
- Wirkungsorientierte Analyse (EDA), um Quellen/Ursachen für toxische Reaktionen zu identifizieren.

Darüber hinaus: Beispiele und Fallstudien wären hilfreich, um das Vertrauen der Stakeholder in die Bioassay-Ergebnisse zu stärken. Bitte tauschen Sie diese z.B. über die SedNet-Arbeitsgruppe zur Sedimentqualität aus (→ Kontakt Carmen Casado oder Susanne Heise).

### **Wie können wir die ökologische Relevanz von *in vivo*- und *in vitro*-Tests bzw. von Ergebnissen der Biotestbatterie / Sedimentqualitätsklassen beurteilen?**

"Ökologische Relevanz" sollte im Zusammenhang mit dem jeweiligen Managementziel definiert werden (z.B. *in situ*-Sedimentqualität versus Baggergutentsorgung). Während die ökotoxikologischen Daten eine ökologische Bedeutung haben sollten, sollte nicht erwartet werden, dass Ergebnisse aus Labortests, die die Manipulation von Umweltproben beinhalten, direkt auf den Status der Lebensgemeinschaft extrapoliert oder übertragen werden können. Die Suche nach einer Korrelation von Ökotoxizitätsdaten mit Daten der Lebensgemeinschaft ist irreführend. Die Sedimenttoxizität ist

eine Beweislinie, die eine Sedimenteigenschaft beschreibt und sollte nicht als Spiegelbild der Qualität der Lebensgemeinschaft angesehen werden.

**Zu tun:** Um über die ökologische Bedeutung ökotoxikologischer Testsysteme zu informieren, könnten Empfindlichkeiten von Testorganismen z.B. mit der Empfindlichkeit der anvisierten Sedimentorganismen verglichen werden (z.B. Frühling et al. 2001; Haegerbaeumer et al. 2018).

## Referenzen

- Frühling W, Rönnpagel K, Ahlf W (2001) Wirkung von Zink und Benzalkoniumchlorid auf *Nitrosomonas communis* und potentielle Nitrifikation im Boden. *Umwelttoxikologie* 16:439-443
- Haegerbaeumer A, Höss S, Heininger P et al. (2018) Is *Caenorhabditis elegans* representative of freshwater nematode species in toxicity testing? *Environmental Science and Pollution Research* 25:2879-2888
- Heise S, Babut M, Casado C et al. (2020) Ecotoxicological testing of sediments and dredged material: an overlooked opportunity? *Journal of Soils and Sediments*. 20:4218-4228. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02798-7>
- Simpson S, Batley G (2016) *Sediment quality assessment: a practical guide*. Csiro Publishing,
- Wenning R, Batley G, Cg I et al. (2005) *Use of Sediment Quality Guidelines & Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola (FL)

# Thema B - Sedimentqualitätskriterien und ihre Wirksamkeit zum Schutz der Umwelt und ihrer lebenden Ressourcen.

## Hintergrund

### Sediment Qualitätskriterien in Verbindung mit Ökotoxikologie

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Sedimentqualitätskriterien unter Verwendung ökotoxikologischer Methoden abzuleiten, einige direkt, einige unter Verwendung von Verteilungskoeffizienten und andere unter Verwendung kombinierter ökotoxikologischer und chemischer Informationen. Alle haben Vor- und Nachteile. Welche halten wir für die zuverlässigsten, um sie als Teil eines Entscheidungsfindungsrahmens zu verwenden und warum? Welche weiteren Arbeiten müssen durchgeführt werden, um das von den beteiligten Interessengruppen geforderte Vertrauen zu schaffen?

Dies sollte folgende Punkte berücksichtigen

- Die Beziehungen zwischen den verschiedenen chemischen Analysemethoden und wie sie mit der Bioverfügbarkeit von Schadstoffen zusammenhängen.
- Verwendung des gesamten organischen Kohlenstoffs in Bewertungen.
- Neu auftretende Schadstoffe.
- Regionale Unterschiede.
- Bewertung der Effizienz.

## Ergebnisse der Beratungen

### *REFLEKTIEREN SIE DIE KRITERIEN FÜR DIE SEDIMENTQUALITÄT UND IHRE EFFIZIENZ ZUM SCHUTZ DER UMWELT UND IHRER LEBENDEN RESSOURCEN*

Tag 1 Zusammenfassende Punkte:

- Beim Vergleich mit der chemischen Analyse muss entweder geprüft werden, ob die Methode geeignet ist (z. B. partieller Aufschluss für Metalle) oder ob Störfaktoren entfernt werden können, wenn man sichergehen will, dass sie für die Bioverfügbarkeit relevant sind.
- Bei Verwendung von Kofaktoren wie z. B. organischem Kohlenstoff (Ruß) ist vor der Anwendung sicherzustellen, dass ein Zusammenhang besteht.
- Prüfen Sie zunächst, wie die Verschmutzung in den zu bearbeitenden Vorschriften definiert ist, um festzustellen, welche Tests am relevantesten sind.
- Es werden mehr Daten für benthische Organismen in Bezug auf Bioassays benötigt.
- Auch ein größeres Bewusstsein für neu auftretende Schadstoffe und wie diese mit Ökotox-Tests zusammenhängen ist notwendig.
- Allgemeine Übereinstimmung, dass kombinierte Schwellenwerte (chemisch und ökotoxisch abgeleitet) gut funktionieren, aber möglicherweise überprotektiv sind.
- Regionale Unterschiede müssen berücksichtigt werden
- Die Messung der Effizienz/Effektivität der gewählten Schwellenwerte ist eine der größten Herausforderungen.

Wie können wir sicher sein, dass unsere Schwellenwerte ein echtes Signal sind?

## *DIE NÄCHSTEN SCHRITTE ...*

### **Der Kontext ist wichtig.**

Der verwendete Schwellenwert sollte sich auf die zu bewertende Aktivität/Auswirkung beziehen.

### **Über welche Art von Auswirkungen sind Sie besorgt?**

Der verwendete Schwellenwert kann variieren, je nachdem, ob es sich um Bioakkumulation oder Sekundärvergiftung handelt.

Die Auswirkungen auf die bioökologische Gemeinschaft hängen möglicherweise eher mit einer physikalischen Störung als mit der zunehmenden Verunreinigung zusammen.

Einige Änderungen können positive Auswirkungen haben.

Bei der Überwachung von Deponien wird ein Vergleich zwischen Referenzstandort und Deponie durchgeführt, um den durch die Deponieaktivität verursachten Offset zu bestimmen. Verwenden Sie diesen direkten Vergleich anstelle von Bewertungen anhand von Schwellenwerten.

### **Oberer und unterer Bereich anstelle einer einzigen Schwellenwertgrenze und Schwellenwerte, die auf Auswirkungen basieren**

Schweden verwendet keine Schwellenwerte für die Ausbaggerung/Entsorgung von Sedimenten. Umweltqualitätsnormen, die auf wirkungsbasierten Methoden beruhen. Wenn diese als Schwellenwerte verwendet würden, wäre wahrscheinlich keine Entsorgung möglich. Leitlinien für die Entsorgung von Sedimenten erfordern die Berücksichtigung von vergleichbaren Sedimentkonzentrationen mit den Konzentrationen in dem Gebiet, in dem die Entsorgung geplant ist. Ähnlich wie bei der Festlegung von regionalen Schwellenwerten sowie dem "weight of evidence"-Ansatz. Bewertung von Fall zu Fall. Während keine wirkungsbasierten Schwellenwerte verwendet werden, wurde die wirkungsbasierte Überwachung seit den 1980er Jahren abgeschlossen, einschließlich Fisch (4 Stationen) und Imposax-Bewertungen entlang der Küste, außer im Norden, wo es Brackwasser gibt.

Ein Bereich von Schwellenwerten ist besser als ein Schwellenwert. Wenn möglich, könnten mehrere UQN-Schwellenwerte (ein oberer und ein unterer) angegeben werden, statt nur ein einziger.

Wenn es zwei Schwellenwerte (oder mehr) gibt, basieren die unteren Schwellenwerte in der Regel auf den Hintergrundkonzentrationen und die oberen Schwellenwerte auf der Forschung zu biologischen Auswirkungen. Spanien hat fünf Schwellenwerte festgelegt, wobei die ersten drei aus Hintergrundkonzentrationsdaten abgeleitet wurden. Während es verständlich ist, Hintergrundkonzentrationen für die unteren Konzentrationen zu verwenden, da dies die Konzentrationen sind, die in der Umwelt existieren, ist im Allgemeinen der Hauptgrund für die Bewertung von Baggersediment die Sicherstellung, dass keine biologischen Effekte durch die Entsorgung von Sediment verursacht werden, so dass biologische oder chemische Schwellenwerte in Kombination mit biologischen Effekten bevorzugt werden.

### **Bewusstsein/Verständnis: Die meisten Grenzwerte werden im Labor unter kontrollierten Bedingungen ermittelt**

Erfordert gute allgemeine Kenntnisse über das zu entsorgende Sediment und die Art des Entsorgungsortes.

Schwellenwerte, die implementiert werden, basieren im Allgemeinen auf Ex-situ-/Laborexperimenten und nicht auf Messungen, die *in situ*, direkt in der zu bewertenden Umwelt, durchgeführt werden. ERLs/ERMs (Long et al., 1995) zum Beispiel werden unter kontrollierten Bedingungen sowohl für chemische Messungen als auch für Messungen der Auswirkungen auf benthische Gemeinschaften erstellt.

Laborexperimente sind wichtig, aber wie repräsentativ sind sie für die reale Umgebung.

Schwellenwerte, die im Labor und aus der Umwelt abgeleitet werden (z. B. durch passive Probenahme), sind wahrscheinlich realistischer und liefern bessere Indikatoren.

Schwierig, *in situ* an Offshore-Standorten zu messen. Die Methoden müssen praktikabel sein und müssen daher meist in einem Labor durchgeführt werden. Selbst dann kann es schwierig sein, biologische Proben (und weniger Sedimentproben) zu sammeln und sie zur Analyse ins Labor zu bringen.

### **Gut, um Schwellenwertmethoden mit eigenen regionalen Datensätzen zu vergleichen**

Die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe führte im Jahr 2016 eine Biomonitoring-Studie im deutschen Teil der Elbe durch. An insgesamt 17 Probenahmestellen in den angrenzenden Bundesländern wurden Fische und Muscheln durch einen Vertragspartner beprobt und in diesen Biota-Proben durch ein gemeinsames Labor auf Umweltkontaminanten untersucht. In den Binnengewässern sollte vorzugsweise die Brasse (*Abramis brama*) und im tidebeeinflussten Teil der Elbe die Flunder (*Platichthys flesus*) beprobt werden. Es war geplant, dass in beiden Gewässertypen Muscheln der Gattung *Dreissena* spp. gesammelt werden sollten. Es wurden jedoch nur an 13 von 17 Probenahmestellen Muscheln gefunden, und an der Mehrzahl der Stellen wurden *Corbicula fluminea* gefunden, während *D. polymorpha* an vier und *Mytilus edulis* an einer Probenahmestelle beprobt wurden. Da die Akkumulation von Chemikalien bei verschiedenen Arten unterschiedlich ist, erschwerte dies die Bewertung der Bioakkumulation in Muscheln entlang der Elbe.

Die MSRL verwendet Schwellenwerte zur Bewertung des guten Umweltzustands, aber eine regionale Verwendung derselben Arten ist nicht möglich.

Schwellenwerte sind nützlich, um die relativen Unterschiede zu bestimmen, sollten aber als Hilfsmittel verwendet werden, um zu priorisieren, wo es ein Problem geben könnte, das dann weiter untersucht werden kann. Wenn es dann z. B. regionale Unterschiede gibt, können diese verwendet werden, um zu erklären, warum die Schwellenwerte möglicherweise überschritten werden, sowie um biologische Effekte zu belegen, die zeigen, ob das Überschreiten der Schwellenwerte z. B. das Vorhandensein von Lebensgemeinschaften beeinflusst.

Viele der verwendeten Schwellenwerte, insbesondere kombinierte Schwellenwerte, die auf chemischen und biologischen Wirkungen basierende Messungen verwenden, sind aus großen nordamerikanischen Datensätzen (ERLs, ERMs) oder kanadischen (PEL, TEL) abgeleitet. Eine Bestätigung, dass diese Schwellenwerte auch außerhalb von Nordamerika und Kanada anwendbar sind, ist wünschenswert.

Es wird eine vorsorgliche Vorgehensweise befürwortet.

## Referenzen

Long ER, MacDonald DD, Smith SL, Calder FD (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Umweltmanagement* 19: 81-97

# Thema C - Ableitung von Sedimentqualitätsrichtlinien vor dem Hintergrund der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie

## Hintergrund

### Rahmen

Gemäß dem EU-Leitfaden Nr. 27 (Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards, EU GD) sind UQN für Sedimente erforderlich, um benthische (sedimentbewohnende) Arten zu schützen. Sie ermöglichen die Bewertung des guten Zustands neben den Normen für andere Kompartimente und sind insbesondere für hydrophobe Stoffe und Metalle relevant. Wenn die UQN für Sedimente mit großen Unsicherheiten behaftet sind, empfiehlt die EU GD Nr. 27 einen abgestuften Ansatz, bei dem die Überschreitung der UQN eine detailliertere Bewertung auslöst, die die Bioverfügbarkeit berücksichtigt oder biologische Daten als Grundlage für weitere Maßnahmen verwendet. Es ist entscheidend, die Rolle der UQN/SQGs in der WRRL zu definieren. Sollen sie Abhilfemaßnahmen *vor Ort* auslösen? Um Standorte zu klassifizieren? Zur Kontrolle von Baggerungen oder Verbringungen? Der Zweck wird den Rahmen bestimmen. Müssen SQGs flussgebiets- oder einzugsgebietsbezogen, national oder europaweit sein?

### Ableitung

Die EU GD bietet eine Anleitung für den Ableitungsprozess von UQN für Sedimente zum Schutz benthischer (sedimentbewohnender) Arten. Ökotoxizitätsdaten aus Experimenten mit benthischen Organismen werden bevorzugt, aber es gibt einen allgemeinen Mangel an Daten (systematische Studien). Die Datenanforderungen für die Stoffregistrierung sind für die Ableitung von UQN nicht ausreichend. Wir wissen zu wenig über Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Wirbelloser, während Wirbeltiere (benthische Fische, Amphibien), Primärproduzenten und Mikroorganismen kaum berücksichtigt werden. Wie kann dies also erreicht werden? Wie können wir Unsicherheit und Praktikabilität ausbalancieren?

Ökotoxizitätsdaten der Wassersäule, die in Verbindung mit der Gleichgewichtsverteilung verwendet werden, können zur Ableitung vorläufiger UQN für Sedimente verwendet werden, wenn keine zuverlässigen Daten zur Sedimenttoxizität verfügbar sind. Sind diese UQN geeignet, um weitere Untersuchungen anzustoßen? Gibt es Erfahrungen mit der Implementierung/Validierung dieser Art von UQN? Müssen wir einen EQP-basierten Wert entsprechend den standortspezifischen Bedingungen neu berechnen? Verfügen wir über die unterstützenden Daten (z. B. Koc-Werte für verschiedene Salzgehalte, pH-Wert usw.), die wir dafür benötigen?

Empirische Feld- oder Mesokosmen-Daten, wie z. B. das gleichzeitige Auftreten von Benthos und chemischer Kontamination im Feld (TEL/PEL, TEC/PEC usw.), können verwendet werden, um den aus Ökotoxizitätsdaten abgeleiteten Qualitätsstandard zu modifizieren. Während hohe Effektkonzentrationen geeignet sein können, um obere Werte zu identifizieren, oberhalb derer Effekte zu erwarten sind, können Schwelleneffektwerte für die Ableitung von UQN-Sedimenten geeignet sein, da sie Konzentrationen liefern sollten, bei denen das Auftreten biologischer Effekte unwahrscheinlich ist. Wie sieht es mit dem Risiko einer Ko-Korrelation zwischen Stoffen aus? Wie können Sie sicher sein, dass die Wirkung auf diese Verunreinigung (Parameter) zurückzuführen ist und nicht auf andere



Einflüsse und die Wirkung eines Cocktails? Wie groß ist der Einfluss anderer Parameter? Welche Art von Felddaten kann bei der Ableitung von UQN-Sedimenten verwendet werden?

Was ist mit Stoffen, die in Sedimenten gefunden werden und die vor allem aufgrund von Sekundärvergiftungen von Bedeutung sind? Können wir Auslösewerte für Sedimente festlegen, um das Risiko einer Übertragung über das Nahrungsnetz zu signalisieren?

### **Implementierung**

Sind Methoden zur Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit (z.B. Normalisierung des gesamten organischen Kohlenstoffs) in der Praxis angemessen?

Wie effektiv und robust sind diese Methoden zur Bewertung der Konzentrationen und der Zusammensetzung der Verschmutzung in einer Umwelt? Sollte die "Bewertung des chemischen Zustands" nur auf der Grundlage der Ergebnisse von EACs, SQG, EQS-Vergleich oder unter Einbeziehung der potenziellen Toxizität erfolgen, die umfassendere Schlussfolgerungen liefert?

Wie steht es um die Einheitlichkeit der Probenahmeverfahren und Analysetechniken? Fehlt diese, ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht gegeben.

### **Ergebnisse der Beratungen**

Mehrere Fragen, die für Thema C identifiziert wurden, wurden während der Diskussion innerhalb von Thema B (siehe oben) angesprochen. Die folgenden ergänzenden Punkte wurden diskutiert:

#### ***ZUR ABLEITUNG UND IMPLEMENTIERUNG:***

- Wenn Schwellenwerte in der Regulierung verwendet werden, ist es notwendig, dass sie auf Daten zur Sedimenttoxizität basieren.
- Schwellenwerte, die auf EqP basieren, sind per Definition vorläufig (CIS-WFD GD) und ihre Validierung ist eine Herausforderung, da es schwierig ist, vom Labor auf das Feld zu extrapolieren. Während sie für Klassifizierungszwecke verwendet werden können, scheint ihre Verwendung für die Entscheidungsfindung nicht empfehlenswert zu sein. Es gibt keine Informationen über die Umsetzung solcher Werte durch die Länder, die sie abgeleitet haben. Diese Informationen sollten ausgetauscht und zur Verfügung gestellt werden, um die Evidenz über ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen.
- Felddaten wurden zur Ableitung von UQN und SQG für Metalle und traditionelle Sedimentschadstoffe in verschiedenen Ländern und Regionen verwendet (siehe Hintergrunddokumente). Für neu auftretende Schadstoffe gibt es noch wenige Felddaten.
- Die Modelle/Ansätze zur Ableitung von UQN/SQG für Stoffe, die potenziell bioakkumuliert und biomagnifiziert sind, sind immer noch sehr unsicher oder nicht gut definiert, so dass die abgeleiteten Werte meist auf die Hintergrundkonzentration festgelegt werden (z. B. Schweden), was eher eine Expositionsbewertung als eine Risikobewertung wäre. Es gibt einige Erfahrungen mit der Ableitung solcher Werte, die mit Sediment-Biota-Informationen übereinstimmen (z.B. Italien für marine Sedimente), obwohl die Verknüpfung von Fisch-Sediment-Daten immer noch eine Herausforderung darstellt (Erfahrung in Frankreich). Für Environment Canada wurde ein Bericht über die Herausforderungen bei der Ableitung von

Schwellenwerten auf der Grundlage von BAFs fertiggestellt (S. Apitz), der bei der Suche nach dem weiteren Vorgehen helfen würde.

- Wenn Umweltqualitätsnormen abgeleitet wurden, sind die Informationen über die Ableitung nicht öffentlich zugänglich, was den Vergleich und die mögliche Harmonisierung der Werte erschwert.

### *ZUR HARMONISIERUNG*

- Es gibt nur wenige Umweltqualitätsnormen für Sedimente, und wenn sie vorhanden sind, dann hauptsächlich für marine Sedimente. Schweden ist das einzige derzeitige Land, das UQN für Sedimente ableitet. Es gibt einen bilateralen Austausch zwischen Schweden und Dänemark zum Vergleich/Harmonisierung von UQN für Sedimente.
- EACs wurden im Zeitraum 2000-2010 abgeleitet, aber in der Dekade 2010-2020 wurde noch nicht viel erarbeitet.
- Es besteht ein allgemeines Einvernehmen darüber, dass es schwierig ist, eine Harmonisierung der WRRL-MSFA-OSPAR-Grenzwerte zu erreichen.
  - Eine Harmonisierung zwischen den Ländern ist für Überwachungszwecke sinnvoll, aber für die Entscheidungsfindung möglicherweise nicht geeignet.
  - Eine Harmonisierung auf der Skala des Einzugsgebiets ist notwendig, wobei der lokale Hintergrund und das Kontinuum zwischen Ober- und Unterlauf berücksichtigt werden müssen.

### *DIE NÄCHSTEN SCHRITTE ...*

Als erstes Ziel sollten sich die Bemühungen darauf konzentrieren, die Schwellenwerte aus den verschiedenen Ländern öffentlich zugänglich zu machen, einschließlich des Ableitungsberichts und der Umsetzungserfahrungen.

# Thema D - Anwendbarkeit der Methodik der passiven Probenahme zur Ableitung von für Bewertungszwecke geeigneten Schwellenwerten

## Rahmen

Die passive Probenahme ist eine relativ neue Methode, die jetzt zur Überwachung von Schadstoffen, hauptsächlich in Wasser, eingesetzt wird. Definition von Vor- und Nachteilen der passiven Probenahme für die Überwachung. Wie sehen wir die Einbeziehung der passiven Probenahme in den Entscheidungsfindungsrahmen in der Zukunft?

Dies sollte folgende Punkte berücksichtigen

- Der Zusammenhang zwischen passiver Probenahme und Bioverfügbarkeit von Schadstoffen.
- Bereich der Chemikalien, die durch passive Probenahme gemessen werden können, einschließlich des Potenzials für neu auftretende Verunreinigungen.
- Verwendung der passiven Probenahme *in situ* im Vergleich zu *ex situ*.
- Bewertung der Leistung.
- Wie sich die Ergebnisse der passiven Probenahme mit den bestehenden Sedimentqualitätskriterien vergleichen lassen.

*die Anwendbarkeit der Methodik der passiven Probenahme zur Ableitung von Schwellenwerten, die für Bewertungszwecke geeignet sind, zu beleuchten.*

## Ergebnisse der Beratungen

Tag 1 Zusammenfassende Punkte:

- Relativ neue Methode, aber es ist klar, dass sich die Anwendung dieser Technik ausweitet (siehe die Präsentationen während des Workshops).
- In neueren Veröffentlichungen wird der Zusammenhang mit der Bioverfügbarkeit diskutiert und auch ein Vergleich mit bestehenden Sedimentqualitätskriterien, hauptsächlich nur in Gewässern, angestellt (alle angegebenen Referenzen werden an die Teilnehmer weitergegeben).
- Passivsammler messen die gelöste Konzentration von Chemikalien entweder in der Wasserphase oder im Sedimentporenwasser. Diese gelöste Konzentration wird als die bioverfügbare und toxikologisch relevante Schadstofffraktion angesehen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass einige Organismen Partikel aufnehmen und dadurch aktiv Schadstoffe, die mit diesen Partikeln verbunden sind, aufnehmen können.
- Vorgeschlagen als nützliches Screening-Tool zur Identifizierung von Hotspots für die Sanierung, gefolgt von der Verwendung zur Überwachung nach der Sanierung.
- Ein breites Spektrum an Verunreinigungen kann gemessen werden, wobei unterschiedliche PS-Membranen benötigt werden.
- Neu auftretende Schadstoffe können gemessen werden - z. B. durch Non-Target-Screening oder gezielte Ansätze.

Was sind die nächsten Schritte, die erforderlich sind, um passive Probenahmen im Rahmen der Bewertung von Baggergut, insbesondere in Bezug auf Sedimente, verwenden zu können?

### *DIE NÄCHSTEN SCHRITTE ...*

- Methoden sind verfügbar und können verwendet werden. Weitere Studien und Szenarien sind erforderlich, um das Vertrauen in die Verwendung von passiven Probenahmen weiter zu erhöhen. Hervorgehobener Einsatz für das Monitoring vor, während und nach Baggerarbeiten sowie z.B. bei Deponien. Siehe die Präsentation von Sabine Schäfer.
- Sie müssen mit der jeweiligen passiven Probenahmetechnik vertraut sein. So sind z. B. Kontaminationskontrollen besonders wichtig, da die Nachweisgrenzen so niedrig sind, dass eine Kontamination von Passivsammlern oder Probenehmerauszügen sorgfältig vermieden werden muss.
- Zumindest jetzt eher Ergänzung als Ersatz für das Biomonitoring. Zur Überwachung hydrophober organischer Schadstoffe (HOC) werden häufig silikonbasierte Passivsammler eingesetzt. Die zugrundeliegenden Mechanismen der Schadstoffaufnahme durch diese absorptionsbasierten Passivsammler sind - im Gegensatz zu den adsorptionsbasierten Probenehmern - gut verstanden. Darüber hinaus können die Probenahmeraten der Zielanalyten in situ durch die Verwendung von Referenzsubstanzen bestimmt werden. Daher hat die (absorptions-)basierte passive Probenahme von HOCs das höchste Potenzial, als Ersatz für das Biomonitoring eingesetzt zu werden.
- Muschelkäfige können parallel zu Passivsammlern als direkter Biomonitor zur Ergänzung von Passivsammlermessungen eingesetzt werden. Die Beschaffung von Muscheln oder gleichwertigen Filtrierern kann schwierig sein. DGT (diffuse gradient in a thin film) sind dafür bekannt, dass sie gut für Metalle geeignet sind und ähnliche Muster wie hydrophobe organische Verbindungen aufweisen, was die Vorhersage der Bioverfügbarkeit angeht. Die Bioverfügbarkeit von polaren Verbindungen im Wasser ist weniger gut über die Konzentrationen bei passiven Probenahmen abzubilden. Dies kann auf die aktive Absorption in Biota zurückzuführen sein. Das SEDRIPORT-Projekt zeigt, dass die Konzentrationen der passiven Probenahme nicht mit den direkt gemessenen biologischen Wirkungen korrelieren (<http://interreg-maritime.eu/web/se.d.ri.port>). Passivsammler und biologische Gewebe sind unterschiedliche Matrices (Passivsammler sind inert im Vergleich zur Zellmembran).
- Der Bereich der für die Messung verfügbaren Verunreinigungen muss erweitert werden, um z. B. TBT einzubeziehen. Auch neu auftretende Verunreinigungen müssen berücksichtigt werden. Es wurde festgestellt, dass Seltene Erden bereits mit DGT gemessen werden können.
- Verteilungskoeffizienten für ausgewählte neu auftretende Schadstoffe müssen ebenfalls bestimmt werden, sofern Schadstoffkonzentrationen in Wasser oder Sedimentporenwasser erforderlich sind. Alternativ können auch Konzentrationen in Passivsammlern angegeben werden (z. B. ng/g Probenmaterial oder ng/Sammler).
- Wie wirkt sich die Tiefe/der Druck auf die Berechnungen aus? Dies muss für den Einsatz von Passivsammlern in der Tiefe verstanden werden, z. B. für die Überwachung von Baggerarbeiten in der Nähe des Meeresbodens. Salzgehalt und Temperatur können die Aufnahme von passiven Probenehmern beeinflussen. Im MoniTOOL-Projekt hatte der Salzgehalt keinen Einfluss auf die Aufnahme von Metallen, aber bei organischen Stoffen war dies eher ein Problem. Bei der silikonbasierten passiven Probenahme von HOCs können die mit Passivsammlern bestimmten Schadstoffkonzentrationen temperatur- und salinitätskorrigiert werden (Witt et al. 2020).

- Die passive Probenahme von HOCs im Sediment kann in situ durchgeführt werden. In der Tat könnte dies aufgrund von Problemen mit der Zugänglichkeit schwieriger sein, und es muss so kontrolliert werden, dass die passiven Probenehmer während der Exposition vom Sediment bedeckt sind.
- Potenzieller Einsatz von Alginatperlen als Überwachungsinstrument, gezeigt in einer Fallstudie, in der sie neben der Phytoplanktonüberwachung während Baggerarbeiten getestet wurden (Cabrita, M.T., et al., Optimizing alginate beads for the immobilisation of *Phaeodactylum tricornutum* in estuarine waters, Marine Environmental Research (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.03.002>).
- Die Ergebnisse der passiven Probenahme werden durch die physikalischen Eigenschaften des Sediments weniger beeinflusst als die Gesamtkonzentrationen, die durch eine vollständige Extraktion des Sediments bestimmt werden. Wenn jedoch Passivsammler mit Sedimenten bewegt werden, können gröbere Sedimente und Muscheln das Polymer des Passivsammlers beschädigen. Eine Gewichtskontrolle des Passivsammlers vor und nach der Inkubation des Sediments kann dies überprüfen.
- Vergleichende Studien verschiedener silikonbasierter Passivsammler (z. B. silikonbeschichtete Glasgefäße, SPME-Fasern, Silikongummi-Folien) für HOCs sind erforderlich, um diese Technik und die Unterschiede zwischen ihnen zu verifizieren.
- Passivsammler für Sedimente können weiterhin für Schwebstoffe eingesetzt werden, die in Sedimentfallen beprobt wurden.
- Passive Probenahme kann verwendet werden, um die Freisetzung von Schadstoffen bei Baggerarbeiten zu bestimmen – (Beispiel: Präsentation / Kontakt Sabine Schäfer). Die passive Probenahme von HOCs an einer Deponie für ausgebagertes Sediment ergab konsistentere Ergebnisse (frei gelöste Konzentrationen im Porenwasser des Sediments) als herkömmliche Methoden (erschöpfende Extraktion, die zu Gesamtschadstoffkonzentrationen im Sediment führt). Dies könnte mit den verwendeten Normalisierungsmethoden zusammenhängen, z. B. der Normalisierung auf organischen Kohlenstoff. Um dies weiter zu testen, müssten mehrere Proben an einem Standort gemessen werden, um die Intervariabilität der Probenkonzentrationen zu erfassen.
- Die Ergebnisse der passiven Probenahme werden zur Erstellung von Schwellenwerten verwendet und mit den Umweltqualitätsnormen der WRRL verglichen. Das Monitool-Projekt liefert diese zum Beispiel für Metalle.
- Passive Probenahme - verpasst den Spitzenwert der Belastung, da über einen längeren Zeitraum gemessen wird, aber auch punktuelle Probenahmen können diesen Wert verfehlen. Sie müssen das minimal sinnvolle Zeitfenster für die Messung kennen und wissen, wann das Spitzenereignis im Verhältnis zum Probenahmezeitraum auftritt, um der Aufzeichnung der maximalen freigesetzten Konzentration so nahe wie möglich zu kommen. Je früher im Probenahmezeitraum der Peak auftritt, desto weniger Einfluss hat dies auf die gemessenen Konzentrationen, da die Schadstoffe wieder aus dem Probenahmematerial desorbiert werden. Ein aktuelles, vom Umweltbundesamt gefördertes Forschungsprojekt (PASTraMi), das von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) durchgeführt wird, geht diesen Fragen nach. Der Projektbericht wird im nächsten Jahr erwartet.

## Schlussbemerkungen

Das Interesse an diesem Workshop spiegelte das hohe Interesse und die möglichen Konsequenzen wider, die die Einbeziehung ökotoxikologischer Daten in Entscheidungsrahmen haben. Diskutiert wurden der aktuelle Stand und das Wissen über verschiedene ökotoxikologische Methoden, ihre Einbeziehung in die Regulierung und die Erfahrungen damit, Bewertungsrahmen im Lichte der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und die Ableitung von Sedimentqualitätskriterien. Kontroversen hinsichtlich der Zuverlässigkeit ökotoxikologischer Tests wurden deutlich und neue Methoden mit Potenzialen für die Umweltbewertung wurden vorgestellt und diskutiert. Eine Reihe von gemeinsamen Aktivitäten wurden vorgeschlagen und werden aus diesem Treffen von Experten aus verschiedenen Ländern und mit unterschiedlichem Hintergrund resultieren. Als nächstes Treffen ist ein Workshop zur Reproduzierbarkeit von ökotoxikologischen Daten unter dem Dach der SedNet-Konferenz im Jahr 2021 geplant.

## HINTERGRUNDDOKUMENTE

[Bericht über den Workshop zur Sedimentklassifizierung und Managemententscheidungen - in situ und ex situ](#). Hamburg, 20. bis 21. September 2018.

[OSPAR 2019 Audit der EACs](#)

[OSPAR-Workshop EACs 2004](#)

EU-Leitfaden Nr. 27 [Technischer Leitfaden zur Ableitung von Umweltqualitätsnormen](#) Aktualisierte Fassung 2018

Menchaca et al. 2013. [An Empirical Approach to the Determination of Metal Regional Sediment Quality Guidelines, in Marine Waters, within the European Water Framework Directive.](#)

Menchaca et al. 2014. [Bestimmung von polychlorierten Biphenylen und polyzyklischenaromatischen Kohlenwasserstoffen marine regionale Sedimentqualitätsrichtlinien innerhalb der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.](#)