

# BERICHT ÜBER DEN WORKSHOP ZU SEDIMENTKLASSIFIZIERUNG & - MANAGEMENTENTSCHEIDUNGEN – IN SITU UND EX SITU, HAMBURG, 20.–21. SEPT. 2018



## ANREIZ

Viele Länder stehen vor ähnlichen Problemen in Sachen Sediment- und Baggergut-Management:

- Wie entscheidet man, ob ein Sediment „verschmutzt“ ist?
- Wann sollte das Sediment aus ökologischen Gründen aus seiner Umgebung entnommen werden (infolge einer In-situ-Bewertung der Sedimentqualität)?
- Wie entscheidet man in Sachen Management-Optionen für Baggergut (ex situ)?

2003 lieferten den Besten, de Deckere [1] eine Übersicht über verschiedene auf biologischen Auswirkungen basierenden Bewertungen der Sedimentqualität in Europa und kamen zu dem Schluss, dass es beträchtliche Unterschiede zwischen den europäischen Ländern bezüglich der Art und Weise gibt, wie Richtlinien für die Sedimentqualität (SQR) hergeleitet und umgesetzt werden. Darüber hinaus variierte das Ausmaß, in dem biologische Daten in Rahmenwerke integriert wurden, äußerst stark und reichte in Bezug auf die Bewertung von Baggergut von „keine Integration“ (z. B. Belgien und Italien) bis zu „Teil des Systems zur Entscheidungshilfe“ (z. B. Niederlande und Vereinigtes Königreich). Zwischen 2003 und heute können sich die Rahmenbedingungen für die Entscheidungsfindung in den Ländern aufgrund neuer Informationen über SQR, neuer Analysemethoden oder durch unterschiedliche politische Anreize geändert haben. Der Workshop wurde

initiiert, um festzustellen, ob das Thema der Bewertung der Sedimentqualität – ex und in situ – weiterhin ein relevantes Thema ist.

## ZIEL

Die Ziele des Workshops waren (1) der Vergleich bestehender regionaler oder nationaler Regelungen im Hinblick auf ihre Komponenten, die Entscheidungsfindung und die Konsequenzen für die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten und (2) der Austausch von Erfahrungen und Schwierigkeiten mit den unterschiedlichen Rahmenwerken.

## HINTERGRUND

Dieser Workshop wurde in Zusammenarbeit des Europäischen Sedimentnetzwerks SedNet ([www.sednet.org](http://www.sednet.org)) und dem INTERREG-Projekt „Sullied Sediments“ organisiert und zielt darauf ab, ein verbessertes Rahmenwerk für die Bewertung von Sedimenten zu entwickeln und derzeit nicht regulierte Chemikalien auf der Beobachtungsliste zu berücksichtigen.

## TEILNEHMER/-INNEN

Am Workshop haben teilgenommen:

Nachname	Vorname	Zugehörigkeit	Land	Interessensgebiet / Expertise	
				Umgebung	in situ / ex situ?
Vanacker	Goedele	OVAM	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
van de Wiele	Katrien	OVAM	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
Teuchies	Johnny	Univ. Antwerpen	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
Hetjens	Hanne	Univ. Antwerpen	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
Bervoits	Lieven	Univ. Antwerpen	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
van Gestel	Stien	AECOM	Belgien	Süßwasser	in situ/ex situ
Bataillard	Philippe	BRGM	Frankreich	Süßwasser	in situ/ex situ
Krüger	Frank	HPA	Deutschland	Süßwasser/Meeresgewässer	ex situ
Kramer	Annette	HPA	Deutschland	Süßwasser/Meeresgewässer	ex situ
Roeper	Henrich	HPA	Deutschland	Süßwasser/Meeresgewässer	ex situ
Oing	Katja	HPA	Deutschland	Süßwasser/Meeresgewässer	ex situ
Carls	Ilka	Behörde für Umwelt und Energie	Deutschland	Süßwasser	in situ
Breitung	Vera	BfG	Deutschland	Süßwasser und Meeresgewässer	ex situ
Hoess	Sebastian	ECOSSA	Deutschland	Süßwasser	in situ/ex situ
Faetsch	Sonja	Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	Deutschland	Süßwasser	in situ/ex situ
Heise	Susanne	Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	Deutschland	Süß-/Brackwasser	in situ/ex situ
Romano	Elena	ISPRA	Italien	Meeresgewässer	ex situ
Ausili	Antonella	ISPRA	Italien	Meeresgewässer	ex situ
Pellegrini	David	ISPRA	Italien	Meeresgewässer	ex situ

Regoli	Francesco	Università Politecnica delle Marche	Italien (Ancona)	Meeresgewässer	ex situ
Wensveen	Marco	Port of Rotterdam	Niederlande	Brackwasser	ex situ
Postma	Jaap	Ecofide	Niederlande	Meeresgewässer	ex situ
Castro Uranga	Raul	AZTI	Spanien (Pasaia)	Meeresgewässer	ex situ
Casado	Carmen	Oekotoxzentrum	Schweiz	Süßwasser	in situ
Mason	Claire	CEFAS	Vereinigtes Königreich	Meeresgewässer	ex situ
Rotchell	Jeanette	University of Hull	Vereinigtes Königreich	Süßwasser	in situ/ex situ

## STRUKTUR DES WORKSHOPS

Um den Vergleich verschiedener Rahmenwerke zu erleichtern, wurden alle Teilnehmer/-innen gebeten, ihre regionalen/nationalen Rahmenwerke auf die zur Verfügung gestellten Daten anzuwenden, und zwar anhand einer fiktiven Fallstudie, dem „Fluss Nimrodel“ (siehe Anhang). Die bereitgestellten Daten sollten 3 verschiedene Sedimente darstellen:

Sediment/Baggergut (DM)A: hoher Gehalt an mittlerem Sand (56 %), hohe Konzentration an Schwermetallen (insbesondere Cd) in der Feinfraktion, aber Cd, Hg und Ni hoch in der Gesamtfraktion. Hohe Konzentrationen von PAK, PCB und DDX und Dioxinen.

Sediment/DM B: Feiner als Probe A (30 % weniger als 20 µm; 30 % 200–360 µm); geringere Konzentrationen von Schwermetallen in der Feinfraktion, aber höhere Konzentrationen für As und Zn in der Gesamtfraktion. Mittlere Konzentrationen von PAK und PCB, DDX und Dioxinen. Höchste Konzentrationen von HCB und Hexachlorbutadien sowie TBT-Sn.

Sediment/DM C: Sehr feines Material (65 % in der Fraktion unter 20 µm). Schwermetallkonzentration in der Feinfraktion, abgesehen von hohen Zn-Konzentrationen, ähnlich wie in Sediment B. Pb-Konzentrationen in der Gesamtfraktion aller Proben am höchsten. Die Konzentrationen organischer Schadstoffe sind gering, mit Ausnahme von TBT und Hexachlorbutadien. Zur besseren Übersicht fasst Tabelle 1 die Tendenz in der chemischen Zusammensetzung zusammen, das Farbschema bezieht sich auf die relativen Konzentrationen in den 3 Proben.

**Tabelle 1: Übersicht über die relative Kontamination in den verschiedenen Proben**

	Probe A	Probe B	Probe C
Hauptkorngrößenfraktion(en)	200–630 µm (56 %)	< 20 µm (31 %); 200–630 µm (35 %)	< 20 µm (65 %)
Metalle in der Fraktion < 20 µm			
Metalle in der Gesamtfraktion			
PAK, PCB, DDX, Dioxine			
HCB			
TBT-Sn			

Die zur Verfügung gestellten Daten wurden verwendet, um verschiedene Bewertungsansätze zu demonstrieren. Die Ergebnisse in Bezug auf die jeweiligen Managemententscheidungen wurden verglichen.

## DIE VERSCHIEDENEN RAHMENWERKE

### FLANDERN / BELGIEN\_SÜSSWASSER, IN SITU

Es werden drei verschiedene Bewertungssysteme für Süßwasser/in situ angewandt, von denen derzeit nur VLAREM und VLAREBO implementiert werden:

- (a) VLAREM: Verwendung der bestehenden Umweltqualitätsstandards für Sedimente. Die gemessenen chemischen Konzentrationen werden in Bezug auf die Korngröße und den Gehalt an organischer Substanz korrigiert (c). Anschließend werden sie mit einem Referenzsediment ( $\mu$ ) verglichen. Die Klassifikation basiert auf der Abweichung vom Referenzmaterial. Die Klassen werden gemäß dem Logarithmus des Quotienten ( $c/\mu$ ) definiert. Die Klassen werden wie folgt festgelegt:

Qualitätsklasse	Log-Index	Klassenbeschreibung
1	< 0,4	keine Abweichung von Referenz
2	0,4 – < 0,8	leichte Abweichung von Referenz
3	0,8 – < 1,2	Abweichung von Referenz
4	1,2 < 4	starke Abweichung von Referenz

Daher bezieht sich die Klasse 4 auf einen Anreicherungsfaktor von 15,8 bis weniger als 100. Die Entscheidung über die endgültige Klasse wird in einer One-Out-All-Out-Entscheidung getroffen.

Diese Messungen sind Teil eines Monitoring- und Bewertungsrahmens gemäß der Triadenmethode. Dennoch werden die ökotoxikologischen und biologischen Daten nicht für regulatorische Zwecke verwendet.

Bei den aktuellen Beispielen wären Standort A und B als Klasse 4 und Standort C als Klasse 1 betrachtet worden.

- (b) Schwellenwerte: basierend auf einer Kombination aus Chemie, Biologie und Toxikologie (Laut de Deckere, De Cooman [2]) werden chemische Qualitätskriterien auf der Grundlage biologischer Effekte bestimmt.

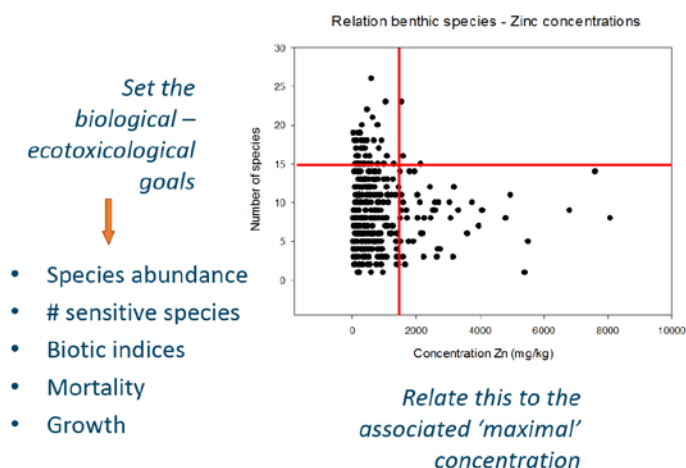


Abbildung 1 Ableitung von ökotox-basierter SQK (Folie L. Bervoets)

Mit dieser Berechnungsmethode werden derzeit neue Schwellenwerte für Sedimente für Flandern entwickelt. Sie basieren auf dem Verhältnis eines (von De Pauw and Heylen [3] beschriebenen) biotischen Indexes („Sediment Biotic Index“) und Schadstoffkonzentrationen. Sie werden genutzt, um zu entscheiden, ob weitere Untersuchungen erforderlich sind.

(c) Wiederverwendung als Erde (VLAREBO)

In diesen Szenarien wäre aufgrund hoher PCB- (Fall A) und Schwermetallkonzentrationen (in der Gesamtfraktion) keine Wiederverwendung zulässig: Cd und Hg an Standort A; Cd und Zn an den Standorten B und C.

---

FLANDERN / BELGIEN\_SÜSSWASSER, IN SITU – SPEZIELL FÜR DEN PORT OF ANTWERP  
„ECODOCKS“

Das Ziel dieses in der Entwicklung befindlichen Ansatzes ist es, einen guten chemischen Zustand in der Umgebung der Antwerpener Hafenanlage zu erreichen und bei Managemententscheidungen zu unterstützen. Die Grundlage ist ein mathematisches Risikomodell. Auf der Grundlage umfangreicher Datensätze werden die Schadstoffflüsse und die Auswirkungen von Baggerarbeiten und der Schifffahrt auf die Dynamiken der Schadstoffe berechnet. Ein Expositionsmodell ermöglicht die Berechnung von Veränderungen in Wasser- und Sedimentkonzentrationen (Abb.1). Ein weiteres Thema ist die Speziation von Metallen, um den ökotoxikologischen Risiken besser gerecht zu werden. Biotestverfahren sind kein Teil des Ansatzes.

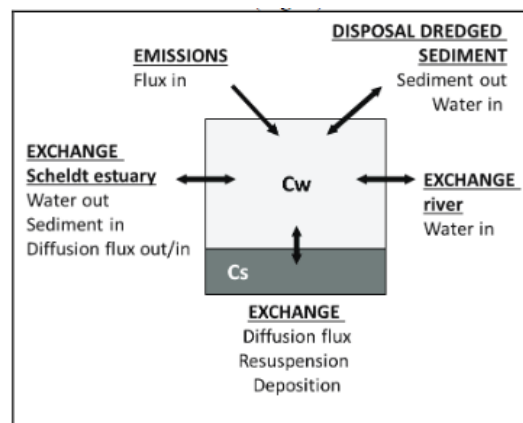


Abbildung 2 Berechnete Ströme innerhalb des Expositionsmodells (Teuchies et al. 2015; SedNet-Konferenz Krakau)

Der „Ecodocks“-Ansatz geht über die Sedimentprobe hinaus, da er auch die spezifische Geografie und Hydrologie des Interessensgebietes, die Ausbreitung von Schadstoffen (z. B. als Folge von schifffahrtsbedingten Baggerarbeiten) und auch die Speziation von Metallen berücksichtigt. Seine Absicht ist eine integrierte Risikobewertung zur Priorisierung von Sedimenten und Maßnahmen.

Im Hinblick auf das Szenario wurde das „Ecodocks“-Modell nur auf Sediment A (stark kontaminiert) angewendet, mit der zusätzlichen Bedingung, dass 1.000 m<sup>3</sup> Sediment durch einen Schleppkopf-Hopperbagger entfernt werden (nautisches Ausbaggern). Das Programm würde die folgenden Informationen liefern:

- Sediment A würde einen Hotspot für einige Schadstoffe innerhalb der bereits kontaminierten Hafenanlage und im Vergleich zur Scheldemündung darstellen. Lokale ökotoxikologische Effekte wären zu erwarten.
- Die Freisetzung in das Oberflächenwasser wäre äußerst begrenzt. Dies wäre auch bei der Resuspension (Wiederaufwirbelung) durch den Schiffsverkehr der Fall.
- Die Schadstoffe würden nicht in die Scheldemündung verteilt werden.
- Die Auswirkungen der Baggerarbeiten wären begrenzt. Dies würde zur Entfernung von Schadstoffen führen, von denen 0,1 % aufgrund von Entwässerungsprozessen wieder in das Wasser eingeleitet würden.

Es handelt sich also nicht um ein Instrument zur Klassifizierung von Sedimenten, sondern um einen maßgeschneiderten Ansatz zur Durchführung einer Risikobewertung von Sedimenten.

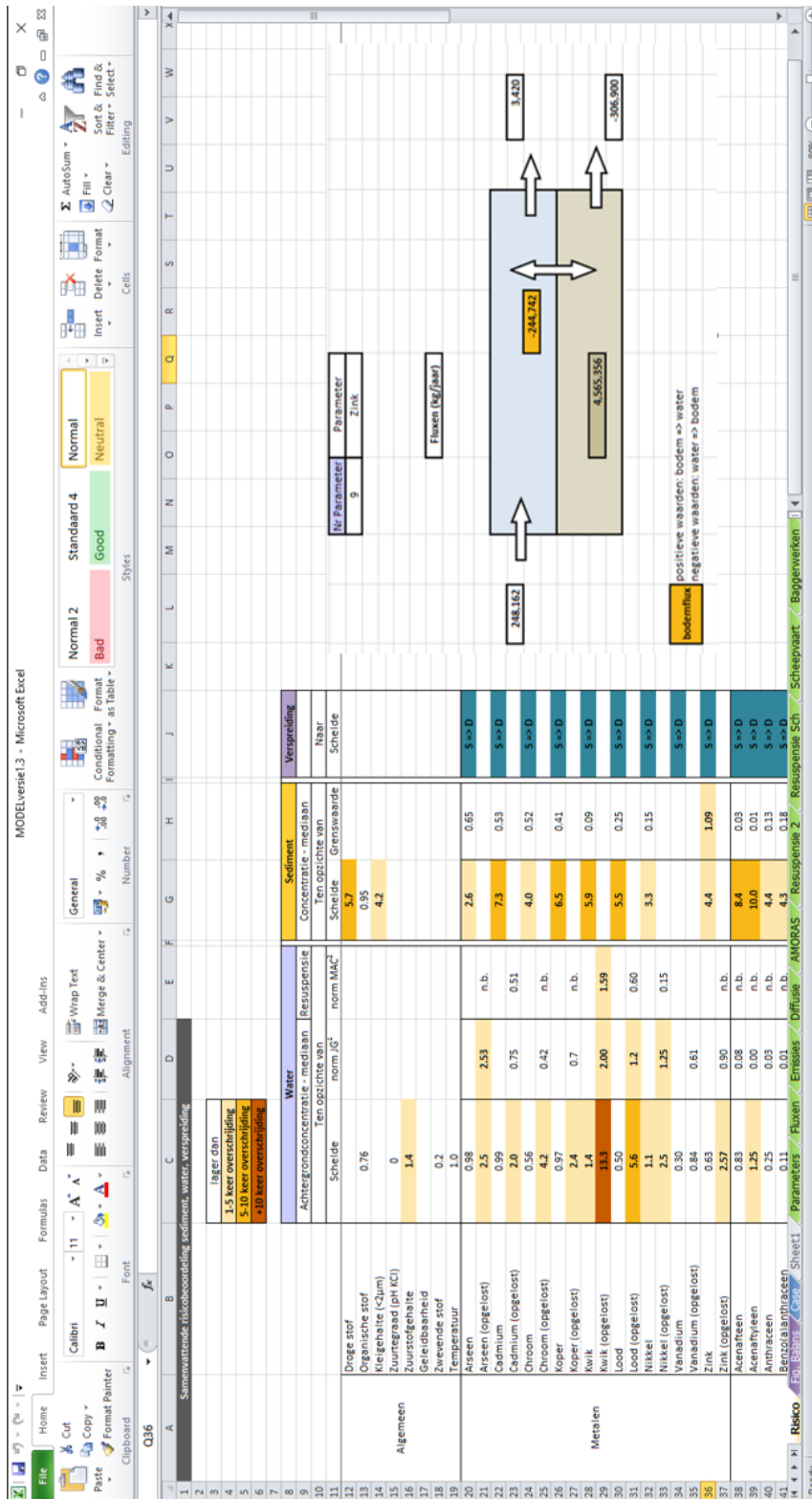


Abbildung 3: Ansicht des „Ecodocks“-Modells. Folie zur Verfügung gestellt von Johnny Teuchies während des SuSe-SedNet-Workshops.

## FRANKREICH\_UMWELTGESETZBUCH, SÜßWASSER UND MEERESGEWÄSSER, EX SITU

Bei der **Sedimentbaggerung oder -umlagerung** sind in einem ersten Schritt folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- **Zwei Schafstofflisten**, einschließlich Grenzwerte zur Bewertung der chemischen Qualität des Sediments (Massengehalt) für Spurenelemente (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn), PCB (Summe und/oder jeweils 7 PCB einzeln genommen), PAK (Summe von 16 PAK der US EPA – nur für frisches Sediment) und TBT (nur für Meeressedimente) [4]. **Diese Listen sind in Frankreich als die „S1“-Kriterien für Süßwassersedimente und als die „N1“- und „N2“-Kriterien für Meeressedimente bekannt.**
- **Die Sedimentmenge, die während der Operation bewegt wird** (in m<sup>3</sup> oder m<sup>3</sup>/Jahr – Unterschiede existieren je nach Meeresküste (Atlantik oder Mittelmeer)) und, bei Flüssen und Kanälen, der Länge des Gebietes, das gebaggert werden soll [5].
- **Die Entfernung zwischen der Operation und einem möglichen Aufzuchtgebiet von Muscheln.**
- **Der Status des Standorts, an dem die Operation ausgeführt wird** (z. B. Natura 2000).

Das Schicksal des Baggerguts im Meer hängt von der Überschreitung der Sedimentqualitätskriterien N1 und N2 für chemische Verbindungen (Metalle, PCB, TBT) ab. Diese „N“-Kriterien definieren die Überschreitung der Hintergrundwerte, die aus statistischen Analyseproben abgeleitet wurden. Wenn N1 nicht überschritten wird, können Bagger- und Umlagerungstätigkeiten ohne weitere Studien genehmigt werden. Wenn die Werte zwischen N1 und N2 liegen muss eine ausführlichere Analyse durchgeführt werden und das Material wird auf seine Ökotoxizität getestet.

Wenn N2-Werte überschritten werden, sollten keine Umlagerungstätigkeiten durchgeführt werden, es sei denn, es sei denn, ihre Auswirkungen auf die Umwelt sind von allen Optionen die am wenigsten schädliche. Dies erfordert eine eingehende Analyse.

Die den N-Grenzen gegenüberstehenden S1-Werte basieren auf ökotoxikologischen Daten. Sie werden auf Süßwassersysteme angewandt.

Ökotoxikologie: Für die **Umlagerung in Flüssen** wird häufig der *Brachionus calyciflorus* von Interessenvertretern wie den „Voies Navigables des France“ (VNF) und der „Compagnie nationale du Rhône“ (CNR) verwendet, um die Gefährlichkeit der Sedimente zu beurteilen. Die VNF integriert dieses Biotestverfahren in ein größeres Protokoll, das auf der Berechnung des QSM basiert, einem Indikator für den Grad der Mehrfachkontamination der Sedimente, abgeleitet von MacDonald et al. (2000) [6] (Abbildung 4) ([7], persönliche Mitteilung VNF).

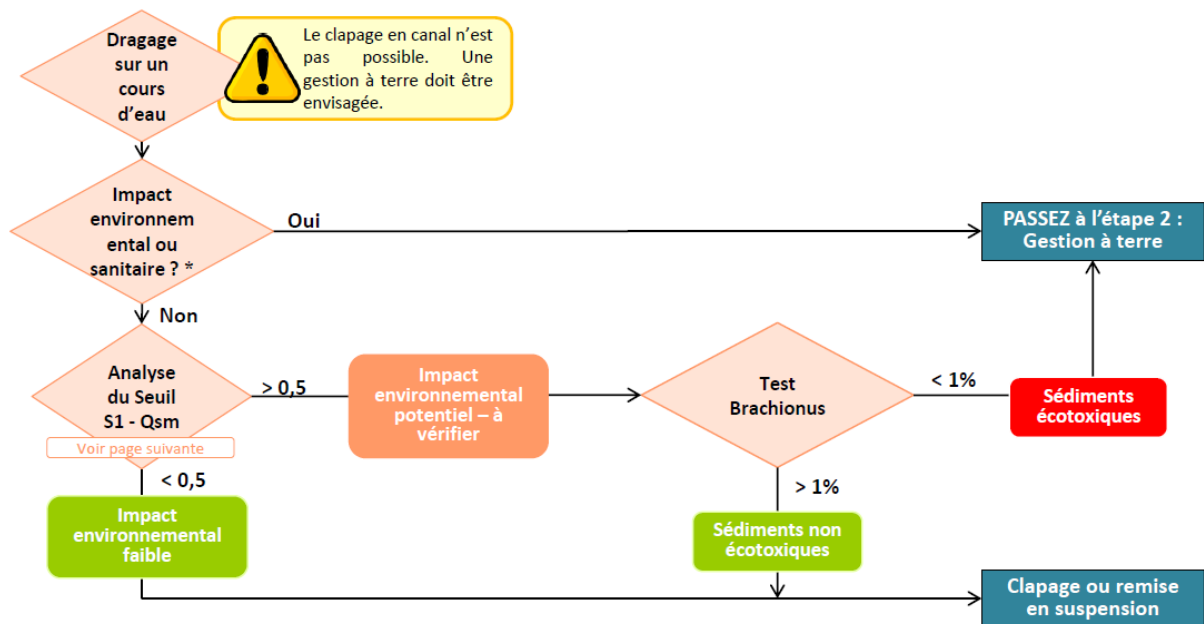


Abbildung 4: Das VNF-Verfahren, das das Brachionus-calyciflorus-Biotestverfahren und den QSM verwendet, um zu entscheiden, ob eine Umlagerung im Fluss möglich ist oder nicht (Abb. von P. Battaillard)

Bei der Verklappung im Meer werden microtox® und Biotestverfahren basierend auf Muscheln (*Bivalvia*), Ruderfußkrebse (*Copepoda*) und Schlickkrebse (*Corophium*) zur Bewertung der Gefährdung eingesetzt [8]. Wie bei Flüssen sind diese Tests in ein globales Verfahren eingebunden, das die Berechnung eines Risikowertes ermöglicht. Dieses Verfahren ist in Frankreich weit verbreitet und kann als ein nationales Instrument betrachtet werden, das in jedem Hafen des Landes eingesetzt wird. Alle diese Instrumente (Flüsse und Häfen) verwenden die oben genannten Schwellenwerte S1, N1 und N2 als Auslösewerte.

#### FRANKREICH\_SÜSSWASSER, IN SITU (IN ENTWICKLUNG)

Derzeit wird ein 3-Stufen-Ansatz entwickelt, der ökotoxikologische Daten in größerem Umfang integriert und der eine genauere Charakterisierung der Gefährdung von Frischwassersedimenten ermöglichen soll (Marc Babut, IRTSEA). Dieser Ansatz zielt auf das Management von kontaminiertem Sediment und/oder die Bewertung der Umweltfolgen von (umweltbedingten) Baggerarbeiten ab.

In den meisten Fällen innerhalb der Entscheidungsmatrix wird auch Schritt 2 ausgeführt (es sei denn, die Toxizität ist in Schritt 1 sehr gering oder sehr hoch). Wenn nur eine der Beweislinien (Bioakkumulation, Biotest-Reihe oder IOBS (Index der Diversität von Oligochaeta)) auf Toxizität hinweist, gilt das Sediment als gefährlich. Auf der Grundlage der integrierten Bewertung dieser Kriterien werden entweder Arbeiten durchgeführt, eine detailliertere Analyse ist notwendig oder die Bewertung wird eingestellt und andere Managementoptionen werden in Betracht gezogen.



Tabelle 2: Konzept einer neuen Methode zur Charakterisierung der Gefährdung von Süßwassersedimenten (Original: M. Babut, IRTSEA, Übersetzung von Philippe Bataillard, abgeändert von S. Heise) (*kursiv, lila: Auslegungskriterien*)

Schritte in chronologischer Reihenfolge	Schritte	Bioakkumulation	Kontamination	Ökotoxizität für benthische Fauna	Auswirkungen auf die Makrofauna und die benthische Lebensgemeinschaft	
	0 – Vorbereitungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sammlung und Zusammenfassung von verfügbaren Daten und Informationen</li> <li>➤ Anpassung: Berücksichtigung spezifischer Managementoptionen des Projekts und frühzeitige Abstimmung mit dem Betreiber und den regulären Behörden</li> <li>➤ Untersuchungsplan: legt die zu messenden Variablen (Schadstoffanalyse; Biotestverfahren), die Anzahl und den Ort der Proben fest und berücksichtigt die leicht verfügbaren Daten.</li> </ul>				
	Schritt 1: Screening	Analyse von prioritären und kontextabhängigen Substanzen (Schüttsediment ≤ 2 mm)		<b>Reihe von Biotestverfahren:</b> Test an Fadenwürmern (Nematoden), Muschelkrebse (Ostrakoden) und Bakterien, um Fehler vom Typ II aufgrund der Variation der Bioverfügbarkeit oder des Vorhandenseins anderer nicht analysierter Schadstoffe zu reduzieren		
		<i>EQS-Schwellenwert auf Biota übertragen</i>	<i>Prädiktive Kontaminationsschwelle für ökotoxikologische Effekte</i>	<i>Schwellenwert und Indices der Ökotoxizität</i>		
	Schritt 2: ausführlicher Bewertung	Analyse bioakkumulativer Schadstoffe in lokalen oder eingesperrten Organismen (Oligochaeta, Chironomidae, Gammarus)		<b>Reihe von Biotestverfahren:</b> Messung verschiedener Merkmale in Bezug auf das Überleben und die Vermehrung von Zweiflüglern (Diptera), einem Krebstier und einem Wenigborster (Oligochaeta).	<b>IOBS – Index</b> Toxische Effekte, die auf Ebene der Oligochaeta-Gemeinschaft gemessen werden, und Zersetzung von organischer Substanz.	
		<i>EQS-Biota oder Gewebe-Toxizitätsschwelle</i>		<i>Ebene der biologischen Bedeutung</i>	<i>Qualitätsklassen</i>	

#### ITALIEN\_MEERESGEWÄSSER, EX SITU

(FRANCESCO REGULI, DAVID PELLEGRINI, ELENA ROMANO, ANTONELLA AUSILI, MIT BEITRÄGEN VON ANDREA BARBANTI, CRISTIAN MUGNAI)

Es werden zwei verschiedene Bewertungssysteme für die Bewertung der Sedimentqualität in Übereinstimmung mit zwei unterschiedlichen Vorschriften angewandt:

- 1) Ein Gesetz für Sedimentbaggerungen an Standorten von nationaler Bedeutung (stark anthropogen beeinflusste Meeresgebiete): Die Managementoptionen für gebaggerte Meeressedimente basieren auf einem integrierten chemisch-physikalischen und ökotoxikologischen Ansatz. Für die Bewertung der Sedimentqualität wurden spezifische chemische Werte definiert, die auf ökotoxikologischen Effekten basieren und dem Probability Effect Level (Effekt-Wahrscheinlichkeits-Level, PEL) gemäß internationaler

Literatur entsprechen [9-12]. Drei verschiedene Optionen für das Sedimentmanagement, basierend auf den Analyseergebnissen und den ökotoxikologischen Reaktionen, können in Betracht gezogen werden: Verklappung im Meer (d. h. Strandaufschüttung etc.), Verklappung an Land oder Verklappung in einer eingeschränkten Verklappungseinrichtung.

- 2) Eine Verordnung über Methoden und technische Kriterien für die Genehmigung der Verklappung von gebaggerten Meeressedimenten im Meer in den anderen Gebieten: Sie legt Kriterien und methodische Verfahren für die Charakterisierung der Baggersedimente, die Klassifizierung der Sedimente und die Identifizierung geeigneter Managementoptionen und die Überwachung (Monitoring) fest. Die wichtigsten Neuerungen waren u. a. (1) der Weight-of-Evidence-Ansatz (WOE, evidenzbasierte Analyse) zur Gefährdungsbeurteilung; (2) eine vorrangige Rolle der Ökotoxikologie bei der Charakterisierung; (3) 5 Sedimentqualitätsklassen und entsprechende Umweltmanagementoptionen.

Eine vereinfachte chemische Charakterisierung von Sedimenten ist nur für einige Gebiete (Küstengebiete oder Flussmündungen, kleine Häfen usw.) erlaubt, die bereits eine geringe bis nicht vorhandene Toxizität aufweisen. In allen anderen Fällen muss eine große Menge an Schadstoffen (Schwermetalle, PAK, Kohlenwasserstoffe > 12 C, Pestizide, TBT, PCB, PCDD/F+PCB (T.E.)) zusammen mit der ökotoxikologischen Analyse analysiert werden.

Die chemische Klassifizierung basiert auf dem Vergleich der gemessenen Konzentrationen und vordefinierten Referenzwerten L1 und L2. Der chemische Gefahrenquotient (HQ<sub>C</sub>) basiert auf der Abweichung vom Referenzwert. Er berücksichtigt die Toxizität eines Schadstoffs und reicht von nicht vorhanden bis sehr hoch.

Ecotoxicological hazard	Chemical hazard	Quality classes
Absent	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Negligible	A
	Slight ≤ HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Moderate	B
	HQ <sub>C</sub> (L2) = High	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) > High	D
Gerin Slight	HQ <sub>C</sub> (L1) ≤ Slight	A
	HQ <sub>C</sub> (L1) ≥ Moderate and HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Slight	B
	Moderate ≤ HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ High	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) > High	D
Moderat moderate	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Slight	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) ≥ Moderate	D
≥ Hoch ≥ High	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Slight	D
	HQ <sub>C</sub> (L2) ≥ Moderate	E

Abbildung 5: Sedimentcharakterisierung gemäß dem integrierten italienischen Ansatz (aus Onorati et al., SedNet-Konferenz Genf, 2017).

Die ökotoxikologische Charakterisierung basiert auf einer Batterie von Bioassays (mindestens drei Organismen aus verschiedenen taxonomischen Gruppen: Bakterien, Algen, Krebstiere, Muscheln, Seeigel (Echinoidea)). Die Ergebnisse ökotoxikologischer Analysen werden als Ganzes auf der Ebene der „Reihe“ (nicht des einzelnen Biotestverfahrens) bewertet, wobei die biologische Relevanz der gemessenen Effekte (Endpunkt), die statistische Signifikanz der gemessenen Ergebnisse, die Testbedingungen in Bezug auf die getestete Matrix und die Dauer der Exposition abgewogen werden.

Eine entsprechende Software (SediQualSoft 109.0®; Benedetti et al., 2012) wird verwendet, um die integrierte Klassifizierung abzuschließen und die Sedimente einer der fünf Qualitätsklassen zuzuordnen, die den verschiedenen Managementoptionen entsprechen:

- Klasse A: Aufschüttung, Verklappung im Meer unter eingeschränkten oder uneingeschränkten Bedingungen;
- Klasse B: Verklappung im Meer unter eingeschränkten oder uneingeschränkten Bedingungen;
- Klasse C: beschränkte Verklappung in Hafengebieten;
- Klasse D: beschränkte und versiegelte Verklappung;
- Klasse E: Entfernung aus Meeresumgebung.

**DEUTSCHLAND\_HABAB-WSV, SÜßWASSER, BUNDESWASSERSTRASSEN, EX SITU**

Laut der deutschen Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstraßen im Binnenland (HABAB-WSV 2017) wird das Sediment nicht absolut, sondern relativ zur Kontamination stromabwärts des Umlagerungsortes klassifiziert. Als Bezugsgröße wird der jüngste verfügbare Dreijahresmittelwert der Schadstoffkonzentrationen in Schwebstoffen an der nächstgelegenen Bezugsmessstelle (flussabwärts) verwendet. In der Bewertung werden drei Fälle unterschieden:

**Fall I**

Alle Analyseergebnisse liegen  $\leq$  dem 1,5-fachen des Bezugswertes: Umlagerung ist möglich.

**Fall II**

Mindestens eine relevante Schadstoffkonzentration  $>$  das 1,5-fache des Bezugswertes, alle Parameter sind  $\leq$  des 3-fachen des Bezugswertes: Umlagerung in der Regel möglich, wenn die umlagerungsbedingte Jahresfracht jedes Schadstoffs  $\leq 10\%$  der langjährigen mittleren Jahresfracht an der Bezugsmessstelle.

**Fall III**

Mindestens ein Parameter über dem 3-fachen des Bezugswertes oder die umlagerungsbedingte Jahresfracht ist für mindestens einen Parameter  $> 10\%$  der langjährigen mittleren Jahresfracht an der Bezugsmessstelle: Keine Umlagerung außer in besonders begründeten Einzelfällen unter Abwägung aller potenziellen Risiken.

Parallel zu den chemischen Untersuchungen sind ökotoxikologische Untersuchungen obligatorisch. Die Daten der biologischen Tests werden danach bewertet, wie viele Verdünnungsschritte notwendig sind, bevor die Toxizität auf unter 20 % reduziert wird (pT-Wert, Abb. 2). Auf der Grundlage dieser pT-Werte können die Materialien in Toxizitätsklassen eingeteilt werden, auf deren Grundlage Managemententscheidungen abgeleitet werden. Wenn ökotoxikologische Daten zu einer strikteren Entscheidung führen als chemische Daten (z. B. Umlagerung verbieten), sind weitere Untersuchungen erforderlich.

**Tabelle 3: pT-Werte und entsprechende Managemententscheidungen (modifiziert von BfG 2011; HABAB-WSV 2017).**

Höchste Verdünnungsstufe mit Effekt	Verdünnungsfaktor	pTmax-Wert	Toxizitätsklassen		Ergebnis	Klassifizierung
Original	$2^0$	0	0	Keine messbare Toxizität	Material nicht oder nur wenig	Umlagerung möglich
1:2	$2^{-1}$	1	I	Sehr geringe Toxizität		
1:4	$2^{-2}$	2	II	Geringe Toxizität		
1:8	$2^{-3}$	3	III	Mittlere Toxizität	Material kritisch belastet	Umlagerung nach Einzelfallentscheidung möglich
1:16	$2^{-4}$	4	IV	Erhöhte Toxizität		
1:32	$2^{-5}$	5	V	Hohe Toxizität	Material gefährlich belastet	Keine Umlagerung, außer in besonders begründeten Einzelfällen unter Abwägung aller potenziellen Risiken
$\leq (1:64)$	$\leq 2^{-6}$	$\geq 6$	VI	Sehr hohe Toxizität		

**DEUTSCHLAND\_GÜBAK, KÜSTEN-/MEERESGEWÄSSER, WASSERSTRASSEN- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES, EX SITU**

In Deutschland gibt es die „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut im Küstenbereich“ (GÜBAK-WSV, 2009), die solange angewandt wird, bis eine bis eine derzeit diskutierte Revision in Kraft tritt.

Die GÜBAK gibt an, welche Daten vor der Entscheidung über die Umlagerung von Baggergut in Meeresgewässer gesammelt werden müssen, aber sie bleibt vage, wie die endgültige Entscheidung auf der Grundlage chemischer, biologischer und ökotoxikologischer Daten getroffen wird. Bezugswerte werden als „Richtwerte“ und nicht als strikte „Schwellenwerte“ betrachtet.

Nach der GÜBAK müssen chemische und ökotoxikologische Analysen durchgeführt werden, es sei denn, das Material besteht aus natürlicher Erde oder besteht zu mehr als 90 % aus Sand oder aus grobem Material (> 63 %).

Es sind keine chemischen und ökotoxikologischen Analysen erforderlich, wenn keine Kontamination am Standort zu erwarten ist (eine Gefährdung kann ausgeschlossen werden) und die Menge des Baggergutes weniger als 10.000 t/a (getrocknete Substanz) beträgt.

Bei der Probeentnahme müssen die Größe des Baggerbereichs, das Volumen des Baggerguts und die horizontale und vertikale Variation der Schadstoffintensität am Flussbett berücksichtigt werden. Die Probenanzahl hängt vom Gesamtvolumen ab. Proben müssen einzeln analysiert werden und nur in speziellen Fällen ist eine Analyse von kombinierten Proben möglich. Für jede Baggerarbeit wird eine ökotoxikologische Bewertung durchgeführt. Biotestverfahren sind jedoch nicht obligatorisch. Wenn plausibel ist, dass eine ökotoxikologische Gefährdung ausgeschlossen werden kann (z. B. aufgrund fehlender Schadstoffquellen), müssen keine Biotestverfahren durchgeführt werden.

Die Richtwerte leiten sich aus den Schadstoffkonzentrationen in Wattenmeer- und küstennahen Sedimenten der Nordsee und Ostsee ab. R (Richtwert) 1 entspricht dem 90. Perzentilwert der gegenwärtigen regionalen Belastung. R2 erhält man, indem man R1 mit dem Faktor 3 multipliziert. Die einzige Ausnahme ist TBT (definierte Richtwerte). In der Bewertung werden drei Fälle unterschieden:

#### Fall I

Analyseergebnisse unter R1 oder erreichen sie: Dieses Material entspricht dem Belastungszustand im Küstennahbereich. Prüfung der Möglichkeit einer Verwendung oder Verwertung, Ablagerung unter Berücksichtigung der physikalischen und biologischen Auswirkungen.

#### Fall II

Analyseergebnisse zwischen R1 und R2: Dieses Material gilt als mäßig höher belastet als Sedimente des Küstennahbereichs (mind. ein Parameter > R1, kein Parameter > R2). Prüfung der Möglichkeit einer Verwendung oder Verwertung, Erstellen einer umfassenden Auswirkungsprognose. Wenn nötig zu Fall III übergehen. Weitere Überwachung erforderlich (Fisch, Benthos). Prüfung von Maßnahmen zur Reduzierung von schädlichen Umweltauswirkungen.

#### Fall III

Analyseergebnisse über R2: Dieses Material gilt als deutlich höher mit Schadstoffen belastet als Sedimente des Küstennahbereichs (mind. ein Parameter > R2). Maßnahmen wie im Fall II und zusätzlich Prüfung der Herkunft der Schadstoffbelastung und wenn nötig Beseitigung. Prüfung einer sicheren Verklappung (Landablagerung) und Behandlungsmöglichkeiten.

In Fall III sind biologische Tests obligatorisch. Diese Tests dienen dazu, die Toxizität des Baggerguts zu ermitteln. Qualifizierte Tests sind der Marine Algentest, der Leuchtbakterientest und der Akute Amphipodentest. Der pT-Wert ist das Ergebnis des empfindlichsten Organismus innerhalb einer Testpalette gleichrangiger Biotestverfahren.

Biotestverfahren werden neben anderen Kriterien für die Entscheidungsfindung für eine Verklappungsoption verwendet. Die Klassifizierung in Toxizitätsklassen erfolgt analog zu Tabelle 3. Toxizitätsklassen 0 bis II werden als unbedenklich eingestuft. Höhere Ergebnisse sind in der Auswirkungsprognose zu berücksichtigen; in diesen Fällen ist den möglichen Ursachen der erhöhten Toxizität nachzugehen.

Neben der HABAB und der GÜBAK sind für die Bewertung der Zulässigkeit der Umlagerung von Baggergut in deutschen Wasserstraßen und Küstengebieten Sonderregelungen und Vereinbarungen mit Kommunen und Ministerien (je nach Umlagerungsort) entscheidend.

---

#### NIEDERLANDE\_SÜSSWASSER UND MEERES-/KÜSTENGEWÄSSER, EX SITU

In Übereinstimmung mit den EU-Vorschriften wird Erdaushub und Baggergut als Abfallmaterial betrachtet, während In-situ-Sedimente und -Erde unter die Gesetzgebung in Sachen Wasserbewirtschaftung fallen. Das niederländische „Soil Quality Decree“ (zu Deutsch in etwa Bodenqualität-Dekret), das die EU-Wasserrahmenrichtlinie und die EU-Abfallrahmenrichtlinie umsetzt, regelt jedoch die nutzbringende Verwendung (auf Böden oder in Wassersystemen) von Erdaushüben und Sedimenten.

Es gibt zwei Möglichkeiten:

1) Wenn Sediment aus schiffahrtsbedingten Gründen gebaggert werden muss: Es wird nur die chemische Analyse genutzt, um den Umlagerungsort (im Meer, in Süßwasser, an Land oder in geschlossenen Lagereinrichtungen) zu berücksichtigen. Zur Regulierung durch den ZBT – Zoute Bagger Toets (2007), der die frühere CTT-Richtlinie ersetzt – genutzte Prüfwerte. Seit 2008 wurde der ZBT in das „Soil Quality Decree“ integriert. Das „Soil Quality Decree“ enthält im Gegensatz zum ehemaligen CTT keine biologischen Testverfahren.

2) Wenn keine andere Gründe zutreffen, werden Sedimente im Prinzip nicht entfernt, da sie als wesentliches Element der Flussbewirtschaftung angesehen werden und Probleme entstehen, wenn zu große Mengen entnommen werden.

Potenzielle Ausnahmen (Entfernung aus anderen als schiffahrtsbedingten Gründen; →Umweltbaggerungen), für die eine Leitlinie existiert, umfassen:

- Bei zu hohen chemischen Konzentrationen, die über den Schwellenwerten (und über dem Interventionsniveau) liegen, ist eine Genehmigung (Wasservorschriften) für das Ausbaggern erforderlich, um sicherzustellen, dass die Schadstoffe/kontaminierten Sedimente nicht (zu stark) im Wasserkörper verteilt werden.
- Werden die Ziele (chemische und ökologische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), menschlicher Konsum, Natur) nicht erreicht? Es ist wahrscheinlich, dass der Grund dafür kontaminierte Sedimente sind.
- Wenn durch das Ausbaggern das Interventionsniveau in der neuen Deckschicht überschritten wird, ist eine Überprüfung (Emissions-/Immissionstest) erforderlich, ob die neue Deckschicht zu einer „Verschlechterung“ führt oder nicht. (In fast allen Fällen ist die Schlussfolgerung, dass die neue Deckschicht keine Gefahr für die Wasserqualität darstellt.)

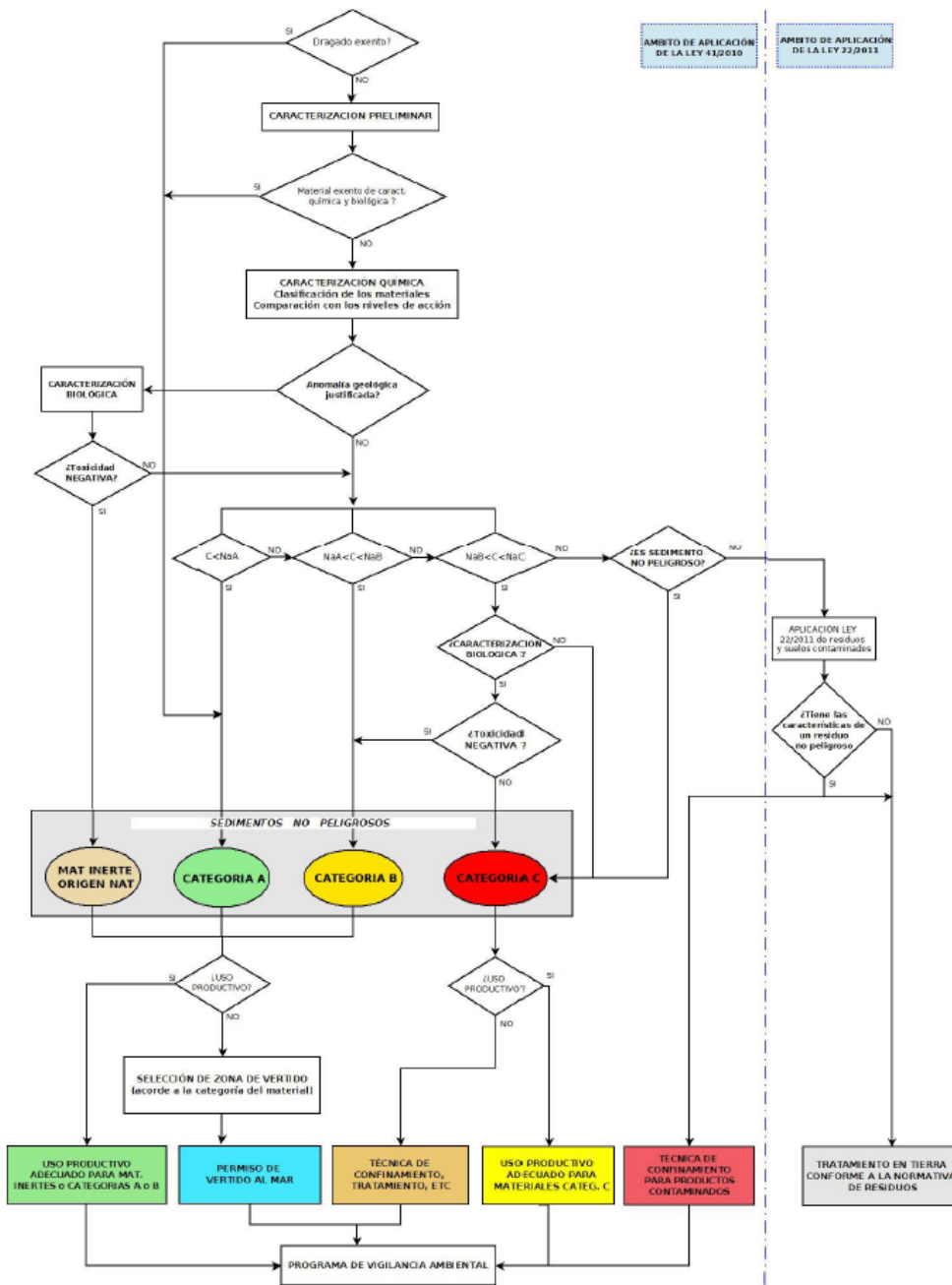
Für Manamentooptionen von Baggergut in der Meeresumwelt verwenden die Niederlande nur einen Satz von Auslösewerten, die sich aus den Hintergrundkonzentrationen ableiten, von denen einige richtungsweisend (Richtwerte) und andere strikt (Schwellenwerte) sind. Sie sind darauf ausgerichtet, entweder zu bestehen oder durchzufallen (Gesamtkonzentrationen; nicht auf Korngröße oder organischen Kohlenstoff standardisiert).

Im Gegensatz dazu erlauben Süßwasserkriterien die Einteilung der Sedimente in eine von 4 Klassen, wobei die chemische Konzentration auf organischen Kohlenstoff und Korngröße standardisiert ist.

---

#### SPANIEN\_DGMD (2017), MÜNDUNGS-/KÜSTENGEWÄSSER, EX SITU

Für Managementoptionen von Baggergut in der Meeresumwelt werden chemische Qualitätskriterien auf der Grundlage von 3 Auslösewerten, die aus den Hintergrundkonzentrationen abgeleitet werden, direkt in eine von 3 Klassen eingeteilt: A (freie Verklappung) und B (beschränkte Verklappung) können ins Meer umgelagert werden, aber C (wenn nicht durch ökotoxikologische Untersuchungen ausgeschlossen) sollte in geschlossenen Lagerstätten isoliert werden; die Behandlung an Land über die gesetzlichen Grenzwerte für ungefährliche Sedimente hinaus zu forcieren (Abbildung 6)1.



Es gibt eine weitere spezifische Referenz für die Sandstrandaufschüttung<sup>2</sup>.

## VEREINIGTES KÖNIGREICH\_KÜSTEN-/MEERESGEWÄSSER, EX SITU

<sup>1</sup> [https://www.miteco.gob.es/images/es/anexo\\_directrices\\_tcm30-435295.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/anexo_directrices_tcm30-435295.pdf)

<sup>2</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/costas/publicaciones/Instruccion%20Extracciones%20Arena%20rel2\\_tcm30-157025.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/publicaciones/Instruccion%20Extracciones%20Arena%20rel2_tcm30-157025.pdf)

Das Vereinigte Königreich erwägt die Einführung eines abgestuften Ansatzes. Abbildung 6 zeigt diesen Ansatz (basierend auf [13]), der im „High Level Review of Current UK Action Level Guidance“ [14] vorgeschlagen wurde.

Die derzeit verwendeten Auslösewerte wurden 1995 aus britischen Datensätzen für natürlich vorkommende Elemente auf der Grundlage von Expertenurteilen abgeleitet, die auf die Häufigkeitsverteilungen der Ergebnisse von Baggergutanalysen über mehrere Jahre hinweg angewandt wurden. Nominell zielt Auslösestufe 1 (cAL1) darauf ab, Hintergrundkonzentrationen widerzuspiegeln, und Auslösestufe 2 (cAL2) darauf, umweltschädliche Konzentrationen widerzuspiegeln. Im Hinblick auf die Überschreitung der AL wird ein Weight-of-Evidence-Ansatz (WOE, evidenzbasierte Analyse) angewandt und nicht ein klares „Bestanden“ oder „Durchgefallen“.

Aufbauend auf dem gegenwärtigen Ansatz wird ein neuer abgestufter Ansatz in Erwägung gezogen. Die physikalische Analyse (z. B. Partikelgrößenanalyse), gefolgt von einer chemischen Analyse und dem Vergleich mit 2 Auslösestufen (cAL1 und cAL2) würde damit abgeschlossen. Konzentrationen unter AL1 werden als unbedenklich angesehen, und eine Verklappung im Meer ist möglich. Schadstoffkonzentrationen zwischen AL1 und AL2 erfordern weitere Überlegungen, wie z. B. den Vergleich mit historischen Werten, die Kenntnis der aufnehmenden Verklappungsstandorte und möglicherweise Nachweise aus ökotoxikologischen Tests. Eine Überschreitung der AL2-Ergebnisse bedeutet, dass die gemessenen Konzentrationen als umweltschädlich angesehen werden; die Bereitstellung zusätzlicher Beweise, wie z. B. Ergebnisse ökotoxikologischer Tests, die zeigen, dass dieses Material nicht schädlich ist, kann es jedoch ermöglichen, dieses Material im Meer zu verklappen, obwohl wahrscheinlich zusätzliche Minderungsmaßnahmen erforderlich sein werden, um den Schutz der Umwelt zu gewährleisten.

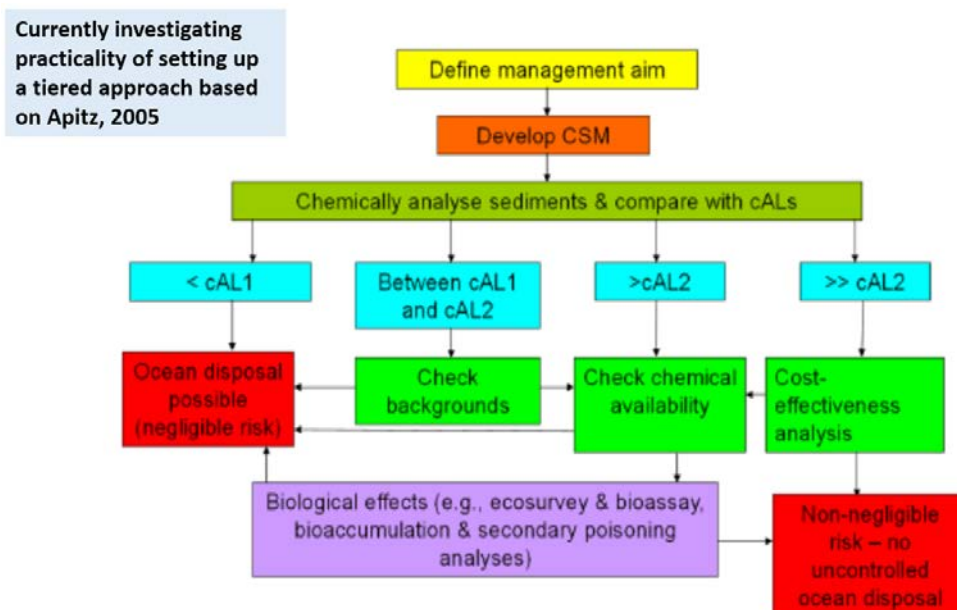


Abbildung 6: Entscheidungsrahmenwerk zu Baggergutmanagement im Vereinigten Königreich (Folie zur Verfügung gestellt von Claire Mason)

In der Schweiz wird derzeit ein neues Bewertungskonzept für In-situ-Sedimente entwickelt, um eine uniforme und professionelle Durchführungspraxis für Sedimentuntersuchungen von regionalen Gewässerschutzfachstellen (Kantone) zu unterstützen, die für die Umsetzung des Umweltmonitorings von Oberflächengewässern zuständig sind.

Das Bewertungskonzept stützt sich auf gemessene Umweltkonzentrationen in der Fraktion < 2 mm, obwohl es Empfehlungen für die Auswahl der Matrix für chemische Analysen entsprechend den Untersuchungszielen und den Sedimenteigenschaften gibt (Tabelle 4). Es wird eine Liste von 20 Substanzen für das Sedimentmonitoring vorgeschlagen, die nach den vorhandenen Monitoringdaten, Kontaminationsquellen und/oder Stoffeigenschaften priorisiert werden.

Die gemessenen Umweltkonzentrationen werden mit numerischen "Sediment Quality Guidelines" (EQS<sub>sed</sub>) verglichen, die aus ökotoxikologischen Daten und Hintergrundkonzentrationen abgeleitet werden. Die vorgeschlagenen Qualitätskriterien (EQS<sub>sed</sub>) sind weder eine numerische Anforderung noch rechtlich bindend (in Übereinstimmung mit Anlage 2 der Schweizer Gewässerschutzverordnung), erlauben jedoch die Klassifizierung von Sedimenten in fünf Qualitätsklassen. Aktuell wird ein mehrstufiger Ansatz diskutiert, um die Bioverfügbarkeit, Mischtoxizität und andere ökotoxikologische/biologische Werkzeuge zu integrieren.

**Tabelle 4: Prinzip der in der Schweiz vorgeschlagenen Methode für die In-situ-Bewertung der Sedimentqualität.**

Objective	Monitoring of sediment quality	Diagnosis: identifying the causes of known biological impairment	Assessment & monitoring of potential biological impairment at known hot spots	Trend monitoring	
<b>Problems to solve</b>	a) Obtain an overview of biological impact of sediment quality on a cantonal or regional scale, both spatially and temporally b) Find indication for biological impacts of sediment quality	a) Test for contribution of sediments to known ecological impairment (e.g. bad score in MSK modules)	a) Monitor the impact at identified hot spots (e.g. point-sources or known discharges) b) Prioritize sites on the basis of sediment quality c) Remediation planning and success control	a) Identify spatial and temporal trends of sediment contamination b) Prioritize sites based on chemical contamination	
<b>Type of assessment</b>	Ecotoxicological			Chemical	
<b>Matrix for analysis</b>	% sediment <63 µm in 2 mm fraction	< 5%	Assessment not recommended <sup>1</sup>		
		< 20%	< 2 mm	< 63 µm	
		20-80%		(< 63 µm or) 2 mm <sup>2</sup>	
		> 80%		2 mm <sup>3</sup>	
<b>Evaluation</b>	Classification of sediments into 5 classes through comparison with EQS <sub>sed</sub>			Classification by comparison with EQS <sub>sed</sub> or other established threshold <sup>4</sup>	

<sup>1</sup>Sampling sites with less than 5% fine fraction (<63 µm) are discouraged for sediment monitoring (EC 2010). <sup>2</sup>The fraction <2 mm can already identify point sources of pollution and spatial trends in sediment contamination when the sediment contains at least 20% fines (< 63 µm) but this may not hold true of all instances. <sup>3</sup>According to the results from field trials for sites that have high proportion of fines, the measurements are representative for the entire matrix, and hence results can be used for comparison to EQS<sub>sed</sub>. <sup>4</sup>For non-ionic substances EQS<sub>sed</sub> are normalized for organic carbon content, accounting for the matrix effect on bioavailability to some extent. Else, measured concentration values have to be compared with established thresholds from older measurements in the region.



ÜBERSICHT ÜBER LEITLINIEN, BEWERTUNGSGRUNDSÄTZE UND ENTSCHEIDUNGEN ÜBER FIKTIVE FALLBEISPIELE VON STANDORTEN

**Table 5: Overview over national guidelines, assessment principles and decision made on fictitious case sites**

Country	Name of the Guideline	legal status of framework	Freshwater / Marin	Incentive		Assessment principle	Triad or tiered?	With the intention of .....	Decision made on sediments in case study			Is dredging for environmental reasons in general (unrelated to the case study) considered/carried out?
				environmental quality (in situ)	dredging (ex situ)				A	B	C	
Belgium	VLAREM	Sediment EQS, implemented in Flanders	Freshwater	<i>in situ</i>		Sediment EQS and biotests (Ostracod, Thamno) and community data: chemical concentrations are corrected for concentration of organic material and grain size. Enrichment factors compared to a clean reference sediment are calculated. Depending on the enrichment factors (logIndex), quality classes are calculated (separation of classes not science based). One out, all out: The worst class decides.	Triad	assessing sediment quality in situ (Monitoring), no decisions on remediation are made.	4	4	1	considered but currently only in two regions carried out.
Belgium	Threshold 1	not implemented	Freshwater	<i>in situ</i>					".."	".."	".."	
Belgium	Threshold 2	in development	Freshwater	<i>in situ</i>					".."	".."	".."	
Belgium	Ecodocks	not implemented (only inside the Port of Antwerp)	Brackish (port of Antwerp)			Excel tool that combines existing information to get insight in fluxes and risks (ecotox and spreading), related to dredging, shipping, different source, etc.. Bioassays are not intended to be included, existing information is used to support decisions related to dredging, shipping, sluices, ...	integrated		not possible to compare, to specific			has been done once (for TBT)
Belgium	VLAREBO (reuse)	implemented			<i>ex situ</i>				".."	".."	".."	
France	Environmental code (Articles L and R214-1 et seq)	Implemented in France	Freshwater, marine		<i>ex situ</i>	The extent of the assessment depends on sediment quality (compared to SQC), mass of sediment concerned, distance between operation procedure and shellfish growing areas, proximity to environmentally protected areas. When it has been decided, that it should be dredged, the fate of the dredged material depends on the exceedance of SQC (N1, N2 for marine; 0.5*QSM and S1 for freshwater; McDonald et al. 2000). No exceedance: relocation in the river. Exceedance: Biotests. If these show hazardous properties: land disposal	Tiered	Deciding about dredging and fate of the DM	S1 and 0.5*QSM are exceeded. Before DM can be relocated, ecotox testing would be required.			yes, but guideline in development which aims at a global assessment of sediments with more LOEs to integrate
Italy	M.D. n. 173/2016	Implemented in Italy	Marine		<i>ex situ</i>	sediment classification: Comparison of measured concentrations with 2 reference values (L1, L2). Based on this variation, a Chemical Hazard quotient is calculated. Ecotoxicological assessment is based on biotest battery. Additional lines of evidence can be used as well (e.g. bioaccumulation). Integrated approach: A weight of evidence approach is used to decide on the fate of the material (5 sediment classes).	Triad	Deciding about the fate of the dredged material	D (confined and sealed disposal)	D	C (confined disposal in port areas)	
Italy	Law 84/1994 art. 5bis - DM7.11.2008 for sediment management in heavy contaminated marine coastal areas (National Relevance Sites)	national law for special sites (national remediation sites as opposed to the urban sites).	Marine		<i>ex situ</i>	integrated chemical-physical and ecotoxicological approach; definition of specific site chemical values based on ecotoxicological effect data (PEL) for the evaluation of sediment quality; positive ecotoxicological response limits some management option (i.e. no disposal at sea, no beach nourishment, etc.); ecotox response is the main driver in decision making on the sediments' fate not WOE approach		Deciding about dredging and fate of the DM	confined and sealed disposal (CDF)	confined and sealed disposal (CDF)	no disposal at sea	considered yes, but not done up to now as it is not for control of environmental quality. Action to remove the sediment is not mandatory.

Sedimentklassifizierung & -Managemententscheidungen – Bericht über den von SedNet und Sullied Sediments koordinierten Workshop im Sept. 2018

Table 5, continued											
Country	Name of the Guideline	legal status of framework	Freshwater / Marin	Incentive	Assessment principle	Triad or tiered?	With the intention of ....	Decision made on sediments in case study			Is dredging for environmental reasons in general (unrelated to the case study) considered/carried out?
Germany	HABAB-WSV	Implemented for German federal waterways (revised 2017)	Freshwater	<i>ex situ</i>	sediment is not classified in absolute terms but relativ to the contamination downstream of the relocation site (DM should not exceed 3 times the concentration of the downstream area). Biotest data are also gathered in parallel to chemical analysis (pT value). If ecotox data lead to a stricter decision than chemical data (e.g. forbid relocation) more studies are required.	Ecotox and chemistry	Deciding about the fate of the dredged material	A not considered further, no impact on downstream sites assumed (sediment stable)	Material must be treated and disposed on land	Relocation is possible under all circumstances, even in the marine environment.	principally possible, but in the scope of the Federal States (due to the objectives of the WFD)
Germany	GÜBAK	Implemented for Federal waterways and Federal coastal States	coastal, marine	<i>ex situ</i>	Unless the material consists of natural soil or is composed of more than 90 % sand or coarse material (>63 %), chemical and ecotoxicological analyses have to be done. Guiding values (as opposed to limit values) are based on background levels: RV1: background contamination/contamination close to the coast. RV2: 3 times RV1. Ecotoxicological data (acute and chronic) are supposed to be carried out. If RV2 is exceeded, ecotox tests are obligatory. Analysis of macrozoobenthos community and fish fauna should be analysed. Among ecotox data, the worst test defines the assessment. pT-values are used for classification. An impact assessment is required.	Ecotox, chemistry, potentially macrozoobenthos and fish.	Deciding about the fate of the dredged material				principally possible, but in the scope of the Federal States (due to the objectives of the WFD)
NL		national guideline	Freshwater	<i>ex situ</i>	chemical quality criteria direct into one of 4 classes (standardised on grain size and organic carbon)	no	Deciding about the fate of the dredged material	not allowed to relocate in freshwater	allowed to relocate under restrictions in freshwater	free to relocate in freshwater	principally possible, if convincingly stated on the grounds of the WFD/MSF
NL		national guideline	Marine	<i>ex situ</i>	chemical quality criteria direct into pass or fail (one out, all out) (total concentrations; not standardised on grain size or organic carbon)	no	Deciding about the fate of the dredged material	Not allowed to relocate at sea	Not allowed to relocate at sea	Allowed to relocate at sea	
NL		national guideline (not required by law)	Freshwater/ brackish/ marine	<i>in situ</i>	Building a reasoning (free to chose parameters) why remediation should help in reaching goals set at the location (for example WFD, fishery or shellfish culture, nature etc)	all is allowed; triad, tiered, chemical, ecological, ecotoxicological but also hydrological, dilution etc	Deciding on the benefit or remediations in comparison to other options to reach goals set	insufficient data	insufficient data	insufficient data	
Spain	Marine Strategie Technical Comission	national guideline	Estuarine & Coastal	<i>ex situ</i>	chemical quality criteria direct into one of 3 classes. Ecotox is used not to define but to exclude toxicity.	no	Deciding about the fate of the dredged material	Leave it	beneficial use	Sea disposal	No
UK		not yet implemented, in development	marine	<i>ex situ</i>	Tiered approach with chemical concentrations, being compared with 2 action levels. If AL2 (or AL1??) are exceeded, impact on biota needs to be established (ecotox, ecosurvey)		Deciding about the fate of the dredged material	no disposal at sea, dredged with mitigation	no disposal due to high PCB	no disposal due to high PCB	
Switzerland	Strategy for sediment quality assessment	in development, will not be legally binding	freshwater	<i>in situ</i>	chemical quality criteria to allow classifying sites in 5 quality classes. Under development.	Tiered (under development)	assessing sediment quality in situ (Monitoring), no decisions on remediation are made.				

## AUSTAUSCH VON ERFAHRUNGEN

Am zweiten Tag wurden die Teilnehmer/-innen gebeten, ihre Erfahrungen in Bezug auf die Sedimentklassifizierung und Managemententscheidungen auszutauschen, und zwar auf der Grundlage (1) dessen, was gut funktioniert und (2) dessen, was nicht funktioniert; und (3) wo zukünftige Herausforderungen oder Potentiale liegen. Im Folgenden ist eine Zusammenfassung der angesprochenen Themen zu finden, die nicht unbedingt die Meinung aller Gruppenmitglieder widerspiegeln.

---

### WAS FUNKTIONIERT GUT?

Einige Rahmenwerke wurden ausdrücklich als gut funktionierend erwähnt: VLAREM und das niederländische System der Umlagerung von Sediment im Meer und Süßwasser. Zudem wurden auch einige Überwachungsprogramme als geeignet angesehen. Das Verfahren zur chemischen Bewertung von Sedimenten und Baggergut wurde als klar und gut definiert betrachtet. Die Anwendung praktischer Ansätze wurde als vorteilhaft angesehen, und die Integration der Kreislaufwirtschaft wurde als positiv bewertet. Ein Teilnehmer erklärte auch, dass die enthusiastische Sedimentgemeinschaft sicherlich „gut funktioniere“.

---

### WAS FUNKTIONIERT NICHT GUT?

Es wurden noch viele weitere Punkte angesprochen und kontrovers diskutiert, was derzeit nicht gut funktioniert: In einer breiteren Perspektive wurde kritisiert, dass es in Europa nur wenige beckenweite Sedimentmanagementstrategien gibt, die auch Fragen in puncto Quantität wie den „Sedimenthunger“ in Flusssystemen angehen müssten. Die Existenz unterschiedlicher Managementrahmenwerke und -Optionen (z. B. durch nationale/föderale Institutionen) in einem Wassereinzugsgebiet wurde nicht als hilfreich angesehen.

Einige Bemerkungen befassten sich mit den Kriterien der Sedimentqualität und der Art und Weise der Risikobewertung. Mehrere Personen erklärten, dass es nicht genügend Qualitätskriterien gäbe, weil Umweltqualitätsnormen (UQN) für Sedimente fehlten, die sich auf die UQN der WRRL beziehen, und weil neu auftretende Stoffe wie Mikroplastik, Flammschutzmittel, Pharmazeutika usw. nicht abgedeckt seien. Einige der angewandten Qualitätskriterien (QK) seien unrealistisch. In vielen Rahmenwerken werden Qualitätskriterien als strikte Schwellenwerte gemäß dem „One-out-all-out“-Prinzip verwendet. All diese Aspekte können zu unnötig hohen Kosten für das Sedimentmanagement führen. Im Hinblick auf die endgültige Managemententscheidung sollte es auch einen Unterschied machen, ob die QK z. B. aus den Hintergrundwerten oder aus ökotoxikologischen Daten abgeleitet werden.

Es wurde erwähnt, dass die Integration chemischer und ökotoxikologischer Daten die Umweltsicherheit bei der Entscheidungsfindung verbessern könnte, aber HPA stellte fest, dass die ökotoxikologischen Daten ihrer Erfahrung nach eine mangelnde Reproduzierbarkeit aufweisen. Auch die Bewertungsschemata für ökotoxikologische Daten sind nicht harmonisiert und bedürfen einer Verbesserung.

Ein weiterer Aspekt, der ebenfalls vom ersten Tag an deutlich war, war, dass es keine Entscheidungssysteme für den Zeitpunkt gibt, wann kontaminierte Standorte, der WRRL oder dem Schutz der biologischen Vielfalt halber, saniert werden.

---

### HERAUSFORDERUNGEN UND POTENZIALE

Eine Herausforderung, die aus mehreren Kommentaren hervorging, war die notwendige stärkere Konzentration auf wirkungsbasierte Entscheidungen in Form von europäischen Richtlinien für die

Sedimentqualität genannt, entweder wirkungsbasiert und/oder als integrierter (aber pragmatischer) Entscheidungsrahmen, der biologischen Testverfahren und Daten aus der biologischen Gemeinschaft als weitere Beweise einbezieht. Das grundlegende Verständnis, dass chemische Daten nicht unbedingt biologische Testergebnisse erklären müssen, sollte besser vermittelt werden.

Eine weitere Herausforderung war die Entscheidungsfindung bei *In-Situ*-Sedimenten: Für Umweltbaggerungen gibt es derzeit keine Standards und keine Finanzierung in Europa. Ein Bewertungsschema müsste in der Lage sein, kontaminierte Standorte zu priorisieren, um die Zuweisung der knappen Mittel an die relevantesten Hotspots zu ermöglichen.

Potenziale wurden in mehrstufigen Ansätzen, einem EU-Rahmenwerk für Sedimente, einer Plattform zum Austausch von Wissen und zum Lernen aus Fallstudien gesehen.

## ZUSAMMENFASSUNG DES WORKSHOPS

Die Diskussionen im Workshop zeigten, dass die Frage der Leitlinien für das Sedimentmanagement weiterhin ein relevantes Thema ist, das auch durch die WRRL, die wissenschaftliche Meeresforschung und mögliche Auswirkungen von kontaminierten Sedimenten vorangetrieben wird.

Die Erfahrungen mit den Leitlinien für das Sedimentmanagement haben eine unterschiedlich lange Vergangenheit: Während einige Länder über Leitlinien verfügen, die Jahrzehnte zurückreichen und mehrfach überarbeitet wurden (z. B. Niederlande, Deutschland), sind die rechtlich bindenden Rahmenwerke anderer Länder sehr neu (z. B. Spanien).

Die meisten Leitlinien beziehen sich auf das Ex-situ-Management und werden wegen der Notwendigkeit von Ausbaggerungen zu Schifffahrtzwecken durchgesetzt. Es gibt keine rechtlich bindenden Vorschriften für die Klassifizierung von In-situ-Sedimenten, die zu Entscheidungen über Umweltbaggerungen führen können. Einige Konzepte sind vorhanden (Belgien, NL) oder in Entwicklung (z. B. Frankreich), aber es werden – soweit die Teilnehmer/-innen wissen – nirgendwo Umweltbaggerungen als Voraussetzung durchgeführt.

Es wurden sowohl mehrstufige als auch Triaden-Ansätze vorgestellt. Bei mehrstufigen Ansätzen stellte die chemische Analyse in der Regel die erste Stufe dar, gefolgt von ökotoxikologischen Analysen auf der zweiten Stufe. Nur wenige Rahmenwerke waren wirklich integrierte Weight-of-Evidence-Ansätze (WOE, evidenzbasierte Analyse) mit chemischen, biologischen und ökotoxikologischen Daten als Beweislinien mit demselben Gewicht (z. B. Italien). Es gibt keinen offensichtlichen Trend, dass Entscheidungen, die auf biologischen Auswirkungen basieren, innerhalb eines Rahmenwerks eine höhere Priorität zugewiesen würden. Während Italien und das neue Rahmenwerk von Babut in Frankreich den auf biologischen Auswirkungen basierenden Daten dasselbe oder sogar ein stärkeres Gewicht wie chemischen Daten beimessen, haben andere Ansätze, die früher Entscheidungen auf der Grundlage von Ökotox-Testdaten getroffen haben, diese aus ihrer Klassifizierung entfernt (z. B. Niederlande).

Im Hinblick auf die Bewertung der 3 fiktiven Fälle verbieten die meisten der angewandten Vorschriften die Umlagerung des Materials aus den beiden höher kontaminierten Sedimenten in das Wassersystem. Beim weniger kontaminierten Sediment C gab es größere Unterschiede. Hier reichten die Entscheidungen von „kann umgelagert werden“ in Belgien, den Niederlanden und Spanien bis „eingeschränkt oder keine Verklappung“ in Italien und dem Vereinigten Königreich. In Deutschland wäre eine Verlagerung in Küsten- und Meeresgewässern laut der GÜBAK (2009) prinzipiell möglich, wenn „die durchzuführende umfassende Auswirkungsprognose ergeben hätte, dass keine signifikante oder anhaltende Beeinträchtigung zu erwarten ist und ein

Überwachungsprogramm durchgeführt wird". Die Datenbank reicht jedoch nicht für eine abschließende Bewertung.

Auch wenn dies eine relativ kurze Übung war, die sich vor allem auf chemische Daten beschränkt hat, werden Unterschiede in der Auswertung der Daten deutlich, wenn die Sedimente von geringer bis mittlerer Qualität sind. Die Unterschiede in der Entscheidungsfindung werden noch ausgeprägter sein, wenn Ökotoxizitätsdaten im Rahmen der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Es scheint an der Zeit und notwendig, weitere Arbeiten diesbezüglich durchzuführen.

## REFERENZLITERATUR

1. den Besten, P.J., et al., *Biological effects-based sediment quality in ecological risk assessment for European waters*. Journal of Soils and Sediments, 2003. **3**(3): S. 144.
2. de Deckere, E., et al., *Development of sediment quality guidelines for freshwater ecosystems*. Journal of Soils and Sediments, 2011. **11**(3): S. 504-517.
3. De Pauw, N. and S. Heylen, *Biotic index for sediment quality assessment of watercourses in Flanders, Belgium*. Aquatic Ecology, 2001. **35**(2): S. 121-133.
4. Anonym, *Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.30 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993*. Journal Officiel de la République Française, 2006 (24 septembre 2006).
5. Anonym, *Arrêté du 30 mai 2008 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement*. Journal Officiel de la République Française, 2008 (30 mai 2008).
6. MacDonald, D.D., C.G. Ingersoll, und T.A. Berger, *Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2000. **39**(1): S. 20-31.
7. VNF, *Circulaire technique: dragage et gestion des sédiments. Mise à jour fev. 2017*. 2017. S. 35.
8. Alzieu, C., *Immersion des matériaux de dragage: le contexte*, in *Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion*, Ifremer, Editor. 2003. S. 13-27.
9. Macfarlane, M.W. und D.D. MacDonald, *Criteria for managing contaminated sediment in British Columbia*. 2002, Ministry of Water, Land and Air Protection.
10. MacDonald, D.A., et al., *The coastal resource coordinator's bioassessment manual*. 2003, National Oceanic and Atmospheric Administration: Seattle, WA. S. 160, + Appendices.
11. MacDonald, D.D. und C.G. Ingersoll, *A guidance manual to support the assessment of contaminated sediments in freshwater ecosystems*. 2002, US Environmental Protection Agency.
12. CCME, *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life*. 2001, Canadian Council of Ministers of the Environment.
13. Apitz, S.E., M. Crane, und E.A. Power, *Use of Sediment Quality Values (SQVs) in the Assessment of Sediment Quality*. 2005, Environment Agency of England and Wales: Farringdon, Vereinigtes Königreich.
14. MMO, *High Level Review of Current UK Action Level Guidance*. 2015. S. 73.