

# **BMBF-Verbundprojekt: Feinsedimentdynamik und Schadstoffmobilität**

Teilprojekt 5

## **Mikrobielle Stoffumsätze an resuspendierten Sedimenten**

Abschlussbericht 2006

Günter Fengler, Marion Köster und Lutz-Arend Meyer-Reil

Institut für Ökologie der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Schwedenhagen 6, 18565 Kloster/Hiddensee

Telefon: 038300-64415  
Fax: 038300-64444  
E-mail: [koesterm@uni-greifswald.de](mailto:koesterm@uni-greifswald.de)

## **Inhalt**

	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung</b>	3
<b>2 Material und Methoden</b>	
2.1 Untersuchungsgebiete und Probennahme	5
2.2 Klassifizierung und Makrofaunabesiedlung der Sedimente	6
2.3 Erosionsversuchsstand und Particle Entrainment Simulator	6
2.4 Sedimentspezifische Kennlinien und kritische Sohlschubspannung	9
2.5 Anzahl, Größenspektrum und stoffliche Zusammensetzung der Partikel	9
2.6 Mikrobielle Besiedlung und extrazelluläre polymere Substanzen	10
2.7 Mikrobielle Aktivitäten und Nährstoffflüsse	11
2.8 Metalle	12
2.9 Laborversuche zur Modifikation resuspendierter Partikel	12
<b>3 Vorversuche zur Erosion von Sedimenten des Neckar</b>	13
<b>4 Erosionsverhalten von Sedimenten in einem Bühnenfeld der oberen Tide-Elbe</b>	18
4.1 Hydrographie und Sedimentcharakterisierung	19
4.2 Sedimentspezifische Kennlinien und kritische Sohlschubspannung	23
4.3 Partikelspektrum und stoffliche Zusammensetzung	26
4.4 Mikrobielle Besiedlung erodierter Partikel	30
4.5 Mikrobielle Aktivitäten	34
4.6 Metallfreisetzung	36
4.7 Laborversuche zum Transport erodierter Partikel	37
<b>5 Diskussion</b>	
5.1 Beobachtungen während des Elbhochwassers 2002	46
5.2 Bedeutung der Erosion von Elbsedimenten	47
5.3 Veränderungen resuspendierter Partikel in der Wassersäule	57
<b>6 Zusammenfassung</b>	58
<b>7 Literatur</b>	60

## 1 Einleitung

Das Belastungsniveau der Fließgewässer wird trotz insgesamt verbesserter Wasserqualität zunehmend von diffusen Quellen bestimmt. Hierzu zählen neben den Einträgen über die Atmosphäre vor allem die in den Sedimenten gespeicherten persistenten organischen Nähr- und Schadstoffe sowie die Schwermetalle. Staugeregelte und buhnenfeldverbaute Fließgewässer stellen durch die Verlandung ihrer strömungsberuhigten Bereiche und der damit verbundenen Akkumulation von sorptiven Schadstoffen potentielle Schadstoffsenken und damit auch -quellen dar. Ein Transfer der akkumulierten Schadstoffe ist vor allem dann gegeben, wenn durch hydrodynamische Extremereignisse oder durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen die Sedimente resuspendiert werden.

Ziel dieses Teilprojektes ist die Erfassung von mikrobiologischen Prozessen, die mit der Erosion und dem Transport von Sedimenten verbunden sind. Der Einfluss mikrobieller Lebensgemeinschaften auf die Stabilität von Sedimenten sowie die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen soll in ungestörten, erodierten und suspendierten Sedimenten beschrieben werden. Dabei sollen qualitative und quantitative Änderungen der Zusammensetzung und Aktivität der mikrobiellen Gemeinschaft während des Sedimenttransportes anhand struktureller und funktioneller Variablen beschrieben werden.

Strukturbeschreibende Variablen sind in diesem Zusammenhang die Anzahl photoautotropher und heterotropher Mikroorganismen, biochemische Zellkomponenten (Biomarker) sowie die Bildung extrazellulärer polymerer Substanzen (EPS). Funktionsbeschreibende Variablen charakterisieren die Zehrung von Sauerstoff bei der Oxidation von anorganischem und organischem Material sowie die Freisetzung von anorganischen Nähr- und Schadstoffen. In Abhängigkeit von der Sedimentbeschaffenheit (z.B. Korngrößenverteilung, Lagerungsdichte) und den Umgebungsbedingungen (z.B. Licht, Temperatur, Sauerstoffkonzentration, Strömungen) steuert die mikrobielle Lebensgemeinschaft die Ausprägung der physico-chemischer Eigenschaften im Sediment. Hierzu zählen z.B. der pH-Wert, das Redoxpotential, die Konzentration von Nährstoffen sowie die Manifestation von Partikeln in Zahl, Größe, Form und stofflicher Zusammensetzung.

Den Untersuchungen liegen folgende Hypothesen zugrunde:

- Die Struktur und Funktion der mikrobiellen Lebensgemeinschaften bestimmen über die Stabilität von Sedimenten. Das bedeutet, dass aus der Kenntnis der Struktur und

- Funktion mikrobieller Lebensgemeinschaften auf die Erodierbarkeit geschlossen werden kann.
- Die Resuspension führt zur Freisetzung von Organismen, partikulärem und gelöstem anorganischen und organischen Material aus dem Sediment in das Bodenwasser. Hierdurch werden aerobe mikrobielle Stoffumsätze sowie zellspezifische mikrobielle Aktivitäten stimuliert. Es resultieren die Eutrophierung des Bodenwassers sowie die Freisetzung von Schadstoffen.

Basierend auf den zuvor dargestellten Struktur- und Funktionselementen mikrobieller Lebensgemeinschaften sollen diese Hypothesen verifiziert werden.

Die Kenntnis der ermittelten Zusammenhänge soll zum praxisorientierten Prozesswissen und zu einer Abschätzung des Belastungspotentials infolge natürlicher und anthropogener erosiver Ereignisse beitragen. Bedeutung erlangt in diesem Zusammenhang die Einschätzung der Erodierbarkeit von Sedimenten als initiierender Schritt für alle nachfolgenden mikrobiologischen Prozesse. Die Klärung der wesentlichen biologischen Kontrollgrößen von Stoffumsätzen in Fließgewässern nach Erosion von „Altsedimenten“ ist demnach erforderlich. Die Wasserrahmenrichtlinie (EG 2000) der Europäischen Gemeinschaft, in der Schwebstoffe und Sedimente den Wert eines „Schutzgutes“ erhalten, setzt den rechtlichen Rahmen.

Pilotstudien mit dem Strömungskanal SETEG an Sedimenten des Neckar dienten der ersten Abschätzung der Erosionsauswirkungen auf mikrobiologische und geochemische Parameter. Neben den Fragen nach der saisonalen, interanuellen und räumlichen Verteilung der Stabilität von Sedimenten, stand der Einfluss der Hydrodynamik auf die mikrobiellen Lebensgemeinschaften am Untersuchungsstandort, als auch der Einfluss der Resuspension auf die Freisetzung von Schadstoffen im Vordergrund der durchgeführten Arbeiten. Ferner wurden Versuche zur Simulation des Transportes von erodierten Sedimenten durchgeführt. Hierzu wurden Labormessungen an resuspendierten Sedimenten vorgenommen. Aus der Analyse der Struktur und Funktion der mikrobiellen Lebensgemeinschaft sollen mikrobielle Stoffumsätze charakterisiert sowie die quantitativen und qualitativen Veränderungen des resuspendierten Materials aufgezeigt werden. Ergebnisse eines extremen Erosionsereignisses (Elbhochwasser im August 2002) ergänzen die Laboruntersuchungen zum Transport von Partikeln.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Untersuchungsgebiete und Probennahme**

Im Rahmen des Teilprojektes wurden Untersuchungen zu mikrobiellen Lebensgemeinschaften an resuspendierten Sedimenten an zwei Standorten durchgeführt. Während die Untersuchungen an der Stausstufe Lauffen (Neckar) einer ersten Abschätzung der Erosionsauswirkungen auf mikrobiologische und geochemische Parameter unter Verwendung des Strömungskanal SETEG dienten, bildete die saisonale und räumliche Charakterisierung mikrobieller Lebensgemeinschaften in resuspendierten Sedimenten eines Bühnenfeldes der Tide-Elbe (Strom-km 607,5) den Schwerpunkt der Untersuchungen. Beide Untersuchungsstandorte werden durch hohe Schadstoffbelastungen der Sedimente charakterisiert (Kern 1997, Maaß et al. 1997). Die Arbeiten erfolgten jeweils in enger Abstimmung mit den beteiligten Projektpartnern Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart (Teilprojekt 1) und dem Arbeitsbereich Umweltschutztechnik der TU-Hamburg-Harburg (Teilprojekte 10 und 10 a). Die Probennahme an der Staustufe Lauffen im Januar 2003 wurde in Kooperation mit dem Teilprojekt 1, die Probennahmen im Bühnenfeld der Tide-Elbe zwischen Juni 2003 und September 2005 in Kooperation mit der Port Authority, Hamburg, und dem Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA), Lauenburg, durchgeführt. Die Sedimentprobenentnahme wurde mit einem Handstecher durchgeführt. Hydrographische Parameter wie Sauerstoffkonzentration, Temperatur und mittlere Oberwasserabflüsse wurden zu den jeweiligen Probennahmezeitpunkten von dem Landesamt für Umwelt (LFU) Baden Württemberg bzw. der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg, erhoben. Vergleichende Untersuchungen im Rahmen vorangegangener und laufender Forschungsprogramme liegen auch aus den Küstengebieten der südlichen Ostsee (Nordrügensche Boddengewässer) vor.