

Wirkungskontrolle von Wasserinjektionsbaggerungen in der Riffelstrecke der Unterweser – Ergebnisse der gewässerkundlichen Untersuchungen der WSV und der Benthos-Untersuchungen

Schmitt, Petra¹, Krumwiede, Arnd², Müller, Helmut³, Piechotta, Friederike⁴ & Steege, Volker⁵

1,2 KÜFOG, Alte Deichstraße 39, 27612 Loxstedt-Ueterlande; e-mail: petra.schmitt@kuefog.de; 3Müller, Helmut; Wasser- und Schifffahrtsamt Bremerhaven, Am Alten Vorhafen 1, 27568 Bremerhaven, e-mail: helmut.mueller@wsv.bund.de; 4Piechotta, Friederike, Wasser- und Schifffahrtsamt Bremen, Franzuseck 5, 28199 Bremen, e-mail: friederike.piechotta@wsv.bund.de; 5Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Referat WS 14 - "Klima- und Umweltschutz für die Wasserstraßen, Gewässerkunde", Robert-Schuman-Platz 1, 53175 Bonn; e-mail: volker.steege@bmvbs.bund.de

Keywords: Wasserinjektionsbaggerungen, Monitoring, Unterweser, Makrozoobenthos

Einleitung

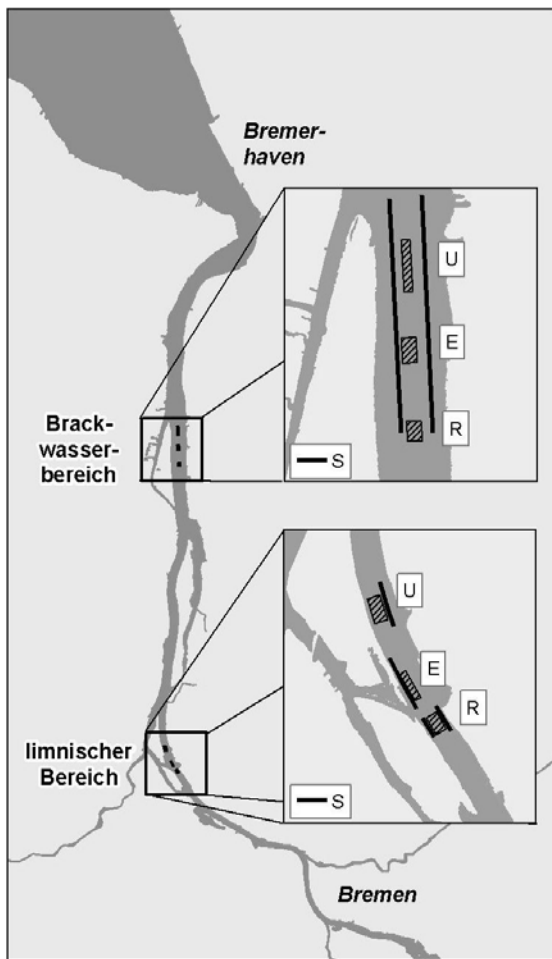
Morphodynamische Prozesse führen in der sogenannten „Riffelstrecke“ der Unterweser zur Bildung von mehreren Meter hohen subaquatischen Dünen (Riffeln), die den Schiffsverkehr durch Verringerung der Sohltiefe einschränken. Die Gewässersohle ist in diesem hochdynamischen Bereich kontinuierlichen, durch Tidezyklus und Oberwasserabfluss bedingten Höhenänderungen unterworfen, die innerhalb kurzer Zeit einige Meter betragen können. In der Unterweser wird zur Unterhaltung der Fahrinne seit einigen Jahren das Wasserinjektionsbaggerverfahren (WI) mit aktiver Sedimentverlagerung auf Grund höherer Wirtschaftlichkeit herkömmlichen Techniken mit passiver Sedimentverbringung (Hopperbagger) vorgezogen. In der Riffelstrecke bedeutet dies einen gezielten Abtrag der Kuppenbereiche einzelner Riffel durch das WI-Gerät. Dort werden nur sandige Sedimente und kein Schlack mobilisiert.

Ziel eines Untersuchungsprogrammes unter Federführung der Wasser- und Schifffahrtsämter Bremerhaven und Bremen war es, eine mögliche nachhaltige ökologische Auswirkung des WI-Verfahrens im brackischen und limnischen Bereich der Unterweser zu untersuchen. Die Ergebnisse sollen vor dem Hintergrund von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen, Natura 2000-Richtlinien und Wasserrahmenrichtlinie Hinweise für das Sedimentmanagement in der Unterweser geben. Dieser Beitrag stellt Ergebnisse der gewässerkundlichen Untersuchungen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung und der Makrozoobenthos-Untersuchungen vor.

Untersuchungsprogramm

An Konzeption und Durchführung des Untersuchungsprogrammes waren die Wasser- und Schifffahrtsämter Bremerhaven, Bremen, Cuxhaven und Wilhelmshaven, die Bundesanstalten für Wasserbau und Gewässerkunde, das Senckenberginstitut Wilhelmshaven und die Universität Kiel sowie externe Gutachter (KÜFOG) beteiligt. Die Felduntersuchungen wurden zwischen Mai und Juli 2008

mit Schwerpunkt auf den Einsatztagen des WI-Gerätes durchgeführt. Es wurde parallel ein Set unterschiedlicher Methoden eingesetzt, um alle Facetten möglicher Auswirkungen erfassen zu können (vgl. auch Papenmeier et al. in diesem Band).



Die Untersuchungsflächen decken sowohl den Brackwasserbereich als auch den limnischen Bereich ab, da sich Artenzusammensetzung und Schwebstoffhaushalt in beiden Abschnitten stark unterscheiden. Damit wurden auch die verschiedenen FFH-Gebiete der Unterweser berücksichtigt. In beiden Abschnitten wurden „Untersuchungsboxen“ gebildet, die die Auswirkungen einer Unterhaltungs- und einer Ausbaubaggerung im Vergleich zu einer unbeeinflussten Referenzfläche darstellen (s. Abb. 1). Die Unterhaltungsflächen liegen in Bereichen, die regelmäßig mit hoher Intensität unterhalten werden, die Ausbaufächen wurden bislang nicht oder nur gering unterhalten, sollen aber im Zuge der Unterweseranpassung bearbeitet werden. Der Abstand der einzelnen Boxen beträgt mehrere hundert Meter zueinander, so dass sie sich im gleichen hydrodynamischen System befinden, eine gegenseitige Beeinflussung jedoch ausgeschlossen werden kann.

Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit den Untersuchungsboxen Unterhaltung (U), Ausbau (E), Referenz (R) und Seite (S) im limnischen und oligohalinen Abschnitt der Unterweser

Methoden

Aus dem gewässerkundlichen Untersuchungsprogramm werden auszugsweise folgende Methoden dargestellt:

- Zur Beschreibung der Trübungs- und Schwebstofffahne hinter dem Baggergerät wurden ADCP-Messungen (Acoustic Doppler Current Profiler) durchgeführt, die durch Schwebstoffproben kalibriert wurden. Zusätzlich wurden Messungen außerhalb der Baggerzeiten ausgeführt, um die vorhandene natürliche Hintergrundtrübung zu erfassen. Für die Datenaufnahme und -analyse kam das Softwaresystem VISEA/PDT zum Einsatz.
- Zur Erfassung morphologischer Veränderungen wurden vor und nach der Baggerung Längsprofile mit einem Sedimentecholot (SES 2000) durchgeführt.
- Veränderungen der Gewässertopografie wurden mit einem Fächerecholot erfasst.
- Wassertemperatur, Salzgehalt, Trübung und Strömungsverhältnisse wurden mit stationären Messketten in unterschiedlichen Wassertiefen an mehreren repräsentativen Positionen am Rand des Fahrwassers erfasst (Aanderaa-Sonden vom Typ RCM 9).

Zur Erfassung der sublitoralen Benthosfauna wurde die Ausführung der WI-Baggerungen von drei Untersuchungskampagnen begleitet. Eine erste Probenahme erfolgte wenige Tage vor der Bagge-

rung, die zweite unmittelbar nach dem Baggereinsatz und eine weitere Untersuchung vier Wochen nach der Baggerung. Im oligohalinen sowie im limnischen Abschnitt wurden jeweils vier Untersuchungsboxen mit Hilfe eines van-Veen-Greifers beprobt. Neben den Standorten in der Fahrrinne (Unterhaltung, Ausbau, Referenz) wurde zusätzlich der an diese drei Boxen angrenzende Seitenbereich bearbeitet, um mögliche Beeinträchtigungen durch Sedimentablagerungen zu erfassen. In jeder Untersuchungsbox wurden pro Kampagne mindestens 20 Stationen beprobt. Soweit möglich wurde auf eine repräsentative Verteilung der Probestellen auf die unterschiedlichen morphologischen Strukturen (Riffelkuppe, -hang, -tal) bzw. nach der WI-Baggerung auf Flächen mit unterschiedlichem Umlagerungsgeschehen geachtet.

Ergebnisse der gewässerkundlichen Untersuchungen

Die Schwebstoffgehalte und Trübungen in dem vom ADCP-Gerät erfassten Teil der Wassersäule überschritten während der Baggerungen nicht die bei den Vor- und Nachmessungen festgestellten Werte. Die vom Baggergerät ausgelöste Trübung bewegt sich im Rahmen der vorhandenen Variabilität. So wird eine eventuell durch die WI-Baggerung in die Wassersäule eingetragene erhöhte Schwebstoffkonzentration von dem natürlichen, tideinduzierten Hintergrundsignal überprägt. Auf Grundlage der ADCP und der Trübungsmessungen mit den Aanderaa Dauerstrommessgeräten können allerdings keine Aussagen über sohnnahe Sedimentmobilisierungs- und Transportprozesse getroffen werden. Hierzu wurden die begleitend durchgeführten Sedimentecholotuntersuchungen betrachtet. Die Profile mit dem Sedimentecholot wurden unmittelbar vor und nach der WI-Baggerung ausgeführt. Aus dem Vergleich der beiden Sedimentecholotaufnahmen ist der gezielte Abtrag der Riffelkuppen deutlich zu erkennen. Das mobilisierte Material wird je nach Strömungsrichtung und Neigung der Sohle an den angrenzenden Hang und in das nächste Riffeltal verlagert. Die folgenden Riffel sind von den Sedimentverlagerungen nicht mehr betroffen. Die Analyse der Fächerlotpeilungen bestätigt diese Ergebnisse.

Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen

Die benthische Besiedlung der Riffelstrecke stellt sich aufgrund der Umweltbedingungen wie hohen Strömungsgeschwindigkeiten und erhöhter Umlagerungsaktivität der sandigen Sedimente als sehr verarmt dar. Vor allem der limnische Untersuchungsabschnitt ist durch eine auffallende Artenarmut und geringe Besiedlungsdichte (ca. 40 Ind. / m²) der Benthosfauna geprägt. Insgesamt wurden in beiden Weser-Abschnitten 23 Taxa nachgewiesen. Das Arteninventar wird sowohl im oligohalinen als auch im limnischen Abschnitt vorwiegend von Brackwasserarten bestimmt. In den Rinnenbereichen dominieren unspezialisierte, opportunistische Arten, dagegen werden sensible Arten wie Seepocken und Hydrozoen sowie Arten mit spezifischeren Habitatansprüchen wie *Boccardiella ligeri-ca* oder *Corophium lacustre* ausschließlich oder in höherer Dichte im Seitenbereich angetroffen. Die Ausbildung stabiler Zönosen ist in der Rinne durch die kontinuierliche Umlagerung der oberflächennahen Sedimente erschwert. Während Arten wie die Schwebegarnele *Neomysis integer* oder der Amphipode *Gammarus zaddachi*, die die Substrate nur temporär besiedeln, diese Bedingungen tolerieren können, ist eine eigentliche endobenthische Fauna in diesen Bereichen nur eingeschränkt ausgebildet. Stetige endobenthische Arten in der Rinne sind allein der Polychaet *Marenzelleria cf. viridis* (in beiden Abschnitten) sowie die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* (im limnischen Abschnitt). Beide Arten sind ausbreitungsstarke Neozoen, die trotz ihrer vorwiegend endobenthischen Lebensweise über eine gewisse Mobilität verfügen.

In beiden Untersuchungsabschnitten kann unmittelbar nach der WI-Baggerung in allen Rinnenboxen eine deutliche Abnahme der Abundanzen und Biomasse aller häufigen Arten festgestellt werden (s. Abb. 2). Bei der Differenzierung der einzelnen Stationen in Bereiche mit Auftrags- bzw. Abtragsgeschehen zeigt sich, dass Abundanzrückgänge am stärksten in den bearbeiteten Flächen mit Sedimentabtrag auftreten. Insbesondere *Marenezelleria cf. viridis* tritt in den Abtragsflächen in reduzierter Zahl auf. In den Unterhaltungs- und Ausbauboxen findet sich aber auch an den Stationen ohne nennenswerte Sedimentumlagerungen ein Rückgang der Individuenzahlen im Vergleich zum Vorzustand, allerdings weniger deutlich ausgeprägt als in den Umlagerungsflächen. Der Einbruch der Besiedlungszahlen betrifft auch die jeweilige Referenzbox, wobei sich aus den gewässerkundlichen Messungen keine Hinweise auf eine Beeinflussung der Referenzboxen durch die Baggerungen ergeben. Dieser Effekt nach WI-Baggerung tritt sowohl im oligohalinen Abschnitt als auch zeitversetzt im limnischen Abschnitt auf, kann jedoch auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht abschließend begründet werden.

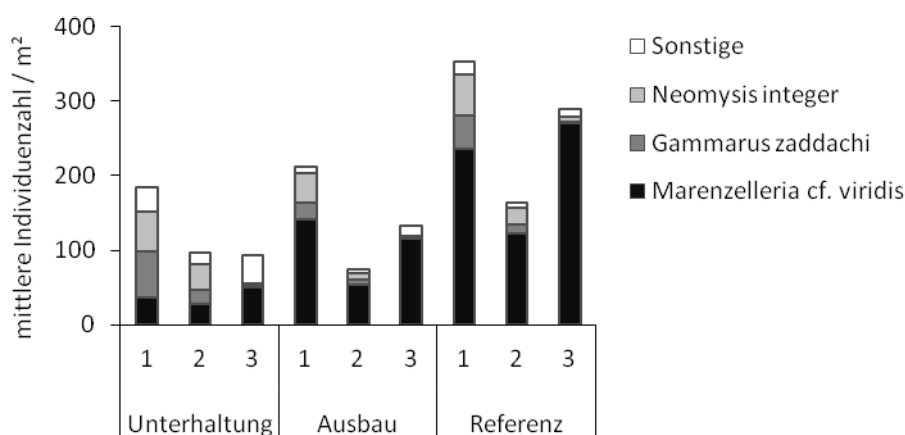


Abb. 2:
Mittlere Abundanzen der häufigen Benthos-Arten in den oligohalinen Rinnenboxen vor (1), unmittelbar nach (2) und vier Wochen nach WI-Baggerung (3)

In der weiteren zeitlichen Entwicklung deutet sich vier Wochen nach der Baggerung in den oligohalinen Rinnenstandorten eine Zunahme der Besiedlungsdichten und Biomassewerte an, die Ausgangswerte der 1. Beprobung werden jedoch nicht erreicht. Dominierendes Element in den Aufnahmen der letzten Probenahme ist *Marenezelleria cf. viridis* mit einer großen Anzahl juveniler Individuen, was für eine Wiederansiedlung der Art aus der näheren Umgebung spricht. Bei stärkerer Differenzierung der einzelnen Stationen in die Bereiche mit Auf- bzw. Abtrag nach der Baggerung stellt sich jedoch heraus, dass die umlagerungsneutralen sowie die Auftragsflächen dichter mit *Marenezelleria cf. viridis* besiedelt sind. Die Abtragsflächen zeigen sich aufgrund deutlich geringerer Abundanzen der Art weiter beeinträchtigt.

Die Besiedlung des limnischen Abschnitts stellt sich weiterhin sehr stark verarmt dar. Die Individuendichte der endobenthischen Arten *Marenezelleria cf. viridis* und *Corbicula fluminea* ist nach wie vor sehr gering, so dass sich konkrete Aussagen über eine Regeneration der Baggerstellen nicht treffen lassen.

Generell ist vier Wochen nach der WI-Baggerung eine deutliche Veränderung der Faunenzusammensetzung festzustellen. In beiden Abschnitten sind die bislang häufigen Arten *Gammarus zaddachi* und *Neomysis integer* nur noch in sehr geringen Abundanzen vorhanden. Da diese Arten jahreszeitliche Wanderungen durchführen und der Rückgang in allen Untersuchungsboxen auftritt, sind für diese Erscheinung populationsbiologische Effekte verantwortlich zu machen. Die Abwanderung

der beiden Arten ist vermutlich durch veränderte abiotische Faktoren wie der Anstieg des Salzgehalts und die höhere Wassertemperatur bedingt.

Die Seitenbereiche unterscheiden sich von den Rinnenstrukturen durch eine in der Regel arten- und individuenreichere Zönose. Hier konnten im Verlauf der Untersuchungen keine Beeinträchtigungen der Benthosfauna festgestellt werden.

Zusammenfassung

Aus der in der Riffelstrecke der Unterweser durchgeführten Messkampagne lassen sich im Hinblick auf die gewässerkundlichen Untersuchungen folgende Ergebnisse ableiten: Durch die WI-Baggerung initiierte Sedimentumlagerungen sind räumlich eng auf das nähere Umfeld der bearbeiteten Riffelkuppe begrenzt. Eine Beeinflussung der Referenzflächen durch baggerbedingte Sedimenteinträge oder Trübungswolken konnte nicht festgestellt werden. Die an die Baggerflächen angrenzenden Seitenbereiche und Strände werden ebenfalls nicht durch Verdriftung mobilisierter Sedimente beeinträchtigt.

Die benthische Besiedlung der Fahrrinne besteht vorwiegend aus Arten, die an die vorherrschende Dynamik angepasst sind. Nach Durchführung der WI-Baggerung tritt ein deutlicher Rückgang der Abundanzen auf, von dem vor allem die Flächen mit Sedimentabtrag betroffen sind. Vier Wochen später sind teilweise Wiederbesiedlungsprozesse erkennbar, gleichzeitig ändert sich jedoch die Zusammensetzung der Zönose durch saisonale Wanderungen einiger Arten.

Literatur

- GFL, BioConsult & KÜFOG (2005): Fahrrienenanpassung der Unter- und Außenweser an die Entwicklungen im Schiffsverkehr - Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU). Gutachten i.A. des WSA Bremerhaven, unveröffentl.
- Hansen, R.-D. & KÜFOG (2009): Wirkungskontrolle Wasserinjektionsbaggerungen in der Unterweser – Teilbericht Sedimentecholotuntersuchungen. Gutachten i.A. des WSA Bremerhaven, unveröffentl.
- KÜFOG (2009): Wirkungskontrolle Wasserinjektionsbaggerung – Benthosuntersuchungen in der Unterweser. Gutachten i.A. des WSA Bremerhaven, unveröffentl.
- Maushake, C. & Wezel, M (2008): Schwebstoffmessungen im Nahfeld einer Wasserinjektionsbaggerung. Bundesanstalt für Wasserbau, unveröffentl.
- Steege, V (2009): Wirkungskontrolle Wasserinjektionsbaggerungen in der Unterweser – Teilbericht Baggerei. WSA Bremerhaven, unveröffentl.