



Monitoring von Baggergut-Verklappungen auf der Klappstelle "Vareler Fahrwasser" im Jadebusen

von Dipl.-Ing. Axel Götschenberg
und Dipl.-Ing. Volker Schlüter

1 Einleitung

Zu den Aufgaben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes gehört die Bereitstellung eines für die Schifffahrt ausreichend tiefen Fahrwassers in der Bundeswasserstraße. Dazu sind in allen Revieren an der deutschen Nordseeküste umfangreiche Baggermaßnahmen notwendig. Das Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven verbringt das Baggergut aus der Innen- und Außenjade sowie aus dem Neuen Vorhafen auf Klappstellen auf See. Der Nachweis der ökologischen Verträglichkeit sowie der Wirtschaftlichkeit wurde 2003 mit einer HABAK-Studie erbracht (BfG/WSA-WHV, 2003). Insbesondere bei der Verklappung von Baggergut aus dem Neuen Vorhafen auf der Klappstelle Vareler Fahrwasser, die sich im Bereich des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer im Jadebusen befindet, hat der Aspekt der Schutzbedürftigkeit des Seebodens einen hohen Stellenwert.

Es wurde daher in Absprache mit den zuständigen Behörden des Landes Niedersachsen ein die HABAK ergänzendes Monitoringprogramm erarbeitet. Es umfasst

- den Einsatz der Sediment-Profilkamera für Foto-/Videoaufnahmen des Seebodens,
- Peilaufnahmen der Klappstellenregion,
- Strömungs- und Trübungsmessungen,
- Messungen der Sauerstoffzehrung

vor, während und nach einer Verklappkampagne (BfG/WSA-WHV, 2004). Die Auswertung des Monitorings ergab Hinweise auf eine kurzzeitige Erhöhung der Trübungintensität als Folge der Verklappung. Zur Überprüfung dieser Aussage wurde ein langfristiges Messprogramm geplant, welches diese Phänomene über einen längeren Zeitraum, also über mehrere Spring- und Nipptidephasen hinweg, betrachtet. Das o. g. Monitoringprogramm sowie die in den Jahren 2003 bis 2005 durchgeführten Messprogramme im Jadebusen werden vorgestellt und die Ergebnisse beschrieben und bewertet.



2 Bagger- und Verklappmaßnahme

2.1 Baggerstelle Neuer Vorhafen

Die Baggermaßnahme ist Teil der Unterhaltungsarbeiten im Neuen Vorhafen der Seeschleuse Wilhelmshaven. Hier wird mehrmals im Jahr kampagnenartig gebaggert, bis die Vorhafensohle wieder das Solltiefenmaß (SKN – 10,0 m im Einfahrtbereich und SKN – 8,40 m im übrigen Vorhafen) erreicht hat. Kornzusammensetzung und Schadstoffbelastung sind detailliert im Rahmen der HABAK-Jade untersucht und publiziert worden (WSA/BfG, 2003).

Die Herkunft des Sediments und die Mechanismen der Sedimentation wurden in der Vergangenheit im Rahmen gewässerkundlicher Messungen untersucht. Daraus ergibt sich, dass die Ostmole als "Schöpfungsbühne" auf die Flutströmung der Jade wirkt. Die mit der Flutströmung in den Vorhafen einströmenden Wassermengen sind in den oberen Wasserschichten überproportional mit Suspensionen angereichert, da die Pfähle der vier auf Pfahljochen aufgeständerten Zufahrten zu den Umschlagsbrücken in der Innenjade zu einer Aufwirbelung von normalerweise in Bodennähe bewegtem Material führen. Die Herkunft des im Vorhafen gebaggerten Materials ist also eindeutig seewärts zu suchen.

Mit der Verbringung von Baggergut aus dem Vorhafen auf die Klappstellen Südreede und Vareler Fahrwasser wird der durch das Bauwerk Ostmole künstlich unterbrochene Sedimentstrom in den Jadebusen rückgängig gemacht. Dabei wird aufgrund einer Vereinbarung zwischen den Fischereiverbänden und dem WSA die Verklappung mit Großgeräten im Jadebusen wegen der angenommenen Anreicherung von Suspensionen im Wasser nur in den Wintermonaten durchgeführt.

2.2 Klappstelle Vareler Fahrwasser

Die Klappstelle Vareler Fahrwasser liegt am westlichen Rand des Vareler Fahrwassers im Jadebusen. Sie besteht aus den Einzelflächen Nord und Süd; die verklappten Mengen werden in der Baggerstatistik des WSA WHV nicht getrennt erfasst.

In der Vergangenheit wurde die Klappstelle darüber hinaus mit Material aus dem Alten Vorhafen (1. Einfahrt) Wilhelmshaven sowie aus der Liegewanne der Niedersachsenbrücke beaufschlagt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die seit 1995 auf der Klappstelle Vareler Fahrwasser verbrachten Mengen.

Tabelle 1: Baggermengen auf "Vareler Fahrwasser" (in Mio. m³)

Jahr	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Menge WSA	0,642	0,541	0,377	0,584	0,356	0,345	0,365	0,229	0,189	0,118
Menge Dritter	0,064	0,114	0,079	0,049	0,068	0,017	-	-	-	-



Im Rahmen der HABAK-Studie (WSA/BfG, 2003) wurde die Klappstelle intensiv untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Sedimentologie:** Schluffe und schluffige Sande, in der Umgebung auch Sedimente in Form von Sanden, Kiesen und Steinen
- Schwermetalle:** Schwermetallgehalte sind gering und entsprechen den in den Proben aus dem Baggerbereich vorgefundenen Konzentrationen.
- Org. Schadstoffe:** Die Proben aus dem Bereich der Klappstellen weisen überwiegend ähnlich geringe Feinkornanteile $< 20 \mu\text{m}$ und Schadstoffgehalte wie die Proben aus der Baggerstrecke auf.
- Makrozoobenthos:** Unterschiede zwischen Klappstellenzönosen und Gemeinschaften im Fahne- bzw. Referenzbereich sind festzustellen, jedoch ist die Einschätzung von Verklappungswirkungen aufgrund der hohen natürlichen Heterogenität der Stationsgruppen nicht abschließend möglich.

2.3 Baggerkampagnen

Das Monitoring erstreckt sich über die seit Februar 2003 durchgeführten Baggerkampagnen, in deren Rahmen Material auf der Klappstelle "Vareler Fahrwasser" verklappt wurde:

- Kampagne Februar 2003 vom 19. bis 24. Februar mit 186.184 m^3
- Kampagne Dezember 2004 vom 10. bis 19. Dezember mit 117.677 m^3
- Kampagne Februar 2005 vom 17. bis 24. Februar mit 280.488 m^3

3 Morphologische Situation an der Klappstelle

Seit mehreren Jahren werden fünf Querprofile auf der Klappstelle Vareler Fahrwasser und in ihrer Umgebung erfasst (s. Abb. 1) und in einer vergleichenden Darstellung zusammengestellt. Die Querprofildaten werden manuell aus den Peilplänen des WSA Wilhelmshaven entnommen.

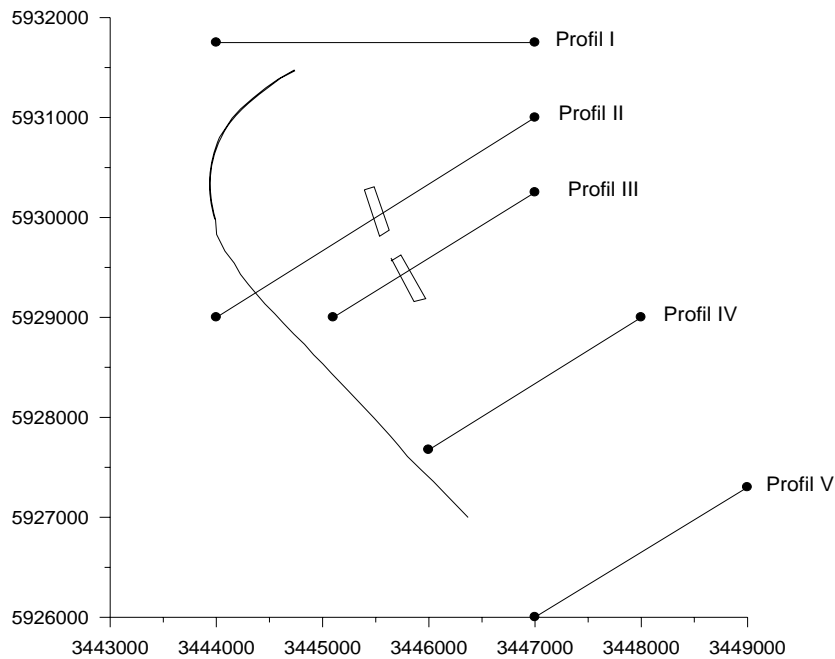


Abb. 1: Lage der Querprofile im Jadebusen

Die Abb. 2 zeigt die Situation an den Querprofilen II und III seit 1997. Das **Querprofil II** (Abb. 2a) schneidet den nördlichen Teil der Klappstelle, die auf der östlichen Seite der Rinne des Vareler Fahrwassers liegt. Diese Fahrwasserseite ist in den letzten fünf Jahren erodiert worden, was auf Höhe der Klappstelle zu Vertiefungen von im Mittel 75 cm geführt hat. Das Systemverhalten in Höhe von **Querprofil III** (Abb. 2b), welches den südlichen Teil der Klappstelle schneidet, ist dem von Profil II ähnlich. Auch hier wird eine Westverlagerung der tiefen Rinne erkannt. Der Tiefenzuwachs in Höhe der Klappstelle beträgt hier rd. 50 cm.

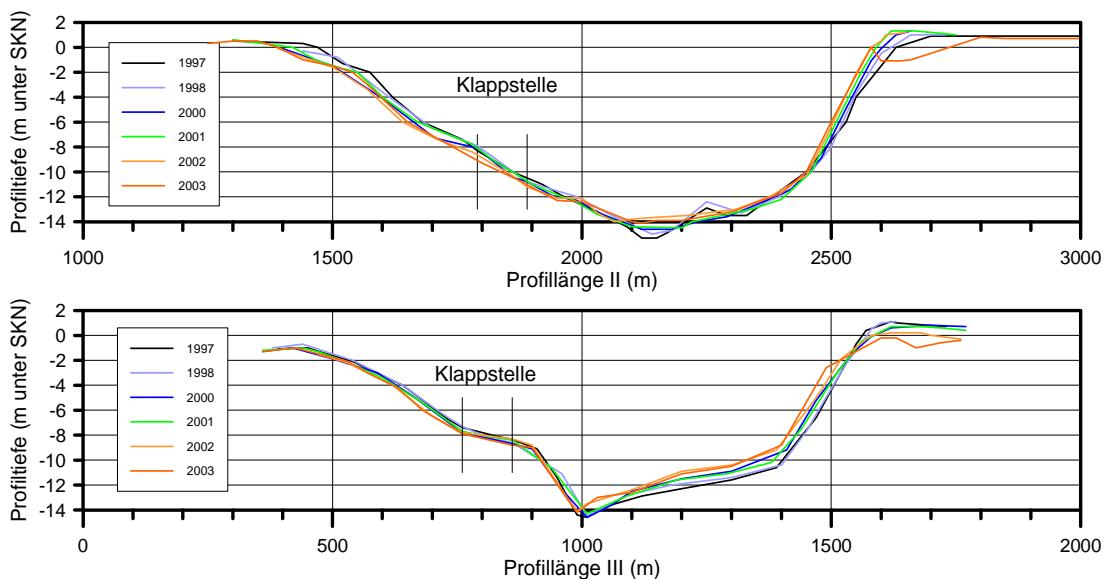


Abb. 2: Querprofile II und III auf der Klappstelle "Vareler Fahrwasser"

4 Messprogramm auf der Klappstelle und im Umfeld

4.1 Strömungs- und Trübungsmessungen

Jede der in Abschnitt 2.3 genannten Baggerkampagnen wurde durch eine intensive Messkampagne mit am Boden fest verankerten Strömungsmessgeräten vom Typ Aanderaa RCM9 begleitet. Ziel war die Erfassung des Strömungsklimas und der Trübungsverhältnisse vor, während und nach den Verklappungen. Die Abb. 3 zeigt die Lage der Messstellen. Die Messebene lag jeweils rd. 0,8 m über der Gewässer-
sohle.

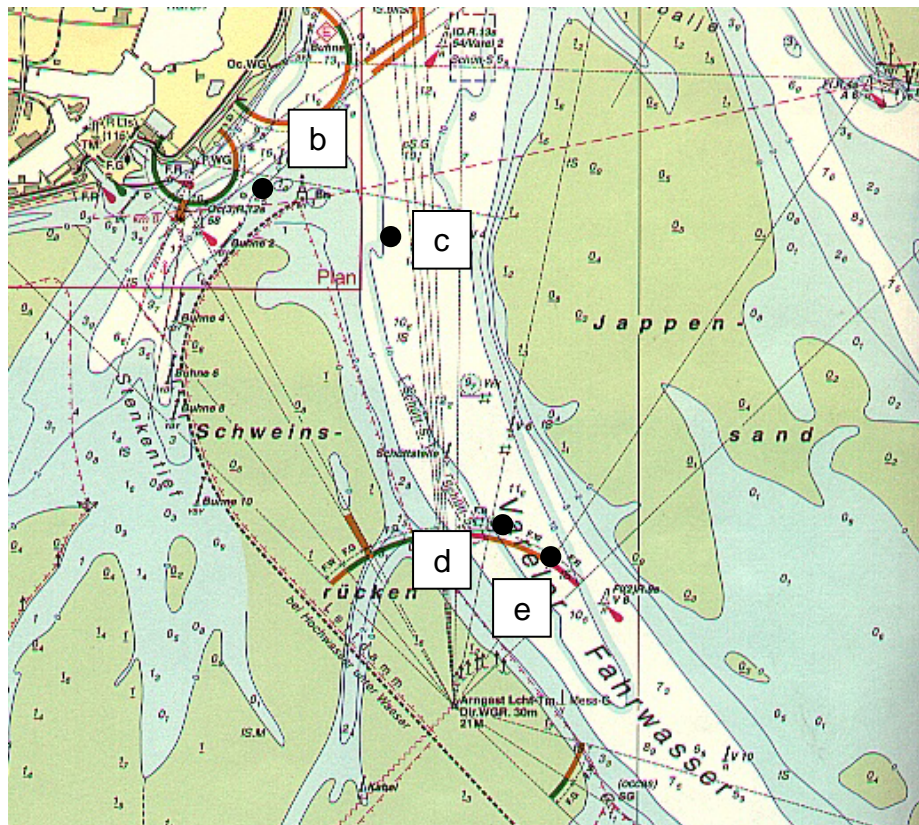


Abb. 3: Lage der Strömungsmessstellen

Im Rahmen der standardmäßigen Auswertung der Strömungsmessungen werden Kenterpunkte festgelegt und anschließend charakteristische Parameter für jede einzelne Tidephase berechnet. Abb. 4 zeigt mittlere (Abb. 4b) und maximale Strömungsgeschwindigkeiten (Abb. 4c) getrennt nach Flut- und Ebbephasen für die Messposition d. Den Verlauf der Wasserstandszeitreihe am Pegel Wilhelmshaven



"Alter Vorhafen" zeigt Abb. 4a. In Abb. 4d sind die Summen der gemessenen Trübungswerte aufgetragen.

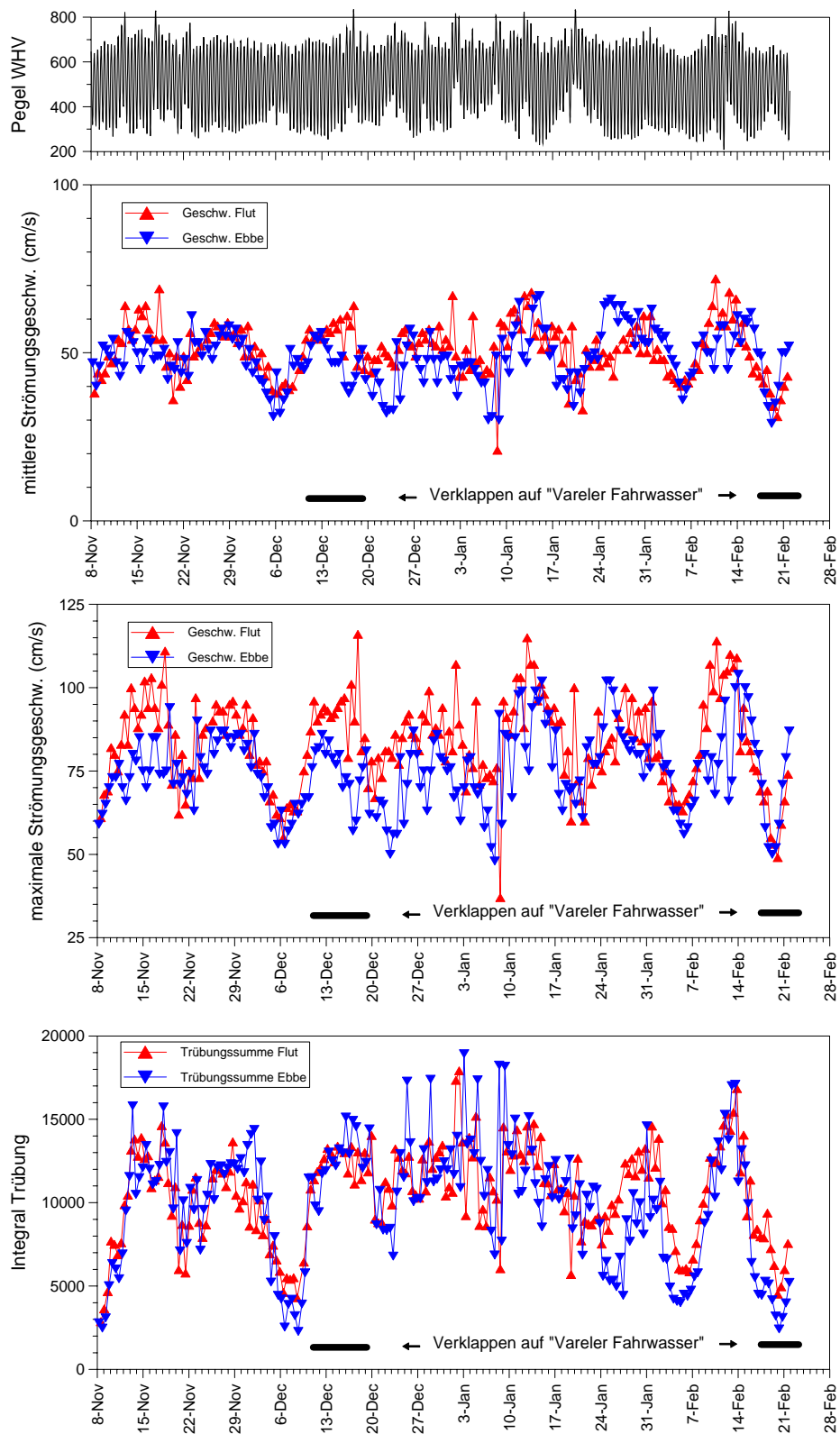
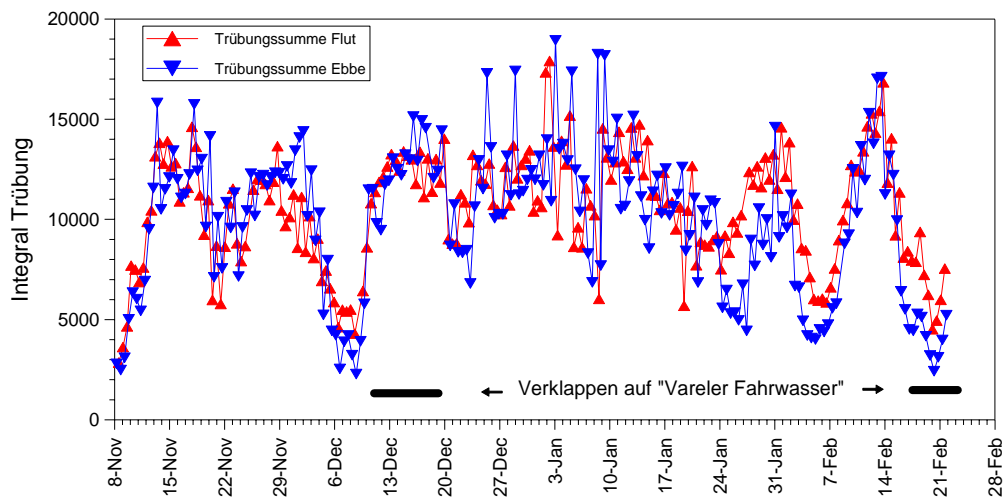




Abb. 4: a) Pegelkurve Wilhelmshaven,
b) mittlere und
c) maximale Strömungsgeschwindigkeit,
d) Trübungssummen je Tidephase (ab Nov. 2004) Pos d





Die Abbildungen zeigen deutlich die Schwankung der Strömungsgeschwindigkeiten, die mit der Veränderung der Tidescheitelwerte (Spring- und Nippphasen) einhergeht. Bestätigt wurde durch die Messung die schon früher für dieses Seegebiet beobachtete Flutstromdominanz, die besonders ausgeprägt in Abb. 4c erkennbar ist.

Die Abb. 4d zeigt den Verlauf der Trübungsmessdaten knapp 1 m über Grund über die Messdauer von fast vier Monaten. Die starke Abnahme der Trübungsintensität während der Nipptide und die Erhöhung der Trübung während der Springtide ist auffällig. Bei den dargestellten Werten handelt es sich um Messwerte in der Dimension NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Er stellt ein Äquivalent für den Gehalt an suspendiertem Material im Wasser dar. Eine Kalibrierung durch Messung des Schwebstoffgehalts im Wasser wurde aus Zeitgründen nicht durchgeführt. Unabhängig davon ist die Ermittlung relativer Unterschiede.

Die Verklappkampagne vom Dezember 2004 (10. bis 19.12.) lag zeitlich nahe der Springtide. Die Trübungsmessungen während der Kampagne ergaben keine höheren Trübungswerte als in der vorangegangenen Springphase am Anfang der Messdatenaufnahme (Nov. 2004). Die zweite Verklappkampagne im Winter 2004/2005 begann am 17.02.2005 und damit zwei Tage vor der Nipptide. Die Trübungsmessung zeigt keinen signifikanten Anstieg der Werte trotz der Verklappungen in unmittelbarer Nähe zur Messstelle. Die größten Trübungssummen wurden in Zeiten ohne Verklappungen gemessen und sind daher eindeutig auf eine hohe Suspensionsfracht durch extreme Wind- und Seegangereignisse zurückzuführen.

4.2 Einsatz der Sediment-Profil-Kamera (SeProK)

Die Sediment-Profil-Kamera wurde im Rahmen der Verklappkampagne Februar 2003 an zwei Tagen auf einer Position zwischen den beiden Klappstellenteilflächen eingesetzt. Ziel der Untersuchungen war es, eventuell vorhandene Unterschiede im Sedimentationsgeschehen um die Stauwasserzeitzeit herum ohne und mit Verklappungsaktivitäten zu ermitteln. Als Einsatztage wurden daher der 11.02.2003, also 8 Tage vor Beginn der Verklappkampagne und ca. 2 Monate nach der vorherigen Kampagne, und der 24.02.2003, also der letzte Tag der Kampagne gewählt.

4.2.1 Beschreibung des Geräts

Die SeProK (Abb. 5), eine Eigenentwicklung der Bundesanstalt für Gewässerkunde, ist eine Unterwasserkamera, die Fotos/Videos von Sedimentanschnitten liefert. Das Hauptbauteil ist ein Keil (grüner Pfeil in Abb. 5), dessen eine Fläche senkrecht steht und in der ein Fensterausschnitt (roter Pfeil) eingebaut ist. Die andere Fläche beherbergt innen einen Spiegel, der das Licht nach oben lenkt. Darüber ist eine Videokamera und ein Fotoapparat angeschlossen, so dass Film- und Fotoaufnahmen möglich sind. Es können Aufnahmen der vertikalen Sedimentstruktur bzw. von der Wasser-Boden-Grenzschicht oder dem überstehenden Wasser mit Blick auf das Sediment erfolgen.

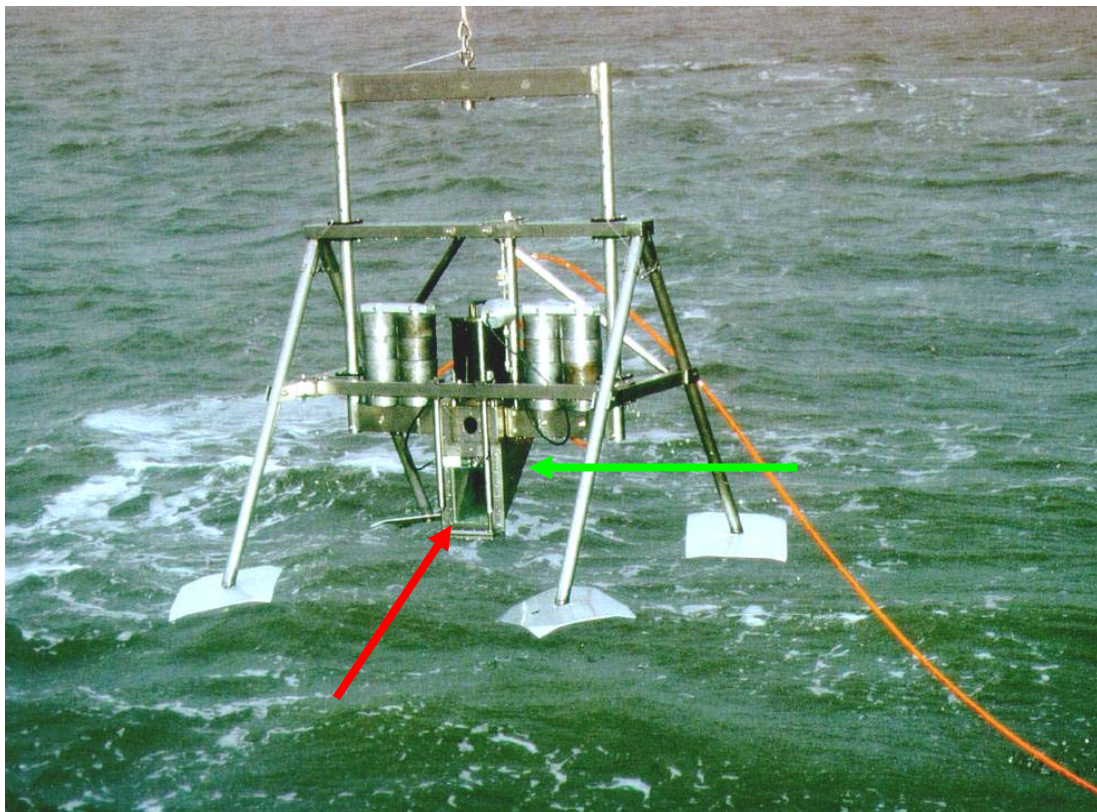


Abb. 5: Sedimentprofilkamera (SeProK)

4.2.2 Einsatz der SeProK am 11.02.2003

Am 11.2.2003 wurde das Niedrigwasser für 12:56 Uhr erwartet. Der Einsatz der Kamera wurde daher auf den Zeitabschnitt drei Stunden vor bis zwei Stunden nach Stauwasser festgelegt. Die Abb. 6 zeigt die Situation an der Gewässersohle zum Zeitpunkt der größten Auflandung (ca. 15 nach Kenterung des Ebbstroms).

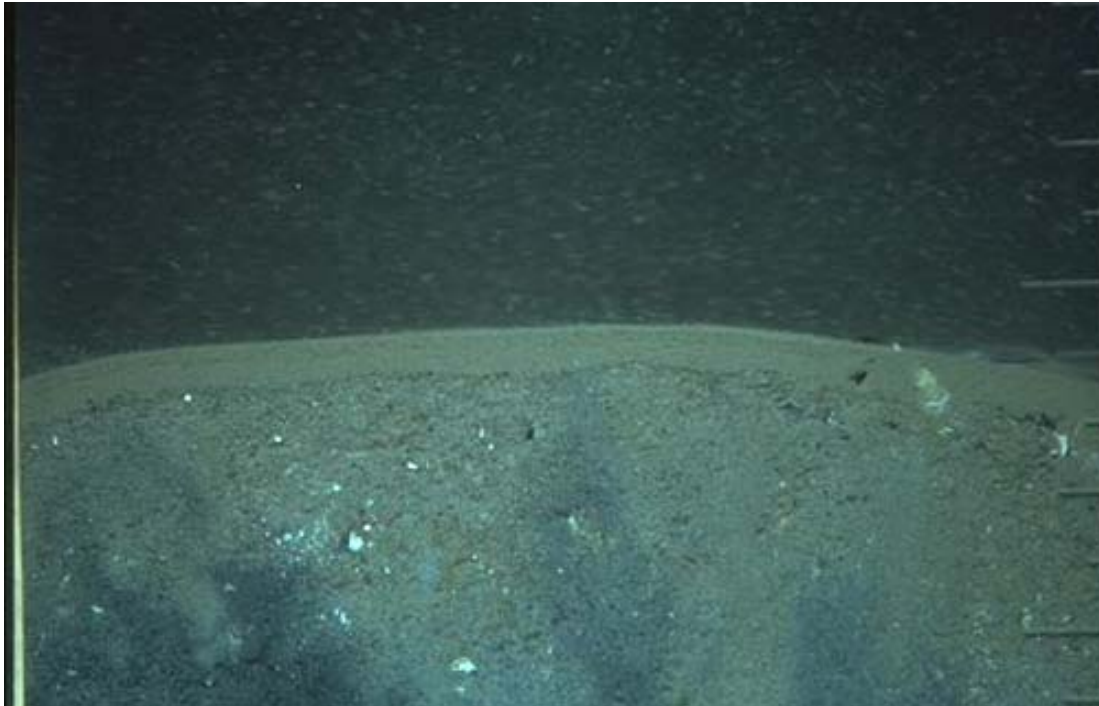


Abb. 6: Schichtdicke der am Boden abgesetzten Sedimentschicht ca. 1 cm (11.02.2003)

4.2.3 Einsatz der SeProK am 24.02.2003

Am 24.02.2003 wurde das Niedrigwasser für 12:00 Uhr erwartet. Nach den Erfahrungen des Einsatzes am 11.02. wurde die SeProK am gleichen Standort von 10:00 h bis ca. 13:00 h aufgestellt. In diese Zeit fielen zwei Verklappungen in unmittelbarer Nähe des Kamerastandortes, und zwar um 11:00 h und zur Stauwasserzeit um 12:00 h.

Als Folge der Verklappung um 11:00 h ist keine Sedimentation an der Sohle zu erkennen, obwohl, wie die Auswertung des Videofilms zeigt, eine erhöhte Trübung mit wenigen Minuten Verzögerung zu sehen ist. Zu dieser Zeit ist die Strömungsgeschwindigkeit an der Sohle noch zu hoch, um Sedimentation zu erlauben.

Nach der Stromkenterung um 11:35 h kommt es bis 11:43 h zur Sedimentation von ca. 0,5 cm; diese Schicht wird aber bis 11:45 h wieder weggeweht. Nach der Verklappung um 12:00 h kommt es ab 12.15 Uhr zu einer geringfügigen Sedimentation. Die Schichtdicke beträgt um ca. 12:16 h weniger als 1 cm, danach wird diese Schicht von der Strömung innerhalb weniger Minuten weggeweht. Die Abb. 7 zeigt die maximale Schichtdicke in dieser Zeit.

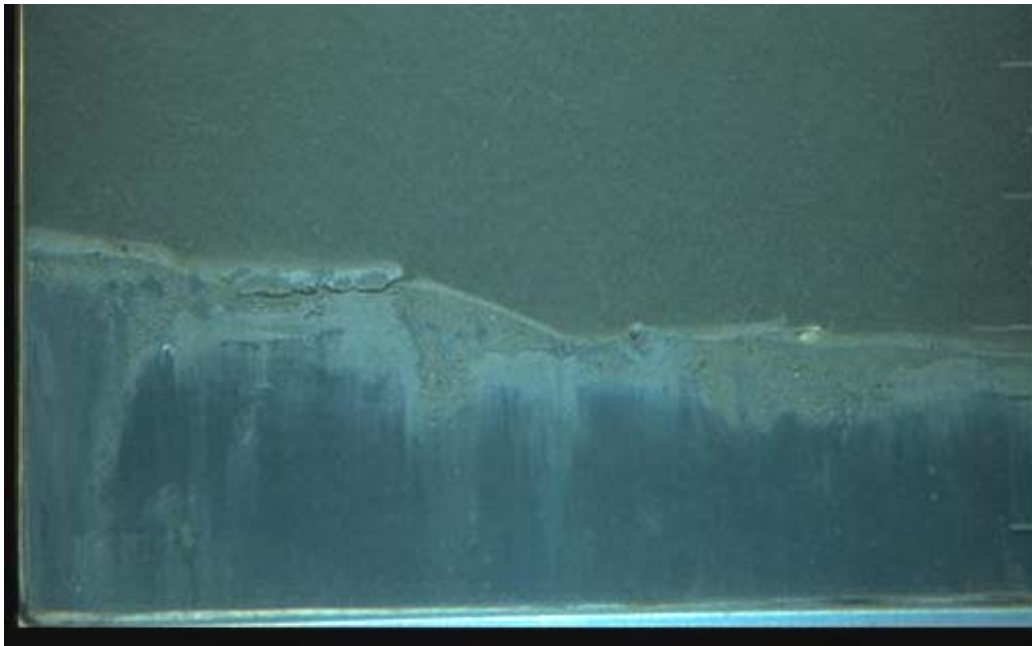


Abb. 7: Schichtdicke der am Boden abgesetzten Sedimentschicht < 1 cm (24.02.2003)

5 Schlussfolgerungen

In einer Messkampagne auf der Klappstelle Vareler Fahrwasser wurden über mehrere Zeitabschnitte sowie insbesondere begleitend zu einer Verklappkampagne die Auswirkungen der Verklappungen auf die Trübungsverhältnisse und die Beeinflussung des Seebodens untersucht.

Der Einsatz mehrerer Dauermessstellen im Umfeld der Klappstelle ergab eine mit den Tideverhältnissen stark wechselnde Trübungsintensität. Frühere Hinweise auf eine Trübungserhöhung südlich der Klappstelle als Folge der Verklappung konnten in der Langzeitmessung nicht verifiziert werden, da die Größenordnung der verklappungsbedingten Trübungserhöhung durch die natürlichen Trübungsintensitäten überprägt werden.

Mit Hilfe der Sediment-Profilkamera konnte nachgewiesen werden, dass selbst unter ungünstigsten Bedingungen (Stauwasser, Kenterung) die Sedimentation als Folge der Verklappung nicht größer ist als in Zeiten ohne Verklappungen.

Fazit: Die natürlichen Verhältnisse im Wasser und am Boden werden im Bereich der Klappstelle Vareler Fahrwasser durch die Verklapptätigkeit des Wasser- und Schiffsahrtsamtes Wilhelmshaven nicht wesentlich beeinträchtigt, so dass der Erklärung des Einvernehmens seitens der Landesbehörden nichts entgegensteht.



Literatur

BfG/WSA-WHV (2003): Bagger- und Klappstellenuntersuchungen in der Jade. Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz / Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven, BfG-1349

BfG/WSA-WHV (2004): Monitoring einer Verklappkampagne im Februar 2003. Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz / Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven, BfG-1410