



Hydrodynamik und Schwebstoffhaushalt

Projektleitung: Flemming, B.W. & Wolff, J.-O.

Teilbereich: Schwebstoffhaushalt

Mitarbeiter: Joerdel, O. & Bartholomä, A.

Senckenberg Forschungsinstitut, Abt. für Meeresforschung, Schleusenstraße 39 a, D-26382 Wilhelmshaven
Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment, Carl-von-Ossietzky-Straße 9-11, D-26111 Oldenburg

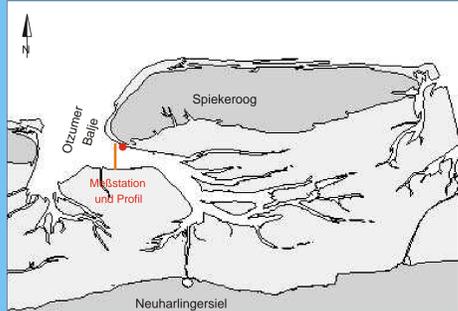


Abb. 1: Arbeitsgebiet im Rückseitenwatt von Spiekeroog mit Position des Profils und der Meßstation des FK Senckenberg.

Einleitung

Über die Otzumer Balje findet der Wasseraustausch des Rückseitenwattes von Spiekeroog (Abb. 1) mit dem offenen Meer über Gezeitenströmungen statt. Diese Strömungen steuern zusammen mit den Wetterbedingungen die Prozesse des Ex- und Imports und der Umlagerung von Schwebstoffen und Sedimenten innerhalb des Systems Rückseitenwatt.

Das Teilprojekt 4, Hydrodynamik und Schwebstoffhaushalt, wird im Teilbereich Schwebstoffhaushalt diese Gezeitenströmungen und die darin transportierte Schwebstofffracht unter Einbeziehung des Wellenregimes über vollständige Gezeitenzyklen bei verschiedenen Wetterlagen messen. Hierfür wurde der Hauptpriel östlich der eigentlichen Otzumer Balje ausgewählt, da über deren Einzugsgebiet im Rückseitenwatt von Spiekeroog bereits

durch vorangegangene Langzeituntersuchungen durch das Senckenberg Institut umfangreiche sedimentologische Kenntnisse erworben wurden.

Die dazu nötigen Messungen erfolgen durch den kombinierten Einsatz modernster akustischer und optischer Meßgeräte in-situ (Abb. 2). Diese ermöglichen erstmals die Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen Gezeitenstand, Strömungsgeschwindigkeit und Wellenregime auf der einen und dem Anteil an Schwebstoffen sowie deren Größenverteilung, aufgeschlüsselt in Einzelkorn und Kornaggregat auf der anderen Seite. Diese Daten sind die Voraussetzung für eine Bilanzierung der Schwebstofffracht und die Ausarbeitung eines hydrodynamischen Modells des Schwebstofftransportes. Die einzelnen Geräte und Methoden werden im folgenden

Literatur:

Santamarina Cuneo, P. (2000): Fluxes of suspended particulate matter through a tidal inlet of the East Frisian Wadden Sea (Southern North Sea) - Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, 91S. 167
Van der Lee, W.T.B. (1998): The impact of fluid shear and the suspended sediment concentration on the mud floc size variation in the Dollard estuary, The Netherlands - In: Black, K.S., Paterson, D.M. & Cramp, A. (eds.) (1998): Sedimentary Processes in the Intertidal Zone - Geol. Soc. Lond Publ., 33987-198. . Spec.

mobiler ADCP

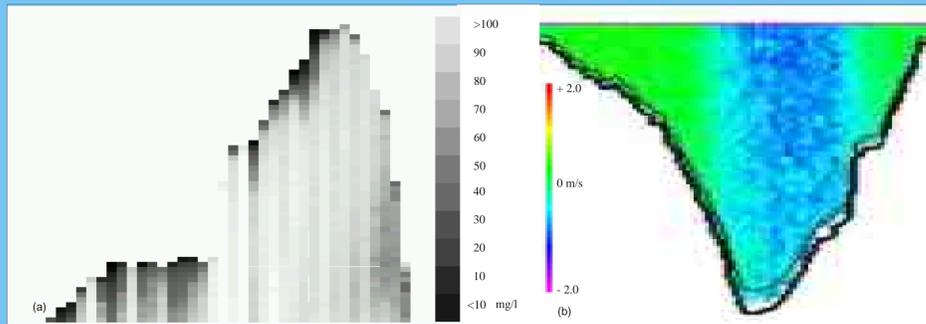


Abb. 3: (a) Schwebstoffgehalte über den Querschnitt der Otzumer Balje. Deutlich sichtbar ist die Zunahme des Gehaltes in Bodennähe (Santamarina Cuneo, 2000). (b) Strömungsquerschnitt mit gemessenem und berechnetem Bottontrack (Dezember 2001).

Der Einsatz einer mobilen bootsgestützten ADCP (acoustic Doppler Current Profiler) ermöglicht die Bestimmung der Strömungsverhältnisse über das gesamte Querprofil der Otzumer Balje. Das Gerät mißt die Strömungsgeschwindigkeit und -Richtung jeweils für 25 cm mächtige Zellen der Wassersäule. Über die Intensität des Rückstreuersignals und eine Kalibrierung auf Basis der Daten der stationär betriebenen CTD-Sonde, der LISST und den Proben der Zentrifugenpumpe wird der absolute Anteil an Schwebstoffen im Wasser ermittelt. Diese aufwendige Kalibrierung validiert die Ausdehnung der Bestimmung des Schwebstoffgehaltes von einer Wasserprofilmessung auf eine Messung über die gesamte Fläche des Prielquerschnitts. Die Abbildung 3 zeigt solche Querschnitte des Schwebstoffgehaltes und der Strömungsgeschwindigkeit.

LISST

In Gezeitengebieten bestehen die Schwebstoffe aus Einzelkörnern und Kornaggregaten. Die Größe dieser in Suspension befindlichen Partikel hängt neben den Strömungsverhältnissen ab vom Schwebstoffgehalt und der Temperatur (Van der Lee, 1998).

Das Laser Light Scattering and Transmission System ermöglicht erstmals die Bestimmung der Aggregatgröße in-situ. Dies erfolgt über die Winkelmessung von an den Partikeln vorwärts gestreuter Laserstrahlen. Aus diesen Aggregatgrößen wird die Aggregatgrößen-

verteilung berechnet und daraus dann die Aggregatsinkgeschwindigkeit. Aus diesen Daten wird die effektive Dichte der Aggregate abgeleitet. Die Einzelkornsinkgeschwindigkeiten werden im Labor per Sedimentationsröhre und Sedigraph an mit der Zentrifugenpumpe gewonnenen Proben ermittelt. Eine Umrechnung der in-situ und im Labor gewonnenen Datensätze auf den Glaskugelstandard zeigt die an der Aggregatbildung beteiligten Einzelkorngrößen auf.

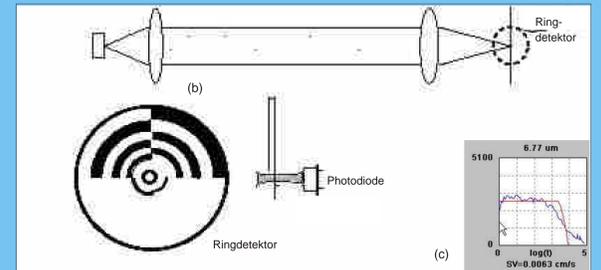


Abb. 4: LISST: (a) zeigt das Gerät in der Version als LISST-ST. (b) Meßprinzip: Die an den Partikeln gestreute Laserstrahlung wird je nach Streuwinkel von einem Ringdetektor registriert. Nicht gestreutes Licht trifft auf die Photodiode. (c) Zeitliche Entwicklung einer Aggregatgrößenklasse zur Sinkgeschwindigkeitsbestimmung (die Y-Achse zeigt die Counts der Photodiode an).

Stationärer ADCP mit Wellenfunktion

An dem geplanten Meßpfehl in der Otzumer Balje wird nahe des Meeresbodens eine ADCP montiert. Diese erfaßt stationär die Strömungsverhältnisse und den Schwebstoffgehalt in jeweils 5 cm mächtigen Zellen. Durch die feste Montage am Meßpfehl ist dieses Gerät in der Lage bei allen Wetterlagen kontinuierlich Daten zu liefern. Somit wird erstmals die direkte Messung der Auswirkungen von Sturmereignissen auf die Strömungen und deren Schwebstoffgehalt möglich.

Zusätzlich erfaßt diese nach oben ausgerichtete ADCP auch das Wellenregime. So werden aus den gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten und -Richtungen die Orbitalbewegungen von Wellen berechnet. Hieraus lassen sich die verschiedenen Parameter des Wellenregimes (Abb. 5), wie Wellenperiode und signifikante Wellenhöhe und deren Ausbreitungsrichtung bestimmen.

Somit bietet die stationäre ADCP Erkenntnisse über den Einfluß des Wellenregimes auf den Schwebstofftransport im Rückseitenwatt bei allen Wetterlagen über die reine Erfassung der Strömungsverhältnisse und den Schwebstoffgehalt hinaus.

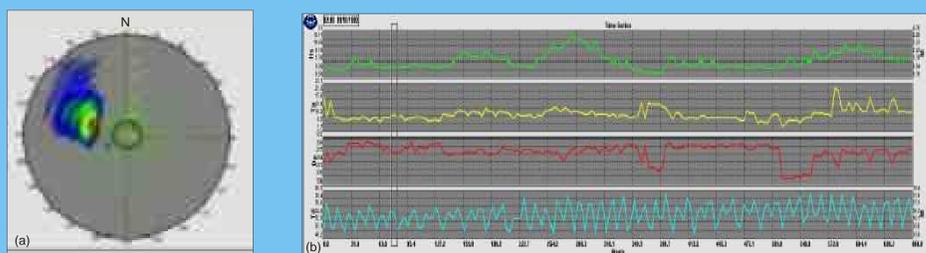


Abb. 5: Wellenmessungen mit der stationären ADCP: (a) Darstellung der Ausbreitungsrichtung und der Wellenperiode. (b) Zeitliche Entwicklung der Wellenparameter. Dargestellt sind von oben nach unten: signifikante Wellenhöhe, Wellenperiode, Wellenrichtung und Wasserdruck am Sensor.

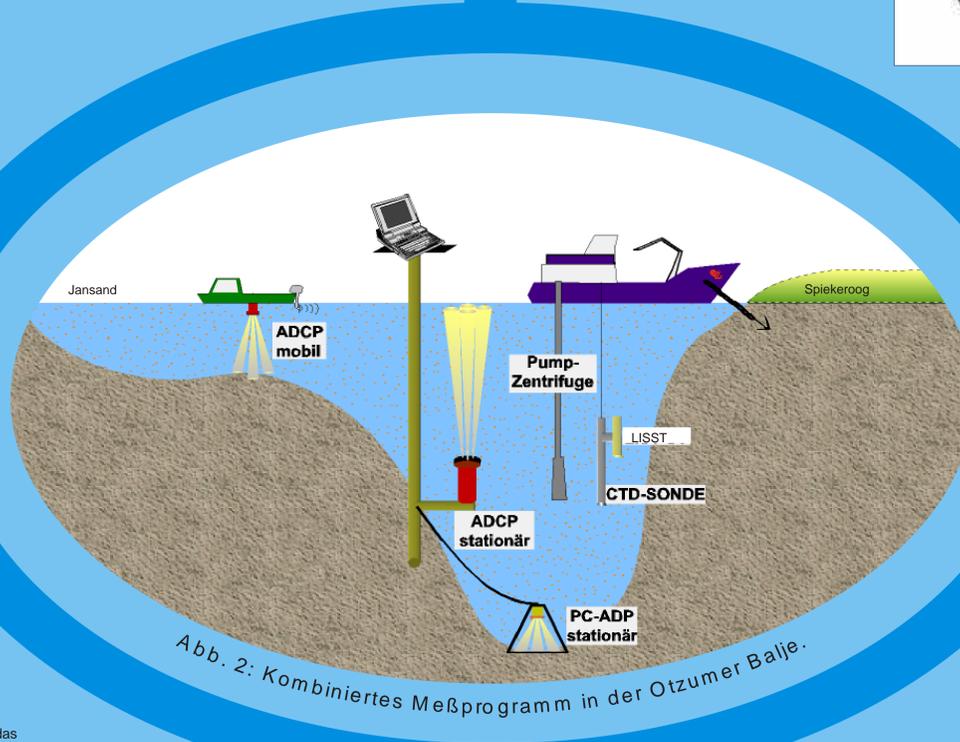


Abb. 2: Kombiniertes Meßprogramm in der Otzumer Balje.

PC-ADP

Der ultrakompakte acoustic Doppler Profiler nutzt die gleiche Meßmethode wie eine herkömmliche ADCP. Der wesentliche Unterschied ist der Einsatz eines pulskohärenten Signals. Durch diese Signalaufbereitung wird eine deutlich höhere vertikale Auflösung der Wassersäule von minimal 1,6 cm bei herabgesetzter Reichweite erreicht (Abb. 6). Die PC-ADP schließt somit die Lücke hinsichtlich der Auflösung zwischen herkömmlichen ADCP's und einer ADV. Dabei wird weiterhin wie bei einer ADCP im Gegensatz zu einer ADV die Strömung und der Schwebstoffgehalt gleichzeitig über die Wassersäule aufgenommen.

Infolge dieser Charakteristik wird die PC-ADP speziell zur Erfassung der bodennahen Strömungen und der darin enthaltenen Schwebstoffe genutzt. Einsatzort sind dabei sowohl der Grund des Priels, als auch die Wattflächen und eine zeitweilige Montage am Meßpfehl.

Weiterhin ist im Rahmen eines anderen Teilbereiches der Arbeitsgruppe eine Bestimmung der Strömung und des Schwebstoffgehaltes in den Öffnungen zu den Lahnungen an der Küste geplant. Dabei soll auch die LISST zur in-situ Bestimmung der Aggregatgrößen zum Einsatz kommen.

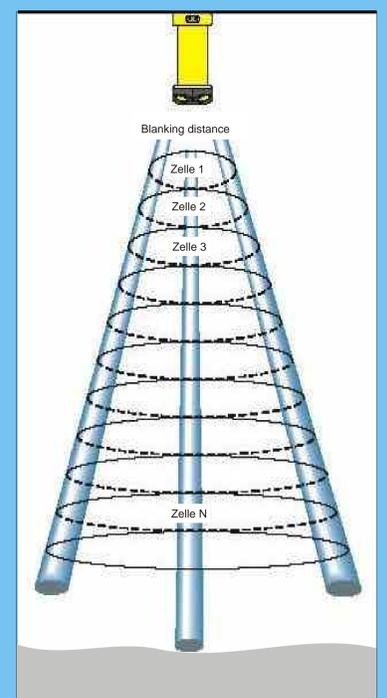


Abb. 6: Geometrie der akustischen Meßstrahlen und resultierende Zellenaufteilung einer ADP/ADCP. Durch die Aufweitung der Strahlen bei zunehmender Entfernung vom Gerät, wird die horizontale Ausdehnung der Zelle immer größer. Daher sind mit vertikal operierenden ADCP's bevorzugt horizontal relativ konstante Strömungen zu messen.