

# Meeresdaten rund um die Uhr: Die Station im Watt

Von Rainer Reuter

Seit Herbst 2002 ist bei Spiekeroog eine Messstation für die Aufnahme hydrographischer Daten im Einsatz. Die Daten werden ganzjährig und insbesondere auch im Winter erfasst, wenn Messungen mit Schiffen wetterbedingt nicht möglich sind. Die Daten dienen zur Bilanzierung des Stoffaustauschs zwischen Rückseitenwatt und offener Nordsee.

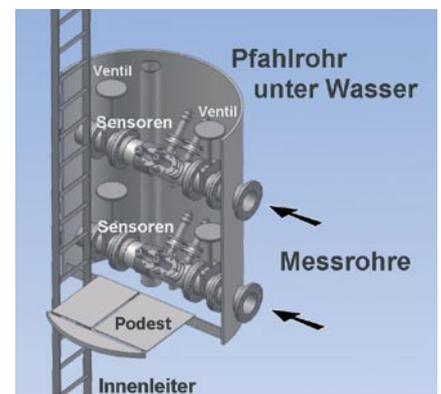
In autumn 2002 a time-series station was put into operation for hydrographic measurements near the island of Spiekeroog. Data are taken continuously especially in winter when measurements using ships are hampered by bad weather. The data are used to estimate the flux of substances between the tidal flats and the open North Sea.

Die Umwelt zu beobachten und verlässliche Messungen zu gewinnen, ist auf See sehr viel schwieriger als an Land. Forschungsschiffe zu betreiben oder die Ozeane von Satelliten aus zu beobachten, ist sehr teuer und erfordert großen organisatorischen und logistischen Aufwand. Hinzu kommt, dass wetterbedingte Einschränkungen einen Schiffseinsatz in Zeiten mit starkem Wind, also gerade in den Wintermonaten erschweren und Wolken den Satelliten die Sicht auf das Meer versperren. Aus diesen Gründen sind Winterdaten aus den Ozeanen und auch aus der vergleichsweise kleinen Nordsee außerordentlich rar. Solche Einschränkungen gelten selbst für die Wattgebiete der Deutschen Bucht. Im Wattenmeer verlagern sich Sandbänke und die wasserführenden Priele durch Stürme und Sturmfluten im Winter, ohne dass solche Vorgänge bisher unmittelbar beobachtet werden konnten.

Die Forschergruppe BioGeoChemie des Watts hat sich daher das Ziel gesetzt, neue Möglichkeiten der Aufnahme von Daten im Wattenmeer zu entwickeln, die automatisiert und weitgehend unabhängig von Wettereinflüssen genutzt werden können. Außerdem sollen die Ergebnisse der kontinuierlich durchgeführten Messungen mittels Datenfernübertragung den Arbeitsgruppen an der Universität Oldenburg und den anderen beteiligten Forschungseinrichtungen zur Verfügung stehen. All dies erfordert eine dauerhaft installierte Station, deren Struktur den Belastungen durch Stürme und hohen Seegang standhält, aber auch durch winterliches Treibeis nicht gefährdet wird. Nach zweijähriger Planung wurden im Sommer 2002 die Bauarbeiten für diese Station eingeleitet. Nach zwei Monaten begann ein erster Probetrieb. Die volle Funktion erreichte die Station Mitte 2003.

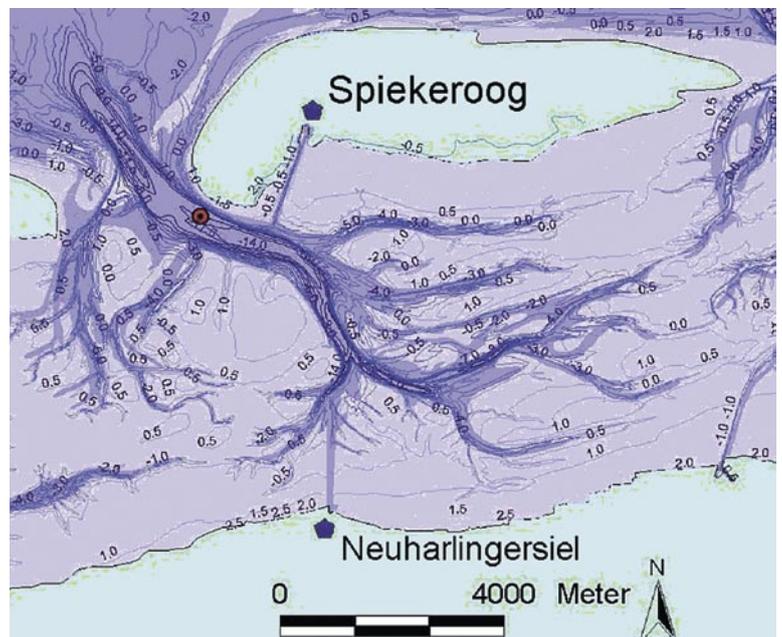
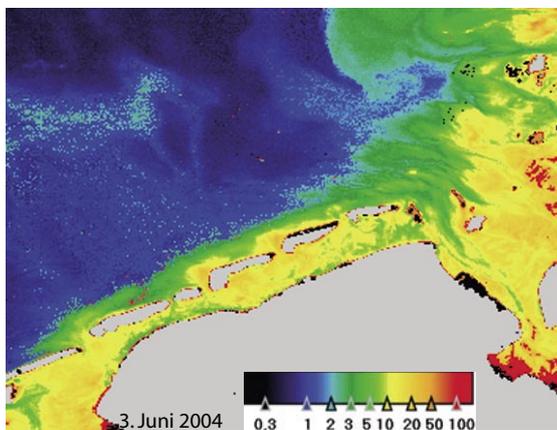
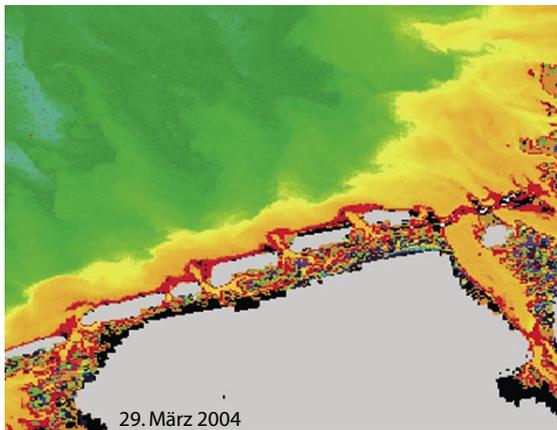
## Technische Auslegung der Station

Die Messstation befindet sich im Seegang zwischen Spiekeroog und Langeoog in 13 Metern Wassertiefe. Eine hohe Standsicherheit gewährleistet ein 35 Meter langes Pfahlrohr, welches zehn Meter tief in den



Oben: Die Station im Watt bei Spiekeroog.

Unten: Ausschnitt des innen begehbaren Pfahlrohrs mit zwei Messrohren und Sensoren für die Analyse des Wassers. Nach Schließen von zwei Ventilen kann ein Messrohr oder auch ein einzelner Sensor ausgebaut werden.



Oben: Die Position der Messstation im Seegatt von Spiekeroog (roter Punkt). Angaben im Seegatt und in den Prielen sind Wassertiefen unter Normalnull.  
 Links: Schwebstoff im Meerwasser - Farbkeil in Milligramm pro Liter - aus dem Welt-  
 raum an wolkenfreien Tagen gemessen. Mit dem Ebbstrom werden die Schwebstoffe  
 aus dem Rückseitenwatt bis vor die Ostfriesischen Inseln verfrachtet: Oberes Bild, 29.  
 März 2004, bei Niedrigwasser aufgenommen. Bei Hochwasser werden die Schweb-  
 stoffe teilweise in das Rückseitenwatt zurückgedrängt: Unteres Bild, 3. Juni 2004, bei  
 Hochwasser. Die Werte im oberen Bild sind wegen hoher Erosion der Sedimente in der  
 Folge von Stürmen auch im Küstenvorfeld höher als im unteren Bild.

Meeresgrund eingebracht ist. Sein oberes Ende, das bei Hochwasser etwa sieben Meter aus dem Wasser herausragt, trägt eine Arbeitsplattform mit zwei Containern, in denen die Energie- und Datentechnik sowie die Funkübertragung der Station untergebracht sind. Auf der zweiten Plattform über den Containern befinden sich ein Windrad und Sonnenkollektoren für die Energieversorgung der Station. Von hier aus werden Messdaten per Funk zu einer Empfangsstation auf Spiekeroog gesandt und dann per Telefon zur Universität Oldenburg weitergeleitet. Alle Daten werden in einer Datenbank gespeichert und im Internet auf der Webseite <http://las.physik.uni-oldenburg.de/landstation> dargestellt.

Eine Besonderheit der Station ist die Begehbarkeit des Innenraums des Pfahlrohrs von der Plattform bis zu einer Tiefe, die dem Niveau des Meeresgrunds entspricht. Unterhalb der Wasseroberfläche befinden sich im Innenraum fünf horizontal ausgerichtete Rohre mit kleinerem Durchmesser. Sie sind in Richtung des Gezeitenstroms im Seegatt ausgerichtet und werden somit vom Meerwasser ungehindert durchströmt. An diesen

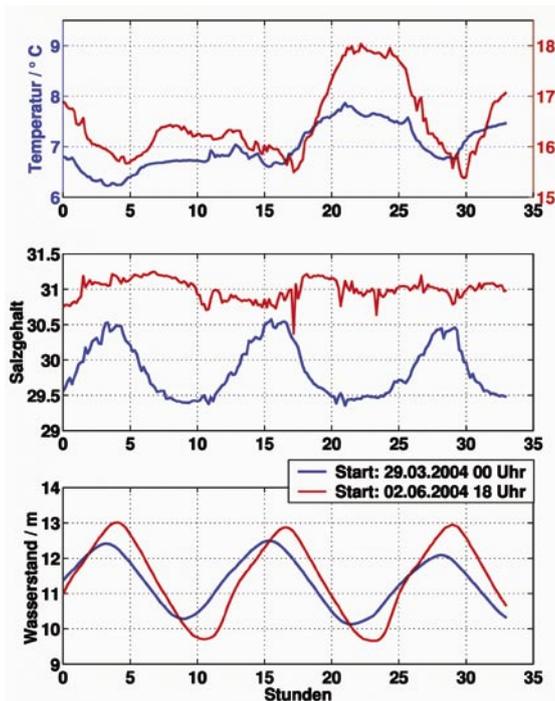
so genannten Messrohren lassen sich in sehr flexibler Weise Sensoren und Instrumente für Wasseranalysen montieren. Somit können Daten in fünf Tiefenniveaus erfasst werden, und zwar auch während der Wintermonate ohne Gefährdung der Instrumente etwa durch Treibeis.

Zu den Messgrößen gehören neben dem hydrostatischen Druck als Maß für den Wasserstand auch die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit des Meerwassers. Aus diesen Daten werden Salzgehalt und Dichte des Wassers berechnet, die wichtig für das Verständnis der physikalischen Prozesse im Meer sind. Weiterhin werden der im Meerwasser gelöste Sauerstoff und der Gehalt an Plankton erfasst. Instrumente für die Analyse von Nährstoffen sowie des Methan- und des Mangangehalts sind seit Anfang 2005 ebenfalls verfügbar. Für die Bilanzierung von Stofftransporten sind neben den Stoffkonzentrationen auch Daten der Strömung des Wassers erforderlich, mit der die Stoffe transportiert werden. Um eine Verfälschung der Strömungsdaten durch das Pfahlrohr zu vermeiden, werden die Messungen etwa zehn Meter vom Pfahlrohr entfernt durchgeführt;

diese Sensoren werden gemeinsam mit dem Forschungsinstitut Senckenberg betrieben. Neben den Instrumenten für die Wasseranalyse liefern meteorologische Sensoren Informationen über Lufttemperatur, Luftdruck und Wind. Darüber hinaus werden mit optischen Spektrometern das einfallende Tageslicht und das von den oberen Wasserschichten zurückgestreute Licht erfasst. Aus diesen Daten werden Reflexionsspektren ermittelt, die Auskunft über den Schwebstoffgehalt des Wassers geben und in Verbindung mit der Strömungsgeschwindigkeit den Schwebstofftransport zu bilanzieren erlauben.

## Ergebnisse

Die Hydrographie des Wattenmeers wird durch die Gezeiten außerordentlich stark geprägt. Dies macht sich zunächst im Tidenhub von zwei Metern Höhe bemerkbar, der etwa zweimal täglich durchlaufen wird. Ursache dieser Wasserstandsänderung ist die Gezeitenströmung, die mit Ebbe und Flut Wasser durch die Seegatten zwischen den Inseln an den Messgeräten des Pfahls vorbei in das Rückseitenwatt bzw. die offene Nordsee pumpt. Das Wasservolumen



Verlauf von Temperatur, Salzgehalt und Wasserstand an der Messstation an den Tagen der Satellitenaufnahmen 29. März (blau) und 2. Juni 2004 (rot). Der niedrige Salzgehalt bei Niedrigwasser im März wird durch Süßwasser hervorgerufen, das über Siele in das Rückseitenwatt eingeleitet wird; der Salzgehalt des Wassers der Deutschen Bucht ist etwa 33 (früher Angabe in Promille, heute dimensionslos). In regenarmen Sommermonaten bleibt das Süßwasser aus, die Wassertemperatur kann jedoch bei Niedrigwasser durch Sonneneinstrahlung kräftig ansteigen.

im Rückseitenwatt ist bei Hochwasser etwa dreimal größer als bei Niedrigwasser.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des ein- und ausströmenden Wassers sind von besonderem Interesse, da sich in ihnen die im Rückseitenwatt stattfindenden Prozesse widerspiegeln. Da im Watt die Wassertiefe gering ist, kann die Temperatur bei Niedrigwasser durch Sonneneinstrahlung im Sommer stark zunehmen und durch kalten Wind im Winter abnehmen. Regen und hierdurch bedingte Süßwasserüberschüsse an Land, die über Siele in das Rückseitenwatt gelangen, können den Salzgehalt stark herabsetzen. Von großer Bedeutung sind auch Substanzen, die über das Süßwasser in das Wattenmeer eingetragen werden, insbesondere Schwebstoffe und gelöste Huminstoffe. Von diesen ernähren sich Bakterien, die dann organische Substanzen freisetzen, welche die in hohen Mengen vorhandenen mineralischen Trübstoffe zu Aggregaten verkleben. Große Partikelaggregate können zum Wattboden absinken und das Schlickwatt bilden.

Schwebstoffe und gelöste Substanzen werden in großem Umfang durch die Gezeitenströmung zwischen der offenen See und dem Rückseitenwatt verfrachtet. Die Ermittlung dieser Stofftransporte und die Bilanzierung der Ein- und Austräge durch das Seegatt mit geeigneten Messverfahren sind die wesentlichen Aufgaben der laufenden Forschungsar-

beiten. Diese Bilanzen geben Auskunft über den aktuellen Zustand des Wattenmeers und seine weitere Entwicklung.

Die Bedeutung dieser Transporte wird in Aufnahmen des oberflächennahen Schwebstoffs deutlich, die mit Satelliten gewonnen werden. Jedoch sind solche Bilder nur Momentaufnahmen und erlauben wegen ihrer geringen zeitlichen Wiederholungsrate und der häufigen Bewölkung keine Bestimmung der Stofftransporte zwischen der offenen See und dem Watt. Die in den Satellitenbildern beobachteten Strukturen im Watt und vor den Inseln stimmen jedoch mit den Ergebnissen hydrodynamischer Modelle des Schwebstofftransports, die in der Forschergruppe entwickelt wurden, qualitativ gut überein. Satellitenbilder und Modellergebnisse werden mit den an der Station bei Spiekeroog gewonnenen Messdaten verglichen und verifiziert, um den Stofftransport durch das Spiekerooger Seegatt präzise zu erfassen und solche Bilanzen für das ostfriesische Wattenmeer insgesamt zu ermitteln.

## Ausblick

Die Messungen im Spiekerooger Seegatt geben uns einen Einblick in die Eigenschaften des Wassers, das bei Flut in das Rückseitenwatt einströmt und dieses Gebiet mit dem Ebbstrom wieder verlässt. Prozesse, die im Wasser des zentralen

Rückseitenwatts stattfinden, prägen die bei Ebbstrom gewonnenen Messdaten. Neben den Süßwassereinträgen aus den Sielen kommt dem im Porenraum der Wattsedimente enthaltenen Wasser ebenfalls große Bedeutung zu. Aus den bei Niedrigwasser trockenfallenden Sedimenten tritt ein Teil dieses Porenwassers aus. Durch bakterielle Aktivität im Sediment während der warmen Jahreszeiten reichern sich im Sediment gebundene Metalle im Porenwasser an und gelangen dann in die Wassersäule des Rückseitenwatts. Durch die Gezeitenströmung erreichen diese erhöhten Metallkonzentrationen die Deutsche Bucht und prägen das Wasser der Nordsee.

Um die Bedeutung der Sedimente und des Austauschs zwischen Sediment und Wassersäule des Wattenmeers zu untersuchen, werden in der laufenden Projektphase neue Verfahren zur Beprobung der Sedimente und ihres Porenwassers sowie des aus den Sedimenten austretenden Wassers entwickelt. Die im Rückseitenwatt stattfindenden physikalischen und chemischen Vorgänge sollen hiermit genauer verstanden werden, um die Interpretation der an der Messstation im Seegatt gewonnenen Daten weiter zu vertiefen.

An der Realisierung der Messstation bei Spiekeroog waren die Firmen -4H- JENA engineering GmbH, Jena, und Ludwig Voss, Cuxhaven, sowie die Betriebseinheit für technisch-wissenschaftliche Infrastruktur der Universität Oldenburg maßgeblich beteiligt.

## Der Autor



Dr. Rainer Reuter leitet die Arbeitsgruppe Meeresphysik (vorher: Angewandte Optik/Laserfernerkundung) am Institut für Physik. Er studierte Physik in Heidelberg und Kiel, wo er im Jahr 1979 promovierte. Anschließend war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am GKSS Forschungszentrum Geesthacht auf dem Gebiet der physikalischen Gewässerforschung tätig. 1980 wechselte er an den Fachbereich Physik der Universität Oldenburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung von Verfahren für die Meeresforschung und Meeresüberwachung sowie die Messung und Modellierung von Stoffkreisläufen im Meer. Im Rahmen seiner Tätigkeiten hat er an zahlreichen Schiffsexpeditionen teilgenommen.