



Das Watt ist nur auf den ersten Blick lebensfeindlich. Bei der Erforschung dieses Lebensraumes kann eine neue Messstation helfen. Untergebracht in einem Arbeitscontainer sind Messgeräte und Installationen zur direkten Daten-Übertragung an Land.



Von Schlickwatt, Mischwatt und Sandwatt

Ausgedehnte Wattflächen sind das Ergebnis der Gezeiten in verschiedenen Klimazonen der Erde. Am Beispiel der südlichen Nordsee untersuchen Wissenschaftler, wie ökologische Prozesse im bedrohten „Lebensraum Wattenmeer“ ablaufen



Warum gibt es in Ostfriesland Ebbe und Flut? Die Antwort ist einfach: Als die Ostfriesen ans Meer kamen, hat sich das Wasser so erschrocken, dass es sich ganz weit zurückzog. Und nun kommt es jeden Tag zweimal, um zu gucken, ob sie immer noch da sind...“ Dieser etwas angestaubte Witz verweist auf das auffallendste Merkmal des Watts: die Gezeiten. Diesem raschen Wechsel der Umweltbedingungen, zu denen als Folge auch die Änderungen in der direkten Sonneneinstrahlung und im Salzgehalt zählen, könnten voreilig als lebensfeindlich angesehen werden. Tatsächlich jedoch ist die biologische Aktivität gerade im Ökosystem Watt besonders hoch.

Wattsysteme sind ein wichtiger Bestandteil gezeitenbeeinflusster Küsten in unterschiedlichen Klimazonen und mit unterschiedlichen Strömungsbedingungen. Sie gehören zu den produktivsten natürlichen Ökosystemen der Erde und spielen im globalen bio- und geochemischen Haushalt eine wichtige Rolle. Die Watten sind nicht nur Lebensgrundlage zahlreicher Vogelarten, sondern auch Kinderstube für viele Organismen des Meeres. Da während der Flut Sedimente in Küstennähe absinken, bieten die Watten den Küsten einen wichtigen Schutz vor Erosion durch das Meer.

Auf der ganzen Welt konzentriert sich in Küstenzonen schon seit vielen Jahrhunderten ein Großteil menschlicher Aktivität. Es wird angenommen, dass im Jahr 2025 etwa 75 Prozent der Weltbevölkerung (statt heute 50 Prozent) im Küstenbereich angesiedelt sind. Der Bedarf für die Nutzung dieses Raumes wird daher zunehmen. Das betrifft sowohl industriell verwertbare Naturstoffe aus Meeresorganismen und die marine Biotechnologie als auch die Gewinnung erneuerbarer Energie durch küstennahe Windkraftanlagen. Dabei besteht die Gefahr, dass Ressourcen in einer Weise ausgebeutet werden, die Ökosysteme unwiederbringlich zerstört. Deshalb sind Kenntnisse über ökologische Prozesse und die daraus abgeleitete ökologische Gesundheit der Watten für die Küstenbewohner von erheblicher Bedeu-

tung. Die schützenswerten Besonderheiten des Ökosystems Watt haben dazu geführt, dass weite Bereiche zum Nationalpark erklärt wurden und die Nutzung durch Fischerei und Tourismus eingeschränkt ist. Politische Bestrebungen gehen dahin, das Wattenmeer in der südlichen Nordsee zum Weltkulturerbe zu erheben.

Das flache Relief der Nordsee und die ausgeprägten Gezeiten führen zu ausgedehnten Wattflächen entlang der Nordseeküsten. Mit dem so genannten Tidenhub steigt das Wasser zwischen Niedrigwasser und dem Höhepunkt der Flut in der östlichen Nordsee etwa um ein bis drei Meter. Der Lebensraum Wattenmeer umfasst die ober-

riereinseln vor den Küsten Niedersachsens und Nordhollands, während es sich bei den Inseln vor der Küste Schleswig-Holsteins vorwiegend um Überreste ehemaliger Landmassen handelt, die bei Sturmfluten nicht mit untergegangen sind. Geologisch sind die Inseln mit den dahinter liegenden Watten junge Gebilde. Bei der letzten Eiszeit vor etwa 18 000 Jahren lag die Küstenlinie weit draußen in der Nordsee. Erst mit dem Abschmelzen der kontinentalen Eismassen erreichte die Nordsee vor etwa 9 000 Jahren wieder das heutige Küstengebiet und gestaltete durch den steigenden, vorübergehend auch wieder absinkenden Meeresspiegel die Land-Ozean-



halb der mittleren Hochwasserlinie gelegenen Salzwiesen, Dünen und Strände, das bei Niedrigwasser trocken fallende Watt im eigentlichen Sinn, und die ständig vom Wasser bedeckten Priele und Tiefs, die sich wie Kanäle durch die Wattenlandschaft ziehen.

Eines der größten zusammenhängenden Gezeitengebiete der Erde erstreckt sich entlang der Nordseeküste vom dänischen Blåvands Huk an der Nordspitze Jütlands über die Küsten Schleswig-Holsteins und Niedersachsens bis nach Den Helder in den Niederlanden. Besonders prägend sind die vor einigen tausend Jahren durch Sandtransport entstandenen Bar-

Die Oberfläche des sandigen Watts hat eine einprägsame Struktur. Oben: Um neue Daten zu gewinnen, müssen Bohrungen durchgeführt werden. Dabei werden Sedimentkerne von bis zu sechs Metern Länge gewonnen. Mit einem Flachbodenschiff, das sich auf der Wattfläche „trocken fallen“ lassen kann, erreichen die Forscher ihr Studiengebiet und stecken dort das zu untersuchende Areal ab.

Grenze. Erst im Mittelalter begann der Mensch, die Küstenlinie durch den Deichbau festzulegen.

Innerhalb des Wattenmeeres unterscheidet man aufgrund der Sedimentbeschaffenheit zwischen Schlickwatten, Mischwatten und Sandwatten. Sie bieten unter-



schiedliche Lebensräume für die Organismen, die im Wattboden leben.

Durch Wechselwirkungen zwischen den Organismen entstehen komplexe biologische Strukturen. In den einzelnen Regionen des Wattenmeeres dominieren bestimmte Lebensformen, zum Beispiel der Wattwurm mit seinen typischen geringelten Kothaufen, ausgedehnte Rasen des Bäumchenröhrenwurms oder Miesmuschelbänke. Neben den etwa 60 Tierarten mit Größen von wenigen Millimetern bis Zentimetern ist die zwischen den Sandkörnern des Wattbodens lebende noch kleinere Fauna mit mehreren hundert Arten ein wichtiger Bestandteil der biologischen Vielfalt. Das Nahrungsnetz baut im Wesentlichen auf den am Boden und in der Wassersäule lebenden Mikroalgen auf. Neben den umfangreichen „Fraßbeziehungen“ innerhalb der Fauna am Wattboden erstrecken sich die Wechselwirkungen der Organismen untereinander auch auf die höheren Ebenen des Nahrungsnetzes. So nutzen viele Jungfische und Garnelen das reichliche Nahrungsangebot im Watt. Sie bieten wiederum den riesigen Schwärmen von Zugvögeln, die zweimal jährlich das Wattenmeer auf ihrem Flug zwischen arktischen Brutgebieten und tropischen Überwinterungsquartieren aufsuchen, Nahrung.

Die dynamischen Prozesse, die die Watten gebildet und anschließend verändert haben, sind außerordentlich komplex. Eine noch ungeklärte Frage ist die nach dem Sedimenthaushalt. Da mit dem Deichbau die ruhigen Auslaufzonen für das Wasser verloren gingen, wird vermutet, dass die Sedimente im Watt an feinkörnigem Material verarmen. Denn der Schlick wird in der Schwebelage gehalten und kann sich nicht absetzen. Schiffsgestützte Messungen haben dies bisher nicht bestätigen können. Mathematische Modelle zeigen jedoch, dass ab Windstärke acht, wenn die Küstenschiffen nicht mehr einsetzbar sind, Sedimente aus dem Watt ins Meer verloren gehen.

Auch der Effekt von Eiswintern, in denen Eisschollen auf der Sedimentoberfläche anfrieren und diese

Schicht mit dem Tidenstrom möglicherweise in die offene Nordsee tragen, ist noch nicht hinreichend geklärt. Durch die Errichtung einer Dauermessstation zwischen den Inseln Spiekeroog und Baltrum im August 2002 sind nun Untersuchungen zum Schwebstofftransport in der Wassersäule auch bei extremen Wetterlagen möglich. Längerfristige natürliche Veränderungen im Sedimenthaushalt werden sich auch auf das Ökosystem auswirken, weil sich die Ansiedlungsbedingungen am Meeresboden verändern werden. Für Schutzmaßnahmen ist es wichtig, die Spätfolgen des Deichbaus von den Einflüssen eines langfristigen, klimatisch bedingten Meeresspiegelanstiegs und von den Einwirkungen menschlichen Handelns unterscheiden zu können.

Für die Rolle der Mikroorganismen im Stoffhaushalt der Wassersäule und in Sedimenten beginnt sich der Blick gerade erst zu schärfen. Neben den Filtrierern, wie etwa

In der Nordsee, vor der Südwestspitze Spiekeroogs, wurde eine Dauermessstation errichtet. Auf einem mächtigen 40 Meter langen Rohr, das zu einem Drittel im Watt-Sediment steckt, thront die signalgelbe Arbeitsstation. Sie wird per Boot mit Messgeräten und Zubehör versorgt.



den Muscheln, sind Mikroorganismen das Klärwerk des Watts, das die Überreste des abgestorbenen Planktons und anderer Lebewesen wieder abbaut und die Produkte in den Nährstoffkreislauf zurückführt. Die Bakterien erledigen diese Arbeit vorwiegend in der Wassersäule und den obersten, oft nur wenige Millimeter mächtigen Sedimentschichten, die noch Sauerstoff enthalten. Sie sorgen dafür, dass sich die darunter liegende sauerstofffreie Zone nicht bis an die Oberfläche ausdehnt, das Watt „umkippt“ und die so genannten „schwarzen Flecken“ an der Oberfläche entstehen. Während diese schwarzen Flecken in kleinem Maßstab unproblematisch sind, führte eine Verkettung von natürlichen Umständen nach dem Eiswinter 1995/96 dazu, dass sich ausgedehnte schwarze Flächen bildeten und Muscheln und Würmer wegen des Sauerstoffmangels in großer Zahl starben. Aber auch von diesem Ereignis erholte sich das Watt durch seine immensen Selbstheilungskräfte bereits im darauf folgenden Sommer.

Noch völlig unklar ist die Rolle der Bakterien, die in der sauerstofffreien Zone der Sedimente unterhalb der Oberflächenschicht leben. Es handelt sich vielfach um noch

unbekannte, schwer kultivierbare Organismen mit nicht erforschten physiologischen Eigenschaften. Es ist nicht klar, ob sie sich von den schwer abbaubaren Resten des organischen Materials ernähren, das die Bakterien in der Oberflächenschicht übrig lassen, oder ob sie durch das Porenwasser der Sedimente mit leichter verwertbaren Nährstoffen versorgt werden. Möglicherweise handelt es sich um Verwandte von Bakterien, die bis in mehr als tausend Metern Sedimenttiefe unter dem Boden der Ozeane unter ähnlich unwirtlichen Bedingungen leben.

Die Vielfalt der Erscheinungsformen der Wattsysteme erschwert das Erkennen von Grundprinzipien, nach denen die Watten auf äußere Veränderung reagieren: zum Beispiel das Wetter im Jahresverlauf, Änderungen im Stand des Meeresspiegels oder auch Sauerstoffmangel. Um ein neues Verständnis für die in einem Wattsystem ablaufenden Prozesse zu gewinnen, soll eine Bilanz für den Stoffhaushalt am Beispiel des Rückseitenwatts der ostfriesischen Nordseeinsel Spiekeroog erstellt werden. Untersucht werden dabei die Wasserströmungen und die Beschaffenheit, die Hydrodynamik und Morphologie des Watts sowie die biogeochemischen Prozesse an Partikeln in der Wassersäule, an der Sediment-Wasser-Grenze und in den Wattsedimenten mit einer Vielzahl moderner Analysemethoden.

Parallel dazu werden mathematische Modelle für zahlreiche Teilprozesse im Wattsystem entwickelt. Sie bilden die Basis für ein integratives mathematisches Modell, mit dem das Watt in seiner Gesamtheit beschrieben und in seiner Entwicklung verfolgt werden kann. Es soll nach einer entsprechenden Verallgemeinerung auch auf Wattsysteme in anderen Erdteilen anwendbar sein.

*Prof. Dr. Jürgen Rullkötter
Universität Oldenburg*

Die Untersuchungen werden von der DFG im Rahmen der Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“ gefördert. Weitere Informationen: www.icbm.de/watt.