

Im Rückseitenwatt der Nordseeinsel Spiekeroog, d.h. auf der dem Festland zugewandten Seite der Insel, arbeitet eine von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Forschergruppe der Universität Oldenburg an der Klärung der grundlegenden physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge, die ein Gezeitemsystem prägen.

① [www.icbm.de/watt](http://www.icbm.de/watt)

In the backbarrier tidal flats of Spiekeroog island (southern North Sea) a Research Group of the University of Oldenburg, funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), studies the fundamental physical, chemical and biological processes driving a tidal system.

# BioGeoChemie des Watts

Von Jürgen Rullkötter

**W**atten sind ein wichtiger Bestandteil gezeitenbeeinflusster Küsten. Sie gehören zu den produktivsten natürlichen Ökosystemen der Erde. Die Watten bilden die Lebensgrundlage insbesondere für zahlreiche Vogelarten und für die Jungstadien vieler Meeresorganismen. Watten sind zudem ein wichtiger Schutz der Küsten vor Erosion durch das Meer. Sie sind gleichzeitig Quelle und Senke für Sedimente

und vom Menschen in die Umwelt entlassene Schadstoffe. In den globalen biogeochemischen Kreisläufen spielen die Watten eine wichtige Rolle. Schon seit vielen Jahrhunderten konzentriert sich in den Küstenzonen ein Großteil menschlicher Aktivität. Die Nutzung dieses Raums wird in Zukunft weiter zunehmen. Das betrifft sowohl industriell verwertbare Naturstoffe aus Meeresorganismen als auch die Gewinnung erneuerbarer Energie durch Offshore-Windkraftanlagen. Dabei besteht die Gefahr, dass Ökosysteme unwiederbringlich zerstört werden. Deshalb sind Kenntnisse über ökologische Prozesse und daraus abgeleitet die ökologische Gesundheit der Watten für die Küstenbewohner und auch für die Bewohner des Hinterlandes von erheblicher Bedeutung.

## Auswirkungen auf das Ökosystem

**D**er Lebensraum des Wattenmeeres umfasst die oberhalb der mittleren Hochwasserlinie gelegenen Salzwiesen, Dünen und Strände, das bei Niedrigwasser trockenfallende Watt im eigentlichen Sinn und die ständig vom Wasser bedeckten Priele und Tiefs. Innerhalb des Wattenmeeres unterscheidet man aufgrund der Sedimentbeschaffenheit zwischen Schlickwatten, die meist nahe der Hochwasserlinie oder in strömungs-



beruhigten Gebieten entstehen, Mischwatten und Sandwatten. Diese Sedimenttypen bieten unterschiedliche Lebensräume für die Organismen, die im Wattboden leben. Durch Wechselwirkungen der Organismen untereinander entstehen komplexe biologische Strukturen. Das Nahrungsnetz baut im Wesentlichen auf den am Boden und in der Wassersäule lebenden Mikroalgen auf.

Die Gründe für die Sedimentverteilung und das Verhalten der Organismen sind außerordentlich komplex. Sie hängen von dynamischen Prozessen ab, die die Watten gebildet und anschließend wieder verändert haben, sowie von Wechselwirkungen zwischen den in ihnen ablaufenden Prozessen und auf sie einwirkenden Einflussgrößen. Eine noch ungeklärte Frage ist die nach dem Sedimenthaushalt. Weil mit dem Deichbau die ruhigen Auslaufzonen für das Wasser verloren gingen, verarmen die Sedimente im Watt möglicherweise immer noch an feinkörnigem Material (Schlick), das in der Schwebelage gehalten wird und sich nicht absetzen kann. Schiffsgestützte Messungen haben dies bisher zwar nicht bestätigen können, jedoch zeigen mathematische Modelle, dass ab Windstärke 8 (wenn die Küstenforschungsschiffe nicht mehr einsetzbar sind) ein Export von Sediment aus den Rückseitenwatten einsetzt. Durch die Errichtung einer Dauermessstation im Seegatt zwischen

den Inseln Spiekeroog und Langeoog 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 für das Benthos (auf dem Meeresboden lebende Organismen) verändern werden. Für Entscheidungen z.B. über Schutzmaßnahmen ist es daher wichtig, die Spätfolgen des Deichbaus von den Einflüssen eines langfristigen, klimatisch bedingten Meeresspiegelanstiegs und von den Einwirkungen menschlichen Handelns unterscheiden zu können. Auch der Verbleib des Süßwassers aus dem Zufluss über das Siel im Hafen von Neuharlingersiel kann an der neuen Station nun kontinuierlich verfolgt werden. Das Süßwasser mischt sich nur langsam mit dem Salzwasser im Watt und führt lokal zu massiven Salzgehaltsschwankungen. Erste Daten zeigen, dass diese Süßwasserlinien mindestens zwei Ebbphasen benötigen, um in die offene Nordsee zu gelangen.

## Klärwerk des Watts

Erst in jüngster Zeit rückt die Rolle der Mikroorganismen im Stoffhaushalt der Wassersäule, der Sedimentoberfläche und der tieferen Sedimentschichten zunehmend ins Blickfeld. Neben den Filtrierern (z.B. Muscheln) sind sie das Klärwerk des Watts, das die Überreste des abgestorbenen Planktons und anderer Lebewesen 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 Sedimentoberfläche ausdehnt und das Watt eutrophiert („umkippt“). Die so genannten „Schwarzen Flecken“ sind Anzeichen eines solchen Eutrophierungsprozesses. Sie entstehen an der Oberfläche, weil die Kapazität der abbauenden Bakterien überschritten ist, wenn z.B. eine abgestorbene Großalge lokal zu einem Überangebot an totem organischem Material führt. Während die 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 wegen seiner 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 unbekannt, schwer kultivierbare Organismen mit nicht erforschten physiologischen Eigenschaften und Lebenszyklen. 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 der Bakterien, die bis in mehr als 1000 m Sedimenttiefe im Boden der Ozeane unter ähnlich unwirtlichen Bedingungen leben.

## Die Oldenburger Forschergruppe

Die Vielfalt der Erscheinungsformen der Wattsysteme erschwert nicht nur ihre Beschreibung, sondern auch das Erkennen von Grundprinzipien, nach denen sich die Watten selbst gestalten, indem sie auf meist von außen auf sie einwirkende Veränderungszwänge (z.B. Wetter im Jahresverlauf, Änderungen im Meeresspiegelstand, Sauerstoffmangel) reagieren. Um ein grundsätzliches Verständnis für wichtige in einem Wattsystem ablaufende Prozesse zu gewinnen, will die DFG-Forschergruppe BioGeoChemie des Watts eine Bilanz für den Stoffhaushalt in einem ausgewählten Wattgebiet der ostfriesischen Nordseeküste (Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog) erstellen. Dazu werden die Hydrodynamik und Morphologie des Watts und die biogeochemischen Prozesse an Partikeln in der Wassersäule, an der Sediment-Wasser-Grenze und in den Wattsedimenten mit einer Vielzahl moderner Analysemethoden untersucht.

Parallel dazu werden mathematische Modelle auf unterschiedlichen Ebenen für eine Vielzahl von Teilprozessen im Wattsystem entwickelt. Sie bilden die Basis für ein integratives mathematisches Modell der biogeochemischen, ökologischen und hydrodynamischen Prozesse, 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 Gebieten der Erde anwendbar sein.

## Forschergruppe Watt

Eine „Forschergruppe“ ist ähnlich wie ein Sonderforschungsbereich ein Förderinstrument der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für größere, zusammenhängende Forschungsprojekte, zu denen sich mehrere Arbeitsgruppen einer Universität - unter Umständen unter Beteiligung räumlich benachbarter Forschungseinrichtungen - zusammenschließen. Im Gegensatz zu Sonderforschungsbereichen, die für maximal zwölf Jahre eingerichtet werden, haben Forschergruppen eine maximale Laufzeit von sechs Jahren mit einer Zwischenbegutachtung nach drei Jahren.

Die Forschergruppe BioGeoChemie des Watts wurde 2001 eingerichtet und läuft nach erfolgreicher Zwischenbegutachtung bis 2007. Sie erhält insgesamt eine finanzielle Förderung von mehr als acht Millionen Euro, wovon den Hauptanteil die DFG trägt. Aber auch das Niedersächsische Wissenschaftsministerium und die Universität Oldenburg haben die Forschergruppe mit erheblichen Finanzmitteln unterstützt.

Das Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) hat die Federführung in der Forschergruppe und beteiligt sich an ihr mit neun Arbeitsgruppen. Weitere Beteiligte sind die Arbeitsgruppe Meeresphysik am Institut für Physik der Universität Oldenburg, das Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie in Bremen, die Wilhelmshavener Abteilung für Meeresforschung des Senckenberg-Instituts und das Forschungszentrum TERRAMARE. Die neun Teilprojekte sind fach- und arbeitsgruppenübergreifend konzipiert.

## Der Autor



Prof. Dr. Jürgen Rullkötter ist Sprecher der DFG-Forschergruppe BioGeoChemie des Watts und seit 2003 Dekan der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften. Der Wissenschaftler

studierte Chemie in Braunschweig und Köln, wo er 1974 promovierte. Von 1975 bis 1991 war er Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Erdöl und Organische Geochemie des Forschungszentrums Jülich. Er arbeitete in der Erdölexplorationsforschung und engagierte sich im internationalen Tiefseebohrprogramm. 1992 folgte Rullkötter einem Ruf an die Universität Oldenburg, wo er seither die Arbeitsgruppe Organische Geochemie des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) leitet. Sein wissenschaftliches Interesse gilt dem organischen Material abgestorbener Organismen im geologischen Kreislauf auf molekularer Ebene.