

Bedenkliche Entwicklung im Niedersächsischen Wattenmeer

Schwarze Flecken , schwarze Flächen- Atemnot im Wattenmeer

Schon im Sommer des 1992 waren schwarze Flecken im Watt ein Medienereignis, aber in diesem Jahr war die Katastrophenmeldung perfekt: Hunderttausende sterbender Würmer im faulenden Schlamm. Eine Entwicklung, die selbst für diejenigen überraschend kam, die sich seit mehreren Jahren intensiv mit der Sauerstoffnot des Wattenmeeres beschäftigt hatten.

Die Wissenschaftler versuchten das Ereignis zu analysieren, Umweltschützer meldeten sich zu Wort, Politiker sahen sich im Zugzwang. Jetzt, nach einem unterkühlten Sommer und einem üppigen Brutfall der Wattfauna, hat sich das Watt offenbar einigermaßen erholt. Allein die Fragen bleiben. Naturkatastrophe oder Umweltkrise? Wird der nächste Sommer wieder schwarz? Was kann man tun?

Schwarze Flecken woher?

Schwarze Flecken - muss man noch erklären, was das ist ?
Der Wattboden - eigentlich kein Boden sondern Sediment - ist schwarz und stinkt. Jedenfalls unter der Oberfläche, die eher von bräunlich-grauer Farbe ist. Die Färbung des Wattbodens wird in erster Linie durch unterschiedliche Eisenverbindungen hervorgerufen. Der Gestank rührt vom Schwefelwasserstoff her. In der sauerstoffhaltigen Schicht an der Wattoberfläche liegt Eisen als Hydroxid von bräunlicher Farbe vor. In der sauerstofffreien Tiefe des Sediments entsteht beim anaero-

ben Abbau organischer Substanz Schwefelwasserstoff (H_2S). Dieser Stoff reduziert das Eisen zu schwarzem Eisensulfid. Unter Sauerstoffzufuhr findet die umgekehrte Reaktion statt. Das Eisen vermittelt so die Oxidation des giftigen H_2S zu Sulfat. Es stellt einen Puffer dar, der die Watttiere vor der toxischen Wirkung des H_2S schützt. Soweit die natürliche Situation. Wenn nun sehr viel organische Substanz im Sediment abgebaut wird, wird alles Eisen zu Eisensulfid reduziert. Der Wattboden wird bis hin zu Oberfläche schwarz, und das H_2S wird in das Wasser und/oder die Atmosphäre entlassen. Das Fehlen von Sauerstoff und die Wirkung des H_2S machen diese schwarzen Flecken für die typischen Wattbodenbewohner unbesiedelbar.

Warnsignal

Schwarze Flecken auf der Wattoberfläche gab es schon immer. Schon immer ist es vorgekommen, dass größere Mengen organischer Substanz im Sediment abgebaut wurden, dass der Sauerstoff nicht schnell genug nachgeliefert werden konnte, und dass das Sediment bis zur Oberfläche hin anoxisch, also schwarz wurde. Dieses Geschehen wurde bereits Anfang der 70er Jahre experimentell untersucht. Dann gibt es auch eine ganze Reihe schwarzer Flecken, die durch Sedimentverlagerung entstehen, das reicht von Kothäufchen des Wattwurms über Trampelwannen der Entenvögel bis hin

zu Erosionserscheinungen in Verlagerungszonen von Prielen. Erst das häufigere und großflächigere Auftreten anoxischer Flecken im Watt Ende der 80er Jahre wurde schließlich als Warnsignal gedeutet.

Die Forschungsstelle Küste des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie veranlasste im Herbst/Winter 1990/91 eine Pilotstudie zu diesem Phänomen. In den folgenden Jahren übernahm die Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer die Fragestellung und formulierte Hypothesen, die experimentell geprüft und z.T. bewiesen wurden. Neben viel neuem Detailwissen ist ein Hauptergebnis, dass die großen schwarzen Flecken im Watt auf den Abbau von Makroalgenresten im Sediment zurückzuführen sind. Das massive Wachstum der Makroalgen seinerseits wird als Eutrophierungssymptom gewertet.

Katastrophenalarm

Ende Mai 1996 wurde aus dem Warnsignal ein alarmierender Sirenenton: Entlang der ostfriesischen Küste waren ca. 24 km² Wattfläche. Ca. 5 % der trockenfallenden Fläche zwischen Borkum und Wangerooge umgekippt. Im Laufe von knapp zwei Wochen vergrößerte sich die geschädigte Fläche auf 36 km² (8%) (Abb. 1). Zum Vergleich: 1993 waren nur bis zu 0,3 % der untersuchten Wattfläche anoxisch. Bislang hatten sich auch die Auswirkungen der schwarzen Flecken in Grenzen gehalten. Zwar konnte festge-

Abb. 2

Verendende Würmer auf den „umgekippten“, z.T. mit elementarem Schwefel überzogenen Wattflächen (Foto: H. Meyer, Forschungsstelle Küste)

stellt werden, dass in schwarzen Flecken die typische Wattenfauna fehlte. Doch waren vermutlich nicht alle Tiere abgestorben, die meisten konnten sich wohl vor der tödlichen Wirkung des Schwefelwasserstoffes ins nah angrenzende, gesunde Watt retten. Diesmal war es anders. Aus den großen schwarzen Flächen gab es für die Wattentiere kein Entrinnen. Zu Tausenden kamen sie an die Sedimentoberfläche, wo sie dann verendeten (Abb. 2). Ein apokalyptischer Anblick, der gleichermaßen Wissenschaftler, Medien und Politiker auf den Plan rief.

Das Szenario

Die Wissenschaft berief Expertentreffen ein, und die Ergebnisse der bisherigen Forschung wurden im Angesicht der neuen Situation diskutiert. Zuerst war nur soviel klar: Die Makroalgen, die bislang als Hauptverursacher der schwarzen Flecken galten, spielten diesmal keine Rolle. Schon im vergangenen Jahr war ihr Wachstum nicht mehr so üppig ausgefallen, und in diesem Jahr hatte ihre Vegetationsphase gerade erst zögerlich begonnen. Andere Ereignisse, die zur Situation im Frühsommer 1996 geführt haben könnten, wurden eingehend diskutiert. War der harte Winter schuld? Welchen Einfluss hatte die Kieselalgenblüte (*Coscinodiscus*)? Wie sind die Meldungen von Tankerunfällen in der Deutschen Bucht einzuordnen? Ist die

Überdüngung der eigentliche Auslöser? Als Ergebnis der Erörterungen entwickelte man ein hypothetisches Szenario, das als das Kaskadenmodell mittlerweile vielerorts veröffentlicht wurde. Das Modell trägt sowohl der Vorbelastung des Wattenmeeres Rechnung als auch den aktuellen Störungen und konstruiert ein Ursachen-Wirkungs-Gefüge bis hin zu selbstverstärkenden Mechanismen der schwarzen Flecken (Abb. 3).

Ausgangslage: Durch die Überdüngung wird im Watt eine übergroße Menge an Biomasse produziert. Der dramatische Rückgang der Miesmuschel und damit ihrer enormen Filterleistung verringert die Selbstreinigungskraft des Wattenmeeres. Toxische Stoffe greifen in die gesamte Ökologie ein. Diese stark gestörte Wattsituation bildet die Voraussetzung für die Ereignisse im Frühsommer 1996.

Verlauf der Ereignisse

Einem recht heißen Sommer 1995 war ein trockener, sturm- und seegangsarmer Herbst gefolgt und schließlich ein kalter, langer und ebenso trockener Winter mit ausgeprägter Vereisung der Watten. Bereits jetzt war die Sauerstoffversorgung des Wattbodens vermutlich verringert. Während der Kälteperiode war ein Großteil der Bodentiere, insbesondere Herzmuscheln (*Ce-*

rastoderma edule) und Bäumchenröhrenwürmer (*Lanice conchilega*), abgestorben. Ihre Kadaver konnten aber erst nach Anstieg der Temperaturen abgebaut werden. Besonders ein kurzfristiger Temperaturanstieg um 15°C Anfang Juni führte zu einer sprunghaften Zunahme der Sedimentaktivität mit entsprechendem Sauerstoffbedarf. Ungefähr zeitgleich war in der Nordsee nahe der Küste eine dichte Blüte der Kieselalge *Coscinodiscus concinnus* zusammengebrochen. Diese Algenart hat einen besonders hohen Gehalt an Reservefetten, die beim Absterben der Zellen frei wurden. Ein Teil dieser Algenfette, und natürlich die toten Zellen selbst, gelangte auch auf die Wattflächen, vermehrte damit die abbaubare Biomasse und verminderte möglicherweise gleichzeitig die Durchlässigkeit des Bodens (Diffusionssperre). Dem Watt ging die Luft aus.

Selbstverstärkende Mechanismen: Wegen der verminderten Aktivitäten der Bodentiere (Bioturbation) verringerte sich die Belüftung. Das Absterben der Wattenfauna trug wiederum zu der Menge an abbaubarer Biomasse bei.

Es besteht außerdem Grund zu der Annahme, dass schwarze Flecken ein geochemisches Gedächtnis haben: einmal anoxisch gewesene Stellen können in Zukunft leichter wieder „umkippen“. Das bedeutet natürlich auch, dass die schwarzen Flecken der Vorjahre als Vorbelastung für die Situation im Mai/Juni 1996 zu werten sind.

Schwarze Flächen im Wattenmeer

Diese Erkenntnis wurde aus einem mathematischen Modell der schwarzen Flecken gewonnen, das im Rahmen der Ökosystemforschung an der Universität Oldenburg (Ebenhö) entwickelt wurde.

Plausible Kaskade

Demzufolge wird in schwarzen Flecken das Eisen zum Teil in Form von Pyrit festgelegt und ist dann nur sehr schwer wieder aufoxidierbar, d.h. es geht als H_2S -Puffer verloren.

Der Ablauf der Ereigniskaskade scheint plausibel, doch muss darauf hingewiesen werden, dass in keinem Punkt wissenschaftliche Gewissheit besteht. Wie stark der Einfluss der verschiedenen Störgrößen im einzelnen war, bleibt bislang offen. Prognosen können nicht gewagt werden. Eine Kernaussage des Kaskadenmodells lautet allerdings: Ein intaktes Watt hätte jede Stufe des Szenarios verkräftet. Damit ist klar ausgedrückt, dass es sich nicht um eine Naturkatastrophe handelte.

Coscinodiscus mitschuldig

Mittlerweile dürfte es aber als erwiesen gelten, dass die Planktonblüte (*Coscinodiscus*) einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung der großen anaeroben Flächen geleistet hat. In den Niederlanden wurde ein Bericht gefunden, der für den Mai 1964 infolge einer *Coscinodiscus*-Blüte eine ganz ähnliche Situation in den dortigen Watten beschreibt: „Diese Watten stanken erbärmlich; es formten sich überall violette und weiße Flecken von Schwefelbakterien... während die Würmer aus dem Grund krochen, um der großen Menge Schwefelwasserstoff im Boden zu entfliehen.“

Also doch ein Naturereignis? Oder war das System im Sommer 1964 auch schon gestört? Immerhin wurde bereits

damals die Entstehung der Algenblüte mit der Meeresverschmutzung in Zusammenhang gebracht. Insbesondere die Phosphatfrachten des Rheins wurden als problematisch angesehen. Eine Übereinstimmung mit dem diesjährigen Geschehen: Auch im Winter 95/96 waren stark überhöhte Phosphatwerte gemessen worden. Dennoch, die gängige Argumentation schwarze Flecken gleich Überdüngung greift zu kurz, denn Kieselalgenblüten sind Silikat limitiert, können also von einem Überangebot an Phosphat gar nicht unmittelbar profitieren. Die Diskussion ist also noch nicht zu Ende. Und wir dürfen auf neue Symptome gespannt sein, die auf Störungen im Watt hindeuten werden.

Störungen erkennen

Die Störungen im Watt zu erkennen indes, ist noch immer problematisch. Zwar kann man eine ganze Reihe toxischer Stoffe in den verschiedenen Kompartimenten des Ökosystems auffinden. Welche Wirkungen von diesen Stoffen ausgehen, bleibt jedoch weitestgehend im Dunkeln. Selbst wenn bestimmte Stoffe offenbar Wirkungen zeigen, wie z.B. die zinnorganischen Verbindungen, so ist doch der Einfluss im Gesamtsystem schwer zu erfassen. Um die langfristigen Veränderungen im Wattenmeer zu erkennen, braucht man Datenreihen, die möglichst weit zurückreichen müssen in eine unbelastete Zeit, denn unbelastete Vergleichsorte gibt es nicht mehr. Auch hier scheitert bislang die Beweisführung in Sachen Eutrophierung.

Was tun ?

Auf dem 9. Internationale Wissenschaftliche Wattenmeersymposium vom 5.- 8. 11. 96 auf Norderney sollte auch zu den schwarzen Flecken Stellung nehmen und Forderungen an die Politik formulieren. Und wieder einmal tat sich das Dilemma der Wissenschaft auf: Das Wissen ist da, es fehlen die

Beweise. Entsprechend dürftig, vom Standpunkt der Umweltschützer, fielen die Forderungen aus:

- Etablierung einer möglichst trilateralen wissenschaftlichen Task Force für die schnelle Analyse unvorhergesehener Ereignisse im Wattenmeer
- historische Erforschung der Ereignisse, die 1996 zum Auftreten der Schwarzen Flächen im ostfriesischen Wattenmeer führten,
- Reduzierung der Nährstoffeinträge in die Nordsee

Es wurden in anderen Zusammenhängen weitere Forderungen gestellt, doch die treibende Kraft zum Schutze der Nordsee und des Wattenmeeres ist nicht Wissenschaft aus. Die hinkt bislang den Ereignissen immer einen Schritt hinterher.

Wattboden belüften?

Was aber kann man tun? Soll man den Wattboden mechanisch belüften, etwa mit den Motoren der zahllosen Freizeitschipper? (Vorgeschlagen in einem Leserbrief in der Ostfriesen Zeitung). Soll man Biomasse, sprich Makroalgen, aus dem Watt entfernen? (Vorschlag eines Biochemikers auf dem Wattenmeersymposium). Soll man ein Fleckensalz ausbringen, das das tote Watt wiederbelebt? (Alternative Wissenschaftler erproben z.Zt. verschiedene Substanzen oder Energieformen in kleinem Rahmen). Soll man auf die Selbstheilungskräfte der Natur vertrauen?

Ich denke, richtiges Handeln für den Naturraum Watt bedeutet, bestimmte Handlungen zu unterlassen. Unterlassen wir das Einleiten düngender oder giftiger Substanzen in unsere Umwelt. Unterlassen wir die rücksichtslose kommerzielle Ausbeutung des Wattenmeeres.

Schwarze Flächen im Wattenmeer

Literatur zum Thema:

Höpner, Th. & H. Michaelis (1994): Sogenannte „schwarze Flecken“ - ein Eutrophierungssymptom des Wattenmeeres. - In: Lozán, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 153-159.

Ökosystemforschung niedersächsisches Wattenmeer (1994): Hauptphase A UFOPLAN-Nr. 10802085 Zwischenbericht Januar-Juni 1994

Umweltbundesamt (Hrsg.) (1996): Fachkolloquium Schwarze Flecken im Wattenmeer - Ursachen, Wirkungen, ökologische Folgen - 12.7.1996, Berlin. - UBA Texte 64/96, 100 S.

*Kerstin Kolbe, Dipl. Biologin, 35 Jahre alt, geboren und aufgewachsen auf Juist, Studium der Biologie von 1982-1990 an den Universitäten Braunschweig und Oldenburg, Diplomarbeit über Parasiten und Kommensalen der Baltischen Tellmuschel (*Macoma balthica*). Seit 1990 teils freiberuflich teils mit Zeitverträgen bei der Forschungsstelle Küste Norderney (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie) tätig. Schwerpunkte: Benthosmonitoring in Zusammenhang mit industriellen Einleitungen, Schwarze Flecken- und Makroalgenüberwachung.*

Kerstin Kolbe
Forschungsstelle Küste Norderney