

Ozeanopädie



Der Kugelfisch geht in die Tiefe ...

Wenn es im Ozean schneit

Der Begriff »Meeresschnee« ist eine fantastische Metapher für die Partikel, die auf den Meeresboden fallen, sie sind eine Art Todesmonsun. Dieser Abfall-Schneesturm ist jedoch nicht so schlimm, wie er klingt, denn er ist eine lebenswichtige Nahrungsquelle für Millionen von Lebewesen und entsorgt den Kohlenstoff aus der Atmosphäre.

Abgestorbene Planktonkörper, insbesondere Phytoplankton, machen den großen Anteil des Meeresschnees aus. Dementsprechend bedeutet der saisonale Planktonüberfluss, dass Meeresschnee ebenfalls saisonal ist und die Tiefen des Ozeans während der Frühlings- und Herbstblüte überschwemmt. Auch Fäkalien sind ein großer Bestandteil des Meeresschnees, mehr als von den großen Fischen stammen sie aber von kleinen Krebstieren (*Copepoden*), die sich von Plankton ernähren.

Nur weil Meeresschnee für uns nicht appetitlich klingt, bedeutet es nicht, dass man ihn in den dunklen Tiefen verachtet. Viele Tiere der Tiefsee haben sich gerade dafür entwickelt, Meeresschnee durch besondere Filtriermethoden zu sammeln. Denn abgestorbenes Plankton und sogar die Fäkalien anderer Tiere können so nahrhaft sein, dass Meeresschneepartikel mehrere Male verzehrt und ausgeschieden werden können, bevor sie endgültig auf dem Meeresboden liegen bleiben.

Während die Partikel fallen, verbinden sie sich mit Sand, Schlack und anderen Sedimenten; und wenn sie größer werden, fallen sie schneller, aber auch das bedeutet nicht, dass sie tatsächlich den Boden erreichen werden. Denn eine »Flocke« Meeresschnee kann für ihre Reise in die Tiefe mehrere Wochen benötigen, und so haben Bakterien genügend Zeit, um an ihr zu arbeiten oder sogar, um sie unterwegs komplett zu vertilgen. Wenn der Meeresschnee dann schließlich unten angekommen ist, kann er sich in feinem Schlack festsetzen, der sich wiederum über Millionen von Jahren zu Kreide- oder Quarzfelsen bilden kann. Aber auch auf dem ruhigen Meeresboden gibt es weitere Lebewesen, die darauf warten, übrig gebliebene essbare Partikel aufzusaugen.

Im Fall der Kreidefelsen von Dover begann dieser Prozess zu der Zeit, als Dinosaurier über die Erde streiften. Zu dem Zeitpunkt, als sich die Alpen gebildet haben, wurden sie an

die Oberfläche gedrückt. Die Vorstellung, dass Mikroalgen, die gerade im Ozean schweben, das Festland der Zukunft erschaffen, finde ich immer wieder faszinierend.

Wasserrutschen ...

Nicht nur an abgeholzten Hängen, an denen es viel regnet, kann es zu Erdrutschen kommen. Unterwasser-Erdrutsche sind in den Weltmeeren ziemlich verbreitet, und sie können für das Unterwasserleben ebenso gefährlich und verheerend sein wie jedes ähnliche Ereignis an Land für die Landbewohner.

Dahinter steckt derselbe Mechanismus. In Gebieten um den Kontinentalschelf gibt es starke Gefälle, die weit in die Tiefen des Ozeans führen. Manche können aber nur eine Steigung von einem Prozent haben. Wenn sich nach und nach auf diesen Hängen Sedimente ablagern, können sie im Laufe der Zeit ein hohes Gewicht erreichen, bevor sie weit in die Tiefe hinuntergleiten. Unterwasser-Erdrutsche sind aber ein sehr wichtiger natürlicher Prozess: Sie bewegen Sedimente und organische Materie wie Kohlenstoff in die langfristige Lagerung und Recyclinganlage, also in die Tiefsee. Aber es besteht Risiko und Gefahr für jedes Lebewesen, das zufällig im Weg ist. Da ein riesiges Geröllvolumen schnell abstürzt oder erneut zu einer Suspension aufgewirbelt wird, die das Wasser trübt, können Unterwasserlebensräume komplett zerstört werden.

Es gibt weitere Gründe, abgesehen von dieser allmählichen Sedimentablagerung, warum ein Unterwasser-Erdrutsch auftreten kann. Erdbeben, Vulkaneruptionen, Wirbelstürme und der Kollaps eines schwächeren Substrats unter den Sedimenten sind nur einige mögliche Ursachen. Menschen sind insoweit betroffen, dass Unterwasser-Erdrutsche Küstengebiete schwächen, Unterseekabel beschädigen und ozeanische Bergbau- und Bohrarbeiten unterbrechen können. Zum größten Teil geschieht das alles versteckt unter den Wellen. Aber nicht immer. Vor etwa 8000 Jahren fielen bei der sogenannten Storegga-Rutschung um die 3500 Quadratkilometer Sediment ins norwegische Meer. Dieses Ereignis war so heftig, dass es einen lokalen Tsunami auslöste, der über die Nordsee preschte und auf Großbritanniens Ostküste aufschlug.

... und Schaumbäder

Ebenso bekannt wie die leicht zickigen Möwen und die obligatorischen Eisverkäufer an den europäischen Küsten sind die Flecken aus hellbraunem Schaum, die von den eindringenden Wellen und der landeinwärts wehenden Brise die Wasserlinie entlanggepeitscht werden. Dieser Schaum, die Gischt, entsteht, da der Ozean durch Wind

und Wellen ständig in Bewegung ist. Die Gischt ist im Wesentlichen organischer Abfall, die zerlegten Proteine, Fette und Zucker, die von vielen verschiedenen Formen des Meereslebens erzeugt werden. Wenn das Wasser ruhig ist, kann man die gelöste organische Substanz als schwachen Ölfilm auf der Oberfläche sehen. Sie kommt oftmals konzentriert vor bei dem Zusammentreffen von Strömungen, aber wenn dieser Ölfilm durch konstante Wellen- und Windwirkung aufgewühlt wird, schäumt er auf zu Blasen, die bemerkenswert zäh sind und nur schwer platzen. Die Gischt wird dann an den Strand gespült oder geblasen, wo Mikroben aus dem Sand sich daran erfreuen können. Manchmal können große Algenblüten vor der Küste an den nahe gelegenen Stränden so intensiv Gischt bilden, dass es zu einer Sichtbehinderung kommt oder dass die gelösten reizenden Chemikalien aus bestimmten Algenstämmen sogar gefährlich für den Menschen werden können.

Gischt ist ein Nebenprodukt des Ozeans und keines, das eine große dynamische Wirkung erzielt; aber Aquarienliebhaber sind *sehr* scharf auf Gischt und erzeugen sie selbst. In Meerwasseraquarien kann ein Gerät, ein sogenannter Eiweißabschäumer, den Stickstoffgehalt im Wasser drastisch reduzieren. Die Idee ist ganz einfach: Wasser aus dem Aquarium wird in eine Kammer geleitet, wo eine kräftige Pumpe das Wasser stark belüftet. Das verursacht die Entstehung von Blasen, und der resultierende Abfall wird gesammelt und entfernt, damit die Wassertanks und ihre Bewohner gute Lebensbedingungen haben.

Überlebenskünstler: Seetang

Sie werden oft als unansehnlich und stinkend abgetan, aber Meeresalgen sind die Vegetation des Ozeans. Und dabei sind sie überhaupt keine Pflanzen, sondern Algen. Sie haben weder Wurzeln noch Blüten, und ihnen fehlt das Gewebe, das Standard-Landpflanzen haben. Allerdings würde der Versuch, Seetang weiter zu klassifizieren, sehr viel Aufwand erfordern. Er ist außerordentlich vielfältig – eine echte Qual für Taxonomen –, und es toben Debatten über die genaueren Details.

Im Ökosystem der Ozeane haben Meeresalgen dank einer kaleidoskopischen Palette von Anpassungen keine Konkurrenz. Da sie über kein Wurzelsystem verfügen, können sie fast überall wachsen. Sie kommen als verkrusteter Bewuchs auf Felsen vor, als Seetang, der Weichtierschalen durchbohren kann, u. v. m. Flexibel auf Wasser reagieren zu können, ist eine ebenso wichtige Anpassung, und hier kommt die berühmte Schlappheit des Seetanges ins Spiel. Durch flexible Stiele und schwebende Blätter bewegt sich der Seetang mit der turbulenten Strömung des Meeres mit und kann das Schlimmste überleben, was das Wetter auf ihn zukommen lässt, ohne umzuknicken und zu brechen. Es ist sogar so, dass bei Stürmen eher die Felsen, an denen Meeresalgen befestigt sind, nachgeben und kaputtgehen, als dass Algen es tun. Wenn der Seetang sicherstellen will, dass er so viel Licht wie möglich bekommt, braucht er eine Methode, ein schlaffes Blatt zu unterstützen,

daher haben viele Arten gasgefüllte Blätter entwickelt, die sie an die Oberfläche heben.

Da sie in der Lage sind, sowohl das Meer als auch die Gezeitenzonen zu besiedeln, können Algen Chemikalien enthalten, die verhindern, dass sie im Winter gefrieren oder in der Sommersonne bei Ebbe verbrennen. Es sind diese Chemikalien, die erhitzte Algen absondern, die der Küste ihren charakteristischen Geruch verleihen – und, ob Sie es glauben oder nicht, diese Chemikalien spielen auch eine wichtige Rolle bei der Bildung von Regenwolken.

Licht und Wärme

Was ist Licht? Die schnelle Schwingung eines Teilchens, das als Welle reist: Energie in ihrer reinsten Form. Die Photonen, die die Lichtstrahlung ausmachen, interagieren mit allem, auf was sie treffen. In der Luft ist das erst mal nicht viel.

Im Wasser sieht es ganz anders aus. Das erste Problem ist, dass eine Menge Licht es erst gar nicht bis ins Wasser schafft. Je nach dem Winkel, in dem die Sonnenstrahlen fallen, kann Licht von der Wasseroberfläche reflektiert werden und in eine andere Richtung weiterziehen. Für die Lichtteilchen (Photonen), die in die Wasseroberfläche eindringen, ändert sich alles. Anstatt sich weiterhin mit fast 300 000 Kilometern pro Sekunde zu bewegen, kollidieren sie plötzlich mit Wassermolekülen, was sie verlangsamt und leicht ihre Richtung verdreht (je nach Eintrittswinkel).

Wenn Licht ins Wasser eindringt, führt es auch Wärmeenergie ab. Die Photonen mit der niedrigsten Energie treten als Erste ab, da sie schon kurz davor sind, sich selbst zu erhitzen, und das bedeutet, dass rotes Licht im sichtbaren Spektrum abnimmt. Je tiefer es eindringt, desto schwächer wird das Licht, bis nur die höchste Energiewellenlänge bestehen bleibt; selbst dann wird es genug H₂O-Moleküle treffen, um als Wärmeenergie verloren zu gehen. Nach ungefähr einem Kilometer ist alles vorbei. Tiefer kann Sonnenlicht nicht vordringen, darunter liegt ein Bereich, in den kein Lichtteilchen jemals eingedrungen ist.

Aufladendes Sonnenbad: Fotosynthese

Fotosynthese ist entscheidend für das Leben. Die Pflanzen und Algen, die sie betreiben, bilden den Ausgangspunkt für fast alle bekannten Nahrungsketten. Ich werde nicht auf die chemischen Reaktionen der Fotosynthese eingehen, denn ehrlich gesagt ... sind sie langweilig. Sie müssen nur wissen: Kohlendioxid + Wasser samt Sonnenlicht = Nahrung und Sauerstoff. Fertig.

Nur wenige, einzelne und isolierte Teile der Erde sind auf Energie angewiesen, die von

woanders als von der Sonne abgeleitet wird. Trotzdem ist es nicht einfach, Fotosynthese zu betreiben, und viele Anpassungen haben weitere Modifikationen durchlaufen, um ihr Potenzial, wo immer möglich, zu steigern. Nehmen wir etwa Seetang. Diese Makroalgen haben die Methode der Sonnenlichtaufnahme verändert, damit sie ihrem Lebensstil besser entspricht. Wie bereits erwähnt, nimmt das Sonnenlicht im Wasser schnell ab, das rote Ende des Spektrums verschwindet als Erstes. So ist Seetang direkt unter der Oberfläche oder in Gezeitentümpeln in der Regel hellgrün, aber mit zunehmender Wassertiefe und je mehr die Wellenlängen des Lichtes abnehmen, wird er braun und dann rot. Diese Änderung der Farbpigmente, die mit der Fotosynthese verbunden ist, hat einen Zweck: maximale Zuckerproduktion durch das Ausnutzen aller verfügbaren Wellenlängen.

Fotosynthese ist eine solch attraktive Möglichkeit, Nahrung zu generieren, dass viele Tiere es geschafft haben, sich dieses Prozesses zu bemächtigen, indem sie lebende Algen als Untermieter in ihrem Inneren aufnehmen. So können die Algen mit ihrer Vollzeitproduktion weitermachen, und die Gastgeber – Korallen, Seeanemonen, Quallen oder sogar Meeresschnecken – sind beruhigt, weil sie die Nahrungsquelle stets bei sich haben.

Das psychedelische Meer: Farbwechsler

Die Farben im Meer können wirklich atemberaubend sein – von den bunten, lebhaften Korallen zu der enormen und schönen Vielseitigkeit bei den Meerestieren. Aber ganz typisch für einen Lebensraum, in dem alles in ständiger Bewegung ist, machen die Farben der Meeres-tiere auch keine Ausnahme.

Die natürliche Fähigkeit eines Tieres, seine Farbe zu verändern, ist am ehesten vom Chamäleon bekannt. Die wahren Meister des Farbwechsels sind aber Fische und Kopffüßer. Anstatt sich auf das Blut zu verlassen, um eine Farbänderung einzuleiten, wie es das Chamäleon tut und was ein sehr langsamer Prozess ist, bedienen sich Fische und Kopffüßer ihrer Nerven, um eine sofortige Farbänderung zu erzeugen. Die Zellen, die für die plötzliche Verwandlung verantwortlich sind, heißen *Chromatophoren* (Farbzellen), und sie arbeiten auf wunderbar einfache Weise.

Wenn Sie einen bunten Sonnenschirm schließen und ihn dann horizontal auf einen Freund ausrichten, wird dieser kleine weiße Punkte am Ende des Schirmes sehen; aber wenn sie ihn öffnen, erscheint wieder die volle Farbpalette. So arbeiten *Chromatophore*. Sie sind Pigmentsäcke, die zwischen den Hautschichten gelockert und angespannt werden können, um ihre Farbe zu zeigen, oder schnell zusammengezogen werden, um die Farbe des Fleisches darunter zu offenbaren. Auf dieser Basis haben sich viele verschiedene Farbwechselzellen entwickelt. *Iridiophoren* etwa sind Zellen aus silbernen Kristallen, die irisierende Blau- und Grüntöne erzeugen, während *Melanophoren* Schwarz- und Brauntöne und *Cyanophoren* Blautöne abgeben.