

Interview zur Welt der Algen und der Vermüllung der Meere

Interviewer: Laura Brönstrup – Redaktion Deutsche Umwelthilfe

Interviewpartner: Professor Thomas Friedl – Algenforscher an der Universität Göttingen

1. Herr Professor Friedl, Sie teilen Ihre Leidenschaft für Algen mit Friedrich Liechtenstein und arbeiten als Algenforscher an der Universität Göttingen. Warum sind Algen so faszinierend?

Die große Vielfalt im Kleinen. Algen sind extrem schön – oft sieht man mit dem bloßen Auge nur einen grünlichen Belag, etwa auf dem Boden, oder eine grüne Watte-artige Masse in einem Gewässer. Erst im Mikroskop eröffnet sich sozusagen eine „virtuelle“ Welt mit faszinierender Formenvielfalt. Selbst „nur“ einzellige Algen sehen oft ganz verschieden aus und sind nicht nur grün, sondern können auch rot, blaugrün, braun oder gelbgrün sein. Man kann Algenproben aus der Umwelt stundenlang mikroskopieren und findet immer wieder neue Formen und Entwicklungsstadien der Algen. Dabei täuschen uns die Algen oft – mikroskopische Algen, die fast gleich aussehen, zeigen bei näherer Analyse (etwa der Pigmente oder ihrer DNA-Signaturen, mit denen sich ihre Evolution/Stammesgeschichte rekonstruieren lässt) dass sie aus ganz verschiedenen Evolutionslinien (Phylogenie) stammen. Zwei scheinbar gleich aussehende einzellige Algen können z.B. von ihrer Abstammung her viel diverser sein als Vogel und Elefant. Umgekehrt können sehr verschieden aussehende Algen, etwa Einzeller und Fadenalgen, tatsächlich nahe Verwandte sein. Eine besonders erfolgreiche artenreiche Gruppe der Algen, die Kieselalgen, macht sich das zweithäufigste Element der Erde, Silizium, zu Nutze um schalenartige sehr stabile Zellwände zu bilden. So können die Kieselalgen nahezu jeden Lebensraum der Erde besiedeln. Die ältesten Algen sind näher mit Bakterien verwandt als mit den übrigen Algen: sie (die Cyanobakterien oder Blaualgen) haben sehr wahrscheinlich die Photosynthese erfunden, also den Lebensstil, aus dem CO₂ der Luft, dem Wasser und wenig mehr als ein paar Nährsalzen, Biomasse aufzubauen. Die Algen haben den Sauerstoff in die Erdatmosphäre gebracht, d.h. ohne die Algen wäre Leben wie wir es heute auf unserem Planeten kennen, nicht denkbar.

Die meisten mikroskopischen Formen lassen sich **auf einfachen künstlichen Medien nahezu grenzenlos vermehren**, mit sogenannten Algenkulturen. Dann lässt sich ihre Formenvielfalt im Labor noch besser studieren, denn in Kultur lassen sich verschiedene Entwicklungsstadien beobachten. Algen sind meistens wirklich unscheinbar in der Natur – oft kommen sie nur in Spuren und vermischt mit anderen Organismen vor, so z.B. in Bodenproben. Bringt man Algenhaltige Proben aber im Labor auf einfache Nährmedien (etwa feste Gelee-artige Agarplatten mit wenigen Nährsalzen und Spurenelementen) auf, so entwickelt sich in kurzer Zeit bei geringem Licht und normaler Raumtemperatur eine Vielzahl von Algenkolonien, die man mit bloßem Auge sehen kann. So betreuen wir in unserem Institut an der Universität Göttingen mehr als 2.500 Algenkulturen, die durch Isolieren aus Umweltproben entstanden sind. Die ältesten Kulturen vermehren wir in reiner Form schon seit mehr als 100 Jahren. Über einen online-Katalog stellen wir die Algenkulturen der wissenschaftlichen Öffentlichkeit, aber auch für die biotechnologische Nutzung und Lehre weltweit zur Verfügung (www.epsag.uni-goettingen.de).

Algen sind Alleskönner – kleine zelluläre Kraftpakete, sogenannte *cell factories*. Sie sind sehr alt und hatten lange Zeit, sich an alle möglichen Lebensräume anzupassen und entsprechende Stoffwechselwege zu entwickeln. Das erklärt ihren großen Reichtum an wertvollen Inhaltsstoffen.

Erst einen kleinen Bruchteil davon verstehen wir zu nutzen. Algen können theoretisch überall wachsen, d.h. es wird kein Agrarland verbraucht, man könnte mit Algen selbst in unwirtlichen Wüsten Wertstoffe produzieren, oft genügen ihnen sogar Abwässer und Kohlendioxid zum Wachstum, d.h. zur Produktion von Biomasse. Jedoch ist ihre prozesstechnische Kultivierung, d.h. die Produktion in großen Mengen wie es zur Nutzung von Fettsäuren oder gar nachwachsenden Treibstoffen nötig ist, immer noch eine gewaltige Herausforderung für die Technik. Bisher ist es noch nicht gelungen, Algen im großen Maßstab so kostengünstig und mit energetisch geringstem Aufwand bei positiver Energiebilanz zu produzieren, dass es sowohl ökonomisch interessant als auch ökologisch vertretbar ist. In einigen Fällen, wie z.B. den vielfach ungesättigten Fettsäuren (PUFAs), sind Algen die einzige Quelle für diese Stoffe. Wir gewinnen die PUFAs heute noch aus Fischöl mit erheblichen negativen ökologischen Auswirkungen; die Fische nehmen die PUFAs aber aus den Algen im Meeresplankton (Phytoplankton) aus. Diese Quelle wird in kurzer Zeit nicht mehr zur Verfügung stehen und wir sind gezwungen, rechtzeitig Alternativen zu finden. Algen bieten sich hier als sinnvolle und nachwachsende Quelle an.

Algen kommen in ungeheuren Biomassen etwas, was man z.B. auf Satelliten-Bildern von Algenblüten im Oberflächenwasser der Ozeane erahnen kann. Solche „hellen Flecke“ in den sonst dunkeln Ozeanen machen die Erdoberfläche kühler, weil das Sonnenlicht abgestrahlt und nicht mehr so gut absorbiert wird. Zudem sondern absterbende Algenmassen leicht flüchtige Stoffe ab, an denen in der Atmosphäre Wasser kondensieren kann und sich so Wolken bilden. Algen sind somit eine erhebliche Klimakomponente. Anders als bei terrestrischen Wäldern (z.B. Mammutbäumen) akkumuliert die große Biomasse der Algen so gut wie nicht, sondern wird kaum entstanden auch schon wieder verstoffwechselt. Die Algen stehen als Primärproduzenten an der Basis der Nahrungsnetze und werden sofort gefressen. Nur ein kleiner Teil sinkt, wenn die Algen absterben weil die Nährstoffe zu knapp oder die Temperaturen ungünstig werden, in die Tiefe der Ozeane. Dort sind dann riesige Mengen an organischem Kohlenstoff den Kreisläufen entzogen.

2. Pro Jahr landen 10 Millionen Tonnen Plastik im Meer. Was hat das mit den Algen zu tun?

Ein ganz wesentlicher Punkt ist, dass der Plastikmüll einen neuen Lebensraum für vor allem mikroskopische Algen darstellt. Algen besiedeln gerne die kleinen Plastikpartikel zusammen mit einer Vielzahl von Bakterien, man spricht von dem neuen Lebensraum als die „Plastisphere“. Welche Effekte die Interaktionen zwischen den Mikroorganismen der Plastisphere haben können, ist noch nicht abzuschätzen. Es könnten sich toxische Algen entwickeln, die Toxine an andere Meeresorganismen abgeben. Algen, die die Plastikpartikel in Küstenregionen besiedeln, werden durch die Meeresströmungen mit ihrem neuen Substrat über weite Strecken in ganz andere Meeresregionen verfrachtet, man spricht schon von „microbial hitchhikers“, die zu einer Verfälschung der Algengemeinschaften oder gar zu einer Verbreitung von Krankheitserregern führen könnte.

Mit dem Plastikmüll kommen die Stoffkreisläufe in den Ozeanoberflächen durcheinander, aber die genaueren Einzelheiten sind noch nicht erforscht. Der auf den Ozeanoberflächen treibende Plastikmüll nimmt den Algen im Oberflächenwasser Licht weg. Der Effekt wird durch Algen sogar noch verstärkt, d.h. Algen besiedeln auch die Plastikoberflächen und machen das Plastik zusätzlich dunkel und lichtundurchlässig. Als Folge kann sich weniger (Algen-)Phytoplankton entwickeln oder es treten neue weniger nahrhafte Algenarten oder u.U. sogar toxische Algenarten auf, die an weniger Licht angepasst sind. Beides hätte enorme Auswirkungen auf die Nahrungsketten. So könnten die Meere unter der dunklen Schicht von Algenmüll langsam verhungern. Zudem greifen die Plastikpartikel, die sich langsam zersetzen, durch die Stoffe die

beim Zersetzungsprozess freigesetzt werden, in die Artzusammensetzung der Algengesellschaften ein. Die natürlichen Algengesellschaften verändern sich hin zu wenigen und besonders angepasster Algen. Die Biodiversität verringert sich mit unabsehbaren Folgen für die Nahrungsnetze.

3. Wieso fressen so viele Meerestiere Plastik?

Die Plastikpartikel sind oft mikroskopisch klein. Es gibt sie übrigens auch im Süßwasser und sie sind in den Binnengewässern ebenfalls ein großes Problem. Die kleinen Plastikpartikel werden von mikroskopischen Algen besiedelt („Plastisphere“, siehe Frage 2) und sehen dann wie größere und nahrhafte Algen oder Algenkolonien aus, ja sie riechen sogar so wie echte Nahrung. Dann werden sie mit echtem Futter verwechselt, es kommt zu einem Fehlverhalten der Tiere. Entscheidend dabei könnte sein, dass Algen auf den Plastikpartikeln sogar bestimmte Signalstoffe ausscheiden, die Wasservögeln oder Fischschwärmen signalisieren bzw. vortäuschen, hier sei eine besonders ergiebige Futterquelle.

4. Wenn Tiere Plastik fressen, welche Folgen hat das?

Die Tiere können das Plastik ja nicht verdauen. Es ist sogar unklar, in welchem Ausmaß sie die mikroskopisch kleinen Plastikpartikel überhaupt ausscheiden können oder in wie weit sie in den inneren Organen der Tiere akkumulieren. Dann könnte es zu vielfachen Fehlfunktionen im Metabolismus der Tiere kommen, die schließlich zum Tod führen. Oder das Plastik verlässt den Magen-Darmtrakt nicht, die Tiere verhungern mit vollem Magen. Die Nährstoffe der „Plastisphere“ (siehe Frage 2) reichen nicht aus, die Tiere zu ernähren.

5. Warum sollte uns allen das Wohl der Algen wichtig sein?

Die Algen sind, weil sie als Primärproduzenten an der Basis der Nahrungsnetze stehen, wichtige Zeigerorganismen (Indikatoren) in wie weit ein Ökosystem noch ausgewogen funktioniert. Durch die Photosynthese überführen die Algen Sonnenenergie in chemische Energie und bringen die Sonnenenergie als chemische Energie, die dann anderen nicht photosynthetisch-aktiven Organismen zur Verfügung steht, in Ökosysteme ein. Geraten die Algen aus ihrem Gleichgewicht mit anderen Organismen, etwa durch hohe Nährstoffzufuhr durch menschliche Einflüsse, kommt es zu einem „Umkippen“ des Ökosystems. Die gestressten Algen bilden dann Toxine, die andere Organismen absterben lassen. Die Algen entwickeln sich in unnatürlich großen Mengen, die nach einiger Zeit absterben und von Bakterien zersetzt werden, die dafür dem Ökosystem Sauerstoff entziehen, es kommt zu Gärprozessen, die das Ökosystem absterben lassen. Man lässt die Algen also besser „in Ruhe“, d.h. sorgt dafür, dass sie im Gleichgewicht mit anderen Organismen leben können. Makroskopische Meeresalgen werden in bestimmten Regionen (Asien, Südamerika) an den Küsten für verschiedenste Zwecke in der Nahrungs- und pharmazeutischen Industrie angebaut. Die Wasserqualität spielt dabei eine große Rolle, sie wird durch ein Gleichgewicht bei den mikroskopischen Algen (Phytoplankton) angezeigt. Eine Störung des Gleichgewichtes würde dann dazu führen, dass die Algen nicht mehr angebaut oder wegen der Verschmutzung des Wassers nicht mehr für die menschliche Nahrung genutzt werden können.

6. Die Plastikproduktion heizt den Klimawandel mit an. Wie wirkt sich der auf die Algen aus?

Die Verbrennung fossilen Kohlendioxids, etwa bei der Herstellung von Plastik aus Erdöl, führt zu einem ständigen Ansteigen des Treibhausgases Kohlendioxid in der Atmosphäre. Denn das ständig ansteigende Kohlendioxid kann nicht wieder durch Photosynthese-Prozesse gebunden und in organische Biomasse umgewandelt werden kann. Die Algen sind mit den riesigen Mengen an Kohlendioxid in der Atmosphäre überfordert. Ihre Kohlenstofffixierung ist nicht effektiv

genug, d.h. obwohl Kohlendioxid zu Ernährung der Algen essentiell ist, lässt sich das Algenwachstum durch Kohlendioxid nicht beliebig steigern. So überwiegt der Treibhauseffekt, es kommt zur Erwärmung der Atmosphäre durch den Anstieg von Kohlendioxid. Für aquatische Organismen wie den Algen hat der steigende Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre eine Versauerung zur Folge, d.h. das leicht alkalische Ozeanwasser nähert sich durch das Lösen von Kohlendioxid aus der Luft im Wasser dem Neutralpunkt, der pH-Wert fällt. Viele Algen können mit Kohlendioxid Strukturen aus Kalziumkarbonat bilden, wie viele andere kalzifizierende Meeresbewohner auch. Kalziumkarbonat-Strukturen weichen aber bei zunehmender Versauerung der Ozeane auf, bis sie schließlich nicht mehr gebildet werden können; ganze Algengruppen in den Ozeanen würden praktisch aussterben. Der Kohlenstoff, den die kalzifizierende Algen bisher gebildet haben und nach dem Absterben durch das Absinken der Algen in der Tiefe gebunden war, würde jetzt von anderen Algen, die nicht mehr kalzifizieren, gebunden werden, aber im Oberflächenwasser bleiben. Den Tiefen wäre nicht nur eine wichtige Nahrungsquelle entzogen, sondern es würden große Algenmassen im Oberflächenwasser angereichert werden, was auch einen enormen Sauerstoffbedarf nach sich ziehen würde. Durch die Erwärmung des Oberflächenwassers sinkt jedoch dessen Kapazität Sauerstoff zu binden. Es gäbe also weniger Sauerstoff im Meer bei gleichzeitig gestiegenem Bedarf an Sauerstoff.