

STRATEGIEN GEGEN DEN STRESS

Wie reagieren Meeresorganismen von heute auf eine Welt von morgen?

30

- Algenblüte von *Emiliana huxleyi* in der Barentssee nördlich der skandinavischen Halbinsel. Die hellblaue Farbe stammt von den mikroskopisch kleinen Kalkplättchen, mit denen das Phytoplankton bedeckt ist. Satellitenfoto: Jeff Schmaltz, NASA Earth Observatory

DR. SINÉAD COLLINS

Position: Royal Society University Research Fellow an der University of Edinburgh, Institute of Evolutionary Biology, Großbritannien

Fachgebiete: Experimentelle Evolution, Marine Evolutionsbiologie, Simulation von Evolutionsprozessen, Theoretische Biologie



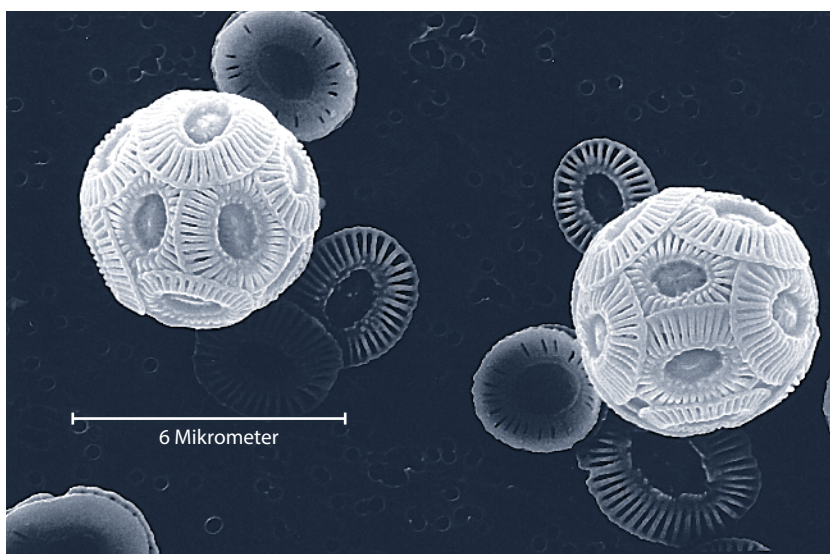
Foto: Privat

06

Vor ihrem Forschungsaufenthalt in Kiel gehörte das Phytoplankton nicht zum Forschungsportfolio von Dr. Sinéad Collins, wohl aber evolutionsbiologische Theorie und experimentelle Arbeiten mit Modell-Mikroben wie *Chlamydomonas*. Die Förderung durch die Exzellenzprofessur der Petersen-Stiftung ermöglichte es ihr, Experimente zur Evolution von pflanzlichem Meeresplankton mit den Kollegen in Kiel zu beginnen sowie unterschiedliche Forschungsrichtungen zusammenzubringen.

In ihren Arbeiten nutzt Sinéad Collins den Ansatz von Evolutionsexperimenten in Verbindung mit Modellsimulationen. Ihr Ziel ist es, den Evolutionsprozess unter Bedingungen zu verstehen, die in der Untersuchung der üblichen Modellorganismen nicht erfasst wer-

den. Konkrete Forschungsfragen sind zum Beispiel, welche Rolle epigenetische, also nicht auf der DNA kodierte Mutationen für den Anpassungsprozess von Populationen in Hinblick auf Umweltveränderungen spielen. Daneben interessiert die Forscherin vor-



■ Die Kalkalge *Emiliana huxleyi* ist ein einzelliges Phytoplankton, welches in großer Anzahl in allen Weltmeeren vorkommt und damit für Meeresforscher eine Schlüsselspezies im Ökosystem Ozean darstellt. Foto: Lennart Bach, GEOMAR

allem, ob sich Erkenntnisse und künstliche Evolutionsexperimente im Labor auf die Situation im offenen Ozean übertragen lassen.

Die Arbeitsgruppe um Sinéad Collins arbeitet auch verstärkt daran, komplexere Umweltveränderungen im Labor nachzustellen, wie zum Beispiel die kombinierte Änderung mehrerer Parameter wie Temperatur, Nahrung und Licht. Der Fokus liegt dabei auf Phytoplankton, das als Basis für alle marinen Nahrungsnetze eine überragende Rolle im Weltozean spielt. Die Untersuchung der Anpassungsfähigkeit und der Randbedingungen für evolutive Anpassung ist daher von großem Interesse und mikrobielle Evolutionsexperimente können hier ein sehr aussagekräftiger Forschungsansatz sein. Dabei werden Phytoplanktonarten über Hunderte bis Tausende von Generationen genau kontrollierten Umweltbedingungen ausgesetzt und mit Referenzwerten verglichen. Es passte hervorragend, dass gleich zu Beginn des Aufenthaltes von Sinéad Collins in Kiel ein wichtiges Experiment zur Anpassung von kalkbildenden Phytoplanktonarten durch den von Thorsten Reusch und Ulf Riebesell betreuten Doktoranden Kai Lohbeck beendet wurde. Dies war der Ausgangspunkt für weitere Diskussionen und Kollaborationen auf diesem Gebiet.

31

Sinéad Collins ist kanadische und irische Staatsbürgerin. Ihr Studium der Biochemie an der McGill University, Montreal, Kanada schloss sie 1999 mit Auszeichnung ab. 2005 erfolgte die Promotion, ebenfalls an der McGill University im Fach Biologie.

Ihre Postdoczeit verbrachte sie dann am Max-Planck-Institut für Pflanzenzüchtungsforschung in Köln, ehe sie im Jahr 2007 an das Institut für Evolutionsbiologie der University of Edinburgh zunächst als NERC Research Fellow und danach als Royal Society University Research Fellow wechselte. Im Jahr 2011 erhielt sie einen der begehrten ERC Young Investigators Grants mit einer Förderung von etwa einer Million Euro.

Sinéad Collins ist eines der jungen Talente der europäischen Forschungslandschaft, die schon wenige Jahre nach ihrer Dissertation mit mehreren bahnbrechenden Publikationen, darunter zwei Arbeiten, die in Nature erschienen, auf sich aufmerksam gemacht hat. Bereits ihre erste Veröffentlichung war ein Meilenstein in der experimentellen Evolutionsforschung. In der Studie setzte sie Mikroalgen, die mit wichtigen Arten des marinen Phytoplanktons verwandt sind, über längere Zeit solchen Gehalten an CO₂ aus, wie für das Jahr 2100 prognostiziert werden. ■

VITA



■ Kai Lohbeck prüft eine Flasche mit einer Kultur von *Emiliana huxleyi* in den Laboren des GEOMAR. Foto: Maike Nicolai, GEOMAR



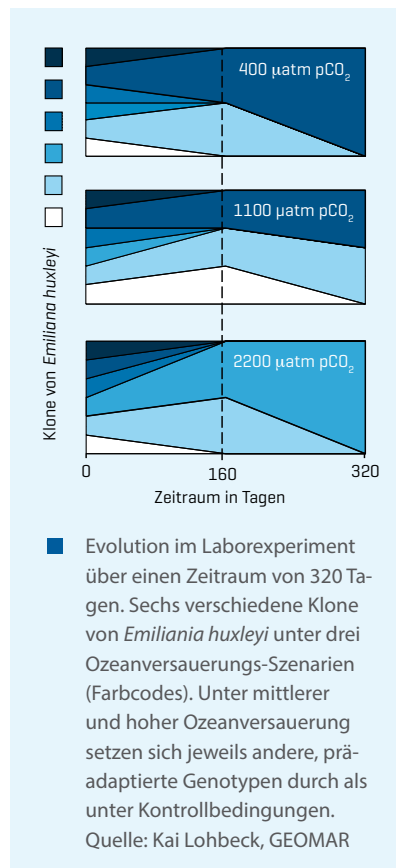
■ Entnahme von Wasserproben an den KOSMOS Mesokosmen während des Langzeitexperiments im westschwedischen Gullmarfjord. Foto: Maike Nicolai, GEOMAR

Evolutionsexperimente im Labor

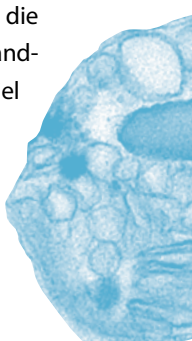
Für seine Dissertation ließ Kai Lohbeck Kulturen der kalkbildenden einzelligen Alge *Emiliana huxleyi* für 500 Generationen (etwa 1 Jahr) unter CO₂-Gehalten des Meerwassers wachsen, welche die zukünftig zu erwartende Ozeanversauerung simulierten. Dabei konnten er feststellen, dass sich die Algen evolutiv an die veränderten Bedingungen anpassen können. Insbesondere die Bildung der mikroskopisch kleinen Kalkplättchen wird durch erhöhte CO₂-Gehalte des Meerwassers behindert. Allerdings können Algen nach 500 Generationen diese Beeinträchtigung teilweise wieder wettmachen. Diese Ergebnisse wurden während des Aufenthaltes von Sinéad Collins in Kiel intensiv diskutiert. Daraus ergab sich dann eine weitere Forschungsidee, nämlich die Frage, inwieweit die Anpassung an die Ozeanversauerung zwischen den fünf unabhängigen Replikaten des Versuches eine gemeinsame oder unterschiedliche genetische Grundlage hat. Dieses Experiment wurde während ihres Aufenthaltes geplant und dann wenige Monate später von Kai Lohbeck umgesetzt.

Freiland-Langzeitexperimente mit Kieler Mesokosmen

Während des Besuches von Sinéad Collins entwickelten sich auch mit der Gruppe von Prof. Dr. Ulf Riebesell intensive Forschungskontakte.



Ein Hauptinteresse von Sinéad Collins waren hier die einzigartigen offshore KOSMOS-Mesokosmen, welche das gesamte Ökosystem in der freien Wassersäule in einem 20 Meter langen Schlauch abtrennen und so für Vergleichsstudien isolieren. Die Idee wurde geboren, experimentelle Evolution auch in diesen naturnäheren Bedingungen zu untersuchen. Auf Einladung von Ulf Riebesell nahm Sinéad Collins 2013 an einem Langzeitexperiment in der Ostsee vor Kristineberg, Schweden im Rahmen des BIOACID Projektes teil. Obwohl die Auswertung der Experimente noch nicht abgeschlossen ist, lässt sich jetzt schon sagen, dass dieser Ansatz ein wichtiger Schritt ist, um die relative Bedeutung evolutiver Prozesse im Meer und hier insbesondere im Phytoplankton zu verstehen und zu beurteilen. Gleichzeitig hat Sinéad Collins mit ihrer Gruppe in Edinburgh begonnen, die Ergebnisse aus Labor- und Freiland-Experimenten zu vergleichen. Ziel dieser Studie ist es, die Ergebnisse aus kleinräumigen Studien auf den gesamten Ozean hochzuskalieren.

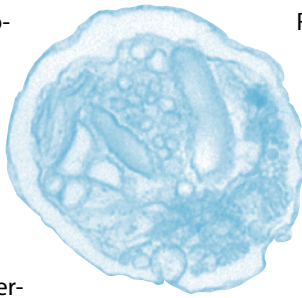




■ Die einzellige Grünalge *Chlamydomonas* lebt in Süßwasser und feuchter Erde. Sie gehört zu den vielgenutzten Objekten der pflanzlichen Grundlagenforschung. Foto: Dartmouth Electron Microscope Facility

Evolution und Plastizität

Zur Zeit wird in der Arbeitsgruppe von Sinéad Collins ebenfalls intensiv untersucht, wie sich die kurzzeitige physiologische Reaktionsfähigkeit von Phytoplankton, welche auch als Plastizität bezeichnet wird, zur genetisch basierten, langfristigen Anpassung, der sogenannten Evolvierbarkeit, verhält. Eines der ersten Experimente in diesem Kontext wurde vor kurzem unter Verwendung der Mikroalge *Ostreococcus tauri*, einer Art des winzigen Picoplankton durch die Doktorandin Elisa Schaum beendet. Die Forschungsfrage lautete, ob Populationen mit ausgeprägter Reaktion auf erhöhte CO₂-Werte in einem kurzen Zeitraum auch schneller evolvieren werden. Um dies zu untersuchen, verglich Elisa Schaum im Laborexperiment *Ostreococcus*-Isolate von 16 verschiedenen Standorten welt-



■ Die Mikroalge *Ostreococcus tauri* ist mit einer Größe von 0,8 Mikrometern die kleinste freilebende eukaryotische Zelle. Quelle: Sinéad Collins

weit. Zu Beginn des Evolutionsexperimentes, das auf 400 Generationen angelegt war, verhielten sich einige *Ostreococcus*-Isolate sehr plastisch, während andere überhaupt keine Reaktion auf erhöhte CO₂-Gehalte des Meerwassers zeigten. Am Ende der 400-Generationen Evolution zeigte sich dann, dass die mehr plastischen Populationen auch sehr viel schneller genetische Anpassung zeigten als weniger plastische. Gleichzeitig fand das Team um Sinéad Collins heraus, dass die plastischen *Ostreococcus*-Isolate vor allem aus Meeresgebieten kamen, in denen natürlicherweise der CO₂-Gehalt im Meerwasser stärker schwankt. Damit konnte in diesem Forschungsfeld ein wichtiges Puzzleteilchen an die richtige Stelle platziert werden und die Vorhersagen zur Evolvierbarkeit erscheinen mit den Daten aus sehr viel leichter zu studierenden Kurzzeit-Experimenten kompatibel zu sein.

Komplexe Bedingungen und epigenetische Veränderungen

Neben den bestehenden Experimenten hat Sinéad Collins weiterhin ein Forschungsinteresse an fundamentalen evolutionsbiologischen Fragestellungen, zum Beispiel danach, wie Evolution in komplexen Umgebungen mit mehr als einem Selektionsfaktor abläuft. Eine gut untersuchte Mikroalge ist *Chlamydomonas*, welche im Süßwasser vorkommt. An diesem Modellorganismus untersuchen die britischen Forscher vor allem, wie sich Evolutionsprozesse in komplexen Umgebungen von jenen in einfachen unterscheiden. Diese Experimente werden von Computer-Simulationen begleitet und unterstützt. Ein neues Arbeitsgebiet sind auch jene Änderungen am Erbgut, die nicht in der Basenabfolge der DNA kodiert sind, welche aber die Auswertung der Erbinformationen im Zellstoffwechsel beeinflussen können. Diese sogenannten epigenetischen Modifikationen können eventuell die Geschwindigkeit der Evolutionsanpassung maßgeblich bestimmen. ■

Mehr zu diesem Thema: www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/public-pubs/petersen-essays/collins_essay.pdf