Das Meer in Gleichungen

Die Geowissenschaftlerin Sinikka Lennartz übersetzt Prozesse, die auf mikroskopischer Ebene im Meer ablaufen, in mathematische Formeln – um diese dann in globale Erdsystemmodelle einzubauen. Nun hat die Forscherin den renommierten Heinz Maier-Leibnitz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft erhalten.

Von Ute Kehse

Sinikka Lennartz erforscht den Abbau von gelöstem organischen Material im Meer – einem bislang eher vernachlässigten Posten in der globalen Kohlenstoffbilanz. Ihre Erdsystemmodelle laufen auf den Hochleistungsrechenclustern der Universität.

Dass Sinikka Lennartz einmal Meeresforscherin werden würde, war ihr nicht in die Wiege gelegt. „Ich komme aus Hessen“, sagt sie lachend auf die Frage, ob sie eine besondere Verbindung zum Meer hat. Tatsächlich ist es eher einem Zufall zu verdanken, dass sie heute ihre Forschung den Ozeanen widmet. Als Masterstudentin – Fach: Geoökologie an der TU Braunschweig – bewarb sie sich für eine dreimonatige Projektmitarbeit an der renommierten Woods Hole Oceanographic Institution in den USA. Und wurde angenommen. „Mir war gar nicht klar, dass es so ein berühmtes Meeresforschungsinstitut ist“, erinnert sie sich. Der Aufenthalt in Woods Hole auf der Halbinsel Cape Cod an der US-Ostküste prägte ihren weiteren Weg: In der Arbeitsgruppe des Meeresforschers Scott Doney – einem führenden Experten, was die Rolle der Weltmeere im Klimawandel betrifft – kam sie erstmals mit der Modellierung biologischer Prozesse im Meer in Kontakt.

Inzwischen ist Lennartz Juniorprofessorin für Biogeochemische Ozeanmodellierung an der Universität Oldenburg. Für ihre Forschung wurde sie bereits mit zahlreichen Preisen gewürdigt, darunter renommierte Auszeichnungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Doktorandenpreis der Helmholtz-Gesellschaft. In diesem Jahr dann der bisherige Höhepunkt: Lennartz erhielt die wohl wichtigste Auszeichnung in Deutschland für Forschende in frühen Karrierephasen, den Heinz Maier-Leibnitz-Preis der DFG. Er ist mit einem Preisgeld von 200.000 Euro für weitere Forschungsarbeiten verbunden und ging zum ersten Mal überhaupt nach Oldenburg. Zudem bekam sie zwei weitere hochkarätige Auszeichnungen, den Georg-Wüst-Preis der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung und den Niedersächsischen Wissenschaftspreis.

Um zu verstehen, warum ihre Forschung so wichtig ist, lohnt sich ein Blick auf das Element Kohlenstoff – jenen Stoff, der als Kohlendioxid für die Erderwärmung verantwortlich ist. In einem ewigen Kreislauf wird Kohlenstoff in allen möglichen chemischen Formen zwischen lebendigen Wesen und unbelebter Umwelt ausgetauscht – eine komplizierte Maschinerie mit Quellen, Senken und Zwischenspeichern, von der letztlich die Temperatur der Erde abhängt. Die Frage, wie die menschlichen CO_2-Emissionen das Klima in Zukunft beeinflussen, versuchen Forschende zu lösen, indem sie den Kohlenstoffkreislauf mit all seinen Seitenwegen und Abzweigungen mathematisch abbilden und anschließend mithilfe von sogenannten Erdsystemmodellen zukünftige Klimaszenarien errechnen. Allerdings sind noch nicht alle Teile des Kreislaufs ausreichend erforscht, um sie in globalen Modellen quantitativ zu berücksichtigen. So ist einer der größten Kohlenstoffflüsse im Meer, die Umwandlung von organischer Biomasse zu CO_2, die sogenannte Remineralisierung, bisher in Erdsystemmodellen deutlich ungenauer dargestellt als der umgekehrte Weg – der Aufbau organischer Substanzen aus CO_2 über die Photosynthese. Diese Lücken sorgen für Unsicherheiten in den Klimaprojektionen.

Das Verständnis zweier bislang weniger beachteter Prozesse des Kohlenstoffkreislaufs – genauer gesagt, bei der etwas vernachlässigten Remineralisierung – hat Lennartz in den vergangenen Jahren deutlich vorangebracht. Zum einen beschäftigte sie sich mit dem klimarelevanten Spurengas Carbonylsulfid – und zwar damit, wie dieser Stoff zwischen Ozean und Atmosphäre ausgetauscht wird. Ihr 2017 veröffentlichtes globales Modell dazu setzt nach wie vor den Standard in diesem Bereich. Darauf basierend will sie in einem neuen Projekt mit Forschenden aus den USA und Israel demnächst offene Fragen klären. Zum anderen erforscht sie Kohlenstoffverbindungen im Meer und deren Abbau durch Bakterien. „Ich finde es spannend, dass diese vielfältigen, auf kleinster Skala stattfindenden chemischen und mikrobiellen Prozesse global so relevant sind“, erklärt sie.

Wie relevant, das zeigt ein Ergebnis, dass sie kürzlich bei der Modellierung des sogenannten gelösten organischen Kohlenstoffs im Meer erzielt hat. Lennartz gelang es erstmals, den Abbau dieses komplexen Stoffgemischs durch Mikroben in passende mathematische Gleichungen zu übersetzen und in erdumspannende Modelle einzubinden. Anschließend wies sie nach, dass dieses Reservoir, das aus Millionen unterschiedlicher Stoffe besteht und einen der größten organischen Kohlenstoffspeicher im Erdsystem bildet, viel stärker auf Umweltveränderungen reagiert als zuvor angenommen. Ihre Berechnungen ergaben, dass die Ozeane in Zukunft wohl mehr organischen Kohlenstoff speichern können als bislang angenommen. „Das rettet uns aber nicht vor dem Klimawandel“, stellt sie klar. Die Menge Kohlenstoff, die das Meer ihren Prognosen zufolge über einen Zeitraum von 200 Jahren zusätzlich aufnimmt, entspreche lediglich dem, was die Menschheit in drei bis vier Jahren freisetzt – was verdeutliche, wie umfassend der Mensch in globale Stoffkreisläufe eingreift. Dank ihrer Ergebnisse können die Abbauprozesse in den Ozeanen in Zukunft besser in jenen Klimamodellen berücksichtigt werden, die in die Berichte des Weltklimarates eingehen.

„Sinikka Lennartz' Erkenntnis, dass der gelöste organische Kohlenstoff nicht über Jahrtausende stabil ist, sondern sich dynamisch verhält, hat ein seit Jahrzehnten bestehendes Paradigma infrage gestellt und unser Verständnis der biogeochemischen Prozesse im Meer revolutioniert“, betont Prof. Dr. Thorsten Dittmar, in dessen Arbeitsgruppe „Marine Geochemie“ Lennartz von 2019 bis 2021 als Postdoktorandin forschte. Ihre große Stärke sei es, etablierte Lehrmeinungen zu hinterfragen und ungelöste wissenschaftliche Probleme auf unkonventionelle Weise anzugehen.

Ozeane könnten in Zukunft mehr Kohlenstoff speichern

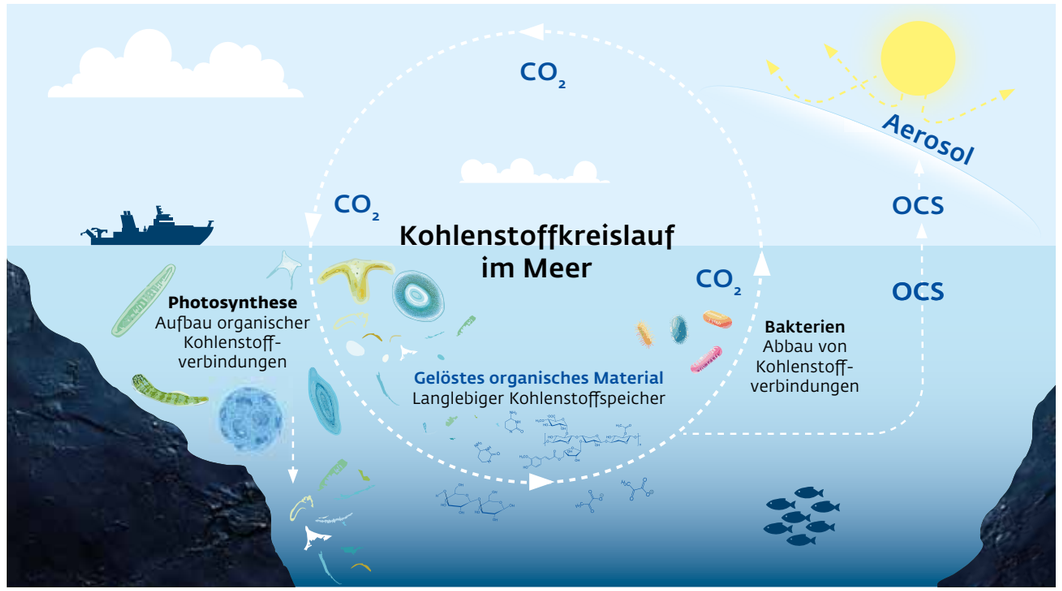
Lennartz selbst sieht den interdisziplinären Austausch als wichtige Quelle der Inspiration: „Es macht mir am meisten Spaß, mit Menschen aus vielen verschiedenen Fachdisziplinen zusammenzuarbeiten und zu diskutieren, dabei kommen mir die besten Ideen.“ Das ist es, was sie auch an ihrer aktuell vierköpfigen Arbeitsgruppe schätzt: neue Gedankengänge und eine gemeinsame Freude an Spontaneität. Die Art, Diskussionen in eine fruchtbare Richtung zu lenken, habe sie sich in ihrer Zeit am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den

USA abgeschaut, sagt sie selbst – Kollegen zufolge war sie in der Kunst des Diskutierens allerdings auch schon vorher gut. Am MIT war sie 2021 und 2022 mit einem Walter-Benjamin-Stipendium der DFG tätig, bevor sie ihre Juniorprofessur in Oldenburg antrat.

Weitere wichtige Voraussetzungen für wissenschaftlichen Erfolg sind aus ihrer Sicht Neugier, Frustrationstoleranz und Durchhaltevermögen. „Es ist selten, dass alles auf Anhieb klappt“, so ihre Erfahrung. Ihr eigener Lebenslauf verlief bislang bilderbuchmäßig, mit Stationen an der ETH Zürich, dem GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung in Kiel und dem MIT. Außerdem gründete sie eine Familie, ihre beiden Kinder sind heute sieben und eineinhalb Jahre alt. Dass nicht immer alles nach Plan läuft, musste jedoch auch sie schon erleben: Im vergangenen Jahr wurde ein Forschungsantrag für ein großes Verbundprojekt unter ihrer Co-Leitung trotz guter Beurteilung abgelehnt – zu ihrer großen Enttäuschung. „Das war schon ein Rückschlag“, bekennt sie. „Ich hatte große Lust auf das Projekt. Wir waren ein tolles Team, um die Frage nach der Kohlenstoffspeicherung in gelösten organischen Verbindungen aus ganz verschiedenen Blickwinkeln ganzheitlich anzugehen.“ Schon das Schreiben des Antrags – eine von vielen Forschenden eher ungeliebte Tätigkeit – bereitete ihr viel Freude. „Zu überlegen, welche nächsten Schritte wichtig sind, um der Lösung für lange bestehende Forschungsfragen näherzukommen und wie man diese Ideen konkret umsetzen kann – das war alles sehr spannend.“

Ihrer Begeisterung für die Rätsel der marinen Stoffkreisläufe tut das keinen Abbruch. Künftig wird sie sich im Exzellenzcluster „Ocean Floor“ der Universitäten Oldenburg und Bremen neuen interessanten Fragen widmen. Dort zählt die 37-Jährige zu den leitenden Wissenschaftler*innen – als eine der Jüngsten in diesem Kreis. Eine von 15 Promotionsstellen, die ab Anfang 2026 neu besetzt werden, wird in ihrer Arbeitsgruppe angesiedelt sein. Diesmal soll es nicht um den Abbau von gelöstem organischen Kohlenstoff im Meer gehen, sondern um Kohlenstoff in Partikelform.

Lennartz hat schon weitere Pläne, welche Datensätze sie in Zukunft noch anzapfen könnte, um mehr über das Schicksal des Kohlenstoffs im Meer herauszufinden. Seit einiger Zeit stehen beispielsweise dank neuer Technologien viel mehr Daten über mikrobiologische Prozesse im Meer zur Verfügung als früher. „Das ist ein Datenschatz, den man nicht ignorieren kann“, sagt die Forscherin. Zukünftig werde sich ein neues Bild davon ergeben, wie etwa verschiedene Mikroben geografisch verteilt sind und welche Funktionen sie erfüllen. Diese Informationen will sie sich zunutze machen, um den Abbau des Kohlenstoffs in ihrem Erdmodell noch genauer zu beschreiben.



Das Element Kohlenstoff gelangt in Form von Kohlendioxid aus der Atmosphäre ins Wasser, wo es von Algen zu organischen Verbindungen zusammengesetzt wird. Ein Teil davon sinkt in Partikelform zum Meeresboden, ein Teil löst sich im Meerwasser. Dieses gelöste organische Material wird von Bakterien größtenteils wieder zu CO2 abgebaut, teils entsteht auch das klimawirksame Schwefelgas Carbonylsulfid (OCS). Es steigt in die Atmosphäre auf und wird in Aerosole umgewandelt , die Sonnenstrahlung reflektieren.

Ausblicke

Wie wird der Religionsunterricht in Zukunft aussehen?

Prof. Dr. Joachim Willems

Religionspädagogik

Wir erleben einen fundamentalen Umbruch der Religionslandschaft in Deutschland. Waren im Jahr 1950 noch mehr als 95 Prozent der Menschen Mitglied einer der beiden großen christlichen Kirchen, waren es 2024 noch rund 45 Prozent. Zu dieser Säkularisierung kommt die Pluralisierung, etwa mit dem steigenden Anteil muslimischer Mitmenschen, und eine deutliche Individualisierung. Vor diesem Hintergrund wird es immer schwieriger, den im Grundgesetz verankerten, konfessionell getrennten Religionsunterricht zu organisieren und plausibel zu machen.

In Niedersachsen werden bereits der evangelische und der katholische Religionsunterricht unter dem Arbeitstitel „Christlicher Religionsunterricht“ (CRU) zusammengelegt. Dabei dürfte es kaum bleiben. Schon seit geraumer Zeit entspricht der faktisch erteilte Religionsunterricht oft nicht dem Modell, das Grundgesetz und Schulgesetz vorsehen, und daran wird der CRU nichts ändern. Längerfristig sehe ich vielmehr drei Alternativen. Die erste – und radikalste – lautet, den Religionsunterricht abzuschaffen, da andere, neue Themen als wichtiger erscheinen. Die zweite Variante ist ein Fach Religion, in dem sich alle Schülerinnen und Schüler eher deskriptiv und vergleichend mit den diversen Religionen auseinandersetzen. Sie erhielten so einen an der Religionswissenschaft orientierten Zugang. Als dritte Alternative kann ich mir einen interreligiösen Unterricht vorstellen, der auch normativen Fragen Raum gibt, damit jede und jeder für sich klären kann, welche religiösen Überzeugungen man für angemessen hält. Für einen solchen Unterricht könnten unterschiedliche Religionsgemeinschaften und Theologien mit dem Staat kooperieren, auch wäre die Religionswissenschaft eine wichtige Bezugsdisziplin.

Ergebnis wäre ein Unterricht, in dem man etwas über Religionen lernt, sich aber auch über den Glauben und existenzielle Fragen austauschen kann. Denn ich bin überzeugt, dass das Religiöse ein relevanter Modus der Welterschließung neben anderen Modi wie dem naturwissenschaftlichen oder dem ökonomischen bleibt. Und diese Perspektive sollte die Schule auch künftig bieten.