

Geheimnisvolle Sauerstoffquelle auf dem Meeresboden entdeckt - Forscher ratlos

Erfahren Sie mehr über die faszinierende Entdeckung eines neuen Sauerstoffproduktionsmechanismus im tiefen Pazifischen Ozean. Forscher vermuten, dass polymetallische Knollen eine wichtige Rolle dabei spielen könnten. Die Ergebnisse wurden in *Nature Geoscience* veröffentlicht.



Etwas pumpt große Mengen Sauerstoff am Boden des Pazifischen Ozeans heraus, in Tiefen, in denen ein vollständiger Mangel an Sonnenlicht die Photosynthese unmöglich macht.

Das Phänomen wurde in einer Region entdeckt, die mit alten, pflaumengroßen Formationen namens Polymetall-Knollen bedeckt ist, die die Sauerstoffproduktion katalysieren könnten, indem sie vermutlich die Spaltung von Wassermolekülen fördern. Die Ergebnisse sind in *Nature Geoscience*¹ veröffentlicht.

„Wir haben eine weitere Sauerstoffquelle auf dem Planeten, abgesehen von der Photosynthese“, sagt Studienmitautor Andrew Sweetman, ein Meeresbodenökologe am Scottish Association for Marine Science in Oban, Großbritannien – obwohl der Mechanismus hinter dieser Sauerstoffproduktion ein Rätsel bleibt. Die Ergebnisse könnten auch Auswirkungen auf das Verständnis haben, wie das Leben begann, sagt er, sowie auf die möglichen Auswirkungen des **Tiefseebergbaus** in der Region.

Die Beobachtung ist „faszinierend“, sagt Donald Canfield, ein Biogeochemiker an der Universität Süddänemark in Odense. „Aber ich finde es frustrierend, weil es viele Fragen aufwirft und nicht sehr viele Antworten liefert.“

Sweetman und seine Mitarbeiter bemerkten erstmals etwas Unstimmiges während der Feldarbeit im Jahr 2013. Die Forscher untersuchten Meeresbodenökosysteme in der **Clarion-Clipperton-Zone** zwischen Hawaii und Mexiko, die größer ist als Indien und ein potenzielles Ziel für den Bergbau von metallreichen Knollen ist. Während solcher Expeditionen setzt das Team ein Modul frei, das zum Meeresboden sinkt, um automatisierte Experimente durchzuführen. Dort treibt das Modul zylindrische Kammern nach unten, um kleine Abschnitte des Meeresbodens – zusammen mit etwas Meerwasser – abzusperren und „einen geschlossenen Mikrokosmos des Meeresbodens“ zu schaffen, schreiben die Autoren. Der „Lander“ misst dann, wie sich die Sauerstoffkonzentration im abgesperrten Meerwasser über Zeiträume von bis zu mehreren Tagen ändert.

Sauerstoffströme

Ohne irgendwelche photosynthetischen Organismen, die Sauerstoff ins Wasser abgeben, und mit jedem anderen Organismus, der das Gas konsumiert, sollten die Sauerstoffkonzentrationen innerhalb der Kammern langsam sinken. Sweetman hat das in Studien beobachtet, die er in Gebieten des Südlichen, Arktischen und Indischen Ozeans sowie

im Atlantik durchgeführt hat. Weltweit verdanken Meeresbodenökosysteme ihr Bestehen dem Sauerstoff, der von Strömungen von der Oberfläche herangetragen wird, und würden schnell sterben, wenn sie abgeschnitten würden. (Der größte Teil dieses Sauerstoffs stammt aus dem Nordatlantik und wird durch ein „globales Förderband“ in die Tiefenmeere der Welt transportiert.)

Aber in der Clarion-Clipperton-Zone zeigten die Instrumente, dass das abgesperrte Wasser reicher, nicht ärmer, an Sauerstoff wurde. Zuerst schrieb Sweetman die Ablesungen einem Sensorfehler zu. Aber das Phänomen trat während der folgenden Expeditionen in den Jahren 2021 und 2022 immer wieder auf und wurde durch Messungen mit einer alternativen Technik bestätigt. „Plötzlich wurde mir klar, dass ich acht Jahre lang diesen potenziell erstaunlichen neuen Prozess, 4.000 Meter tief am Meeresboden, ignoriert hatte“, sagt Sweetman.



Die Menge an produziertem Sauerstoff ist nicht gering: Das Gas in den Kammern erreicht Konzentrationen höher als die in algenreichen Oberflächengewässern, sagt Sweetman. Keine der anderen Regionen, die Sweetman untersucht hat, enthielt Polymetall-Knollen, was darauf hindeutet, dass diese Steine eine wichtige Rolle bei der Produktion dieses „dunklen Sauerstoffs“ spielen.

Als ersten Test dieser Hypothese reproduzierte das Team die Bedingungen, die sie auf dem Meeresboden in einem Labor auf ihrem Schiff vorfanden. Sie überwachten Proben, die vom Meeresboden gesammelt wurden – darunter auch Polymetall-Knollen – und stellten fest, dass die Sauerstoffkonzentration zumindest vorübergehend anstieg. „Sie beginnen Sauerstoff zu produzieren, bis zu einem gewissen Punkt. Dann hören sie auf“, sagt Sweetman – vermutlich, weil die Energie, die die Spaltung von Wassermolekülen antreibt, erschöpft ist. Das wirft die Frage auf, woher diese Energie kommt. Wenn die Knollen selbst als Batterien fungierten – Energie durch eine chemische Reaktion erzeugten – wären sie längst erschöpft worden.

Elektrisches Potenzial

Aber die Knollen könnten als Katalysatoren dienen, die die Spaltung von Wasser und die Bildung von molekularem Sauerstoff ermöglichen. Die Forscher maßen Spannungen an der Oberfläche von Knollen und fanden Spannungsunterschiede von bis zu 0,95 Volt. Dies reicht zwar nicht ganz an die 1,5 Volt heran, die zur Spaltung eines Wassermoleküls benötigt werden, aber prinzipiell könnten höhere Spannungen erzeugt werden, ähnlich wie Batteriespannungen verdoppelt werden können, indem man zwei Batterien in Serie schaltet, sagt Sweetman.

Mitautor Franz Geiger, ein Chemiker an der Northwestern University in Evanston, Illinois, sagt, dass noch unklar ist, ob die Reaktion auch molekularen Wasserstoff erzeugt – was in industriellen Elektrolyseureaktionen dank eines Katalysators geschieht – oder Protonen im Wasser freisetzt, während es die

übrig gebliebenen Elektronen anderswohin schiebt. Aber das Verständnis könnte letztendlich nützliche Anwendungen haben, sagt er. „Vielleicht gibt es dort am Meeresboden einen Bauplan, der uns helfen könnte, bessere Katalysatoren herzustellen.“

Eva Stüeken, eine Biogeochemikerin an der University of St Andrews, Großbritannien, sagt, dass die Ergebnisse auch Auswirkungen auf Vorschläge haben könnten, nach der Signatur möglichen Lebens im Lichtspektrum extrasolarer Planeten zu suchen. „Die Präsenz von O₂-Gas auf anderen Planeten müsste vielleicht mit zusätzlicher Vorsicht interpretiert werden“, sagt sie.

Sweetman sagt, dass Forscher, bevor der Tiefseebergbau beginnt, die Gebiete kartieren sollten, in denen Sauerstoff produziert wird. Andernfalls könnten Ökosysteme, die von diesem Sauerstoff abhängig geworden sind, zusammenbrechen, wenn die Knollen entfernt werden. „Wenn große Mengen Sauerstoff produziert werden, wird dies möglicherweise wichtig für die dort lebenden Tiere sein.“

1. Sweetman, A. K. *et al. Nature Geosci.*
<https://doi.org/10.1038/s41561-024-01480-8> (2024).

Article
Google Scholar

Download references

Details

Besuchen Sie uns auf: natur.wiki