

- Das Große Barriereriff an der nordöstlichen Küste von Australien ist mit einer Länge von gut 2.300 km das größte Korallenriff der Erde. Es besteht aus einer Kette von über 2.900 Einzelriffen und knapp 1.000 Inseln. Hier erforschte die Arbeitsgruppe von Jonathan Erez von 2008 bis 2009 die Kalkbildungsrate der Korallen. Satellitenaufnahme: CC-BY-2.0, NASA Goddard Space Flight Center

DAS SCHICKSAL DER KORALLENRIFFE

PROF. DR. JONATHAN EREZ

Position: Professor für Ozeanographie und Geologie an der Hebrew University Jerusalem, Institute of Earth Sciences, Israel

Spezialgebiet: Experimentelle Erforschung biogeochemischer Prozesse bei lebenden Foraminiferen und Korallen

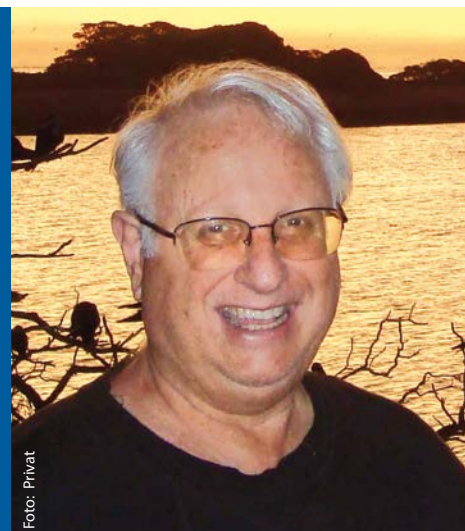


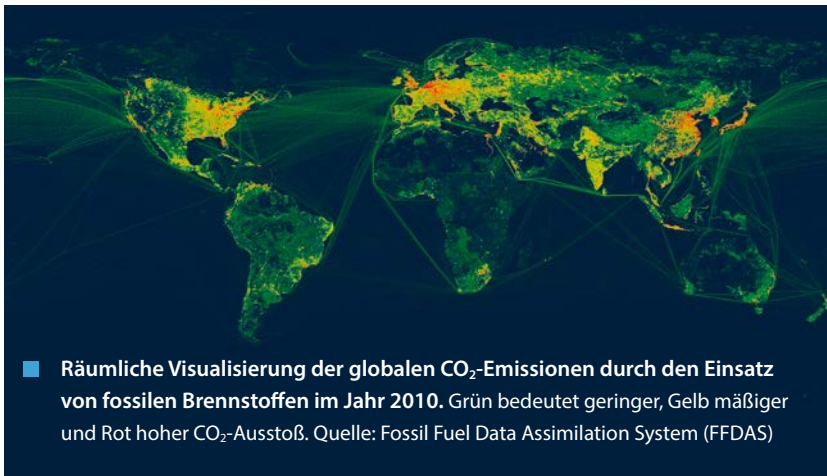
Foto: Privat

01

Wir leben in einer sich ständig verändernden Welt. Eigentlich nichts Ungewöhnliches, wissen wir doch aus der geologischen Vergangenheit, dass stabile Bedingungen auf der Erde die Ausnahme und Veränderungen die Regel sind. Jedoch laufen einige, meistens durch Menschen verursachte chemische Veränderungen auf der Erde mit einer Geschwindigkeit ab, die es so in der Vergangenheit nicht gegeben hat. Deswegen bezeichnet man die Gegenwart seit dem 19. Jahrhundert auch als Anthropozän – das vom Menschen beeinflusste Zeitalter.

Durch jahrtausendelange Selektion beeinflusst und kontrolliert der Mensch die Entwicklung der Kulturpflanzen auf der Erde. Die Vorteile, die der Mensch dabei durch die Landwirtschaft errungen hat, dienen dazu, die wachsende menschliche Bevölkerung auf unserem Planeten zu ernähren. Nunmehr hat der Mensch durch den technologischen Fortschritt die Stoffflüsse in einem Maße intensiviert, dass er auf diese heute auch Einfluss im globalen

Maßstab nimmt. Das gilt insbesondere für den Einsatz der fossilen Brennstoffe, die Hunderte von Millionen Jahren gebraucht haben, um sich in der tiefen Erde anzureichern, aber nun innerhalb weniger Jahre mit riesigen jährlichen Zuwachsraten verbraucht werden. Dadurch betragen die industriellen CO₂-Emissionen heute etwa 10 Gigatonnen pro Jahr, wovon ungefähr 45 Prozent in der Atmosphäre verbleiben, während der Rest unmittelbar vom Ozean als



auch von den terrestrischen Ökosystemen aufgenommen wird. In der Atmosphäre steigt die Kohlendioxidkonzentration jährlich um ungefähr zwei ppm (parts per million) an, sodass sie sich seit Beginn der industriellen Revolution bis heute von ca. 280 auf ca. 400 ppm erhöht hat.

Während seiner langjährigen Karriere hat Prof. Dr. Jonathan Erez wesentliche wissenschaftliche Beiträge zum Verständnis biogeochemischer Prozesse in marinen und aquatischen Systemen geleistet. Sein besonderes Interesse galt dabei dem CO₂-Kreislauf und den durch den Menschen induzierten Veränderungen natürlicher Stoffkreisläufe. Er interessierte sich dabei für die biogeochemische Interaktion zwischen Photosynthese und Kalzifikation sowie dem Nährstoffkreislauf von Ökosystemen. Hier war er auch der erste Wissenschaftler, der auf den sogenannten „vitalen Effekt“, die physiologische Kontrolle des Stoffgehalts ihrer Kalkschalen durch die kalkbildenden Lebewesen hinwies. Dazu hat er, neben seinem weltberühmten Labor an der Hebrew-University in Jerusalem, auch den Golf von Eilat mit seinen bekannten Korallenriffen als natürliche Forschungsstätte genutzt. An Land galt sein Forschungsinteresse dem See Genezareth im nördlichen Teil Israels.

11

VITA

Jonathan Erez studierte Geologie an der Hebrew University in Jerusalem und promovierte 1978 in Ozeanographie im Rahmen des Joint Program in Oceanography am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA und der Woods Hole Oceanographic Institution, USA.

Danach kehrte er nach Israel zurück und war ab 1979 als Ozeanograph und Geologe an der Hebrew University of Jerusalem und am H. Steinitz Marine Biology Laboratory, Eilat, Israel auf unterschiedlichen Positionen tätig. Ferner arbeitete er im Rahmen von verschiedenen Auslandsaufenthalten unter anderem an der Cambridge University, Großbritannien und am California Institute

of Technology, USA. Seit 1997 ist er Professor für Ozeanographie am Institute of Earth Sciences der Hebrew University of Jerusalem, Israel. Dabei hatte Jonathan Erez verschiedene leitende Funktionen inne, unter anderem war er von 1997-2000 Wissenschaftlicher Direktor am Interuniversity Institute for Marine Sciences in Eilat, Israel.

Seine etwa 100 wissenschaftlichen Publikationen veröffentlichte Jonathan Erez in vielen hoch angesehenen internationalen Fachzeitschriften, darunter mehrere in Nature. ■



■ Fahnenbarsche an einem Korallenstock im Golf von Aqaba (Eilat). Foto: Yuvalr, CC BY-SA 3.0



Der Stoffwechsel eines tropischen Korallenriffs im globalen Wandel

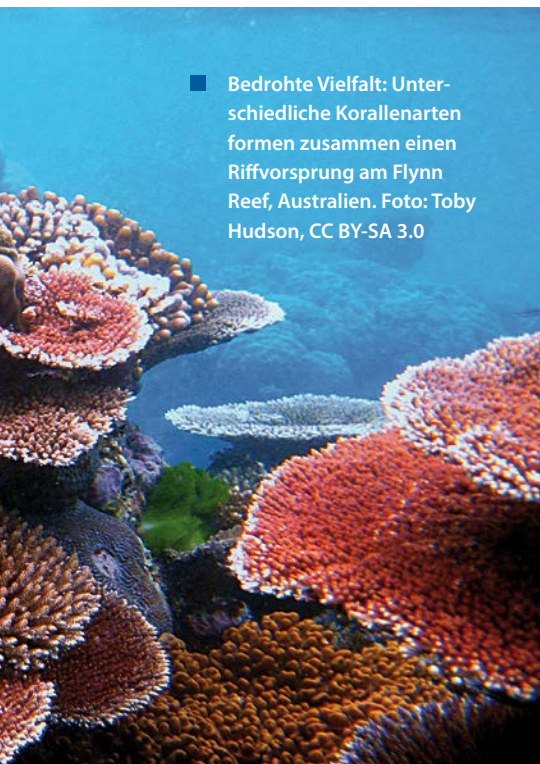
Korallenriffe sind das produktivste und hinsichtlich der dort vorkommenden Organismen vielfältigste Ökosystem im Ozean überhaupt. Ein Riff, aufgebaut aus lebenden und abgestorbenen Korallen, stellt einen üppigen Lebensraum für zahlreiche Meereslebewesen unterschiedlicher Größe, Zusammensetzung und Farbe dar, welcher so gleichermaßen Touristen und Wissenschaftler anzieht. Die riffbildenden Organismen sind meistens mit Algen in Symbiose lebende Korallen, aber auch Kalkalgen, Foraminiferen und Muscheln, die zusammengenommen für ungefähr 40 Prozent der Menge des im Ozean gebildeten Kalziumkarbonats (Kalk) verantwortlich sind. Dieser chemische Vorgang wird auch als Kalkfällung bezeichnet.

Das Wachstum und die generelle Existenz dieser großen Kalkstrukturen hängen dabei hauptsächlich vom Verhältnis von Kalkfällung zur Kalklösung ab. Überwiegt die Kalklösung die Kalkfällung, sind das Riff und das

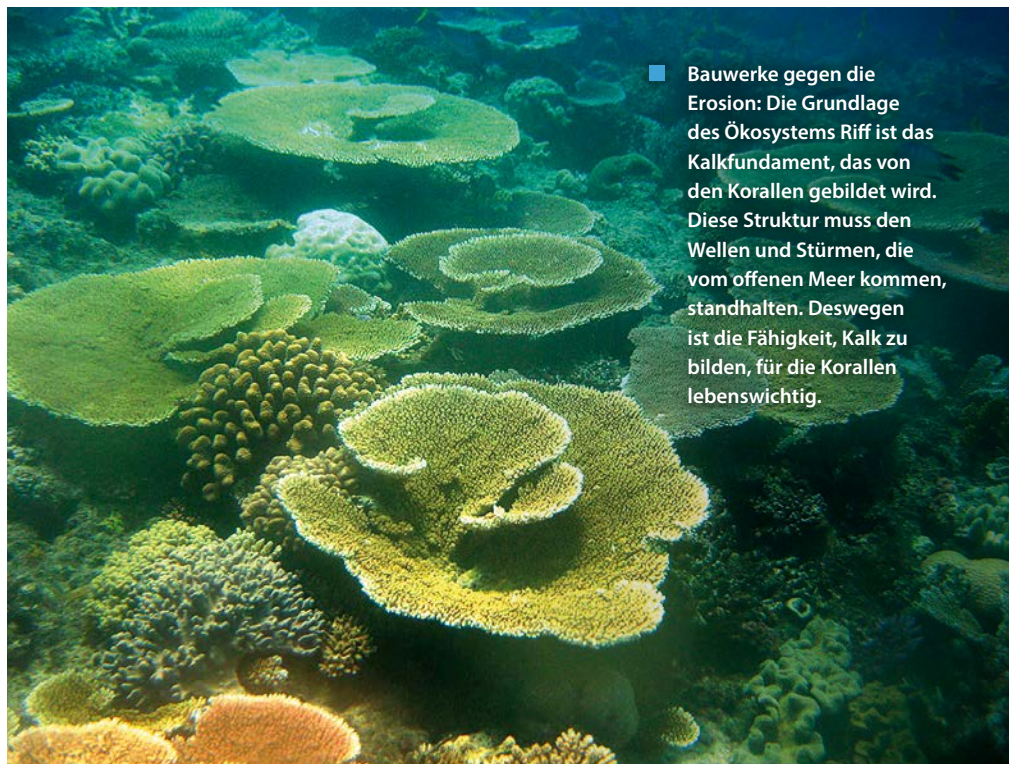
gesamte darin befindliche Ökosystem bedroht. Im schlimmsten Fall bleiben nur Bruchstücke übrig und die gesamte Fauna und Flora eines Korallenriffs geht verloren. Leider zeigen die heutigen Befunde, dass in vielen Riffen in der Tat bereits ein solches Ungleichgewicht existiert, sodass die Gefahr besteht, dass viele der heute noch blühenden Riffe in den nächsten 50 bis 100 Jahren der Menschheit verloren gehen. Vergleichende Studien an australischen Riffen, die bereits in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts begonnen haben, zeigen, dass dort die Fähigkeit der Korallen, Kalk auszubilden, bereits um 40 bis 50 Prozent abgenommen hat. Die Ursachen hierfür sind vielfältig und reichen von dem durch die Ozeanversauerung verringerten Vermögen der Korallen, überhaupt kalzifizieren zu können, über immer höhere Wassertemperaturen und dem „Bleichen“ der Korallen. Auch der Einfluss von ins Meer geleiteten überdüngten Flußwässern und das Überhandnehmen von riffzerstörenden Algenblüten trägt zur mangelnden Kalkbildung der Korallen bei.

Biom mineralisation

Die Hauptbestandteile der Kalkschalen, insbesondere Kalzium und Karbonat, aber auch alle wichtigen Spurenelemente stammen aus dem Meerwasser und fällen den Kalk in der Zelle am Ort der Kalzifikation. Diese Erkenntnis bedeutete einen Paradigmenwechsel, denn lange Zeit hatte man angenommen, dass der Rohstoff für die marinen kalkbildenden Organismen wie Korallen, Muscheln und Kalkalgen, ähnlich wie bei den Menschen, auch aus der Nahrung stammt. Der evolutionäre Vorteil des Fällens von Kalk direkt aus dem Meerwasser ist, dass die kalzifizierenden Organismen direkt auf das im Wasser gelöste Kalzium und Karbonat ohne größeren Umweg durch den Stoffwechsel zurückgreifen können. Kalzium und Karbonat sind jedoch nicht gleich verteilt, sondern Kalzium ist zehnmal häufiger vorhanden als Karbonat. Aus diesem Grund haben die meisten Kalzifizierer Mechanismen entwickelt, ausreichend Karbonat anzureichern, um es dann mit Kalzium zu Kalziumkarbonat fällen zu können. Hier spiegelt sich die Vielfalt der evolutionären Ideen



■ **Bedrohte Vielfalt:** Unterschiedliche Korallenarten formen zusammen einen Riffvorsprung am Flynn Reef, Australien. Foto: Toby Hudson, CC BY-SA 3.0



■ **Bauwerke gegen die Erosion:** Die Grundlage des Ökosystems Riff ist das Kalkfundament, das von den Korallen gebildet wird. Diese Struktur muss den Wellen und Stürmen, die vom offenen Meer kommen, standhalten. Deswegen ist die Fähigkeit, Kalk zu bilden, für die Korallen lebenswichtig.

wider: Während Foraminiferen bei ihren Transport- und Fällungsprozessen auf den Einsatz von zellulären Vesikeln setzen, benutzen Coccolithophoriden elementselektive Kanäle und Ionenpumpen, um die notwendigen Stoffe in ihren Zellen anzureichern. Korallen wiederum kreieren spezielle Reaktoren, in denen Kalk in Zusammenarbeit mit elementselektiven Kanälen und Ionenpumpen gefällt wird.

Das Fällen des Kalks aus Meerwasser ist ein Glücksfall für die Wissenschaft, insbesondere für die Paläo-Ozeanographie und die Rekonstruktion der Umwelt- und Klimabedingungen in der Vergangenheit, denn als Nebenaspekt bleiben die originären Spurenmetall- und Isotopenverhältnisse des Meerwassers in der Regel im Kalkskelett erhalten. Letztere können durch die Anwendung modernster

Analyseapparate, Techniken und Methoden in den Schalen gemessen werden. Die Spurenmetall- und Isotopenverhältnisse reflektieren dann (sofern sie nicht durch andere Prozesse, wie zum Beispiel dem vitalen Effekt verfälscht wurden) sehr genau die chemischen, physikalischen und biologischen Bedingungen im umgebenden Meerwasser. Diese Element- und Isotopenverhältnisse werden als „Proxy“ bezeichnet und sind chemische und isotopische Indikatoren für heute nicht mehr direkt messbare Umweltbedingungen. Durch die Anwendung dieser Proxies bekommt man dann nicht nur das Alter einer bestimmten Kalkschale heraus, sondern die Wissenschaft gewinnt auch Informationen über die Temperatur des Meerwassers, dessen Salzgehalt und Säuregrad sowie die ursprüngliche chemische Zusammensetzung der Atmosphäre in der Vergangenheit einschließlich des CO₂-Gehaltes. ■



FORAMINIFEREN

■ Die außerordentlich formenreiche Gruppe der Foraminiferen ist ein wichtiges biogeochemisches Archiv für Paläo-Ozeanographen, da sie auch ihre Schalen direkt aus dem Meerwasser bildet. Man findet die meist 0,2 bis 0,5 Millimeter großen Einzeller in großer Zahl sowohl im offenen Ozean als auch auf dem Meeresboden. Foto: Planktische Foraminiferen aus dem Golf von Aqaba (Eilat), Ch. Hemleben

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