

Aus der Puste

Klima Weil die Erde wärmer wird, geht den Ozeanen der Sauerstoff aus. Forscher befürchten ein Meer voller Tintenfische und Quallen.

Dem Humboldt-Kalmar tut der Klimawandel gut. Immer wärmer wird der Ozean, in dem er lebt. Immer weniger Sauerstoff ist deshalb im Wasser gelöst. Doch dem Tier macht das nichts aus. Denn sein Blut ist blau.

Hämocyanin heißt der Farbstoff im Tintenfischblut. Das Protein transportiert den Sauerstoff durch den Körper – und das ausgesprochen effektiv. Der Kalmar fühlt sich deshalb auch dort noch wohl, wo anderen Meerestieren die Puste ausgeht. Und das ist zunehmend der Fall im Territorium des Räubers vor Amerikas Westküste.

Um mehr als 3500 Kilometer nach Norden hat sich der Lebensraum des Kalmars in den vergangenen 20 Jahren ausgedehnt. Ursprünglich nur bis vor Mexiko heimisch, wird das Raubtier inzwischen regelmäßig vor Kalifornien gesichtet. Sogar vor Alaska tauchte es schon auf. „Tintenfische haben Vorteile in Lebensräumen mit begrenztem Sauerstoff“, sagt der Biologe William Gilly von der Stanford University. „Wir werden künftig noch mehr von ihnen sehen.“

In vielen Ozeanregionen wird der Sauerstoff knapp. Weltweit beobachten Wissenschaftler besorgt, wie sich die sogenannten Sauerstoffminimumzonen ausdehnen – tiefe Wasserschichten, in denen so wenig des lebenswichtigen Gases gelöst ist, dass dort



Forschungsschiff „Meteor“
Unterwegs im Garten Eden

viele Fische und Planktonorganismen nicht existieren können.

Experten befürchten einschneidende Folgen für das Meer. „Die Artenzusammensetzung könnte sich grundlegend verändern“, warnt Andreas Oschlies, Ozeanograf vom Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung in Kiel. Er hält die Sauerstoffnot sogar für verhängnisvoller als die Versauerung der Ozeane. „An mehr Kohlensäure im Wasser können sich viele Arten anpassen“, sagt der Wissenschaftler, „an weniger Sauerstoff nicht.“

Sauerstoffminimumzonen sind nicht neu. Vor allem in tropischen Ozeanregionen liegt unter gut durchlüftetem Oberflächenwasser häufig eine mehrere Hundert Meter dicke Wasserschicht, in der Bakterien von oben rieselnde Nährstoffe zersetzen und dabei Sauerstoff aufzehren. Die meisten Meerestiere würden in einer solchen Zone sofort ersticken. Sie tummeln sich deshalb entweder über oder unter ihr.

Das Problem: Die Sauerstoffminimumzonen werden größer. Eine Mitschuld daran trägt mutmaßlich der Klimawandel. Seit den Siebzigerjahren steigt die Oberflächentemperatur der Meere pro Jahrzehnt um durchschnittlich 0,1 Grad Celsius an. Wärmeres Wasser jedoch kann weniger Sauerstoff aufnehmen als kälteres. Zudem ist es leichter: Wie ein Deckel liegt es deshalb

auf dem kalten Wasser darunter. Eine Durchmischung und damit Belüftung des Tiefenwassers wird so schwieriger. Auf etwa acht Prozent der Meeresfläche ist diese Schichtung inzwischen so stabil, dass sich die Todeszonen ausbilden (siehe Grafik).

Besonders fatal: Mancherorts rückt das sauerstoffarme Wasser inzwischen sogar der Meeresoberfläche bedrohlich nah. Die Gewässer vor Peru etwa wirken eigentlich wie ein mariner Garten Eden. Nährstoffe steigen dort aus der Tiefe direkt vor der Küste auf. Robben, Pinguine und Raubfische laben sich an Massen von Fischen.

Allein, das lebendige Treiben liegt nur wie ein dünner Firnis auf dem Meer. „Schon bei 10 bis 15 Meter Wassertiefe liegt der Sauerstoffgehalt fast bei null“, sagt der Ozeanograf Lothar Stramma vom Geomar, der das Gebiet mehrfach mit dem deutschen Forschungsschiff „Meteor“ durchpflügt hat. Verlierer sind vor allem kleinere Fische und Krebschen mit hohem Sauerstoffbedarf. „Ihr Lebensraum wird immer weiter komprimiert“, sagt Stramma.

Unten droht Atemnot – und oben lauern die Netze der Fischer. „Der Fischereidruck nimmt in diesen Gegenden stark zu“, sagt Stramma, „die Fischer haben längst gemerkt, dass sich die Tiere in der oberen Wasserschicht konzentrieren.“

Krisenprofiteure sind Arten, die mit wenig Sauerstoff auskommen wie eben der Humboldt-Kalmar – oder aber Quallen, deren Zahl vielerorts zunimmt.

Noch einschneidendere Folgen könnte die Sauerstoffabnahme für einige der kleinsten Meeresbewohner haben: Bakterien. Ganz andere Arten der Einzeller kämen zum Zug, wenn der Sauerstoff verschwinde, berichtet Oschlies.

„Sauerstoffarmut kann beispielsweise dazu führen, dass sich Nährstoffe wie Phosphat und Eisen anreichern“, warnt der Forscher. Massive Algenblüten könnten die Folge sein: „Wir fragen uns, ob auf lange Sicht der ganze Ozean umkippen könnte, so wie wir es von Seen her kennen.“

Das Szenario ist nicht aus der Luft gegriffen. Fünfmal in der Erdgeschichte rafften Aussterbewellen viele marine Arten hinweg: „Das waren immer Zeiten mit sauerstoffarmen Ozeanen“, sagt Oschlies.

Gibt es schon Vorboten einer solchen Katastrophe? Vor der Küste Oregons im Nordwesten der USA schwappt seit 2002 jeden Sommer sauerstoffarmes Pazifikwasser an die Strände. Inzwischen wissen die Forscher: Das Wasser stammt aus der Sauerstoffminimumzone. Bei bestimmten Windbedingungen steigt es direkt vor der Küste auf.

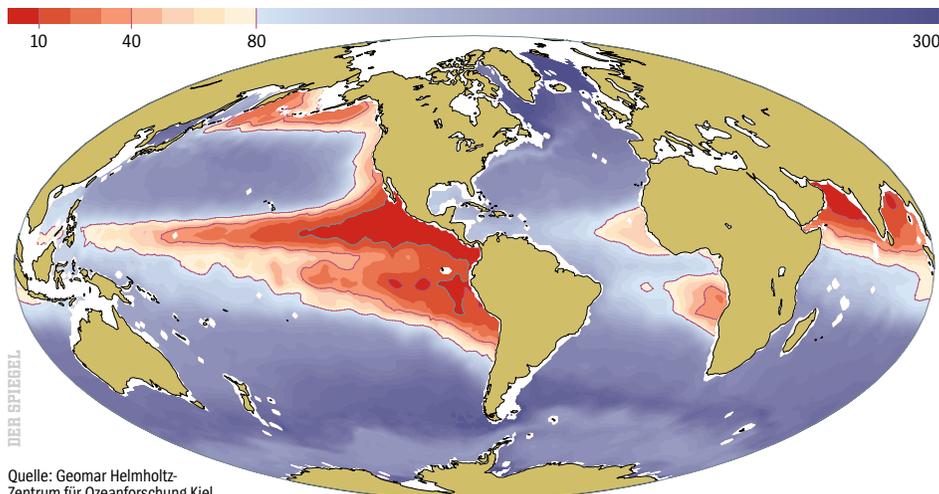
2006 war der bislang schlimmste Sommer. Seesterne, Krebse und Muscheln starben in Scharen. Fische lagen tot am Strand.

Erst nach vier Wochen kehrte das Leben zurück.

Philip Bethge

Todeszonen im Meer

Sauerstoffgehalt in einer Wassertiefe von 400 Metern, in Mikromol je Kilogramm ($\mu\text{mol}/\text{kg}$); für viele Fische und Krebstiere ist eine Sauerstoffsättigung unter $60 \mu\text{mol}/\text{kg}$ tödlich.



Quelle: Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel