

Wissen

Das Meer leidet unter Hitze

Klima Die Zahl der Hitzewellen nimmt im Meer schneller zu als auf dem Land. Das zeigt eine neue Schweizer Studie. Zahlreiche Korallenriffe sind bereits stark betroffen. Und das ist vermutlich erst der Anfang.

Martin Läubli

Es war ein Hilferuf Anfang Jahr. «Der Planet kann bis 2050 seine Korallenriffe verlieren und mit ihnen einen grossen Teil der marinen Lebensgemeinschaften», warnte Gabriel Grimsditch vom UNO-Umweltprogramm Unep. Die Warnung wurde mit Zahlen belegt: Ein Fünftel der Korallenriffe weltweit ist bereits verloren. Schuld daran ist neben der Überfischung und der Meeresversauerung vor allem die Erwärmung des Meereswassers durch den Klimawandel.

Die Korallenriffe vereinen Ressourcen und Dienstleistungen im Wert von 375 Milliarden Dollar pro Jahr. Denn sie beherbergen ein Viertel der marinen Organismen, die wiederum für Hunderte Millionen Menschen eine Lebensgrundlage bilden. Eine kürzlich veröffentlichte Studie der UNO zeigt, dass jährlich nur etwa 0,07 Prozent des geschätzten Wertes des Ökosystems in den Schutz der Korallenriffe investiert werden.

Wie gross die Bedrohung in Zukunft sein könnte, zeigen Wissenschaftler der Universität Bern und der ETH Zürich in der eben erschienenen Ausgabe des Fachmagazins «Nature». Das Forscherteam untersuchte die täglichen Temperaturdaten der Meeresoberfläche, die Satelliten zwischen 1982 und 2016 machten. Sie entdeckten, dass es heute doppelt so viele Hitzewellen im Meer gibt wie vor 35 Jahren. Zudem sind diese Hitzeperioden länger geworden und betreffen ein grösseres Gebiet. «Die Zunahme an Hitzewellen ist deutlich grösser, als man durch rein natürliche Schwankungen erwarten würde», sagt Thomas Frölicher, Assistenzprofessor für Ozeanmodellierung an der Universität Bern und Hauptautor der Studie.

Die Forscher simulierten mithilfe von zwölf verschiedenen Computermodellen, die das globale Klimasystem abbilden, auch die Temperaturentwicklung der Ozeanoberfläche von 1861 bis 2100. Anhand dieser Modelldaten definierten sie die typische marine Hitzewelle in der vorindustriellen Zeit: Sie dauert im Mittel 11 Tage, die Intensität der Oberflächentemperatur liegt 0,4 Grad über den höchsten Werten in der vorindustriellen Zeit, und die betroffene Fläche ist etwa so gross wie die Schweiz.

Hitzewellen während dreier Wochen und mehr

Die Erdoberfläche hat sich inzwischen weltweit um etwa 1 Grad Celsius erwärmt. Obwohl sich die Meere deutlich langsamer erwärmen, hat das gemäss den Modellen bereits einen Einfluss: Hitzewellen im Meer dauern heute 25 Tage, und die betroffene Fläche ist bereits dreimal so gross wie die Schweiz.

Die Beobachtungen der Satelliten zeigen, dass die Modelle die Trends relativ gut abbilden. Die Ursache für die erhöhten Hitzewelle-Werte ist die langfristige Ozeanerwärmung – der Atlantik hat sich laut früheren Studien in «Nature Climate Change» in den letzten mehr als hundert Jahren



Bereits ist ein Fünftel der Korallenriffe weltweit abgestorben. Die Riffe sind Lebensgrundlage von zahlreichen marinen Organismen. Foto: Catlin Seaview (The Ocean Agency)

um 0,58 Grad erwärmt, der Pazifik um 0,22 Grad.

«Die Häufigkeit von marinen Hitzewellen wird grundsätzlich in Zukunft überall zunehmen», sagt Nicolas Gruber, Professor am Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik an der ETH Zürich und Mitautor der Studie. Allerdings gibt es Weltregionen, die stärker betroffen sind

und sein werden. «In den Tropen sehen wir die grösste Zunahme», sagt der ETH-Wissenschaftler.

Das Meer reagiert schneller als das Land

Grund: Die saisonalen Schwankungen der Temperatur an der Meeresoberfläche sind viel geringer als etwa in den gemässigten Breiten. Der Trend zu mehr Hit-

zewellen ist auch im Arktischen Ozean stärker sichtbar.

Nehmen wir an, die Erdoberfläche erwärmt sich bis Ende des Jahrhunderts um 3,5 Grad. Mit dieser Entwicklung müssten wir heute rechnen, wenn die CO₂-Emissionen nicht massiv reduziert werden. Die Wahrscheinlichkeit einer Hitzewelle wäre laut der neuen Studie gegenüber

der vorindustriellen Zeit um gut 40-mal grösser.

In anderen Worten heisst das: Statt einmal in hundert Tagen gäbe es alle zwei Tage eine Hitzewelle. Dabei würde die Dauer der Hitzeperiode von 11 auf 112 Tage ansteigen. «Marine Hitzewellen werden dann Alltag», sagt der Berner Klimaphysiker Frölicher. Die Wahrscheinlichkeit dieser Extremereignisse würde um 40 Prozent gesenkt, wenn sich die Erde – wie im Pariser Klimaabkommen als anzustrebendes Ziel verankert – nicht mehr als um 1,5 Grad erwärmt.

«Die Zahl der Hitzewellen im Meer nimmt schneller zu als auf dem Land», sagt Mitautor Erich Fischer, Klimaforscher der ETH Zürich. Der Grund: Die Schwankungsbreite der Temperatur im Wasser ist viel geringer als auf der Landoberfläche, die Wahrscheinlichkeit für heisse Perioden nimmt vergleichsweise überproportional zur Zunahme der Temperatur zu.

Hummerschwemme zur falschen Zeit

Aber wie kommt es überhaupt zu Hitzewellen? Auf dem Land sind stationäre Wetterlagen Auslöser für Hitzeperioden. Auf dem Meer gibt es verschiedene atmosphärische Phänomene, die noch nicht ganz verstanden sind. «Global der wichtigste Treiber ist wahrscheinlich El Niño», sagt Nicolas Gruber. Dieses Phänomen verändert Winde und Ozeanströme und erhöht damit grossräumig die Wassertemperaturen im Pazifik und teilweise im Indischen Ozean.

Es gibt aber auch Hitzewellen, die direkt mit jener auf dem Land gekoppelt sind, wie im Jahr 2003 im Mittelmeer. Wie sich häufige Hitzeperioden auf das

Die Hummer kamen zu früh und verursachten Millionenverluste.

Ökosystem Meer auswirken, darüber wissen die Forscher bisher nur bruchstückhaft Bescheid. «Mobile Organismen wie etwa Fische können ausweichen, aber Korallenriffe haben es schwer, sich an die wärmeren Bedingungen anzupassen», sagt Thomas Frölicher.

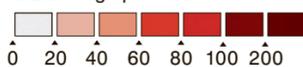
Ein Bild von möglichen Folgen können sich die Forscher bisher nur anhand von wenigen Einzelereignissen machen. Im nordöstlichen Pazifik zum Beispiel starben mehr Seelöwen und Wale als sonst während einer Hitzewelle in den Jahren 2013 bis 2015.

Eine länger andauernde Hitze hatte im Nordwest-Atlantik 2012 grosse Auswirkungen auf den Hummerbestand. Die frühe Migration der Hummer in die Region brachte eine Schwemme zu einem Zeitpunkt, als die Lieferketten noch nicht bereit waren und die Nachfrage noch klein war. Das drückte den Marktpreis. Die Industrie machte Millionenverluste.

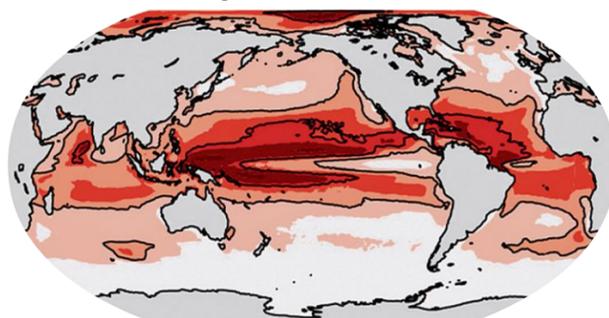
«Länder in tropischen Gebieten, die von der Fischerei leben, müssen sich auf jeden Fall Gedanken über die Zukunft machen», sagt Frölicher. Dieses Jahr wäre eine Gelegenheit: Die weltweite Kampagne International Coral Reef Initiative hat 2018 zum «Internationalen Jahr der Riffe» ausgerufen.

Dauer von Hitzewellen im Meer

Durchschnittliche Anzahl Tage pro Jahr:

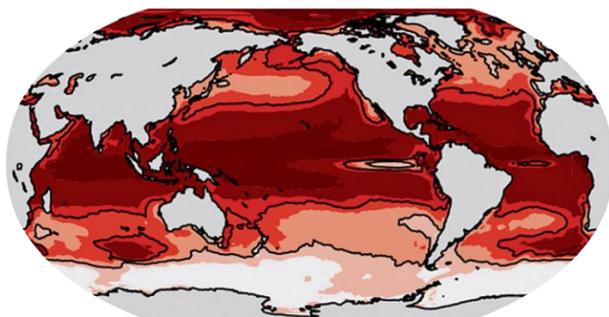


Bei einer Erderwärmung um 2 Grad Celsius



Lesbeispiel: Bei einer globalen Erderwärmung von 2 Grad ist in den Tropen mit 60 bis 80 oder mehr Hitzetagen im Meer zu rechnen.

Bei einer Erderwärmung um 3,5 Grad Celsius



Grafik: kmh/Quelle: Nature

Modelle und Unsicherheiten

Die Schweizer Wissenschaftler konnten in der neuen Studie zu den Hitzewellen im Meer dank Satellitendaten über 35 Jahre überprüfen, wie robust die Ergebnisse der verwendeten Klimamodelle sind. Die Treiber dieser Simulationen sind vor allem die globalen Treibhausgas-Emissionen. Dabei wurden für die Modelle der historischen Entwicklung der Temperatur der Meeresoberfläche unter anderem atmosphärische CO₂-Messungen verwendet.

Der Vergleich zwischen den Beobachtungen und Modelldaten zeigte, dass die Trends gut abgebildet werden. Abweichungen gibt es bei der Dauer von Hitzewellen und der Ausdehnung der betroffenen Gebiete. Das liegt gemäss den Wissenschaftlern daran, dass die Auflösung der Modelle noch zu grob ist. Die Simulationen konnten aber statistisch zuverlässig aufzeigen, dass die errechneten Extremereignisse eindeutig ausserhalb der natürlichen Schwankungen liegen.

Vorausgesetzt, die Klimamodelle bilden die natürlichen Schwankungen richtig ab, kann damit auch demonstriert werden, dass der Mensch die Hauptverantwortung für die beobachtete globale Häufung an Hitzewellen im Meer trägt. (lae)