

DEUTSCHLAND

GAME 2015: Toleranz von Seeanemonen gegenüber Wärmestress

GAME ist ein internationales Trainings- und Forschungsprogramm, in dessen Rahmen in jedem Jahr Studien zu einer anderen ökologischen Fragestellung durchgeführt werden. Dies geschieht an bis zu neun Küstenstandorten zeitgleich auf der Nord- und Südhalbkugel, wobei die praktischen Arbeiten von unseren Teilnehmern unter Anleitung lokaler Wissenschaftler ausgeführt werden.



Ein Bericht von Mark Lenz

Im Zuge der Erderwärmung werden sich die durchschnittlichen Wasser- und Lufttemperaturen weltweit erhöhen und auch die Temperaturspitzen während sommerlicher Hitzewellen werden höher ausfallen. Dieser Effekt wird, in Abhängigkeit von der geographischen Breite, unterschiedlich stark ausgeprägt sein, wobei Weltgegenden in höheren Breiten relativ gesehen stärker betroffen sein werden.

Im Zuge dieser Veränderungen werden bereits in den nächsten 100 Jahren viele Tier- und Pflanzenarten der flachen Küstenmeere zumindest phasenweise Temperaturen ausgesetzt sein, die am Rande oder bereits außerhalb ihres Toleranzbereichs liegen. Dies kann zu Veränderungen in der physiologischen Leistungsfähigkeit der Organismen führen, ihren Fortpflanzungserfolg

einschränken und schließlich gar zum lokalen Aussterben führen. Für viele warm-adaptierte Arten wird daher angenommen, dass sich ihr Verbreitungsgebiet im Zuge der Klimaerwärmung aus niedrigeren Breiten in Richtung der Pole verschieben wird, wobei unsicher ist welches Schicksal kalt-adaptierte Arten erfahren werden. Allerdings wird vermutet, dass Arten, die an unterschiedliche Klimate angepasst sind, auch unterschiedlich auf den Temperaturanstieg reagieren werden.

Es wird angenommen, dass die Toleranzbreite von wechselwarmen Tieren in kälteren Regionen grundsätzlich größer ist als in wärmeren. Dieses Konzept ist in der Literatur als „Climate Variability Hypothesis“ bekannt. Dieser Unterschied in der Breite der thermischen Nische geht vor allem darauf zurück, dass Tiere in den Tropen sich bereits sehr viel näher an ihrem physiologisch beding-

ten Toleranzmaximum befinden als Arten in den gemäßigten Breiten. Daher werden sie bei weiter steigenden Temperaturen sehr viel schneller an den Rand ihrer thermischen Nische gedrängt als ähnliche Arten, die in höheren Breiten leben.

Dies war der Ausgangspunkt für die hier vorgestellte Studie, die im Rahmen des 13. GAME-Projektes im Jahre 2015 durchgeführt wurde. An insgesamt 7 Standorten weltweit, die von 52° nördlicher bis 29° südlicher Breite reichten, wurden Experimente zur Temperaturtoleranz von Seeanemonen (Stamm: Cnidaria, Klasse: Anthozoa) durchgeführt. Diese Tiere gehören zur Gruppe der Nesseltiere und sind eng mit Korallen verwandt. Im Gegensatz zu letzteren leben Seeanemonen allerdings solitär und bilden auch keine Kalkskelette. Sie sind mit zahlreichen Arten in so gut wie allen flachen Meeresgebieten der Erde vertreten und erfüllen dort zahlreiche ökologische Funktionen.

Für diese Studie boten sich Seeanemonen als Modellorganismen an, weil sie aufgrund ihrer sessilen Lebensweise steigenden Wassertemperaturen, beispielsweise während einer sommerlichen Hitzewelle, nicht ausweichen können. Außerdem sind sie leicht in Hälterung zu nehmen und tolerieren Laborbedingungen in der Regel sehr gut. Für die Versuche im Rahmen des GAME-Projektes wurden in der Hauptsache kleinwüchsige Arten ausgewählt, die zudem oft in großen Mengen auftreten.

Ziel der Untersuchung war es die Toleranzobergrenze der verschiedenen Arten zu ermitteln, also die maximale Temperatur, unter der Tiere über einen Zeitraum von Wochen hinweg noch überleben können. In dieser Studie wurde also Mortalität als das entscheidende Kriterium zur Definition der Thermotoleranz herangezogen.

Nach dem Ermitteln der Maximaltemperatur wurde dann berechnet, um wie viel Grad diese von der langjährigen, jahreszeitlichen Durchschnittstemperatur im jeweiligen Habitat abweicht und dieser Temperaturbereich wurde als die obere Toleranzbreite interpretiert. In einer abschließenden globalen Analyse wurde die Hy-

pothese getestet, dass diese Toleranzbreite mit der geographischen Breite abnimmt.

In allen Fällen ist es den Teams gelungen, die obere Grenze des Temperaturtoleranzbereichs – dem für diese Studie gewählten Kriterium folgend- zu identifizieren. Erstaunlicherweise variierten die gefundenen Obergrenzen nicht besonders stark zwischen den untersuchten Arten. Das Temperaturtoleranzmaximum lag im Mittel bei 31,5 °C, wobei die Standardabweichung nur



Wasserbad mit experimentellen Einheiten. Der Versuchsaufbau war an allen Standorten identisch.

3,13°C betrug. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass die maximale Thermotoleranz in dieser Tiergruppe sehr allgemeinen physiologischen Beschränkungen unterliegt, die auch dann greifen, wenn die Tiere an ganz unterschiedliche Klimate angepasst sind. Dies widerspricht der weit verbreiteten Annahme, dass poikilotherme Arten aus den Tropen generell ein höheres Temperaturtoleranzlimit aufweisen als solche aus nichttropischen Gebieten bzw. dass das Temperaturtoleranzlimit eine positive Funktion der Umgebungstemperatur ist.

Die Tatsache, dass die Toleranzobergrenze bei den verschiedenen Arten von Seeanemonen sehr ähnlich war, bedeutet automatisch, dass der maximale von den Tieren tolerierte Anstieg der Umgebungstemperatur eine Funktion der geographischen Breite ist. Je kälter die Umgebung aus der eine Art oder eine Population stammt ist,

desto größer ist die Temperaturzunahme, die von der Art toleriert wird. Dies ist eine direkte Bestätigung der ‚Climate Variability Hypothesis‘, wie sie von Stevens (1989) formuliert wurde. Die statistische Analyse zeigte, dass von den 4 gewählten Prädiktoren für die Thermotoleranz (‚Geographische Breite‘, ‚Habitat‘, ‚Gewicht‘ und ‚Invasionsstatus‘) nur 2 einen signifikanten Einfluss haben. Dies waren die geographische Breite und das Habitat (Subtidal/Intertidal) in dem die Individuen einer Art gesammelt wurden. Beide Prädiktoren zusammen erklären 65% der Varianz in der beobachteten Thermotoleranz. Die Zunahme der Thermotoleranz mit der geographischen Breite ist für die beiden Habitattypen unterschiedlich: Intertidalarten zeigten eine stärkere Zunahme der Toleranz mit der geographischen Breite als Arten aus dem Subtidal. Das mag vor allem damit zu tun haben, dass subtidale Habitate viel geringeren diurnalen wie auch annualen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind als solche im Intertidal.

Die Studie ist eine der wenigen empirischen Belege für die Stimmigkeit der ‚Climate Variability Hypothesis‘ und wurde mit Vertretern einer marinen Tiergruppe durchgeführt für die es bislang nur wenige Informationen hinsichtlich ihrer Temperaturtoleranz gab. Über diesen Erkenntnisgewinn hinaus erlaubt ein Vergleich der identifizierten Toleranzobergrenzen mit den Vorhersagen der Modelle, die dem IPCC (2013) zugrunde liegen, es, Aussagen über den möglichen Einfluss des Klimawandels auf die Verbreitung der untersuchten Arten zu treffen. Diese müssen naturgemäß vage bleiben, denn in dieser Studie konnte nur eine Komponente der Temperaturtoleranz, nämlich das Überleben unter einem kurzzeitigen Hitzestress, untersucht werden und Aspekte wie mögliche Auswirkungen auf den Fortpflanzungserfolg wurden außen vor gelassen. Zudem kann nicht berücksichtigt werden, ob über längere Zeiträume hinweg nicht doch eine genetische Anpassung an höhere als die von uns ermittelten Temperaturen stattfinden kann.

Vergleicht man die im Rahmen dieser Studie ermittelten Toleranzobergrenzen mit dem bis zum Ende des 21. Jahrhunderts vorhergesagten

mittleren Temperaturanstieg so zeigt sich, dass die Seeanemonenarten, die in Brasilien, Israel, Indonesien und im südlichen Japan untersucht wurden, gegen Ende des Jahrhunderts Temperaturregimen ausgesetzt sein werden, die sehr dicht an ihrer Toleranzgrenze liegen. Dabei werden kurzzeitige Maxima, die während sommerlicher Hitzewellen den mittleren Anstieg deutlich übertreffen können, nicht berücksichtigt. Dies könnte bedeuten, dass diese Arten lokal aussterben oder in größere Wassertiefen ausweichen müssen. Insofern ist eine Veränderung in der Diversität und eventuell auch in der Funktionsweise der von uns untersuchten Küstenökosysteme im Zuge des Klimawandels zu erwarten.

Der komplette Bericht ist als Download auf www.lighthouse-foundation.org erhältlich.

Förderung:

seit 2010

Fördersumme 2015:

15.000 EUR

Projektpartner:

IFM-GEOMAR

Martin Wahl

Düsternbrooker Weg 20

24105 Kiel