

Press release**GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel****Maike Nicolai**

09/28/2023

<http://idw-online.de/en/news821482>Research results
Biology, Environment / ecology, Oceanology / climate
transregional, national**Ein neuer Takt für molekulare Uhren**

Sogenannte Molekulare Uhren haben die Evolutionsbiologie revolutioniert: Anhand von DNA-Mutationen zwischen den Arten lässt sich auch ohne datierte Fossilien abschätzen, wann genau sich neue Äste im Stammbaum des Lebens bilden. Für kurze Zeiträume sind solche Uhren allerdings nicht brauchbar, da sie zu langsam getaktet sind. Forschende der Technischen Universität München (TUM), des GEOMAR und der Universität Georgia stellen im Fachjournal Science eine neuartige, schnell tickende molekulare Uhr vor, die auf Epimutationen – zufälligen Veränderungen im Erbgut – beruht. Diese neue Uhr wird dazu beitragen, die Veränderungen der biologischen Vielfalt in der jüngsten Vergangenheit zu verfolgen.

- Bitte beachten Sie die Sperrfrist bis 28. September, 20 Uhr MESZ -

Der Klimawandel und andere menschliche Einflüsse verändern natürliche Artengemeinschaften: Fremde Spezies werden eingeschleppt oder erobern neue Lebensräume. Pflanzen und Tiere verschieben ihre Verbreitungsräume etwa in Reaktion auf die globale Erwärmung. Dabei können in Folge sich-wandelnder Umweltbedingungen innerhalb einer Gattung auch neue Arten oder Linien entstehen.

Mit Hilfe so genannter molekularer Uhren können Forschende nachvollziehen, zu welchem Zeitpunkt in der Erdgeschichte es zu einer Aufspaltung kam und eine neue Art entstand. Das Verfahren beruht auf ungerichteten, zufälligen Mutationen in den Erbinformationen, welche im Laufe der Zeit so regelmäßig stattfinden wie Uhren ticken. Anhand der Unterschiede in der Reihenfolge der Basen in der Erbinformation (Desoxyribonukleinsäure, DNA) zweier Arten, lässt sich dadurch rekonstruieren, wann sie aus einem gemeinsamen Vorfahren entstanden sein müssen. Weil diese Uhren jedoch vergleichsweise langsam ticken, können sie nicht mit der Geschwindigkeit mithalten, mit der sich die Biodiversität und unsere Umwelt inzwischen verändern.

Ein Team von Wissenschaftler:innen aus Deutschland, Großbritannien und den Vereinigten Staaten von Amerika stellt heute im Fachmagazin Science eine schneller tickende Uhr vor, mit deren Hilfe eine Auflösung von Jahrzehnten erreicht werden kann. Ihr Takt wird durch die Cytosin-Methylierung der DNA vorgegeben. Diese chemische Strukturveränderung der Dann ist einerseits für gerichtete, auf Anpassung abgezielte, plastische Veränderungen eines Organismus verantwortlich. Bei Pflanzen gibt es aber auch in bestimmten Gen-Abschnitten ungerichtete, als Epimutationen bezeichnete Veränderungen im Erbgut, die keine erkennbaren Konsequenzen für die Fitness eines Organismus haben. Dieses Phänomen machte sich das Team unter Leitung von Professor Dr. Thorsten Reusch vom GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Professor Dr. Frank Johannes von der Technischen Universität München und Professor Dr. Robert Schmitz von der Universität Georgia zunutze.

Anhand der Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana* als Modellpflanze konnten die Teams um Robert Schmitz und Frank Johannes bereits zeigen, dass sich Epimutationen in Pflanzengenomen mit einer Rate ansammeln, welche die Rate der DNA-Mutationen um mehrere Größenordnungen übersteigt. Spätere Arbeiten zeigten zudem, dass diese molekularen Ereignisse in langlebigen Bäumen als Alterungsuhr dienen können.

Der Durchbruch der jetzigen Arbeit liegt in der Erkenntnis, dass dieser als „Epimutations-Uhr“ bezeichnete Zeitmesser bei Pflanzen auch auf kürzere evolutionäre Zeiträume bis hin zu wenigen Jahren anwendbar ist. „Dies ist nur möglich, da Epimutationen in Pflanzen stabil über Generationen hinweg vererbt werden können und daher eine Rekonstruktion des Stammbaumes ermöglichen“, erklärt Frank Johannes.

Forschende des GEOMAR steuerten zur Entwicklung dieser neuen Epimutations-Uhr Analysen von Klonen des Seegrases *Zostera marina* bei. Seegras zählt zu den Pflanzen, die sich klonal über Ausläufer vermehren und verbreiten und dabei auch neue genetische Varianten bilden kann. Ließen sich seine Klone auf Zeitskalen von wenigen Jahren datieren, wäre auch besser abzuschätzen, wie gut Seegras einer sich verändernden Meeresumwelt standhalten kann.

Um die Epimutations-Uhr auf kurzen Zeitskalen zu testen, wurden im Labor des GEOMAR zwei genetisch unterschiedliche, seit 2004 in Kalifornien kultivierte Seegras-Klone analysiert. Die Unterschiede in der chemischen Struktur der DNA deuteten relativ genau auf das Jahr zurück, in dem sich die beiden Klone unabhängig voneinander zu entwickeln begonnen haben – während Analysen entsprechend der klassischen, auf DNA-Sequenzen basierten molekularen Uhr eine Unsicherheit von etwa einem Jahrzehnt aufweisen.

„Der nun kommende Schritt ist natürlich, die sehr großen Seegras-Klone zu datieren, die an vielen Standorten weltweit zu finden sind, um endlich das Rätsel ihres wahren Alters zu lösen“, kündigt Thorsten Reusch an.

„In dem Zusammenhang planen wir auch, zu untersuchen, ob sich die Epimutations-Uhr mit klassischen DNA-basierten Uhren kombinieren lässt. Dies würde es ermöglichen, nahtlos über kurze und lange Zeitskalen zu messen“, ergänzt Frank Johannes.

Weitere Forschung könnte zudem klären, wie Epimutations-Uhren auf der molekularen Ebene funktionieren. „Obwohl man nicht zwingend verstehen muss wie das „Innere“ einer Uhr funktioniert um genaue Zeitauskunft zu erhalten, sind die molekularen Mechanismen, die Epimutationen verursachen sehr interessant für uns,“ sagt Robert Schmitz.

Die Existenz einer schnell getakteten molekularen Uhr bei Pflanzen könnte hochauflösende Einsichten in die Zeitskalen der Evolution ermöglichen. So könnte zum Beispiel erforscht werden, wann invasive Arten in bestimmte Regionen eingeführt wurden oder wie sich menschliche Einflüsse auf die Entwicklung bestimmter Spezies ausgewirkt haben.

Original publication:

Yao, N, Zhang Z, Yu, L, Hazarika R, Yu, C, Jang H, Smith, LM, Ton, J, Liu, L, Stachowicz, JJ, Reusch, TBH, Schmitz RJ, Johannes F (2023): An evolutionary epigenetic clock in plants. *Science*, doi: 10.1126/science.adh9443.

URL for press release: <http://www.geomar.de/n9128> Bildmaterial zum Download (nach Ablauf der Sperrfrist)

URL for press release: <https://www.genetics.uga.edu> Department of Genetics, University of Georgia

URL for press release: <https://www.epi.wzw.tum.de> Pflanzenepigenomik, Technische Universität München

URL for press release: <https://www.geomar.de/entdecken/seegraswiesen> GEOMAR Entdecken: Seegraswiesen