

## Medienmitteilung

Ansprechpartner Christian Wißler  
Stv. Pressesprecher  
Wissenschaftskommunikation  
Telefon +49 (0) 921 / 55-5356  
E-Mail christian.wissler@uni-bayreuth.de  
Thema **Forschung: Naturwissenschaften**

# Warum die Erdatmosphäre viel Sauerstoff enthält: Bayreuther Forscher simulieren Prozesse in frühen Magmaozeanen

Lange Zeit war es rätselhaft, weshalb die Erdatmosphäre seit rund zwei Milliarden Jahren viel mehr Sauerstoff enthält als die Atmosphäre anderer bekannter Planeten. Forscher am Bayerischen Geoinstitut (BGI) der Universität Bayreuth haben jetzt durch Hochdruck-Experimente eine bislang unbewiesene Vermutung erhärtet: Hohe Drücke in Magmaozeanen lösten in der frühen Erdgeschichte Prozesse aus, die bewirkten, dass der obere Erdmantel in einen stark oxidierten Zustand geriet. Dies führte in der Folgezeit dazu, dass sauerstoffhaltige Verbindungen wie Kohlendioxid und Wasser aus dem Erdmantel in die Atmosphäre entwichen. In „Science“ stellen die Wissenschaftler ihre Forschungsergebnisse vor.



Dr. Catherine McCammon in einem Hochdruck-Labor des Bayerischen Geoinstituts.  
Foto: Christian Wißler.

Schon seit längerer Zeit weiß man, dass während der Entstehung der Erde viele kleinere Himmelskörper – sogenannte Planetenembryos und Planetotide – auf ihrer Oberfläche einschlugen. Dabei wurden enorme Energien freigesetzt, die große Gesteinsmengen schmelzen ließen. Es entstanden im Erdmantel heiße Magmaozeane, die in eine Tiefe von bis zu 2.500 Kilometer reichten und oxidiertes Eisen  $\text{Fe}^{2+}$  („ferrous iron“) enthielten. Die Bayreuther Wissenschaftler haben nun in Hochdruck-Experimenten die Drücke simuliert, die auf das  $\text{Fe}^{2+}$  in den Magmaozeanen eingewirkt haben. Dafür wurden in den Laboratorien des BGI Drücke von mehr als 20 Gigapascal erzeugt.

„That’s the equivalent of putting the entire mass of the Eiffel Tower on an object the size of a golf ball“, sagt Katherine Armstrong, die Erstautorin der Studie, die an der Universität Bayreuth promoviert hat und heute an der University of California Davis arbeitet.

In zahlreichen Versuchsreihen wurde  $\text{Fe}^{2+}$ -haltiges Gestein äußerst hohen Drücken in diesem Größenbereich ausgesetzt. Wie sich herausstellte, bleibt  $\text{Fe}^{2+}$  unter diesen Verhältnissen nicht stabil: Statt  $\text{Fe}^{2+}$  enthielten die Gesteinsproben am Ende der Versuche einerseits einen geringen Anteil von nicht-oxidiertem Eisen  $\text{Fe}^0$  („metallic iron“) und andererseits einen großen Anteil des stärker oxidierten Eisens  $\text{Fe}^{3+}$  („ferric iron“). Wenn der Druck am höchsten war, handelte es sich bei 96 Prozent des in den Proben enthaltenen Eisens um  $\text{Fe}^{3+}$ .

Diese Ergebnisse erhärten nun erstmals auf experimentellem Weg die Hypothese, dass sich in der frühen Erdgeschichte größere Mengen von  $\text{Fe}^{3+}$  gebildet haben, die nach der Abkühlung der Erde im oberen Mantel verblieben sind. Hingegen sank das in den Magmaozeanen entstandene nicht-oxidierte Eisen infolge seines großen Gewichts schon bald in den Erdkern hinab. Infolgedessen geriet der obere Erdmantel in einen relativ stark oxidierten Zustand. Es entstanden in relativ großer Nähe zur Erdoberfläche physikalisch-chemische Verhältnisse, die im Verlauf der folgenden Milliarden Jahre bewirkten, dass anstelle von Methan und Wasserstoff große Mengen an sauerstoffhaltigen Verbindungen – insbesondere Kohlendioxid und Wasser – freigesetzt und in die Erdatmosphäre entlassen wurden.

„Wir wollen in unserer neuen Studie nicht behaupten, dass der im Vergleich mit anderen Planeten hohe Sauerstoffgehalt der Erdatmosphäre allein durch hochdruckbedingte Veränderungen von Eisen zustande gekommen ist. Aber eines scheint jetzt klar zu sein: Diese Prozesse haben einen wesentlichen Anteil daran, dass die Erde bis heute von einer sauerstoffreichen Atmosphäre umgeben ist“, sagt Dr. Catherine McCammon vom Bayerischen Geoinstitut, die an den Forschungsarbeiten mitgewirkt hat.

### Veröffentlichung:

Katherine Armstrong, Daniel J. Frost, Catherine A. McCammon, David C. Rubie, Tiziana Boffa Ballaran: Deep magma ocean formation set the oxidation state of Earth's mantle. *Science* (2019), Vol. 365, Issue 6456, 903-906. DOI: 10.1126/science.aax8376.

### Kontakt:

PD Dr. Catherine McCammon  
Bayerisches Geoinstitut (BGI)  
Universität Bayreuth  
Tel.: +49 (0)921 55-3709  
E-Mail: [Catherine.McCammon@uni-bayreuth.de](mailto:Catherine.McCammon@uni-bayreuth.de)

### Über die Universität Bayreuth

Die Universität Bayreuth existiert seit 1975 und ist eine der erfolgreichsten jungen Universitäten in Deutschland. Sie liegt im ‚Times Higher Education (THE) Young University Ranking‘ auf Platz 40 der 250 weltweit besten Universitäten, die jünger als 50 Jahre sind. Interdisziplinäres Forschen und Lehren ist Hauptmerkmal der 154 Studiengänge an sieben Fakultäten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie den Sprach-, Literatur und Kulturwissenschaften. Die Universität Bayreuth hat rund 13.500 Studierende, ca. 1.250 wissenschaftliche Beschäftigte, 239 Professorinnen und Professoren sowie etwa 950 nichtwissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Sie ist der größte Arbeitgeber der Region. (Stand Juni 2019)