

In "Nature": Neue Erkenntnisse zum Alter des Mondes

In "Nature": Neue Erkenntnisse zum Alter des Mondes Das Ergebnis dieser Forschungsarbeiten lautet: Der Mond ist frühestens 63 Millionen Jahre und spätestens 127 Millionen Jahre nach unserem Sonnensystem entstanden; genauer: nachdem sich aus der gasförmigen "Urwolke" die ersten Planeten herausgebildet haben. Dieser Prozess ereignete sich, darin ist sich die Planetenforschung heute einig, vor rund 4,6 Milliarden Jahren. Die jetzt in "Nature" vorgestellte Altersbestimmung des Mondes bestätigt somit einige, aber nicht alle bisherigen Datierungen. Sie widerlegt insbesondere diejenigen Berechnungen, welche die Entstehung des Mondes deutlich früher - nämlich rund 30 Millionen Jahre nach dem Ursprung des Sonnensystems - ansetzen wollten.

Gefördert durch einen ERC Advanced Grant: Simulationsexperimente zur Entstehung der terrestrischen Planeten Die Forschungsarbeiten, die schließlich zur neuen Altersbestimmung des Mondes geführt haben, zielten zunächst darauf ab, genauere Erkenntnisse über die Entstehung von Merkur, Venus, Erde und Mars zu gewinnen. Diese Planeten werden als "terrestrische Planeten" oder auch als "innere Planeten" des Sonnensystems bezeichnet. Sie haben sich dadurch herausgebildet, dass viele Tausende von planetarischen Kleinkörpern um die Sonne rotierten und dabei allmählich zu größeren Massen zusammengewachsen sind. Diese Akkumulation, die für die Entwicklungsgeschichte der terrestrischen Planeten bestimmend gewesen ist, haben die Wissenschaftler in über 250 Computersimulationen nachgeahmt.

Zusammen mit Prof. Dr. David Rubie am Bayerischen Geoinstitut (BGI) waren auch Astrophysiker und Planetologen aus Frankreich und den USA an diesen Untersuchungen beteiligt; insbesondere Dr. Seth A. Jacobson, der sowohl am BGI als auch am Observatoire de la Côte d'Azur in Nizza tätig ist, sowie Prof. Dr. Alessandro Morbidelli in Nizza. Die Forschungsarbeiten wurden aus dem Programm "ACCRETE" gefördert. Der Europäische Forschungsrat (ERC) hatte Prof. Rubie im Jahr 2011 für dieses Projekt mit einem ERC Advanced Grant ausgezeichnet.

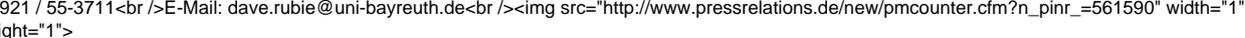
Der "Giant impact" und seine Folgen: Die Entstehung des Mondes und Veränderungen im Erdmantel Wie war es auf der Grundlage der Simulationen möglich, das Alter des Mondes neu zu bestimmen? Die Wissenschaftler konnten dabei an eine Hypothese anknüpfen, die in der Fachwelt als gut begründet gilt und sich weitgehend durchgesetzt hat: Im Verlauf der Entstehungsgeschichte der terrestrischen Planeten ist ein planetarischer Körper - ungefähr von der Größe des Mars - auf den Vorläufer der Erde geprallt, die sich zu diesem Zeitpunkt bereits als Planet mit festem Gesteinsmantel herausgebildet hatte. Infolge dieses Aufpralls wurden riesige Wolken von Staub und Gesteinsbrocken in die Erdumlaufbahn geschleudert. Hier akkumulierten sie zu einer immer größeren Masse: den Mond. Gleichzeitig aber löste der aufgeprallte planetare Körper auf der Erde erhebliche Schmelzprozesse aus. Dabei wurde Eisen, das im Mantel der Erde eingelagert war, geschmolzen und sank aufgrund seiner hohen Dichte zur Mitte der Erde, wo es den Erdkern bildete. Nicht nur Eisen, sondern auch diejenigen chemischen Elemente, die als "siderophil" ("eisenliebend") bezeichnet werden, weil sie vorzugsweise zusammen mit Eisen auftreten, wurden aus dem Mantel gelöst. Sie wanderten ebenfalls in den Erdkern. Es handelt sich dabei unter anderem um Gold, Iridium, Ruthenium, Rhenium, Osmium und Platin. Dies bedeutet: Während sich in der Erdumlaufbahn der Mond bildete, waren im Erdmantel keine oder fast keine siderophilen Elemente mehr vorhanden.

Parallele Entwicklungen: Die Zunahme der Erdmasse und der siderophilen Elemente im Erdmantel Nun enthält aber der heutige Erdmantel erhebliche Anteile von siderophilen Elementen. Über deren Herkunft ist man sich in der Planetenforschung und in der Astrophysik einig. Nach dem "Giant impact", dem Aufprall des planetaren Körpers, sind fortlaufend größere und kleinere Gesteinsmengen aus dem Sonnensystem auf der Erde niedergegangen. Im Laufe von Jahrmillionen haben sie die Masse der Erde stetig vergrößert, und sie haben dabei auch den Erdmantel wieder mit siderophilen Elementen "aufgefüllt". Die geochemische Forschung kann diese Anteile siderophiler Elemente im Erdmantel mit hoher Genauigkeit bestimmen. Aufgrund von empirischen Daten und theoretischen Berechnungen hat sich herausgestellt: Die Zunahme der Erdmasse nach dem "Giant impact" ist proportional zum Anstieg der siderophilen Elemente im Erdmantel verlaufen. Deshalb lässt sich aus den heutigen Konzentrationen dieser Elemente im Erdmantel zuverlässig ableiten, wie viel die Erde in den Millionen von Jahren nach dem großen Aufprall zugenommen hat; oder anders gesagt: wie groß die Gesamtmasse der Gesteinsmengen ist, die danach auf die Erde eingestürzt sind. Neuesten geochemischen Berechnungen zufolge sind weniger als 1 Prozent der heutigen Erdmasse auf diesen Zuwachs zurückzuführen.

Eine geologische Uhr: unabhängig von radiometrischen Messungen Genau an diesem Punkt setzt das Team um Prof. Rubie an. Die Planetologen und Astrophysiker haben die Forschungsarbeiten, in denen sie die Herausbildung der terrestrischen Planeten im Sonnensystem simuliert haben, im Hinblick auf die Frage ausgewertet: Wann hat es ein Zeitfenster gegeben, in dem sich die Erdmasse in dieser Weise vergrößern konnte? Einen solchen Zeitraum haben die Wissenschaftler tatsächlich entdeckt. Und weil der "Giant impact" sich unmittelbar vor diesem Zeitraum ereignet haben muss, lässt sich auch die Entstehung des Mondes entsprechend datieren: nicht eher als 63 Millionen Jahre nach dem Ursprung des Sonnensystems, aber auch nicht mehr als 127 Millionen Jahre später.

Unsere Simulationen haben uns in Verbindung mit der geochemischen Forschung eine geologische Uhr in die Hand gegeben, mit denen wir planetengeschichtliche Prozesse wie die Entstehung des Mondes völlig unabhängig von radiometrischen Verfahren datieren können", erklärt Prof. Rubie. "Wir sind also nicht mehr länger abhängig von der Messung und Interpretation des radioaktiven Zerfalls in Atomen - und kommen zugleich zu genaueren Ergebnissen."

Veröffentlichung: Seth A. Jacobson, Alessandro Morbidelli, Sean N. Raymond, David P. O'Brien, Kevin J. Walsh and David C. Rubie, Highly siderophile elements in Earth's mantle as a clock for the Moon-forming impact Nature 508, 84-87 (03 April 2014) - doi:10.1038/nature13172 Published online 02 April 2014 siehe auch: John Chambers, Planetary science: A chronometer for Earth's age Nature 508, 51-52 (03 April 2014) - doi:10.1038/508051a Published online 02 April 2014

Ansprechpartner: Prof. Dr. David Rubie Bayerisches Geoinstitut (BGI) Universität Bayreuth D-95440 Bayreuth Tel: +49 (0)921 / 55-3711 E-Mail: dave.rubie@uni-bayreuth.de 

Pressekontakt

Universität Bayreuth

95440 Bayreuth

dave.rubie@uni-bayreuth.de

Firmenkontakt

Universität Bayreuth

95440 Bayreuth

dave.rubie@uni-bayreuth.de

Die Universität Bayreuth ist eine dynamische und forschungsorientierte Campus-Universität. Wir vermitteln zukunftsfähige Bildung durch Wissenschaft und forschungsbasierte Lehre. In hervorragend ausgewiesenen Fachdisziplinen und in strategisch ausgewählten Profiefeldern bieten wir Studentinnen und Studenten aus dem In- und Ausland beste Studienbedingungen und sind für Forscherinnen und Forscher aus der ganzen Welt hoch attraktiv. Dabei agieren wir offensiv im regionalen, nationalen und internationalen Wettbewerb und verfügen über eine fokussierte Internationalisierungsstrategie. Wir kooperieren weltweit mit Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und fördern den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.