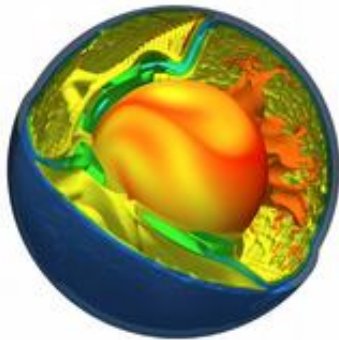

Veröffentlicht: 23.02.12

Science

Plattentektonik realitätsnah modelliert

Wissenschaftler haben erstmals geschafft, realitätsnah zu simulieren, wie sich eine ozeanische Krustenplatte aus eigenem Antrieb unter eine angrenzende Krustenplatte schiebt. Dabei gelang es ihnen zu zeigen, warum nicht beide Platten sondern nur eine in den Erdmantel abtaucht und wie dieser Prozess die Dynamik des Erdinneren beeinflusst.

Simone Ulmer



Simulation der Plattentektonik und Umwälzung von heißem Gesteinsmaterial im Erdmantel. Sichtbar sind von der Erdoberfläche einseitig in den Erdmantel abtauchende, kalte Platten (blau/grün) sowie aus dem Mantel aufsteigendes, heißes Gesteinsmaterial (rot). (Bild: Forschungsgruppe Tackley / ETH Zürich) ([Grossbild](#))

Die Erde ist in unserem Sonnensystem vermutlich der einzige Planet mit aktiver Plattentektonik: Die kontinentalen und ozeanischen Krustenplatten bewegen sich auf dem Erdmantel. An dem Mittelozeanischen Rücken bildet sich kontinuierlich neue Kruste, die ein Ozeanbecken so lange wachsen lässt, bis die Kruste alt und schwer genug ist, um unter die angrenzenden Kontinentalränder abzutauchen. An den aktiven Kontinentalrändern, sogenannten Subduktionszonen, schiebt sich ozeanische unter die kontinentale Kruste, an Inselbögen ältere ozeanische unter jüngere ozeanische Kruste. Verhaken sich die Platten ineinander und schieben sich danach ruckartig wieder weiter, bebzt die Erde. Subduktionszonen

beruhen wie die Mittelozeanischen Rücken und Vulkane auf Prozessen, die sich vor allem tief im Erdinnern abspielen. Computersimulationen haben in den vergangenen vier Jahrzehnten wesentlich zum Verständnis dieser Prozesse beigetragen.

Modelle entsprachen nicht der Realität

Basierend auf Beobachtungsdaten, nähern sich Modelle nur an die Realität an. Bis anhin war es Wissenschaftlern in globalen Modellen nicht möglich, die in den Erdmantel abtauchenden Krustenplatten realitätsnah zu simulieren. In bisherigen Simulationen tauchen beide Platten gemeinsam senkrecht in den Erdmantel ab, statt dass eine Krustenplatte sich schräg unter die angrenzende Platte schiebt.

Nun ist es Wissenschaftlern der ETH Zürich erstmals gelungen, in globalen Computermodellen ein asymmetrisches Abtauchen nur einer Krustenplatte unter die angrenzende Platte zu modellieren. Die Modellierung rechneten der Supercomputer «Monte Rosa» des CSCS,

dem Nationalen Hochleistungsrechenzentrum der Schweiz, und der ETH-Cluster «Brutus». Dank der Simulation konnten die Forscher neue Einblicke ins Erdinnere gewinnen.

Die Randbedingungen bisheriger Simulationsmodelle geben vor, dass sich die Platten nur horizontal, jedoch nicht vertikal bewegen können und somit entlang der Überschiebung keinerlei Topographie vorhanden ist. Die Realität sieht jedoch anders aus: Entlang von Subduktionszonen bilden sich Tiefseegräben von bis zu über 11 Kilometern Tiefe aus. Die Topographie der abtauchenden Krustenplatte ist somit alles andere als eben. Fabio Crameri hat nun in seiner Doktorarbeit bei ETH-Professor Paul Tackley in Zusammenarbeit mit seinen Kollegen ein Simulationsmodell entwickelt, in dem sich die Krustenplatten nicht nur horizontal bewegen, sondern sie können sich – wie in der Realität – auch vertikal bewegen. Der Trick: Crameri verwendete eine zähe «Luftschicht», die er in der Simulation über die Oberfläche der Kruste gelegt hat. «Diese Luftschicht ist weich und hat fast keine Dichte», sagt er. Zäh wie der Erdmantel müsse sie sein, damit sie bei der Simulation einer Plattenüberschiebung, während eines Zeitschrittes von mehreren tausend Jahren, nicht einfach davonfließe.

Die Wissenschaftler starteten globale Modellierungen mit und ohne diese Luftschicht. Schon nach der geologisch kurzen Zeit von etwa 10 Millionen Jahren entwickelte sich im Modell mit Luftschicht eine asymmetrische einseitige Subduktion. Das Modell zeichnet die Verbiegung, welche die abtauchende Platte dabei erfährt, und die Bildung des Tiefseegrabens realitätsnah nach.

Weiche Kruste als Schmiermittel

Diese Simulationen zeigen erstmals schlüssig, weshalb bei der Subduktion immer nur eine Krustenplatte in den Erdmantel abtaucht und nicht beide: Schieben sich Krustenplatten übereinander, wird durch Reibung, Druck und Temperatur das Krustengestein stark beansprucht und mit Wasser angereichert. Als die Wissenschaftler in ihren Modellen zusätzlich zur Luftschicht eine weiche und wasserreiche Gesteinsschicht auf die Krustenoberfläche legten, generierte die Simulation eine noch stabilere, einseitige Subduktion. Diese Gesteinsschicht ist eine Art Schmiermittel zwischen den beiden Krustenplatten. Sie sorgt dafür, dass die Platten stabil bleiben und sich kontinuierlich übereinanderschieben, ohne dass dabei die abtauchende Platte abreisst.

Zudem konnten die Forscher in einer dreidimensionalen Simulation zeigen, wie der zähflüssige Erdmantel um die schräg abtauchende Platte zirkuliert. Demnach liegt die Platte auf dem Mantel und drückt das zähflüssige Mantelgestein unter der Platte auf die Vorderseite. «Der Mantel bewegt sich um die abtauchenden Platten herum und verformt diese», sagt Crameri.

Abtauchende Krustenplatten beeinflussen die Dynamik des Erdmantels. Derartige Modelle sind deshalb von grosser Bedeutung für das Verständnis der Prozesse im Erdinneren, bis hin zum Beginn der Plattentektonik auf der Erde. Sie helfen jedoch nicht nur,

plattentektonische Prozesse besser zu verstehen, sondern auch die damit verbundenen Erdbeben oder den Vulkanismus. Solche Simulationen sind deshalb essentiell für die Gefahren- und Risikoeinschätzung.

Literaturhinweis:

Cramer F, Tackley PJ, Meilick I, Gerya TV & Kaus BJP: A free plate surface and weak oceanic crust produce single-sided subduction on Earth, Geoph. Res. Letters (2012), 39, L03306, doi: [10.1029/2011GL050046](https://doi.org/10.1029/2011GL050046)

Links und Referenzen:

- [Forschungsergebnisse der Gruppe von Paul Tackley in Einstein](#)
- [Simulationen mit Erklärung von Fabio Cramer \(Englisch\)](#)

Lesercommentare: