

PLATTENTEKTONIK

Krimi am Meeresgrund

Pangäa sorgte für glatte Ozeanböden
 [www.wissenschaft-online.de/artikel/977040]

Untermeerische Gebirgszüge verhalten sich verdächtig: Mal sind sie höher, mal niedriger, als Geologen sich erklären können. Verdächtige Prozesse werden beobachtet, Unterlagen gewälzt - wer hatte zur Tatzeit Einfluss auf den Meeresboden? Und warum reagiert dieser überall auf der Erde anders?

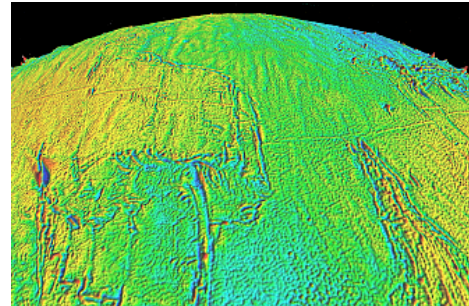
Die seit Äonen ablaufenden geologischen Phänomene am Grunde der Ozeane sind unseren Blicken durch gewaltige Wassermassen verborgen. Zöge man einen imaginären Stöpsel am Meeresboden, um die tiefen Becken zu leeren, läge die Sicht frei auf eine überwältigende Szenerie: Riesige Höhenzüge durchschneiden die Tiefseeebenen und bilden eine zusammenhängende, alle Ozeane der Erde durchlaufende Gebirgslandschaft.

60 000 Kilometer lang sind diese Mittelozeanischen Rücken, an denen der Meeresgrund aufreißt und heißes Mantelmaterial aus dem Erdinneren aufsteigt. Wie an einem nie stillstehenden Fließband fördern die Erdspalten glühendes Magma, das zu beiden Seiten ausfließt und kontinuierlich durch nachströmendes Material vom Rücken fortgedrückt wird. Warum ragen aber in einigen Ozeanen gewaltige Gipfel in die Höhe, während sich in anderen nur flache Erhebungen bilden?

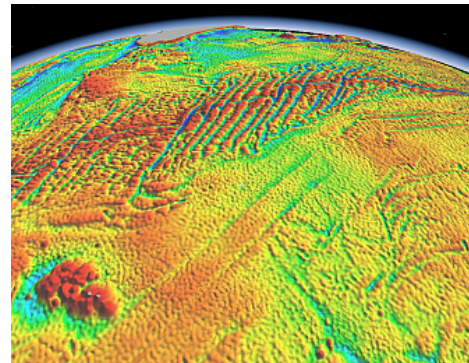
Des Rätsels Lösung scheint an der Austrittsstelle des flüssigen Gesteins zu liegen: Dort staut sich erkaltende Lava auf und stapelt sich zu einem Gebirgszug. Je langsamer sich der Meeresboden durch heraufquellendes Magma spreizt, desto höher türmen sich die Gesteinsmassen auf. Drängt hingegen viel Mantelschmelze an die Oberfläche, verhindert der ausgeübte Druck eine starke Schichtung nach oben, indem er die noch heißen Massen seitwärtsschiebt. Das Relief der Böden variiert deshalb innerhalb verschiedener Meere beträchtlich: Spreizungsraten von unter 15 Millimeter pro Jahr erzeugen eine doppelt so raue ozeanische Kruste wie Geschwindigkeiten von über 35 Millimeter pro Jahr.

Die Topografie der Ozeanböden wird außerdem von Plumes beeinflusst - Flecken, an denen heißes Mantelmaterial aus der Tiefe aufsteigt, wodurch Mittelozeanische Rücken abflachen. Forscher beobachteten diese Phänomene bei sich neu bildender ozeanischer Kruste und wendeten sie genauso auf ältere Krustenabschnitte an. Doch ist der Fall der untermeerischen Gebirge damit abgeschlossen?

Offensichtlich nicht. Nur im Nord- und Südpazifik zeigt sich

**Faltenfrei**

Der Meeresboden im Pazifik, hier von Ecuador aus in Richtung Westen zu sehen, zeigt kaum Unebenheiten. Im Vordergrund kreuzen sich der Mittelozeanische Rücken der Cocos-Nazca-Platte und der Pazifische Rücken. Im Hintergrund erstreckt sich die glatte Pazifische Platte bis zum Horizont.
 ©S. Williams

**Untermeerische Hügellandschaft**

Der Südwestliche Indische Rücken ist umgeben von einem rauen Meeresboden mit unruhigem Relief. Die Blickrichtung ist nach Norden in Richtung Madagaskar.
 ©S. Williams

die Topografie des Meeresbodens, wie es bei den vorherrschenden Spreizungsraten zu erwarten wäre: Der "schnelle" Nordpazifik weist eine weit gehend glatte Oberfläche auf, im Südpazifik gibt es dagegen etwas mehr Unebenheiten.

In anderen Ozeanen hält sich das Bodenrelief jedoch nicht an die Vorhersagen der Geologen. Joanne Whittaker von der University of Sydney und ihre Kollegen haben es sich zur Aufgabe gemacht, das Rätsel der regelwidrigen Meeresböden aufzudecken. Eine mögliche Verdächtige in diesem geologischen Kriminalfall ist beispielsweise die Bewegungsrichtung tektonischer Erdplatten. Diese bewegen sich nicht immer genau senkrecht von einer Spreizungsachse fort, sondern häufig in einem gewissen Winkel dazu.

Die Forscher maßen diese Winkel in zehn verschiedenen Regionen der Erde. Bei Abweichungen über 45 Grad steigt das Relief des Ozeanbodens tatsächlich beträchtlich an. Die schräge Bewegung sorgt wahrscheinlich dafür, dass sich mehr Brüche im spröden Material ausbilden, wodurch sich zusätzliche Unebenheiten entwickeln. Rechnet man diesen Einfluss mit ein, wird die Topografie am Südöstlichen Indischen Rücken plötzlich stimmig vorhersagbar: ein erster Tathergang ist gelöst. Bei den restlichen untersuchten Gebieten lag nach Einbeziehung der schiefen Spreizung aber immer noch ein Missverhältnis zwischen Erwartung und Realität vor - ein weiterer Prozess musste also das Relief der Böden modellieren.

Die kreidezeitliche ozeanische Kruste im Zentral- und Südatlantik bescherte den Wissenschaftlern das größte Kopfzerbrechen: Trotz niedriger Spreizungsraten zeigt ein 9000 Kilometer langer Abschnitt eine relativ glatte Oberfläche. Bisher erklärten sich Forscher diese Anomalie mit der Existenz eines Mantelplumes in der Region. Whittaker hielt den Angeklagten allerdings für unschuldig: Die Kruste ist zu beiden Seiten des Atlantiks eben - ein erheblich zu großes Gebiet, um von einem einzelnen Hotspot umgemodelt zu werden.

Ermittlungen im geologischen Geschichtsbuch lösten den Tathergang schließlich auf: Die Landmassen der Erde waren zwischen Karbon und Jura zu einem einzigen zusammenhängenden Superkontinent mit Namen Pangäa vereint. Erst in der Kreide riss die Erde auf, und der Atlantik sorgte durch seine Spreizung zur Neuverteilung der einzelnen Kontinentschollen.

Angetrieben wird diese Plattentektonik durch Konvektionsströmungen im Erdmantel, die kontinuierlich Wärme transportieren und an die Umgebung abgeben. Solange Pangäa intakt war, staute sich diese Wärme im Erdmantel, da der große Block zusammenhängendes Festland mit seiner dicken Kruste einen Austausch mit der Oberfläche verhinderte. Der Zusammenschluss des Superkontinents verlängerte die Wellenlängen dieser

Mantelkonvektion, so dass sich die Gesteinsschmelze über die Jahrtausende um 100 Grad Celsius mehr aufheizte als gewöhnlich.

Erst nach dem Auseinanderbrechen der Landmassen baute sich die aufgestaute Wärme nach und nach an den aufgerissenen Mittelozeanischen Rücken ab. Der Ozeanboden im fraglichen Gebiet wurde zu dieser Zeit von dem überhitzten und damit biegsamen Mantelmaterial gespeist, in dem wenig spröde Bruchbildung auftrat - trotz der langsamen Spreizungsraten kam es damit zu einem relativ glatten Bodenrelief.

Pangäa zerbrach im zentralen Nordatlantik vor ungefähr 175 Millionen Jahren. Glatte Ozeanböden findet man bis hin zu 80 Millionen Jahre alter Kruste. Ganze 100 Millionen Jahre dauerte es, bis sich die gesamte unter dem Superkontinent angestaute Hitze abgebaut hatte.

Maria Hirsch

Whittaker, J.M. et al.: How supercontinents and superoceans affect seafloor roughness. In: Nature 456, S. 938-941, 2008.

© spektrumdirekt