

Die Attraktion der Last

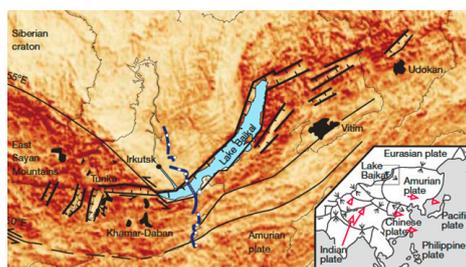
GFZ-Forscher haben das Geheimnis der Off Rift-Vulkane gelüftet

Die Skizze verdeutlicht den Pfad magmagesättigter Risse unter verschiedenen Konditionen. Die Last eines Vulkans komprimiert die Erdkruste und formt Spannungslinien, die das Magma zum Vulkan leiten. Ein Grabenbruch (Rift) führt dagegen zu einer Entlastung – das Magma entfernt sich dadurch lateral von der Quelle (Illustration: Eleonora Rivalta).

Auch die Arbeit in Laboren oder Büros lassen oft den Puls unserer GFZ-Forscher schneller schlagen und bringen kurze Momente der Atemlosigkeit herbei. Eleonora Rivalta und ihre Kollegen waren Teil eines solchen Heureka-Moments, als sie die Antwort auf eine bislang ungelöste Fragestellung fanden: Warum gibt es Vulkangebiete, die etliche Kilometer von einer Magmaquelle entfernt sind?

Ihr Sohn Dante war gerade ein Jahr alt, als Eleonora Rivaltas Lebensgefährte an die Universität Kopenhagen berufen wurde. Als der Geophysikerin eine Stelle als Gastwissenschaftlerin angeboten wurde, sagte sie dankbar zu. Rivaltas Interesse am Verhalten von Magma hatte hier ein gutes Zuhause: Hans Thybo, der bekannte Professor für Geophysik, hatte gerade einen Nature-Artikel über ein refraktionsseismisches Profil des Baikalsees veröffentlicht. Thybo und seine Co-Autoren zeigten in den Schnittbildern, wie Magma über die Kruste-Mantel-Grenze dringt und sich dort horizontal aufschichtet.

Bislang wurde angenommen, dass die Ausdehnung von Kontinenten die Erdkruste verdünnt und somit einen Auftrieb des Mantels und eine Vertiefung mit großen Verwerfungen an der Oberfläche bewirkt. Thybos Ergebnisse stellten diese Theorie in Frage, da die Kruste-Mantel-Grenze unter den Aufschichtungen flach erschien. Die Intrusivmasse sollte wohl die Verdünnung der Kruste kompensieren, aber warum war sie da – und warum horizontal? Eleonora Rivalta war inspiriert.



Die Linien mit den Strichen sind Grabenbrüche, der Baikalsee füllt den größten. In schwarz: Die Off Rift-Vulkane.

Wenige Monate später erhielt sie den ERC Starting Grant, der der jungen Forscherin mit bis zu 1,5 Mio. Euro die Gelegenheit gab, ihre Laufbahn unabhängig zu entwickeln. Damit konnte sie zunächst an der Uni Hamburg und später am GFZ Francesco Maccaferri einstellen, seit vielen Jahren ihr "kleiner Wissenschaftsbruder". Sie hatte bereits seine Doktorarbeit mitbetreut, die auf den ersten Blick wenig mit dem Kopenhagen-Artikel zu tun hatte: Der Effekt von Bodenschichtung und tektonischen Spannungen, inklusive der Gravitationslast eines Vulkangebäudes, auf den Ausbreitungsweg magma-gefüllter Risse in der Kruste. Maccaferri wollte seine Methode mit den analogen Experimenten und numerischen Modellen vergleichen, die bereits zu einem Ergebnis gekommen waren: Die Last eines Vulkans komprimiert die Kruste direkt unter ihm und diagonal zu seinen Seiten. Auch wenn sich tief in der Erde, das Magma abseits vom Vulkan entfernt, leiten diese durch das Gewicht entstandenen Spannungslinien den Fluss von Magma zurück zum Vulkan.

Rivalta legt Maccaferri nahe, sein Modell auch bei den horizontalen Aufschichtungen des Magmas in der Baikal-Riftzone anzuwenden. Zusammen schauen sie sich die Tomogramme des Kopenhagen-Artikels an, dann die enthaltene Karte des Baikalsees. Der See füllt den größten Teil der insgesamt etwa 1600 Kilometer langen Riftzone, die sich über Jahrtausende von einer Schwächungszone zu einem Grabenbruch entwickelte. Zum ersten Mal fällt Ihnen auf, dass die Gebiete mit hoher vulkanischer Aktivität sich nicht im Rift, sondern mit etwa 80 Kilometern extrem weit entfernt davon befinden – und damit auch von der Magmaquelle unter dem Rift.

Minutenlang starren sie hochkonzentriert auf die Karte. Als die Wissenschaftsgeschwister einander ansehen, erkennen sie sofort, dass beide zum selben Schluss gekommen sind: Der Rift muss die Kruste entlastet haben! Die Spannungslinien wurden nicht durch die Last eines großen Vulkans geformt, sondern durch die Entlastung des Bereichs über der Magmaquelle -

deshalb wurden die unterirdischen, magma-gefüllten Risse auch nicht zum Grabenbruch geleitet, sondern traten erst weit entfernt wieder auf! Sie wussten, dass sie auf etwas Großes gestoßen waren. Ihre anschließenden Modellierungen bestätigten nicht nur ihre Theorie, dass die Risse einer schüsselförmigen Kurve folgten und fernab der Quelle an die Oberfläche traten. Das Modell zeigte auch, wie der Großteil des Magmas direkt über der Quelle ins Stocken kommt und sich horizontal aufschichtet – wie es in der Tomographie der Kopenhagener zu sehen war.



Eleonora Rivalta mit einem gefrorenen Magma-Riss des Ätna, dem höchsten und aktivsten Vulkans Europas.

Auf der folgenden AGU-Konferenz treffen sie einige Kollegen mit Rift-Expertise, darunter Valerio Acocella von der Universität Roma Tre und Derek Keir von der University of Southampton. Rivalta zeigt ihm die vulkanischen Provinzen des Baikalsees. „Ja“, unterbricht er sie, „die nennt man Off Rift-Vulkane und keiner weiß, warum sie da sind“. Rivalta und Maccaferri wissen es. Zusammen mit Acocella und Keir veröffentlichten sie ihre Erkenntnisse bei Nature.

Dr. Eleonora Rivalta
Sektion 2.1
Erdbeben- und
Vulkanphysik

