

Wissenschaftliche Kontroverse

Wie entstand der Eifelvulkanismus?

„Mantelplume“-Theorie wird durch neue geowissenschaftliche Überlegungen widerlegt

VON ROMAIN MEYER *

Geowissenschaftler der Universitäten Durham und Leuven haben vor kurzer Zeit ein neues Modell für die Schmelzbildung unter der Eifel präsentiert. Dieses neue Modell widerlegt die bisherige wissenschaftliche Hypothese eines heißen „Mantelplume“ unter der Eifel und erklärt nicht nur den Eifelvulkanismus, sondern auch die Entstehung aller anderen zentraleuropäischen Vulkanprovinzen (z.B. Massif Central, Vogelsberg). Mit dieser neuen Theorie lässt sich erstmalig die Verbindung von geodynamischen Prozessen in den Alpen mit dem gleichzeitig stattgefundenen Vulkanismus nördlich der Alpen nachweisen.

Die 1915 von Alfred Wegener entwickelte Theorie der kontinentalen Plattenbewegungen wurde erst Mitte des letzten Jahrhunderts von der geowissenschaftlichen Gemeinschaft als Plattentektonik akzeptiert.

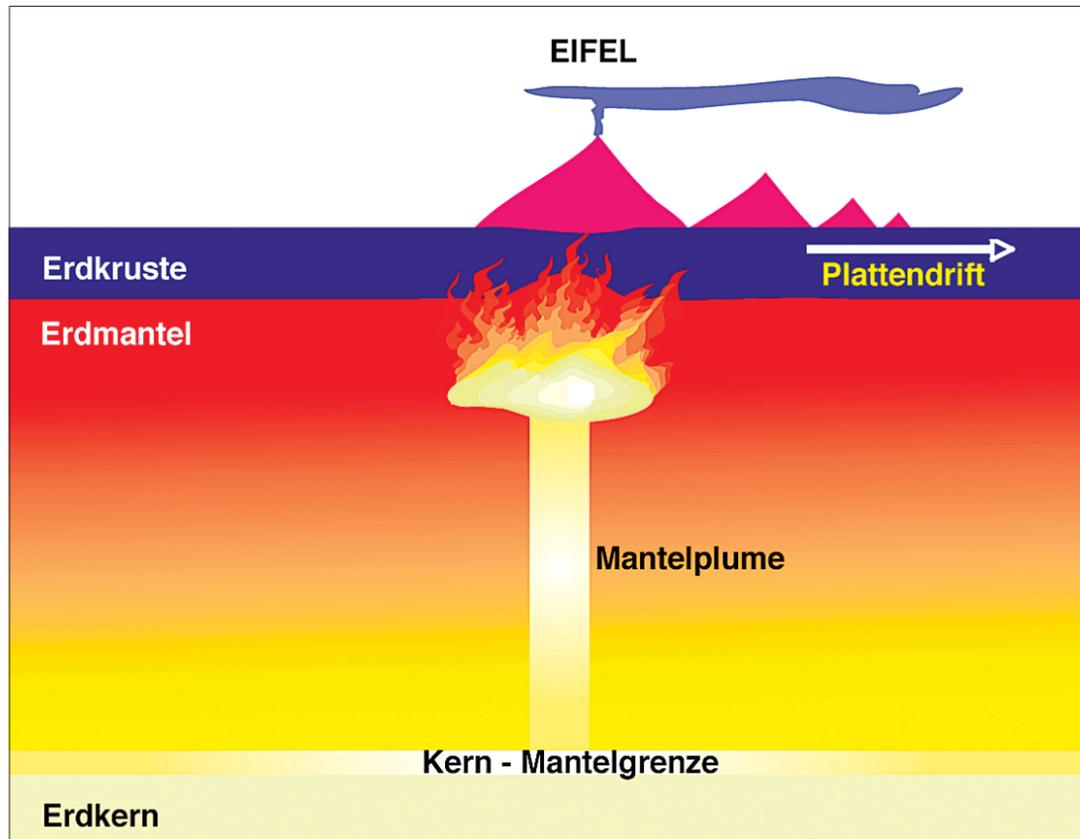
Die Theorie der Plattentektonik besagt, dass an Mittelozeanischen Rücken (z.B. Reykjanes Rücken bei Island) neue ozeanische Erdkruste gebildet wird, welche durch den Plattendrift in geologischen Zeiträumen wiederum an anderer Stelle an sogenannten Subduktionszonen (wie z.B. vor Japan oder vor den Anden) in den Erdmantel abtauchen. Mittels dieses Modells lassen sich alle vulkanischen Aktivitäten und Vulkane an Plattengrenzen beschreiben.

„Mantelplume“ und Plattentektonik

Doch eine Frage blieb offen: Warum entstehen in den Platten Vulkane, wie das z.B. auf Hawaii der Fall ist? Da für solche Vulkangebiete kein einfacher Zusammenhang zur Plattentektonik festzustellen war, gibt es seit 1970 eine unabhängige Zusatzhypothese: das „Mantelplume“-Konzept von Jason Morgan. Als „Mantelplumes“ werden eng begrenzte aufsteigende „Pilze“ aus heißem Gestein bezeichnet, welche von der Kern-/Mantelgrenze aufsteigen. Vergleichbar ist dies mit den Gebilden in einer Lavalampe.

Für die Vulkangebiete in Europa wurde erstmals 1972 ein „Mantelplume“, der sogenannte Eifelplume, postuliert. Dabei wurde der 300 bis 400 Kilometer nördlich der Alpen gelegene Vulkangürtel von Schlesien bis in die Eifel als Spur dieses „Mantelplumes“ interpretiert.

Davon kann jedoch nach neuesten Erkenntnissen nicht ausgegangen werden. Laut Annahme der „Mantelplume“-Theorie brennen sich infolge der Driftbewegung der Platten und der fixen Position von „Mantelplumes“ die „Mantelplume“-Magmen immer wieder in neue darüber liegende Erdkruste ein. Das bekannteste Beispiel einer so gebildeten „Mantelplume“-Spur ist die „Hawaii-Imperator-Kette“ im Pazifik, die durch die Plattenbewegung über dem heißen „Mantelplume“ entstanden ist. In Europa zeigen hingegen mo-



Die traditionelle Erklärung: Ein Mantelplume-Szenario unter der Eifel. Heißes „Plume“-Material steigt von der Kern-Mantelgrenze auf und schmilzt unterhalb der Erdkruste. „Plumes“ sind ortsfest im Erdmantel und verursachen dadurch eine Spur von Vulkanen auf der sich bewegenden Platte.

derne radiochemische Altersdatierungen der verschiedenen Vulkanprovinzen keinen Alterstrend von Osten (Schlesien) nach Westen (Eifel). Diese Datierungen definieren eher einen simultan einsetzenden Magmatismus in allen Vulkanprovinzen in der Zeit des Oligozän (vor ca. 34 bis 24 Millionen Jahren), der mit geringeren Phasen vulkanischer Tätigkeit bis in die heutige Zeit hineindauert.

Die europäischen Vulkane waren demnach über einen Zeitraum von mehreren Millionen Jahren mit identischer geochemischer Zusammensetzung und relativ kleinen Eruptionsvolumina tätig. Eine solche Beobachtung stimmt nicht mit den „Mantelplume“-Modellannahmen überein, welche zentrale großvolumige basaltische Eruptionen voraussagen, solange sich die Erdkruste über dem „Mantelplume“ befindet.

Um diese Diskrepanz mit dem „Plume“-Modell zu erklären, wurden für die europäischen Vulkan-

gebiete kleine zeitgleich aufsteigende „Babyplumes“, wie z.B. der Eifelplume, vermutet. Zur Beweisführung der „Babyplume“-Theorie wurden in den letzten Jahren großräumige seismisch-tomografische Mantelstrukturstudien unter Mitteleuropa durchgeführt. Diese Studien illustrieren eine Anomalie im oberen Erdmantel unterhalb der Eifel. Diese Anomalie wurde als aufsteigendes, heißes „Mantelplume“-Material interpretiert. Im Gegensatz zum Eifelplume hat man jedoch keine solchen Anomalien unter den anderen Gebieten mit postulierten „Babyplumes“ gefunden.

Ungereimtheiten bei der „Plume“-Theorie

Da eine seismische Anomalie nicht ausschließlich auf erhöhte Temperaturen zurückzuführen sein muss und da in den anderen Vulkangebieten keine Anomalie vorliegt, sollte für die Anomalie unter der Eifel von alternativen

Parametern, wie z.B. Dichte und Zusammensetzungen, unterschieden werden. Gleichzeitig wurden in Europa keine magnesiumreichen magmatischen Gesteine gefunden, welche die höheren „Mantelplume“-Temperaturen während der Schmelzbildung im Erdmantel petrologisch beweisen würden. Womit die „Plume“-Theorie, die sich auf heißes Material bezieht, in den Hintergrund gerät.

Zusätzlich gegen das Vorhandensein eines Eifelplumes spricht, dass die nachgewiesenen Vertikalbewegungen der Erdkruste in Europa nicht mit den Bewegungen übereinstimmen, welche aus numerisch modellierten „Mantelplume“-Modellen hervorgehen. Diese geodynamischen Modelle sagen erst eine schnelle Hebung und darauf folgende eine langsame Senkung der Erdkruste vor dem Magmatismus voraus, demgegenüber beobachtet man in allen Vul-

kangebieten in Europa vor allem Hebung vor, während und sogar nach Phasen vulkanischer Aktivität.

Die „Plume“-Hypothese als alleinige Erklärung für magmatische Prozesse innerhalb von tektonischen Platten ist heute sehr umstritten. Ungereimtheiten, wie die oben beschriebenen, führen dazu, dass Forschungsgruppen nach Alternativen suchen. In diesem Wissenschaftsstreit spielen die europäischen Vulkanprovinzen eine herausragende Rolle, da hier keine der Grundannahmen des „Plume“-Modells zutreffen. Eine rezente interdisziplinäre Untersuchung aller zur Verfügung stehenden Daten ließ nur den Schluss zu, dass ein „Mantelplume“ unter Europa ausgeschlossen werden muss. Vielmehr muss der Vulkanismus in Europa in Zusammenhang mit der Gebirgsbildung in den Alpen gestellt werden.

Zu jener Zeit, als die hier beschriebenen Vulkane in Mitteleuropa auftraten, herrschten im Süden, in den heutigen Alpen, die größten Kräfte der Kontinent-mit-Kontinent-Kollision vor. An der Grenze des Eozän zum Oligozän (vor rund 34 Millionen Jahren) kam es zur Subduktion von unterer kontinentaler europäischer Kruste in den Erdmantel. Durch diesen Vorgang kam es zu Neuorientierungen des Spannungsfelds in der europäischen Erdkruste.

Diese neuen Kräfteverhältnisse sind deutlich erkennbar in der Bildung der europäischen känozoischen Riftsysteme (zum Beispiel dem Oberrheingraben).

Vulkanismus als Folge der Alpen-Geodynamik

Nach den neuen Forschungsergebnissen sind aber nicht nur diese Riftsysteme auf die neue geodynamische Konstellation im Süden zurückzuführen, sondern auch der europäische Vulkanismus. Wobei es aufgrund der großräumigen Stauchung der europäischen Kruste zu Masseverschiebungen in der unteren Erdkruste unterhalb der Vulkangebiete kam. Durch diese Bewegungen und die daraus folgende neue Topografie der Unterkruste wurden das Aufsteigen von Mantelmaterial sowie die Schmelzbildung lokal gefördert. Die zeitliche Verknüpfung und die Lage der Vulkangebiete um die Alpen herum stützen diesen kausalen Zusammenhang.

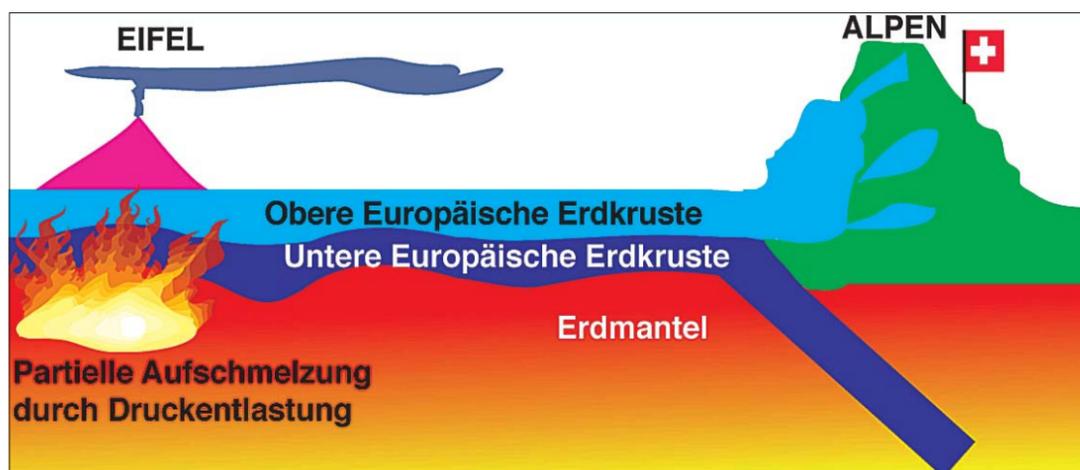
Auch andere geophysikalische und geochemische Beobachtungen im Vulkangürtel von Schlesien bis zur Eifel stehen im Einklang mit den Annahmen dieser neuen Theorie.

Vortrag zum Thema

Am Sonntag, dem 11. November 2007, wird die Geophysik-Professorin Gillian R. Foulger dieses neue Modell der Luxemburger Öffentlichkeit in einem Vortrag vorstellen. Am Tag zuvor wird die luxemburgische Geologische Gesellschaft mit einer Exkursion in die Vulkaneifel die verschiedenen Vulkanbauten studieren.

* Der Autor arbeitet an der KU Leuven (mail@romain-meyer.eu)

Quelle: www.mantleplumes.org/Europe.html



Das neue Modell basiert auf der geodynamischen Situation in Europa vor ca. 30 Millionen Jahren: Gebirgsbildungsprozesse in den Alpen, mit dem Abtauchen von Unterer Kontinentaler Europäischer Kruste in den Erdmantel, führten zu neuen unterschiedlichen Spannungsfeldern in der Europäischen Erdkruste und sind die Ursache für den Vulkanismus.