

# Der Vulkanismus

## Krustenbereiche vulkanischer Aktivität

zusammengestellt von OLAF OTTO DILLMANN<sup>1</sup>

### 1. Der Vulkanismus der Mittelozeanischen Rücken

Dünnflüssige tholeiitbasaltische Lava fließt an divergierenden Plattengrenzen am Meeresboden aus und erstarrt als typische Kissenlava (Pillowlava). Das entstehende Gestein wird als *Mid-ocean-ridge-Basalt* (MORB) bezeichnet. Im allgemeinen wird angenommen, daß das primäre Magma des MOR-Basalts durch einen partiellen Aufschmelzungsprozeß aus Spinell-Lherzolith im obersten Erdmantel in Tiefen von 30-40km entsteht. Die geringere Dichte dieses Magmas verglichen mit dem umgebenden Peridotit ermöglicht einen Aufstieg entlang intergranularer Kanäle. Das Magma sammelt sich in Magmakammern unterhalb der mittelozeanischen Rücken. Hier vollziehen sich laufend Differentiations- und Kumulationsprozesse. Über einer Peridotitschicht entstehen aus einer leichteren und daher aufsteigenden Restschmelze intrusive Gabbrokörper, ein vertikal verlaufender Gangkomplex (*sheeted dikes*) und darüber auf dem Ozeanboden extrusiv Kissenlava des MOR-Basalts. Etwa 3km<sup>3</sup> extrusiver Basalt wird der ozeanischen Kruste auf diese Weise jährlich hinzugefügt. Hinzukommen etwa 18km<sup>3</sup> intrusives Magma in der Tiefe.

Island liegt genau auf dem mittelatlantischen Riftsystem. Der mittelatlantische Rücken erhebt sich hier über dem Meeresspiegel und der Riftvulkanismus ist ohne Wasserbedeckung aufgeschlossen.

### 2. Der ozeanische Intraplattenvulkanismus außerhalb der mittelozeanischen Rücken

Vulkanische Inseln oder Inselgruppen liegen auf der ozeanischen Kruste längs unterschiedlicher Spaltensysteme. Der zugehörige Vulkanismus fördert verglichen mit den mittelozeanischen Rücken nur relativ geringe Mengen Lava und besitzt keine genetische Beziehung zur ozeanischen Kruste. Die an SiO<sub>2</sub> untersättigten Alkalibasalte des ozeanischen Intraplattenvulkanismus stammen aus größerer Manteltiefe als die Tholeiitbasaltmagmen, schätzungsweise aus Tiefen von 100 – 150 km. Diese Manteltiefe gehört zur Asthenosphäre.

Es werden meistens gasreiche alkalibasaltische Magmen gefördert. Die entstehenden Vulkanite werden als *Ocean-island-alkalic-Basalte* (OIA-Basalte) bezeichnet. Mit diesen Basalten treten untergeordnet auch Nephelinite und Leucitite im letzten Stadium der Lavaförderung auf. Ihnen sind als leukokrate Differentiate Phonolithe und Trachyte zugeordnet. Es können auch geringe Mengen von Tholeiitbasalt auftreten, dem mitunter als mesotype bis leukokrate Differentiationsprodukte Kalkalkalivulkanite bis zu Rhyolith als saurem Endglied zugeordnet sind.

Der ozeanische Intraplattenvulkanismus wird auf sogenannte *Hot spots* zurückgeführt. Es handelt sich dabei um Wärmeflächen, die unterhalb der Plattengrenze im obersten Erdmantel liegen. Hot spots können mehrere Jahrtausende an gleicher Stelle bleiben, während die darüberliegende Lithosphärenplatte allmählich über sie hinwegdriftet. So entstand auf der Pazifischen Platte die Kette der Hawaii-Inseln. Hawaii unterscheidet sich durch die große Förderung von Tholeiitbasalten von vielen der übrigen ozeanischen Vulkaninseln. Typische ozeanische Inseln mit Alkalibasalten und deren Differentiationsprodukten sind z.B. die Kanarischen Inseln, Madeira, die Kapverdischen Inseln und St. Helena im Atlantischen Ozean.

### 3. Der Vulkanismus der Inselbögen und instabilen Kontinentalränder

An Subduktionszonen ist die Genese des Magmas recht kompliziert. Die durch aktive Plattenkonvergenz und Subduktion ozeanischer Lithosphäre ausgelösten magmatischen Prozesse verlaufen in beiden Fällen ähnlich.

Andesitfördernde Vulkane sind innerhalb des Subduktionsvulkanismus am häufigsten. Sie sind im allgemeinen entlang des Rands der abtauchenden Platte angeordnet und bilden parallele Reihen von eindrucksvollen Stratovulkanen wie z.B. innerhalb der südamerikanischen Andenkette oder den japanischen Inselbögen. Bei diesem meist hoch explosiven Vulkanismus werden große Mengen Pyroklastika gefördert.

Inselbögen in frühen Entwicklungsstadien bauen sich hauptsächlich aus *Inselbogentholeiit* (island-arc tholeiite = IAT) und *basaltischem Andesit* auf. IA-Tholeiit ist weniger mafisch und reicher an SiO<sub>2</sub> als die MOR-Basalte. In einem späteren Stadium kommen wie bei den aktiven Kontinentalrändern extrusive Magmatite der Kalkalkalireihe und in einem besonderen Gürtel relativ untergeordnet auch Vulkanite der Alkalireihe vor. Das breite Spektrum der geförderten Magmen erklärt sich nur aus der unterschiedlichen Entstehungstiefe der Stamm-Magmen, sondern auch aus einer ausgeprägten Differentiationsfolge, so bei Kalkalkalivulkaniten von Tholeiitbasalt bzw. Andesit über Dacit und Rhyodacit zu Rhyolith. Intrusive Magmen treten in Batholithen besonders als Granit, Granodiorit und Tonalit auf. Innerhalb der Orogenzonen haben diese Plutonite v.a. genetische Beziehungen zu anatektischen Vorgängen der kontinentalen Kruste.

### 4. Die kontinentalen Plateaubasalte (Trappbasalte)

Aus großen Spalten stabiler Kontinentalränder extrudieren mächtige Lavaergüsse von Tholeiitbasalt, meistens in großer flächenhafter Ausdehnung. Die einzelnen Decken sind zwischen 5 und 15cm dick, durch Überlagerung von Einzeldecken können die Lavakörper aber bis 3000m mächtig werden. Zu den wichtigsten Vorkommen gehören der Deccantrapp in Indien, die Basaltdecken im Paranábecken (Argentinien) und der Karroo-Basalt (Karroo-Dolerit) Südafrikas.

### 5. Der intrakontinentale Alkalivulkanismus an Riftzonen

Innerhalb der Kontinente kommt es durch Zerrungsvorgänge zu groß angelegten Horst- und Grabenbildungen, und gelegentlich reißt dabei die kontinentale Lithosphärenplatte auf. Mit dieser tektonischen Aktivität ist neben seismischer auch vulkanische Aktivität verbunden. Derartige Grabenbildungen größeren Ausmaßes mit Förderung eines breiten Spektrums an Alkalimagmatiten sind der Ostafrikanische Graben, der obere Rheintalgraben und der Osloer Graben in Südnorwegen. Die zugehörigen alkalibetonten Magmen stammen aus relativ tiefliegenden Herden im Oberen Erdmantel. Nach oben hin erfahren diese Magmen innerhalb von Magmakammern vielfältige Differentiationsprozesse. Aus fraktionierter Kristallisation und Differentiation von alkaliolivinbasaltischem Magma bilden sich Trachyt und Alkalirhyolith und aus Olivinnephelinitmagma Nephelinit und Phonolith. Neben Alkalivulkaniten kommen auch sehr verschiedene Alkaliplutonite vor.

### 6. Die intrakontinentalen Kimberlit-Pipes

Diese eruptiven Durchschußröhren (Diatreme) enthalten eine peridotitische Brekzie mit Einsprenglingen in einer feinkörnigen Grundmasse. Die Kimberlit-Pipes sind an tiefreichende Bruchsysteme gebunden und gehen nach der Tief hin in Gänge oder Lagergänge über. Die Pipes erreichen nur selten einen Durchmesser von 1000m. Kimberlit-Pipes treten vorwiegend in präkambrischen Kontinentalkernen auf. Ihr Alter reicht vom Proterozoikum bis ins Känozoikum. Ihr Vorkommen verteilt sich über fast alle Kontinente, die wichtigsten befinden sich innerhalb der Kratone von Südafrika und Yakutien in Ostsibirien.

*Kimberlit ist ein teilweise serpentinisierter und karbonatisierter Glimmerperidotit. Hauptgemengteile sind Olivin (häufig serpentinisiert), Phlogopit, Chromdiopsid, pyropreicher Granat und Chromspinell. Dazu kommen primär aus dem Magma ausgeschiedene Granate. Aufgrund experimenteller Befunde nimmt man an, daß das Kimberlitmagma sich in einer Tiefe von 150 – 200km im Erdmantel durch teilweise Aufschmelzung von peridotitischem Mantelmaterial in Anwesenheit von CO<sub>2</sub> gebildet hat.*

### **Literaturhinweise:**

MATTHES, S. (1996): Mineralogie: eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. - 5. Aufl.; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

<sup>1</sup> Anschrift des Verfassers: Dr. OLAF OTTO DILLMANN, D-45894 Gelsenkirchen-Buer, Holtwiesche 2, olaf.otto.dillmann@geodienst.de.