Posten 11: Tinguely-Brunnen (Fasnachts-Brunnen), Theaterplatz

Vulkangestein – aus der Hitze des Erdinneren

So viel Abkühlung der Tinguely-Brunnen an heissen Sommertagen auch zu verprechen vermag, er ist aus einem ganz und gar heissen Gestein gebaut, dem Vulkangestein Rhyolith (Abb. 1). Dieses stammt aus Bozen in Südtirol in Italien.

Wir werden uns mit folgender Frage beschäftigen:

- Wie sind die Bozener Vulkangesteine entstanden?
- Wie könnte die Landschaft damals ausgesehen haben?

Abb. 1: Tinguely-Brunnen

1. Gesteine, die aus glutflüssigem Magma aus dem Erdinnern entstanden sind, haben Sie bereits kennen gelernt. Erinnern Sie sich, welche das waren?

Gesteine, die aus Magma auskristallisieren, heissen ***magmatische Gesteine*** (Abb. 2). Sie entstehen in Magmenkammern im Erdinnern (wie z. B. die Granite von Posten 6 und 10) oder bei Vulkanausbrüchen auf der Erdoberfläche.

Vulkane entstehen, wenn ***Magma*** entlang von Spalten bis an die Erdoberfläche aufsteigen kann. Tritt Magma an der Erdoberfläche aus, wird es ***Lava*** genannt. Kühlt Lava ab, erhärtet sie und es entstehen ***vulkanische Gesteine*** oder ***Vulkanite*** (auch ***Ergussgesteine*** genannt).

Es gibt Lava, die sehr dünnflüssig ist, Lava kann aber auch zähflüssig sein. Dünnflüssige Lava bildet flache Vulkane (Abb. 3), zähflüssige Lava hingegen bildet Vulkane mit steilen Flanken (Abb. 4, 5, 9). Enthält Lava viel Gas, kann es im Vulkan zu Explosionen kommen. Dabei werden ***Aschewolken*** ausgestossen, die aus Gesteinsbruchstücken und Lavafetzen bestehen (Abb. 9, 10).

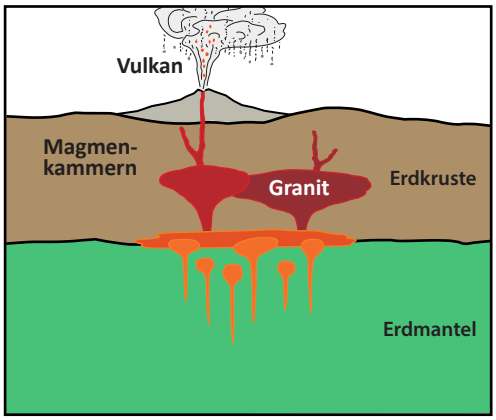

Abb. 2: Granite (Tiefengesteine) entstehen durch die Auskristallisation von Magma, das langsam in einer Magmenkammer tief in der Erdkruste abkühlt. Vulkanite (Ergussgesteine) entstehen, wenn Magma rasch an der Erdoberfläche abkühlt.

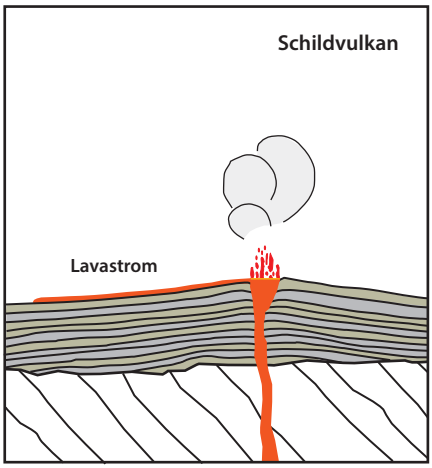

Abb. 3: Dünnflüssige Lava fliesst aus und erstarrt Schicht über Schicht. Dadurch entstehen Vulkane mit sehr flachen Flanken, sogenannte Schildvulkane. Diese können sehr hoch werden. Der Mauna Loa in Hawaii beispielsweise ragt mehr als 4'000 m über den Meeresspiegel, darunter sind weitere ca. 5'000 Meter verborgen. Zusätzlich versank der Vulkan durch sein hohes Gewicht etwa 8'000 m tief in der Erdkruste.

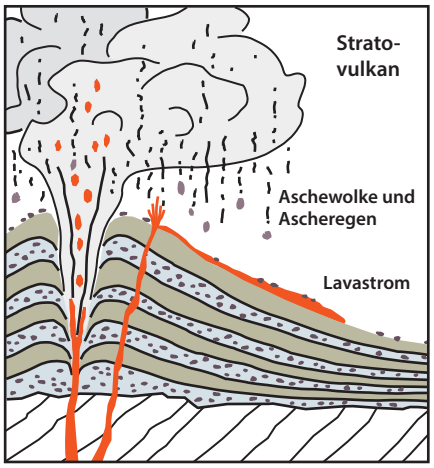

Abb. 4: Dickflüssige Lava bildet Vulkane mit steilen Flanken. Solche Stratovulkane, wie z. B. der Ätna in Sizilien, sind die häufigsten Vulkane. Oft wechseln sich Lavaströme und Lagen von vulkanischer Asche aus Aschewolken ab.

Abb. 5: Lavafontäne mit einem Lavastrom, der 2001 aus einem neu entstandenen Krater am Stratovulkan Ätna (3357 m) in Sizilien ausfliesst. Die Temperatur der Lava beträgt über 1000°C, die Lava erstarrt zu Basalt.

Welche Geschichten erzählt uns das Bozener Vulkangestein?

Wenn Sie die Pflastersteine genauer betrachten, werden Sie feststellen, dass sie sich nicht nur farblich unterscheiden. Es gibt Steine mit deutlich ausgebildeten, mattweiss- bis rosafarbenen sowie glasigen, glänzenden Kristallen in einer rötlich-braunen, sehr feinen Grundmasse (Abb. 6), es gibt aber auch Steine mit auffallend schlierigem Aussehen (Abb. 7).

Auch wenn das austretende Magma sehr heiss ist, kristallisieren Vulkangesteine auf der kalten Erdoberfläche verhältnismässig schnell aus, innert Stunden bis maximal Monaten. In dieser kurzen Zeit schafft es meist nicht das ganze Magma, vollständig auszukristallisieren, ein Teil davon erstarrt zu einer feinen, mikrokristallinen oder sogar glasigen Masse, in der auch mit der Lupe keine Einzelheiten zu erkennen sind. Im Vergleich dazu haben Tiefengesteine wie die Granite von Posten 6 und 10 in ihren tief liegenden, gut isolierten Magmenkammern (Abb. 2) tausende bis zehntausende Jahre Zeit zum Auskristallisieren. Im Gegensatz zu den Vulkangesteinen sind die Tiefengesteine denn auch vollständig auskristallisert (Abb. 8).

Jene Rhyolithe mit schlierigem Aussehen (Abb. 7) sind nicht aus einem ausfliessenden Lavastrom auskristallisiert, sie entstanden aus sogenannten ***Glutströmen***: Extrem quarzreiche Laven wie jene, aus welcher

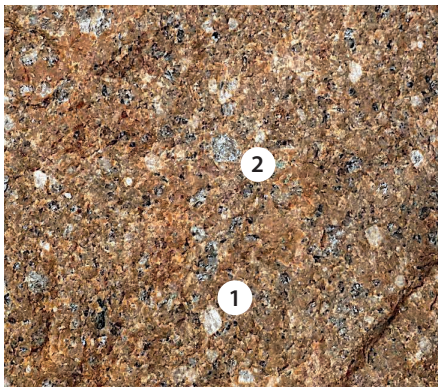

Abb. 6: Rhyolith mit weissen Feldspatkristallen (1) und transparenten Quarzkristallen (2). Dazwischen befindet sich eine mikrokristalline, «filzige» rötlichbraune Masse.

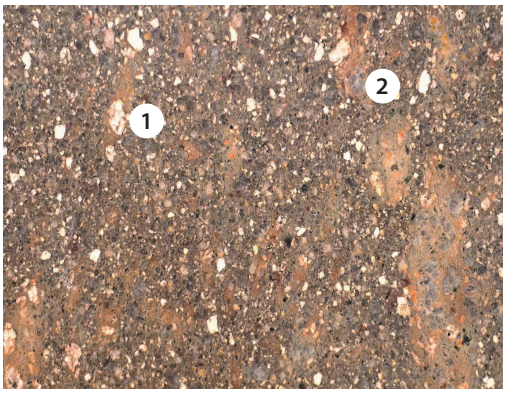

Abb. 7: Rhyolith mit schlierigem, mattem Aussehen. Neben weissen Feldspat- und transparenten Quarzkristallen sind weitere Bestandteile zu erkennen. Dabei handelt es sich meist um Partikel, die vom Glutstrom mitgerissen und im Gestein eingeschmolzen wurden. 1: Feldspat; 2: Quarz.

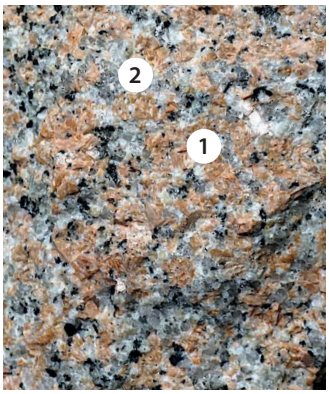

Abb. 8: Vollständig auskristallisierter Granit (vgl. Posten 6) mit derselben chemischen Zusammensetzung wie die Rhyolithe. 1: Feldspat; 2: Quarz.

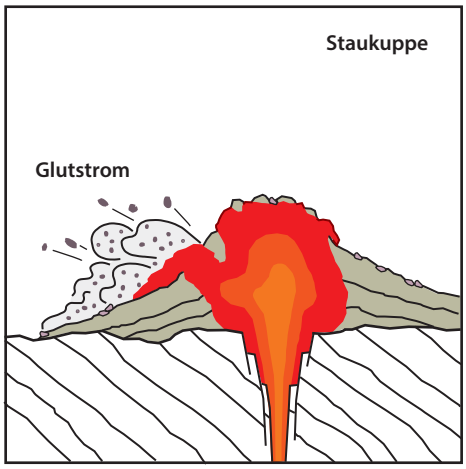

Abb. 9: Extrem quarzreiche Lava kann kaum fliessen, sie quillt an die Oberfläche und bildet Staukuppen. Aus diesen entweichen seitlich die Glutströme.

Abb. 10: Staukuppe des Vulkans Soufrière Hills auf der Karibikinsel Montserrat im Januar 2010. Der Ort, wo die Staukuppe explodieren und einen Glutstrom bilden wird, ist mit einem Pfeil markiert.

die Rhyolithe entstehen, besitzen eine sehr hohe Viskosität, sie können also kaum fliessen (dies im Gegensatz zu quarzarmen Laven wie jener in Abb. 5, deren niedrige Viskosität Fliessgeschwindigkeiten bis zu mehreren km/h zulässt und die schliesslich zu Basalt erstarren). Wenn quarzreiche Lava an die Erdoberfläche gelangt, staut sie sich deshalb auf zu grossen, oft mehrere hundert oder sogar tausend Meter hohen Domen mit sehr steilen Flanken, den sogenannten ***Staukuppen*** (Abb. 9, 10). Diese Staukuppen erstarren oberflächlich zu Vulkangestein. Im Inneren jedoch bleiben sie glutflüssig, dort herrschen Temperaturen von 800° bis 1000°C. Werden die Staukuppen zu gross, fallen sie durch ihr Eigengewicht zusammen und platzen seitlich auf. Enthält die Lava Gase, kann sich im Innern der Staukuppen ein so hoher Druck aufbauen, dass sie sogar explodieren können. In beiden Fällen wälzt sich ein bis zu 800°C heisser Strom aus glühenden Lavafetzen und Gesteinsbruchstücken mit einer Geschwindigkeit von bis zu 400 km/h den Berg hinunter (Abb. 11). Dieser ***Glutstrom*** zerstört alles, was in seinem Weg steht. Kommt der Strom zum Stillstand, erstarrt er zu fest gebackenem Gestein mit schlierig-fleckigem Aussehen.

Wie könnte die Landschaft damals ausgesehen haben?

Die Vulkangesteine in Südtirol sind 275 bis 285 Millionen Jahre alt, bis zu 4‘000 Meter dick und bedecken ein Gebiet von ca. 2‘000 km^2 (ca. Fläche des Kantons St. Gallen). Damals, in der Permzeit, war Europa Teil des Superkontinents «Pangäa». Es zeichnete sich jedoch bereits ab, dass Pangäa 100 Mio. Jahre später, in der Jurazeit, vollends auseinanderbrechen würde, denn die Erdkruste dehnte sich im Bereich des zukünftigen Europas, und es bildeten sich Grabenbrüche. An diesen Bruchzonen konnten in der Tiefe entstandene Magmen aufsteigen und grosse Vulkangebilde aufbauen (Abb. 12). Weite Teile Europas waren von sol-

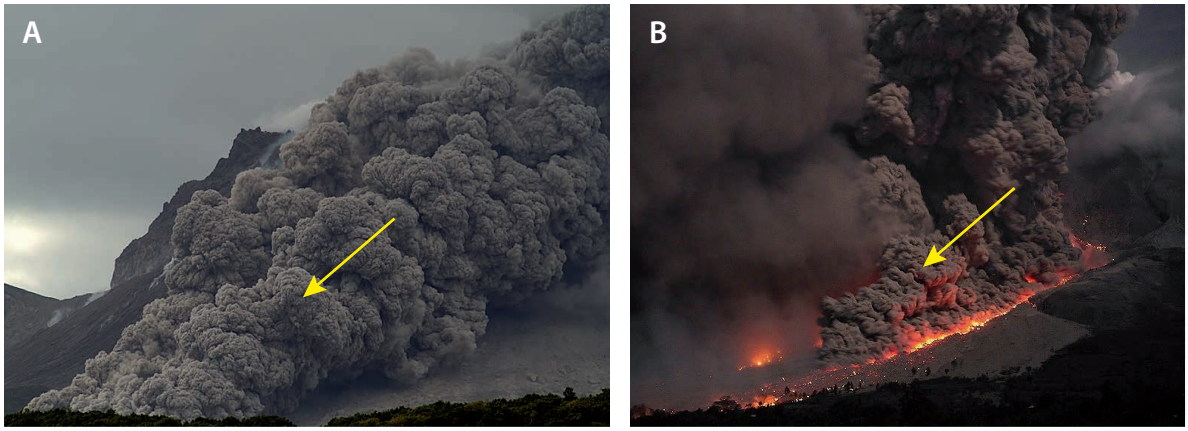

Abb. 11: Glutstrom am Vulkan Soufrière Hills auf der Karibikinsel Montserrat im Januar 2010 (A) und am Vulkan Sinabung auf der Insel Sumatra in Indonesien im Januar 2014 (B). Auf dem Nachtfoto ist eine Schicht aus glühenden Lavafetzen, Gesteinsbrocken und Gas in Bodennähe besonders gut zu sehen. Diese verringert die Reibung mit dem Boden, sodass die Glutwolke sehr schnell hinunterfliessen kann. Die Bewegungsrichtung ist jeweils mit einem Pfeil markiert.

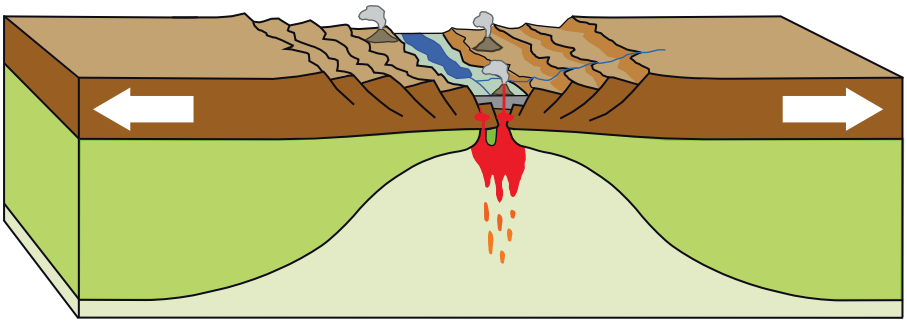

Abb. 12: Modell für die Entstehung von Grabenbrüchen. Die Erdkruste wird gedehnt und dadurch ausgedünnt. Deshalb kann Magma bis an die Erdoberfläche dringen. Die Gräben werden mit Sedimenten und Vulkangesteinen aufgefüllt.

chen Grabenbrüchen mit Vulkanen durchzogen. In der Umgebung von Bozen wurden dabei ausserordentlich grosse Mengen an Magmen produziert (Abb. 13), es bildeten sich ein oder mehrere Supervulkane mit gewaltigen Ausbrüchen, die als zähe rhyolithische Lavaströme, als alles vernichtende Glutwolken oder als Ascheablagerungen die Landschaft gestalteten. Abb. 14 aus den chilenischen Anden vermittelt einen Eindruck davon, wie die Gegend um Bozen etwa ausgesehen haben könnte.

Abb. 13: Die 275 bis 285 Millionen Jahre alten Bozener Vulkangesteine sind gelb eingezeichnet. Auch im Gebiet des Lago di Lugano gibt es kleinere Vorkommen ähnlicher Gesteine, die jedoch nie ganz die Erdoberfläche erreichten und knapp unterhalb der Erdoberfläche in der Erdkruste erstarrten (Pfeil). Die roten Dreiecke markieren heute aktive Vulkane in Italien. Diese haben jedoch völlig andere Ursachen.

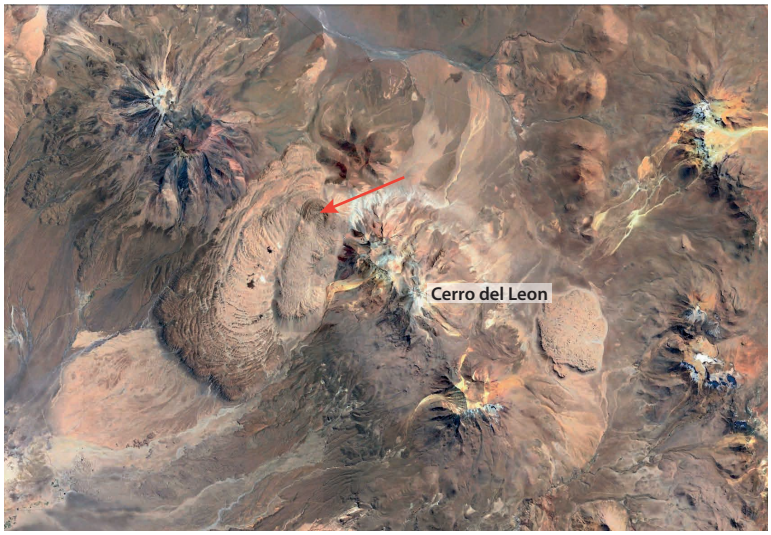

Abb. 14: Satellitenaufnahme (Google Earth) des Gebiets um den Cerro del Leon in Chile. So könnte die Region von Bozen in der Permzeit etwa ausgesehen haben. In der linken Bildhälfte befindet sich ein mächtiger rhyolithischer Lavastrom, der in mehreren Schüben aus einer verhältnismässig kleinen Staukuppe ausgetreten ist (Pfeil).

2. Müssen Sie bei einem Schildvulkan oder bei einer Staukuppe schneller wegrennen, wenn ein Ausbruch bevorsteht? Begründen Sie.