

**Posten 10: Gallusplatz****Vulkangestein – aus der Hitze des Erdinneren**

Die Pflastersteine auf dem Gallusplatz sind mehrheitlich hell- und dunkelgrau, teils aber auch auffällig rot. Die roten Pflastersteine bestehen aus dem Vulkangestein Rhyolith, das in den Alpen selten zu finden ist, in der Region von Lugano und Varese sowie in der Umgebung von Bozen in Südtirol in Italien jedoch gleich in grossen Mengen vorkommt. Vermutlich stammen die Pflastersteine auf dem Gallusplatz aus der Region Lugano-Varese, wo noch heute solche Steine gebrochen werden.

**Wir werden uns mit folgender Frage beschäftigen:**

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



Abb. 1: Gallusplatz



Abb. 2: Roter Rhyolith-Pflasterstein auf dem Gallusplatz

**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. 3). Sie entstehen in Magmenkammern im Erdinnern (wie z. B. die Granite von Posten 1 und 8) oder bei Vulkanausbrüchen auf der Erdoberfläche (wie z. B. der Basalt von Posten 2).

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 eher dünnflüssig ist, wie jene des Basalts von Posten 2, Lava kann aber auch zähflüssig sein. Dünnflüssigere Lava bildet flache Vulkane (Abb. 4), zähflüssigere Lava hingegen bildet Vulkane mit steileren Flanken (Abb. 5, 6, 10, 11). Enthält Lava viel Gas, kann es im Vulkan zu Explosionen kommen. Dabei werden **Aschewolken** ausgestossen, die aus Gesteinsbruchstücken und Lavafetzen bestehen (Abb. 10, 11).

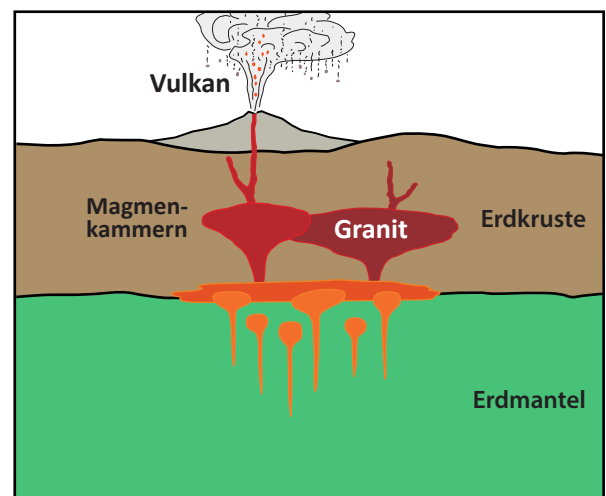
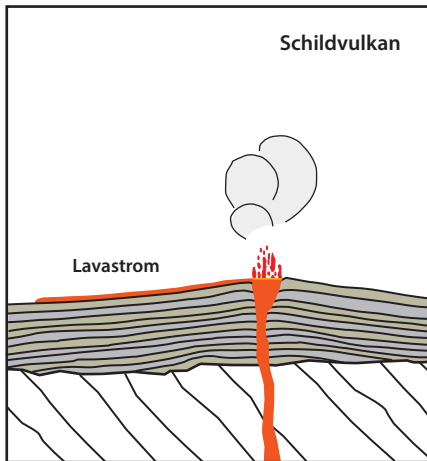
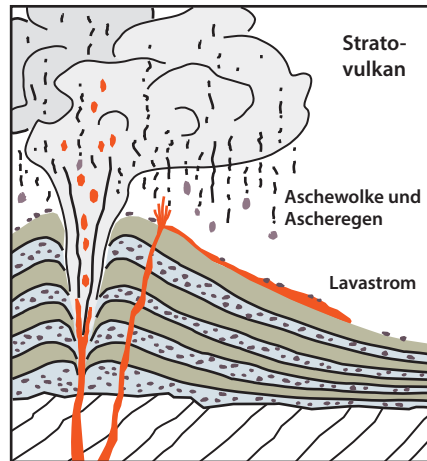


Abb. 3: Granite (Tiefengesteine) entstehen durch die Auskristallisation von Magma, das langsam in einer Magmenkammer tief in der Erdkruste abkühlt. Vulkanite (Ergussgesteine) wie Basalt und Rhyolith entstehen, wenn Magma rasch an der Erdoberfläche abkühlt.



**Abb. 4:** Düninflüssige 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. 5:** Dickflüssigere Lava bildet Vulkane mit steileren 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. 6:** 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 der Rhyolith?

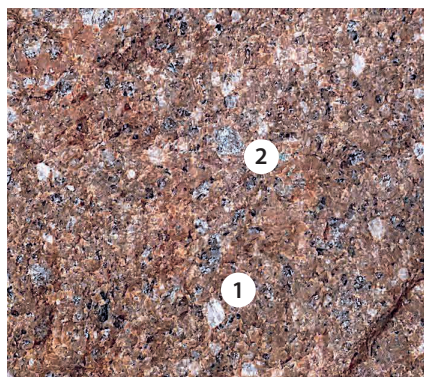
Die Pflastersteine auf dem Gallusplatz sind schon stark abgenutzt, weswegen es nicht bei allen möglich ist, ihren Mineralbestand zu bestimmen. Bei genauer Beobachtung sollte es jedoch möglich sein, deutlich ausgebildete, mattweisse bis rosafarbene sowie glasige, glänzende Kristalle in einer rötlichen, feinen Grundmasse zu erkennen. Im frisch aufgeschlagenen Zustand im Steinbruch von Varese (Abb. 7) sind die Minerale teils glänzend (Abb. 8).

Selbst 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 1 und 8 in ihren tief liegenden, gut isolierten Magmenkammern (Abb. 3) tausende bis zehntausende Jahre Zeit zum Auskristallisieren. Im Gegensatz zu den Vulkangesteinen sind die Tiefengesteine denn auch vollständig auskristallisiert (Abb. 9).

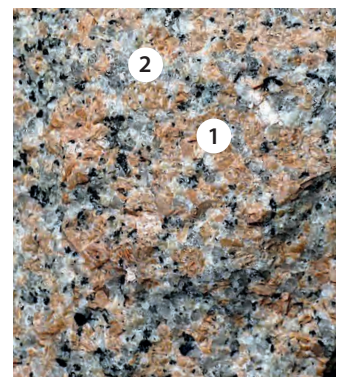
Da rhyolithische Lava sehr viel Quarz enthält, besitzt sie eine sehr hohe Viskosität, sie kann also kaum fließen. Dies im Gegensatz zu quarzarmen Laven (wie jener von Posten 2), deren niedrige Viskosität Fließ-



**Abb. 7:** Rhyolith-Steinbruch bei Cuasso südlich des Lago di Lugano. Das Gestein wird dort «Porfido rosa» genannt. Viele Strassen und Plätze im Tessin und in Norditalien sind mit diesem Gestein gepflastert.

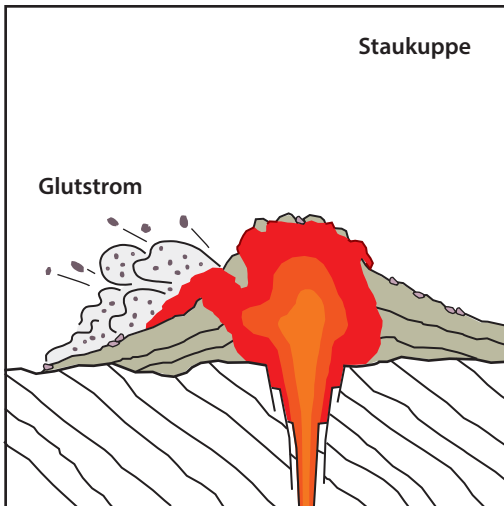


**Abb. 8:** Rhyolith mit weissen Feldspatkristallen (1) und transparenten Quarzkristallen (2). Dazwischen befindet sich eine mikrokristalline, «filzige» rötlich-braune Masse.



**Abb. 9:** Vollständig auskristallisierter Granit mit derselben chemischen Zusammensetzung wie die Rhyolithe. 1: Feldspat; 2: Quarz.





**Abb. 10:** Extrem quarzreiche Lava kann kaum fließen, sie quillt an die Oberfläche und bildet Staukuppen. Aus diesen entweichen seitlich die Glutströme.

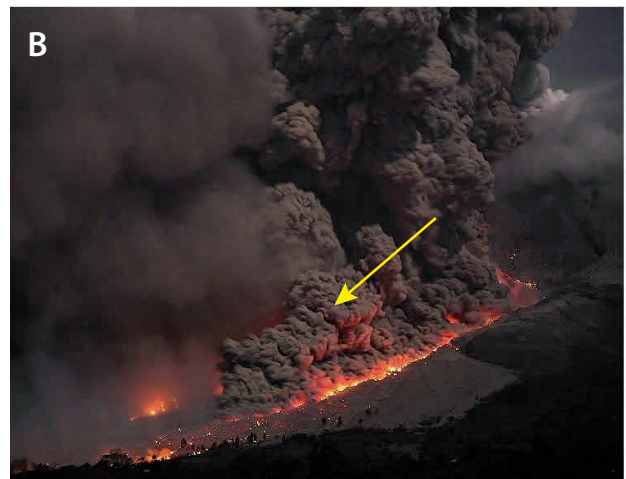


**Abb. 11:** Staukuppe des Vulkans Soufrière Hills auf der Karibikinsel Montserrat im Januar 2010. Der Ort, wo die Staukuppe explodieren und einen Glutstrom bilden wird, ist mit einem Pfeil markiert.

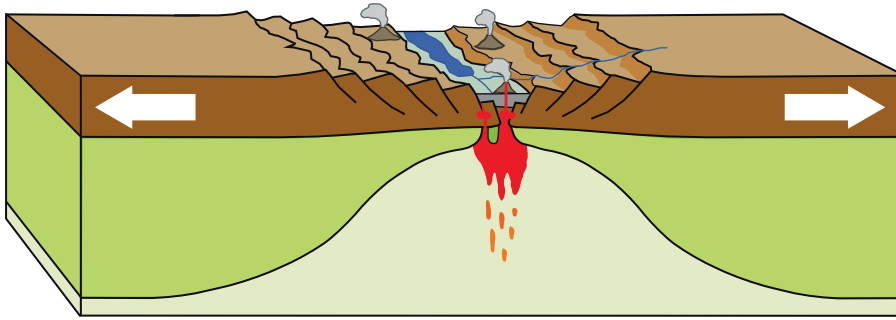
geschwindigkeiten bis zu mehreren km/h zulässt, und die schliesslich zu Basalt erstarren. Wenn quarzreiche Lava an die Erdoberfläche gelangt, staut sie sich deshalb auf zu grossen, oft mehrere hundert oder sogar tausend Meter hohen Domen mit sehr steilen Flanken, den sogenannten **Staukuppen** (Abb. 10, 11). 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. 12). Dieser **Glutstrom** zerstört alles, was in seinem Weg steht. Kommt der Strom zum Stillstand, erstarrt er zu fest gebackenem Gestein.

### Wie könnte die Landschaft damals ausgesehen haben?

Die Vulkangesteine in der Region Lugano-Varese sind ca. 290 Millionen Jahre alt. 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, auseinanderbrechen würde, denn die Erdkruste dehnte sich im Bereich des zukünftigen Europa, und es bildeten sich Grabenbrüche. An diesen Bruchzonen konnten in der Tiefe entstandene Magmen aufsteigen und grosse Vulkangebilde aufbauen (Abb. 13). Weite Teile Europas wa-



**Abb. 12:** 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. 13:** 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.

ren von solchen Grabenbrüchen mit Vulkanen durchzogen. Zwischen Lugano und Bozen im Südtirol wurden dabei besonders grosse Mengen an quarzreichen Magmen gefördert (Abb. 14), 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. 15 aus den chilenischen Anden vermittelt einen Eindruck davon, wie die Landschaft damals etwa ausgesehen haben könnte.



**Abb. 14:** Die ca. 290 Mio. Jahre alten Rhyolithe aus der Region von Lugano-Varese (Pfeil) sind gelb eingezeichnet. Weiter östlich bis ins Südtirol bei Bozen gibt es sogar noch weit grössere solche Vorkommen mit ähnlichem Alter (rosa). Die roten Dreiecke markieren heute aktive Vulkane in Italien. Diese haben jedoch völlig andere Ursachen.



**Abb. 15:** Satellitenaufnahme (Google Earth) des Gebiets um den Cerro del Leon in Chile. So könnte die Region zwischen Lugano und Bozen in der Permzeit etwa ausgesehen haben. In der linken Bildhälfte befindet sich ein mächtiger rhyolithischer Lavaström, 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.