

Posten 9: Hochbrücke**Tessiner Gneis, ein zerquetschter Zeuge der Alpenbildung**

Mit ihren eleganten Bogen wurde die Hochbrücke nach ihrer Eröffnung im Jahr 1926 schnell zu einem Wahrzeichen der Stadt Baden. Sie ist 275 Meter lang und weist über der Limmat eine Spannweite von 72 Metern auf. Die Hochbrücke wurde komplett aus Stahlbeton gebaut und beidseits mit Tessiner Gneis verkleidet.

Wir werden uns mit folgenden Fragen beschäftigen:

- Wie entsteht Gneis?
- Was kann uns Gneis über die Entstehung der Alpen erzählen?



Abb. 1: Durch Gebäude und Bäume sind grosse Teile der Hochbrücke heute verdeckt. Auf dieser Postkarte, die vermutlich aus den frühen 1930er Jahren stammt, sind fast alle Brückenbögen gut zu sehen.

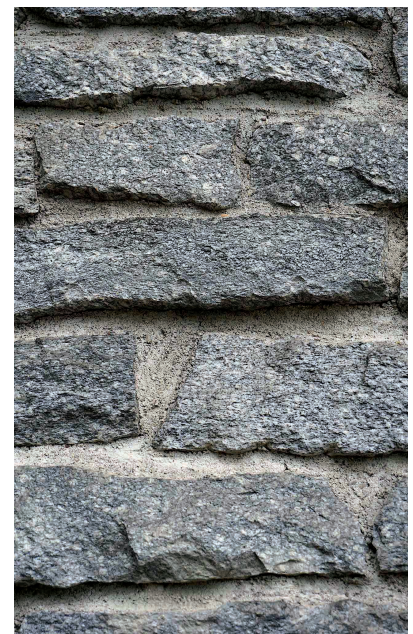


Abb. 2: Verkleidungssteine aus Gneis an der Hochbrücke

- 1.** An den Brückenpfeilern in der Halde können Sie die Verkleidungssteine aus Gneis gut beobachten. erinnert Sie der Gneis an ein Gestein, das Sie bereits einmal auf dem Geotrail gesehen haben?
- 2.** Können Sie beschreiben, worin sich der Gneis von diesem Gestein unterscheidet? Machen Sie eine Zeichnung.



Welche Geschichten erzählt uns der Gneis?

Vermutlich haben Sie bereits festgestellt, dass jeder Gneisquader etwas anders aussieht. Allen ist aber gemeinsam, dass sie aus weissen und schwarzen Mineralen bestehen. Wir kennen diese Minerale bereits vom Schulhausbrunnen (Posten 1). Die weissen Minerale sind Quarz und Feldspat (diese sind oft schwer voneinander zu unterscheiden), das dunkle Mineral ist Biotit (ein Glimmer). Im Granit sind die Minerale ohne eine bevorzugte Richtung angeordnet, im Gneis hingegen sind sie abgeplattet und wie nasses Herbstlaub in Lagen angeordnet (Abb. 3). Da Laub auf Lateinisch «folium» heisst, wird diese Anordnung der Glimmer in der Fachsprache **Foliation** genannt. Auf Deutsch ist es eine **Schieferung**.

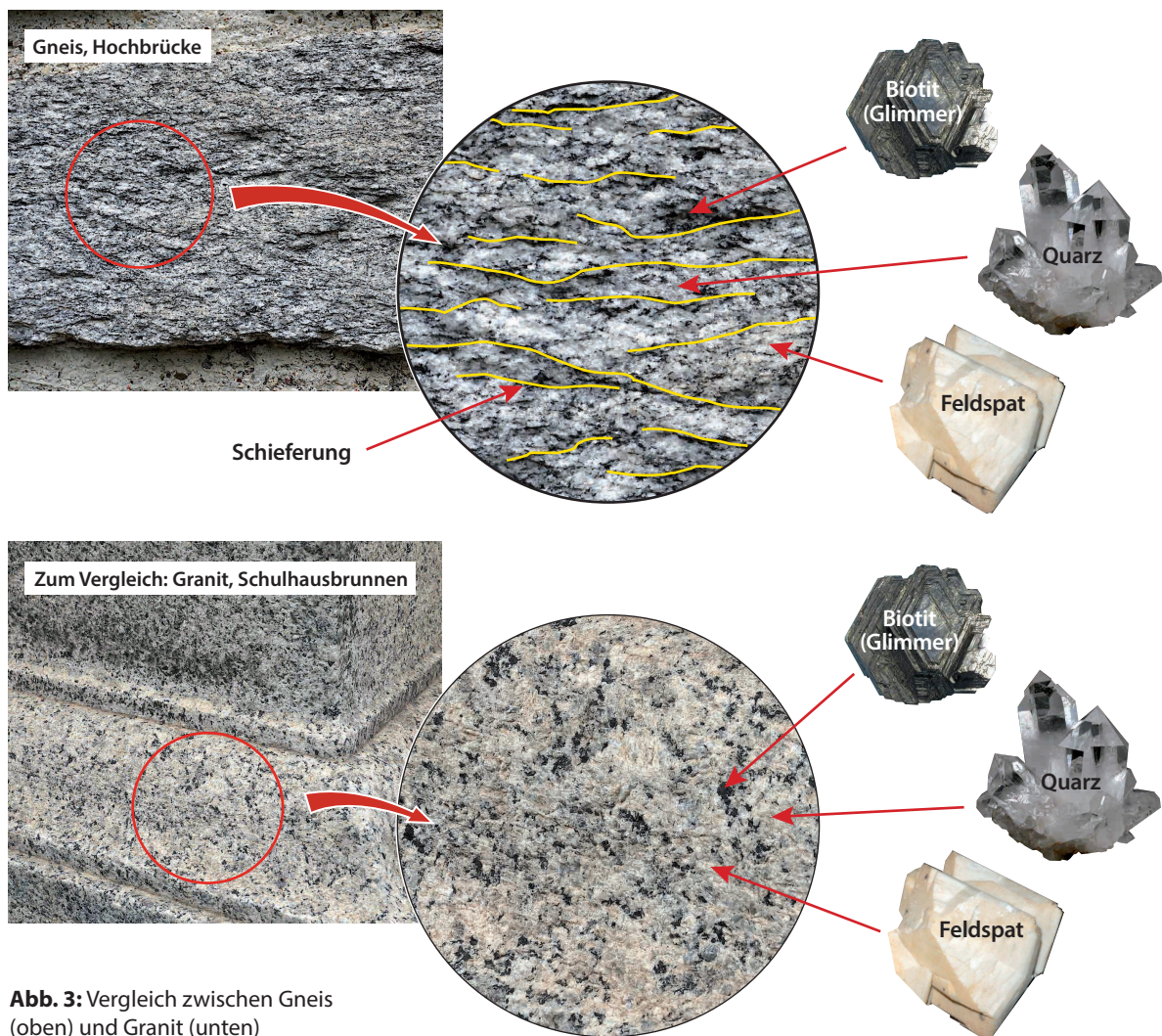


Abb. 3: Vergleich zwischen Gneis (oben) und Granit (unten)

Der grosse Unterschied zwischen Granit und Gneis ist also nicht ihr Mineralbestand, sondern vielmehr Form und Anordnung der Minerale. Wenn nun aber schon dieselben Minerale vorkommen und das Gestein auch ähnlich aussieht, was liegt näher, als zu vermuten, dass die Entstehung von Gneis eng verbunden ist mit Granit?

Gneis kommt in der Natur dort vor, wo die Gesteine einst in grosser Tiefe lagen. Das ist zum Beispiel in den zentralen Alpen im Kanton Tessin der Fall. Tatsächlich entstand der Tessiner Gneis aus ca. 300 Mio. Jahre altem Granit, der während der Entstehung der Alpen in der Tiefe erhitzt, zusammengepresst und zerschert wurde (Abb. 4). Dabei wurden die Minerale des Granits verformt und eingeregelt. Dadurch entstand die charakteristische Schieferung der Gneise. Das Zusammenpressen und die Zerschierung sind das Resultat des Übereinanderstapelns und Übereinanderschiebens einzelner Teile der Erdkruste während der Entstehung der Alpen. Gneise sind also Zeugen der Entstehung von Gebirgen.

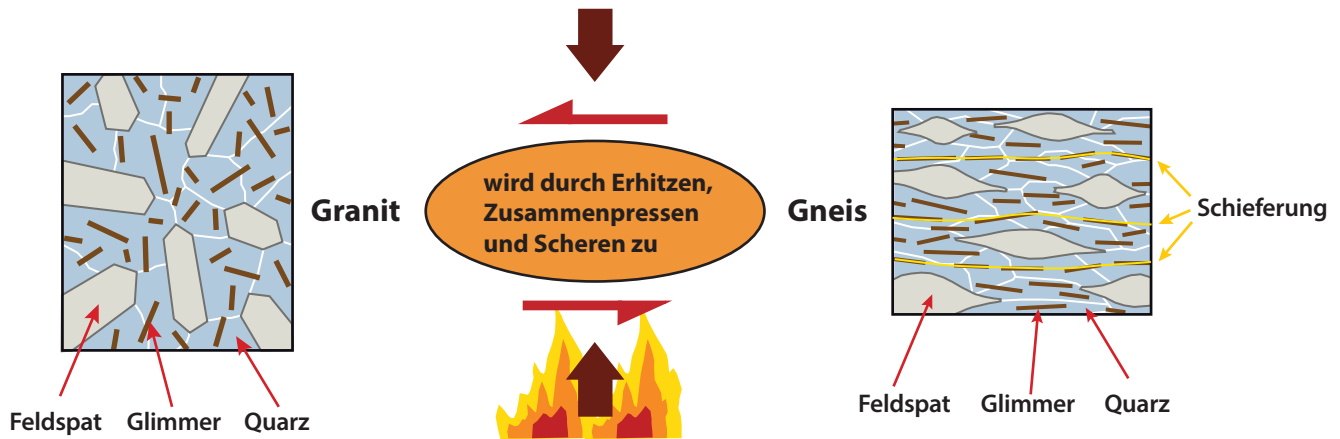


Abb. 4: Granit wandelt sich durch die Einwirkung von erhöhter Temperatur und Druck in Gneis um.

An Posten 1 haben Sie bereits eine Vorstellung davon erhalten, wie ein Gebirge entsteht, nämlich wenn sich zwei Platten der Erdkruste aufeinander zu bewegen und miteinander kollidieren. Dabei wird die eine Platte unter die andere gedrückt. Auf diese Weise sind auch die Alpen entstanden. Die nördliche, europäische Platte wurde unter die südliche, afrikanische Platte gedrückt. In den zentralen Alpen wurden dabei Teile beider Platten in die Tiefe gepresst und anschliessend wieder empor gehoben (Abb. 5).

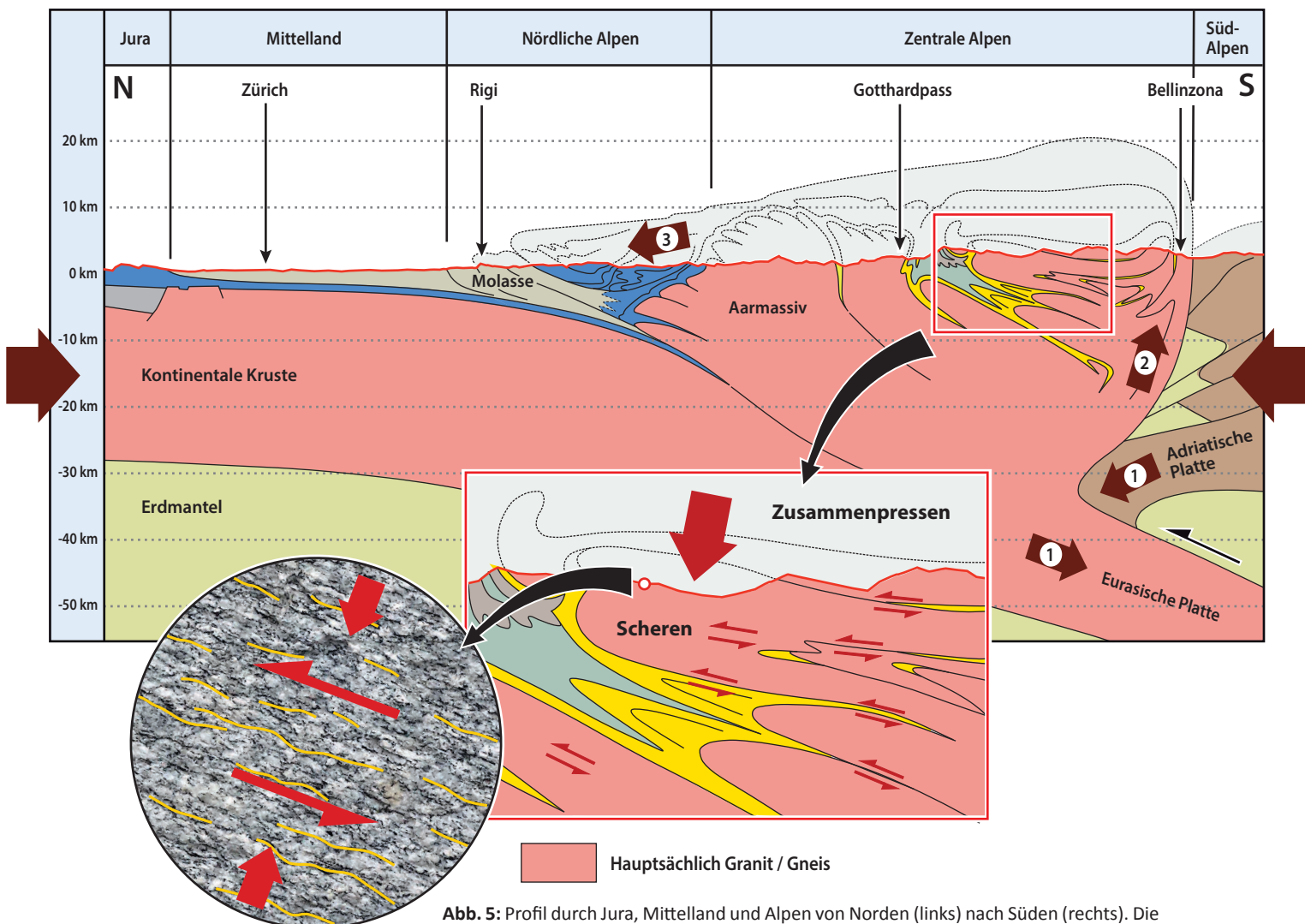


Abb. 5: Profil durch Jura, Mittelland und Alpen von Norden (links) nach Süden (rechts). Die rote Linie entspricht der heutigen Erdoberfläche. Die Tessiner Gneise entstanden durch Zusammenpressen und Scheren von Graniten in der kontinentalen Kruste in grosser Tiefe und bei Temperaturen um 550 bis 650°C. Die Pfeile mit den Zahlen sind im Text erklärt.

Abbildung 5 zeigt einen Schnitt (Profil) durch Jura, Mittelland und Alpen von Norden (links) nach Süden (rechts). Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der tektonischen Platten an. Die nördliche, Eurasische Platte wird unter die südliche, Adriatische Platte geschoben (die irrtümlicherweise oft als afrikanische Platte bezeichnet wird, obwohl es eine eigenständige Platte am Nordrand der Afrikanischen Platte ist). Dabei werden in den zentralen Alpen Teile der Platten in die Tiefe gequetscht (Pfeile 1), andere danach auch wieder aus der Tiefe emporgehoben (Pfeil 2). Die nördlichen Alpen hingegen bestehen nur aus übereinander geschobenen Plattenteilen (Pfeil 3), die sich nie in grosser Tiefe befanden. Die rote Linie entspricht der heutigen Erdoberfläche. Alles, was sich unterhalb der roten Linie befindet, kann durch Gesteine, die sich heute an der Erdoberfläche befinden, durch Bohrungen und durch die Auswertung künstlich erzeugter Erdbebenwellen (Seismik) erforscht werden. Alles was sich oberhalb der roten Linie befindet (grau), ist Vermutung. Es könnte sein, dass die Plattenteile einst auf diese Weise übereinander getürmt gewesen wären, hätte nicht die Erosion das Gestein laufend wieder abgetragen.

Es ist kein Zufall, dass sich in den Alpen alle Gneise genau dort befinden, wo die Plattenteile in grosse Tiefen gepresst wurden. Das zeigt uns, dass sich Granit in Gneis umwandelt, sobald seine Temperatur steigt. In den obersten 10 km der Erdkruste nimmt die Temperatur im Durchschnitt um etwa 27° C pro Kilometer Tiefe zu, in grösserer Tiefe ist die Temperaturzunahme geringer. In 10 km Tiefe herrschen demnach ca. 270°C, in 20 km Tiefe sind es um die 500°C. Laboruntersuchungen (siehe Ergänzung Thermobarometrie) zeigen, dass unser Gneis bei ca. 550 bis 650°C entstanden ist. Er stammt also aus einer Tiefe von über 20 km. Oder anders gesagt: es lagen einmal über 20 km Gestein über ihm.

Tessiner Gneise sehen Sie z. B., wenn Sie mit Zug oder Auto vom Gotthard südwärts fahren. Das ganze Tal, die Valle Leventina, besteht fast nur aus Gneis. Wenn Sie also heute auf den Tessiner Gneisen stehen würden, müssten Sie sich vorstellen, dass diese vor etwa 30 Millionen Jahren über 20 km tief unter der Erdoberfläche lagen. Das heisst aber nicht, dass die Alpen einst über 20 km höher waren als heute. Die zentralen Alpen sind sehr schnell emporgepresst worden, sie wurden jedoch fast ebenso schnell auch aberodiert. Die Erosion und ihre Wirkung haben Sie an den Posten 1, 3 und 4 (Abb. 7) bereits kennen gelernt.

Der Granit macht eine Umwandlung durch, wenn er zu Gneis wird. Auf altgriechisch heisst das «metamorphosis». Gesteine wie Gneis, die durch Umwandlung bei erhöhten Temperaturen entstanden sind, werden deshalb in der Fachsprache **metamorphe Gesteine** genannt.

3. Selbst wenn man Gneis ausserhalb heutiger Gebirge finden würde, wäre er trotzdem Zeuge einer Gebirgsbildung. Weshalb?

Die Temperatur im Erdinneren selbst spüren

Wer schon durch den Gotthard-Strassentunnel fuhr, hat die Temperaturzunahme im Erdinneren selbst spüren können. Über dem Tunnel liegen zwischen 500 und 2000 m Gestein, wodurch die Temperatur im Tunnel sogar im Winter zwischen 20 und 30° beträgt. Im noch tiefer liegenden Eisenbahntunnel (Gotthard-Basistunnel oder NEAT-Tunnel, Abb. 6) würden ohne Luftbewegung durch die fahrenden Züge Temperaturen bis 50°C erreicht.



Abb. 6: Geologisches Profil durch die Zentralalpen mit dem Gotthard-Basistunnel. Der Tunnel liegt auf etwa 500 Meter über Meer, die höchsten Berge erreichen 3000 m. Die dort vorkommenden Gesteine sind mit unterschiedlichen Farben dargestellt.

4. Auf welche Weise kann man auf der Erdoberfläche die erhöhte Temperatur im Erdinneren sonst noch wahrnehmen?