

Region Nufenen Aufschluss 1: Migmatite und Granate I

Nufenenpassstrasse Ostseite
2'674'053.007, 1'148'044.731

Prä-alpine (vor-alpine) Anatexis

Auf den von kaltzeitlichen Gletschern glatt geschliffenen Felsen des Gotthardmassivs / der Gottharddecke¹ an der Nufenenpassstrasse fallen wulstige, heftig verfaltete Schlieren aus Quarz und Feldspat auf, die das Gestein durchziehen (Abb. 1). Diese wulstigen Gebilde sind Zonen, in welchen sich Schmelzen ansammelten, die durch Teilaufschmelzung des Gesteins ab ca. 700°C entstanden. Das Gestein ist also nicht nur metamorph, es hat auch die Grenze zur Aufschmelzung, zur sogenannten **Anatexis** überschritten und ist dadurch ein **Migmatit** geworden. Wäre das Gestein weiter aufgeschmolzen, hätten sich schliesslich Magmenkammern gebildet. Hier blieben die Schmelzen aber grösstenteils im Gestein stecken und haben sich nicht zu grösseren Ansammlungen vereinen können. Wer genau beobachtet, wird auch Granatkristalle im Gestein entdecken (Abb 2). Diese dürften bei Temperaturen zwischen 500 und 600°C entstanden sein.

Anatexis ist ein Zeichen dafür, dass sich das Gestein während des Höhepunktes der Metamorphose in einer Tiefe von ca. 25-30 km befand (T-Zunahme von ca. 27° pro km). Die starke und etwas "schwabbelig" anmutende Verfaltung der Migmatitbänder deutet darauf hin, dass diese in

noch sehr heissem Zustand kurz nach der Anatexis deformiert wurden.

An Nuf A1 sind in der Gottharddecke also deutliche Spuren einer Hochtemperatur-Metamorphose zu sehen. Die alpine Metamorphose erreichte in der Gegend des Nufenenpasses jedoch nur ca. 500°C (Abb. 3). Dies kann unter anderem aus dem Mineralbestand metamorpher Sedimentgesteine aus der Trias- und Jurazeit (zwischen ca. 250 und 190 Mio. J. alt) geschlossen werden, die nur von der alpinen Orogenese und demnach auch nur von der alpinen Metamorphose erfasst worden sind (z. B. [Nuf A3](#)).

Bei 500°C hätten Granatkristalle entstehen können, nicht aber Migmatite. Wir wissen ohne weitere, aufwändige Untersuchungen also nicht, ob die Granatkristalle von Nuf A1 während der alpinen Metamorphose entstanden sind oder ob sie das Ergebnis einer Metamorphose sind, die während einer früheren Orogenese stattfand. Sicher ist jedoch, dass die Migmatite während einer prä-alpinen (vor-alpinen) Orogenese entstanden sein mussten, vermutlich während der Variszischen (380 - 250 Mio. J.). Da in der Gottharddecke viele Gesteine sehr hohe Alter aufweisen, könnten die Migmatite auch während der kaledonischen Orogenese (450- 420 Mio. J.) entstanden sein.

Der polymetamorphe (mehrfach-metamorphe) Charakter der Gesteine der Gottharddecke und ihr hohes Alter von ca. 300 Mio. Jahren und mehr sind ein deutlicher Hinweis darauf, dass ihre geologische Geschichte viel weiter zurück reicht als jene der Alpen. Sie wird als Teil der eurasischen kontinentalen Kruste verstanden. Bevor sich diese ab ca. 200 Mio. Jahren von der adriatischen/afrikanischen Kruste trennte, hatte sie sicher bereits eine, teilweise sogar zwei Orogenesen mit den entsprechenden Metamorphosen durchlaufen. Erst im Lauf der alpinen Orogenese ab ca. 40 Mio. Jahren wurde sie Teil der Alpen ([Modul 5, Abb. 5](#)).



Abb. 1: Migmatit am Aufschluss Nuf A1.



Abb. 2: Granatkristalle in biotitreichem Gneis bei Nuf A1.

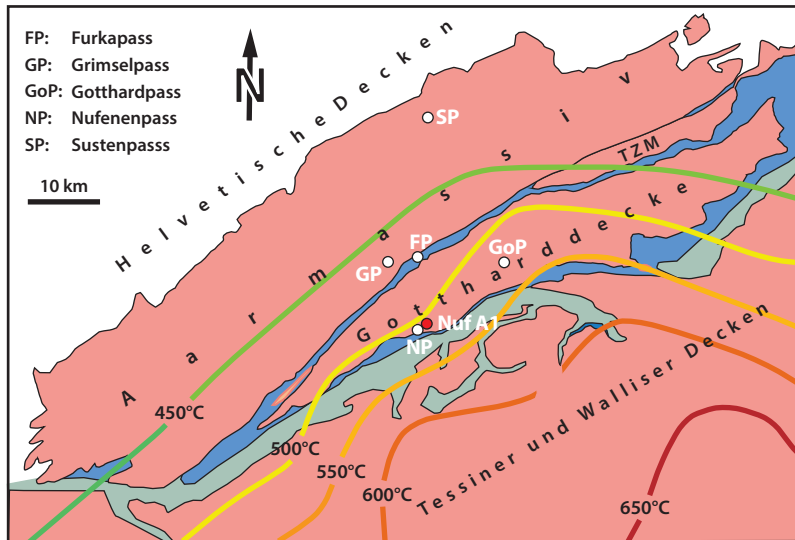


Abb. 3: Temperaturverteilung der alpinen Metamorphose in den zentralen Alpen. Linien gleicher Temperatur werden als Isothermen bezeichnet. Diese werden auf der Basis von Mineralen bestimmt, die für gewisse metamorphe Temperaturbereiche charakteristisch sind.

Blau und grau: Metamorphe Sedimentgesteine, die auf der eurasischen kontinentalen Kruste bzw. im Walliser Trog abgelagert (Abb. 4) und nur von der alpinen Metamorphose erfasst wurden.

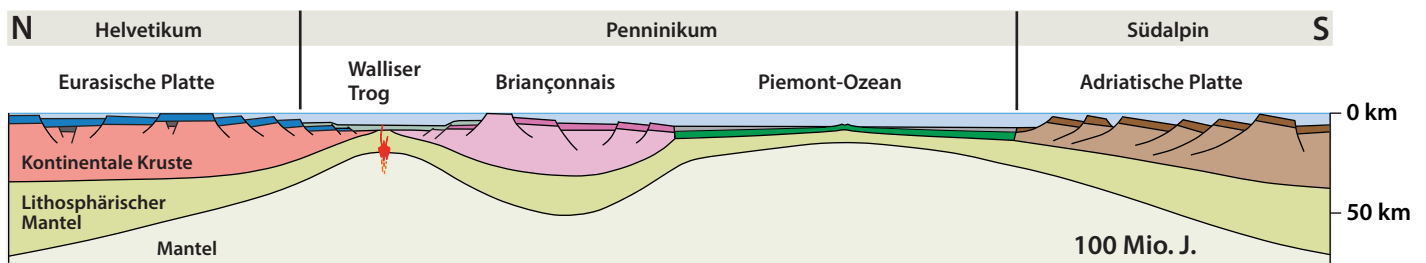


Abb. 4: Nord-Süd Profil durch jene tektonischen Einheiten, die später von der alpinen Orogenese erfasst wurden. Zeitraum ca. 100 Mio. Jahre vor heute. Die Gesteine aller kontinentalen Krustenbereiche haben zusätzlich zur alpinen Metamorphose auch prä-alpine Metamorphosen durchlaufen. Die darauf abgelagerten Sedimente wie auch die Sedimente im Walliser Trog und im Piemont-Ozean hingegen haben nur die alpine Metamorphose durchlaufen.

Legende zu Abb. 3, 4 und 5

Eurasische Platte	Kontinentale Kruste (≥ 296 Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (Trias, Jura, Kreide, ca. 250 - 60 Mio. J.)
Walliser Trog	Sedimentfüllung (ca. 100 - 50 Mio. J.)
Briançonnais	Kontinentale Kruste (≥ 296 Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (ca. 250 - 60 Mio. J.)
Piemont-Ozean	Ozeanische Kruste mit Sedimentbedeckung (ca. 180 - 80 Mio. J.)
Adriatische Platte	Kontinentale Kruste (≥ 296 Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (ca. 250 - 60 Mio. J.)

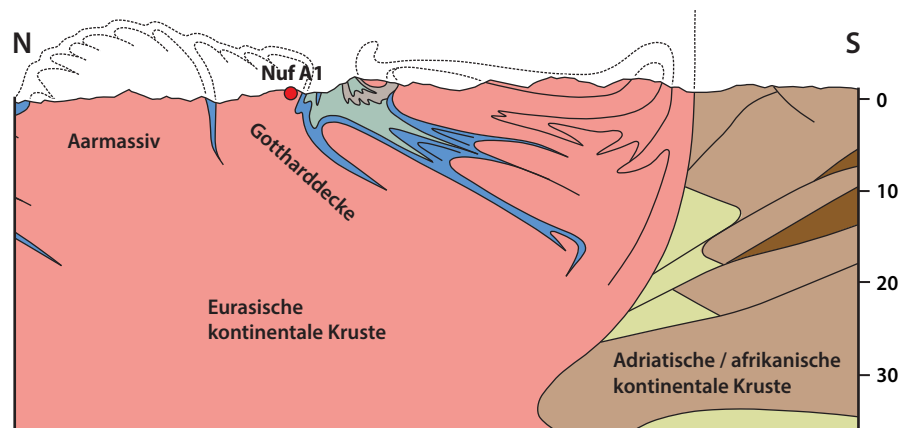


Abb. 5: Nord-Süd Profil durch die zentralen Alpen.