

Dokumentation zur Ausbildung Wanderleiter vom 18. Juni 2005

Geologie im Ofenpassgebiet



Route Hotel II Fuorn–P8–Stabelchod–Margunet–Val dal Botsch

Einführung

Zahlreiche Exkursionen des SNP führen über Margunet. Nebst Waldgeschichte oder Bartgeierprojekt lassen sich auf dieser Strecke auch geologische Phänomene sehr gut erklären. Ziel der Exkursion vom 18. Juni war es, Antworten auf folgende Fragen zu finden:

- Welche geologischen Inhalte kann ich auf einer Exkursion vermitteln?
- Wie gehe ich dabei methodisch vor?
- Welche geologischen Besonderheiten bietet die Route über Margunet?

Diese Dokumentation ist weder vollständig noch abschließend. Sie soll einen Einstieg in das Thema ermöglichen und die eigenen Exkursionen bereichern.

Für Fragen stehe ich euch gerne zur Verfügung

Hans Lozza, im Oktober 2005

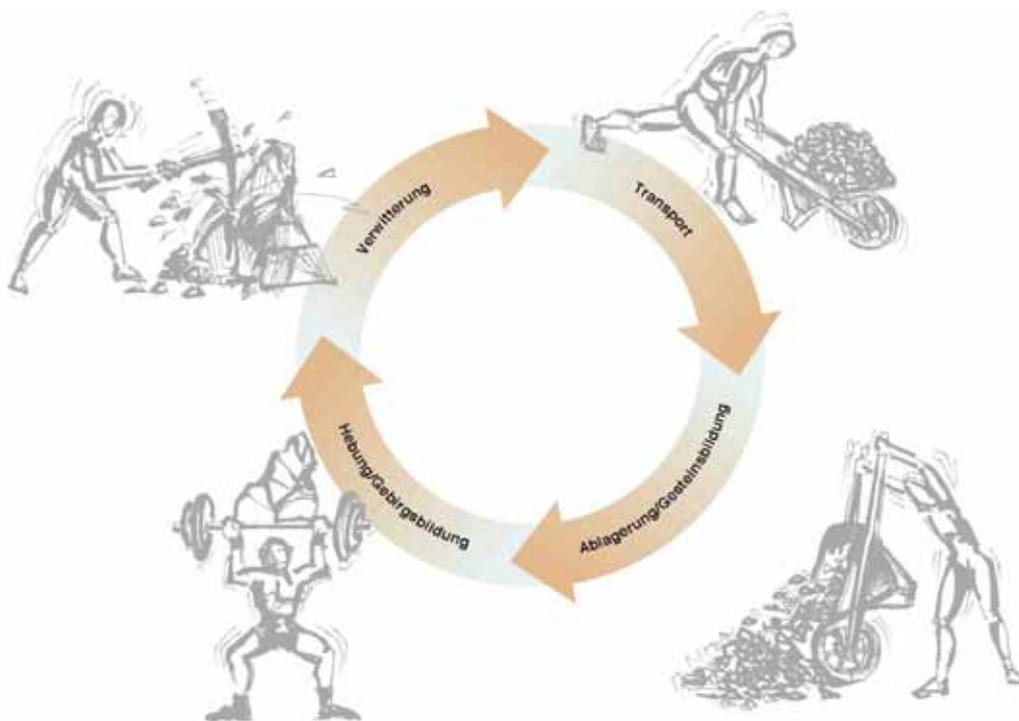
Haltepunkte

1 Murgangtafel am Naturlehrpfad

In ihrer zeitlichen Dimension sehr unterschiedliche geologische Prozesse prägen das Gesicht der Erde. Dabei sind die langsam ablaufenden Prozesse wie jene der Plattentektonik oder der Gebirgsbildung für uns schwerer verständlich als die rasch ablaufenden. Die Geologie hat demnach zwei Gesichter:

- Ein **statisches**: Es passiert scheinbar nichts, eine immer gleiche Gebirgskulisse umgibt uns (Stabilität und Zeitlosigkeit)
- Ein **dynamisches**: Murgänge, Steinschlag, Vulkane, Erdbeben (Katastrophen, es ändert sich schlagartig etwas)

In Anbetracht dieser beiden sehr unterschiedlichen Gesichter macht es Sinn, dass wir uns ein paar Gedanken zum Phänomen Zeit machen: Alter der Grossmutter, einer Bergföhre, Arve, Eiszeiten, Alpenfaltung, Dinosaurier. Dabei gelangen wir in zeitliche Dimensionen, die für einen Menschen schwer verständlich sind.



Um Geologie zu verstehen, braucht man nicht möglichst viele geologische Fachbegriffe zu kennen. Viel wichtiger ist es zu verstehen, wie **geologische Prozesse** ablaufen. Im Zentrum steht immer der **geologische Kreislauf**. Gesteine entstehen, verschwinden und entstehen wieder neu. Damit das Kreislaufmodell verständlicher wird, kann auf den einfacher erfaßbaren Wasserkreislauf hingewiesen werden. Bei den Gesteinen gibt es 2 Varianten des Kreislaufs für Sedimente und Kristalline Gesteine (siehe S. 3 unten).

Die Resultate der geologischen Prozesse begegnen uns auf Schritt und Tritt. Wir müssen nur mit offenen Augen durch die Landschaft gehen und die Phänomene wahrnehmen. Die Gesteine von heute sind die Zeugen der Prozesse von gestern.

2 Am Weg zur Val Chavagl

Münstertaler Verrucano

Der Weg ist hier häufig grün und rötlich verfärbt. Ursache sind die Sandsteine des Münstertaler Verrucano. Die Alpen sind nicht das erste Gebirge, das in Mitteleuropa entstanden ist. So wurden beispielsweise bereits vor 350 Millionen Jahren Kontinente zusammengestoßen, zu Gebirgen aufgefaltet und später durch Erosion wieder abgetragen.



Wie heute trugen auch damals bei der Abtragung dieser alten Gebirge die Flüsse viel Sand und Kies mit sich. Während starken Regengüssen wurde dieses Material in grossen Mengen auf riesigen Schuttfächern abgelagert.

Aus Sand und Kies entstanden mit der Zeit unter dem Einfluss von Temperatur und Druck Sandsteine und Konglomerate. Die rote Färbung entstand, weil das Material in Wüstengebieten abgelagert wurde und das Eisen oxidierte.

Der Münstertaler Verrucano wurde **vor 250 Millionen Jahren** auf kristallinem Untergrund (Granit und Gneis) abgelagert. Die kristallinen Gesteine sind im Ofenpaßgebiet nicht sichtbar. Es handelt sich beim Verrucano um das gleiche Gestein wie beim „roten Ackerstein“, den man im Mittelland häufig als Zierstein in Gärten findet.

Der Verrucano ist das ältesten Sedimentgestein, das wir im Nationalpark finden.

Wenn wir die Gesteine genau anschauen, sehen wir einzelne Kieselsteine. Die Farbe erhalten die Gesteine auf Grund des enthaltenen Eisens. Quarzhaltiges Gestein bilden saure Böden. Entsprechend finden wir entlang des Wanderweges vom Hotel bis zur Val Chavagl säurezeigende Pflanzen wie die Rostblättrige Alpenrose, Heidelbeere und Grünerle. Diese Wälder sind geprägt durch Moosbewuchs. Der pH-Wert beträgt hier 4 bis 5 (sauer), auf der anderen Seite des Chavaglbaches im Dolomit 8 bis 9 (basisch). Dort dominieren die Erika-Bergföhrenwälder.

3 Bachbett Val Chavagl

Vielfalt der Gesteine

Im Bachbett finden wir eine vielfältige Gesteinsfamilie. Steine sind keine tote Materie – fassen wir sie an! Sie erzählen uns die Geschichte ihrer Entstehung. Auch Gesteine haben Charaktermerkmale, die sich mit etwas Phantasie in Bezug zum Menschen stellen lassen:

- Farbenfroher Sandstein (wie die Münstertaler!)
- Zarte Schiefer (Mimosen)
- Karger Dolomit (wirkt abstoßend)
- Schäumender Kalk (reagiert aufbrausend, wenn er mit Salzsäure behandelt wird)
- Aufgeblasene Rauhwacke (sieht nach mehr aus als es tatsächlich ist!)

Hier lässt sich auch der Unterschied zwischen kristallinen Gesteinen und Sedimenten erklären: **Kristalline Gesteine** sind aus geschmolzenem Gestein aus dem Erdinnern (Magma) entstanden, **Sedimente** hingegen durch Ablagerung von Gesteinsmaterial durch Wasser oder Wind. Kristalline Gesteine gibt es im Nationalpark nur auf Macun. Der Gesteinskreislauf hat demnach 2 Varianten: Nach der Erosion gelangt ein Teil der Gesteine an Verschluckungszonen zwischen zwei Erdplatten in die Tiefe und werden aufgeschmolzen. Andere Gesteine bleiben nahe an der Oberfläche und werden bei einer nächsten Gebirgsbildung herausgehoben (ohne aufgeschmolzen zu werden).

Hier lassen sich interessante Fragen stellen, mit denen die Beobachtungsfähigkeit geschult werden kann:

- Von welchen Gesteinen hat es am meisten?
- Welche sind am auffälligsten?
- Welcher gefällt mir am besten?
- Welche gehören zusammen?

Dolomit und Kalk

Dolomit und Kalk sind sowohl chemisch wie optisch recht ähnlich. Während der Dolomit ein Magnesium-Karbonat ist, handelt es sich beim Kalk um ein Kalzium-Karbonat. Reiner Kalk enthält also kein Magnesium. Zu viel Magnesium hemmt das Pflanzenwachstum. Deshalb würde es keinem Weinbauern in den Sinn kommen, seine Reben auf Dolomit zu pflanzen. Und vielleicht war die Kargheit des Dolomits auch der Hauptgrund dafür, dass der Nationalpark ausgerechnet in diesem Gebiet realisiert wurde.



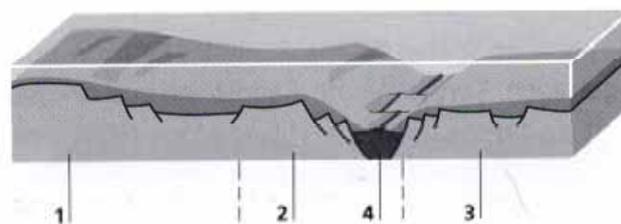
Dolomit entsteht heute in heissen Küstengebieten in seichten Lagunen (Wassertiefen von wenigen Metern). Unter diesen Bedingungen führt die Verdunstung häufig zu salzigem Wasser, in dem nur wenige Organismen, z.B. Algen, leben können. Entsprechend finden wir im Dolomit nur wenig Fossilien.

Als diese Dolomite vor 220 Millionen Jahren entstanden, war das Klima heiss und trocken. Statt Hirsche an steilen Hängen tummelten sich in den salzigen Lagunen hungrige Saurier. Zu dieser Zeit entstanden die beigen Dolomitgesteine, die wir am Piz dal Fuorn und am Piz Nair sehen können.

Später, als das Meer tiefer wurde, entstanden statt Dolomit vermehrt Kalke. Auf der Zeichnung ist zu erkennen, wie sich der Ozean langsam weitet und im mittleren Bereich tiefer wird. Links liegt Europa, rechts Afrika. Der dunkle Teil (4) symbolisiert den neuentstehenden Ozean.

Graubünden zur Zeit des
mittleren Juras – Öffnung des
südpenninischen Ozeans

- 1 Helvetikum
- 2 Penninikum
- 3 Ostalpin
- 4 Bildung von Ophiolithen



Mit Hilfe des geologischen Profils lässt sich hier zeigen, welche Gesteine nacheinander abgelagert wurden.

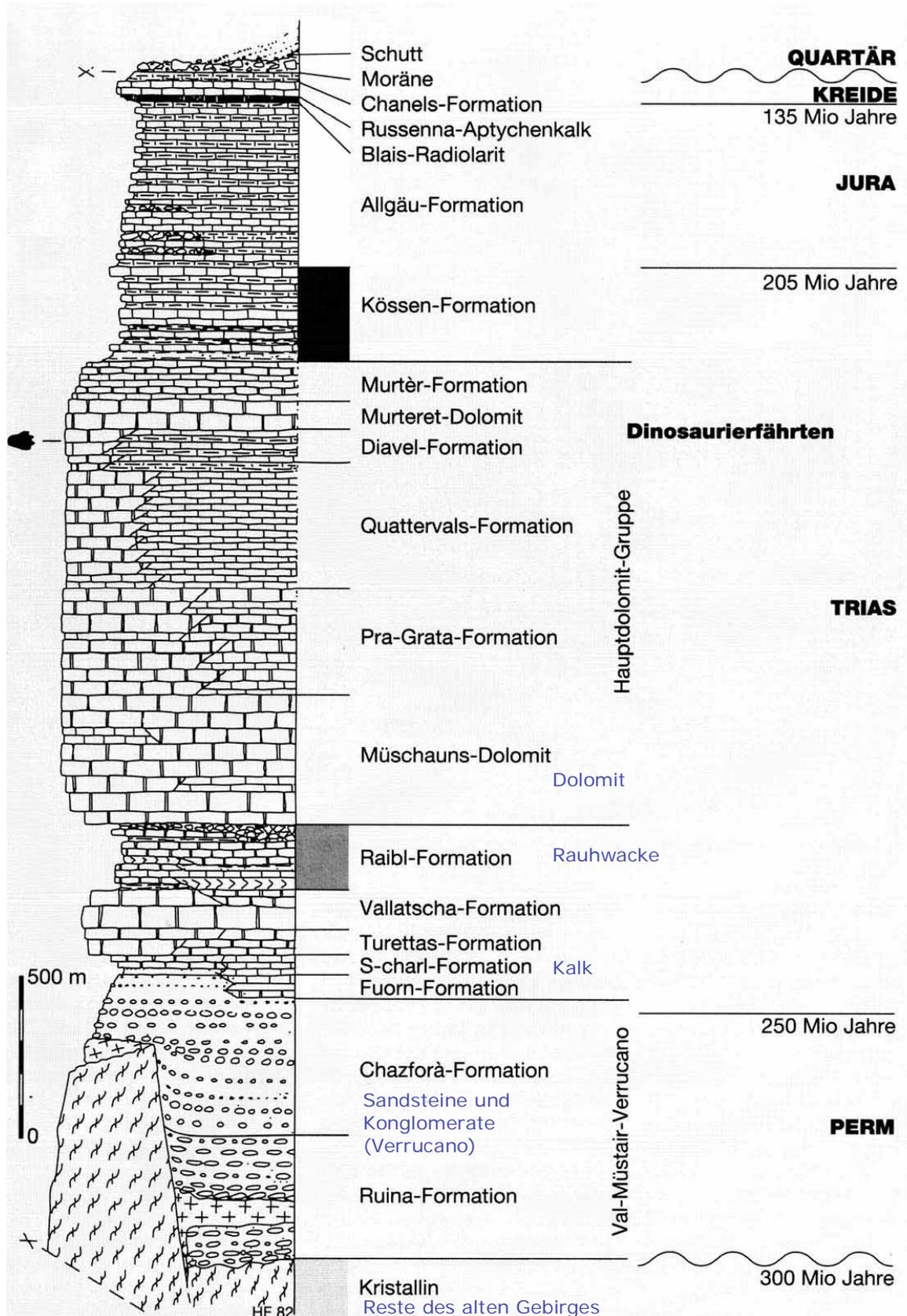


Abbildung: Geologisches Profil der Nationalparkregion (nach Heinz Furrer)

4 Unterhalb Stabelchod

Kurz vor der Wiese Stabelchod entdecken wir Seitenmoränen im Wald. Es handelt sich um die Spuren der Gletscher aus der Val da Stabelchod.

5 Schlucht Stabelchod

Unterhalb der unteren Brücke sind auf der gegenüberliegenden Talseite im Fels drei aufgeschnittene Gletschermühlen zu erkennen.
Was erzählen uns diese?

Hier floß einst der Gletscher aus der Val da Stabelchod. Am Ende der letzten Eiszeit zogen sich die Gletscher langsam zurück. Die entstehenden Schmelzwasser flossen durch Spalten im Eis an den Grund des Gletschers ab und führten dort zu verstärkter Erosion. Das Wasser versetzte Gesteinsblöcke in Rotation. Mit der Zeit schlifften sich die Steine in die Tiefe und erzeugten die Gletschermühlen.

Die letzte Eiszeit endete vor rund 15'000 Jahren.

Hier in der Schlucht (z.B. bei der unteren Brücke) begegnen uns die dünnbankigen S-charl-Kalke.



6 Panoramatafel Margunet

Erosion

Kurz vor Margunet stehen die Tafeln des Naturlehrpfads zum Thema Erosion. Von dieser Stelle aus können die Wirkungen der Erosion sehr gut studiert werden.

Moränen

Richtung Osten ist gut zu erkennen, wie das Moränenmaterial durch das Wasser wegerodiert wird. Dies führt bei Starkniederschlägen zur Mobilisierung von großen Schuttmassen. 1999 wurde die ganze Schlucht der Val da Stabelchod durch 1.5 m Kies und Steine verschüttet. 3 Wochen später, beim nächsten Starkniederschlag, wurde das ganze Material wieder ausgeräumt und weiter talwärts transportiert.

Schutthalden

Die Schutthalde oberhalb des hinteren Rastplatzes wird durch Steinschlag genährt. Immer wieder lösen sich Steine aus der darüberliegenden Felswand und stürzen auf den Schutthang.

Rauhwanke, Dolomit und Gips

Von der Bartgeier-Aussetzungsniße bis nach Margunet und weiter in die Val dal Botsch zieht sich ein gelbes Band. Dabei handelt es sich um Rauhwanke, einer Mischung von Dolomit und Gips. Das Gestein ist porös und brüchig. Diese löchrigen, gelben Gesteine entstanden **vor 230 Millionen Jahren**. Der wasserlösliche Gips wurde durch die Erosion herausgelöst, zurück blieb ein löchriger, rauher Dolomit – eben eine *Rauhwanke*.

Die gelbe Farbe dieser Gesteine ist sehr typisch und in den ganzen Ostalpen zu beobachten.

Diese Schichten sind unter dem Namen **Raiblerschichten** bekannt. Wegen der



mangelnden Stabilität und der starken Wasserdurchlässigkeit werden diese Gesteine im Tunnelbau gefürchtet. So sind zahlreiche Probleme beim Bau der Engadiner Kraftwerke auf die Raiblerschichten zurückzuführen, beispielsweise in der Val Tantermozza und in der Val Sampoioir (Wassereinbrüche bis zu 600 Liter/Sekunde). Die Raiblerschichten spielten bei der Alpenfaltung eine wichtige Rolle. Sie dienten nämlich als Schmiermittel zwischen den einzelnen Decken.

Dolinen

Im Untergrund zirkulierendes Wasser hat den Gips ausgewaschen. Dadurch entstanden Hohlräume, die im Laufe der Zeit einstürzten. Diese Einsturztrichter werden Dolinen genannt. Eine befindet sich unmittelbar vor den Tafeln. Weitere folgen auf beiden Seiten entlang des gelben Rauhwackebandes.

Sackung

Der ganze Hang zwischen dem hinteren Rastplatz Val da Stabelchod und Margunet ist instabil. Es handelt sich um eine Sackung, d.h., der Hang hat sich entlang einer Rutschfläche talwärts bewegt. Erkennbar ist dies an der Anrißfläche östlich von Margunet und an den teilweise hangparallelen Tälchen und Wülsten.

Felstürme Margunet

Diese auffälligen Gebilde befinden sich ebenfalls im Bereich der Rauhwacke. Weitere Türme finden wir in der Val dal Botsch. Doch weshalb trotzten diese Türme im Gegensatz zum umgebenden Gestein der Erosion?



Vermutlich wurden im Bereich der heutigen Türme während der Gebirgsbildung die Gesteine stark zerbrochen. Dadurch konnten kalkreiche Wässer zirkulieren und das Gestein neu zementieren. Diese „reparierten“ Gesteine sind jetzt härter als das umgebende Gestein. Vergleichen lässt sich dies mit einem Knochenbruch: Die verheilte Stelle ist stabiler als der umgebende Knochen.

7 Höchster Punkt Margunet

Hier kann man alle Gesteine nochmals Revue passieren lassen und zeigen, wo sie auftreten. Geologischer Aufbau:

Formation	Charakter	Gestein	Wo	Bedeutung
Hauptdolomit	Der Karge	Dolomit	Piz dal Fuorn	Grosse Masse
Raibler Schichten	Der Aufgeblasene	Rauhwacke	Margunet	Gleithorizont Entwässerung
Vallatscha-Dolomit	Der Spröde	Dolomit	Val dal Botsch Munt la Schera	Erster Dolomit
S-charl-Kalke	Der Schäumende	Kalk	Schlucht von Stabelchod	Erste Kalke Meerestiere
Münstertaler Verrucano	Der Farbenfrohe	Sandstein	God dal Fuorn	Abtragung eines alten Gebirges
Kristallin	Der Abwesende	Gneiss	Sta. Maria	Liegt im Osten

8 Tafel Girlandenrasen

Girlandenrasen

Der Girlandenrasen hat seinen Namen aufgrund seines typischen Aussehens erhalten. Er bildet sich während der Schneeschmelze im Frühling. Die oberste Schicht des Bodens ist dann wasserdurchtränkt und fließt auf dem noch gefrorenen Untergrund um wenige Zentimeter hangabwärts. Im Gegensatz zu Blockgletschern ist für die Entstehung von Girlandenrasen kein Permafrost nötig, aber eine saisonale Durchfeuchtung.

Permafrost

Wir sprechen von Permafrost, wenn der Boden im Untergrund das ganze Jahr über gefroren ist. Nur die obersten 1 bis 2 m tauen auf. Im Engadin sind die Böden an Südhängen ab einer Höhe von 2900 m ü.M. ganzjährig gefroren, an Nordhängen etwa ab 2600 m ü.M. Als Folge der zunehmenden Klimaerwärmung ist anzunehmen, dass diese Grenze ansteigt.

Blockgletscher Val da l'Acqua

Blockgletscher bestehen im Gegensatz zu Eisgletschern aus Gesteinsschutt mit eisgefüllten Zwischenräumen. Sie fließen, ähnlich wie Gletscher, wenige Zentimeter pro Jahr bergab. Typisch für Blockgletscher sind Stauchwälle. Diese entstehen, weil der hintere Teil schneller fließt als die Gletscherzunge. Blockgletscher findet man nur in Permafrostgebieten.

9 Rastplatz Val dal Botsch

Von hier aus sind die gewaltigen Schutthalden auf der rechten Talseite der Val dal Botsch gut zu sehen. Spuren der Murgängen ziehen durch den Hang. Links außen lässt sich der Obelisk ausmachen ein auffälliger Turm, der im Gegensatz zu seiner Umgebung der Erosion besser standgehalten hat.



Abschluß der Exkursion

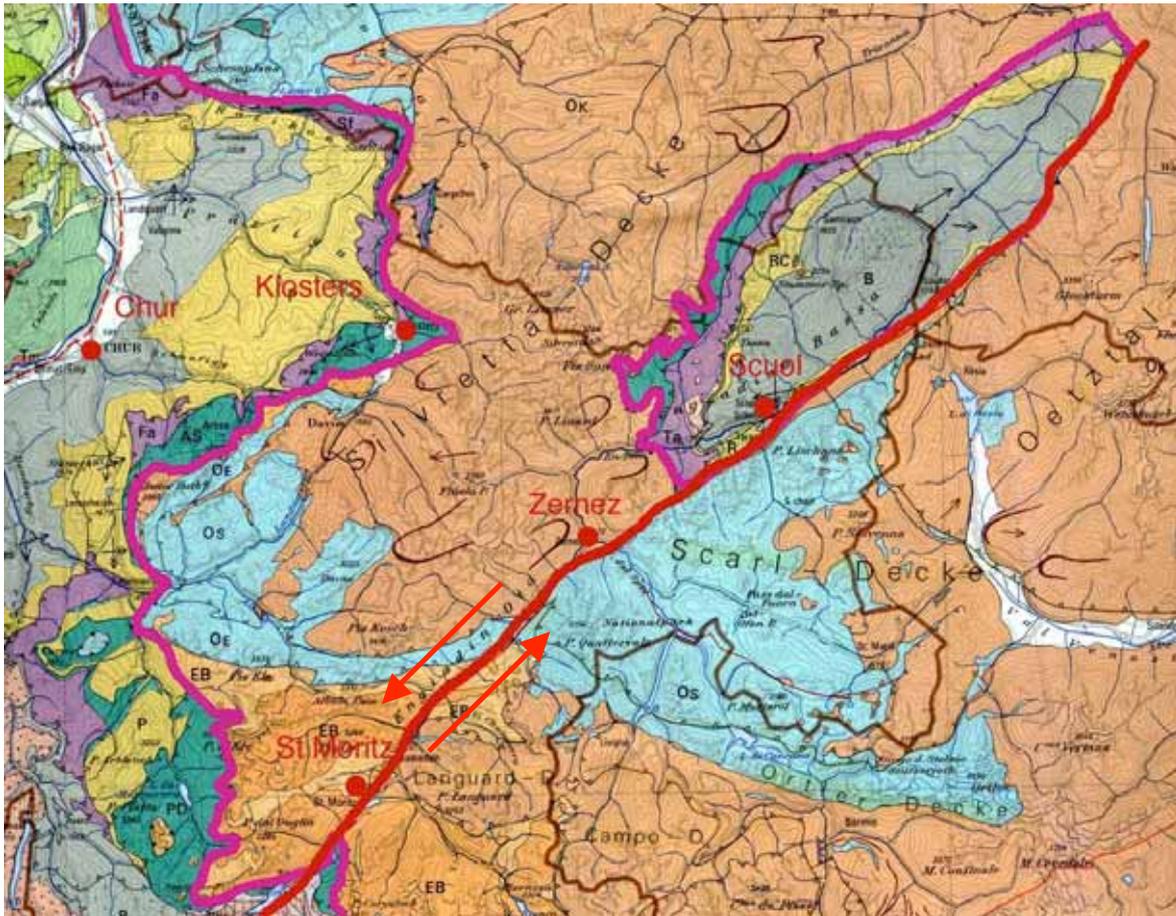
Erfahrungsgemäß ist die Aufnahmefähigkeit beim Abstieg beschränkt. Entsprechend ist es besser, inhaltlich nicht weiter in die Tiefe zu gehen. Hingegen macht es Sinn, den sozialen Austausch zu pflegen und das Erlebte gegenseitig zugänglich zu machen.

- *Was ist mir geblieben, was hat mich besonders beeindruckt?*
- *Wo gibt es Bezüge zwischen Mensch und Geologie?*
- Etc.

Material:

- Tektonische Karte der Schweiz
- Tektonische und Geologische Karte Nationalpark
- Kartenausschnitt der Region Stabelchod mit Legende und Erläuterungen
- Focus-Faltblatt Geologie la Schera

Tektonische Karte der Region



Rosa Strich (im linken Viertel): Grenze zwischen dem Afrikanischen Kontinent (rechts) und den Überresten des ehemaligen Tethysozeans (in Grün, violett, Gelb und Grau).

Afrikanischer Kontinent: In blauen Farben sind die Kalke und Dolomite eingezeichnet, so auch die Engadiner Dolomiten im Bereich des Nationalparks. Die orangen Farben stehen für die kristallinen Gesteine des afrikanischen Kontinents.

Roter Strich: Engadiner Linie

Es handelt sich hier um eine Störungszone, entlang welcher der linke Block nach Südwesten transportiert und gleichzeitig herausgehoben wird. Die Bewegungsrichtungen sind durch rote Pfeile gekennzeichnet. Die Engadiner Linie folgt meistens dem Engadiner Haupttal, bloß im Bereich der Fuorcla Stragliavita in der Val Laschadura verläßt sie dieses. Das Engadin wurde demnach durch die Erosion entlang der Engadiner Linie freigelegt, da dort das Gestein durch die tektonischen Bewegungen am stärksten aufgelockert war.

Unterengadiner Fenster

Zwischen Scuol und Landeck treten die Gesteine des ehemaligen Tethys-Ozeans hervor. Hier wurden die einst darüberliegenden Gesteine des Afrikanischen Kontinents wegerodiert. Dies ist vergleichbar mit einem Sandwich: Wenn man ein Loch in die obere Brotscheibe macht, sieht man auf den „Schinken“ (Ozeangesteine).

Geologische Karte, Ausschnitt Ofenpassgebiet



Ausschnitt aus der Geologischen Karte, Blatt Nationalpark von R. Dössegger

In Gelb eingetragen die Route Il Fuorn–Stabelchod–Margunet–Val dal Botsch un die Haltepunkte mit Nummern.

Gut sichtbar sind im unteren Bildteil die braunen und orangen Gesteine (pt) des Verrucano an der Nordflanke des Munt la Schera.

Die Rauhacker ist gelb gefärbt und zieht vom Piz Nair über Margunet in die Val dal Botsch und weiter nach Il Fuorn.

Die Grossen Massen des Hauptdolomits am Piz Nair und Piz dal Fuorn sind in grau-olivnen Tönen gehalten.

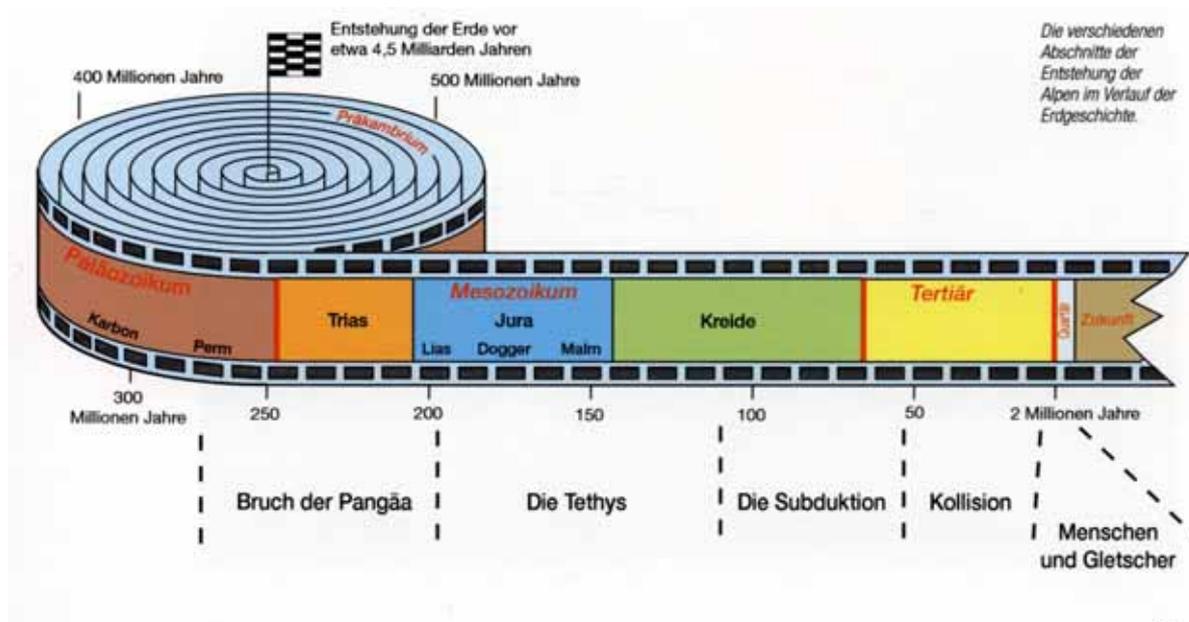
Beige gekennzeichnet ist das Moränenmaterial, mit roten Punkten sind die Moränen charakterisiert.

Die Geschichte der Alpen im Zeitraffer

Für uns Menschen ist ein Menschenleben eine lange Zeit. Geologisch gesehen ist es ein Klacks. Heute nimmt man an, dass die Erdgeschichte 4600 Millionen Jahre gedauert hat.

Erdgeschichte	4'600'000'000 Jahre	entspricht 1 Jahr
Lebensdauer eines Menschen	80 Jahre	entspricht 0.5 Sek.

Wenn wir diesen Zeitraum symbolisch als ein ganzes Jahr betrachten, dann lebt ein Mensch während etwa der letzten halben Sekunde von Silvesterabend. Aber dies auch nur, wenn er 80 Jahre alt wird. Ihr seht: Es ist hoffnungslos, in geologischen Zeiträumen zu denken. Deshalb konzentrieren wir uns viel lieber auf die geologischen Prozesse – die können wir mit unserem heutigen Wissen verstehen.



Ich nehme euch mit auf eine kleine geologische Zeitreise. Vor 350 Millionen Jahren, lange bevor die Alpen entstanden, gab es in Mitteleuropa ein Gebirge. Dessen Gipfel ragten hoch in den Himmel und es schien undenkbar, das sie je wieder verschwinden könnten. Doch die Kraft der Erosion war stärker, sie trug die Gesteine wieder ab. Das Gebiet war damals wüstenhaft, etwa so wie das Atlasgebirge in Nordafrika. Bei starken Niederschlägen im Gebirge wurden die Gesteine mitgerissen und als Geröll und Sand im wüstenhaften Vorland der Gebirge abgelagert. Aus solchem Material ist vor 260 Millionen Jahren der Münstertaler **Verrucano** entstanden.

Vor 230 Millionen Jahren. Versetzt euch nun in Gedanken an einen **Strand am persischen Golf**. Es ist warm und trocken. Am Meeresstrand befinden sich Lagunen, die immer wieder überschwemmt werden. Die Sonne brennt auf die Wasseroberfläche und lässt viel Wasser verdunsten. Dadurch wird das Wasser salziger und bietet den Wassertieren einen ungünstigen Lebensraum. Schlamm lagert sich am Boden ab. Hin und wieder wadet ein Dinosaurier durch die Lagunen und



hinterlässt Spuren. Eines Tages bläst vom Land her ein grosser Sturm und deckt die Spuren mit Sandstaub zu. Über die Jahrtausende lagern sich mehrere Kilometer hohe Schlammmassen ab. Dies ist nur möglich, weil der Untergrund kontinuierlich absinkt. Der Schlamm verfestigt sich durch die Überlast und wird mit der Zeit zu **Hauptdolomit**.

Vor 200 Millionen Jahren. Wir befinden uns in einem geologisch unruhigen Gebiet. Die Erdkruste bewegt sich auseinander, es entstehen Brüche und Senken. Das Wasser in den Senken wird tiefer. Es strömt vom offenen Meer her mehr Frischwasser ein. Dadurch sinkt der Salzgehalt in den Lagunen und Fische, Ammoniten, Schnecken und andere Tiere haben wieder bessere Lebensbedingungen. Die sterblichen Überreste dieser Tiere fallen langsam auf den Boden und sammeln sich im Schlamm. Sie werden im Laufe der Jahrtausende von weiterem Material zugedeckt. Je stärker sich die beiden Erdplatten auseinanderbewegen, desto schneller sinken die Senken ab und umso instabiler werden die Flanken. An den steilen Meereshängen beginnen untermeerische Schlammlawinen abzugleiten, es entstehen Trübestrome. Die entsprechenden Sedimente finden wir zum Beispiel in der Val Trupchun im Bereich von Purcher. Das Wasser wird immer tiefer, **ein Ozean tut sich auf und wird immer größer**.

Doch vor 130 Millionen Jahren passierte plötzlich etwas Unerwartetes: Von unermesslichen Kräften getrieben, beginnen die Erdplatten ihre Bewegungsrichtung zu ändern. Der Südkontinent Afrika bewegt sich wieder auf den Nordkontinent Europa zu. **Dadurch wird das Meer eingeengt**, der Meeresboden verschwindet in einer Verschluckungszone und wird im Erdinnern aufgeschmolzen. Die Bewegung im Ozean führte wiederum zu zahlreichen Schlammlawinen an den Flanken des Meeres.

Nach Jahrtausenden ist der ganze Ozean verschwunden und **die beiden Kontinente verkeilen sich** ineinander wie zwei Krokodile mit offenem Mund. Durch die Kraft des Zusammenstosses entstand ein Gebirge mit hohen Bergen und tiefen Tälern. In einer zweiten Phase werden die beiden Platten übereinander geschoben.

Doch bald einmal ging es auch diesem Gebirge an den Kragen: Frost und Niederschläge setzten dem Gestein zu, es beginnt zu zerbröckeln. Die Bäche tragen das Gestein in tiefere Lagen. Zu guter Letzt wird es auf der Erde noch viel kälter und es beginnen sich zahlreiche Gletscher zu bilden. Am Grunde der Gletscher werden die Gesteine abgeschliffen und wegtransportiert. Nach dem Abschmelzen der Gletscher bleiben viele Munts zurück. Der eine davon, der Munt la Schera, wird häufig von Menschen besucht, die sich gar nicht vorstellen können, wie der Munt la Schera ausgesehen hat, als er noch ein Piz war...

