

Bericht der 72. Jahresversammlung der VSP/ASP in Andermatt: **24. Juni: Geologische Exkursion: Aar- und Gotthardmassiv, Urseren-Zone** Toni Labhart, mit einem Beitrag von Roland Wyss

Übersicht

Die Exkursion vom 24. Juni 2005 führte in die weitere Umgebung des Tagungsortes Andermatt. Sie war gleichermassen Ergänzung zu den Neat-Stollenbefahrungen vom Vortag und Vorbereitung zu einigen Vortragsthemen des folgenden Tages.

Erkundet wurden der Südrand des Aarmassivs im Querprofil Schöllenen Schlucht – Steinbruch Altchilch bei Andermatt, ein Längsprofil parallel zur Bruchzone am Südrand des Aarmassivs vom Gütsch ob Andermatt zum Lutersee und schliesslich ein Querprofil entlang der Kraftwerkstrasse ins Val Curnera vom Tavetscher Zwischenmassiv durch das Permokarbon der Garverazone ins Gotthardmassiv.

Neben einem allgemeinen Überblick waren alpine und postglaziale bis rezente Störzonen und die Überprägung alter Lithologien und Strukturen zentrale Themen.

1 Einführung in der Schöllenen Schlucht

Toni Labhart begrüsst die fast hundertköpfige Teilnehmerschar beim Suworow-Denkmal in der Schöllenen auf russischem Territorium in symbolträchtiger Umgebung: Die subglazial tief in den Aaregranit eingeschnittene Schlucht, durchquert von Strasse, Schiene und Brücken sowie die Allgegenwart militärischer Festungsanlagen, verkörpern hier die drei zentralen, auf vielfältige Art und Weise miteinander verknüpften Gotthardthemen *Geologie*, *Verkehr* und *Militär* (Fig. 3 und 4).

1.1 Geologie

Wir befinden uns im Zentralen Aaregranit, hart am Südrand dieses im Urner Reussprofil rund 8 km mächtigen grössten Granitkörpers der Schweiz. Sein spätvariszisches Alter konnte mit Uran-Blei-Altersbestimmungen an Zirkon sehr präzise datiert werden (298 ± 2 ma; Schaltegger & Quadt 1990).

Augenscheinlich ist die alpinktektonische Überprägung. Sie reicht von mächtigen, morphologisch durch Couloirs markierte Bruchzonen in den Wänden bis zu einer im Aufschluss- wie im Handstückbereich erkennbaren selektiven Mylonitisierung, Vergneisung und Verschieferung. Es ist das klassische Bild eines unter niedrig metamorphen Bedingungen überprägten und tektonisierten Granits.

Die Schöllenen ist eine km-tief eingeschnittene Schlucht an der Stelle, wo Eis und Schmelzwässer des alten mächtigen Urserengletschers den Durchbruch aus den weichen Gesteinen des Urseren-Längstals nach Norden in den Aaregranit geschafft haben.

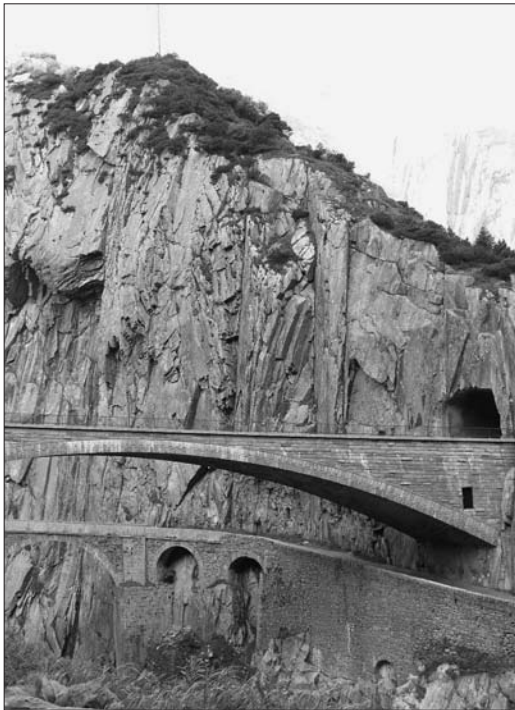


Fig. 3: In der Schöllenen Schlucht werden die Zusammenhänge zwischen der Geschichte der Teufelsbrücke (Bild), heutiger Verkehrslage und Geologie auf eindrückliche Weise fassbar. (Foto: Christine Pümpin)

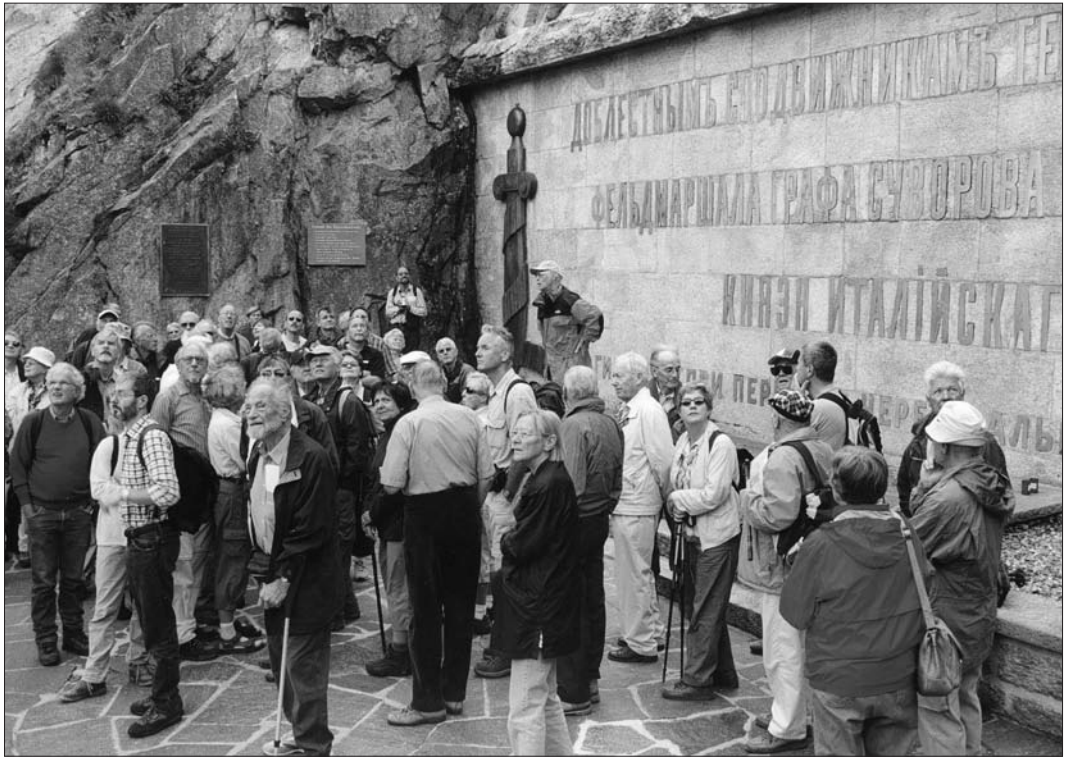


Fig. 4: Die Kongregation vor dem Suworow-Denkmal ist fasziniert von den Ausführungen von Prof. Toni Labhart. (Foto: Claire Mohr)

Das mächtige, in den Aaregranit gehauene, 1899 errichtete Denkmal, dessen Grundfläche von 563m² dem russischen Staat geschenkt worden ist, erinnert an den russischen General Alexander Suworow (1730–1800), laut Lexikon «einer der genialsten Heerführer des 18. Jahrhunderts». Im Herbst 1799 sollte er mit einer Armee von 25'000 Mann von Süden her kommend über den Gotthard den im schweizerischen Mittelland in Bedrängnis geratenen Verbündeten zu Hilfe eilen. Von französischen Truppen immer wieder am Ausbruch gegen Norden gehindert, überschritt er bei winterlichen Verhältnissen und unter Mitführung schwerer Waffen Kinzig-, Prugel- und Panixerpass, wobei er gegen 10'000 Mann verlor. Er musste die Schweiz schliesslich Richtung Osten verlassen, ohne seinen Auftrag erfüllt zu haben.

1.2 Verkehr

Jahrhunderte lang war der obere Teil der Schöllenen das Haupthindernis auf der Nordseite der gesamteuropäisch so bedeutsamen Gotthardroute. Das Engnis beim Urnerloch wurde schon früh auf überaus beschwerlichen Wegen westlich über den Bözberg oder östlich über den Güttsch (s. unten) umgangen. Ein erster Brückenschlag über die Reuss erfolgte wahrscheinlich im 13. Jahrhundert. Die bekannte Sage über den Bau der Teufelsbrücke weiss von einem kongenialen Unternehmervertrag der schlaun Urner mit dem Teufel zu berichten. Noch grössere Schwierigkeiten als die Querung der Reuss bot das flussparallele Teilstück beim Urnerloch, auf dem der Saumpfad an Ketten aufgehängt wurde; das war der berühmte stiebende Steg. Anzumerken wäre, dass die Reuss damals, vor der Ablei-

tung der Furkareuss in die Göschenentalp und der Unteralpreuss in den Ritomsee wesentlich mehr Wasser geführt hat als heute. Die Felsbarriere beim Urnerloch wurde 1708 mit einem 108 m langen Tunnel durchstochen. Der Baumeister Pietro Morettini aus dem Maggiatal war ein Mitarbeiter des berühmten Festungsbauers Vauban. Schon dieser erste Verkehrstunnel der Alpen wies eine Budgetüberschreitung von fast 100% aus!

Die heute nur noch vom Wanderweg benutzte untere Teufelsbrücke stammt vom Ausbau der Gotthardstrasse um 1830. Als Baumeister zeichnete Emanuel Müller, Landammann von Uri, Führer der Urner Truppen im Sonderbundskrieg, einer der Initianten des Gotthardtunnels und Erbauer der (granitene) Nydeggbücke in Bern. In der Folge entwickelte sich der Gotthard zum meistbefahrenen Alpenpass, nach 1842 mit der Postkutsche, ab 1922 mit dem Postauto. 1872–1882 wurde der Gotthard mit dem Bau des Bahntunnels erstmals unterfahren, ein weltweites Pionierwerk, ausgeführt mit einfachsten technischen Mitteln, ohne Elektrizität, Beton und ohne jede geologisch-geotechnische Prognose.

1970–1980 schliesslich erfolgte der Bau des Gotthard-Strassentunnels, dessen Trasse aus technischen Gründen – möglichst kurze Lüftungsschächte – weit gegen Westen ausholend der Senke des Gotthardpasses folgt. Die Strasse durch die Schöllenen wird aber weiterhin viel befahren als Zubringer zu Andermatt und den Pässen Gotthard, Oberalp und Furka.

Die Schöllenenbahn Göschenen–Andermatt, in Betrieb genommen 1917, vernetzt seit 1926 die Gotthardlinie mit der wichtigen inneralpinen West-Ost-Schmalspurlinie der Furka–Oberalp-Bahn (heute Matterhorn–Gotthard-Bahn).

1.3 Militär

Durch die Schöllenen zogen Jahrhunderte lang neben Säumern, Rompilgern und Bildungsreisenden immer wieder auch Solda-

ten. Oft waren es Eidgenossen auf dem Weg ins Tessin und nach Norditalien, im 15. und 16. Jh. vor allem zu Fehden mit Mailand, zu grossen Siegen und grossen Niederlagen (Marignano 1515). 1799 war die Region während einiger Monate mit den Kämpfen von Russen, Franzosen und Oesterreichern sogar internationaler Kriegsschauplatz (vgl. Kasten Seite 87).

Die Befestigung des Gotthards setzte nach der Eröffnung des Gotthardtunnels ein. Zu Beginn des 2. Weltkriegs entstand hier die bedeutendste schweizerische Alpenfestung mit einer überaus eindrücklichen militärischen Infrastruktur. Sie war das Herzstück des Reduits, eines alpinen Rückzugsraumes der Armee im Falle einer Invasion der Achsenmächte unter Aufgabe des Mittellandes, seiner Städte, seiner Bevölkerung und seiner Industrie. Andermatt wurde dabei zum wichtigsten inneralpinen Waffenplatz, und blieb es auch nach Kriegsende viele Jahrzehnte lang. Heute sind die meisten dieser Festungen deklassiert (d.h. aus der früher so strikten Geheimhaltung entlassen), stehen leer oder sind teilweise zu Museen oder gar Seminarhotels umfunktioniert worden (siehe Seiten 101 ff: Exkursion vom Sonntag, 26. Juni 2005). Damit verbunden sind auch Abbau und Umstrukturierung des berühmten und leistungsfähigen Festungswachkorps, das ein halbes Jahrhundert lang im Urserental der weitaus wichtigste Arbeitgeber gewesen ist.

2. Profil Teufelsbrücke–Urnerloch–Altchilch: Vom Aaregranit ins Mesozoikum der Urseren-Zone

Vom Parkplatz bei der Teufelsbrücke wird ein rund 900 m langes Profil abgeschritten, abseits vom Verkehr auf dem begrünten Dach der Strassengalerie Urnerloch.

Es beginnt im Zentralen Aaregranit an der Schöllenenstrasse.

Zahlreiche Vermessungspunkte und -bolzen zeugen hier davon, dass wir uns auf dem

Trasse der berühmten alpenquerenden Vermessungslinie Basel–Chiasso befinden, mit deren Hilfe die Heraushebung der Alpen dokumentiert worden ist. Durch Präzisionsnivelements wurden ferner hier an mehreren Bruchzonen rezente Verschiebungen nachgewiesen (Eckardt, Funk & Labhart 1983).

Oben, an der auf die Galerie führenden Wendeltreppe, sind die südlichsten 50 m des Granits aufgeschlossen. Die Deformation, obschon immer selektiv, nimmt generell gegen das Kontaktcouloir hin zu. An der enormen Plättung ursprünglich kugelig-isometrischer basischer Putzen lässt sich eine starke seitliche Einengung erkennen. In den Wänden sind mit der alpinen Deformation verknüpfte Zerrklüfte zu sehen. Den Südrand des Granits bildet ein mächtiger, in einem Couloir verlaufender Sprödbbruch.

Es folgt nun eine rund 500 m mächtige steilstehende Serie von Biotit-Sericit-Gneisen und -Schiefern des aarmassivischen Altkristallins. Die Gesteine sind alpin stark verschiefert, voralpine Strukturelikte sind hier nur stellenweise erhalten. An biotitreichen Lagen – zum Teil wohl verschieferte Lamprophyrgänge – setzen dichte, splittrige, dunkle Mylonitzonen an. An granitisch-aplitischen Einlagerungen, ursprünglich Apophysen und Gänge des Aaregranits, lassen sich lehrbuchmässig ausgebildete alpine Zerrklüfte beobachten, mit allen typischen Attributen wie Boudinbildung durch Einbauchung der Schieferung, Ausbleichung des Nebengesteins und Verquarzung. Mit Unterbrüchen lässt sich dieses Altkristallin bis unmittelbar zu den ersten (nördlichsten) Häusern von Altchilch verfolgen. Unmittelbar darauf folgt der (an der Strasse nicht aufgeschlossene) Kontakt Aarmassiv/Urseren-Zone.

Hinter der Kirche, im aufgelassenen «Marmor»-Steinbruch Altchilch, kommt Roland Wyss zu Wort, der in seiner Dissertation die Urseren-Zone mit räumlichem Schwerpunkt Ulrichen-Oberalppass untersucht hat (Wyss 1985 und 1986).

Wir befinden uns im Mesozoikum der Urseren-Zone, welche hier das Aarmassiv vom Gotthardmassiv trennt. Gemeinsam mit dem liegenden (und weit mächtigeren) Permokarbon bildet es die tektonisch reduzierte Sedimentbedeckung des Gotthardmassivs. Generell weist es eine Schichtreihe Trias bis Malm auf; hier in Andermatt ist ein Profil vom Lias bis in einen fraglichen Malm aufgeschlossen. Als schmales, senkrecht gestelltes Band von etwa zweihundert Metern Mächtigkeit zieht das Mesozoikum senkrecht in den direkt darunter liegenden Gotthard-Bahntunnel. Seine Gesteine machten den Tunnelbauern schwer zu schaffen. Die eigentliche Ursache dieser gefürchteten Druckstrecke bei km 2800 ab Nordportal wurde erst 70 Jahre später geklärt, als Sondierbohrungen in Zusammenhang mit einem geplanten Urseren-Kraftwerk eine kräftige Übertiefung des Andermatt Beckens mit einer Felsüberlagerung des Tunnels von lediglich 30 m ergaben. Hier sind die frühen Tunnelbauer mit viel Glück einer Katastrophe entgangen, wie sie sich später beim Lötschbergtunnel ereignet hat.

Lithostratigraphisch ist die Schichtreihe des Urseren-Mesozoikums mit dem südlichen Teil der helvetischen Urirotstock-Decke zu vergleichen.

Leider ist der Zugang zu diesem viel zitierten und besuchten Steinbruchaufschluss heute durch eine Kurzdistanz-Schiessanlage und eine gewisse Steinschlaggefahr erschwert. Im Bruch findet sich (von S nach N) folgende, senkrecht stehende Schichtreihe:

- Stark sandige Marmore mit gelben, gelängten Dolomitkomponenten (Lias).
- Bändermarmore (Lias). Diese Serie ist stark verfaltet, die Faltenachsen stehen steil, parallel zum markanten Streckungslinear.
- Kalkiger Sericitquarzit (Lias), der die hintere Steilwand des Steinbruchs bildet. Auf ihr sind boudinartige Dehnungsstrukturen zu erkennen, die als Intersektionslineare flach ostwärts einfallen.

Dabei wird das morgendliche Profil in umgekehrter Abfolge durchfahren, vom Permo-karbon (in direktem Kontakt mit Trias-Rauh-wacke auf 1930 m ü.M.) durch den Jura und das Altkristallin bis hart an den Kontakt-bruch zum Aaregranit. Wir haben hier also dieselbe tektonische Situation wie am Mor-gen, nur rund 1000 Höhenmeter über dem Urnerloch.

3.1 Gütsch – das Szenarium

Die Kuppe von Gütsch bietet in felsiger, von Brüchen geprägter Morphologie eine eigen-artige Techno-Landschaft. Erster Blickfang ist das 50 m hohe Windkraftwerk mit mächtigem Rotor und einer Leistung von 600 Kilo-watt. Erstellt worden ist es 2004 durch die Kraftwerke Urseren. Der Standort ist gut gewählt, zeichnet sich doch der Gütsch durch seine hohen Windgeschwindigkeiten aus. Auffallend ist die Häufung von unter-schiedlichsten, teils an Film- oder Theater-kulissen erinnernde Militäranlagen, die über 100 Jahre Festungsbau und Tarnkunst reprä-sentieren. Peter Eckardt gibt einen kurzen Überblick, wozu er als ehemaliger hoher Nachrichtenoffizier der Gotthardtruppen prädestiniert ist (Fig. 6).

3.2 Gütsch – das Panorama

Vom Gütsch aus bietet sich eine umfassende Aussicht in die kristallinen Urner Hochalpen westlich der Reuss. Sie liegen im Bereich der Landeskartenblätter Engelberg, Meiental und Urseren, ein Gebiet von über 500 km², welches Toni Labhart für den geologischen Atlas der Schweiz kartiert hat (die nahezu kompletten Originale wurden anlässlich der Tagung erstmals einem weiteren Kreis vorge-stellt). Sichtbar sind im Norden und Nordo-sten die Auflagerung des autochthonen hel-vetischen Mesozoikums in Spannort und Krönten, die grauen Gipfel der Erstfelder-gneiszone und die roten, amphibolitreichen des oberen Chelentals. Eindrücklich ist die Sicht in die Gipfelwelt des Aaregranits des Göschenertals und der Göschenernalp mit der gewaltigen Kette der Dammastockgrup-pe (an deren Nordrand am Eggstock der Nordkontakt des Aaregranits gut erkennbar ist). Ein Blickfang ist der Salbitschijen mit seinem unglaublich kühnen Südgrat. Gegen Westen geht der Blick in die Längs-achse des Urserentals, das hier morpholo-gisch in seltener Klarheit Aar- und Gotthard-massiv trennt. Sein breiter Talboden ist in die Gesteine des rund 1,5 km mächtigen Per-



Fig. 6:

Auf dem Gütsch: Dr. Peter Eckardt (nicht im Bild) gibt seine Kommentare über die militärische Bedeutung des Gotthardgebietes im zweiten Weltkrieg. (Foto: Werner Hecken-dorn).

mokarbons eingetieft (und nicht etwa ins Mesozoikum, das am Fuss des nördlichen Talhangs verläuft).

Die Berge des Gotthardmassivs südlich des Urserentals fallen auf durch ihre im Vergleich zum Aarmassiv geringere Höhe und das viel weniger akzentuierte Relief. Markante Gipfel im SW sind der Pizzo Rotondo und der Pizzo Lucendro, beide im Rotondogranit gelegen. Gut erkennbar ist die Senke der Gotthardstrasse mit dem Serpentinsteinsbruch von Chämleten bei Hospental.

Gegen Süden überblickt man das hoch über Andermatt gelegene Skigebiet Gurschenalp/Gemsstock in der nördlichen Altkristallzone des Gotthardmassivs (die Gurschenneise der älteren Literatur). Im Mittagslicht glänzt beim Ausgang der Bergstation die helle Folie zur Abdeckung des Firnfeldes oberhalb des Gurschenfirns, die in den letzten Wochen für Presseschlagzeilen gesorgt hat. Diese symptombekämpfende Massnahme steht symbolisch für die Hilflosigkeit, mit der der Mensch auch hier dem rasanten Abschmelzen der kleinen Gletscher und der Firnfelder gegenübersteht. Rechts vom Gemsstock ist das Chastelhorn, nicht nur Punkt der grössten Überlagerung des Gotthard-Bahntunnels, sondern auch ein Berg aus wahrhaft spektakulärem Gestein (ein hochmetamorpher Inselbogen-Metagabbro ordovizischen Alters).

4. Brüche

Aar- und Gotthardmassiv wie auch die Urseren-Zone sind von Bruchscharen durchsetzt. Sie spielen für die Morphologie eine wichtige Rolle. Mit der enormen Bedeutung solcher Störzonen im modernen Tunnelbau ist im Zusammenhang mit der Neut das Interesse an diesen Erscheinungen neu erwacht. Mehrere neuere Arbeiten zeugen davon (Wyder & Mullis 1998, Laws 2001, Lützenkirchen 2002, Persaud 2002). Sie zeigen auf, wie komplex das Phänomen ist: Die Brüche sind unterschiedlichen Alters (manche sind wohl

schon spätvariszisch angelegt worden) und die meisten von ihnen sind während der alpinen Gebirgsbildung und später immer wieder reaktiviert worden, von einer primären Anlage unter duktilen Bedingungen bis – unter sinkenden Temperaturen – in den Kataklyse- und den Sprödbereich mit der Entstehung von Kakiriten. Quartäre Aktivität gewisser Systeme ist durch Verstellung spätglazialer Moränen belegt, rezente durch geodätische Vermessungen im heutigen Exkursionsraum. Zu diesem Thema kommt noch einmal Peter Eckardt zu Wort, der diese jungen Brüche in seiner Dissertation und später untersucht hat (Eckardt 1957 und 1974). Besonders konzentriert treten sie in einer Bruchchar am Südrand des Aarmassivs auf, die sich über 100 km weit von Brig/Naters bis gegen Trun verfolgen lässt (Eckardt, Funk & Labhart 1983). Ausgezeichnete Aufschlüsse finden sich auf den nordseitigen Trogschultern des Urserentals und des Tavetschs; vom Gütsch aus ist der Bruch am Südrand des Aaregranits über 16 km weit bis zum Furkastock am westlichen Horizont gut überblickbar. Eine Mehrzahl der talparallelen Brüche zeigt eine relative Heraushebung des talseitigen Flügels. Entstehung und Bedeutung dieser Brüche für den Gebirgsbau sind nach wie vor umstritten: Manche denken, dass sie eine wichtige Rolle im alpin-tektonischen Geschehen und der jungen Heraushebung spielen, andere sehen darin lediglich eine an die Abschmelzung der mächtigen Talgletscher gebundene glazialisostatische Erscheinung oder gar ein Phänomen atektonischer Gebirgszerreissung.

5. Gütsch–Lutersee–Gand–Oberalppass

Nach soviel Theorie war es nützlich, einen dieser Brüche im Gelände zu verfolgen. Zu diesem Zweck wandert die Mehrzahl der Teilnehmer auf dem Strässchen Richtung Osten gegen den Lutersee. Die Bruchlinie äussert sich vorerst im Fels als versetzte

Stufe (Verschiebungsmessungen von Fischer 1990), später in der grossen Schutthalde als markanter Wall mit gehobener Talseite, schliesslich als 15–20 m hoher, den Lutersee abdämmender blockbedeckter Felswall. In den Felsflanken und Gräten der östlichen Fortsetzung manifestiert sich die Störung in Form von Couloirs und Gratscharten.

An der Strasse liegen frischgesprengte Blöcke aus den südlichen Gneisen des Aarmassivs: Biotitgneise, oft migmatisch, mit gut erhaltenen voralpinen Strukturen, manche mit jüngeren Aplitgängen des unmittelbar nördlich anschliessenden Aaregranits. Einige altgediente Ölgeologen entdecken hier plötzlich die Faszination der Petrographie wieder.

Die gegenüberliegenden Hänge südlich des Oberalppasses werden von Gesteinen des sich rasch gegen Osten verbreiternden Tavetscher Zwischenmassivs aufgebaut.

Es folgt ein steiler Abstieg in der Mittagshitze auf schmalen rutschigem Pfad nach Gand an der Oberalpstrasse, auf dem sich das Teilnehmerfeld weit auseinander zieht. Der Mittagslunch im Restaurant Calmut auf der Oberalppasshöhe findet daher etwas verspätet statt, ist aber mit reichhaltigem Bündnerteller und ausgiebiger Flüssigkeitszufuhr umso willkommener.

6. Val Curnera

Ein Car mit etwa der Hälfte der Teilnehmer fährt am Nachmittag ostwärts ins obere Tavetsch für eine Begehung des Profils entlang der Werkstrasse ins Val Curnera. Das Profil vom Permokarbon ins nördliche Gotthardmassiv ist entlang der gut unterhaltenen, aber für den Privatverkehr gesperrten Werkstrasse zum Staudamm Curnera der Kraftwerke Vorderrhein KVR auch mit grösseren Gruppen gut begehbar.

Ein kurzer Zwischenhalt nahe der Abzweigung der Werkstrasse von der Oberalpstrasse (Koord. 695'175/167'250; Surpalits) zeigt Gneise des Tavetscher Zwischenmassivs mit

voralpinen (? kaledonischen oder variszischen) Strukturen: steile oder ostwärts fallende Faltenachsen aller Grössenordnungen sowie Nord-Süd orientierte Planargefüge, ähnlich wie in den Amphiboliten der weiteren Umgebung direkt bei der Einmündung und etwas höher an der Oberalpstrasse.

Dank einem Schlüssel für die Barriere (skeptische Frage des Zentralenchefs bei der Übergabe: «Was wollen Erdölgeologen im Val Curnera?») können wir das erste aufschlussarme Strassenstück im Car zurücklegen. Wir durchfahren so das TZM und – in schleifendem Schnitt – den Nordteil des Permokarbons der Garverazone bis Maun traviere, wo die Strasse mit scharfem Knick ins Val Curnera einbiegt. Hier fasziniert vorerst die Aussicht nordwärts auf die hohen Berge des aarmassivischen Kristallins mit der klassisch ausgebildeten eiszeitlichen Schlifffgrenze, auf die vorgelagerten Kuppen Calmut und Cuolm Val im TZM und den Kessel von Sedrun mit dem Sackungsgebiet von Cuolm de Vi.

Ebenso eindrücklich ist der Blick auf den Gegenhang des Val Cavradi mit dem senkrecht stehenden, silberhell glänzenden und von tiefen Couloirs durchzogenen Schichten des Permokarbons. Das Echo von Hammerschlägen erinnert daran, dass dieses steile und gefährliche Gelände (die Cavadischlucht der mineralogischen Fachliteratur) ein berühmtes Strahlhergebiet ist, vor allem dank dem Vorkommen von Hämatit mit orientiert aufgewachsenen Rutilen.

Das anschliessende Strassenprofil erlaubt das Studium des Permokarbons aus der Nähe. Es handelt sich überwiegend um Konglomerate mit einem beträchtlichen Anteil saurer vulkanischer Komponenten. Schichtung und Schieferung stehen steil, andeutungsweise ist eine isoklinale Verfaltung erkennbar. Die Serie ist stark alpin deformiert, die Komponenten weisen oft eine beträchtliche Plättung auf. Die vielen zwischengeschalteten Lagen silberglänzender Phyllite könnten sowohl sedimentärer als auch tektonischer Natur sein (Fig. 7).



Fig. 7: Curnera: Dr. Peter Eckardt leitet die Diskussion um die Grenze zwischen dem Permokarbon und dem eigentlichen Gotthardmassiv ein. (Foto: Christine Pümpin)

Südlich anschliessend folgt die Übergangszone zum Gotthardmassiv. Sie ist charakterisiert durch enorme Deformation und die Dominanz von Biotit-Sericit-Chloritschiefern, deren Ursprungsmaterial ebenso gut gotthardmassivische Paraschiefer wie auch permokarbone Sedimente sein können. Auch in Stollenaufschlüssen war keine scharfe Grenzziehung möglich (zum Beispiel im Gotthard-Strassentunnel: Keller et al. 1987). Es ist ein gutes Beispiel dafür, wie ältere, ursprünglich wohl definierte Kontakte durch alpine Tektonik verwischt worden sind. Nach engagierten Diskussionen einigt man sich auf einen Übergangsbereich von etwa 50 m Breite, der recht genau demjenigen auf der mitgeführten Originalkarte des Atlasblattes Oberalppass von Marianne Niggli entspricht. Typisch für das Gotthardmassiv ist das Auftreten von Biotitgneisen und -schiefern sowie von Turmalinpegmatiten, vorerst als kleine linsenförmige Relikte in

Phylloniten, weiter südlich in grösseren geschonten Paketen. Schliesslich gelangt man in nur von einzelnen Störzonen durchsetztes gotthardmassivisches Altkristallin mit mehreren Dezimeter grossen zonar gebauten, polymetamorphen Kalksilikatfelslinsen, wie sie Arnold (1970) aus dieser Region beschrieben hat. Ein Stollenvorkommen wies eindeutige Kreuzschichtung auf; es sind wohl die ältesten erhaltenen Sedimentstrukturen der Alpen. Die granulitfaziale Metamorphose der Gesteine entspricht einer frühen Hochtemperaturphase des in jüngerer Zeit nachgewiesenen und recht gut datierten kaledonischen Metamorphosezyklus (Biino 1994; Labhart 1999).

Trotz fortgeschrittener Zeit und aufziehender Gewitterwolken stösst eine Gruppe Unentwegter bis zur Strassenkurve oberhalb der Staumauer Curnera vor und erhascht einen Blick auf den halbvollen Stausee und das einsame, langgezogene, weglose Val Curnera, das sich in Nord-Süd-Richtung weit ins Gotthardmassiv hinein erstreckt.

Der einsetzende Regen treibt dann auch diese wissensdurstigen Kollegen in den Bus für die Rückfahrt nach Andermatt.

Literatur (Auswahl)

- Arnold, A. 1970: Die Gesteine der Region Nalps-Curnera im nordöstlichen Gotthardmassiv, ihre Metamorphose und ihre Kalksilikatfels-Einschlüsse. Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 138.
- Biino, G.G. 1994: The pre Late Ordovician metamorphic evolution of the Gotthard-Tavetsch massifs (Central alps): from lawsonite to kyanite eclogites to granulite retrogression. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 74/1, 87-104.
- Bonanomi, I. 1989: Geologie, Petrographie und Mineralogie der Region Nalps-Cavradi. – Diplomarbeit ETHZ.
- Eckardt, P. 1957: Zur Talgeschichte des Tavetsch, seine Bruchsysteme und jungquartären Verwerfungen. Dissertation Zürich.
- Eckardt, P. 1974: Untersuchung von rezenten Krustenbewegungen an der Rhein-Rhone-Linie. Eclogae geol. Helv. 67/1, 233.

- Eckardt, P., Funk, H. & Labhart, T.P. 1983: Postglaziale Krustenbewegungen an der Rhein-Rhone-Linie. *Vermess., Photogramm., Kulturtech.* 2/83, 43–56.
- Fischer, W. 1990: Verschiebungsmessungen im Gebiet Stöckli-Lutersee. *Arbeiten 1975–1990. Inst. für Geodäsie und Photogrammetrie ETHZ, Bericht 175.*
- Keller, F., Wanner, H. & Schneider, T.R. 1987. *Geologischer Schlussbericht Gotthard Strassentunnel. Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 70.*
- Labhart, T.P. 1977: Aarmassiv und Gotthardmassiv. *Sammlung geologischer Führer 63. Schweizerbarth Stuttgart.*
- Labhart, T.P. 1999: Aarmassiv, Gotthardmassiv und Tavetscher Zwischenmassiv: Aufbau und Entstehungsgeschichte. In: *Vorerkundung und Prognose der Basistunnels am Gotthard und am Lötschberg.* S. Löw & R. Wyss (Hrsg.). Balkema Rotterdam, 31–43. Mit separater Karte der Massive 1:200'000.
- Labhart, T.P. 2005: Erläuterungen zum Blatt Val Bedretto des Geol. Atlas der Schweiz. Im Druck.
- Laws, S. 2001: Structural, geomechanical and petrophysical properties of shear zones in the Eastern Aar Massif, Switzerland. *Dissertation ETH Zürich (unpubl.).*
- Lützenkirchen, V. 2002: Structural geology and hydrogeology of brittle fault zones in the Central and Eastern Gotthard massif, Switzerland. – *Dissertation ETH Zürich (unpubl.).*
- Mercolli, I., Biino, G.G. & Abrecht, J. 1994: The lithostratigraphy of the pre-Mesozoic basement of the Gotthard massif: a review. – *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 74/1, 29–40.
- Persaud, M. 2002: Active tectonics in the Eastern Swiss Alps. – *Dissertation Bern (unpubl.).*
- Schaltegger, U. & Quadt, A. 1990: U-Pb zircon dating of the Central Aar Granite (Aar Massif, Switzerland). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 70/3, 361–371.
- Stapff, M. 1880: Generelles geologisches Profil in der Ebene des Gotthardtunnels.- *Spezialbeilage zu den Quartalsberichten des schweizerischen Bundesrathes über den Gang der Gotthardbahn-Unternehmung.*
- Stutz, S. 1989: *Geologie, Petrographie und Mineralogie im Gebiet zwischen Pazolastock und Val Curnera. Diplomarbeit ETHZ.*
- Wyder, R.F. & Mullis, J. 1998: Geologische Resultate der NEAT-Sonderbohrung SB3 – Tujetsch (Sedrun/GR). – *Bull. angew. Geol.* 3, 205–228.
- Wyss, R. 1985: Die Urseren-Zone zwischen Ulrichen und Oberalppass und ihre Fortsetzung nach Westen und Osten. *Dissertation Bern (unpubl.).*
- Wyss, R. 1986: Die Urseren-Zone - Lithostratigraphie und Tektonik. *Eclogae geol. Helv.* 79, 737–767.