

Zur Tektonik der penninischen Decken in Val Malenco

Autor(en): **Staub, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **60 (1919-1921)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594796>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Tektonik der penninischen Decken in Val Malenco.

Von Rudolf Staub, Fex.

(Mit 3 Tafeln.)

(Eingegangen Februar 1921.)

An zwei Stellen der Rätischen Alpen greift das zentral-alpine Penninikum in mächtigen Halbfenstern tiefer als anderswo ins ostalpine Deckenland hinein. Im Norden ist es das Flyschgebiet des Prättigaus, im Süden das kompliziert gebaute Gebirge von Val Malenco. Beide Elemente dringen fast gleich weit in den ostalpinen Deckenkörper vor, und in beiden Gebieten ist die großartige Überlagerung des Penninikums durch die ostalpinen Massen das eindrucksvollste geologische Phänomen, das weithin die ganze Landschaft beherrscht. Scharf tritt der Gegensatz der Formationen zutage: im Norden die leuchtenden Kalkwände des Falknis, der Scesaplana, der Sulzfluhkette, als gewaltige Felsenmauer über den grünen Schieferbergen des Prättigaus, im Süden die eisgekrönten wildzerrissenen Granit- und Diorithörner der Berninakette, dunkle Felsengipfel über den hellen Kalkbändern des Piz Tremoggia, und endlich der düsteren Serpentinwildnis von Malenco. Während aber der Bau des penninischen Fensters im Prättigau nur äußerst schwer zu enträtseln ist, infolge der fast erschreckenden Einförmigkeit seiner Schiefer, offenbart uns Val Malenco dank der Mannigfaltigkeit seiner Gesteine eine überaus reiche penninische Tektonik, und werden die Gebirge von Malenco dadurch zu einem der schönsten Teile der ostalpinen Deckenumrandung Bündens.

Daß die penninischen Decken im Gebiete von Val Malenco ein Halbfenster im ostalpinen Deckenlande bilden, war durch die Untersuchungen von *Zyndel*, *Cornelius* und mir schon seit 1912

bekannt. Der Fenster r a n d, dessen gewaltiger R a h m e n, Berninagebirge und Scalino-Painalegruppe, wurde speziell von Cornelius im Süden, von mir im Norden studiert, und das fruchtbarste Ergebnis dieser Untersuchungen — es waren die ersten seit den klassischen Studien Theobalds — war zunächst die lückenlose Verfolgung der Deckenelemente des Berninagebirges im Norden um das Fenster herum in ihre Wurzeln im Süden. Dies führte weiter zur Aufteilung der alpinen Wurzelzonen des Veltlins in bestimmte Decken des Berninagebirges, und damit zur Bestimmung der Wurzeln der bündnerischen Decken überhaupt, und endlich zu einer Gliederung des Baues der östlichen Alpen; die heute dank den ausgezeichneten Studien der österreichischen Alpengeologen, vor allem durch Hammer, Kober und Furlani, nun auch bis gegen die ungarische Tiefebene hin immer mehr bestätigt wird. Das Fenster von Malenco selber hingegen, insbesondere dessen tieferer Teil, blieb vorderhand unerforscht. Man kannte innerhalb desselben mit Sicherheit nur die Margnadecke, die einstige Rätische, die Vertreterin der Dent-blanchedecke des Wallis, und darunter den Malencoserpentin. Alles andere blieb Vermutung, und die Entzifferung der Tektonik des Fensters eine Aufgabe der Zukunft.

Während des Krieges war an eine Lösung derselben nicht zu denken. Hingegen brachte der letzte Sommer endlich die ersehnte Gelegenheit, Val Malenco, die Disgraziagruppe und besonders auch den gewaltigen Südabfall des Berninagebirges genauer zu untersuchen. Diese Arbeiten sind schon jetzt zu einem gewissen Abschluß gelangt, so daß ich heute bereits über die Tektonik des eigentlichen Fensters genauere Auskunft geben kann¹.

Das Penninikum von Val Malenco zerfällt in zwei große Haupteinheiten: die Margnadecke und die Surettadecke. Erstere bildet den Rand des Fensters, letztere dessen gewaltige Hauptmasse, im besonderen dessen tiefere Teile.

Die Schichtreihe dieser tektonischen Einheiten ist im großen dieselbe wie in den nördlichen Nachbargebieten, Engadin

¹ Über die speziellen Verhältnisse in der Disgraziagruppe siehe: *R. Staub*, Über den Bau des Monte della Disgrazia, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 1921.

und Bergell. Nur nehmen im Mesozoikum der Surettadecke die Ophiolithe, und unter ihnen wiederum die Serpentine, in erdrückender Weise überhand.

Über den altkristallinen Schiefen folgt in der Surettadecke eine wechselvolle Trias, darüber sofort die Ophiolithe von Malenco. Das Altkristallin besteht fast ausschließlich aus grünen Paragesteinen und spärlichen Amphiboliten; Biotitgesteine mit Granat und Sillimanit finden sich lediglich im Westen, am Kontakt mit dem Bergellermassiv; sie bilden dort den alten Sockel der Disgrazia. — Die Trias gliedert sich meist nur in tafelige Quarzite des Buntsandsteins und kalkig-dolomitische Sedimente des Muschelkalks, die in der Mehrzahl der Fälle stark marmorisiert sind. In seltenen Fällen tritt darüber noch ein metamorpher Quartenschieferhorizont hinzu. Die Mächtigkeit der Trias ist großen Schwankungen unterworfen. Zum Teil sind dieselben primär stratigraphischen, zum Teil aber auch tektonischen Ursprungs. Die größte orographische Bedeutung erlangt die Trias am Monte Motta ob Lanzada, wo sie auch schon Studer, Escher und Theobald kannten, dann wiederum an der Cima di Vazzeda, die geringste an der Disgrazia. Zwischen Trias und Ophiolithen findet sich hie und da in normaler Position der Bündnerschiefer, bisher im Serpentinegebiet von Malenco unbekannt, aber nur äußerst selten. So bei Cima Sassa am Monte Motta, südlich Francina in Val Lanterna, östlich Tornadri, dann am Passo d'Uer und an der Bocchetta delle Forbici, in der Disgraziagruppe an der Rocca Castellaccio und zwischen den Alpen Lago und Airale. Die Ophiolithe ihrerseits gliedern sich in Serpentine, Prasinite und Chloritschiefer, daneben spärliche Gabbros, sie füllen den ganzen Raum zwischen der Surettatrias und den überschobenen Gesteinen der Margnadecke. Ihre Hauptmasse bilden die Serpentine von Malenco, das orographisch weitaus bedeutsamste Schichtglied dieser Täler. Deren postliasisches Alter ist durch zahlreiche Funde von kontaktlich veränderten Trias- und Liasegesteinen sichergestellt.

Die Gesteine der Margnadecke sind im großen dieselben wie im Oberengadin, nur fehlen, wie schon lange bekannt, in Val Malenco die Ophiolithe und die oberen Schieferkomplexe

derselben; sie sind durch die hangenden ostalpinen Decken von ihrer natürlichen Unterlage abgeschert und weithin nach Norden bis ins Oberhalbstein und weiter, bis hinaus ins Prättigau und Unterengadin, passiv verfrachtet worden. (P. Platta, Todtalp.)

Gegenüber der Schichtreihe der Surettadecke ergeben sich zum Teil bedeutende Unterschiede. Zunächst zeigt das Altkristallin der Marnadecke gegenüber den mehr einförmigen Schiefen der Malenker Surettadecke eine unvergleichlich größere Mannigfaltigkeit sowohl im ursprünglichen Stoff als auch in dessen Metamorphose. Es sei hier nur an den fast unerschöpflichen Reichtum der Fedoz-Valpelineserie mit ihren alten Marmoren und Kalksilikatfelsen, ihren Gabbros, Kinzigiten und mannigfachen Biotitgesteinen erinnert, jene kristalline Serie, die überall das Tiefste der Decke bildet. Die darüberfolgende Malojaserie besteht aus grünen Ortho- und Paragneisen und Glimmerschiefern wie im Engadin und Bergell, die gegen oben einem deutlichen Horizont von Graphitgesteinen weichen. Dieser Horizont findet sich überall in den oberen penninischen Decken Südbündens in einem ganz bestimmten Niveau unter der Trias; er ist heute mit völliger Sicherheit ins Carbon zu stellen. An mehreren Orten finden sich damit vergesellschaftet dunkle Graphitquarzite, auch Konglomerate und Breccien, daneben hellgrüne Prasinite, zur Seltenheit sogar auch kristalline Marmore. So am Piz Tremoggia. Die darüberfolgenden hellen Sericitschiefer sind wohl als Äquivalente des Verrucano aufzufassen.

Die Trias beginnt mit spärlichen weißen Quarziten, die zum Teil auch rosa gefärbt sind, und wiederum von grünen Sericitschiefern der Malojaserie vertreten werden können. Der darüberfolgende kalkigdolomitische Hauptkomplex der Trias läßt sich zum Teil, wie in Fex und Avers, deutlich gliedern. Sein unterer Teil umfaßt in der Hauptsache graue, oft auch schwarze plattige, wohlgeschichtete Dolomite, während der obere Teil überall aus massigen ungeschichteten gelben und rötlichen Dolomiten, hie und da mit eingeschalteten Rauhwacken, besteht. Diese Dolomite sind teils ganz normal, unverändert, teils aber auch völlig marmorisiert. Besonders schön am Piz Tremoggia,

wo sie von den berühmten Averser Marmoren ununterscheidbar sind. An manchen Orten stellen sich, z. B. westlich der Cime di Musella, zwischen dem oberen gelben und dem untern grauen Dolomit spärliche gelbe Rauhwacken und grüne verglimmerte Tonschiefer, auch Dolomitbreccien, ein, so daß die Gliederung dieser Trias eine ungemein scharfe und direkt an ostalpine Verhältnisse erinnernde wird. Der untere Komplex der grauen Dolomite stellt den eigentlichen Muschelkalk, in der Hauptsache wohl das Ladinien, den Wetterstein, dar, der obere ist der Vertreter des Hauptdolomits, die zwischenliegenden Rauhwacken, Schiefer und Breccien entsprechen den Raiblern. Unter dem grauen Dolomit folgen mancherorts noch graue kristalline Kalke, die dem Anisien zuzuweisen wären, und über dem gelben Dolomit an vielen Stellen grüne Quarzite und hunte Tonschiefer, doch nur in äußerst schwächtigen Lagen, die wir als Äquivalente der Quartenschiefer auffassen können. Diese ausgezeichnete Triasgliederung findet sich lange nicht überall im Gebiet der Margnadecke, doch scheint sie sporadisch über das ganze Gebiet derselben zerstreut. Besonders deutlich ist sie am Piz Tremoggia, zum Teil auch bei Le Prese, dann in der Umgebung von Sils und Fex, und vor allem wieder am Averser Weißberg. Ähnliches findet sich in der Surettadecke auch im Hintergrund von Avers und Madris, während im Malenco diese Dreiteilung nur äußerst selten ist.

Bedeutende Unterschiede gegenüber der Surettadecke in Val Malenco zeigt auch der Jura der Margnadecke. Zwar ist auch hier das Hauptgestein der Bündnerschiefer, doch finden sich in demselben in größerer Verbreitung auch Schichten, die dem Bündnerschiefer der Malenker Surettadecke völlig fehlen. So graublau Tafelkalke, Theobalds „Fexer Blauschiefer“, und grüne Quarzite, dann vor allem die groben Dolomitbreccien, die wir von Fex und Avers her kennen, die typischen Dolinbreccien. In der Surettadecke sind diese neritischen Elemente auf die Gegend zwischen Avers und Splügen, also auf die Stirnregion der Decke beschränkt, sie fehlen bereits dem südlichen Avers, sie fehlen im Bergell und sie

fehlen völlig in Val Malenco. In der Margnadecke hingegen kennen wir sie nun vom Schams und Avers über das obere Engadin und Val Fex bis zurück zum Piz Tremoggia ins oberste Malenk. Dank denselben unterscheidet sich dort der Jura der Margna- ganz beträchtlich von dem der tieferen Surettadecke.

Damit wären die Eigentümlichkeiten der Schichtreihe der penninischen Decken in Val Malenco kurz skizziert.

Tektonisch gliedern wir die Gebirge von Malenco von oben nach unten wie folgt:

1. die ostalpinen Decken: Bernina, Err, Sella;
2. die Schuppenzone der Margnadecke;
3. das Altkristallin der Margnadecke;
4. die Zone des Malencoserpentins;
5. die Surettatrias;
6. die Surettagneise.

Endlich beteiligen sich am Aufbau der Gebirge von Malenco auch noch die jungen Granite und Tonalite des Bergellermassives; sie durchbrechen im Westen überall die beiden penninischen Decken unseres Gebietes; sie sind jünger als dieselben und stehen der ganzen alpinen Tektonik als ein riesiger Fremdkörper gegenüber. Das Bergellermassiv durchstößt als selbständige jüngste tektonische Masse das fertige Deckengebäude der Alpen. Als solche setzt es sich über die gewöhnliche alpine Tektonik hinweg und fällt damit außerhalb unsere heutige Betrachtung¹.

* * *

1. Die **Surettagneise** bilden das tektonisch tiefste Glied des Berninagebirges in Val Malenco. Sie erscheinen in Form mehrerer Fenster in den tiefsten Talgründen zwischen Lanzada, Chiesa und Torre Sta. Maria, ferner in Val Torreggio, und sie bauen endlich im Westen auch den alten Sockel des Disgraziastockes auf. Bis jetzt lassen sich innerhalb der Malencotäler drei solche voneinander wohl getrennte Fenster unterscheiden, dasjenige von Lanzada, das

¹ Hier und im folgenden vergleiche immer die dieser Arbeit beigelegten Tafeln. Daneben wird eine topographische Karte, Blatt XX. des Dufour- oder Überdruck „Berninapaß“ des Siegfriedatlas für das Verständnis sehr nützlich sein

Fenster von St. Anna und dasjenige der Alp Airale. Das Fenster von Lanzada ist das bedeutendste, dasjenige von St. Anna das kleinste. An der Disgrazia bilden die Surettagneise ein mächtiges Gewölbe erster Ordnung, das dem Deckenscheitel der Alpen entspricht und die tieferen Teile des längst bekannten Gewölbes am Passo d'Uer darstellt. Es trennt wie dort das Deckenland im Norden vom Wurzelland im Süden. In Val Sass Pisöl¹ und bei Torre schießen die Surettagneise steil südlich zur Tiefe; sie bilden dort den schmalen Wurzelstiel der Decke. Westlich der Disgrazia werden sie vom Tonalit des Bergellermassives schief abgeschnitten.

2. Die **Surettatrias** umhüllt überall diese tiefste Gesteinsserie, sie bildet überall das normale Liegende der Serpentinzone. Die Westflanke des Monte della Disgrazia zeigt dies mit überzeugender Klarheit. Am Monte Motta ist diese Surettatrias mit ihrer Umgebung in komplizierte Falten gelegt und zu oft gewaltiger Mächtigkeit gestaut, desgleichen östlich Tornadri. Neben den normalen nordwärts überlegten gedrungenen liegenden Falten erkennen wir dort auch jäh aufsteigende senkrechte Gewölbe, die zum Teil sogar nach Süden überkippt sind. Dies besonders am Südrand des Fensters von Lanzada. Nördlich Chiesa ist der ganze Triasmantel von den Gneisen abgeschert und die Serpentine ruhen dann mit einer Rutschfläche direkt auf den Gneisen. Bei St. Anna umhüllt die Trias als ruhiges Gewölbe beidseits des Mallero die Gneise des Fensters, bei den Alpen Lago und Airale hingegen sehen wir dieselben mit ihrer Umgebung neuerdings in wilde Schuppen und Falten gestoßen. Aber hier sind nun dieselben im Gegensatz zu denen am Monte Motta durchwegs nach Süden gerichtet; es sind Rückfalten. Südlich derselben schießen Gneise, Trias und Serpentine steil nördlich in die Tiefe, als schmalgepreßte Wurzelzone der Surettadecke. Die Rückfalten von Airale erklären sich daher durch die allgemeine Unterschiebung der alpinen Wurzeln. Ob Lanzada endlich und auch östlich St. Anna be-

¹ Seitental v. Valle Masino.

obachten wir quere, nordsüdstreichende Falten, die teils nach Osten, teils nach Westen überliegen. Desgleichen, wie schon lange bekannt, auch an der Disgrazia, wo die großen Quersalten des Murettopasses auf weite Strecken alle Gesteine der Region, vom Surettagneis über Trias und Ophiolithe bis hinauf zum Altkristallin der Margnadecke nach Osten überkippen.

3. Die **Zone des Malencoserpentins**, vielfach in sich gefaltet und gestaut, füllt nun den ganzen weiten Raum zwischen der Surettatrias und den überschobenen Massen der Margnadecke. Die erdrückende Hauptmasse bilden die eigentlichen Malencoserpentine, alle andern Gesteine kommen mehr nur sporadisch vor, und je mehr wir im abgewickelten, ausgeglätteten Profil nach Süden gehen, um so mehr verschwinden auch diese letzten Reste anderer Gesteine. Die südlichsten Teile des mesozoischen Faciesgebietes der Surettadecke in Val Malenco weisen nur mehr Serpentine auf. Im nördlichen Malenker Faciesgebiet hingegen, d. h. von der Disgrazia und Lanzada gegen den Murettopaß zu, erscheinen in diesen Serpentinien auch Prasinite, Amphibolite, Chloritschiefer, Bündnerschiefer in größeren Massen.

Amphibolite kennen wir aus Val Sissone, von den Corni Bruciati, vom Cassandragletscher, im Norden bauen sie den Hauptteil der Fornokette auf, Prasinite z. B. vom Monte Motta östlich Cima Sassa, Chloritschiefer, als ausgezeichnete Lavezsteine gebraucht und berühmt, von Pirlo ob Chiesa, ein größerer Bündnerschieferzug zieht, stark metamorph als Ophicalcit entwickelt, aus den Eisgebieten der Val Sissone über die Ventina ins Val Sassa und hinüber nach Val Giumentino, ein anderer findet sich unterhalb Franscia am Weg von Lanzada nach Val Lanterna. Äußerst spärliche Schollen von Bündnerschiefergesteinen finden sich endlich auch im Serpentin des Passo d'Uer, an der Bochetta delle Forbici und der Forcola Fellaria, am Rande des Ophiolithlaccolithen. Meist sind dieselben durch die basischen Gesteine kontaktlich ver-

ändert und zu einer bunten Gesteinsgesellschaft von Silikatmarmoren und Kalksilikatfelsen umgeprägt. Das postliasische Alter der Ophiolithe steht also dadurch sicher.

Im eigentlichen Malencoserpentin finden sich petrographisch recht verschiedene Gesteine. Die Hauptrolle kommt unbedingt den echten Serpentinaen zu, die wohl über 90% des Areales der Malencoserpentine aufbauen. Charakteristisch ist ihr Reichtum an Reliktmineralien, hauptsächlich der Pyroxengruppe, dann vor allem ihre von den normalen Serpentinaen stark abweichende wundervoll kristalloblastische Struktur, verbunden mit einer seltenschönen Kristallisationsschieferung, die durch die Schaffung unzähliger innerer Gleitflächen die hervorragende Faltbarkeit dieser an sich sonst so steifen Gesteine ermöglicht. Daneben aber finden sich im Serpentinegebiet von Val Malenco, makroskopisch von den echten Serpentinaen oft im Handstück kaum zu unterscheiden, metamorphe Vertreter von Pyroxeniten und Hornblenditen, daneben Talkschiefer und, bis jetzt allerdings nur außerhalb der Malencotäler, im Puschlav, der seltene Nephrit. Technisch wichtig sind endlich die ziemlich zahlreichen Vorkommen von Asbest, der an den verschiedensten Punkten des Serpentinegebietes, besonders auf Selva, Quadrata und Canciano im Puschlav, dann in Val Scerscen am Monte Nero, auf Franschia und Alp Giumellino, zum Teil mit Talk zusammen, ausgebeutet wird.

Die Serpentinzone von Val Malenco macht zunächst als Ganzes das Deckenscheitelgewölbe Passo d'Uer-Disgrazia mit. Demzufolge fallen daher deren nördlichen Teile generell mehr oder weniger flach nach Norden, die südlichen nach Süden, die allersüdlichsten endlich schießen als schmaler Wurzelkeil steil nordwärts überkippt zur Tiefe. Daneben aber ist die Serpentinzone sowohl in sich als auch mit ihrer Umgebung ungemein stark verfaltet und verknäuelte. Am Monte Motta greifen Serpentinmulden ein in die Triasfalten des Untergrundes, der Serpentin macht dort auch die Querfalte ob Lanzada mit, und in den Fenstern von St. Anna und Airale ist die Verfaltung der Serpentine mit ihrer Unterlage allgemein und har-

monisch. An den Corni Bruciati, an der Disgrazia, am Pizzo Ventina und Monte Braccia, in der Berninagruppe am Monte Nero, Monte Fellaria, am Sasso Moro, bei Alp Fora beobachten wir herrliche Falten mitten im Serpentin wie anderswo im weichen Bündnerschiefer.

Noch viel großartiger aber ist die Verfaltung des Malencoserpentins mit dem hangenden Komplex, der Margnadecke. Dort dringt der Serpentin von Malenco in Form einer weitausgreifenden, mehrteiligen liegenden Falte von unten tief in den kristallinen Kern der Margnadecke vor; **er wickelt dieselbe weit unter sich ein.** Die altkristallinen Gesteine der Margnadecke werden dabei in Form tiefgreifender liegender Mulden flach unter und zwischen die Serpentine eingekellt. Durch diese eingewickelten Keile von Margnakristallin zerfällt die ganze Serpentinmasse von Malenco in zwei große voneinander meist scharf getrennte Gebiete, eine Serpentinzone unter dem Margnakeil, und eine solche über demselben. Der Serpentin der ersteren ist überall normal nur unter den Margnagesteinen; ich nenne ihn deshalb den „Normalserpentin“; der obere Serpentin hingegen liegt teils unter, teils über Margnagesteinen; er liegt mitten in denselben drin; er ist derjenige, der die Margnadecke unter sich einwickelt; er heiße daher kurz der „Einwicklungsserpentin“.

Zum unteren, normalen Serpentin gehören die Serpentine der Disgraziagruppe südlich der Linie Forbicina — Pizzo Ventina — Passo Ventina — Val Sassersa — San Giuseppe, im Osten des Mallero der Serpentin des Monte Motta. Hier finden wir noch die Bündnerschiefer und Prasinite, die Amphibolite, es ist der nördliche Malenker Faciesbezirk. Der obere, der Einwicklungsserpentin, schließt sich direkt südlich an denselben an; hier herrschen die Serpentine unumschränkt; Prasinite und Bündnerschiefer sind vollständig verschwunden. Dieser obere Serpentin baut in der Disgraziagruppe die ganze ausgedehnte Masse des Monte Braccia, in der Berninagruppe die des Monte Nero, des Monte Fellaria und des Monte Sasso Moro auf. Nach

Osten streicht er in die Berge jenseits Campomoro und weiter zum Passo d'Uer und ins Puschlav. Gegen Norden reicht er bis Alp Fora, wo ihn die Margnagesteine klar umhüllen. Am Monte Sasso Moro hingegen, wenig südlich Alp Musella, schließt er um die letzten Reste des Margnakeiles mit dem normalen Serpentin des Monte Motta zusammen, zu der einheitlichen Serpentinmasse des südlichen Malenco. Im südlichen Berninagebirge können wir also den oberen einwickelnden Serpentin des Monte Nero lückenlos um die Reste des Margnakeiles herum in den unteren normal gelagerten Serpentin des Monte Motta verfolgen, der obere Serpentin hängt mit dem unteren am Monte Sasso Moro noch deutlich zusammen; in der Disgraziagruppe hingegen bildet der obere Einwicklungserpentin am Monte Braccia nur noch eine isolierte Klippe, die allseitig von den Gesteinen des Margnakeiles unterteuft wird.

4. Die **Margnadecke der Malencotäler** zerfällt infolge der oben erwähnten Einwicklung gleichfalls überall in zwei deutlich getrennte Teile: einen oberen, der „normal“ die Serpentine von Malenco als Decke **überall** überlagert, und der über diese Serpentine hinweg in lückenloser Verbindung mit der Wurzel der Decke steht, und einen **unteren** in die Serpentine **eingewickelten** langen **Keil** von kristallinen Gesteinen, der im Süden **blind** im Serpentin endigt.

Am Bau des oberen, normal mit der Wurzel zusammenhängenden Teiles beteiligen sich alle Schichtglieder der Decke von der Série de Valpelline bis hinauf zu den Bündnerschiefern; der untere eingewickelte Keil hingegen besteht zur überwiegenden Hauptsache nur aus kristallinen Gesteinen, und das Mesozoikum tritt ganz zurück.

In den meisten Fällen folgt unmittelbar über oder am Serpentin das tiefste Altkristallin der Decke, die Série de Valpelline. An manchen Orten schaltet sich aber ein typischer Mittelschenkel der Decke ein, meist in Form von Ge-

steinen der Malojaserie, seltener, besonders im Berninagebirge, auch noch ein solcher von Triasquarzit und Dolomit. Malojagneismittelschenkel kenne ich von vielen Stellen an der Basis des normalen Teiles der Decke zwischen Passo d'Uer und Alp Fora, besonders schön an der Fuorcla Fellaria und der Bocchetta delle Forbici, im Einwicklungskeil vom Passo di Ventina, der Alp Campolungo, der Bocchel del Torno und der Alp Musella, zum Teil auch aus den Bergen zwischen Val Ventina und Sissone. Von Triasgesteinen des Mittelschenkels sind besonders zu erwähnen die Vorkommnisse östlich der Forcella d'Entova im normalen Deckenteil, die Triasquarzite zwischen Malojagneisen und Malencoserpentin nahe der Muldenumbiegung des Einwicklungskeiles südlich der Alp Musella am Monte Sasso Moro und endlich die Quarzite und Dolomite der Bocchel del Torno.

Wir verfolgen nun zunächst die Basis der Margnadecke aus den Wurzeln herauf in die Deckenregion des Berninagebirges und durch die Wirnisse der Malencotäler und der Disgraziagruppe hinaus bis zum Murettopaß. Auf der Linie Val Torreggio — Torre — Alp Cavaglia — Alp Aquanera steigen die altkristallinen Schiefer der Margnadecke steil aus ihrer Wurzel empor. Am Pizzo Scalino und am Cancianopaß legen sie sich flach nördlich über die Serpentine von Malenco und Canciano hinweg, und um deren östliches Ende verfolgen wir sie lückenlos in die Berninagebirge hinein, von Selva im Puschlav über die Motta d'Ur, die unteren Teile des Corno delle Ruzze, die Sassi Bianchi, die Fuorcla Fellaria und Bocchetta delle Forbici bis hinüber zur Forcella d'Entova und zum Piz Tremoggia. Überall auf dieser ganzen Strecke überlagern die alten Margnagesteine als gewaltige Decke, wenn auch meist nur in schmalem Zuge, die tieferen mesozoischen Serpentine von Malenco. Nördlich der **Alp Fora** jedoch biegt die Serpentinengrenze plötzlich **scharf nach Süden** um, und nun verfolgen wir die Margnagesteine weithin **unter** den Serpentinien des Monte Nero, die in der Hochregion eben noch die normale **Unterlage** der Decke

gebildet hatten, zurück bis in die Gegend des Monte Motta. Sie bauen die unteren Gehänge des oberen Malenk von Chiareggio bis nach San Giuseppe auf. An der Bocchel del Torno sehen wir diese Margnagesteine von unten keilförmig in den Serpentin eindringen, und fast hat es hier den Anschein, sie überdeckten denselben wie im Norden auch, aber östlich des Passes sehen wir die Margnagesteine von neuem weithin flach überdeckt von der Hauptmasse der Serpentine am Monte Nero. Am **Monte Sasso Moro**, wenig südlich Alp Musella treffen wir den **Margnakeil** als die Fortsetzung der Gesteine der Bocchel del Torno von neuem, und hier nun sehen wir ihn deutlich, in vollster Klarheit **tief unter die Serpentine des Sasso Moro-Gipfels hineintauchen**, und über den Monte Fel-laria und den Monte Nero verfolgen wir diesen oberen Serpentin wiederum lückenlos bis hinüber zur Alp Fora.

Südlich Alp Musella aber schwenkt dieser obere Serpentin in spitzer mehrteiliger Biegung scharf um das spitze Ende der Margnagesteine herum, **der Margnakeil wird hier allseitig vom Serpentin umschlossen**. Die Biegung streicht nordöstlich in die Wände von Val Campomoro hinein. Und nun verfolgen wir wiederum die normal gestellte Basis der Decke: Serpentin unten, Altkristallin oben, bis hinaus zum Murettopaß. Aber der Weg ist ein langer und komplizierter. Vom Westfuß des Sasso Moro bei Alp Musella sinkt die Deckenbasis zunächst steil zum Ausgang der Val Scerscen hinab, steigt jenseits derselben wiederum stark in die Höhe und erreicht wenig südlich des Passo Campolungo den Kamm des Monte Motta. Bei San Giuseppe im Tale des Mallero treffen wir sie wieder, und nun verfolgen wir sie quer durch die wilden Gebirge der zentralen Disgraziagruppe über die Alpen Girosso und Pradaccio zurück nach Val Sassersa, hinauf zum Passo Ventina, und über Val und Pizzo Ventina hinüber nach Forbicina bei Chiareggio. Über Alp Vazzeda und Alpe della Valle erreicht sie endlich den Murettopaß. Zwischen Passo Ventina und Lago Pirola ist auf dem eingewickelten Mar-

gnakeil auch die obere Serpentinmasse, diejenige des Monte Nero, als mächtige Platte erhalten geblieben. Es ist die gewaltige Klippe des Monte Braccia.

Zwischen den Amphiboliten des Murettopasses, den Serpentina des Monte della Disgrazia und des Monte Motta einerseits, jenen des Monte Nero-Sasso Moro-Monte Braccia andererseits greifen also die Margnagesteine in Form eines kompliziert gebauten Einwicklungskeiles vom Piz Fora her weit in die Malencotäler zurück. Das Ausmaß der Einwicklung beträgt ca. 8 km.

Der eingewickelte Margnakeil liegt aber keineswegs ruhig und flach zwischen den beiden Serpentinmassen, wie es im Großen zunächst den Anschein hat. Derselbe ist vielmehr vielfach sowohl mit dem Liegenden wie mit dem Hangenden verfaltet, und endlich wird dieses ganze verwickelte Falten-system noch von heftiger Querfaltung ergriffen.

So sehen wir oft die obere Serpentinmasse des Monte Nero-Monte Braccia muldenförmig tief in die Margnagesteine eingefaltet, wie wenn sie das normale Hangende derselben wäre, und umgekehrt erscheint der Margnakeil oft steil aufgerichtet zwischen den Serpentina, wie wenn er deren normale Unterlage wäre. Nur die vollständige Verfolgung aller dieser Gneismassen durch das ganze Disgrazia- und Berninagebirge hindurch bis hinaus zur einheitlichen Masse der Margnadecke am Piz Fora und Murettopaß bewahrt uns hier vor Irrtümern schwerster Art. Die Komplikationen werden zum Teil ganz ungeheuerlich. Da sehen wir zum Beispiel bei Alp Fora die Margnagesteine tief eingewickelt unter den Neroserpentin, wenig weiter südlich aber in der Gegend von Senevedo wickelt der eben selbst eingewickelte Margnakeil den Serpentin, der ihn eingewickelt hat, ein. Das Einwickelnde wird hier vom Eingewickelten abermals eingewickelt, und wir haben also hier doppelte Einwicklungen. Dasselbe Phänomen einer Einwicklung der Einwicklung beobachten wir südlich des Monte Nero an der Bocchel del Torno, und Ähnliches in der muldenförmigen Einsenkung der verkehrten Bracciaklippe in den Margnakeil.

Das südliche Ende des eingewickelten Margnakeiles ist fast durchwegs steil aufgerichtet. So im Gneiszug des Pizzo Ventina — Passo Ventina — Val Saspersa, so auch am Monte Sasso Moro. Diese allgemeine Aufrichtung ermöglicht uns nun einen guten Einblick in das Streichen der Falten, die diese Einwicklungen bedingen. Dasselbe verläuft keineswegs einfach Ost-West, wie es zunächst den Anschein hatte, sondern erfährt im Verlaufe von West nach Ost mannigfache Knickungen und Biegungen. Die Verbindung der Endpunkte des aufgerichteten Margnakeiles in der Disgrazia- und Berninagruppe ergibt eine Linie, die zunächst aus Val Sissone in ost-südöstlicher Richtung über den Passo Ventina nach Val Saspersa, von hier jedoch in beinahe nordöstlicher Richtung zum Sassomorokeil verläuft. Daraus ergibt sich für die Disgraziagruppe im Großen ein Faltenstreichen Ost-Südost, für die südliche Berninagruppe hingegen ein solches in nordöstlicher Richtung. Das heißt mit andern Worten der Serpentin des Monte Nero streicht **nicht** in den des Sasso Moro und weiter nach Osten den des Passo d'Uer hinein, sondern die streichende Fortsetzung des Monte Nero liegt tief begraben unter den mächtigen Decken des Berninagebirges, etwa in der Gegend unter dem Pizzo di Verona und dem Piz Palü. Die Serpentine des Passo d'Uer gehören in die Wölbung des Fensters von Lanzada, und die Einwicklungsstirn der Serpentine bei Alp Fora streicht unterirdisch in der Richtung auf Piz Roseg und Piz Bernina weiter.

Dieses schiefe Faltenstreichen erklärt uns nun auch verschiedene Merkwürdigkeiten im Bau des südlichen Berninagebirges. Zunächst wird ohne weiteres verständlich, daß der obere Einwicklungsserpentin des Monte Nero westlich der Alp Fora so rasch verschwindet. Seine Stirn weicht eben schon primär stark nach Südwesten zurück.

Dann aber erklärt sich nun auch das bis jetzt so rätselhafte, östlich des Piz Fora immer gewaltiger werdende Ausdünnen der Margnadecke. Es blieb doch immer erstaunlich, daß die im Oberengadin so mächtige Decke östlich

des Piz Fora über den Piz Tremoggia gegen den Passo d'Uer zu immer dünner und schmaler wurde, und bisher mußte man wohl oder übel an eine großartige Mächtigkeitsschwankung im Streichen der Decke denken, man kam zu der Vorstellung, die Margnadecke dünne sich gegen Osten im Streichen aus. Diese Ausdünnung konnte nur mit einer verstärkten Auswälzung durch die ostalpinen Decken im Osten erklärt werden, und da dieselbe gegen Westen zu immer mehr abnahm und der normalen Entwicklung der Decke Platz machte, wäre dadurch ein gewisses Argument für einen Ost-Westschub gegeben gewesen. Ein solcher aber ließ sich wegen anderen schwererwiegenden Tatsachen, wie vor allem der Wurzelverbindung, nicht aufrechterhalten. So blieb das Ausdünnen der Margnadecke gegen Osten vorderhand ein Rätsel.

Das schiefe, nordöstlich gerichtete Faltenstreichen im Gebiete des südlichen Berninagebirges lehrt uns nun aber, daß dieses Auskeilen der Margnadecke nicht im Streichen, von West nach Ost, sondern quer zu demselben, in der Richtung von der Stirn der Decke gegen deren Scheitel und Wurzel hin, also von Norden gegen Süden zu, erfolgt. Die streichende Fortsetzung der mächtigen Gneismassen des Piz Fora ist **nicht** an der Forcella d'Entova oder an der Bocchetta delle Forbici oder gar am Passo d'Uer zu suchen, sondern dieselbe liegt, wie das Streichen der Einwicklungsfalten deutlich zeigt, viel weiter im Norden unter den gewaltigen Massen der ostalpinen Decken, etwa unter dem Piz Roseg. Die streichende Fortsetzung der „Forcella d'Entova“ liegt nicht am Piz Fora, sondern weit südlich davon in der Luft, abgewittert, sie müßte hoch über dem Lago Pirola liegen; und die Fortsetzung der Gesteine der Bocchetta delle Forbici und der Fuorcla Fellaria führt uns noch weiter nach Süden, etwa in die Gegend über dem Monte Braccia. Die schmale Zone der Margnadecke am Passo d'Uer ist nicht zu verbinden mit der mächtigen Gneismasse am Piz Fora und Tremoggia, sondern

ihre Fortsetzung liegt hoch in der Luft über den Gipfeln der Disgrazia.

Die Margnadecke keilt also keineswegs im Streichen aus, sondern sie verdünnt sich gegen Süden, gegen den Deckenscheitel hin. Im Westen, am Piz Fora treten bedeutend nördlichere Teile der Decke ans Tageslicht als im Osten am Passo d'Uer, Teile, die dort tief unter den ostalpinen Decken des Berninapasses begraben liegen. Der Wechsel in der Mächtigkeit der Decke ist daher nicht eine Erscheinung des Längs-, sondern eine solche des Querprofils. Große Mächtigkeit im Norden, kleine im Süden. Auch das ist heute völlig verständlich. Die große Mächtigkeit der Decke findet sich vor der gewaltigen Serpentin stirn der Einwicklungsfalte, und zum Teil auch unter derselben, die schmale, stark ausgedünnte und zum Teil auch enorm gestreckte Zone hingegen auf dem flachen Rücken derselben. Das Maximum des Ausdünnens liegt im Gebiet des Deckenscheitels, gegen die Wurzel hin gewinnt die Decke abermals an Mächtigkeit.

Ein Phänomen erschwert die Deutung dieser tektonischen Wirrnisse der Malencotäler um ein Weniges, das ist die Quersfaltung der ganzen Region.

Dieselbe ist wie am Murettopaß, an der Margna, in Val Fedoz und an der Disgrazia gegen Osten gerichtet. Die Quersfalten liegen gegen Osten über, der sekundäre Schub, der sie erzeugte, kam von Westen. Dank einer solchen Quersfalte wird nun bei der Alp Fora der obere einwickelnde Serpentin des Monte Nero, der sonst auf weite Strecken flach über den eingewickelten Margnagesteinen liegt, steil gestellt und gegen Westen unvermittelt in die Luft hinausgehoben. Die darunter erscheinenden Gneise des eingewickelten Margnakeiles stellen sich gleichfalls senkrecht. Sie bilden die unteren Teile des Piz Fora. Auf diese Weise streicht die Einwicklungsstirn der Malencoserpentine nicht mehr über die Südhänge des Piz Fora weiter, als schmales Serpentinband zwischen oberen und unteren Gneisen, wie erwartet werden müßte, sondern ihre Fortsetzung liegt dank der Quersfalte hoch in der Luft. Der Serpentin bricht in Val

Forachetta plötzlich ab; er richtet sich steil auf, und seine westliche Fortsetzung suchen wir heute vergebens. Hingegen ist seine Stirn noch weiterhin deutlich abgebildet in den sie umhüllenden Margnagesteinen. Das gewaltige Scharnier im Gabbro ob dem Piano dell'Oro verrät uns die Existenz dieser Stirn, auch ohne daß wir sie heute im Serpentin noch sehen können.

Durch die gleiche Querfalte, die den Serpentin des Monte Nero bei der Alp Fora gegen Westen hoch in die Luft hinaushebt, gelangt derselbe jenseits des Mallero vom Eingang der Val Orsera plötzlich auf die Höhe der Bracciamasse. Oder, um es umgekehrt zu sagen, die Serpentine der Bracciamasse werden durch die ostwärts überliegende Querfalte plötzlich bis ins Tal des Mallero versenkt. Aus der so markierten Depression steigen dann die Axen von neuem gegen Osten an, zur Kulmination von Lanzada, hier nun in mehreren kleineren gegen Westen überkippten Querfalten, die sich an Trias und Serpentin des Monte Motta kundgeben.

Damit wären die Komplikationen zwischen Malencoserpentin und dem altkristallinen Kern der Margnadecke in der Hauptsache skizziert, und wir können nun übergehen zum normalen, nicht eingewickelten Teil der Margnadecke, d. h. der Zone Muretto-Tremoggia-Passo d'Uer. Deren Bau ist im großen ja bereits aus früheren Mitteilungen bekannt; ich möchte nur einige besondere Punkte anführen.

Wichtig ist zunächst die Feststellung der Fedoz-Valpelline-Serie in der ganzen Zone zwischen Piz Tremoggia und Passo d'Uer, wichtig auch deren Entdeckung in der Wurzel. Hierher gehören zum Beispiel die „kontaktmetamorphen“ Marmore und Kalksilikatfelse der Bocchetta delle Forbici und der Fuorcla Fellaria, die unteren Marmorzüge unter dem Piz Tremoggia und Sasso d'Entova, wo die alten Marmore zum Teil gewaltige Mächtigkeiten erreichen, dann die Marmore der Fuorcla Chapütsch und des Piz Fora, des weiteren die dunkelrostbraun anwitternden Glimmerschiefer überall unter dem Malojagneis vom Passo Tremoggia bis zum

Passo d'Uer, und damit zusammen Amphibolite und Biotitgranatgesteine. Sichere Andalusitschiefer, ähnlich denen der Cavloccio- und Murettoegend, fehlen bis jetzt; hingegen können gewisse Glimmerpseudomorphosen nach Andalusit, zum Teil auch Cordierit, in manchen hierher gehörigen Gesteinen erkannt werden. So an der Bocchetta delle Forbici, so in der Wurzelzone am Pizzo Palino. Dies wirft auch neues Licht auf die Entstehung der Andalusite der Cavlocciogegend. Dieselben sind wie die eben erwähnten Andalusite alt; sie sind nicht erst am Kontakt mit dem Bergellermassiv entstanden, sondern nur durch dessen wärmenden Einfluß gut erhalten geblieben. Sie waren überall in dieser Gesteinszone von einer älteren vortriadischen Metamorphose her bereits vorhanden, sind aber überall außerhalb des Temperaturbereiches des jungen Massives bereits so stark umgewandelt worden, daß in der Hauptsache nur mehr ihre Glimmerpseudomorphosen erhalten geblieben sind. Die **Bildung** der Andalusite ist ein Vorgang der **älteren** allgemeinen regionalen **Katametamorphose** der vortriadischen Zeiten, deren **spezielle Erhaltung** in der Muretto-Cavlocciogegend jedoch verdanken wir, so scheint es wenigstens heute, der wärmespendenden Nachbarschaft des **Bergellermassivs**.

Zwischen die eigentliche marmorführende Fedozserie und die Malojaorthogneise schaltet sich am Monte dell'Oro ein gewaltiger Gabbrolaccolith ein. Derselbe Gabbro bildet auch in Val Fedoz die Unterlage des Malojagneises. Fast überall ist er, wie sein Analogon im Wallis, in prachtvolle grobkörnige Zoisitamphibolite umgewandelt. Hie und da führt er auch metamorphe Vertreter noch basischerer Glieder, wie Serpentine und Talkschiefer. Daß diese basische Gesteinsserie, wie zunächst naheliegend wäre, noch mit der Ophiolithintrusion des Mesozoikums, also mit den Malencoserpentinien, in irgendwelchem genetischen Zusammenhang steht, ist ganz unsicher. Diese Gesteine sind auf das Innigste mit dem Altkristallinen, und nicht mit dem Bündnerschiefer verknüpft, und sie sind mit demselben in kompliziertester Weise verfaltet, wie eine Menge trefflicher Schar-

niere zeigt. Ich neige daher heute vielmehr zu der Vorstellung, diese Gabbros der Fedozserie seien die basische Fraktion der Malojagneise, d. h. eine basische Differentiation des Magmas, dessen saurere Teile die Malojaorthogneise lieferten. Der Fedozer Gabbro bildet aber in der Hauptsache vom Malojagneis getrennte Laccolithen. Man kann sich nun aber gut vorstellen, daß ein intermediäres Magma, das zur Zeit des jüngeren Paläozoikums in die Grenzregion zwischen Fedoz- und sedimentogener Malojaserie eindrang, dieselbe in **mehreren** Laccolithen erfüllte. In den **tieferen** sammelten sich die **schwereren basischen** Glieder desselben, sie erstarrten dort zu **Gabbros** und **Peridotiten**, seltener noch Dioriten, in die **höheren** Laccolithen wanderten in der Hauptsache nur die **leichteren saureren** Magmen, sie kristallisierten dort als **Granite**. Durch die späteren Metamorphosen wurden die Gabbros und Peridotite zu Zoisitamphiboliten und Serpentinien umgeprägt, die Granite zu den grünen Orthogneisen der Malojaserie. Die heutige Verteilung dieser alten Eruptiva spricht stark für eine solche Annahme, desgleichen auch gewisse fast unmerkliche Übergänge der beiden Gesteinstypen an manchen Orten (z. B. Lago Palu).

Tektonisch gehört der Gabbro in der Hauptsache zum einheitlichen Deckenkern im Süden; im Norden scheint er vorderhand auf den mittleren Hauptlappen der Decke, den Malojalappen, beschränkt zu sein. Im Fexerlappen ist er noch nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen. Die größte Rolle spielt der Gabbro am Monte dell'Oro, in Val Fedoz, in der Margnadecke der Disgraziagruppe besonders in der Unterlage des Monte Braccia, dann am Passo Campolungo und endlich wiederum in der Wurzelzone der Decke, wo er sowohl in der Kette des Monte Aquanera wie auch im obersten Valle Masino größere Bedeutung erlangt.

Westlich des Passo Tremoggia besteht der Kamm nur aus altkristallinen Gesteinen der Decke. Malojagesteine bilden den Monte Muretto, die oberste Gipfelkappe des Piz Fora,

den Hügel westlich des Passo Tremoggia, und die untere Basis des eigentlichen Piz Tremoggia, der Gabbro der Fedozserie den Monte dell' Oro, die eigentliche Marmorbiotitschieferserie von Fedoz die Hauptmasse des Piz Fora und den Chapütschpaß, im Osten die Unterlage der Tremoggia-d'Entovakette, im Süden unter anderem den Monte Senevedo, Teile des Pizzo Palino, des Monte Aquanera und der Wurzelzone in Val Torreggio. Östlich des Passo Tremoggia und am Sasso d'Entovagrät sind diese Serien ähnlich wie an der Margna nochmals unter sich verfaltet, und ob dem Piano Tremoggia ist dieser einheitliche Deckenkern sogar nochmals durch eine Triaseinfaltung geteilt.

Am Westabsturz des Piz Tremoggia setzt nun die gewaltige **Schuppenzone** ein, die wir vom Avers, Oberengadin und Fex her schon lange kennen. Die Komplikationen innerhalb derselben sind ungeheuer. Meist folgen über den letzten zusammenhängenden altkristallinen Gesteinen der Decke, die ich dem Permocarbon zuweisen möchte, zwei bis drei Triasbänder, mit Quarziten, Dolomiten, Rauh- wacken, auch Quartenschiefern, damit zusammen dünne Lagen von grauen und blauen Tafelkalken und schwächtigen Liasbreccien, immer durch Malojagesteine voneinander getrennt, dann eine gewaltige Schuppe von Gneis, schwächtiger Trias mit Rauh- wacken und überaus mächtigem Bündnerschiefer, darüber, oft direkt, hie und da aber auch mit einer schmalen Gneislamelle als Zwischenlage, und mit der liegenden Bündnerschiefermasse verfaltet, ein mächtiger Dolomitzug, hin und wieder von Liasbreccien in Dolin- facies begleitet, darüber endlich, meist mit scharfer Grenze, die Casannaschiefer und Banatite der ostalpinen Decken¹.

Diese Dreiteilung der Schuppenzone, unten die Gneis-Triasschuppen, in der Mitte die Bündner- schieferzone, darüber endlich die große Trias- masse, gilt im ganzen Gebiet zwischen Passo Tremoggia und

¹ Vergleiche die Ansicht des Piz Tremoggia auf Tafel I, die mir Alb. Heim in freundschaftlichster Weise, meisterhaft wie immer, nach meinen Angaben gezeichnet hat. Für diese schöne Gabe spreche ich ihm hiermit meinen herzlichsten Dank aus.

Passo d'Uer. Sie gilt, wenig modifiziert, auch für Fex. Besonders deutlich ist sie am Piz Tremoggia und am Sasso d'Entova. Der Gipfel des Piz Tremoggia besteht aus der gewaltigen Dolomitschuppe der mächtigen oberen Triasschuppe; an seinem Nordhang finden sich, bis jetzt einzig im ganzen südlichen Berninagebirge, die Liasbreccien. Es ist derselbe Zug, den wir von Grialetsch im vorderen Fextal kennen. Darunter besteht der ganze Sockel des Berges, jene schwarze Wand, die schon von Fex aus so auffallend vom gelben Gipfel-dolomit absticht, und die bisher für Gneis gehalten wurde, aus typischem Bündnerschiefer. Es ist die Fortsetzung desjenigen von Marmorè und Sils Maria. Dieser Bündnerschiefer baut südlich des Piz Tremoggia den ganzen Gipfelkopf des Pizzo Malenco auf. Am Nordgrat des Sasso d'Entova streicht er in die Luft und darunter treten nun die mannigfachen Gneis-Triasschuppen an der Basis der Margnadschuppenzone hervor. Sie bilden, an Mächtigkeit gewinnend, den Gipfel des Sasso d'Entova und sind von ihm aus unter den Bündnerschiefern des Pizzo Malenco und Piz Tremoggia bis wenig ob den Tremoggiapaß zu verfolgen, wo sie nach Fex hinüberschwenken und im Eise des oberen Fexgletschers verschwinden.

Im Osten treffen wir die mächtige Triaskappe des Piz Tremoggia als gelbe Felseninsel mitten im unteren Scerscen-gletscher. Sie bildet weiter den Gipfel von P. 2940, und darunter erscheinen dort wie am Tremoggia zunächst die Bündnerschiefer, dann die Triasschuppen und endlich der stark ausge-walzte dünne Kern der Decke. Im Profil Bocchetta delle Forbici-Cime di Musella treffen wir dasselbe, und im Hintergrund der Val Campomoro ist dieser ganze in seiner Gliederung noch wohl erkennbare Komplex auf wenig mehr als 30 m reduziert. Aber trotz dieser enormen Komplikationen sind in diesen wilden Schuppenzonen doch noch deutliche Reste normaler liegender Falten mit Stirnbiegungen, mit Mittelschenkeln und Faltenkernen oft ausgezeichnet erhalten.

Über dieser Schuppenzone der Margnadecke folgt im Berninagebirge direkt das Altkristallin der ostalpinen Decken. Zunächst die Casannaschiefer und Monzonite der Sella, darüber,

E F. Fex-Scerscen Piz Tremoggia Passo Tremoggia Fuorcla Chapütsch W



Mortel
cotschen

Crap da
Chütern

Fex-
Crasta

Beob. R. Staub, 1919.

Gez. Alb. Heim, 1921.

Piz Tremoggia, 3452 m, gesehen von Fex-Platta

1 = Fedozserie 2 = Malojaserie 3 = Trias 4 = Dolinbreccie 5 = Bündnerschiefer

durch Rauhdecken getrennt, die Casannaschiefer und Gneise der Errdecke, und als Höchstes endlich, alles andere hoch überragend, die gewaltigen Dioritmassen der Bernina. Am Piz Argient und Zupò, an der Crast'agüzza, am Piz Bernina und Cambrena, am Piz Tschierva sind diese sonst so starren Eruptivgesteine zu einem großartigen nordwärtsbewegten Faltenbau zusammengestaut, ähnlich dem in den Graniten der Dentblanche im Wallis (s. Tafel III).

Südlich des großen Serpentinegebietes von Malenco, in den Wurzelzoneñ, wiederholt sich dasselbe Bild. Cornelius hat jene Gebirge ausgezeichnet geschildert und ich kann daher zur näheren Orientierung auf seine Studien verweisen. Hier sei deren Bau daher nur skizzenhaft gestreift.

Über den Serpentin folgt zunächst hie und da ein Mittelschenkel von Trias, so beispielsweise in der Gegend der Alp Aquanera, des öfteren aber eine ganze Schuppenzone von Kristallin der Malojaserie, Trias und Lias, die im großen einen solchen Mittelschenkel dokumentiert. Darüber die einheitliche Série de Valpelline, die Fedozserie, mit Gabbros, Biotitgesteinen, Marmoren, z. B. nördlich des Monte Aquanera, in dessen Nordwand, und in Val Torreggio, darüber der Großteil der eigentlichen Malojaserie. Fedoz- und Malojaserie sind in den Bergen der Scalino-Palinokette mehrfach verfaltet. Gegen Süden und Westen stellen sie sich immer steiler, bis sie endlich beidseits des Mallero bei Torre Sta. Maria und weiterhin in Val Torreggio und Val Saß Pisöl streng isoklinal zur Tiefe schießen. Ihre obersten Teile aber weichen in gewaltiger Rückfalte nach Süden aus.

Das höchste Penninikum bildet auch hier die Schuppenzone der Margnadecke. Es ist der Zug mesozoischer Linsen, der vom Pizzo Scalino über Passo Forame, Alp Lavigiola und Valle Dagua nach Val Torreggio und zum Monte Arcoglio zieht. Darüber folgt direkt, wie man dies zum Beispiel am Aquanerakamm sehen kann, der typische porphyrtartige Banatit oder aber die Casannaschiefer und Gneise der Selladecke.

Damit haben wir den Bau der penninischen Decken in Val Malenco in der Hauptsache skizziert.

Überblicken wir nun den Bau der Gebirge im mittleren Malenco nochmals, so ergibt sich als großartigstes geologisches Phänomen die gewaltige Einwicklung der Margnadecke in den Malencoserpentin. Dieselbe offenbart uns mit seltener Klarheit das weitere Fortdauern der gebirgsbildenden Bewegungen in der Tiefe, zu einer Zeit, wo die höheren Teile des Gebirges tektonisch schon längst zur Ruhe gekommen, tektonisch abgestorben waren. Die Bewegung stand aber auch nach dieser großen Einwicklung noch immer nicht still, sie zog sich nur weiter in die Tiefen zurück, und jenen noch tieferen Bewegungen endlich verdanken wir jenes ganz einzigartige Phänomen der abermaligen Einwicklung des eben noch einwickelnden Gebirgsteils durch den soeben noch selbst eingewickelten, und endlich jene grandiose innige Verfaltung und Verknäuelung des Ganzen, in der wie selten anderswo der Mangel an seitlichem Ausweichen sich in einer fast allseitig gerichteten Kleinfaltung Ausdruck verschaffte.

Zum Schlusse sei noch kurz auf die tiefere Bedeutung dieser Einwicklungen in Malenco für die Gesamttektonik Bündens hingewiesen.

Diese Einwicklungen in Val Malenco spielen in der Tektonik ganz Bündens eine hervorragende Rolle. In ihnen erkennen wir den Motor aller jener kleineren Phänomene gleicher Art bis hinaus ins Prättigau. Durch den Vorstoß der Serpentine von Malenco in die Margnadecke hinein wurden der Reihe nach die darüberliegenden Decken nochmals mit elementarer Gewalt nach Norden gedrängt, die tieferen stärker, die oberen immer schwächer, dadurch bohrten sich die tieferen Decken jeweils immer von unten in die höheren ein und erzeugten so alle jene kleineren Einwicklungen und Deckenverfaltungen, die wir heute

aus Mittel-, Nord- und Ostbünden zur Genüge kennen, vom Oberengadin und Bergell über das oberste Oberhalbstein und den Albulapaß, Madulein, die Fuorcla Tschitta, und den Chavagl grond bis hinaus zum Davoser See und hinab nach Schuls.

Auf diese Weise wird die Tektonik der Penninischen Decken in Val Malenco zu einem hochbedeutsamen Faktor in der Geologie der gesamten rätschen Alpen.

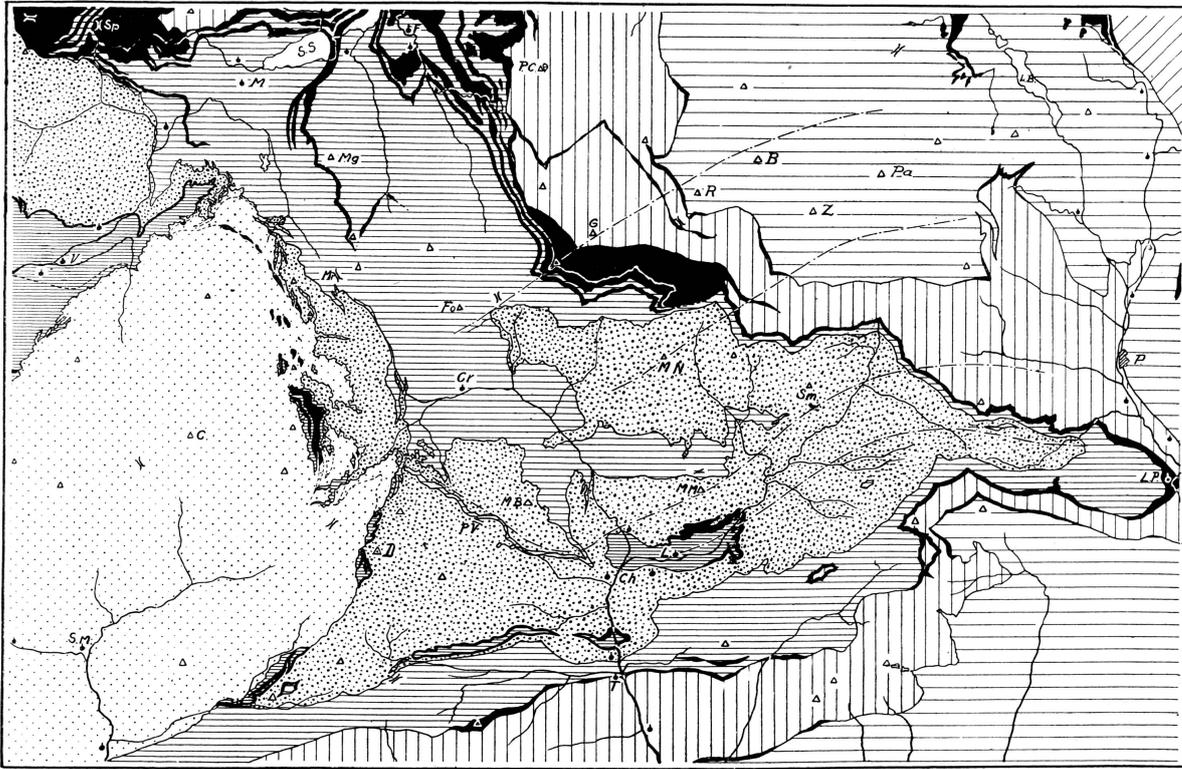
Hauptsächliche Literatur.

1. *H. P. Cornelius*, Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. XL. 1915.
2. *R. Staub*, Zur Tektonik des Berninagebirges. Viertelj. Naturforschende Ges. Zürich. 1914.
3. — Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Id. 1915.
4. — Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Ebenda 1916.
5. — Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. Geol. Schweiz, 1916.
6. — Tektonische Karte der südöstlichen Schweizer Alpen. Ebenda 1916.
7. — Über Faciesverteilung und Orogenese in den SE-Schweizer-Alpen. Ebenda 1917.
8. — Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Ges. im Oberengadin und Puschlav. Eclogae Geol. Helv. 1917.
9. — Das Aequivalent der Dentblanchedecke in Bünden. Viertelj. Nat. Ges. Zürich 1917.
10. — Geologische Beobachtungen am Bergeller Massiv. Ebenda 1918.
11. — Über das Längsprofil Graubündens. Ebenda 1919.
12. — Über den Bau des Monte della Disgrazia. Ebenda 1921.
13. *G. Theobald*, Die südöstlichen Gebirge von Graubünden. Beitr. Geol. Karte der Schweiz, Lief. III. 1866.
14. — Geologische Karte der Schweiz, Blatt XX. 1866.
15. *F. Zyndel*, Über den Gebirgsbau Mittelbündens. Ebenda 1912.

Erklärungen zu Tafel II.

Sp. Septimer	P. C. Piz Corvatsch	Ch. Chiesa
V. Vicosoprano	G. Piz Glüschaint	T. Torre Sta. Maria
C. Cima di Castello	Cr. Chiareggio	L. P. Le Prese
S. M. San Martino	D. Monte della Disgrazia	P. Poschiavo
S. S. Silsersee	P. V. Passo Ventina	Pa. Piz Palü
M. Maloja	M. B. Monte Braccia	Z. Piz Zupò
Mg. Margna	M. N. Monte Nero	R. Piz Roseg
Mr. Muretto	S. M. Monte Sasso Moro	B. Piz Bernina
F. Fex-Platta	M. M. Monte Motta	
Fo. Piz Fora	L. Lanzada	

Von Rudolf Staub 1920/21.



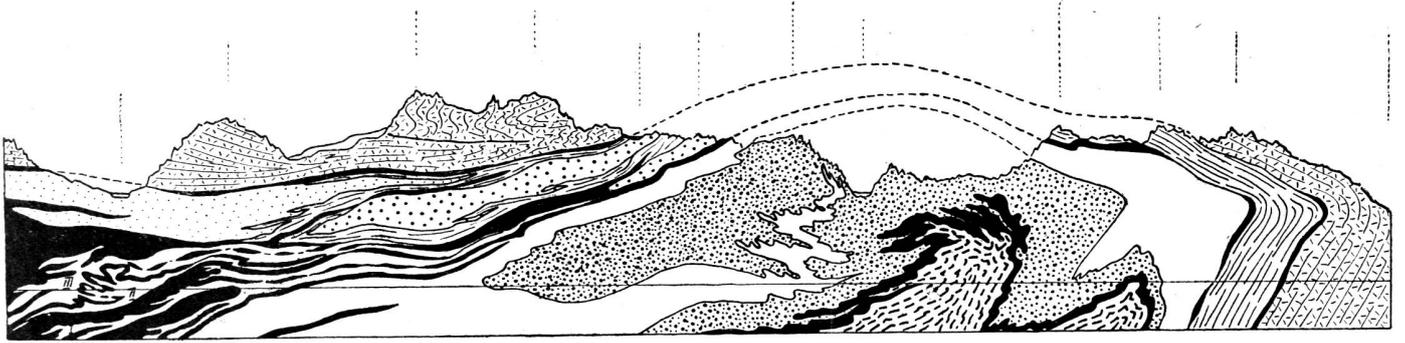
Legende:

- Mesozoikum i. A.
- Bündnerschiefer und Ophiolite v. Avers-Malenco
- Altkristallin**
- Campodecke
- Bernina-Languarddecke
- Err-Selladecke
- Margnadecke (i. S. z. T. inkl. Trias-Liaslinsen)
- Tambo-Suretta- und Adladdecke
- Bergellermassiv

Schematische Querprofile durch das südliche Berninagebirge und Val Malenco

Von Rudolf Staub, 1920/21.

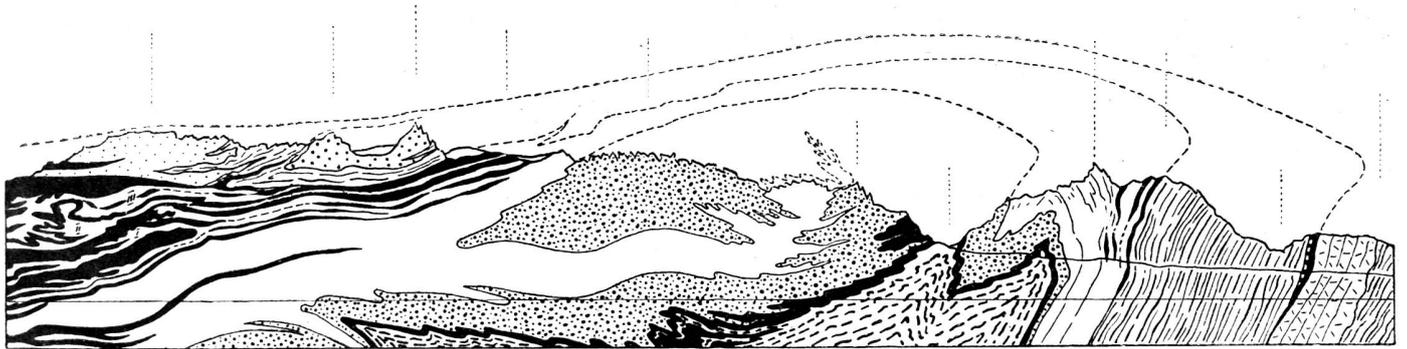
Val Roseg Piz Tschierva Piz Bernina Piz Argient Cime di Musella Monte Sassomoro Pizzo Scalino Pizzo Calino Val Fontana
 NNW Passo Marinelli Val Campomoro Pizzo Painale SSE



Profil 1.

— 1000 m

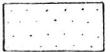
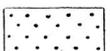
Piz Glüschaint
 Piz Corvatsch Chapütschin Vedr. di Scerscen Monte Nero Monte Motta Lanzada Monte Cavaglia Valle di Togno
 NNW Pizzo Palino SSE



Profil 2.

— 1000 m

0 2 4 6 8 10 km.

	Mesozoikum i. A.		Err—Corvatschgranit Errdecke
	Bündnerschiefer und Ophiolithe von Val Malenco		Monzonite etc. der Sella-D.
	Perm. Casannaschiefer s. S.		Kristallin der Margna-D.
	Intrusiva der Bernina-D., bes. Diorite		Kristallin der Suretta-D.