BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ
HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
SUBVENTIONIERT VON DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, IL. Lieferung
DES GANZEN WERKES 79. LIEFERUNG

Geologie von Mittelbünden

Bearbeitet auf Veranlassung von Prof Dr. P. Arbenz, in Bern

Mit einer geologischen Karte (Spez. K. Nr. 94) in 1 : 25 000, in 6 Blättern

IV. Abteilung

Die westliche Piz Uertsch-Kette

(Preda-Albulapass)

Mit 4 Tafeln und 10 Textfiguren

Von
Hermann Eugster

(Ausgegeben im Dezember 1924)

Bern
In Kommission bei der Buchhandlung A. Francke A.-G.
1924
Gedruckt bei Stämpfli & Cie.

Vorwort der Geologischen Kommission.

Am 6. Januar 1919 legte Herr Prof. *P. Arbenz*, Bern, der Geologischen Kommission den Plan vor, unter Mithilfe einiger seiner Spezialschüler das Gebiet von Mittelbünden (Plessur- und Landwassergebiet) detailliert aufzunehmen und in Text, Karte und Profilen monographisch darzustellen. Damals hatten er selbst und die Herren Dr. *Joos Cadisch*, Dr. *Herm. Eugster* und Dr. *Wolfgang Leupold* schon einige Sommer dort gearbeitet, und die schönen Resultate lagen in der Sitzung vor.

Am 11. Mai 1919 schloss sodann die Kommission mit den Genannten, zu denen später noch die Herren Dr. *Rud. Brauchli*, Dr. *Friedr. Frei*, Dr. *Emil Ott* und *Th. Glaser* kamen, ein Übereinkommen, durch das ihnen der Auftrag erteilt wurde, diese monographische Untersuchung im angefangenen Sinn zu Ende zu führen und besonders die einzelnen Aufnahmegebiete aneinander anzuschliessen.

Alle oben Genannten betrachteten auf Grundlage seiner Publikation in Band 41, neue Folge, der «Beiträge» *F. Zyndel* als den fruchtbarsten Vorgänger ihrer Untersuchungen, der zuerst mit merkwürdigem Scharfblick die Hauptzüge im Bau von Mittelbünden richtig erfasst hatte. Die Kartenblätter Zyndels mit seinen Einträgen wurden der geologischen Kommission leider erst Mitte Sommer 1918 herausgegeben, als sich für eine Verwertung bei der Aufnahme der neuen Karten gar keine Gelegenheit oder Möglichkeit mehr ergab, indem die jungen Forscher der Bernerschule mit ihren eigenen Aufnahmen bereits weit über diese Vorarbeiten Zyndels hinausgekommen waren. Ähnlich ging es mit den noch exakteren Karteneinträgen von *R. Helbling*, die erst Ende 1921 ans Tageslicht gekommen sind. Die beiden Namen konnten also nicht als an der Kartenaufnahme beteiligt im Kartentitel genannt werden. Die Texte aber werden in ihren geschichtlichen Teilen nicht versäumen, die Hochachtung einflössenden und bahnbrechenden Erkenntnisse, welche wir diesen beiden Forschern verdanken und auf welchen wir zum Teil aufbauen, hervorzuheben. Wir verweisen bei dieser Gelegenheit auf «Dr. Fortunat Zyndel», Nekrolog von A. Buxtorf in den Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges., Zürich 1917.

Für den Druck wurde folgender Plan angenommen:

1. Die Texte der verschiedenen Autoren werden getrennt als ebensoviele Abteilungen in *Lieferung* 49, neue Folge, der «Beiträge» publiziert.
2. Die *kartographischen* Darstellungen bilden zusammen die «*Geologische Karte von Mittelbünden*» (Spezialkarte Nr. 94) in 1 : 25000, erscheinend in 6 einzelnen Blättern A—F.

Im März 1921 konnte mit dem Drucke begonnen werden; das erste Blatt der Karte wird voraussichtlich 1922 erscheinen können.

* * *

Die hier vorliegende IV. Abteilung der Texte wurde von Herrn Dr. *Hermann Eugster* der Kommission am 22. März 1923 unterbreitet und von dieser zum Druck angenommen.

Die gesammelten Handstücke und Fossilien, sowie die Dünnschliffe sind dem Geologischen Institut der Universität Bern übergeben worden.

Für den Inhalt von Text, Profilen und Karte sind die Autoren allein verantwortlich.

Zürich, den 30. August 1924.

Für die Geologische Kommission,

Der Präsident:

Dr. **Alb. Heim,** a. Prof.

Der Sekretär:

Dr. **Aug. Aeppli.**

Vorwort des Verfassers.

Anschliessend an die Aufnahmen des Gebirgsstückes zwischen Val Tisch und Val Tuors, welche noch mit der Geologie der Ducangruppe (**6**) zusammengefasst wurde, führte ich im August 1921 mit Herrn Prof. *P. Arbenz* zusammen meine erste kursorische Begehung der westlichen Piz Uertschkette aus. Nachdem ich im Herbst 1921 in Begleitung von Herrn H. Eggenberger dieses Gebiet nochmals besucht hatte, begann ich im Sommer 1922 mit der detaillierten Aufnahme der geologischen Karte und führte sie im Herbst desselben Jahres zu Ende.

Herrn Prof. *P. Arbenz* danke ich für sein reges Interesse, welches meine Arbeit förderte, und Herrn *P. Cornelius* für die wertvollen mündlichen Mitteilungen auf gemeinsamen Exkursionen im Albulagebiet. Ferner stellte mir in verdankenswerter Weise Herr Dr. *Chr. Tarnuzzer* eine Reihe von Angaben über die Wasserverhältnisse der Seebecken im obern Albulatal zur Verfügung. Dankend gedenke ich auch der Begleitschaft von Herr *W. Scabell, H. Eggenberger* und *F. Rösli* während meiner Terrainaufnahmen.

Die gesammelten Fossilien, Handstücke und Dünnschliffe befinden sich im geologischen Institut in der Universität in Bern.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	III
Literaturverzeichnis	V
Geschichtliches	1
Orographisches	1
Stratigraphie.	
Einleitung	3
Sedimente der Aela-Campodecke	3
Trias	3
Carnien	3
Norien	5
Rät	5
Jura	6
Lias in der Facies der Allgäuschiefer	6
Steinsbergerkalke und -breccien	8
Jüngere Sedimente als Lias	9
Sedimente der Errdecke	9
Stratigraphisches Sammelprofil mit Tabelle	10
Hauptdolomit	11
Lias	11
Aptychenkalk	11
Radiolarit	12
Rauhwacke	13
Saluverbreccie	13
Faciesveränderung	14
Innerhalb der Aela-Campodecke	14
In der Errdecke	14
Vergleich mit der Silvrettadecke	14
Vergleich mit der Errdecke	15
Zusammenfassung	15
Tektonik.	
Einleitung	16
Tektonische Einzelbeschreibung	16
Die Westseite des Piz Muot	16
Der Grat Piz Muot-Piz Uertsch	18
Die Liasmulde des Val Tisch	19
Die Südseite der Muot-Piz Uertsch-Kette	20
Die Cuziranchmulde	21
Der Liaszug Il Compass-Palpuogna	22
Die Errdecke	22
Überblick über die Tektonik	24
Diluvium	27
Quellen	28
Seen	29

Literaturverzeichnis.

1. 1858. **Andeer, P. J.** Der Albula. Historisch, geognostisch und botanisch beschrieben. Jahresber. Natf. Ges. Graub. N. F. III. Jahrg., pag. 38—54.
2. 1919. **Cadisch, J., Leupold, W., Eugster, H., Brauchli, R.** Geologische Untersuchungen in Mittelbünden (vorläufige Mitteilung). Albert-Heim-Festschrift, Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, LXIV, 2 Taf., 1 Fig., pag. 359—417.
3. 1914. **Cornelius, H. P.** Über die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XLV. Lfg., pag. 11—42.
4. 1839. **Escher, A.,** und **Studer, B.** Geologische Beschreibung von Mittelbünden. Neue Denkschrift d. allg. schweiz. Ges. Neuchâtel, Bd. III, 1 geol. Übersichtskarte 1 : 130 000, 5 Taf. mit Profilen, 206 S.
5. 1922. **Eugster, H.** Geologische Untersuchung des Gebirges zwischen Landwasser und Albulatal. Jahrb. d. Phil. Fak. II d. Univ. Bern, Bd. II, pag. 132—144.
6. 1923. **Eugster, H.** Geologie der Ducangruppe. Beitr. z. geologischen Karte d. Schweiz, N. F. IL. Lfg., 3. Abt., 4 Taf., 33 Fig.
7. 1922. **Frei, F.** Geologische Untersuchung der östlichen Bergünerstöcke. Jahrb. d. Phil. Fak. II d. Univ. Bern, Bd. II, pag. 167—173, 1 Fig.
8. 1903. **Helbling, R.** Tektonik und geologische Karte Mittelbündens. Manuskript, aufbewahrt von der geologischen Kommission der Schweiz. Natf. Ges. Zürich. 6 Kartenblätter, 6 Profiltafeln.
9. 1893—1895. **Imhof, Ed.** Itinerarium für die Albulagruppe. S. A. C., Buchdruckerei K. Stämpfli.
10. 1898. **Lorenz, P.** Die Fische des Kantons Graubünden. Jahresber. Natf. Ges. Graub. Bd. 41, Beitr., pag. 1—135; 1 Karte.
11. 1914. **Lorenz, P.** Zur Geschichte des Hochgerichtes Greifenstein, Chur. 281 Seiten.
12. 1916. **Mylius, H.** Ein geologisches Profil vom Säntis zu den Bergamaskeralpen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI, pag. 237—341, Taf. VI—XII, 40 Textfig.
13. 1922. **Ott, E.** Zur Geologie der westlichen Bergünerstöcke (Piz Michèl und Piz Toissa) im Oberhalbstein und der südlichen Randzone Tinzen—Preda (Graubünden). Jahrb. d. Phil. Fak. II d. Univ. Bern, Bd. II, pag. 113—125, 1 Fig.
14. 1879. **Salis v., Fr.** Über den Seedammbruch an der Albula. Jahresber. Natf. Ges. Graub. XXII. Jahrg. pag. 3—16.
15. 1913. **Spitz, A.,** und **Dyhrenfurth, G.** Ducangruppe, Plessurgebirge und die rhätischen Bogen. Ecl. geol. Helv., vol. XII, Nr. 4, pag. 476—498.
16. 1915. **Spitz, A.,** und **Dyhrenfurth, G.** Monographie der Unterengadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanfs und Stilfserjoch. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XLIV. Lfg., 1 geolog. Karte, 3 Taf., 72 Fig.
17. 1922. **Spitz, Alb.** Fragmente zur Tektonik der Westalpen und des Engadin (Aus dem Nachlasse). Verh. d. geol. Reichsanstalt Nr. 8, pag. 1—25, 5 Fig., 1 Tab.
18. 1917. **Staub, R.** Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XLVI. Lfg., 3. Abt., 4 Taf., 2 Tab.
19. 1893. **Tarnuzzer, Chr.** Wanderungen in der bündnerischen Triaszone. Jahresber. Natf. Ges. Graub., Bd. 36, 10 Profile, p. 1—64.
20. 1908. **Tarnuzzer, Chr.** Geologische Verhältnisse des Albulatunnels. Jahresber. Natf. Ges. Graub., Bd. 49, pag. 3—17, geol. Längsprofil 1 : 10 000, 1 Lokalprofil.

21. 1909. **Tarnuzzer, Chr.** Die Albulabahn nach dem Engadin mit Zweiglinie Filisur-Davos. 4. Auflage, Chur.

22. 1916. **Tarnuzzer, Chr.** Geologische Übersicht von Graubünden. Clubführer des schweiz. Alpen-Club. Suppl., Bd. Bündneralpen, Chur. 1 geol. Karte 1 : 600 000, 20 Textfig., pag. 1—52.

23. 1916. **Tarnuzzer, Chr.** Aus Rätiens Natur- und Alpenwelt. Zürich, Orell Füssli.

24. 1863. **Theobald, G.** Naturbilder aus den rhätischen Alpen (Bearbeitet von Chr. Tarnuzzer, Chur, 1920).

25. 1864. **Theobald, G.** Geologische Karte, Blatt XV der Dufourkarte, 1 : 100 000.

26. 1864—1866. **Theobald, G.** Geologische Übersicht von Graubünden I. und II. Teil. Zugaben zu den Schulprogrammen. Chur.

27. 1864. **Theobald, G.** Geologische Beschreibungen des nordöstlichen Gebirges von Graubünden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, II. Lfg.

28. 1912. **Trümpy, D.** Zur Tektonik der unteren ostalpinen Decken Graubündens. Vierteljahrsschrift Natf. Ges. Zürich. Jahrg. LVIII. 4 Fig., 9 Seiten.

29. 1906. **Zoeppritz, K.** Geologische Untersuchungen im Oberengadin zwischen Albulapass und Livigno. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 16, pag. 164—231, 1 geol. Karte.

30. 1910. **Zyndel, F.** Über die Tektonik von Mittelbünden. Verh. schweiz. Natf. Ges. Bd. 1, pag. 241—244. Ferner Ecl. geol. Helv., vol. XI, Nr. 3, pag. 294.

31. 1912. **Zyndel, F.** Über den Gebirgsbau Mittelbündens. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, N. F. 41. Lfg., pag. 1—40, 4 Taf.

Geschichtliches.

Die ersten geologischen Untersuchungen im Albulagebiet wurden von *A. Escher* und *G. Studer* (**4**) in den dreissiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ausgeführt. Sie geben neben einer geologischen Karte im Massstab 1 : 130 000 und einer geologischen Beschreibung auch eine Profilansicht und einen Querschnitt von jener Gegend (**4**), Fig. 1 und 4 pl. IV.

Weitere geologische Beobachtungen machte *P. I. Andeer*, die er in einer Publikation 1858 mitteilte (**1**). Darauf folgte dann die eingehenden *Theobaldschen* Untersuchungen (**25—27**). Sein Profil durch den Piz Albula (d. i. Piz Uertsch) zeigt südlich desselben eine breite Mulde mit Lias im Kern, indem der Hauptdolomit nördlich des Albulapasses mit jenem des Piz Uertsch verbunden wurde. Am Albulapass selbst schliessen sich die Liasschiefer als Mulde gezeichnet an und hierauf gegen den Piz Giumels die ganze Triasserie mit Verrucano und Quarzporphyr. Nach den neuern Untersuchungen gestaltet sich dieses Profil allerdings wesentlich anders. Zutreffender dagegen sind die geologischen Verhältnisse in seiner Karte (**25**) dargestellt, wo die Verteilung von Lias und Trias bereits in den grossen Zügen richtig eingetragen wurden.

Im Jahre 1897 widmete *Fr. v. Salis* (**14**) anlässlich des Seedammbruches bei Weissenstein sich den Verhältnissen des Weissensteinerseebeckens.

In geologischer Hinsicht blieb nach den *Theobaldschen* Untersuchungen das Albulagebiet lange Zeit unberührt. Erst in den neunziger Jahren erfahren wir in *Chr. Tarnuzzers* «Wanderungen in der Bündnertriaszone» (**19**) von der Geologie der Albulagegend, und im Jahre 1908 kamen die Untersuchungen, welche *Chr. Tarnuzzer* anlässlich des Baues des Albulatunnels ausführte, zur Veröffentlichung (**20**). Über weitere Publikationen dieses Autors, in denen geologische Daten eingeflochten sind, siehe die Nummern 21—23 des Literaturverzeichnisses.

Einen bedeutenden Fortschritt der geologischen Erforschung Mittelbündens und damit auch des Albulagebietes brachten die Untersuchungen von *F. Zyndel*. Seine in den Jahren 1910 und 1912 veröffentlichten Arbeiten (**30**, **31**) enthalten Profile des Albulagebietes, welche im grossen ganzen der Detailuntersuchung standhielten. Eine gewisse Veränderung erfuhren sie allerdings, indem die Albuladecke, nicht mehr als solche beibehalten, sondern der Errdecke zugeteilt wurde.

Die *Zyndelschen* Ansichten wurden von *H. Mylius* im Jahre 1916 (**12**, 278—295) aufs entschiedenste bekämpft. Ich erachte es jedoch als überflüssig, näher darauf einzutreten, um etwa die *Mylius-schen* Einwände zu diskutieren. Die Detailuntersuchungen werden zur Genüge beweisen, dass die *Zyndelsche* Auffassung der Tektonik zu Recht besteht.

Orographisches.

Das in vorliegender Arbeit beschriebene Gebiet wird im N begrenzt vom Val Tisch, im W von der Albula, im SW von der Albulastrasse und im E von einer Linie, die vom Albulahospiz nach dem Val Plazbi verläuft.

Den gebirgigen Charakter verdankt diese Gegend vornehmlich der aus Hauptdolomit bestehenden Bergkette des Piz Uertsch, die sich gleichsam als Gegenstück zu den Bergünerstöcken auf der rechten Seite des Albulatales in WE-Richtung hinzieht. Im W besteht sie noch aus einem massigen Felsrücken, verschmälert sich gegen E langsam zu einem zackigen Grate mit Piz Zavretta und gipfelt sodann im Piz Uertsch, der mit dem Piz Kesch zusammen die Gegend zwischen Engadin und dem obern Albulatal beherrscht. Wohl selten zeigt ein Berg, von verschiedenen Seiten gesehen, so ganz anders erscheinende Formen wie gerade der Piz Uertsch. Im N, von der Ducankette aus gesehen, präsentiert er sich als breitausladende Kuppe, an dessen Fuss ein stark zurückgeschmolzener

Gletscher liegt. Letzterer ist jedoch so sehr mit Schutt bedeckt, dass man kaum mehr erkennen kann, wo der Schutt anfängt und der Gletscher aufhört. Von W, aus dem Albulatal bei Bergün betrachtet, zeigt er die Form eines kleinen, fast zierlichen Gipfels, dem man in den Ostalpen gewiss den Namen Zuckerhütl geben würde. So bildet er den höchsten Punkt des breiten Felsrückens des Muot-Piz Zavrettagrates und erhält durch den von N her zu ihm heraufführenden Grat, auf dessen Kante Firnschnee liegt, einen gewissen Hochgebirgscharakter. Auf der S-Seite gegen den Albulapass erweckt er dagegen den Eindruck einer grossen imposanten Felsbastion. Den schönsten Anblick gewährt er vom Engadin aus. Als prächtig geformte Pyramide erhebt er sich aus der Einsattelung des Albulapasses und trägt, wenn er sich abends als Silhouette vom Abendhimmel abhebt, wesentlich bei zum eigenartigen Charme des Dorfes Ponte.

Im orographischen Bilde der westlichen Piz Uertsch-Kette kommt die subsequente Anlage dreier Täler deutlich zum Ausdruck. Im N das in Liasschiefer eingeschnittene und an die Silvretta-Scherfläche sich haltende Val Tisch, im S das obere Albulatal, das ebenfalls einer tektonischen Linie folgt, nämlich der Trennungsfläche zwischen Aela- und Errdecke, und zugleich zur Hälfte in Lias liegt. Dazwischen hat in der schmalen, beidseitig durch Dolomitkomplexe getrennten Rauwacken- und Liaszone das Val Zavretta sich eingeschnitten. Das Albulatal biegt bei Naz gegen N um und wird, indem es den sehr mächtigen Hauptdolomit der Aeladecke in seiner ganzen Breite durchbricht, zum Quertal und dann bei Bergün, sobald es aus dem Dolomit in die nördlich darauffolgende Liaszone eintritt, zu einem weiten Talbecken.

Der westliche Teil der Piz Uertsch-Kette erhält durch die soeben hervorgehobenen Linien eine schon von Natur umrissene Begrenzung. Im N die Silvrettaüberschiebung, im S die Grenze zwischen Aela- und Errdecke und gegen W das tief in den Hauptdolomit eingeschnittene Quertal der Albula.

Stratigraphie.

Einleitung.

In unserem Untersuchungsgebiet werden wir die Sedimente zweier ostalpiner Decken kennenlernen, nämlich der Aela-Campodecke, die den Hauptanteil hat (siehe tektonische Skizze, Taf. III), und zu einem bedeutend geringern Teil jene der Errdecke. Beide Schichtserien zeichnen sich durch ihre Unvollständigkeit aus. In der Aela-Campodecke fehlen die untern Triasglieder sowie das Kristallin. Die obertriadischen und noch jüngern Sedimente sind, wo nicht tektonische Störungen die Schichtfolge beeinflussten, im allgemeinen vollständig ausgebildet. Einzig das Rät ist stellenweise in geringerer Mächtigkeit oder auch gar nicht zur Ausbildung gelangt.

Noch grösser sind die stratigraphischen Lücken in der Errdecke. Hier fehlt die Trias, wenigstens soweit wir dies in unserem Untersuchungsgebiet beobachten können, fast ganz. Ihr Sedimentmantel besteht hier zur Hauptsache aus Lias, Aptychenkalk, Radiolarit und den Saluvergesteinen.

Wir betrachten zunächst die

Sedimente der Aela-Campodecke.

Trias.

Carnien. Die Trias beginnt in Übereinstimmung mit dem westlichen Teil der Aeladecke mit den carnischen Sedimenten, die hier in den Raiblerrauhwacken und -dolomiten ihre Vertreter hat. Erstere kommen in drei langgestreckten Zügen vor.

1. Die Rauhwacke von Val Zavretta, die in der tiefeingeschnittenen Runse oberhalb Preda aufgeschlossen ist.

2. Der Rauhwackenzug, der den Hauptdolomit am Fusse der Felswände des Muot begleitet und dem Hauptdolomit folgend weiter gegen E fortsetzt, um in wenigen kleinen Aufschlüssen an den tiefsten Stellen des obern Val Zavretta noch zum Vorschein zu kommen. Auch auf dem Grate zwischen Piz Compass und Piz Uertsch treffen wir diese Rauhwacke, durch eine Scherfläche vom Lias getrennt, wieder an.

3. Die Rauhwacke, welche am Südabhang des Dolomitgrates Piz Muot-Piz Uertsch eine oft unterbrochene Zone bildet.

4. Die grösste Masse Raiblerdolomite liegt im obern Val Zavretta und auf Cuziranch, wo sie eine enggepresste Mulde bilden.

Die soeben genannten Rauhwackenbildungen sind im allgemeinen charakterisiert durch ihre vorherrschend gelbbraune Farbe und ihr erdig-poröses oder manchmal brecciös-zelliges Gefüge. Im besondern aber sind sie gekennzeichnet durch die in ihnen auftretenden grünen Glimmerschiefer, die oft in stark zersetztem Zustande neben Brocken von grauen, dichten Kalken und gelben Dolomiten sowie auch bunten Tonschiefern vorkommen. Bald sind die Gesteinsstücke gerollt, bald scharfkantig und eckig.

Die Rauhwackenvorkommen am Südfusse der Felswand des Muot sind tektonisch stark bearbeitet, so dass sie in stratigraphischer Hinsicht wenig Aufschluss geben. Die dort beobachteten Profile werden wir später näher kennen lernen (siehe Fig. 9, A—D).

Die Raiblerdolomite sind gut gebankt, dicht, stark tonhaltig und im Innern meist grau gefärbt, wittern aber gelblich an und enthalten auf den Schichtflächen dunkle Tonschiefer und bituminöse Beläge.

Eine besonders eigenartige Rolle spielt das «rote Sandsteinband», das bald aus roten, tuffähnlichen Sandsteinen, bald aus gleichgefärbten, dichten Tonen gebildet wird. Meistens tritt es innerhalb der Raiblerdolomite auf, liegt aber oft auch direkt unter der Hauptdolomitbreccie.

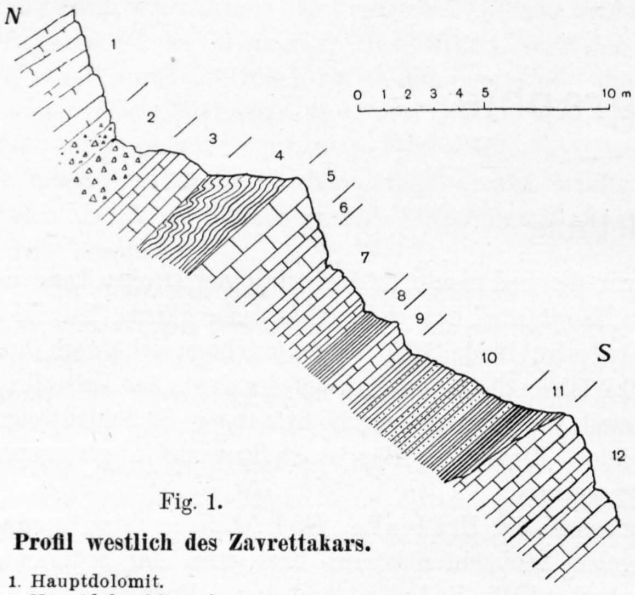


Fig. 1.

Profil westlich des Zavrettakars.

1. Hauptdolomit.
2. Hauptdolomitbreccie.
3. Dichte Dolomite mit schwarzen Tonbelägen.
4. Dolomitische Schiefer, mit schwarzen Tonschiefern wechsellagernd.
5. Helle, gut gebankte Dolomite.
6. Dolomite mit roten Tonhäuten zwischen den Schichtflächen.
7. Heller Dolomit.
8. Rote, dichte Tone.
9. Rotgestreifter Dolomit.
10. Rote Sandsteine und Tonschiefer.
11. Graue und schwarze, sandige Tonschiefer.
12. Grauer, hellanwitternder Dolomit.

Das normale Profil, in welchem das rote Sandsteinband noch von Raiblerdolomiten gegen die Hauptdolomitbreccie getrennt ist, treffen wir am Südabhang des Grates zwischen Piz Muot und Piz Zavretta auf jener Terrainkante an, welche das Zavrettakar gegen W begrenzt (siehe Fig. 1).

Von diesem Profil etwas abweichend, ist das Raiblersandsteinband auf Cuziranch und am Talriegel des obern Val Zavretta entwickelt. Folgen wir nämlich jenem Sandsteinband, das sich auf der Karte südlich des Wortes Cuziranch vorbeizieht, von W nach E, so beobachten wir zuerst noch das bereits erwähnte normale Profil, das zwischen dem Sandsteinband und der Hauptdolomitbreccie gut gebankte Raiblerdolomite zeigt. Das rote Sandsteinband tritt aber, je weiter wir nach E kommen, um so näher an die Hauptdolomitbreccie heran und verbindet sich auf zirka 2420 m ü. M. mit der letztern, so dass man im Zweifel sein kann, ob jene grosse, rotgefärbte Breccienmasse, welche weiter im E folgt, als Hauptdolomitbreccie oder als Raibler zu bezeichnen sei. Auf der Karte wurde die ganze rote Breccienmasse als Hauptdolomitbreccie eingetragen, weil einerseits die Hauptdolomitbreccie des Ducangebietes dieser roten Breccie auffallend gleicht und anderseits eine Abzweigung des roten Sandsteinbandes in ähnlicher Ausbildung wie im W dem Grat entlang bis auf zirka 2480 m ü. M. verfolgt werden kann.

Ein weiteres Beispiel der grossen Unbeständigkeit des Sandsteinbandes liefert uns der Talriegel des obern Val Zavretta (siehe Fig. 2). Das Sandsteinband tritt dort, obschon die direkte Entfernung von dem soeben beschriebenen Vorkommen auf Cuziranch nur zirka 500 m beträgt, in ganz anderer Ausbildung auf. Sowohl die Hauptdolomitbreccie als auch das Sandsteinband lassen sich dort bis in alle Einzelheiten sehr gut beobachten.

H. Mylius (**12**, 308) hielt dieses rote Gesteinsband für Malm.

Mikroskopische Untersuchung der Raiblersandsteine.

Die Quarzkörner sind meist eckig und scharfkantig, selten weisen sie gerundete Ecken auf. Die festen Sandsteine zeigen u. d. M. ein Gesichtsfeld, das fast ausschliesslich von Quarz gebildet wird. Das Bindemittel verschwindet fast völlig, so dass ein ausgesprochenes Quarzmosaik entsteht.

Feldspat tritt mitunter in besonders grosser Menge auf. Meistens ist er aber stark zersetzt, nur selten, besonders bei den grünen Varietäten, finden wir relativ frische Feldspatstücke von der Zusammensetzung des Labradorit bis Albit. Zonare Struktur mit basischem, zum Teil zersetztem Kern lässt sich nicht selten beobachten.

Der Biotit ist häufig und von Chlorit begleitet. Muskovit ist gleichermassen sehr oft als kleine Lamellen vorhanden. Ferner kommen Apatit, Zirkon und Glaukonit vor.

Die Grundmasse besteht aus fein verfilztem Sericit, in welchem Muskovitschüppchen liegen; und aus siderolithischer, toniger Masse. Letztere ist von Eisenhydroxyd intensiv rot gefärbt.

Das mikroskopische Bild der Sandsteine zeigt typische Pflasterstruktur. Die Anordnung der Quarzkörner ist nicht selten lagenförmig, so dass die Sandsteine dadurch eine makroskopisch erkenn-

bare Schichtung erhalten. In manchen Fällen tritt der Quarz besonders häufig auf, und das Bindemittel nimmt gleichzeitig so stark ab, dass man geneigt ist, auf einen Tuff zu schliessen. Allein die Übergänge zu bindemittelreichern Partien zeigen, dass wir es mit einem Sediment zu tun haben. Seine Entstehung ist, nach dem Mineralgehalt zu schliessen, wohl auf die Verwitterung von Quarzporphyr zurückzuführen.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt somit, dass es sich hier nicht um einen Diabas oder Diabastuff, die in den Raiblerschichten der Südalpen häufig auftreten, handelt.

Die Mächtigkeit der carnischen Sedimente wechselt infolge tektonischer Ausquetschung sehr stark. Ihre ursprüngliche Mächtigkeit lässt sich daher nicht mehr genau bestimmen. Die Rauhwacken selbst können Mächtigkeiten von 0 bis 100 m, die carnischen Dolomite bis 150 m und das rote Sandsteinband 5—10 m annehmen.

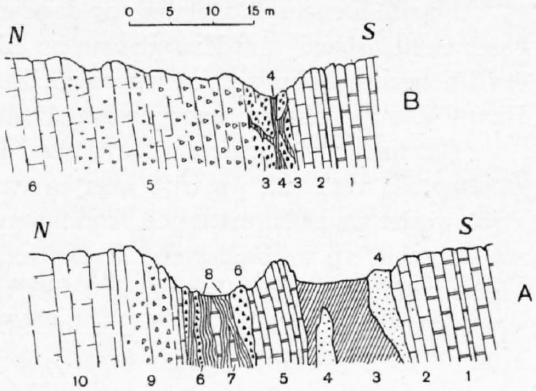


Fig. 2.

Raiblerprofile am Talriegel des obern Val Zavretta.
Entfernung der Profile A und B 120 m.

Zu Fig. 2 A.

1. Graue, gutgebankte Raiblerdolomite.
2. Gelb anwitternde Dolomite.
3. Rote Tonschiefer.
4. Grüne Sandsteine.
5. Graue Dolomite.
6. Gelbanwitternde Dolomitbreccie mit schwarzem, tonigem Zement.
7. Rot gebänderte, tonige Dolomite.
8. Schwarze Tonschiefer mit Einlagerungen von brecciösen Dolomitbänken.
9. Rote und graue Dolomitbreccie (Hauptdolomitbreccie.
10. Hellgrauer, körniger Hauptdolomit.

Zu Fig. 2 B.

1. Graue Raiblerdolomite.
2. Gelbanwitternde Dolomite.
3. Gelbanwitternde Dolomitbreccie mit schwarzem, tonigem Zement.
4. Rote Tonschiefer.
5. Graue Dolomitbreccie (Hauptdolomitbreccie).
6. Grauer, körniger Hauptdolomit.

Norien. Überall in den Alpen, wo der Hauptdolomit vorkommt, bildet er einen der Hauptfaktoren in der Formgestaltung der Landschaft, so auch in der westlichen Piz Uertsch-Kette. Jener massige Aufbau des Piz Muot und des felsigen Grates, der von diesem zum Piz Zavretta und hierauf zum Piz Uertsch hinüberführt, werden von Hauptdolomit aufgebaut. Er ist hier in der schon bekannten Ausbildung, wie er auch in den Bergünerstöcken auftritt, vertreten. Im allgemeinen ist er als ein wenig gut gebankter, leicht in eckige Stücke zerfallender, grauer Dolomit, von heller Anwitterungsfarbe, entwickelt. Er enthält oft massenhaft und zu eigentlichen Breccien angehäufte Fossilbruchstücke, darunter sehr oft Gastropoden. Die beobachteten Querschnitte lassen vornehmlich Formen der Worthenia erkennen, ferner sind Megalodontenquerschnitte zu finden. Solche Fossilführung zeigt sich besonders am Südfusse des Piz Muot-Zavrettagrates, westlich des Piz Zavretta und auf dem Grate von Cuziranch-Il Compass auf zirka 2006 m ü. M.

Eine bemerkenswerte, mehr kalkige Ausbildung des Hauptdolomites zeigt sich in den Hauptdolomitkeilen und -schuppen, welche im Lias südwestlich Il Compass stecken. Sie soll später im Zusammenhang mit den Liasbildungen besprochen werden.

Die Mächtigkeit des Hauptdolomites beträgt im W, wo er von der Albula durchschnitten wurde, 600—700 m, in der Hauptdolomitmasse des Piz Muot erreicht er eine scheinbar grössere Mächtigkeit; wie man etwa aus den Profilen schliessen könnte, über 800 m. Allein die Brüche, welche jenen Komplex durchziehen, machen den Eindruck, dass hier die Hauptdolomitmasse nicht mehr kompakt, sondern weitgehend aufgelöst wurde, so dass die wirkliche Mächtigkeit dort nicht höher als auf 700 m anzusetzen ist. Eine bedeutende Mächtigkeitsabnahme stellt sich dann südlich Piz Zavretta ein, wo wir in den gegen das Val Zavretta abfallenden Dolomitfelsen nur noch Mächtigkeiten von 200 bis 300 m beobachten. Weiter im E, gegen den Piz Uertsch, nimmt sie aber wieder zu und kann schliesslich Werte von 500 bis 600 m annehmen.

Rät. Die Rätablagerungen spielen im Aufbau der westlichen Piz Uertsch-Kette eine sehr untergeordnete Rolle. Wir treffen sie nur in verhältnismässig geringer Mächtigkeit im NW des Untersuchungsgebietes. Im übrigen Teil fehlen sie, wenigstens konnte ich sie nirgends direkt nachweisen. Allerdings kommen im obersten Val Zavretta, auf dem Nordostgrate des Compass und in einem kleinen Aufschluss

südlich der Hauptdolomitfelsen des Zavretta-Uertschgrates am Kontakt mit Rauhwacke (siehe geologische Karte) schwarze Schiefer zum Vorschein, die sehr an Rät erinnern. Da ich aber keine Fossilien darin finden konnte, habe ich sie auf der Karte nicht ausgeschieden, sondern als Lias bezeichnet.

Fossilführendes Rät finden wir dagegen am Westabhang des Muot, wo es als leicht erkennbares Gesteinsband vom Muotplateau ins Albulatal hinunterzieht. Oberhalb der Ausweichstelle Muot der Rhätischen Bahn wird es von einem Bruch abgeschnitten und an der Nordseite des abgetrennten Hauptdolomitblockes zusammengepresst (siehe Profil I, Tafel I).

Rät finden wir ferner am Nordfuss des Piz Muot-Zavrettagrates. Es ist dort von Schutt grösstenteils verdeckt, es tritt aber in einem gut aufgeschlossenen Profil direkt oberhalb der Alp Tisch wieder als hellanwitternde, korallogene und lumachellenführende Kalke hervor, die mit schwarzen Tonschiefern wechsellagern. Weiter im E treten sie in einigen mit Gras bewachsenen Felssporen wieder unter dem Schutt hervor, sind aber tektonisch stark bearbeitet und biegen, wie wir später sehen werden, in ganz auffallender Weise in N-S-Streichen um. Die Mächtigkeit nimmt ostwärts immer mehr ab, bis schliesslich auf dem Grate zwischen Piz Uertsch und Piz Zavretta das Rät ganz verschwunden ist und Lias auf Hauptdolomit zu liegen kommt.

Auf der Südseite des Piz Muot-Zavrettagrates finden wir die Rätschichten wieder. Ungefähr in der Mitte des steil nach S abfallenden Hanges treten sie zwischen verschupptem Hauptdolomit wieder zutage. Sie sind gegen den obern Hauptdolomit durch eine Scherfläche getrennt, während sie mit dem untern in nahezu normalem Kontakte stehen. Der zwischen den Hauptdolomitschuppen eingeschaltete Rätzug verbreitert sich gegen E immer mehr und umgibt schliesslich den gegen E ausstreichenden Hauptdolomit, so dass sie westlich des Zavrettakars, das ist jenes langgestreckte Kar auf der Westseite des Piz Zavretta, grössere Ausdehnung erlangen. Nach der Karte zu schliessen, ist ihre Mächtigkeit dort sehr beträchtlich. Dies ist jedoch nur scheinbar, denn die stark verbogenen und in sich selbst gefalteten Rätschichten fallen annähernd parallel dem Hang gegen S ein. Über ihre normale Schichtfolge gibt uns ein am Ausgange des Zavrettakars aufgeschlossenes Profil Auskunft (siehe Fig. 3).

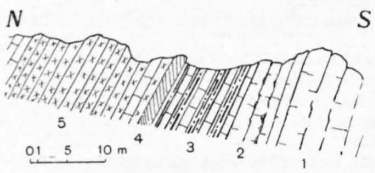


Fig. 3.

Hauptdolomit-Rätkontakt am Ausgang des Zavrettakars.

(Zahlenerklärung siehe im Text.)

Auf den gelbanwitternden Hauptdolomit (2) folgen zunächst 11 m dunkle Kalke und Schiefer, siehe 3 in Fig. 3. Hierauf ein $0{,}_8$—1 m mächtiger, lumachellenführender Kalk (4), der von korallogenem Kalk (5) überlagert wird (zirka 17 m). Letzterer ist zuerst dunkel gefärbt und bricht muschelig, wird dann heller und geht infolge Pressung in einen Kalkschiefer über. Nach weitern zirka 10 m mächtigen, dunklen, zum Teil gelbanwitternden Kalken kommt eine Breccienbank und hierauf schwarze, kieselige Kalke mit Quarzeinlagerungen, die schon zum Lias zu rechnen sind.

Die Grenze zwischen Rät und Lias ist nicht überall deutlich. Es scheint mir jedoch am gegebensten, den Lias mit den rostbraun anwitternden und von Kieselschnüren durchzogenen Kalken, die wir an andern Stellen zuunterst im Lias finden, beginnen zu lassen.

Am Südwestabhang des Piz Zavretta bilden die Rätschichten Einbuchtungen im Hauptdolomit, die zum Teil tektonischen Ursprungs sind, zum Teil aber auch stratigraphisch bedingt sind.

Die Mächtigkeit des Rät beträgt 0—50 m. Sie wechselt aber im allgemeinen sehr stark, sei es primär oder infolge tektonischer Zusammenstauung. Nördlich des Muot sind sie zweifellos tektonisch reduziert. Oberhalb der Alp Tisch sind sie wieder normal entwickelt, und weiter im Osten in den vom Zavretta-Uertschgrat nordwärts abfallenden Steilwänden sind sie an der Umbildung des Hauptdolomites in Falten zusammengestaut, keilen aber gleich darauf aus, denn auf dem Grat zwischen Piz Zavretta und Piz Uertsch fehlt das Rät vollständig, so dass Lias direkt an Hauptdolomit stösst. Die rätischen Ablagerungen keilen somit in W-E-Richtung aus.

Jura.

Lias in der Facies der Allgäuschiefer. In noch fast grösserem Masse als der Hauptdolomit nehmen auch die Liasschiefer und Kalke am Aufbau des westlichen Albulagebietes teil und geben ihrerseits die-

sem Gebirgsstück das Gepräge. Im Gegensatz zum Hauptdolomit bewirken sie sanfte Landschaftsformen und lassen nicht Bergketten, sondern Täler entstehen, wie dies ja besonders in der subsequenten Anlage des Val Tisch, Val Zavretta und obern Albulatal deutlich zum Ausdruck kommt.

Zwischen der Liaszone des Val Tisch und jener, welche von Palpuogna zum Compass hinzieht, liegt eine dritte, langgestreckte Liaszone, die ungefähr mit dem Val Zavretta zusammenfällt. Im W verbreitert sie sich und umhüllt die gegen E eintauchenden Sedimente der Errdecke. Im E verbindet sich diese Liaszone im obersten Val Zavretta mit der grossen Liasmasse Il Compass-Palpuogna.

Trotzdem der Lias am Südabhang des Compass auf weiter Strecke aufgeschlossen ist, eignet sich jene Stelle für die Untersuchung der Schichtfolge nicht, weil dort die Liasschichten in enge Falten gelegt wurden. Ebensowenig werden wir bei der nähern Untersuchung der mittlern Liaszone, die südlich der Hauptdolomitfelsen von Muot und im Zavrettatal liegt, wesentliche Fortschritte in der Erkenntnis der Schichtfolge erzielen können, da die Liasschiefer dort noch stärker zusammengepresst worden sind. Ein übersichtliches und einfaches Profil dagegen liefert uns der vom Val Tisch zum Piz Uertsch emporführende Grat. Wir finden dort das vollständigste Liasprofil. Infolge der Abscherung des Piz Uertschdolomites ging jedoch der normale Kontakt verloren. Um zunächst die ungestörte Auflagerung des Lias auf ältere Schichten zu untersuchen, müssen wir uns weiter gegen Westen begeben. Oberhalb des Val Tisch nämlich, an der Stelle, die schon früher bei der Besprechung des Rät erwähnt wurde, sehen wir den normalen Kontakt des Lias mit Rät: Auf die lumachellenführenden und korallogenen Rätkalke folgen dickbankige, dichte und spätige Kalke, die mit hellanwitternden, dunklen Kalkschiefern wechsellagern. Erstere enthalten Fischschuppen, kleine Crinoidenstielglieder, vornehmlich Pentacrinus sp., und gehen allmählich in kieselige Kalke, die Quarzschnüre enthalten und beim Verwittern ein gestreiftes Aussehen annehmen, über.

Auch auf der Südseite des Hauptdolomitkammes können wir am Ausgang des Zavrettakars den Lias-Rätkontakt beobachten, dort liegen über den korallogenen Rätkalken direkt die gestreiften Kiesel kalke, mit den warzenartig hervorstehenden unregelmässigen Quarzeinlagerungen.

Wir haben bereits gesehen, dass das Rät gegen E auskeilt. Infolgedessen kommt der Lias in Kontakt mit Hauptdolomit, was wir in einem sehr gut aufgeschlossenen Profile auf dem Grat zwischen Piz Zavretta und Piz Uertsch beobachten können. Vom Nordabsturz des Grates greifen die Liasschichten viermal buchtenförmig über den Kamm hinüber. An der grössten und dem P. 3114 zunächst gelegenen Einbuchtung finden wir folgendes Profil (siehe Fig. 4).

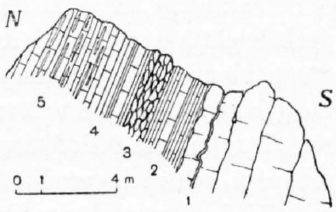


Fig. 4.

Hauptdolomit-Liaskontakt am Grat zwischen Piz Zavretta und Piz Uertsch.

(Die Zahlen sind im Text erklärt.)

Der Hauptdolomit nimmt gegen den Liaskontakt gelbliche Färbung an (1) und bildet gegen den Lias eine scharfe Grenze, die sich als unebene und stark gewellte Oberfläche des Hauptdolomites erweist. Darauf liegen zunächst schwarze und gelbe Tonschiefer, blaue Kalke (2) und darüber konglomeratische Knollenkalke, deren Komponenten sehr an Rätkalk erinnern (3). Dann folgen dünnbankige, dunkelblaue Kalke und Kalkschiefer (4), die allmählich in weissgebänderte, mit Quarzlagen versehene Kalke übergehen (5), also in jene Kalke, die wir schon oberhalb der Alp Tisch und am Ausgang des Zavrettakars angetroffen haben. Dieselben Bänderkalke treffen wir weiter im E bei P. 3114 wieder an. Sie enthalten dort *Belemniten*. Es sind die gleichen Kalke, welche die Unterlage des Piz Uertsch bilden. Somit haben wir das fehlende Stück des Liasprofiles, welches infolge der Abscherung an der Basis des Piz Uertsch der Beobachtung entzogen ist, kennengelernt und dabei gesehen, dass der Lias sowohl in normalem Kontakt mit Rät stehen als auch primär auf Hauptdolomit übergreifen kann. Wir können nun, dem Nordgrat des Piz Uertsch entlang gegen die Einsattelung zwischen Val Tisch und Val Plazbi hinuntersteigend, den übrigen Teil betrachten, so dass wir ein vollständiges Liasprofil erhalten.

Auf die gebänderten, belemnitenführenden Liaskalke, die längs der deutlich ausgeprägten Scherfläche an den stark gepressten, brecciösen Hauptdolomit stossen, folgen nach zirka 50 m schwarze, dünnbankige Kalke und Kalkschiefer mit ockergelben Schichtflächen. Auf den ersten Blick und aus der Ferne hält man sie für Rätkalke. Allein es fehlen ihnen die sonst in den schwarzen Kössenerschichten

nicht seltenen Fossilien und Lumachellen. Es sind auch nicht jene schwarzen Tonschiefer des Rät, sondern eigentliche Kalkschiefer.

Darunter liegen, in stratigraphischem Sinne darüber, hell anwitternde, innen blaue Kalke mit Hornsteinlagen. Sie wechseln mit grauen Kalkschiefern, die allmählich überhandnehmen und nur noch vereinzelte, hell anwitternde Kieselkalkbänke enthalten. Letztere fallen einem schon beim Anblick aus grösserer Entfernung infolge ihrer hellen Anwitterungsfarbe auf. So treten die beim Steilabfall des Grates sich einstellenden eigenartigen Schichtbiegungen deutlich hervor. Bei starker tektonischer Bearbeitung liefern diese Kalkschiefer jene griffelig zerbrechenden Schiefer, die im Lias häufig auftreten und «Griffelschiefer» genannt werden.

Die Kalkschiefer nehmen, je weiter wir den Grat hinuntersteigen, immer dunklere Farbe an und werden dann in der ersten Grateinsattelung von Schiefern abgelöst, die schokoladebraun gefärbt sind. Die auffallende Farbe dieser Schiefer rührt vom Eisengehalt her, der sogar zur Bildung von Brauneisensteinknollen und Eisenspatlagen führte. Weder im übrigen Val Tisch noch in der Liaszone Il Compass-Palpuogna fand ich diese schokoladebraunen Schiefer wieder. Dagegen sehen wir ihre Fortsetzung gegen E streichen und über den Grat zwischen Piz Uertsch und Piz Blaisun hinüberziehen. Wie auch die Aufschlüsse am Grat, der die beiden Gletscherkare nördlich Piz Uertsch scheidet, deutlich zeigen, enthält der schokoladebraune Kalkschiefer oft brecciöse Kalkbänke und braune Kalkstücke enthaltende Kalzitadern.

Steigen wir weiter über die Graterhebung, in welcher die von Sagliaints gegen E ansteigenden Bergrücken gipfeln, so sehen wir sandige Kalke mit dunklen Tonschiefern wechsellagern. Die Kalkbänke scheinen stark ausgewalzt und sind in langgestreckte Linsen und grosse eiförmige, in Linien angeordnete Knollen aufgelöst, die die ursprüngliche Schichtung andeuten. Gegen den Gipfel treten die Schiefer zurück, und es schalten sich fein brecciöse Kalkbänke, die hell anwitternde Dolomitstücke enthalten, ein. Sie streichen westlich gegen Sagliaints, wo sie grössere Verbreitung erlangen.

Auf der Nordseite, gegen den Sattel hin, nehmen die Breccien überhand. Sie werden begrenzt von grünen, quarzreichen Aptychenkalken. Zwischen diesen und der Silvrettascherfläche, die über die Val Tisch-Plazbi-Scharte hinüberzieht, liegen schwarze Tonschiefer und tonreiche Kalke, von denen wir später noch hören werden.

Nachdem wir jetzt die Schichtfolge des Lias kennen, werden wir die Verhältnisse am Compass auch leichter verstehen. Auf dem Nordostgrat desselben stehen im Kontakt mit Rauhwacke noch dunkelblaue und schwarze, streifig verwitternde Kalkschiefer, die mit Kieselkalken wechsellagern. Sie gehören wohl dem untern Lias an. Gegen den Gipfel hin folgen blaue und graue Kalke, die plattig zerfallen, und am Südabhang bilden die Griffelschiefer, die mit kieseligen, weiss gestreiften Kalken wechsellagern, schwach gewellte Falten. Nicht selten findet man diese Kalkschiefer griffelförmig zerfallen, wobei sich oft meterlange Stäbe bilden. Da beinahe der ganze Abhang nur aus lose aufeinanderliegenden Kalkplatten und Griffelschiefern besteht, die überdies noch eng gefältelt sind und im allgemeinen annähernd gleich mit dem Abhang gegen Süden einfallen, herrscht dort in stratigraphischer Beziehung eine grosse Monotonie. Man findet allerdings in den weissgebänderten Kalken nicht selten *Belemniten* und Crinoiden. Andere Fossilien konnte ich hingegen nicht finden. Es scheint, dass sie durch die äusserst starke Pressung zerstört wurden. Sowohl *F. Zyndel* (**31**, 16) als auch *Theobald* erwähnen Belemnitenfunde in den Liasschichten des Albulagebietes; besonders von einer Stelle westlich des Piz Uertsch, bei P. 3114 und im Nordabfall des Piz Muot-Zavrettagrates.

Bei Palpuogna sowie auf dem Grat, der sich von dort in nordwestlicher Richtung gegen den Höhenzug von Cuziranch-Il Compass hinaufführt, treffen wir bei 2090 m ü. M. jene feinbrecciösen Kalke wieder, welche wir im obersten Teil des Liasprofiles am Nordgrat des Piz Uertsch kennengelernt haben.

Auch Konglomerate finden wir innerhalb der Liasschiefer, so bei g von Palpuogna und an der Wegabkürzung, welche von S-chagnen nach der Albulastrasse hinaufführt.

Die Mächtigkeit der Liasschichten kann infolge der ausserordentlich starken tektonischen Bearbeitung nur schätzungsweise angegeben werden: 700—900 m.

Eine gewisse Abwechslung in der grossen Monotonie des Liaszuges Il Compass-Palpuogna kommt dadurch zustande, dass südsüdwestlich des Compass neben den Hauptdolomitkeilen, die dort in den Lias eingespiesst sind, **Steinsbergerkalke und -breccien** auftreten.

In einem Aufschluss auf zirka 2600 m ü. M. (siehe geologische Karte) sehen wir, wie die bunte Kalkbreccie durch allmählichen Übergang aus dem Hauptdolomit sich bildet. Der Hauptdolomit wird gegen oben gelb gebändert und geht über in einen grauen, dolomitischen Kalk, der bald in eine aus weissen und roten, dichten Kalken bestehende Breccie übergeht. In der Breccie treten massenhaft *Belemniten*bruchstücke und *Crinoidenstielglieder* auf, so dass stellenweise die rote Breccie zu einem grossen Teil aus *Belemniten*bruchstücken besteht.

Der zweite Aufschluss auf zirka 2520 m ü. M. zeigt gelblich-weisse Marmorkalke, die wir auch in einem andern Aufschluss zirka 400 m weiter im W auf 2400 m ü. M. antreffen.

Den dritten Aufschluss finden wir noch tiefer unten, an der Westecke des Hauptdolomitkomplexes westlich des Albulahospizes, auf zirka 2420 m ü. M. Die hier mächtig entwickelte Liasbreccie enthält weisse und hellrote Marmorkalke. Sie steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Hauptdolomit, der hier ebenfalls in seinen obern Teilen kalkig ausgebildet ist und allmählich in die Liasbreccie übergeht.

Der Kontakt der Steinsbergerkalke mit dem übrigen Lias ist im zweiten Aufschluss tektonisch bedingt. In den übrigen Aufschlüssen dagegen beobachten wir eine normale Auflagerung des Lias auf der Steinsbergerbreccie. Es liegt daher sehr nahe, diese eingespiessten, mit Liasbreccie versehenen Dolomitlinsen als den liegenden Schenkel der Aeladecke, in der bereits eine bedeutende Faciesänderung zu bemerken ist, zu betrachten. Wahrscheinlicher aber sind sie als Deckenteile, die zwischen die Aela- und Errdecke hineingehören, anzusehen. Über andere Deutungsmöglichkeiten siehe weiter unten (pag. 22).

Zyndel betrachtete diese Dolomitkomplexe als Teile der Albuladecke, die hier aus der Tiefe gegen N emporgepresst wurde. Wie wir aber am Westende des grossen Hauptdolomitkomplexes westlich Albulahospiz beobachten, bildet dieser eine nach S geöffnete Mulde. Ebenso erweisen sich die höherliegenden Dolomitvorkommen als Keile, die gegen N im Lias endigen und somit von S her, von oben in den Lias eingepresst wurden.

Jüngere Sedimente als Lias.

Die jüngsten Schichtglieder der Aeladecke treffen wir im Hintergrund des Val Tisch an. Wie wir weiter oben gesehen haben, folgen auf die feinbrecciösen Liaskalke zunächst quarzreiche Aptychenkalke und hernach schwarze Tonschiefer, die ganz das Aussehen der Saluverschiefer haben.

Die Aptychenkalke sind stellenweise stark reduziert und bilden lange Lamellen und Linsen. Sie enthalten weisse Quarzbänder und grüne Hornsteinlagen, die oft so überhandnehmen, dass wir nur noch ein Hornsteinband an Stelle der Aptychenkalke finden. Auf der Ostseite, gegen das Val Plazbi, sind sie stark zerrissen und bilden knollenförmige Linsen, die infolge ihrer hellen Anwitterungsfarbe gegenüber den dunklen Liasschiefern sich scharf abheben. Die Mächtigkeit kann 10 m erreichen.

Als stratigraphisch höchstes Glied in der Sedimentreihe der Aeladecke treffen wir über dem Aptychenkalk im Val Tisch schwarze Tonschiefer und hart an der Überschiebungsfläche der Silvrettadecke eine braunanwitternde Dolomitbreccie, die nicht etwa als tektonische Breccie anzusehen ist. Wir finden dieselbe Breccie auch weiter unten am Weg von Alp Tisch nach den alten Eisengruben, wo sie ebenfalls mehr das Aussehen der Saluverbreccie zeigt. Es liegt auf der Hand, die über dem Aptychenkalk folgenden schwarzen Tonschiefer als Saluverschiefer und die braune Dolomitbreccie als Saluverbreccie anzusehen. Ausser der stratigraphischen Überlagerung stehen vorläufig allerdings keine besondere Argumente für die genaue Altersbestimmung dieser Schichten zur Verfügung. Dennoch schied ich unter Vorbehalt weiterer Untersuchungen diesen Schichtkomplex auf der Karte als Saluverschiefer und Saluverbreccie aus.

Sedimente der Errdecke.

In Form eines auf der geologischen Karte als stark zugespitzt erscheinenden Keiles reichen Sedimente der Errdecke von W her in das Untersuchungsgebiet hinein. Sie zeigen diese Form infolge ihres raschen axialen Fallens gegen E, weshalb sie bald unter den Sedimeten der Aeladecke verschwinden. Sie sind in äusserst enggepresste, von Scherflächen zerschnittene Falten gelegt. Ihre primär schon lückenhafte Schichtfolge und Mächtigkeit wird daher noch unregelmässiger.

Stratigraphische Übersicht.

Stufe	Schichtbezeichnung	Gesteinsbeschreibung	Mächtigkeit	Fossilien
Kreide	Saluverschiefer(11)[1])	Grünlich-schwarze Tonschiefer.	40—50 m	
	Saluverbreccie	Dolomitische und polygene Breccie, braun-anwitternd.	Tektonisch reduziert, nur als Relikte an der Silvrettascherfläche im Val Tisch.	
Malm	Aptychenkalk (10)	Helle, dichte Kalke mit grünlichen, sericitisch-tonigen und quarzreichen Einlagerungen.	0—10 m	
Dogger	Nicht als solcher nachgewiesen; ist möglicherweise durch die brecciösen und sandigen Kalke des obern Lias (9) vertreten.			
Lias	In der Facies der Allgäuschiefer (8) (7)	Sandige Kalke mit dunkeln Tonschiefern wechsellagernd; feinbrecciöse Kalke mit hellanwitternden, eckigen Dolomitkomponenten. Tonige Kalkschiefer, die bei tektonischer Bearbeitung griffelig zerfallen (Griffelschiefer) wechsellagern mit blauen Kalken. Kieselige Lagen erzeugen in letzteren beim Verwittern auffallende Bänderung. Gegen unten treten die Schiefer gegenüber den Kalken zurück. Stellenweise trifft man im untern Teil auch dunkle, blaue Kalke und schwarze Tonschiefer.	700—900 m	Belemniten, Pentacrinus sp. Fischschuppen.
	In der Facies der Steinsbergerkalke und -breccien.		Als tektonisch in den Lias der Aeladecke eingespiesste Keile am SSW-Abh. des Il Compass.	
Rät	(6)	Korallogene Kalke und lumachellenführende Kalkschiefer.	0—50 m	Bivalven, Gastropoden, Crinoiden, Korallen, meist in unbestimmbaren Bruchstücken.
Norien	Hauptdolomit (5)	Heller, nicht gut gebankter, grauer, körniger Dolomit; am Rhät- und Liaskontakt nimmt er gelbe Färbung an.	200—700 m	Nestartig angehäufte Fossilbruchstücke: Gastropoden, Megalodonten, Diploporen.
	Hauptdolomitbreccie (4)	Graue Dolomitbreccie; am Kontakt mit den Raiblerschichten mit rotem und schwarzem, tonigem Zement; geht allmählich in Hauptdolomit über.	2—20 m	
	Raiblersandstein (3)	Rote Sandsteine und glimmerführende Schiefer, stellenweise mit schwarzen Tonen, von sehr stark wechselndem Charakter.	1—12 m	
	Raiblerdolomite (2)	Gelb anwitternde, innen graue, dichte, tonige Dolomite mit schwarzen Tonbelägen auf den Schichtflächen.	20—120 m	
	Raibler Rauhwacken (1)	Gelbbraune Rauhwacken, erdig-porös oder von brecciös-zelligem Gefüge mit kristallinen Gesteinsstücken sowie Kalken, Dolomiten und bunten Tonschiefern.	0—120 m	
		Tektonische Begrenzung durch Überschiebungsfläche.		

*) Die Zahlen beziehen sich auf Fig. 5.

Das tiefste Schichtglied bildet hier der **Hauptdolomit.** Nordwestlich Naz bildet er hohe Steilwände, hört dann aber östlich der Albula plötzlich auf. Nur ein wenige Kubikmeter mächtiges Relikt blieb auf der rechten Seite der Albula erhalten. Es besteht aus einem hellen, dichten kalkigen, Dolomit, der mit 10 % Salzsäure braust.

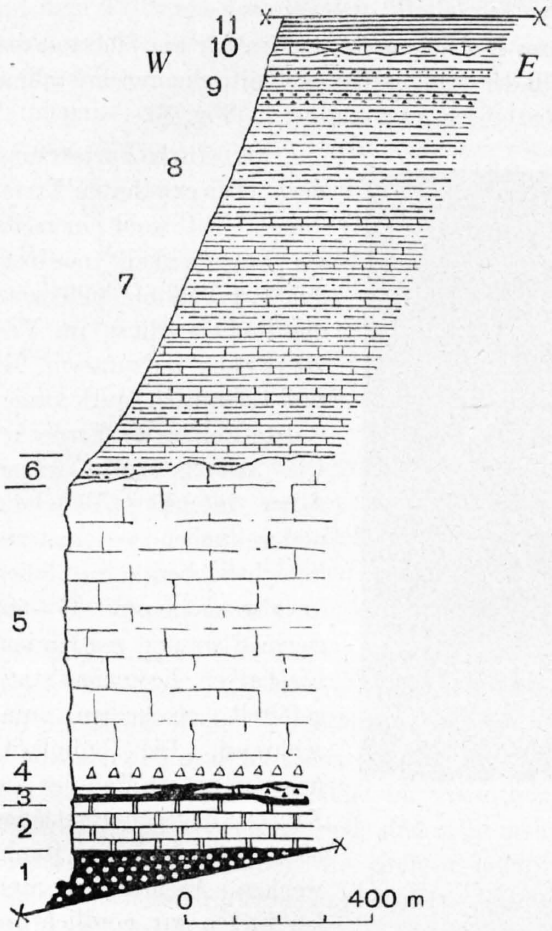


Fig. 5. **Stratigraphisches Sammelprofil der Aela-Campo-Decke, Piz Uertsch-Kette, westlicher Teil.**

(Siehe stratigraphische Übersicht.)

Lias. Die Abgrenzung der Liasschichten der Aeladecke von jenen der Errdecke ist nicht leicht durchzuführen; denn sie sind tektonisch zu sehr ineinandergeknetet. Als zweifellosen Lias der Errdecke ist jener Lias, der in der Albulaschlucht nördlich Naz aufgeschlossen ist, zu betrachten. Wenn wir nämlich von der Einmündung der Ava Mulix in die Albula der letztern nordwärts folgen, so beobachten wir nach dem Hauptdolomit zuerst dunkelblaue Kalke mit Kalkschieferzwischenlagen. Nach Einschaltung einer feinen Dolomitbreccie, in der wir jene aus dem Sagliaints uns schon bekannten kleinen, eckigen, hellanwitternden Dolomitstücke widerfinden, folgen graue Kalk- und Tonschiefer. Gesamtmächtigkeit zirka 150 m.

Hierauf folgt eine braunanwitternde Dolomitbreccie (4—5 m); dann sericitische, tonige Schiefer mit Kalkeinlagerungen (zirka 10 m) und wiederum eine braunanwitternde Dolomitbreccie, dunkle Kalke und schliesslich nochmals eine braunanwitternde Dolomitbreccie, auf die sericitische Tonschiefer folgen. Im Gegensatz zu den übrigen Liasschiefern brausen die nördlich der zuletzt erwähnten Dolomitbreccie auftretenden Schiefer mit 10 % Salzsäure nicht. Diese Erscheinung dürfte wohl auf Entkalkung infolge Lösungsumsatz beruhen. Die ausserordentliche tektonische Bearbeitung, die sich in der intensiven Verfältelung verrät, wird dabei noch fördernd gewirkt haben.

Innerhalb der Liasschiefer treten auch Breccien auf. So finden wir bei dem Sumpf nordöstlich P. 1757 eine von weissen Quarzschnüren durchzogene, rostbraunanwitternde Dolomitbreccie. Weiter westlich nimmt sie auch kristalline Komponenten auf; besonders glimmerreiche Gneise. Daneben kommen auch rote Schieferbrocken vor, und stellenweise besitzt sie sogar rotgefärbtes Zement. Noch weiter westwärts, an der Albulastrasse nördlich Naz, steht sie in Kontakt mit Lias und ist dort als reine Dolomitbreccie vertreten, die dieselbe rostbraune Anwitterungsfarbe zeigt wie jene Breccien nordöstlich P. 1757.

Nahe der Einmündung der Ava da Mulix in die Albula finden wir ein kleineres Vorkommen von Liasbreccie. Sie liegt hier auf Hauptdolomit, den wir als Überrest des «Nazer Hauptdolomites» kennengelernt haben. Neben hellen Dolomiten treten auch an dieser Stelle kristalline Komponenten auf, vor allem grüne, glimmerreiche Gneise.

Wie die Aufschlüsse vor dem Zuondratunnel an der obersten Bahnlinie der Rhätischen Bahn nördlich Naz zeigen, gehen die Liaskalke, indem sie heller und feiner werden, allmählich in Aptychenkalk über.

Aptychenkalk sehen wir in einem augenfälligen Aufschluss an der Strasse östlich Punt ota, wo er in einem kleinen Rundhöcker vom Gletscher glattgeschliffen wurde, so dass die Ausbildung des Hyänenmarmors in besonders schöner Weise zum Ausdruck kommt. Die östliche Fortsetzung dieses Aptychenkalkes streicht nördlich der beiden Kehrtunnels der Albulabahn vorbei und setzt sich gegen die Anhöhe nördlich P. 1757 fort.

Der **Radiolarit** zeigt äusserst starke Pressung. Wir finden ihn bei P. 1689, am Pfeiler des grossen Viaduktes der Rhätischen Bahn. Er kommt hier in roten und grünen Varietäten vor und wird von einer Menge von Brüchen so zerschnitten, dass er bald in grösserer Mächtigkeit, bald nur als schmales Band aus dem Albulatal gegen E nach der Anhöhe nordöstlich P. 1757 hinaufzieht. Dort bildet er grössere Komplexe und enthält stellenweise auch graue Hornsteine.

Eine Ausbildung des Radiolarites, die von besonderer Bedeutung ist, treffen wir am Südrand des Sumpfes nordöstlich P. 1757 an. Es treten dort innerhalb des Radiolarites dolomitische und kristalline Gesteinstrümmer auf, so dass eine eigentliche Radiolaritbreccie entsteht (siehe Fig. 6).

Fig. 6. **Radiolaritbreccie.**

——— Kristalline Komponenten.
- - - - - Dolomitische Komponenten.

Als östliche Fortsetzung der soeben erwähnten Errsedimente ist wohl einerseits der Aptychenkalk nordöstlich P. 1785,$_5$ und anderseits die Radiolaritlinse im Val Zavretta aufzufassen. Es sind tektonisch stark ausgewalzte Relikte der Errdecke. Die Aptychenkalke zeigen daher intensive Fältelung und weitgehend sericitisierte Schichtflächen. Sie fallen im allgemeinen mit 45—50° gegen S ein und werden von Liaskalken, die weniger stark gefältelt erscheinen, umschlossen. Die Radiolaritlinse im untern Teil des Val Zavretta dagegen stösst längs einer Scherfläche an Rauhwacken. An manchen Stellen finden wir nördlich des untern Val Zavretta dichte Kalke in den Liasschiefern, die einen im Zweifel lassen, ob es sich um stark marmorisierte Liaskalke oder um Aptychenkalke, die in die Liasschiefer eingepresst wurden, handelt; auf der Karte wurden sie nicht ausgeschieden.

Ein weiteres Vorkommen solcher Kalke, das aber leicht als Aptychenkalk erkannt wird, finden wir bei v des Wortes Zavretta, wo auch kleine Linsen von Radiolarit, sowie grüne und rote Schiefer in den ausserordentlich stark gepressten Liasschiefern liegen. Diese bunten Tonschiefer erinnern sehr an Couches rouges; doch konnten in den angefertigten Dünnschliffen keine Anzeichen gefunden werden, die den sichern Beweis dafür erbringen. Wir können sie weiter gegen W verfolgen und sehen, dass sie stets den Hauptdolomit, der nördlich «Za» des Wortes Zavretta in die Liasschiefer eingekeilt ist, begleiten (auf der geologischen Karte mit grüner Farbe eingetragen).

Es wäre aus tektonischen Gründen zu erwarten, dass wir auf der Linie Palpuognasee-Weissenstein, wo die Errdecke an die Aeladecke stösst, die Errsedimente in grösserer Mächtigkeit antreffen. Statt dessen sehen wir an wenigen Stellen spärliche Aufschlüsse, in denen man wohl vergeblich nach einer vollständigen Schichtserie suchen kann. Über grünem Errgranit liegt zunächst ein stark gepresstes, kristallines Konglomerat mit schwarzem Ton als Bindemittel. Es ist am besten aufgeschlossen in einem der alten, nun trockenen Talläufen zwischen Weissenstein und Palpuognasee. Wir finden dort neben kleinen, eckigen, kristallinen Gesteinsstücken auch Gerölle von 10 bis 15 cm Durchmesser. Über dem 1—4 m mächtigen Konglomerat folgen schwarze, sericitische Tonschiefer, deren Mächtigkeit ca. 150 m westlich der Brücke von Weissenstein am grössten ist und 90—100 m

beträgt. Auf Grund ihres lithologischen Habitus und ihrer Lage zwischen Errgranit und triadischer Rauhwacke ist man versucht, diesem Konglomerat und den Tonschiefern karbonisches Alter zuzusprechen.

Die über dem fraglichen Karbon liegende **Rauhwacke** lässt sich längs einer Zone, die annähernd mit dem Talboden des obersten Albulatales zusammenfällt, von W nach E verfolgen. Wir treffen sie zuerst am Fussweg bei La Pischotta; zunächst in einem unscheinbaren Aufschluss südwestlich des Wasserfalles, wo die Rauhwacke mit Liasschiefern zusammengeknetet erscheint. Weiter im E, gegen den Palpuognasee, legte die Albula einen Aufschluss frei, in welchem auch Raiblerdolomite und bunte Raiblerschiefer zutage treten. Im Bachbett finden wir einen Komplex eines hellen, grauen Dolomites, der wohl als Hauptdolomit anzusehen ist und die Form einer Linse zeigt, die zwischen Rauhwacke und Liasschiefer liegt. Ferner sehen wir am nördlichen Ufer des Palpuognasees, unter Moräne hervortretend, ein weiterer Rauhwackenaufschluss. Am mächtigsten jedoch ist die Rauhwacke westlich und nordöstlich von Weissenstein entwickelt. In den von der Albula westlich Weissenstein geschaffenen Anrissen lassen sich Gerölle aus Albulagranit beobachten. Zu der soeben erwähnten Rauhwackenzone gehört auch das Anhydrit- und Gipslager östlich Weissenstein, das durch seine weissen, felsartigen Verwitterungsformen sowohl der Gegend den Namen Crap Alv oder Weissenstein als auch dem Pass und dem Fluss den Namen Albula verlieh.

Ein ganz vereinzeltes Vorkommen von Errsedimenten steht am Fusswege von Weissenstein nach Albulahospiz an. Von Weissenstein her kommend, findet man zur Linken (siehe geologische Karte) an einem kleinen Aufschluss zwischen den Schutthalden einen grünlichen Gneis, der wohl als grosser Block der dort ebenfalls anstehenden **Saluverbreccie** angehört. Die mikroskopischen Untersuchungen, die ich Herrn Dr. *H. P. Cornelius* verdanke, ergaben folgendes:

«Orthoklas tritt auf, einerseits in grossen, einsprenglingsartigen Individuen mit starker, perthitischer Durchäderung; anderseits in kleinern Körnern, welche perthitische Einlagerungen viel feiner und nur selten zeigen. Ungefähr in gleicher Menge ist Plagioklas vorhanden mit klaren, albitischen Randzonen und wohl basischerem, doch wegen Sericitisierung nicht mehr bestimmbarem Kern. Quarz tritt auffällig zurück. Er bildet im wesentlichen nur die Ausfüllung schmaler Lücken zwischen den Feldspäten. Dunkle Gemengteile sind nicht mehr vorhanden; durch ihre Zerstörung ist die chloritische Substanz zurückzuführen, die vielfach nicht nur die oberflächennahen Partien der Mineralkörner, sondern auch deren Inneres imprägniert. Akzessorische Gemengteile spielen eine geringe Rolle: Apatit, Ilmenit, Pyrit, Titanit, Zirkon. Die Ausscheidungsfolge Plagioklas-Orthoklas-Quarz ist erkennbar, aber nicht übermässig ausgeprägt. Tektonische Misshandlung des Gesteins wird bezeugt durch stark entwickelte sericitisch-chloritische Gleithäute; stellenweise Verschiebungsklüfte durch einzelne Mineralkörner hindurch; undulöse Auslöschung und Verbiegung einzelner Quarze, doch diese in geringem Grade, und eigentliche Mörtelzonen fehlen ganz.

Das Gestein fällt angesichts seiner Quarzarmut kaum mehr unter die Granite. Es zeigt Verwandtschaft zu Alkalisyeniten. Ob es gerade bei diesen einzureihen ist, könnte wohl nur durch eine quantitative Analyse entschieden werden.

Aus der Errdecke sind übereinstimmende Gesteine nicht bekannt; immerhin ist es durchaus möglich, dass sich noch solche im «Albulagranit» verbergen. Der von *U. Grubenmann* aus der Berninagruppe beschriebene Alkalisyenit ist diesem Gestein etwas ähnlich. Deswegen auf einen tektonischen Zusammenhang mit der Berninadecke zu schliessen, ist indessen doch — ohne weitere Anhaltspunkte — wohl noch kaum erlaubt.»

Kehren wir zurück zum Aufschluss am Fussweg nach Albulahospiz und folgen demselben weiter. Nach kurzer Schuttüberdeckung treffen wir neuerdings Saluverbreccie an. Sie enthält im Hangenden auch kristalline Komponenten, vornehmlich glimmerreiche Gneise, und geht dann in grüne und rote Tonschiefer über. Gegen W keilt die Breccie aus und wird von grünlich-schwarzen Tonschiefern umgeben.

Die Fortsetzung dieser Gesteine ist aller Voraussicht nach südlich des Albulahospizes zu suchen. Wir finden denn auch an der Albulastrasse, zirka 350 m vom Albulahospiz entfernt, ein an Saluverbreccie erinnerndes Gestein, das dort aus Hauptdolomit hervorzugehen scheint. Östlich davon tritt unter

den grossen Schutthalden am Nordabfall des Piz dellas Blais ein Gipslager hervor, das als Fortsetzung der Rauhwackenzone Palpuogna-Weissenstein-Crap Alv betrachtet werden darf, zumal die Versickerungstrichter in der Nähe dieser Gipslager jene Verbindungslinie bezeichnen.

Faciesveränderung.

Innerhalb der Aela-Campodecke selbst zeigen sich Faciesdifferenzen am deutlichsten an der norisch-rätischen resp. norisch-liasischen Grenze. Schon auf der kurzen Strecke von den Bergünerstöcken bis zum Muot sehen wir Veränderungen in der Ausbildung und Mächtigkeit des Rät. Von der am Scidier (nordöstlich des Tinzenhorns) noch über 100 m mächtigen Schichtfolge sind am Muot nur noch 20—30 m vorhanden. Auch die zirka 10 m mächtige Kalkwand, die wir am Bergünerstein (**6**, 63) zwischen den Rät- und Liasschichten finden, fehlt am Muot. Die Mächtigkeit nimmt von W nach E allmählich ab und wird zwischen Muot und Piz Uertsch vollends gleich Null, so dass wir dort eine direkte Auflagerung von Lias auf Hauptdolomit haben.

Ziehen wir zum Vergleich noch die Ausbildung des Lias in den Engadinerdolomiten in Betracht, so fällt uns auf, dass der Faciesunterschied ein noch bedeutenderer ist. Wir finden dort sogar innerhalb des Gebietes selbst vier Faciesentwicklungen: die Ausbildung des norisch-rätischen Grenzniveaus, die Facies der Kössenerschichten, die Quatervals- und Fraelefacies (**16**, 63 ff.) und ferner das in stratigraphischer Beziehung bemerkenswerte taschenförmige Eingreifen der Kalkschiefer des norisch-rätischen Grenzniveaus in den Hauptdolomit (Piz Laschadurella-Ostgrat).

Die Hauptmasse des Lias ist in der Facies der Allgäuschiefer ausgebildet. Nur im S des Compass finden wir Steinsbergerkalke und -breccien, die aber nicht ohne weiteres als Faciesveränderung innerhalb der Aeladecke angesprochen werden können, da es noch nicht sicher ist, ob sie wirklich als Teile des liegenden Schenkels der Aeladecke aufzufassen sind. Es scheint mir viel wahrscheinlicher, dass diese keilförmigen Einspitzungen in der Liasmasse der Aeladecke noch zu einem tektonischen Gliede gehören, das sich zwischen Aela- und Errdecke befindet. Dieselbe Ausbildung des Lias finden wir aber auch auf Gualdauna. Die Untersuchungen von *H. Eggenberger* werden uns Aufschluss geben über ihre Beziehung mit diesem Vorkommnis.

In der Errdecke macht sich, wie wir gesehen haben, am Ende der Trias eine starke Störung der Sedimentation geltend, was in der Reduktion des Rät und stellenweise Trockenlegung des Hauptdolomites zum Ausdruck kommt. Da der Rät-Liaskontakt keine stratigraphische Diskordanz zeigt, ist wohl anzunehmen, dass eine Trockenlegung an der Grenze zwischen Norien und Rät stattfand.

Ein weiterer auffallender Unterschied zeigt sich beim Vergleich der Triasausbildung im Albula-Aelagebiet mit jener der Engadinerdolomiten, nämlich im vollständigen Fehlen der Untertrias im erstern Gebiet. Zweifellos spielen aber hier starke Abscherungen eine grosse Rolle, und es ist anzunehmen, dass die fehlende Trias irgendwo im S zurückgeblieben und infolge des Abtrages verschwunden ist.

Ähnliche Unterschiede ergeben sich auch beim

Vergleich mit der Silvrettadecke.

Die Aeladecke unterscheidet sich von dieser durch das Fehlen der untern Trias, das bedeutend reduzierte Rät und durch die zum Teil direkte Auflagerung des Lias auf Hauptdolomit. Ferner treten die obercarnischen Dolomite, die in der Silvrettadecke die ansehnliche Mächtigkeit von 300 m annehmen können, im Albulagebiet sehr stark zurück; sie sind höchstens 150 m mächtig, und die Aelarauhwacke ist durch das Auftreten von kristallinen Gesteinsstücken gegenüber jener der Silvretta wohl zu unterscheiden. Das auffallende rote Sandsteinband, das in der Silvrettatrias niveaubeständig ist, geht im Albulagebiet mancherorts in die Hauptdolomitbreccie über. Die geringsten Abweichungen zeigen sich im Hauptdolomit, doch das hat wohl wenig zu bedeuten.

Steigen wir im Deckengebäude tiefer und führen noch den

Vergleich mit der Errdecke

durch. Wir sehen, dass die Lückenhaftigkeit der triadischen Schichtfolge in jenen Gebieten um ein ganz bedeutendes Mass zunimmt (**3**, 11—42). Allerdings spielen dort tektonische Ausquetschungen eine Hauptrolle, aber trotzdem kann eine schon primär vorhandene Reduktion und Lückenhaftigkeit nicht abgesprochen werden.

Auf wenig mächtigen und nur an einzelnen Punkten vorkommenden Buntsandstein folgt direkt Rauhwacke, und darüber «liegen helle Dolomite, in deren tiefern Partien lokal eine wenig bedeutende Schicht von rotem Sandstein eingelagert ist» (**3**, 16). Sie entspricht wohl dem roten Raiblersandstein und Schieferband, das in der Aeladecke und in der Silvrettadecke im obersten Teil der carnischen Stufe auftritt. Ob nun die unter diesen roten Sandsteinen liegenden Dolomite wirklich den ladinischen Dolomiten entsprechen, scheint mir fraglich. Ich bin eher geneigt, sie als carnische Dolomite anzusprechen. Zwingende Beweismittel für diese Annahme fehlen mir jedoch. Jedenfalls aber geht aus der genauern Untersuchung der Errtrias durch *P. Cornelius* (**3**) hervor, dass die Untertrias zum grössten Teil als Rauhwacke entwickelt ist.

Die Mächtigkeit des Hauptdolomites ist bedeutend geringer, im Maximum 150—200 m (**3**, 18). Sie nimmt aber stellenweise, z. B. westlich Piz Padella, ab und «keilt im obersten Boden des Val Zuondra ganz aus, so dass Liaskalk auf Rauhwacke zu liegen kommt». Es ist jedoch möglich, dass diese Erscheinung tektonische Ursache hat. Gegenüber der Hauptdolomitausbildung in der Aeladecke tritt aber dennoch ein ganz bedeutender Mächtigkeitsunterschied zutage, auch wenn man die tektonischen Ausquetschungen berücksichtigt.

Rät finden wir in der sehr bescheidenen Mächtigkeit von 0 bis 10 m und nur an vereinzelten Punkten.

In den meisten Fällen liegt über dem Hauptdolomit direkt der Lias, der in der Ausbildung der dunklen, bituminösen, etwas mergeligen Kalken und der darüber folgenden Liasschiefer entwickelt ist. In der Aeladecke treffen wir aber nicht jene typische Transgressionsbreccie, die in der Errdecke bald durch allmählichen Übergang aus dem Hauptdolomit sich entwickelt, bald taschenförmig in denselben hineingreift und dann das Bild einer alten Abwitterungsfläche zeigt. Wohl treffen wir südsüdwestlich des Compass auch solche Breccienbildungen an, doch handelt es sich hier um Keile, die nicht ohne weiteres der Aeladecke angegliedert werden dürfen.

Feinere Breccien dagegen, die sich durch das Auftreten kleiner, eckiger, hellanwitternder Dolomitstücke auszeichnen und die sich von der roten Transgressionsbreccie wesentlich unterscheiden, finden wir wohl im Lias der Aeladecke, aber erst in den obern Teilen desselben.

Zusammenfassung: Aus dem vorausgegangenen geht hervor, dass die Facies der Triasbildungen in den drei in Betracht gezogenen unterostalpinen Decken in zwei Beziehungen sich ändert.

1. Die Mächtigkeit der Trias nimmt von der Silvrettadecke zur Errdecke ab. Im Ducangebiet beträgt ihre Mächtigkeit (inkl. Rät) zirka 2850 m. In der Aeladecke kommt sie, wenn man für die fehlende Untertrias jene der Unterengadiner Dolomite einsetzt (**16**, 99), auf 1040—1600 m. Die Errdecke dürfte, nach den Profilen von *H. P. Cornelius* (**3**) zu schliessen, eine Mächtigkeit haben, die innerhalb den Grenzen von 100 und 450 m liegt.

2. Stetige Mächtigkeitssabnahme des Rät von der Silvrettadecke zur Errdecke (Silvrettadecke zirka 300 m; Aeladecke 0—50 m; Errdecke 0—10 m).

In allen drei Decken finden wir eine Emersion des Hauptdolomites. Im Ducangebiet ist eine Trockenlegung durch die Bildung eisenreicher Tone im Rät und durch die Mächtigkeitsabnahme des Hauptdolomites ausgeprägt. In der Aeladecke finden wir ebenfalls eine wenn auch kleinere Mächtigkeitsverschiedenheit des Hauptdolomites, dazu kommt aber noch die direkte Auflagerung des Lias auf Hauptdolomit, der eine unebene Oberfläche mit taschenförmigen Vertiefungen zeigt, in die Rät resp. Lias eingelagert ist. Die Errdecke zeigt weitgehende Emersionserscheinungen: starke Mächtigkeitsreduktion des Hauptdolomites mit einer klassisch ausgebildeten Abrasionsfläche, auf der eine mächtige und mannigfach ausgebildete Transgressionsbreccie, die rote Liasbreccie, liegt. Also Verhältnisse, die sehr an jene der Lischannagruppe erinnern.

Tektonik.

Einleitung.

Zwei tektonische Linien begrenzen das Untersuchungsgebiet im N und S. Nämlich die im Talboden des Val Tisch verlaufende Ausstreichlinie der Silvrettaüberschiebungsfläche und die mit dem obern Albulatal, zwischen Palpuogna und Albulapass, parallellaufende Grenze zwischen Aela-Campo- und Errdecke (siehe Tafel IV). Den dazwischenliegenden Teil nimmt die Aeladecke ein. Gegen E setzt sie sich in den der Campodecke zugewiesenen Gebirgen des Engadins fort. Sie gehört somit zu den mittelostalpinen Decken. Aus Gründen der übersichtlichen Deckengliederung wird es aber angezeigt sein, die Bezeichnung Aeladecke beizubehalten, denn es ist zu erwarten, dass die heutige Campodecke in einzelne tektonische Elemente weiter zerlegt werden kann. Die Stellung der Aeladecke zu den unter- und überliegenden ostalpinen Decken zeigt sich deutlich im Albulagebiet, wo nämlich die Errdecke, also eine unterostalpine Decke, unter die Aeladecke eintaucht, und anderseits im Val Tisch die Silvrettadecke, also eine oberostalpine Decke, die Aelasedimente überlagert.

Ein Blick auf die geologische Karte lässt uns durch das Hervortreten der Zone gleicher Gesteinsarten die Grundzüge der Tektonik schon erkennen. Wir finden nämlich fünf Zonen, die mehr oder weniger gleichmässig von E nach W verlaufen. Im N angefangen:

1. die Liaszone des Val Tisch;
2. die aus Hauptdolomit aufgebaute Muot-Piz Uertsch-Kette;
3. die Dolomitmasse von Cuziranch;
4. die Liaszone, die sich von Il Compass nach Palpuogna erstreckt;
5. die nördlich Naz in östlicher Richtung unter die Liasschiefer der Aeladecke tauchenden Errsedimente und die einzelnen Rauhwackevorkommen im Albulatal, zwischen Lai da Palpuogna und Albulapass.

Tektonische Einzelbeschreibung.

Um die tektonischen Einzelheiten kennenzulernen, werden wir am besten das Untersuchungsgebiet in einzelnen Streifzügen zuerst durchwandern und dann in einem Überblick die Beobachtungen zusammenfassen. Dabei werden wir zunächst die Albulaschlucht nördlich Naz durchqueren, dann nach Muot hinaufsteigen und hierauf den Verlauf der Überschiebung kennenlernen, auf welcher der den Gipfelkamm Piz Muot-Piz Zavretta-Piz Uertsch bildende Hauptdolomit gegenüber dem Hauptdolomit der die Steilwände südlich Muot bildet, abgeschoben wurde. Anschliessend daran betrachten wir die Liaszone im Val Tisch und gehen dann auf die Südseite der Muot-Uertsch-Kette, um die Dolomitmasse von Cuziranch näher anzusehen. Hierauf werden wir auch die im Val Zavretta liegende Zone, die den Triaskomplex des Muot von jenem von Cuziranch trennt, ins Auge fassen. Da diese Liaszone mit jener zwischen Il Compass und Lai da Palpuogna sowohl im E als auch im W zusammenhängt, werden wir daran anschliessend diese südliche Liaszone ansehen und dann die nördlich Naz unter die Aeladecke tauchenden Falten der Errdecke betrachten. Zum Schlusse werden wir uns noch mit den in der Liaszone Il Compass-Lai da Palpuogna eingespiessten Trias-Liaskeilen beschäftigen.

Die Westseite des Piz Muot.

Nördlich Naz durchbricht die Albula in breiter Klamm die mächtige Hauptdolomitmasse, welche sich vom Muot nach W in jene des Piz d'Aela fortsetzt. Wir erhalten daher, wenn wir auf der Landstrasse von Naz nach Bergün uns begeben, einen guten Einblick in den Aufbau dieser Gegend. Von Punt ota aus sehen wir in den Felswänden des Muot die Dolomite steil nordfallend in die Tiefe schiessen. Dass aber die Dolomite hier nicht als ruhig gelagerter Schichtkomplex in die Tiefe steigt, sehen wir auf einem Abstecher, der uns von der Ausweichstelle der Rhätischen Bahn (Muot) an den Westabhang des Muot führt. Dort springt ein grosser, von der übrigen Hauptdolomitmasse durch einen Bruch abge-

trennter Block gegen N vor (siehe Profil I, Tafel I). Rät- und Liasschichten bilden dort, indem sie sich bei der tektonischen Bearbeitung schmiegsam verhielten, eine enggepresste Mulde, deren Schenkel am Hauptdolomitblock abgeschert wurde. Im Südschenkel, auf zirka 1900 m ü. M., stehen die Schichten N 80° W, während sie auf der Nordseite des vorgeschobenen Dolomitblockes auf zirka 1770 m ü. M. N 20° W streicht. Es zeigt sich also im untern Teil bereits eine mehr gegen NW gerichtete Stossrichtung. Die Verhältnisse sind hier allerdings noch komplizierter, als sie im Profil I, Tafel I) dargestellt wurden.

Wir kehren nach der Landstrasse zurück und setzen den Weg talwärts fort. Gleich 100 m nördlich der Ausweichstelle gelangen wir aus dem Dolomit in die Rätschichten, welche dem abgetrennten Hauptdolomitblock aufliegen; links der Strasse streichen sie E-W und fallen mit 80° gegen N ein. Wir sehen sie auf der andern Seite der Albula in den enggepressten Harmonikafalten sich fortsetzen.

In einem weiter talwärts folgenden Aufschluss stehen an der Landstrasse N 70° W-streichende Liaskalke an, die hier bereits 43° gegen NE einfallen. Ferner messen wir nördlich P. 1486,$_3$ in den Liasschichten sogar N 80° E, 45° NW und etwas weiter talwärts N 70° W, 50—60° SW. Die Erklärung der Frage, weshalb wir hier so rasch wechselndes Streichen und Fallen antreffen, erhalten wir, wenn wir uns nach dem durch den Bau der Rhätischen Bahn geschaffenen Aufschluss direkt östlich P. 1486,$_3$ begeben. Dort sehen wir innerhalb einer Falte von zirka 7 m Durchmesser kleinere Fältelchen, deren Achsen bald N 60° W, bald E-W streichen. Neben der allgemeinen, S-N-gerichteten Schubrichtung macht sich hier eine sekundäre SW-NE-gerichtete geltend. Daraus ergibt sich auch der Wechsel der Streich- und Fallrichtungen, welche wir an der Landstrasse beobachtet haben.

Wir folgen weiter der Landstrasse in der Richtung nach Bergün. Der Lias ist fortan unter Moräne und hierauf durch den Bachschuttkegel des Tischbaches verdeckt. Folgen wir der Landstrasse noch zirka 250 m jenseits des Tischbaches, so kommen wir an einen Aufschluss, wo stark zerdrückte Liasschiefer längs einer Quetschzone an Hauptdolomit stossen. Es ist die Silvrettaüberschiebung, und wir gelangen also an dieser Stelle aus der Aeladecke in die Silvrettadecke.

Einen noch bessern Einblick in den Bau der Liaszone, die wir soeben in der Albulaschlucht durchquert haben, erhalten wir, wenn wir auf dem neuen Weg zur Arbeiterschutzhütte bei den Lawinenverbauungen des Muot (nördlich P. 2336) aufsteigen. Gleich südlich der Zahl 5 von P. 1542 sehen wir in einem Kiesbruch N 70° E-streichende und 45—50° NW-fallende Liasschiefer und gleich darauf in einem zweiten Aufschluss eine enggepresste, gegen NW geöffnete Muldenbiegung, deren Achse N 82° W streicht. Dann kommen wir auf längerer Strecke durch Gehängeschutt, und erst bei zirka 1780 m finden wir, wenn wir uns von der Wegkehre etwas nach S begeben, N 80° W-, 50° NW-gerichtete Liaskalke und bei der nächsten Wegkehre E-W-streichende und stark verbogene, im allgemeinen senkrechtstehende Liaskalke. Es folgen darauf Tonschiefer, und gleich nach der Wegkehre auf 1864 m fallen die Schichten bei N 50° W-Streichen 10° gegen S ein. Die Streichrichtung dreht dann wieder allmählich zu E-W um, und nach einer Scherffläche treffen wir plötzlich wieder N 45° W-streichende, enggepresste Fältelungen (siehe Figur 7). Sie zeigen, dass die Liasschiefer hier äusserst stark gepresst wurden. In noch höherem Masse kommt dies in den bald darauf folgenden brecciösen Kalken zum Ausdruck. Diese sind zerbrochen und übereinandergeschoben, wie Fig 8. zeigt.

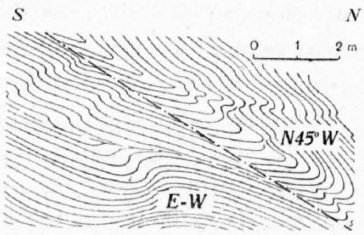


Fig. 7.

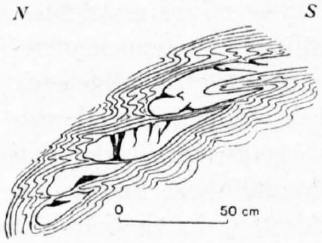


Fig. 8.

In einem Aufschluss direkt unter der Arbeiterschutzhütte treffen wir Schichten an, die auf eine Strecke von zirka 60 m aus der N 80° W, 40 bis 60° NE Stellung in N 45° E, 45° SE übergehen, also eine intensive Torsion aufweisen.

Oberhalb der Schutzhütte Muot, unweit der Quelle, welche für den Brunnen neben der Hütte gefasst wurde, treten schon Rätkalke und -schiefer zutage. Während die Liasschichten in jener Gegend im allgemeinen N 60—80° W streichen und bald SW, bald NE fallen, weisen die Kalke stellenweise N 30° W-Streichen auf. Sie

sind stark ausgewalzt und zusammengepresst, was, wie wir gleich sehen werden, in der Abscherung des daraufliegenden Hauptdolomites seinen Grund hat.

Wir gelangen bereits auf das Plateau von Muot und steigen über den P. 2336 auf die andere Seite, um von W her den Westabsturz des Hauptdolomites näher anzusehen. In prachtvollem Aufschluss tritt dort die Auflagerung der Hauptdolomitmasse des P. 2336 auf Lias längs einer, wie mit dem Hobel glattgeschnittenen Scherfläche zutage. Die Liasschiefer sind eng gefältelt und fallen im allgemeinen gegen S ein, biegen aber, wie man in den Aufschlüssen in der grossen Runse erkennen kann, bald in steiles Nordfallen um.

In den abschüssigen, gegen das Albulatal abfallenden Abhängen direkt südlich unseres Standpunktes folgen Rätkalke und hierauf Hauptdolomit die sich auf der andern Seite des Albulatales im Rugnux dadains fortsetzen.

Verweilen wir noch einen Augenblick auf der Hauptdolomitkuppe bei P. 2375, von wo wir neben der schönen Aussicht auch einen klaren Einblick in die Tektonik der nähern Umgebung erhalten können.

Der Muot bildet gleichsam eine Knacknuss für den Geologen, und erweckt auch in der Tat, wenn wir seine Tektonik ansehen, nachgerade den Eindruck einer zerknackten Nuss. Wie wir soeben erkannten, wurde der Hauptdolomitkomplex des P. 2336 über die Liasschiefer hinweggeschoben. Er verbindet sich gegen E mit der grossen Hauptdolomitmasse des Piz Muot, die ebenfalls ein gegenüber dem Hauptdolomit, auf dem wir stehen, abgeschobenes tektonisches Element darstellt. Wir können im Westabhang des Piz Muot eine gegen Norden gerichtete, flache Faltenbiegung erkennen, die östliche Fortsetzung der Aelafalte; jedoch lässt sich, wie aus dem Profil III und den folgenden hervorgeht, der Zusammenhang mit dem südlichen Hauptdolomitkomplex nicht mehr direkt verfolgen, da wahrscheinlich einzelne Verbindungsstücke im S zurückgeblieben und durch die Erosion zum Verschwinden gebracht worden sind oder indem die einmal aus dem Zusammenhang gelösten Teile der Falte nachträglich sich gegeneinander verschoben haben, so dass sie in ihrer heutigen Stellung nicht mehr ohne weiteres aufeinanderpassen.

Auf der Nordostseite des Muotplateaus finden wir unmittelbar, nachdem wir die Kante desselben, von Bergün her kommend, überschritten haben, linker Hand ein unter Hauptdolomit hervortretendes Liasfenster. Die Scherfläche, welche wir auf der Westseite des P. 2336 beobachteten, bildet hier eine Aufwölbung und lässt intensiv zusammengepresste Liasschiefer an die Oberfläche treten. Weiter im S tritt in einer kleinen, hügelförmigen Erhebung nahe am Wege eine grobe Breccie zutage. Sie ist tektonischer Natur und bezeichnet den Verlauf der Muotüberschiebung.

Der Hauptdolomitaufsatz des Piz Muot bildet eine gegen N gerichtete, flache Falte, die an ihrer Basis von einer Scherfläche begrenzt ist. Sie setzt sich gegen E in dem langgestreckten

Grat Piz Muot-Piz Uertsch

fort.

Um ihn näher kennenzulernen, folgen wir aber nicht etwa dem Gipfelgrate; denn auf dieser Route würden wir immer nur denselben Dolomit antreffen, sondern wir tun wohl besser, uns an die Überschiebung zu halten und den Südabhang des Val Zavretta zu traversieren. Zunächst führt uns der Fussweg nach Zavretta am Südfusse des Piz Muot vorbei über eine Schutthalde, unter der Raiblerrauhwacken liegen. Direkt südwestlich des Piz Muot sehen wir eine Anzahl grosser Einsturztrichter, die die Vermutung berechtigen, dass unter dem Schutt Rauhwacken oder mit ihnen zusammenauftretende Gipslager sich befinden. Bevor der Weg nach dem Val Zavretta hinuntersteigt, gelangen wir durch eine weite Schuttrinne, die gegen S zu sich in einen schmalen Durchbruch durch den Hauptdolomit öffnet. Direkt am Wege südlich M des Wortes Piz Muot liegt die Scherfläche, die steil den Hauptdolomit gegen N abschneidet und von der nördlich folgenden Raiblerrauhwacke und gelben Schiefern trennt. Wir treffen dort auch schwarze, stark verquetschte Rätschichten, die als Relikt an der Überschiebungsfläche von N her eingeschleppt wurden.

Wir steigen nicht ins Zavrettatal hinunter, sondern folgen der leicht erkennbaren gelben Zone der Raiblerschichten weiter gegen E. Wo der Schutt sie nicht verdeckt, sehen wir sie stets durch die bereits bekannte Scherfläche gegen den Hauptdolomit im S, der die Fortsetzung jenes Hauptdolomites

von P. 2375 (Muot) bildet, begrenzt. Bevor wir aber das Tal westlich des Piz Zavretta erreichen, streichen die Hauptdolomite plötzlich in die Luft aus, so dass die Scherfläche in die Rätkalke, welche den Hauptdolomit muldenförmig umschliessen, hinüber fortsetzt. Die Rätkalke sind stark in sich gefaltet, fallen im allgemeinen gegen S ein und tragen über der Scherfläche jene Raiblerdolomite, welche früher schon beschrieben wurden (Fig. 1). Die Scherfläche liegt im Zavrettakar unter Gehängeschutt verdeckt, kommt aber auf der Südwestkante des Piz Zavretta wieder zum Vorschein und ist schon von weitem leicht erkennbar. Hart neben der Einsattelung des Kammes sieht man dort zwei steil nordfallende Gesteinsbänder, ein schwarzes und ein rotes, nämlich die Hauptdolomitbreccie und den Raiblersandstein, an den sich gegen S Raiblerdolomite und geringmächtige Reste von Rauhwacken anschliessen. Im weitern Verlauf gegen E treffen wir sehr ähnliche Verhältnisse an, wir wir sie schon am Südabhang des Piz Muot kennengelernt haben: der Hauptdolomit des Piz Zavretta besitzt im S noch Raiblerdolomite und Rauhwacken, die längs einer deutlichen Scherfläche an dem südlich folgenden Hauptdolomit absetzen. Es ist die Scherfläche der Muotüberschiebung, die wir bis dahin verfolgt haben. Sie quert südlich P. 3114 den von Il Compass nach dem Piz Uertsch hinüberziehenden Grat. Dort gelangen wir in eine sehr komplizierte Schuppenzone, die wir später noch näher betrachten werden. Die Fortsetzung der Muotüberschiebung bildet wohl von hier an die Trennungsfläche zwischen Lias und dem Hauptdolomit des Piz Uertsch und klingt gegen E allmählich aus.

Es bleibt uns noch die Nordseite der Muot-Piz Uertsch-Kette näher zu betrachten. Wir beginnen am besten wieder im W. Im Aufstieg von Bergün nach dem Muot sahen wir bereits die stark gepressten Liasschiefer, die eine grosse, vom Hauptdolomit des Piz Muot überfahrene Mulde bilden. Stark reduziertes Rät umsäumt den Hauptdolomit. Nördlich Davos Chant Sech wurde es zu einem wenig mächtigen Bande ausgewalzt. Darunter liegen südfallende Liasschiefer, die in den gegen das Val Tisch hinunterziehenden Runsen schön aufgeschlossen sind und dort eine Menge zum Teil enggepresste Falten aufweisen (siehe Profil VII). Gegen E verdecken fortan weitausgedehnte Schutthalden die Liasschichten. Erst oberhalb der Alp Tisch finden wir sie wieder; sie fallen dort 25—30° gegen S ein. Über ihnen liegen gut erkennbare Rätkalke, die sich von der Ausquetschung im W wieder erholt haben. Nach einer kurzen Blockschuttüberdeckung stehen höher oben plattige Hauptdolomite an, die ein deutliches, gegen N gerichtetes Faltenknie bilden. Während die Lias- und Rätkalke oberhalb der Val Tisch noch regelmässig E-W streichen, drehen sie, je weiter wir nach E kommen, über NW zu N-S-Streichen um und fallen flach gegen SW resp. W ein. Rät und Lias verschwinden dann wieder unter Schutt, und auf der andern Seite der Schutthalde, wo sie wieder zum Vorschein kommen, messen wir bereits N 70° W, 80° SW. Das Streichen schwankt allerdings und kann auch Werte bis zu N 53° W aufweisen. Das eigenartige Umdrehen der Streichrichtung ist wohl auf eine Querdepression, die sich auch in Cuziranch (siehe unten) bemerkbar macht, zurückzuführen. Wie aus der geologischen Karte und den Profilen zu entnehmen ist, nimmt die Mächtigkeit des Hauptdolomites gerade an jener Stelle ganz bedeutend zu, auch zeigt seine nördliche Grenzlinie eine starke Ausbuchtung gegen N.

Weiter im E ziehen die Lias- und Rätschichten am Nordabhang des Piz Zavretta-Uertsch-Grates durch und zeigen dort Falten, die diskordant auf Hauptdolomit liegen, so dass man den Eindruck erhält, dass sie auf der Hauptdolomitunterlage abgeschoben und in sich zusammengestaut wurden. Die oberhalb der Alp Tisch noch zirka 30 m mächtigen Rätschichten setzen im E auf einmal aus, infolgedessen kommen am E-Grat des Piz Zavretta bereits Liaskalke direkt auf Hauptdolomit zu liegen, und zwar in taschenartigen Einbuchtungen, die auf der geologischen Karte deutlich zum Ausdruck kommen. Die Liasschiefer schmiegen sich von N her an den Grat und greifen stellenweise noch über denselben nach S hinüber. Einige Querbrüche mögen immerhin das Übergreifen auf die Südseite des Kammes verstärkt haben.

Wohl den besten Einblick in den Bau der

Liasmulde des Val Tisch

erhalten wir am Nordgrat des Piz Uertsch. An jenem Grat, den wir bei der Beschreibung des Liasprofiles (siehe oben) bereits begangen haben, erkennen wir auffällige, disharmonische Faltung innerhalb der Liasmasse. Im S sind es flachliegende, grosse Falten, während im N die Schichten im allgemeinen saiger

stehen und intensive Fältelung zeigen. Daraus dürfen wir wohl schliessen, dass in der Liasmasse ein Bewegungsausgleich stattfand. Die dem Hauptdolomit nahen Teile wurden anders bewegt als die nördlich davon an der Überschiebungsfläche der Silvrettadecke liegenden Teile. Wahrscheinlich spielte hier die Silvrettaüberschiebung mit, indem die ihr nahen Schichten mitgeschleift und die in ihnen enthaltenen Falten ausgeglättet wurden, während die tieferliegenden Teile ihre ursprüngliche Form behielten.

Auf der

Südseite der Muot-Piz Uertsch-Kette

zieht sich, wie wir bereits erfahren haben, noch eine zweite Hauptdolomitzone durch. Sie bildet gleichsam den Unterbau jener Bergkette und steigt von der Albulaschlucht nördlich Naz als breiter Felsrücken zum P. 2375 von Muot empor. Gegen E dehnt sie sich bis zum Piz Uertsch aus. Am Fusse der Felswände von Muot zieht sich ein Rauhwackenband in W-E-Richtung hin und trennt steil nordfallenden Lias von der Hauptdolomitmasse. Wir befinden uns hier an der Basis der Aeladecke, die durch eine Scherfläche begrenzt ist. Tektonische Breccien sind daher häufig. Unmittelbar südöstlich des P. 2375 sehen wir am Fusse des Hauptdolomites eine solche, die aus Rauhwacken und grossen, in sie hineingepressten Hauptdolomitblöcken besteht. Hart neben ihr liegen ausgewalzte und marmorisierte Liasschiefer (siehe Fig. 9 A). Die weiter im E folgenden Profile (siehe Fig. 9 B—D) weisen ebenfalls grosse Komplikationen auf, indem Teile von Hauptdolomit in die Liasschiefer eingepresst sind. Stellenweise wird der Hauptdolomit von bunten Schiefern begleitet, die es sehr wahrscheinlich erscheinen lassen, dass wir hier Teile der Languard- oder Berninadecke vorfinden, die an der Überschiebungsfläche der Aeladecke mitgeschleppt wurden.

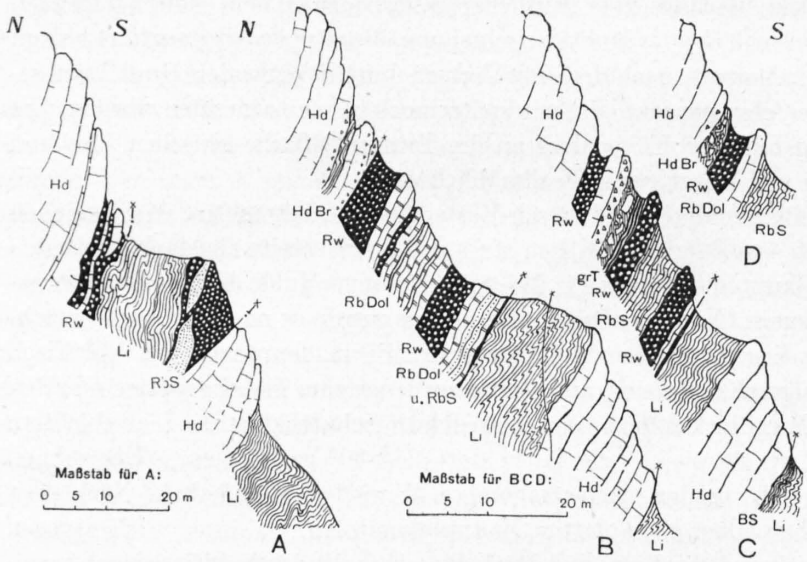


Fig. 9. **Profile am Südfuss der Hauptdolomitfelsen des Muot.**

Hd = Hauptdolomit. *grT* = grüne Tone. *Li* = Lias.
HdBr = Hauptdolomitbreccie. *RbDol* = Raiblerdolomit. *BS* = Bunte Schiefer.
Rw = Rauhwacke. *RbS* = Raiblerschiefer.

Je weiter wir nach E gehen, um so mehr wird die Hauptdolomitzone des Unterbaues von Scherflächen und Brüchen zerstückelt und in ihrem Zusammenhang gelockert.

Am Wege von Zavretta nach Muot liegen auf einer gegen N stirnförmig gebogenen Scherfläche intensiv ineinandergeknetete Gesteine (siehe Fig. 10). Grosse und kleine Hauptdolomitblöcke sind in Rauhwacke und in den daraufliegenden Lias eingepresst. Wir sehen somit an dieser Stelle eine gegen N gerichtete Falte der Liaszone, welche sich zwischen dem Muotgrat und Cuziranch befindet.

Die starke Zerstückelung des Unterbaues tritt auf der Nordseite des Val Zavretta besonders klar zutage. Der am Muot noch einheitliche Dolomitkomplex trennt sich dort in zwei Züge, die durch Rät voneinander getrennt sind. Der obere derselben wird gegen unten, also gegen die Rätschichten, durch eine äusserst scharfe Scherfläche, welche wahrscheinlich die Fortsetzung der soeben erwähnten Scherfläche am Fussweg nach Muot darstellt, abgeschnitten. Infolge des Ansteigens der Scherfläche gegen E wird der Hauptdolomit immer geringmächtiger. Noch vor dem Zavrettakar streicht er dann in die Luft aus und wird von Rätschichten, die in enge, mit dem Abhang fallende, kleine Falten gelegt sind, umschlossen.

Der untere Hauptdolomitzug hingegen setzt sich, wie die kleinen Felsköpfe im schuttbedeckten Hang deutlich zeigen, gegen E fort und steht mit dem steilgestellten Hauptdolomit südlich des Piz Zavretta in Verbindung. Am Südrande des Zavrettakars stossen längs einer stark gebogenen und

taschenförmige Einbuchtungen zeigende Kontaktfläche Rätschichten an die N-Seite des Hauptdolomites. Wir sehen also dort eine normale Auflagerung des Rät auf Hauptdolomit. Im S des untern Hauptdolomitzuges folgen noch, in wenigen Aufschlüssen sichtbar, Raiblerschichten, die im obern Val Zavretta rote Raiblersandsteine enthalten. Letztere ziehen sich weithin sichtbar in den wild zerrissenen Dolomitfelsen südlich Piz Zavretta in unregelmässiger Linie durch. Sie verschwinden dann aber weiter im E bald unter den Schutt und treten nachher in der bereits weiter oben schon erwähnten Schuppenzone zwischen Il Compass und Piz Uertsch wieder hervor. Hier kommt der Hauptdolomit des Unterbaues mit jenem des Gipfelaufsatzes Piz Muot-Piz Uertsch zusammen. Sie sind aber noch immer durch die WNW-ESE-streichende Muotscherfläche voneinander getrennt und werden überdies von Transversalverschiebungen betroffen, was sich in der Verstellung der Raiblersandsteinbank deutlich äussert. Von den Liasschiefern im S ist diese Schuppenregion durch eine scharfe Scherfläche, welche bald von Rauhwacken, bald von Hauptdolomitrelikten begleitet wird, getrennt. Den besten Überblick erhalten wir von E her von einem Standpunkt am Fusse des Piz Uertsch. An der tiefsten Stelle jenes Tälchens zwischen Piz Uertsch und Il Compass, das sein Wasser an den kleinen See auf der Albulapasshöhe abgibt, sind äusserst intensiv bearbeitete Liasschiefer an Dolomit und Rauhwacken gepresst.

Wir sind bereits in die Liaszone gelangt, welche wir als Liaszone von Il Compass-Palpuogna bezeichnet haben und in der die Dolomitmulde von Cuziranch liegt.

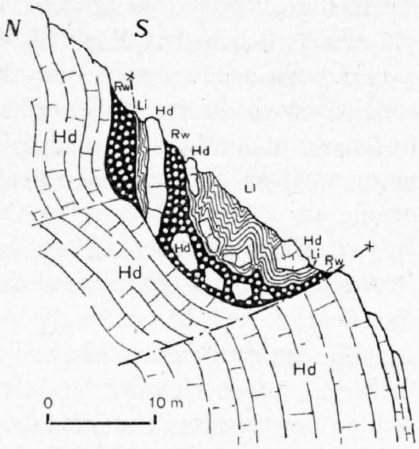


Fig. 10.

Aufschluss am Weg von Val Zavretta nach Muot.

Hd = Hauptdolomit. *Rw* = Rauhwacke. *Li* = Lias.

Die Cuziranchmulde

ist sehr stark zusammengepresst und besteht aus verkehrtgelagerten Triasschichten, die sich im W bis nach Preda fortsetzen. Zu diesem Triaskomplex gehören auch die Rauhwacken des untern Val Zavretta, die aber nicht etwa den Muldenkern bilden, sondern sich an die Dolomite nördlich anlehnen.

Im Aufstieg von Preda nach Cuziranch beobachten wir auf weite Strecken direkt am Fussweg N 10—20° W-streichende und 20—35° einfallende Hauptdolomitplatten, die den Boden der Cuziranchmulde bilden. Letztere zeigt somit sehr rasches axiales Ansteigen gegen E. Auf Cuziranch selbst aber ändern sich die Verhältnisse; denn auf einmal liegt die Muldenachse flach, und wir sehen eine enggepresste, von Raiblerdolomiten gebildete Schüssel. Wie sich dies aus der tektonischen Karte (Tafel III) durch die konzentrisch angeordneten und periklinal einfallenden Zeichen erkennen lässt. Auf der Südseite der zur Schüssel gewordenen Mulde fällt der Hauptdolomit steil gegen Süden ein, und biegt allmählich zu immer flacherem Nordfallen um, was sich besonders deutlich in den Felsköpfen direkt südlich des u des Wortes Cuziranch zeigt (siehe ferner Profile VIII und IX).

Weiter im E erleidet die Mulde weitere, wahrscheinlich durch seitlichen Druck erzeugte Veränderungen. Wir sehen nämlich, dass am Talriegel des obern Val Zavretta, der zur Hauptsache aus Hauptdolomit und Raiblerdolomit aufgebaut ist, der Muldenboden steilgestellt ist und eine gegen W schauende Aufpressung erfahren hat (siehe Längsprofil 2, Tafel II). Die Muldenachse steigt also hier gegen E wiederum rasch in die Höhe, so dass bald darauf auch der Hauptdolomit zum Vorschein kommt. Er streicht aber gleich in die Luft aus und ist von Lias umgeben.

Die Achse der Cuziranchmulde zeigt somit, im W bei Preda angefangen, zuerst starkes Ansteigen gegen E, nimmt dann infolge eines Bruches oder einer Flexur — es lässt sich dies wegen der starken Schuttmoränenüberdeckung nicht ohne weiteres entscheiden — auf einmal flache Lage an. Sie senkt sich hierauf und steigt gegen E wieder an, so dass aus der Mulde eine Schüssel wird. Das axiale Ansteigen nimmt gegen E immer mehr zu, und überdies wurde der Muldenboden zu einer gegen W schauenden Aufwölbung aufgepresst. Schliesslich streicht die Mulde im E in die Luft aus und wird vom Lias umschlossen.

Überall im S und im E wird die Cuziranchmulde vom Lias umgeben, auch im N lässt sich trotz den wenigen Aufschlüssen ein enggepresstes Liasband, das den Hauptdolomit der Piz Muot-Piz Uertsch-

Kette von der Cuziranchmulde trennt, feststellen. Gegen W verbreitert sich das Liasband und bildet die Liasmasse nördlich und westlich Preda. Letztere verbindet sich über La Pischotta mit dem Liaszug Palpuogna-Il Compass, in welchem die Cuziranchmulde gleichsam eingebettet liegt.

Der Liaszug Il Compass-Palpuogna

ist ebenso wie die Liasmasse im Val Tisch in enge Falten gelegt. Selbst die einzelnen Kalkbänke und Schieferlagen innerhalb der Liasmasse weisen intensive Fältelung auf, die zeigen, dass die ganze Liaszone einen starken Zusammenschub in horizontaler Richtung erfahren hat. Am Abhang nördlich Weissenstein und südwestlich Il Compass bilden keilförmige Hauptdolomitkomplexe, die von oben her in den Berg hineingestossen erscheinen, den Kern der Liassynklinalen. Es sind Deckenteile, die von oben her in die Liaszone hineinragen. Welcher Decke gehören sie aber an?

Es bestehen drei Möglichkeiten:

1. Sie gehören noch zum Mittelschenkel der Aeladecke. Gegen eine solche Annahme spricht jedoch die facielle Verschiedenheit gegenüber der Aeladecke; denn nirgends im Albulagebiet finden wir in der Aeladecke einen Übergang von Hauptdolomit zu Lias durch Einschaltung von hellen, marmorartigen Kalken und roter, belemniten- und crinoidenführender Steinsbergerbreccie, wie sie gerade am Südwestabhang des Compass auftreten.

2. Es sind Digitationen der Errdecke, die von oben her in den Lias eintauchen. Auch diese Deutung hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich, da die stirnwärtigen Sedimente der Errdecke schon bei Naz deutlich sichtbar unter die Aeladecke eintauchen.

3. Am ehesten handelt es sich hier um Teile der Bernina-, Languard- oder einer Campoteildecke, die noch unter der Aeladecke liegt. In diesem Falle ist das Auftreten der Steinsbergerbreccie nichts Aussergewöhnliches, und das Vorkommen derselben Breccie am Passe östlich des Albulahospizes, auf Gualdauna und im Val d'Eschia führt uns auf den Gedanken, dass sie einer Decke angehört, die zwischen Err- und Aeladecke liegt und in Schuppen und Digitationen vor der Errdecke in die Tiefe reichte und so zwischen Err- und Aeladecke eingeklemmt wurde.

Diese Fragen können allein auf Grund der Beobachtungen westlich des Albulas nicht endgültig entschieden werden. Dagegen sind die Untersuchungen, die gegenwärtig östlich des Albulapasses von Herrn *H. Eggenberger* und *F. Rösli* ausgeführt werden, geeignet, dieses Problem zu lösen. Nach dem heutigen Stand der Untersuchungen hat die unter 3. genannte Deutung die grösste Wahrscheinlichkeit auf Richtigkeit.

Es bleibt uns noch

die Errdecke,

soweit sie in unser Untersuchungsgebiet hineinreicht, näher ins Auge zu fassen.

Die sehr kompliziert gebauten Falten zwischen Val Rots und Val Tschitta, die nach den Untersuchungen von *E. Ott* (**13**) invers gestellte Falten des Sedimentmantels der Errdecke darstellen, reichen nördlich Naz noch auf die rechte Seite der Albula hinüber. Hier wie dort sind es stark gepresste Radiolarite und Aptychenkalke, die die Faltenform leicht erkennen lassen. Infolge des starken Axialgefälles gegen E, finden wir aber auf der rechten Talseite nur noch die letzten Ausläufer, die aussergewöhnliche Pressung erfahren haben und durch Scherflächen und Brüche so zugerichtet wurden, dass sie stark zugespitzt und ausgeschwänzt erscheinen.

Durch den Bau der Rhätischen Bahn wurde diese tektonisch stark bearbeitete Zone in ihrer ganzen Länge aufgeschlossen, so dass wir einen guten Einblick erhalten in deren Gefüge. Bei der Strassenüberführung über die Rhätische Bahn westlich P. 1757 stehen saigerstehende bis steil südfallende Liasschiefer an. Bald darauf folgen braunanwitternde Dolomitbreccien (Liasbreccien) und dann intensiv gefaltete, im allgemeinen aber noch südfallende Liasschiefer, die längs einer N 80° E-streichenden und 55° SE fallenden Scherfläche gegeneinander verschoben sind. Auch kleinere Brüche, die auf der Karte nicht ausgeschieden werden konnten, beobachtet man häufig in den ausserordentlich stark verfältelten Liasschiefern. In der grossen Kurve vor dem Zuondratunnel stossen längs einer ausgeprägten Scherfläche, die N 30° E streicht und 45° ES einfällt, graue, sericitische Liasschiefer an stark gepressten Radiolarit, auf den zunächst, wiederum durch eine Scherfläche getrennt, dunkle Liaskalke folgen, und

nach einer weitern Scherfläche treffen wir nochmals Radiolarit an, der von einer vierten Scherfläche begrenzt wird. Hierauf gelangen wir in dunkle Liaskalke, die allmählich heller werden, rostbraun anwittern und so zu den Aptychenkalken überleiten.

Der Zuondratunnel sticht schon nach zirka 150 m vom obern Portal entfernt in den Hauptdolomit ein, tritt dann wieder aus ihm heraus in schwarze Tonschiefer und dunkle Kalke des Lias, die mit Kalzitadern durchzogen sind; sie streichen N 80° W und fallen 55° NE ein.

In den Felsen am obern Portal des Touatunnels bilden die Aptychenkalke eine enggepresste Synklinale, die sich unmittelbar an die von Scherflächen zerschnittene Antiklinale anschliesst, welche wir erkennen können, wenn wir uns von dem Radiolaritvorkommen an der grossen Kurve vor dem Zuondratunnel nach der Landstrasse hinunter begeben (siehe Profile I und II, Tafel I).

Die Radiolarit-Antiklinale, deren Scheitel durch Scherflächen stark zugespitzt erscheint, verbreitert sich gegen W zusehends. Ihr gehört auch der Radiolarit an, der am Fusse des grossen Pfeilers der Rhätischen Bahn hart an der Albulastrasse ansteht. Wir sehen dort äusserst stark zusammengedrückten Radiolarit mit kleinen, in allen Richtungen streichenden Fältelchen. Einige Meter weiter talaufwärts liegt zwischen zwei Radiolaritkomplexen, welche den Nord- und Südschenkel der Antiklinale darstellen, ein durch Scherflächen begrenztes Dreieck von Liasschiefer, die allerdings den Saluverschiefern sehr ähnlich sehen.

Eine zweite, aber bedeutend kleinere Antiklinale wird von den Aptychenkalken gebildet, welche in den von der Punt ota überspannten Felsen anstehen. Ihre Achse taucht, wie der Aufschluss hart an der Albulastrasse zeigt, gegen E sehr rasch in die Tiefe.

Im Val Zavretta finden wir noch einzelne von der Errdecke losgerissene Schürflinge, zu denen auch der in Lias steckende Aptychenkalk nördlich P. 1785,5 zu zählen ist. Während dieser Aptychenkalk, der durch seine Sericithäute und die eng aneinanderliegenden Fältelchen starke Pressung verrät, noch im Lias liegt, stösst die im untern Val Zavretta auftretende Radiolaritlinse an Rauhwacke der Aeladecke; ist aber von dieser durch eine Scherfläche getrennt. Als Abkömmlinge der Errdecke sind auch jene Aptychenkalk- und Radiolaritlinsen sowie die bunten Schiefer, welche den Hauptdolomit an der Überschiebungsfläche der Aeladecke, nördlich «Zav» des Wortes Zavretta, begleiten, zu betrachten (siehe oben unter Stratigraphie der Errdecke). Die Relikte der Errdecke, die wir an der Überschiebung der Aeladecke antreffen, wurden, wie die Profile IV—VIII zeigen, mit dem Lias zwischen dem Hauptdolomitkomplex des Muot und jenem von Cuziranch in die Höhe gepresst. Ferner gelangen wir auf Grund der steilstehenden Überschiebungsflächen der Aeladecke, wie dies in den Profilen der Tafel I zum Ausdruck kommt, zur Ansicht, dass die Aeladecke, nachdem sie bereits auf die Errdecke überschoben war, nachträglich noch einen starken Zusammenschub erlitten hat. Schon bei der Beschreibung der Liaszone II Compass-Palpuogna kamen wir auf diese tektonischen Bewegungen zu sprechen.

Zur Errdecke gehören ferner die Rauhwacken, die wir in einer W-E-verlaufenden Zone von La Pischotta bis nach Weissenstein, wo sie ein Gipslager einschliesst, verfolgten. Die Kontaktfläche zwischen der Rauhwacke und der nördlich daran stossenden Liasschiefer ist stellenweise stark gebogen, so dass sogar eigentliche Einwicklungen entstanden, die freilich nur lokalen Charakter haben. So sehen wir bei dem durch die Albulaquelle, das ist jene grosse Quelle südlich «p» des Wortes Crap Alv, geschaffenen Aufschluss (siehe geologische Karte), dass dort der Lias fensterartig unter der Rauhwacke hervortritt, was durch eine gegen S gerichtete Aufwölbung des Lias zustande kommt.

Ein zweites Liasfenster von derselben Art finden wir weiter westlich bei «r» des Wortes Crap Alv.

Am Fusswege von Weissenstein nach Albulahospiz treffen wir in dem oben schon (unter Stratigraphie der Errdecke) beschriebenen Aufschluss Saluverbreccien und Saluverschiefer, die wahrscheinlich ebenfalls zur Errdecke zu rechnen sind. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass hier ein von der Berninastirn abgetrenntes Relikt vorliegt.

F. Zyndel war, nach seinen Profilen (**31**) zu schliessen, der Ansicht, dass der grosse Hauptdolomitkomplex westlich des Albulahospizes sowie die Hauptdolomitkeile südwestlich des Compass der Albuladecke angehören. Da jedoch die Hauptdolomitmassen nirgends deutlich sichtbar in die Tiefe fortsetzen, was wohl zu erwarten wäre, zumal dies in der Intersektion mit dem Westabfall des Albulapasses zum Ausdruck kommen müsste, und da ferner — und das wird ausschlaggebend sein — an der Westecke des

grossen Hautdolomitkomplexes westlich Albulahospiz eine gegen S geöffnete Mulde vorhanden ist, scheint mir eine andere Deutung richtiger zu sein; dass nämlich dieser Dolomit ebenso wie die Dolomitkeile höher oben, am Südwestabhang des Compass, von oben in die Liaszone hineinragt und nach den oben besprochenen Möglichkeiten am ehesten einen stirnwärtigen Teil einer der Decken darstellt, die zwischen Err- und Aeladecke liegen.

Überblick über die Tektonik.

Werfen wir einen Blick auf die Querprofile durch die westliche Piz Uertsch-Kette (Tafel I), so fällt uns in erster Linie die Veränderung auf, die der Bau der Dolomitmasse von Piz Muot bis Piz Uertsch erfährt. Wir wissen bereits, dass wir hier die Fortsetzung der Aelastirnfalte vor uns haben. Wie am Piz d'Aela, so wird auch hier die Falte von einer Scherfläche mitten durchgeschnitten. In der Uertschkette ist jedoch diese Scherfläche, die als Muot-Scherfläche bezeichnet wurde, besonders stark entwickelt. Sie ist auf der ganzen Länge von Muot bis zum Südfuss des Piz Uertsch leicht zu erkennen (siehe Profil III—XVI, Tafel I; und Tafel IV) und trennt zwei Dolomitkomplexe, einen obern, in welchem die gegen N gerichtete Faltenbiegung sehr schön sichtbar ist, von einem untern sehr steilgestellten Hauptdolomit, der die hohen Felswände südlich Muot aufbaut und den Zusammenhang mit dem obern verloren hat. Wir sehen ein oberes Stockwerk, das von einer scharf ausgeprägten Scherfläche getrennt auf einem untern liegt und nach N weit in die Liasmulde des Val Tisch hineingestossen wurde. Dabei lässt sich die ursprüngliche Form der Stirnfalte nur noch mit Mühe erkennen, da, nachdem sie durch die Scherfläche entzweigeschnitten war, die einzelnen Teilstücke erst noch gegeneinander verschoben wurden.

Die grösste Mächtigkeit erlangt der Hauptdolomit des obern Stockwerkes infolge einer Querdepression östlich des Piz Muot, wo auch die flache, weitausholende Faltenbiegung am besten zu sehen ist. Weiter im E nimmt die Mächtigkeit ab, so dass der Lias unter der Dolomitmasse gegen S vorgreift und der Dolomit gleichsam nur noch als Kappe dem Lias aufliegt, zugleich richten sich die Schichten immer steiler auf, bis sie am Piz Zavretta beinahe senkrecht stehen. Gegen den Piz Uertsch hin nimmt die Mächtigkeit wieder zu, die Schichten bleiben aber immer noch in der steilen Stellung.

Das untere Stockwerk zeigt im selben Sinne starke Mächtigkeitsschwankungen und erleidet im mittlern Teil weitgehende Verschuppungen. Der Dolomitkomplex teilt sich dort in zwei übereinanderliegende Züge, von denen der obere westlich des Zavrettakars in die Luft ausstreicht, während der untere sich gegen E in die Hauptdolomitmasse südlich des Piz Zavretta fortsetzt.

Die tektonischen Bewegungen, welche die Verschiebung der einzelnen Faltenstücke an der Muot-Piz Uertsch-Kette erzeugten, macht sich ferner in der Anschiebung der verkehrt gelagerten Triasmasse von Cuziranch an die Muot Piz Uertsch-Kette bemerkbar. Dabei wurde die dazwischenliegende Liaszone, nach den Aufschlüssen im Zavretta zu schliessen, äusserst stark zusammengepresst, und die Überschiebungsfläche der Aeladecke wurde steilgestellt. Wie wir am Weg von Zavretta nach Muot gesehen haben (siehe Fig. 10), ist dort die Basis der Aeladecke gegen N überkippt, indem die Liaszone eine gegen N schauende Verfaltung mit dem Dolomit des untern Stockwerkes zeigt.

Aus der verkehrten Lagerung der Cuziranchmulde geht hervor, dass sie ein Teil des verkehrten Mittelschenkels der Aeladecke darstellt. Da die Triasmasse von Cuziranch mit Lias verknüpft ist, gehört zum mindesten auch ein Teil des Liaszuges von Il Compass-Palpuogna noch zum verkehrten Mittelschenkel der Aeladecke. In welchem Umfange dies zutrifft, hängt ab von den oben bei der Beschreibung dieser Liaszone besprochenen Möglichkeiten einer Zuteilung dieser Liaszone zu den in Betracht kommenden Decken ab. Eine Trennung und Aufteilung jener Liasmasse lässt sich kaum durchführen, da sie allzusehr ineinandergeknetet ist. Immerhin lässt sich der Lias nördlich Naz, der durch das Auftreten von polygener und rein dolomitischer Breccien innerhalb der tonig-kalkigen Schichten sich von dem Lias von Il Compass-Palpuogna unterscheidet, als Lias der Errdecke ausscheiden.

Die Liaszone des Val Tisch macht hinsichtlich ihres innern Gefüges ebenfalls in E-W-Richtung kleinere Veränderungen durch. Im E, am Nordgrat des Piz Uertsch, sehen wir eine disharmonische Faltung, indem im S direkt nördlich der Uertschkette die Liasschichten in flachliegende Grossfalten gelegt wurden, während sie im N steilstehende Kleinfältelung aufweisen (siehe Profil XIV—XVI, Tafel I).

Im W dagegen finden wir auch Kleinfältelung im S, infolge der Einpressung des Hauptdolomitkomplexes des Piz Muot. Ferner lösen sich die einzelnen Falten innerhalb der Liasmasse gegenseitig ab, so dass dieselben nicht etwa auf der ganzen Strecke von E nach W verfolgt werden können.

Südlich Alp Tisch macht sich ein eigenartiges Umschwenken der Streichrichtung bemerkbar, indem sie aus E-W zu NW und SW umbiegt (siehe tektonische Kartenskizze, Tafel II). Wenn man näher zusieht, so bemerkt man, dass die Streich- und Fallzeichen im Lias des mittlern Val Tisch genau eine Querdepression beschreiben, die annähernd N-S-Richtung hat und auch bei Cuziranch festgestellt werden kann.

Am Nordwestabhang tritt innerhalb der Liasmasse ein mannigfaltiger Wechsel im Streichen ein. Auf kurze Strecken finden wir hier meist durch Brüche getrennte Schichtkomplexe, die mit ganz verschiedenem, bald NE-, bald NW-gerichtetem Streichen aneinanderstossen; also analoge Verhältnisse wie am Prosonch, im Val Tuors und am Südwestabhang der Muchetta (**6**, 72, 89, 96). Wir befinden uns hier an jener Stelle, wo die Achse der Aeladecke in die Nordwestrichtung umbiegt (siehe **6**, Fig. 32, S. 102 und 103) und wo wir ein Interferenzbild der Streichrichtungen antreffen, das sich am ehesten dadurch erklären lässt, dass auf den NE-SW resp. E-W angelegten Deckenteil nachträglich ein SW-NE-gerichteter Deckenschub gewirkt hat, der auch das NW-Streichen des Scanfser-Fraele-Lias bewirkt hat und wohl mit insubrischen Bewegungen zusammenhängt.

In der Albulaschlucht nördlich Naz steigt der Hauptdolomit des Muot senkrecht in die Tiefe und kommt erst am Bergünerstein in der Stirnfalte von Latsch wieder zum Vorschein. Ob ein direkter Zusammenhang zwischen dem Hauptdolomit in der Albulaschlucht und jenem am Bergünerstein besteht, ist noch nicht ohne weiteres gesagt; denn, nach den Verhältnissen östlich der Uertschkette und westlich des Piz d'Aela zu schliessen, ist der Zusammenhang sogar sehr wahrscheinlich unterbrochen. Schon der grosse, gegen N vorgeschobene Hauptdolomitblock bei der Ausweichstelle Muot weist auf eine starke Störung hin. Im E sehen wir den steilstehenden Hauptdolomit des Piz Uertsch, der der obern Hälfte der Aelafalte entspricht, von Lias umschlossen in die Luft ausstreichen; also ohne eine nördliche Fortsetzung zu haben. Ebenso zeigt im W das Profil durch den Piz Michèl (**13**, 119), dass jener Hauptdolomitkomplex, der am Muot in seiner grössten Mächtigkeit in die Tiefe steigt, an der entsprechenden Stelle unter der Aelafalte ganz fehlt. Nur an der Furcletta-Aufpressung finden wir nach N vorgeschobene Relikte desselben. Weiter nördlich daran anschliessend folgt die gegen N überkippte Falte der Motta Palousa, welche die nachweisbare Fortsetzung der Stirnfalte von Latsch darstellt. Im W wurde somit der liegende Schenkel der Aelafalte zum Teil ausgequetscht und dessen übriggebliebene Rest gegen N vorgeschoben.

Aber auch der verkehrte Mittelschenkel der Aeladecke ist im W verschwunden, während er im E als Relikt in der verkehrten Trias von Cuziranch erhalten geblieben ist.

Die Liasschichten, in denen die Cuziranchmulde liegt und die somit auch noch zum verkehrten Mittelschenkel der Aeladecke zu rechnen sind, ziehen sich um die Ostseite des Piz Uertsch herum und verbinden sich mit der Liaszone des Val Tisch, wodurch der Zusammenhang zwischen dem Liegenden und Hangenden der Aeladecke hergestellt ist.

Ist aber nicht auch eine andere Deutung der Cuziranchmulde zulässig? Es ist nämlich nicht ausgeschlossen, dass sie die Fortsetzung des «Nazerdolomites» bildet, d. i. jener Hauptdolomit, der nordwestlich Naz den hohen Felsgrat bildet und als inversgestellte Falte aufzufassen ist. In der Tat taucht er nördlich Naz, wie das kleine Vorkommen von Hauptdolomit auf der rechten Seite der Albula (nahe der Einmündung der Ava da Mulix in die Albula) zeigt, nicht etwa in die Tiefe, sondern streicht in die Luft aus. Demnach liegt die Vermutung sehr nahe, dass er nach einer kurzen Unterbrechung in der Cuziranchmulde wieder auftritt, dass infolgedessen dieselbe keine eigentliche Mulde ist, sondern den untern Teil der inversgestellten Hauptdolomitfalte von Naz darstellt. Freilich möchte ich diese Vermutung noch nicht zu meiner endgültigen Auffassung machen, bevor die Tektonik im E und im W besser abgeklärt ist.

Durch diese Vermutung werden wiederum neue Fragen wachgerufen. Ob nämlich die Cuziranchtrias einen stirnwärtigen Teil der Languarddecke oder gar einer untern Campoteildecke darstellt und in ähnlicher Weise wie die Hauptdolomitkeile am Südwestabhang des Compass zwischen Errdeckenstirn

und Aeladecke eingeklemmt wurde. In diesem Falle wäre der Nazerdolomit und mit ihm vielleicht auch andere Tauchfalten zwischen Val Rots und Tschitta nicht der Err-, sondern einer höhern Decke einzuverleiben.

Betrachten wir die westliche Piz Uertsch-Kette auch noch in ihrem Längsprofil (siehe Tafel II), so fällt uns gleich die starke Querdepression am Einschnitt des Albulatales nördlich Naz auf. Sowohl gegen E als auch gegen W steigt der Hauptdolomit axial rasch in die Höhe. Im E folgt aber schon auf der Höhe von Cuziranch eine zweite Querdepression, die in beiden Längsprofilen deutlich ausgeprägt ist und sich im Umdrehen der Streichrichtung des Lias im mittlern Val Tisch, wie wir oben schon gesehen haben, bemerkbar macht. Dieser zweiten Depression ist es auch zuzuschreiben, dass die Cuziranchmulde in ihrem östlichen Teil erhalten und anderseits der Hauptdolomit östlich des Piz Muot in so grosser Mächtigkeit vorhanden ist.

Gegen E geht die zweite Querdepression in eine plötzlich einsetzende, scharfe Queraufwölbung über (siehe Profile 1 und 2, Tafel II), die jedoch von zu kleinem Ausmass ist, um als Kulmination bezeichnet zu werden. Vielmehr handelt es sich hier um eine Stauchungserscheinung quer zum Streichen, die in der Aufpressung des Muldenbodens der Cuziranchmulde am Talriegel des Val Zavretta (siehe Profil 2, Tafel II) zum Ausdruck kommt.

Die Errdecke ist, wie Profil 2 zeigt, nördlich Naz von der Querdepression, welche die Aeladecke erleidet, noch nicht beeinflusst. Sie fällt zunächst gleichmässig gegen E ein und steigt erst später, dann aber, nach den Linsen von Errsedimenten im untern Val Zavretta zu schliessen, sehr rasch in die Höhe. Wie sich aber dies in den Einzelheiten gestaltet, kann leider aus den wenigen Aufschlüssen nicht ermittelt werden. Die Eintragungen in Profil 2, Tafel II sind als hypothetisch aufzufassen und wurden daher mit gestrichelten Linien gezeichnet.

Wohl den schönsten Überblick über die Tektonik des Albulagebietes und über ihre Beziehung zu jener der benachbarten Gegenden, im S und im N, gewinnen wir vom Piz d'Aela aus (siehe Taf. IV). Wir sehen im S die Errdecke, die sich in der kristallinen Masse des Piz Giumels-Crasta Mora-Kette präsentiert, im N, am Piz Kesch und seinen Trabanten, das Kristallin der Silvrettadecke und zwischen diesen kristallinen Massen die E-W-streichende Zone von Trias- und Liasgesteinen der Aela-Campo-Decke. Im S unterteuft die Errdecke die Aeladecke, und im N wird letztere von der Silvrettadecke überlagert. Die südliche Grenze wird durch das obere Albulatal bezeichnet, die nördliche von der Silvrettaüberschiebung, die man von der Fuorcla Pischa über den Sattel zwischen Val Plazbi und Val Tisch und hierauf dem Talboden von Val Tisch entlang bis ins Talbecken von Bergün verfolgen kann. Im obersten Val Tisch stösst Buntsandstein der Silvrettadecke an die von Hauptdolomit und Rauhwacke begleitete Überschiebungsfläche, weiter talauswärts sind es immer jüngere Triasglieder, die an sie herantreten, bis sie schliesslich am Ausgang des Val Tisch Hauptdolomit von Aelalias trennt. Bei Latsch liegen direkt unter dem Silvrettagneis von Cuolm da Latsch Liasschiefer der Aeladecke, die dort fensterartig unter der Silvrettadecke hervortreten und mit dem Hauptdolomit des Bergünersteins zusammen ein Halbfenster der Aeladecke bilden, das das Talbecken von Bergün einnimmt.

Das innere Gefüge der Aeladecke ist, wie wir im vorhergegangenen gesehen haben, sehr stark gestört. Immerhin können wir noch den hangenden Schenkel derselben in den Dolomiten der Muot-Piz Uertsch-Kette und in der Liaszone des Val Tisch, anderseits Überreste des verkehrten Mittelschenkels in der Cuziranchmulde noch erkennen. Die grosse Stirnfalte, die am Piz d'Aela zwar von einer Scherfläche durchschnitten ist, aber dennoch das Bild einer Falte aufweist, erleidet in ihrer östlichen Fortsetzung, in der Piz Uertsch-Kette, eine weitgehende Zerstückelung, wobei die einzelnen Teile gegeneinander verschoben wurden, so dass ihr Zusammenhang nicht mehr leicht ersichtlich ist. So liegt die eine Hälfte der Aelafalte, die sich in der gewölbeförmigen Biegung des Hauptdolomites des Piz Muot zu erkennen gibt, durch eine scharfe Scherfläche getrennt, diskordant auf dem fast senkrecht, stehenden Hauptdolomit von Muot, der den liegenden Schenkel der Falte darstellt. Während der obere Teil dieser Stirnfalte gegen N in den Lias des Val Tisch vorgeschoben wurde, blieb der untere Teil im S zurück und wurde, wie die Verhältnisse der Piz Uertsch-Kette deutlich zeigen, später noch steil aufgerichtet. Auch der Mittelschenkel der Aeladecke erlitt eine nicht geringere Zerstückelung. Als Relikt desselben finden wir die nicht nur in S-N, sondern auch in W-E-Richtung zusammengepresste Cuziranch-

mulde (über eine andere Deutung derselben siehe weiter oben). Möglicherweise sind auch die am Südwestabhang des Compass in die Liasschiefer eingepressten Hauptdolomitlinsen noch Reste des Mittelschenkels der Aeladecke. Allein die bis dahin gemachten Beobachtungen liessen dies noch nicht mit aller Sicherheit feststellen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass es sich hier um Deckenteile handelt, die zwischen Err- und Aeladecke hineingehören und von oben her über die Stirn der Errdecke hinunter in die Tiefe ragen und von dieser an die Aeladecke angepresst wurden. Alle die soeben erwähnten Erscheinungen lassen darauf schliessen, dass die ursprüngliche Anlage der Aeladecke nachträglich stark verändert wurde. Ebenso sehen wir im Gebiet der Silvrettadecke in noch höherem Masse als in der Aeladecke, dass der frühere tektonische Aufbau durch spätere Deckenbewegungen verändert wurde; so am Südwestabhang der Muchetta, wo die Curzinsantiklinale über die Pnezschuppe hinweggeschoben wurde (siehe Taf. IV), und ferner am Bühlenhorn. Dort liegt, durch eine mit seltener Deutlichkeit zutage tretenden Scherfläche getrennt, der Hauptdolomit der Ducanmulde auf Kristallin. Der liegende Muldenschenkel ist hier vollständig verlorengegangen, während der hangende noch erhalten geblieben ist. Den leztern sehen wir in seiner ganzen Breite von der kristallinen Unterlage südlich des Gletscherducans bis zum Rät am Krachenhorn (siehe Taf. IV). In besonders auffallender Klarheit kommt im Val Tuors und Val Tisch die Einwicklung der Ducanmulde zum Ausdruck. Nördlich Val Tuors fällt der Südschenkel derselben im allgemeinen noch steil gegen S ein, legt sich dann auf der andern Seite des Val Tuors immer flacher und biegt schliesslich, über den Westabhang des Piz Darlux sich fortsetzend, zu Nordfallen um. Die Achse der so entstandenen Mulde steigt überdies gegen W an, so dass sich eine Schüssel bildet, deren Kern von der kristallinen Masse des Piz Darlux, Cima da Tisch und Piz Fregslas, deren Fortsetzung zum Piz Kesch hinüberstreicht, ausgefüllt wird (siehe Taf. IV). Die Einwicklung ist somit aussergewöhnlich tiefgreifend; denn nicht bloss das Altkristallin der Silvrettadecke, sondern auch die Ducanmulde, die dem Hangenden der Silvrettadecke angehört, wurden von den später erfolgten Bewegungen ergriffen und eingewickelt. Wir sehen in diesen spät einsetzenden Bewegungen auch die Ursache der weitgehenden Zerstückelung der Aeladecke, wie dies ganz besonders deutlich in der westlichen Piz Uertsch-Kette zum Ausdruck kommt.

Diluvium.

Der hohen Lage entsprechend, finden wir im Val Tisch und im obersten Albulatal nur noch die Anzeichen der letzten Rückzugsstadien der diluvialen Vergletscherung.

Die grösste Verbreitung der alten Moränenreste finden wir an der vom Tischbach und der Albula begrenzten Ecke des Nordwestabhanges des Muot, wo von zirka 1440 bis 1680 m ü. M. hauptsächlich Moränenmaterial des Tischgletschers in grosser Mächtigkeit liegt. Gegen das Val Tisch hin sind es vornehmlich Buntsandstein und Triaskalke neben Lias, während im Albulatal auch der Albulagranit als Erratikum auftritt.

Auf der linken Seite des Tischbaches sind weiter talaufwärts die Moränen fast vollständig von Gehängeschutt verdeckt. Auf der rechten Talseite erkennen wir auf zirka 1790 m einen Moränenwall, der wohl als Endmoräne des zweiten Daunstadiums aufgefasst werden darf (**6**, 110).

Ferner liegen bei der Alp Tisch Moränenreste und verschwemmtes Moränenmaterial, das wahrscheinlich der dritten Phase des Daunstadiums angehört. Auf Sagliaints treffen wir zwischen zirka 2340 und 2440 m Moränenüberdeckung, aber ohne ausgeprägte Endmoränenwälle, und von 2550 bis 2600 m folgen die typisch frührezenten und rezenten Moränenaufschüttungen. Im Spätsommer 1921 wurde der Tischgletscher so stark abgeschmolzen, dass sein Rand bis auf zirka 100 m hinter den rezenten Moränen zurückblieb.

Im Val Zavretta finden wir auf zirka 2250 m einige Reste eines Moränenwalles und weiter taleinwärts am Nordwestabhang des Compass mehrere Schuttwälle. Letztere können nicht mehr als Moränen bezeichnet werden, sondern sind Schuttwälle bereits verschwundener Schneehalden. Am Ausgang des Zavrettakars westlich des Piz Zavretta liegen auf zirka 2520 bis 2600 m ü. M. Endmoränen eines bereits verschwundenen Gletscherchens.

Die Spuren des Albulagletschers sind sehr spärlich. Es scheint, als ob der einst grosse Talgletscher sich rasch in die einzelnen Nebengletscher auflöste. Wohl finden wir zwischen Preda und

Cuziranch eine Menge Albulaerratika als verstreute Blöcke weit verbreitet und auf Cuziranch selbst zusammenhängende Moränenbedeckung. Allein gut ausgeprägte Seiten und Endmoränen sind dort nicht erhalten geblieben.

Am Südwestabhang des Compass, nordwestlich Weissenstein, dagegen liegen Spuren von Seitenmoränen. Es sind jene drei streifenförmigen Moränenbeläge auf 2210, 2225 und 2235 m ü. M., in denen kristalline Blöcke, Steinsbergerkalke und -breccien neben Dolomit vorkommen. Bemerkenswert ist das Auftreten eines Biotitsericitgneises, der dem Albula- und Errgebiet fehlt. Er zeigt auffallende Ähnlichkeit mit den Gneisen, welche aus der Silvrettadecke bekannt sind. Sein Vorkommen kann ich mir nicht anders erklären, als dass er auf dem Gletscher aus dem südlichen Keschgebiet über Gualdauna und Albulapass an diese Stelle gebracht wurde. Demnach müssen wir annehmen, dass ein Teil des Inngletschers zeitweise über den Albulapass abfloss, wodurch die bereits erwähnte Tatsache, dass der Albulagletscher im obersten Teil keine gut ausgeprägten Rückzugsmoränen aufweist, erklärt werden kann. Wenn er nämlich lange Zeit vom Engadin aus mit Eis gespiesen wurde, dann muss er, sobald dieser Zufluss aufhörte, rasch zusammengeschmolzen sein und sich in die in fast allen Himmelsrichtungen auseinandergehenden Nebengletscher des Val Zavretta, Val Mulix, Val Tschitta und Val Rots aufgelöst haben.

Obschon der Albulagletscher nur wenige Moränenreste hinterliess, sehen wir doch deutliche Anzeichen seiner einst grossen Mächtigkeit in der prächtigen, geradezu klassisch ausgebildeten Rundhöckerlandschaft bei Weissenstein. Die Granitfelsen südlich Weissenstein wurden von ihm zu breiten, runden Felsbuckeln abgeschliffen, und wir können darauf noch direkt an der Strasse die schönsten Gletscherschliffe beobachten.

Quellen.

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Quellen sind zur Hauptsache Schuttquellen, die an den Ausgang der Karmulden gebunden sind. Die schönsten Beispiele dafür finden wir in Sagliaints, im Val Zavretta und im Zavrettakar westlich Piz Zavretta.

Eine sehr starke Schichtquelle tritt zirka 300 m östlich Weissenstein an der Grenze zwischen Lias und Rauhwacke aus. Es ist die Albulaquelle, die als eigentlicher Bach aus dem Berg austritt und in die Alluvionsebene von Weissenstein ausfliessend den Ursprung der Albula bildet. Von ähnlicher Entstehung sind auch die stark tuffbildenden Quellen westlich von Weissenstein, die in grosser Zahl über und unterhalb der Albulastrasse aus Rauhwacken austreten.

Quellen besonderer Art sind jene von Palpuogna. Bei der Färbung des Palpuognasees sollen sie, wie mir Herr Pfister in Preda mitteilte, gefärbt worden sein. Demnach müssten sie mit unterirdisch aus dem Palpuognasee abfliessendem Wasser gespiesen werden, was, nach ihrer Lage zu urteilen, auch sehr wahrscheinlich ist. Bei jenem Anlass wurden auch die Quellen östlich Naz, welche sich am Fussweg von Naz nach La Pischotta befinden, gefärbt. Zweifellos stehen aber einige im Albulatunnel auftretende Quellen in ursächlichem Zusammenhang mit dem unterirdischen Abfluss des Palpuognasees (siehe unten).

Grosses Interesse fand bei den Kurgästen aus Preda eine Quelle im Val Zavretta, die auf zirka 2120 m austritt. Man beobachtete, dass die Quelle im Sommer stets um 4 Uhr nachmittags plötzlich besonders stark zu fliessen begann, und auf Grund dieser Erscheinung kam die Vermutung auf, dass grössere Hohlräume im Erdinnern sich befinden, in denen das Wasser gestaut und zu gewissen Zeiten zum Überfliessen gebracht werde, was sich an jener Quelle beobachten lasse. Diese Annahme war auch sehr naheliegend, denn gerade gegen 4 Uhr schwillt der Zavrettabach an schönen Sommertagen infolge des stärkern Abschmelzens des in den Karen des Val Zavretta liegenden Schnees an, so dass gerade zu diesem Zeitpunkt die vermeintlich vorhandenen unterirdischen Bassins zum Überfliessen gebracht würden.

Als ich aber, dieser Sache meine Aufmerksamkeit schenkend, eines Tages gegen 5 Uhr die Quelle beobachtete, nachdem ich bereits am Vormittag desselben Tages sie besucht hatte, sah ich, dass wirklich die Quelle, vom Fussweg nach der Alp Zavretta aus gesehen, ausserordentlich starke Wasserführung zeigte, während sie vormittags äusserst wenig Wasser geführt hatte. Bei näherem Zusehen an Ort und

Stelle jedoch erklärte sich die eigenartige Erscheinung auf einfache Weise, indem nämlich der um diese Zeit stärker fliessende Bach um einen grossen Felsblock, unter welchem die Quelle hervortritt, herumfloss und einen starken, über die Quelle hinwegfliessenden Wasserstrom erzeugte, wodurch für den Zuschauer auf dem Fussweg das Anschwellen der Quelle selbst vorgetäuscht wurde.

Seen.

Die Albula weist in ihrem Oberlaufe zwei Seebecken auf, von denen das eine bei Weissenstein, 2030 m ü. M., liegt. Es ist bereits durch Alluvionen ausgefüllt und hat heute als Ton- und Torflager, die einst ausgebeutet wurden (**14**), seine Bedeutung. Das andere, tiefergelegene Seebecken ist heute als See, Lai da Palpuogna, erhalten geblieben und verleiht durch seine klare, dunkle Färbung der Landschaft einen besondern Reiz.

Beide Seebecken liegen in derselben Rauhwackenzone und verdanken ihre Entstehung der Tieferlegung der Talbeckens infolge stärkerer Aufarbeitung der Rauhwackenzone durch das Gletschereis. Zweifellos spielen aber auch Dolinenbildungen dabei eine grosse Rolle; denn heute noch sehen wir am Nordrande des Weissensteinerbeckens nahe der Gipsfelsen eine grosse Anzahl von alten Dolinen, die heute mit Wasser gefüllt sind, und auch im Lai da Palpuogna beobachtet man, wenn man ihn bei klarem Wetter von der erhöhten Umgebung aus betrachtet, auf seinem Grunde drei grosse auffallend dunkelblau gefärbte Flecken, die leicht als Dolinen erkannt werden. Daneben kommen noch kleinere dunkle Flecken vor, die wohl Versickerungslöcher anzeigen. Es ist daher auch nicht zu verwundern, dass der See durch unterirdischen Abfluss eine grosse Menge Wasser verliert (siehe Färbungsversuch weiter unten).

Beim Bau des Albulatunnels machten sich, wie wir den Berichten von *Chr. Tarnuzzer* (**20**, 88 f.) entnehmen können, grössere Wasseraustritte in sehr unangenehmer Weise bemerkbar. Die im Granit liegende Sohlenstrecke unterhalb Weissenstein blieb beim Durchfahren vollständig trocken. «Erst von 1810 m vom Nordportal an flossen kleinere Quellen ein, die offenbar aus der sumpfigen Mulde von Crap alv herstammten. Der weitaus grösste Wasserzudrang fiel auf die Sedimentstrecke, wo im Lias bei 1003 m, vom Nordportal an gerechnet, ein Quellenstrom von 300 Sekundenliter einbrach, nachdem schon vorher jedes Bohrloch gleichsam eine Quelle gewesen. Obwohl der Stollen etwa 200 m seitlich des Palpuognasees angelegt und zur Zeit jenes Einbruches über dieses Seebecken und den Einfluss der Albula hinein verlängert worden war, wird man den grössten Teil in Zellendolomit der Trias gebetteten untern Albulasee und seine nähere Umgebung als Hauptlieferant der mächtigen Ergüsse im Tunnel anzusehen haben. Beobachtungen haben gelehrt, dass anlässlich des Tunnelbaues besonders bei Palpuogna Quellen abstanden, und aus den seitherigen Messungen des Eidgenössischen Hydrometrischen Bureaus wissen wir, dass der Einfluss in den See im Minimum 210 Sekundenliter, der Ausfluss beim Elektrizitätswerk Bergün, welches das Wasser des Beckens ausnützt, nur noch 119 Sekundenliter im Minimum beträgt. Dieses Faktum berichtigt auch meine *(Chr. Tarnuzzer)* frühere Darstellung der Wasserverhältnisse des Albulatunnels im Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens (**20**), die auch in die Denkschrift ‚Projekt und Bau der Albulabahn' von Prof. *Hennings*, Chur 1908, übergegangen ist. Eine fast gleich grosse Wassermenge, wie sie bei 1003 m N aus dem Liasschiefer in den Sohlstollen geflossen war, lieferte die Zellendolomitstrecke (1097—1208 m), in der man gleichsam in einem schwimmenden Gebirge war und noch von heftigen Sandspühlungen zu leiden hatte; eine derselben entstieg einer grossen Gesteinsspalte und trat stossweise auf, so dass der Stollen auf 500 m mit Sand- und Tonschlamm überschwemmt wurde. Man musste die Spalte mittels eines Parallelstollens umgehen, und unter riesigen Schwierigkeiten wurden Gewölbe und Widerlager in der letzten Partie der Rauhwacke fertiggestellt. Im ‚schwimmenden Gebirge' befand sich der Tunnel jedoch nur auf 18 m Distanz; wäre sie grösser gewesen, so hätte man zum letzten Mittel der Technik, dem ‚Eisenschild' greifen müssen. Alle diese Wasser mussten aus der Umgebung des Palpuognasees unter dem Weissenstein herstammen. Ganz aufgehört hatten dagegen die Zuflüsse in den letzten 40 m der Casannaschieferpartie (1208—1260 m) und am Granitrande unter Weissenstein.»

An Studien und Untersuchungen über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte sowohl des alten Seebeckens von Weissenstein als auch des Palpuognasees fehlte es nicht. Siehe darüber *P. Lorenz* (**10**) und *Chr. Tarnuzzer* (**21**).

Im Jahre 1878 wurde am Weissenstein zwecks Fischzucht eine Stauung des Seebeckens vorgenommen. Wegen ungenügender Festigkeit brach der aus aufgeschütteter Erde bestehende Querdamm am 21. September ein, und die ausfliessende Wassermenge verursachte weiter talwärts starke Verheerungen (siehe *Fr. v. Salis* «über den Seedammbruch an der Albula» (**14**), ferner *Chr. Tarnuzzer* (**23**, 139). In der Arbeit von *Fr. v. Salis* finden wir unter anderem auch genaue Berechnungen der gestauten Wassermenge und bemerkenswerte Daten über die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Wassers im offenen Bachbett auf einzelnen Flussstrecken zwischen Weissenstein und Tiefenkastel.

Herr Prof. *H. Schardt* führte im Oktober 1918 im Auftrage des Elektrizitätswerkes Zürich Untersuchungen über die beiden Talbecken von Weissenstein und Palpuogna aus.

Dabei traten die Fragen über die Abflussverhältnisse des Palpuognasees in den Vordergrund.

Im Jahre 1917 wurden schon Absenkungsversuche ausgeführt, worüber Herr Ingenieur Lorenz in Filisur mir in freundlicher Weise folgenden Bericht zukommen liess.

«Wir hatten im Oktober 1916, nachdem der linksseitige Zufluss abgetrocknet war, die Albula abgeleitet. Nach meiner Berechnung hätte der See in zirka 11 Tagen leerlaufen müssen, wenn der Abfluss aus dem Tunnel vom See her käme. Statt dessen sank der Seespiegel anfangs rasch, dann immer langsamer, um anfangs Mai 1918 auf $1{,}_{87}$ m unter Überlaufkante des Stauwehrs anzulangen. Der gleichzeitig beobachtete Tunnelablauf begann etwas zu sinken, als der Seespiegel auf $1{,}_{30}$ Tiefe angelangt war, was anfangs Januar eintrat, und erreichte den tiefsten Stand Ende März (— 5 cm) und stieg bis Ende April um 1 cm. In der ersten Woche Mai trat ein Tauwetter mit Regen ein und ein kleiner Rutsch unter dem Kanal, so dass dieser sorfort ausser Betrieb kam. Der See stieg innert einer Woche auf Normalstand und genau in derselben Zeit auch der Tunnelablauf.

Demnach scheint eine gewisse, wenn auch immerhin ganz unbedeutende Absickerung vom See nach dem Tunnel zu bestehen. Die Hauptmasse des unsichtbaren Abflusses (130 Sekundenliter) ging aber durch die Uferzone verloren, was aus der Absenkungskurve mit aller Deutlichkeit hervorgeht; denn der See sank schon in einem Monat auf — $1{,}_{15}$ und brauchte dann weitere fünf Monate, um noch $0{,}_{80}$ m tiefer zu sinken.

Diese Absenkung bewirkte eine Vergrösserung und Vertiefung eines schon bei der Bauabsenkung 1909 erfolgten Ufereinbruches auf der linken Seite am Rand des grossen Trichters. Das Ufer besteht dort aus Moräne, an welche sich in der Richtung gegen den Ausfluss hin eine Granitgeröllhalde anschliesst. Das Stauwehr steht in der den See abschliessenden Moräne auf Blocklehm, dessen Oberfläche in 1 bis $1{,}_{50}$ m Tiefe unter Überlaufkante des Wehres verläuft. Die Geröllhalde zieht sich bis weit über den See hinaus gegen Naz hinunter hin, so dass es leicht erklärlich ist, dass der unsichtbare Abfluss sehr weit vom See entfernt wieder zutage tritt und auch beim Färbversuch gar nicht bemerkt wurde, weil man nur die nächsten Quellen beobachtete.

Der Ufereinbruch bewirkte eine starke Trübung, die sich aber nicht dem ganzen See mitteilte, sondern hartnäckig längs dem linken Ufer hängen blieb, offenbar angesogen von den unsichtbaren Abflüssen nach der Geröllhalde. Für das Elektrizitätswerk ist nun wichtig die Tatsache, dass seither kein Wassermangel mehr besteht trotz erheblich grösserem Wasserverbrauch. Sogar im unmittelbar folgenden sehr trockenen Frühjahr 1919 sank der See nicht mehr unter Überfallkante.

Das Ufer-,Sieb' muss also durch das eingebrochene lehmige Material verstopft worden sein, womit die Abdichtungsfrage für das Werk kostenlos und prompt erledigt ist.»

Um die immer noch unaufgeklärten Abflussverhältnisse besser kennenzulernen, wurde am 17. November 1918 von Herrn Ingenieur *Hans Roth* im Auftrage des Elektrizitätswerkes Zürich ein Färbungsversuch ausgeführt. Es seien im folgenden die Mitteilungen darüber, die ich Herrn Ingenieur *H. Roth* verdanke, in Kürze wiedergegeben.

Während der Nacht vom 16. auf den 17. November hatte sich auf dem Palpuognasee eine dünne Eisschicht gebildet, so dass man sich auf den See begeben und durch das Eis hindurch alle Einzelheiten auf dem Seegrunde beobachten konnte. Zuerst hatte man aber versucht, längs des Ufers irgendwelche Strömungsrichtung, welche den Abfluss durch den groben Blockschutt bestätigt hätte, festzustellen; allein ohne Erfolg. Man konnte weder Schlamm noch Blättlein oder Gräschen sich bewegen sehen. Man schlug daher ungefähr in der Mitte des Sees, gerade über den beiden grossen Trichtern, Löcher in

die Eisdecke. Hierauf brachte man kleinere Mengen des pulverisierten Fluoreszeins in das Wasser, in der Erwartung, dass durch die Art und Weise, wie sich die Färbung fortpflanze, eine Strömung gegen den Trichter erkannt werden könne. Die Strömung im See war allerdings stark und wahrscheinlich durch die rasch fortschreitende Eisbildung erzeugt. Die einzelnen Fluoreszeinteilchen sanken nicht etwa sofort zu Boden, sondern blieben lange schwebend im Wasser und bewegten sich nach einiger Zeit sogar in Schleifen nach allen möglichen Richtungen; bald nach dem Trichter bald aber wieder von ihm weg. Die Farbstreifen wurden aufgezeichnet, jedoch konnte dennoch nicht festgestellt werden, ob eine Hauptrichtung bestehe. Am Nachmittage hatten einzelne Farbteilchen, nach 2—3 Stunden, eine 20—30 m lange Schleife gebildet, bei einer Höhenentwicklung von zirka 3 m.

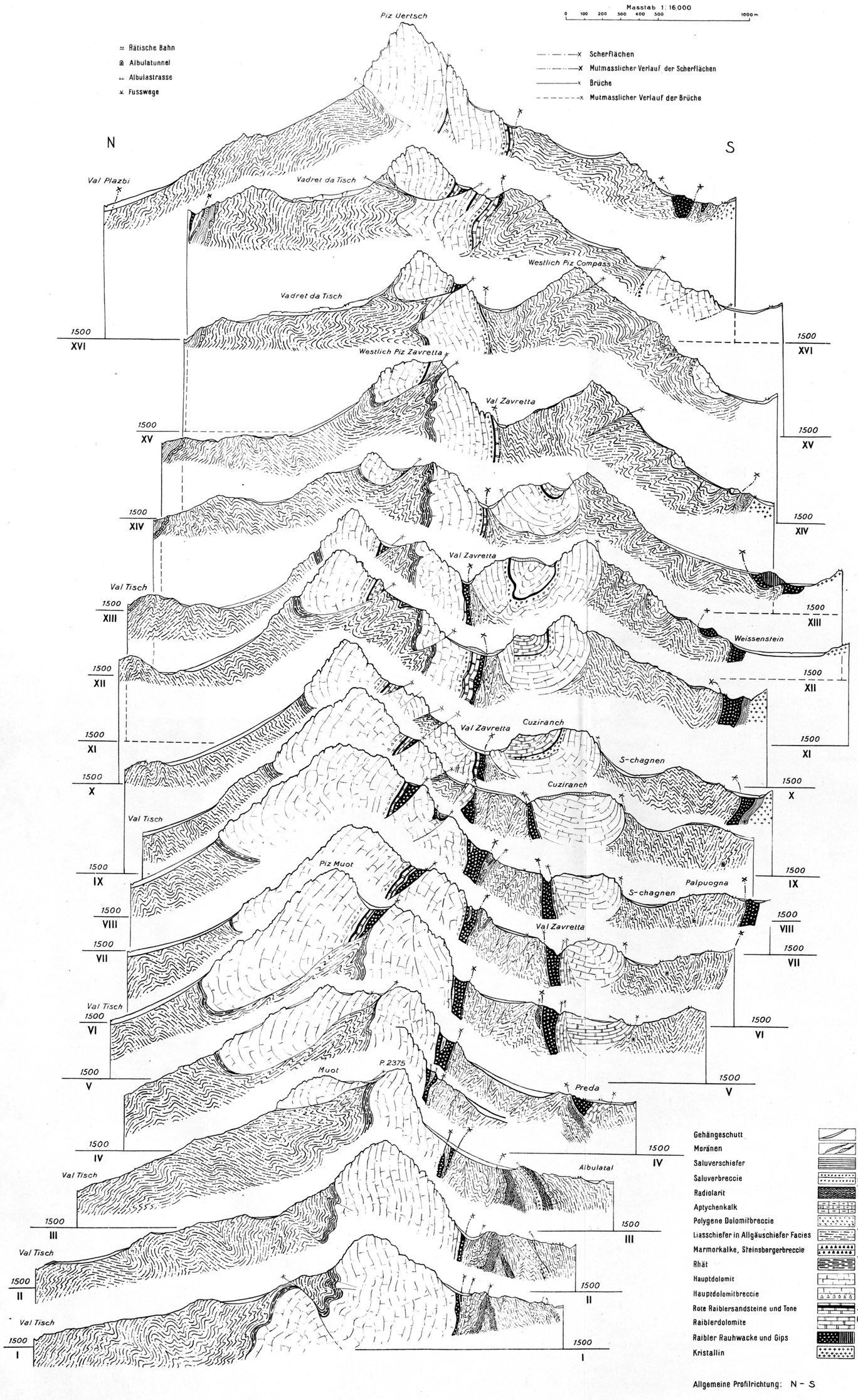
Durch diesen Färbungsversuch konnte man wenigstens feststellen, dass das Wasser an der Oberfläche stark bewegt wird, wahrscheinlich infolge der Eisbildung (es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass es sich bloss um rein chemisch-physikalische Erscheinungen, die sich bei Lösungsvorgängen zeigen, handelt), und dass anderseits die saugende Wirkung des unterirdischen Abflusses, der möglicherweise durch die Trichter im Seeboden erfolgt, nicht bis zu den obern Wasserschichten reicht. Eine deutlich erkennbare Stelle des unterirdischen Abflusses konnte somit nicht festgestellt werden. Dagegen geben uns die Beobachtungen der Färbung an den Quellen in der Umgebung und im Albulatunnel selbst einigen Aufschluss über die Abflussverhältnisse. Herr Prof. *H. Schardt* in Zürich stellte mir in zuvorkommender Weise folgende Notizen über die Untersuchungen der ihm zugesandten Wasserproben zur Verfügung:

	Fluoreszeingehalt in gr pro Kubikmeter Wasser
1. Quellen unterhalb Palpuogna	$^1/_{50}$
2. Brunnen beim Elektrizitätswerk	$^1/_{75}$
3. Tunnelquelle beim Nordportal	$^1/_{100}$
4. Tunnelquelle bei km 1,087	0
5. Quellen bei Islas (oberhalb Naz)	$^1/_{75}$

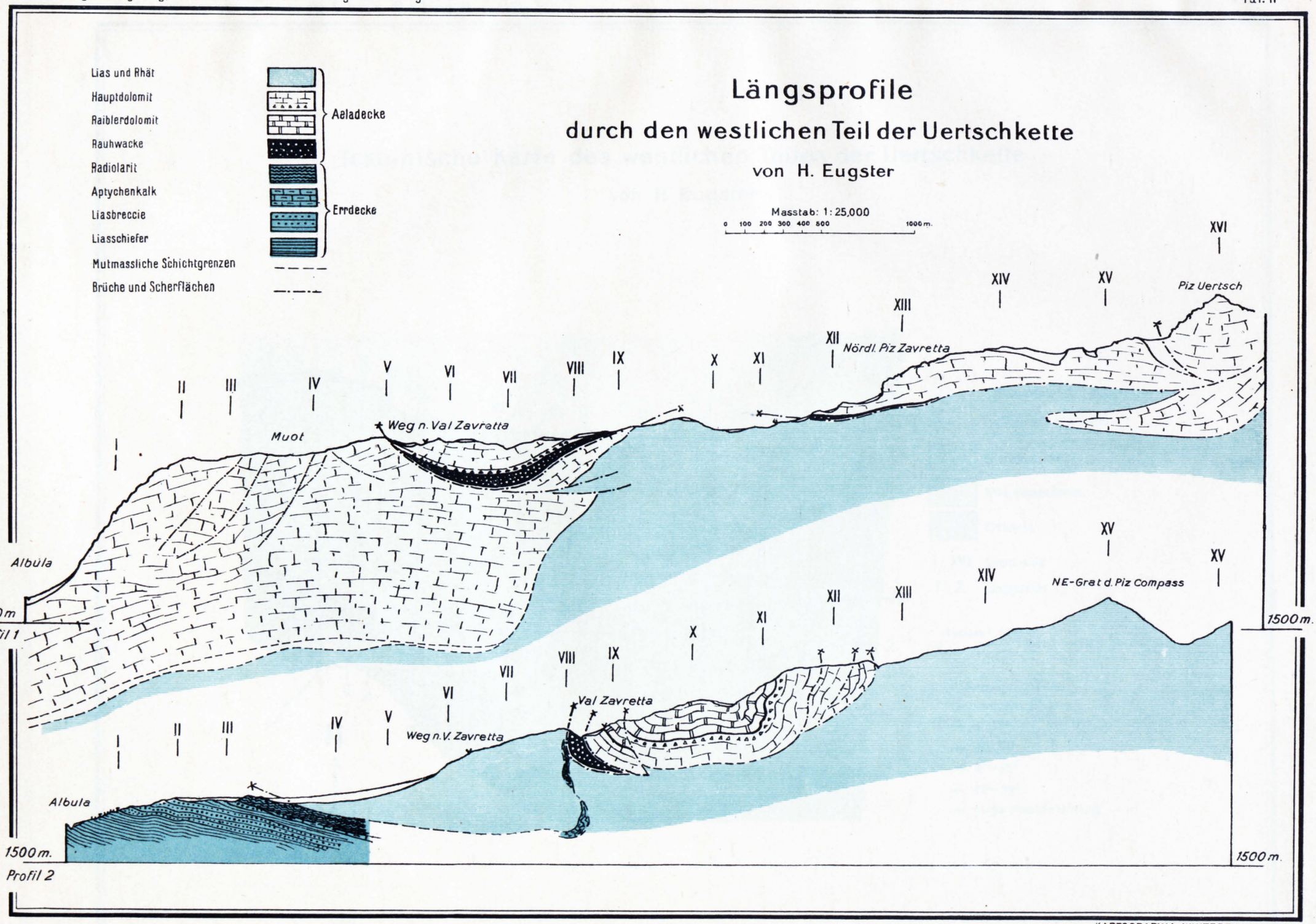
Das letzte Resultat (5) ist überraschend und lässt vermuten, dass «ein alter Wasserlauf unter dem Schutt nach Naz besteht». Alle diese Wasser sind sehr gipshaltig (32—41 Totalhärte und 25—33,5 permanente Härte).

Querprofile durch den westlichen Teil der Uertschkette

von H. Eugster

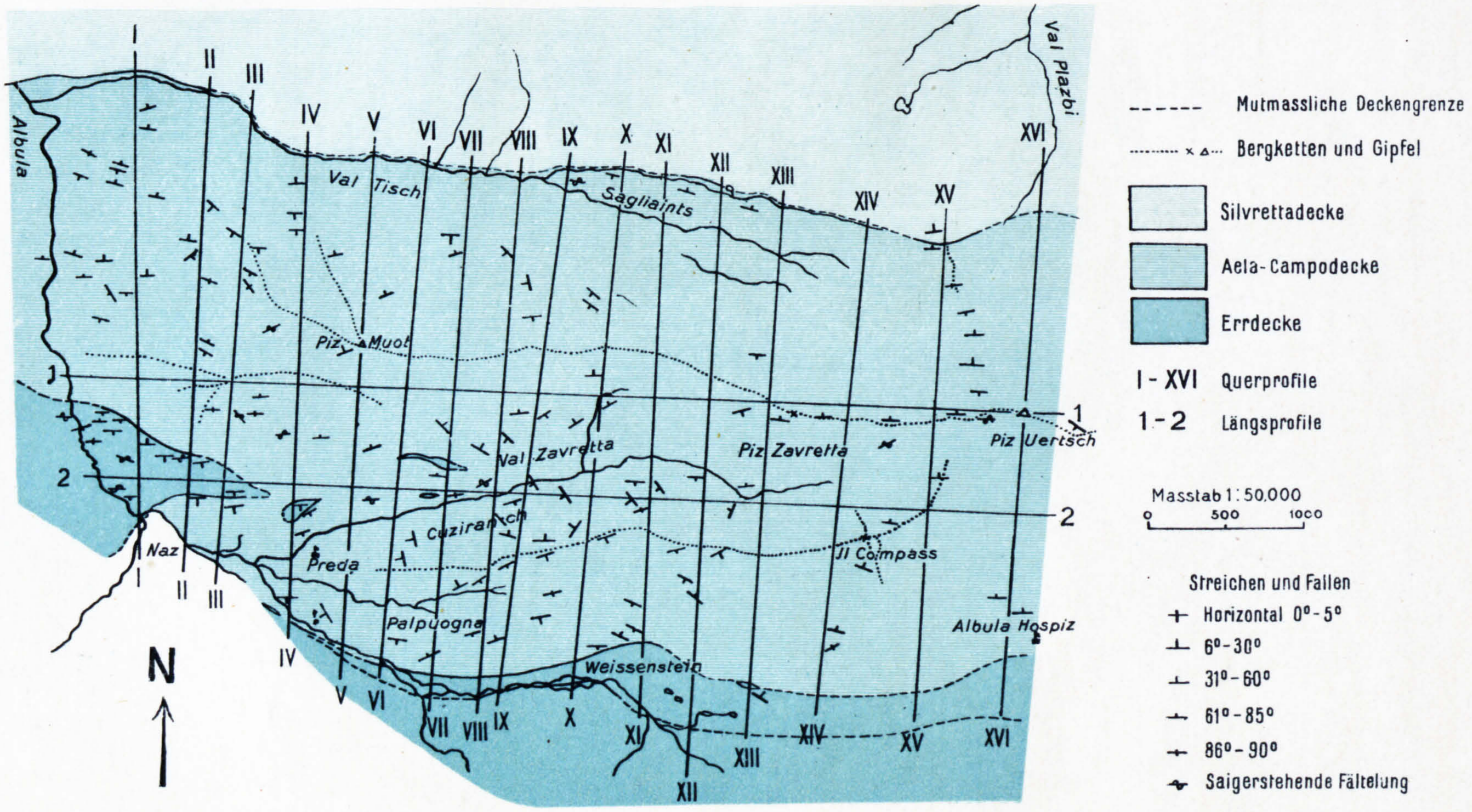


KARTOGRAPHIA WINTERTHUR A.G.

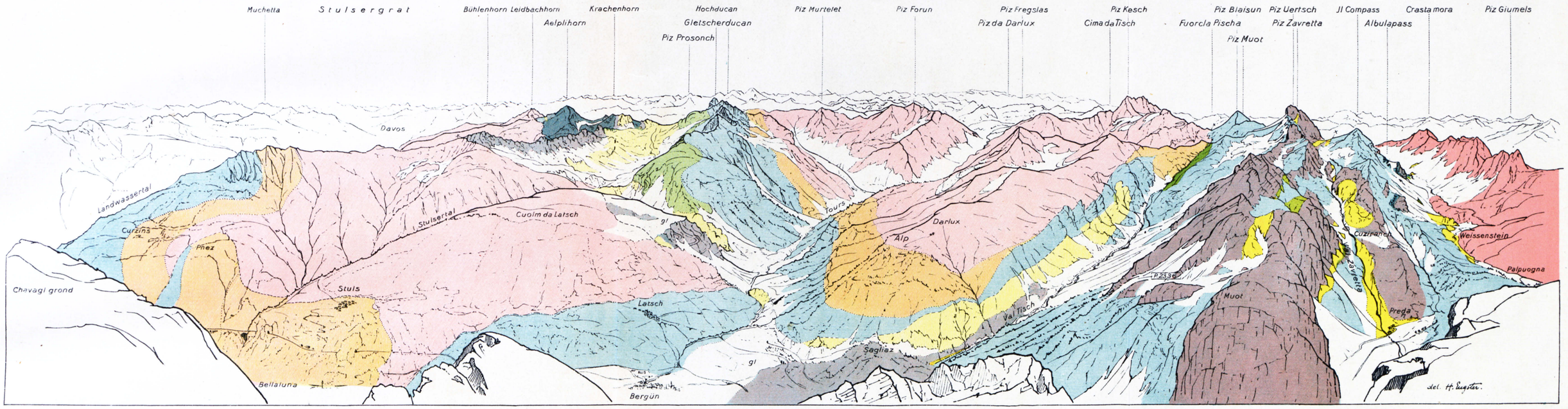

Lias und Rhät
Hauptdolomit
Raiblerdolomit
Rauhwacke
Radiolarit
Aptychenkalk
Liasbreccie
Liasschiefer
Mutmassliche Schichtgrenzen
Brüche und Scherflächen
Aeladecke
Errdecke
Längsprofile
durch den westlichen Teil der Uertschkette
von H. Eugster
Masstab: 1:25,000
0 100 200 300 400 500 1000 m.
Piz Uertsch
Nördl. Piz Zavretta
Weg n. Val Zavretta
Muot
Albula
1500 m
Profil 1
NE-Grat d. Piz Compass
Val Zavretta
Weg n. V. Zavretta
Albula
1500 m.
Profil 2
KARTOGRAPHIA WINTERTHUR A.G.

Tektonische Karte des westlichen Teiles der Uertschkette

von H. Eugster



KARTOGRAPHIA WINTERTHUR A.G.



Silvrettadecke: Kristallin | Perm-Buntsandst. | Anisien-Ladinien | Unt. Carnien | Ober Carnien | Norien | Rhät.

Aeladecke: Carnien | Norien | Lias u. Rhät | Steinsberger Breccie | Jura Kreide

Errdecke: Kristallin | Rauhwacke | Saluver-Breccie

Glaciale Bildungen: gl | Gehängeschutt | Scherflächen

Tektonische Übersicht über das Gebiet zwischen Albula und Landwasser

Ansicht vom Piz d'Aela aus

von H. Eugster

KARTOGRAPHIA WINTERTHUR A.G.