

- RUCHHOLZ, K.: Ein oberdevonisches Kalkvorkommen am Stollborn südwestlich Benneckenstein als Beispiel einer extremen stratigraphischen Kondensation. — *Geologie*, 12, 1039—1047. Berlin 1963.
- SPENGLER, E.: Über den geologischen Bau des Rettensteins (Dachsteingruppe). — *Mitt. R. A. Bodenforsch.*, Zwgst. Wien, 5, 55—66. Wien 1943.
- TOLLMANN, A.: Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen. — *Jb. Geol. B. A.*, 103, 37—131. Wien 1960.
- TRAUTH, F.: *Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes I.* — *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 100, 101—212, 5 Taf. Wien 1925.
- WENDT, J.: Stratigraphisch-paläontologische Untersuchungen im Dogger Westsiziliens. — *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 2 (1), 57—145. Modena 1963.

Zur Geologie des Krestakopfes (Montafon)

Mit 2 Tafeln

VON OTTO REITHOFER

Schon auf der in den Jahren 1839—1841 von A. R. SCHMIDT aufgenommenen Geognostischen Karte von Vorarlberg wurde die Schuppe des Krestakopfes als Kalkstein ausgeschieden. Dieser erstreckt sich bis an den Rellsbach nach NW, wo er an ein kleineres Gneisvorkommen stößt. Nach W grenzt dieser Kalk an Grauwacke, gegen SW und S an Glimmerschiefer. A. R. SCHMIDT (1843, S. 39) erwähnt bei der Kapelle zu Latschau einen lichtgrauen Kalkstein, bei dem es sich aber um einen Sulzfluhkalkblock handelt. Auf der Geognostischen Übersichtskarte von W. HAIDINGER (1845) ist das ganze Gebiet vom Rellstal bis etwas über den unteren Teil des Gampadelstales nach E und bis zur Schweizer Grenze nach SW als Alpenkalkstein dargestellt. Die Darstellung des Krestakopfes auf der Karte von B. STUDER und A. ESCHER v. D. LINTH (1853) hat eine große Ähnlichkeit mit der von A. R. SCHMIDT, nur wird der Kalk an seinem NW-Ende von Schutt bedeckt.

Die E—W-streichenden Gesteine der unteren Trias des Krestakopfes grenzen auf der Geologischen Karte der Gefürsteten Grafschaft Tyrol nebst Vorarlberg (1857) nach N, W und S an Verrukano.

F. v. RICHTHOFEN (1859, S. 118) gibt bei Latschau mächtigen Verrukano an, der bis zur Kirche von Tschagguns ansteht und dort von einem aus Virgloriakalk und Partnachschiefern gebildeten Hügel überlagert wird, der senkrecht ins Montafonertal abfällt. Auf Profil VII zeichnet er über Glimmerschiefer mittelsteil N-fallenden Verrukano und darüber folgend Virgloriakalk und Partnachschiefern.

Auf der Karte von G. THEOBALD (1865) reichen Muschelkalk und Partnachschiefern, die, nach dem Profil von F. v. RICHTHOFEN zu schließen, eine ganz flache Mulde bilden, sehr weit gegen WSW. Dies ist wohl nur so zu erklären, daß die Sedimentgesteine des Krestakopfes mit denen der Auenlatschmulde in Zusammenhang gebracht wurden. An den Verrukano schließt nach S ein Streifen von Casannaschiefern an. Der Muschelkalk des Krestakopfes reicht auf der Geologischen Übersichtskarte der Osterreichischen Monarchie (HAUER, 1866) so weit nach W, daß die Vermutung nahe liegt, daß er mit den Sedimentzügen von

Ganeu verbunden wurde. Der den Muschelkalk auf drei Seiten umgrenzende Verrukano wird an seiner Südgrenze von einem Streifen von „Steinkohlenschiefer und Sandstein“ begleitet, der bis an den Gampadelsbach nach E reicht. Die Karte von B. STUDER und A. ESCHER (1867) unterscheidet sich von der eben erwähnten Übersichtskarte nur dadurch, daß der Muschelkalk weniger weit nach W reicht und daß an der S-Grenze des Verrukano ein Streifen von Casanna-schiefern auftritt. Auf der Geologischen Übersichtskarte des Grenzgebietes zwischen Ost- und West-Alpen von E. v. MOJSISOVICS (1873) ist die Umgrenzung der Krestakopfschuppe schon richtig eingetragen, doch tritt an ihrer S-Grenze ein Verrukano- und ein Grauwackenzug auf, die über längere Strecken gegen E und W hinziehen. Von diesen tritt der erstere nur in zwei größeren Aufschlüssen zutage, während der letztere überhaupt nicht vorhanden ist.

G. A. KOCH (1877, S. 202) bemühte sich, den allzu großen Anteil, welchen E. v. MOJSISOVICS dem Verrukano und der Grauwacke auf seiner Karte einräumte, auf ein kleineres Maß zurückzuführen. In der Senke von Latschau (1894, S. 330) werden große Mengen von Glazialschutt erwähnt. Die etwas lichtereren Kalke zwischen Latschau und dem Rasafei (= Sulzfluhkalkblöcke) werden für jünger gehalten als der Muschelkalk. Dies wird auch für die Kalke im untersten Teil des Auenlatschbaches (1894, S. 334) vermutet (= Arlbergkalk), die die „Antiklinale des Virgloriakalkes und der Partnachsichten des Chilkasteins überlagern“. Nach A. ROTHPLETZS Geologischer Skizze des Rätikon (1900) steckt die untere Trias des Krestakopfes auf der SW-Seite der Ill in Gneis und Perm, während auf der Geologischen Karte der Tiroler und Vorarlberger Alpen von BLAAS (1902) Muschelkalk und Partnachsichten des Krestakopfes gegen SW an Buntsandstein und gegen SE an kristalline Schiefer grenzen.

Nach W. v. SEIDLITZ (1912, S. 428) kann man die Fortsetzung der Triasmulde der Mittagspitze in den längs der recht bedeutenden Gauertalverwerfung abgesunkenen und verschobenen Schichten des Krestakopfes erkennen, worauf aber seine Geologische Kartenskizze des östlichen Rätikons in keiner Weise hindeutet. H. MYLIUS (1913, S. 111) weist darauf hin, daß die Triasgesteine des Krestakopfes mit denen der Mittagspitze niemals einer einzigen Mulde angehört haben können. Die Triassedimente dieses Kopfes sind die durch eine NW—SE verlaufende Verwerfung gestörte Fortsetzung der S von Ganeu gegen Lantschisot durchziehenden Mulde (S. 115/116 und Tektonische Übersichtskarte des östlichen Rhätikon). Auf dieser Karte sind E von Latschau in der Schlucht des Rasafei kristalline Schiefer eingetragen. In dem Profil über den Krestakopf (Taf. IV, Fig. 28) fallen alle Gesteine vom Arlbergkalk im N bis zu den kristallinen Schiefen im S sehr steil gegen S ein. Dieses Profil stimmt recht gut mit dem von W. O. LEUTENEGGER (1928, Taf. 1) überein.

Auf der Carte structurale du Vorarlberg Central von J. GUBLER (1927) reicht die Ecaille de Tschagguns, soweit sie ausgeschieden wurde, zu weit gegen NW und NE. Die Geologische Karte des mittleren nordöstlichen Rätikon von W. O. LEUTENEGGER (1928) ist im Bereiche des Krestakopfes kaum mehr zu verbessern. Er hat als erster das Vorkommen von Arlbergschichten am N-Fuße dieses Berges festgestellt. Auf der Geologischen Wandkarte der Schweiz von W. STAUB (1932) erscheint der ganze Krestakopf als Verrukano-Buntsandstein. Auf der Geologischen Spezialkarte Blatt Stuben (1937), die sich im Raume des Krestakopfes größtenteils kaum von der Karte von W. O. LEUTENEGGER unterscheidet, hat O. AMPFERER N von Latschau 6 inselförmig aus dem Moränenschutt herausragende Vorkommen von anstehendem Muschelkalk ausgeschieden.

Bei den 5 westlichen handelt es sich aber nur um große erratische Blöcke von Sulzfluhkalk. In den letzten Jahren ist nun beim Bau eines Fahrweges von Latschau nach Lantschisot etwas SE von P. 947 in einem längeren Aufschluß Muschelkalk mit einer stärkeren Einschaltung von schwärzlichen, braun anwitternden Schiefen zutage getreten.

Schon aus der Tektonischen Übersichtskarte von LEUTENEGER geht hervor, daß der Sedimentzug des Krestakopfes innerhalb des Silvrettakristallins liegt. Es handelt sich um eine tektonische Einschaltung von Gesteinen der Lechtaldecke innerhalb der Zone der Phyllitgneise und Glimmerschiefer. Der Kontakt gegen die Phyllitgneise ist nur am SW-Ende dieser Schuppe aufgeschlossen. Wie weit sich ihre Sedimentgesteine nach N und gegen E unter den Illschottern und den Schuttkegeln der Litz, des Rasafei- und Gampadelsbaches fortsetzen, ist nicht bekannt. Auf der S-Seite des Krestakopfes ist die Grenze gegen das Kristallin größtenteils durch Moränenschutt verdeckt. Durch die Sondierschächte, die vor dem Beginn des Baues des Speicherbeckens Latschau (REITHOFER, 1955) abgeteuft wurden, konnte festgestellt werden, daß der Muschelkalk auf der Westseite des Speicherbeckens noch etwas weiter nach S reicht als in dem neuen Aufschluß SE P. 947. Bei allen Sondierbohrungen für das Krafthaus des Lünnerseewerkes (REITHOFER, 1962) wurde Phyllitgneis durchstoßen, der sich bis nahe an den S-Rand des Speicherbeckens nach N erstreckt. Zwischen dem südlichsten nachgewiesenen Auftreten von Muschelkalk und dem nördlichsten von Phyllitgneis verbleibt hier eine gegen 200 m breite aufschlußlose Zone, innerhalb der die S-Grenze der Krestakopfschuppe durchziehen muß.

Das älteste Schichtglied dieser Schuppe ist der Verrukano-Buntsandstein, die im Montafon nicht getrennt werden können. In den beiden Aufschlüssen auf der S-Seite des Krestakopfes treten auch grünliche Tufflagen auf. Das westliche Vorkommen ist stark eisüberschliffen. Die etwa E—W-verlaufenden Rillen steigen ziemlich steil gegen W an. Wie weit sich dieser Gesteinszug nach W und E fortsetzt, ist nicht bekannt. Der darüber folgende, in Reiflingerfazies ausgebildete Muschelkalk erstreckt sich von der Tschaggunser-Brücke bis zum Auenlatschbach nach W. Die von Prof. R. SIEBER (1963, A 73) nach mehrfachen Richtungen durchgeführte Begehung des Krestakopfes ergab die Gliederung des Anis wie sie in anderen Teilen des Rätikon beobachtet werden konnte, wobei jedoch das Pelson weniger deutlich zu erkennen war. Verwertbare Fossilreste wurden nicht gefunden.

Am Fahrweg von der Tschaggunser-Brücke zu den Häusern ESE P. 741 steht ± dünngebankter Muschelkalk mit Hornsteinknollen an, der bis auf den langgezogenen Kamm südwestlich darüber (P. 761) hinaufreicht. An der kleinen Felswand ca. 500 m W P. 761 steht nur Dolomit an. Darüber folgt nach W bis auf den Gipfel des Krestakopfes dunkelgrauer Kalk und ebensolcher Dolomit, an mehreren Stellen stark eisüberschliffen. WNW von P. 1076 tritt wieder Muschelkalk mit Hornsteinknollen auf, der die Nordabhänge bis zum Tosbecken Oberkresta hinab bedeckt. Etwa 200 m westlich des unteren Stollenportals des oberen Entlastungsstollen findet sich in ca. 810 m Höhe ein bemerkenswerter Aufschluß. An den Hornsteinknollenkalk schließen nach W an: 110 cm dünnblättrige, hellgrau anwitternde graue Mergel mit zwei unscharf abgegrenzten, mehr knolligen grauen Kalklagen, ca. 20 cm knollige Kalklage, 10 bis 20 cm Mergel, 25 cm knollige dunkelgraue Kalklage, ca. 55 cm grünlichgraue Pietra verde, eine feste Gesteinsbank von 30 cm starkem schwärzlichen, nur zum Teil brausendem Schiefer, ein paar cm Hornsteinknollenlage und ein paar dm

Kalklage mit Hornsteinknollen. An diese Gesteinsbank grenzen noch mehrfach miteinander wechsellagernde Mergel- und Knollenkalklagen an. Die meist nicht brausenden dünnblättrigen grauen Mergellagen wittern mehr gelblichgrau und auch grünlichgrau an. Die Pietra-verde-Lage streicht N 30° W und fällt 85° ENE. Gegen E biegt hier das Streichen langsam in die E-W-Richtung um.

LEUTENEGGER (S. 104) führt an, daß man am Fuße des Krestakopfes in den Partnach- und Arlbergsschichten eine kleine Rückbiegung gegen den anisichen Kalk bemerkt. Tatsächlich ist diese Rückbiegung (gegen S) viel stärker als dies auf LEUTENEGGERS Karte und Blatt Stuben zum Ausdruck kommt. Auch der Muschelkalk wird von ihr im selben Maße betroffen. Die Mächtigkeit der Partnachschichten, die vom SW-Ufer der Ill bis zum Auenlatschbach ziehen, schwankt bedeutend, was hier wohl nur auf die Tektonik zurückzuführen ist. Am N-Fuß des Krestakopfes ist der Arlbergkalk westlich des Rodundwerkes auf einer rund 380 m langen Strecke nicht aufgeschlossen, da der Schutt der südlich darüber anstehenden Partnachschiefer z. T. bis auf die Talsohle hinabreicht. Es ist nicht zu entscheiden, ob die basalen Lagen des Arlbergkalkes an der hohen Felswand NW unter dem Gipfel des Krestakopfes nach E in die Partnachschiefer auskeilen oder ob der Arlbergkalk, der Rückbiegung des Muschelkalkes und der Partnachschichten folgend, an einer \pm N—S-verlaufenden Störung weiter gegen S verschoben wurde bzw. nicht so weit nach N vorgerückt ist wie die Partnachschichten östlich davon. In dem westlich des Druckstollens in ca. 650 m Höhe liegenden Sondierstollen I (REITHOFER, 1940) wurde nur wenig mächtiger Arlbergkalk durchstoßen. Es ist anzunehmen, daß der Arlbergkalk von diesem Stollen bei ungefähr gleichbleibenden Streichen unter der Schuttbedeckung gegen W weiterzieht, so daß er östlich der hohen Felswand einige Meterzehner zu weit nördlich anzutreffen sein dürfte.

Am Auenlatschbach treten die Arlbergsschichten wieder in bedeutender Mächtigkeit zutage, wo sie von den z. T. stark gestörten \pm flach gegen W untertauchenden Partnachschichten überlagert werden. Von dem am Krestakopf noch so mächtigen Muschelkalk ist hier nur mehr ein über 10 m mächtiges Band vorhanden, das wellig gefaltet ist und in seinem SE-Teil in die darunterliegenden Partnachschichten eingespießt ist. Die Faltenachsen dieses Muschelkalkbandes streichen an seinem N-Ende etwa NW—SE, während sie am SE-Ende WNW—ESE gerichtet sind, wobei ihr Einfallen mit 15° gegen NW bzw. WNW erfolgt. Die Sedimentgesteine tauchen hier gegen W und SW unter das Kristallin unter. Es handelt sich hier nicht um eine steilstehende Verwerfung wie H. MYLIUS (1913, Taf. 5) angibt, sondern um eine ziemlich flache Überschiebung. Die Krestakopfschuppe erreicht demnach am Auenlatschbach noch nicht ihr W-Ende. In der Nähe der Überschiebung sind die Gesteine sehr stark mitgenommen, z. T. mylonitisch, was besonders für den darüberliegenden Phyllitgneis zutrifft. Im westlichen Nebengraben des Auenlatschbaches (in 790 m zieht innerhalb der Schiefer eine verknetete Kalklage durch), dessen unterster Teil einer Störung entlang folgt, ist der Phyllitgneis erst von 830 m an wieder als solcher erkennbar. Am Auenlatschbach wird dieses Gestein in 900 m von einem etwas größeren Diabasgang durchsetzt. Es finden sich nirgends Anzeichen, daß es sich bei der Krestakopfschuppe um eine Mulde handelt und daß dieselbe am Unterlauf des Auenlatschbaches auskeilt, wie LEUTENEGGER (S. 105) annimmt. Wie die ober Tag eingemessenen Fallzeichen erkennen lassen, weicht das Streichen und Fallen der S-Flächen der Sedimentgesteine des Krestakopfes stellenweise beträchtlich von der allgemein vorherrschenden Lage ab, wie dies auch in den Stollen festgestellt

werden konnte und was auch durch einen Vergleich der Diagramme bestätigt wurde.

Besonders der Hügel P. 761 ist bis zur Tschaggunser Kirche hinab stark eisüberschliffen. Die große Felswand (ehemaliger Steinbruch) NE dieses Punktes zeigt die schwach gewellte Faltung des Muschelkalkes, während im Arlberg-Kalk an der hohen Felswand NW P. 761 ein prachtvoller Gletscherschliff erhalten ist. Nach dem Verlauf der Grate und Hohlkehlen scheint das Eis im unteren Teile am W-Ende der Felswand mit etwa 35° talauswärts angestiegen zu sein. Dagegen lassen die übrigen Teile der Felswand nur ein Ansteigen gegen NW mit etwa 10° erkennen.

Beim Bau der neuen Straße nach Latschau wurde an verschiedenen Stellen typische Würm-Grundmoräne mit vorwiegend kalkalpinem Material aufgeschlossen. Die Stücke sind meist klein, eckig bis ziemlich gut gerollt. Einzelne Blöcke erreichen bis 1 m \varnothing . Am besten war die Grundmoräne bei P. 908 zu sehen. Hier sind der tonreichen Moräne mit einzelnen kleinen Stücken gegen 1 m starke, ziemlich sandige Lagen mit kleinen Geröllen zwischengelagert. Eine genauere Beschreibung der Würm-Grundmoränen und der Schlernmoränen findet sich bei REITHOFER (1955 und 1962), wo auch die geologischen Verhältnisse der Senke von Latschau vor und nach dem Bau des Speicherbeckens und die Untergrundverhältnisse des Lünenseewerkes dargestellt wurden.

Der Krestakopf ist großenteils mit jungem Blockmoränenschutt überdeckt. In dem großen Moränengelände auf der W-Seite dieses Kopfes, dessen zahlreiche Kleinformen auch die neue Rätikonkarte i. M. 1 : 25.000 nicht annähernd zur Darstellung bringt, konnte nur ein geringer Teil der großen Blöcke (meist Sulzfluhkalk) eingezeichnet werden. Im neuen Tschaggunser Friedhof war der eisüberschliffene Muschelkalk einige dm bis über 5 m mit jungem Moränenschutt überdeckt. An einer Stelle fand sich über der Schlißfläche eine 2 bis 4 dm starke, völlig sandfreie Lage von kleinen (bis 8 cm \varnothing) und nur einzelnen größeren kantengerundeten bis besser gerollten Kalk- und Kristallinstücken und erst darüber folgt der sandige und höher oben erdige, verhältnismäßig feine Moränenschutt, in dem kleinere bis große, eckige bis kantengerundete Kalk- und Kristallinblöcke auftreten. LEUTENEGGER hat auf seiner Karte (1928) auf der Süd- bzw. Ostseite des Krestakopfes 8 Moränenwälle eingezeichnet, die dem Schlernstadium eines aus dem Hintergrund des Gauertales herabkommenden Gletschers (REITHOFER, 1932, S. 32) angehören. LEUTENEGGER (S. 110) faßt die „eigenartigen runden Höcker“ westlich ober Tschagguns als eine „Art Kiesdrumlins“ auf, die der Gletscher (gemeint ist der Illgletscher) nach Ablagerung der Schotter aus ihnen formte. Wenn dies der Fall gewesen wäre, hätte nur der zurückgehende Würmgletscher vielleicht solche Formen zurücklassen können, wobei aber der Kristallinanteil viel größer sein müßte. Eine gewisse Beteiligung von Schottern ist zwar nicht ausgeschlossen, wofür allerdings sehr unbefriedigende kleine Aufschlüsse im Bereiche des Schlernstadiums am Ausgang des Gampadelstales sprechen. Auch die Verhältnisse am Tschaggunser Friedhof, wo am ehesten Schotter zu erwarten wären, machen eine Erklärung der eigenartigen Höcker als vom Gletscher geformte Schotter unwahrscheinlich.

Der bedeutendste hügelartige Wallrest mit einer beidseitigen Hangneigung von 40° liegt SE P. 882. Dieser und die benachbarten Moränenhügel bestehen aus ungeschichtetem, fast nur sehr wenig bearbeitetem kalkalpinem Material mit meist eckigen bis etwas kantengerundeten, vorherrschend kleineren Stücken und sandigem Zwischenmittel. Neben Sulzfluhkalk sind Couches-rouges- und Bunt-

sandsteinstücke ziemlich reichlich vertreten, während Schwarzhornamphibolit, Serpentin- und anderes Kristallinmaterial spärlich vorkommt. ESE P. 882 findet sich eine größere trichterförmige Vertiefung, wie solche in Moränengebieten anzutreffen sind. Auch die nordwestlich und die nordöstlich davon gelegene Erhebung ist ein deutlicher mehr hügelförmiger Wallrest. SW P. 882 liegt ein kleiner undeutlicher Wallrest. Der Moränenrücken P. 952 (der alten Karte) und der östlich davon gelegene Wallrest, die den Schuttkegel des Rasafei und Golmerbaches gegen N gestaut haben, sind unter dem Aushubmaterial des Staubeckens verdeckt. Der von LEUTENEGGER eingezeichnete lange Wall S unter P. 1076 ist nicht als solcher erkennbar, wohl aber findet sich W von P. 1076 ein im oberen Teil ziemlich deutlicher, gegen W undeutlicher werdender Wall aus feinem bis grobem vorwiegend kalkalpinem Material. Am N-Rande der Schlucht des Rasafei, S P. 908, liegt ein längerer, ziemlich deutlicher Wall aus feinem bis mittelgrobem Material. Südwestlich dieses Walles, der ebenso wie alle anderen hier angeführten Wallreste dem Schlernstadium angehört, wurden beim Bau der Kanalbrücke Rasafei interglaziale Schotter aufgeschlossen (REITHOFER, 1961).

Auf Blatt Stuben hat O. AMPFERER (1937) auf den Felsterrassen von Unter- und Oberkresta Schotter ausgeschieden, die aus der Zeit zwischen Würm und Schlußvereisung stammen. Solche Schotter wurden beim Aushub für das Tosbecken Oberkresta im Liegenden des Schlernmoränenschutttes tatsächlich angetroffen (REITHOFER, 1955). Das Auftreten gelegentlicher Gerölle am Weg berechtigt noch nicht, auf der Karte größere Flächen als interstadiale Schotter auszuscheiden.

Einigen Einblick in die Untergrundverhältnisse des Talbodens auf der N-Seite des Krestakopfes ermöglichten die Bohrungen bei Rodund (REITHOFER, 1940). Über die Erdfälle bei Rodund berichteten ST. MÜLLER (1922) und REITHOFER (1937). Im Jahre 1947 wurde am Zwischendamm (zwischen den beiden Ausgleichbecken) eine mehr schüsselförmige Einsenkung mit 7 m \varnothing und einer Tiefe von 1,3 m beobachtet. Zwischen dem 19. Juni 1947 und dem 20. März 1948 blieb das Loch unverändert. Es wurde dann zugeschüttet, und seither sind keine Veränderungen mehr aufgetreten.

Der Druckschacht und der Entlastungsstollen von Latschau nach Rodund vermitteln einen ausgezeichneten Einblick in den Bau der Krestakopfschuppe, wie er ober Tag nie zu erhalten ist.

Beschreibung des Druckschachtes Latschau—Rodund

Das Südportal liegt am Nordrande des Speicherbeckens Latschau und das Nordportal südlich des Krafthauses Rodund. Die Lage dieses Druckschachtes ist der Übersichtsskizze der fertigen Stollen und der baureifen Stollenprojekte der Vorarlberger Illwerke (REITHOFER, 1951, S. 107) und Abb. 1 (REITHOFER, 1954, S. 92) zu entnehmen. Der etwa N 17° E verlaufende Schrägschacht hat ein Gefälle von 28°50'. An diesen schließt im unteren Teil in 642,17 m Seehöhe ein fast horizontaler Druckstollen mit 1,013 bzw. 1,14% Gefälle an, der N 37° E gerichtet ist.

Die geologische Aufnahme dieser Stollen erfolgte in der Zeit zwischen dem 8. Jänner 1941 und dem 27. März 1943, wobei nur die westliche Ulme aufgenommen wurde. In der folgenden Beschreibung beziehen sich alle Zahlenangaben auf diese Ulme an der Sohle.

Im Bereiche der Ostwand des Drosselklappenhauses, das unmittelbar am Bergfuß liegt, wurden ein paar Meter mächtige, steilstehende schwarze Schiefer mit weißen Kalzitadern freigelegt, die von drei \pm steilstehenden Störungen durchsetzt werden. Nach S grenzen diese Schiefer, in denen vereinzelt bis mehrere cm große Pyritkonkretionen auftreten, an mehr hellgrauen, etwas mylonitischen Dolomit und Kalk. Nach N stoßen die z. T. rostbraun anwitternden Schiefer entlang einer saiger stehenden Grenzfläche an eine ziemlich feine grünlichgraue Grundmoräne, die ohne deutliche Grenze nach N in ähnlichen ungeschichteten Schutt übergeht, bei dem es sich wohl um jungen Moränenschutt handelt. Von diesem Aufschluß ist seit Beendigung des Baues nichts mehr zu sehen.

Das Portal des Druckstollens lag etwa im Bereich der Südwand des Drosselklappenhauses. Bis Stollenmeter 5,2 steht fester Arlbergkalk ohne erkennbare Schichtung (1, siehe Stollenprofil) an, der von Kalk unterlagert wird, der wie mylonitischer Hauptdolomit zertrümmert ist (2). In den Hohlräumen tritt etwas gelblicher Lehm auf, der gegen N mehr zurücktritt. S davon folgt noch eine schmale Zone von gröber zertrümmertem Kalk (3, die eckigen Stücke sind wenige cm groß). Zwischen diesen Stücken findet sich reichlich zäher gelblicher Lehm. Diese zertrümmerten Lagen sind weniger fest. Zwischen Stollenmeter 10,5 und 22,2 steht hellgrauer bis grauer Kalk mit Kalzitadern ohne erkennbare Schichtung (4) an, der den basalen Lagen der Arlbergschichten angehört, die sich weiter östlich bis an die Ill nach N erstrecken. Auch an der Liegendgrenze ist der sonst feste Arlbergkalk etwas zertrümmert.

Der Druckstollen verbleibt bis zum Höhenknick in den südlich anschließenden Partnachschiefern, die auch noch bis Stollenmeter 168 in den Druckschacht nach S hinaufreichen. Von 22,2 bis 47 m sind den Partnachschiefern (5) nur ganz selten graue Kalklagen zwischengeschaltet. Bis 71,6 m wechsellagern die Partnachschiefer mit einzelnen bis 20 cm starken harten, grauen Kalklagen. Bei letzteren handelt es sich z. T. auch um kürzere oder längere Linsen. Während die Partnachschiefer zwischen 22,2 und 75 m nur grau bis dunkelgrau sind, haben sie bis an ihre Liegendgrenze eine dunkelgraue bis schwarze Farbe. In diesen Schiefnern mit den dünnen weißen Kalzitadern (besonders auf Querklüften) tritt bei 74, 79 und 143 m harter grauer Kalk mit Kalzitadern (6) auf. Diese Kalke sind im trockenen Zustand dunkelgrau. Die oberflächlich stets zu feinem Grus verwitternden Schiefer haben sich im Stollen als ein sehr festes Gestein erwiesen.

Im Druckschacht ziehen Lagen von bartem grauem bis dunkelgrauem Kalk (6) um 67 und 78 m durch. An der Liegendgrenze sind die südlichsten Lagen von 166 m an stark gestört. Von 167,8 bis 170,6 m steht stark gestörter grauer Kalk mit wenig Kalzitadern (7) an, der den hangenden Partien des Muschelkalkes angehört und z. T. ähnlich ist wie der von Zone 20. Bis 175 m sind die grauen Kalke lagenweise so stark geschiefert, daß sie den Partnachschiefern ähnlich werden, doch treten dazwischen mehrfach die nur stark gestörten grauen Kalklagen der Zone 20 auf (8). Bis 270,6 m wurde dünngeschichteter (bis 30 cm) grauer Kalk wie in Zone 20 mit Kalzitadern von 178 bis 185 und von 195 bis 197 m durchörtert, der stellenweise stärker zertrümmert, aber nur ganz selten etwas knollig ist (9). Ohne scharfe Grenze treten innerhalb dieser Kalke bei 250 und 258 m ganz hellgraue Kalke mit unregelmäßigen Flecken (10) auf. Nach S schließt dünngeschichteter (ein paar bis 30 cm) etwas dunklerer grauer, feinkristalliner Kalk mit wenig Kalzitadern und stellenweise eigenartigen Kalzitdrusen, wie solche vor allem aus dem Muschelkalk des Steinbruches in Bürs bekannt geworden sind, an (11).

Legende :

-  Muschelkalk
-  Muschelkalk wie in Zone 20
-  Muschelkalk wie in Zone 21
-  Schieferlagen innerhalb des Muschelkalkes
-  Partnachschiefer
-  Kalklagen in den Partnachschiefern
-  Arlbergkalk
-  Schieferlagen im Arlbergkalk
-  Moränenschutt der Schlußvereisung
-  Hangschutt mit eckigen Blöcken
-  Gesteinsgrenzen, Schichtung der Gesteine
-  Bewegungsflächen
-  H. = Harnisch
-  tektonisch stark beanspruchte Gesteinspartien

nur im Druckschacht

stärkere Tropfstellen
Schwache Quellen
stärkere Quellen } im Druckschacht

↓ scharfe Gesteinsgrenzen

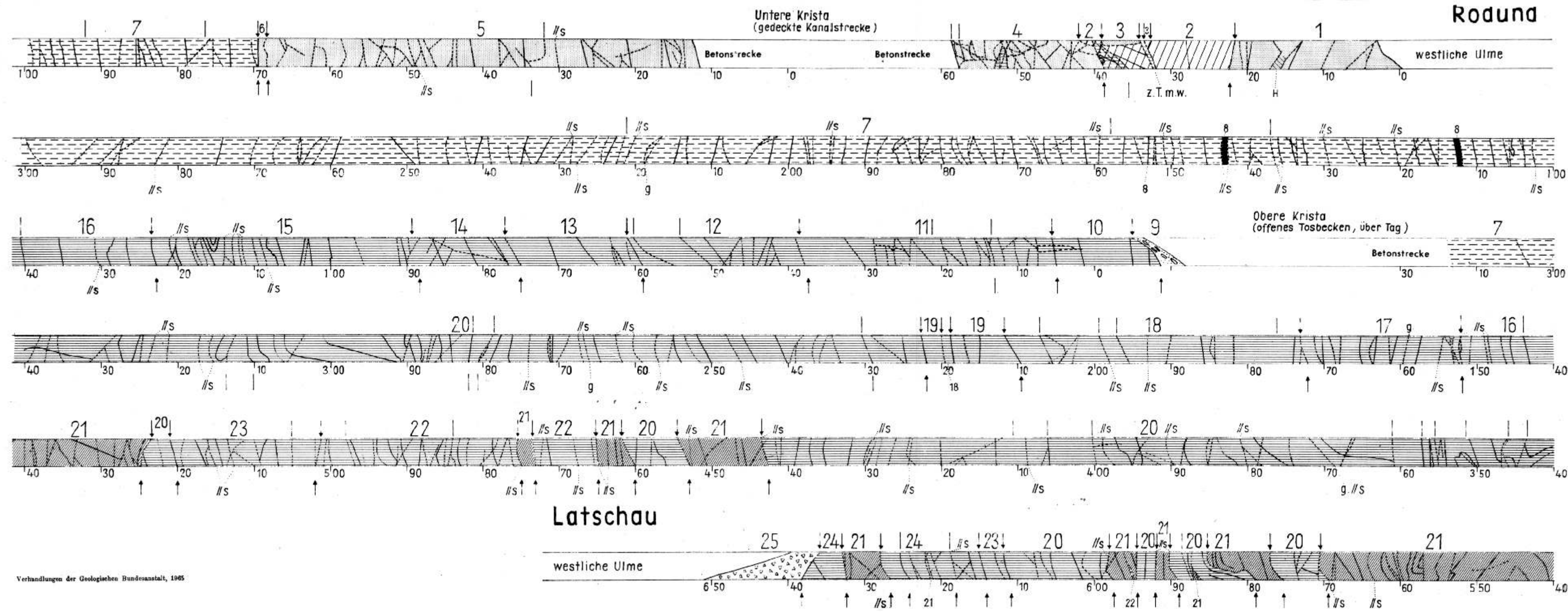
— Grenzen einer bestimmten Gesteinsbeschaffenheit

//s = parallel zur Schichtung m. = mylonitisch

g. = graphitisch w. = weich

ENTLASTUNGSTOLLEN LATSCHAU - RODUND

O. REITHOFER



Bis 354,6 m steht dünngeschichteter grauer Kalk wie in Zone 20 an, der stellenweise auch ganz feinkristallin ist (12). Zwischen 332 und 347 m ist das Gestein z. T. stärker zertrümmert. Im trockenen Zustand sind die Kalke dunkelgrau bis schwärzlich, wobei die Schichtflächen noch dunkler bis schwarz sind. Südlich davon folgt etwas dunklerer grauer Kalk mit Kalzitadern und den eigenartigen Kalzitdrusen wie in Zone 21. Stellenweise treten zwischen den Schichtfugen mehrere mm starke Zwischenlagen von dünnblättrigen Mergeln auf, die zwischen den knolligen Oberflächen bis ein paar cm stark werden und im Querschnitt mehr linsenförmig sind (13). Bei Stollenmeter 365 sind die Gesteine der Zonen 20 und 21 tektonisch vermischt (14). Darüber folgt Kalk wie in Zone 20, der ober 371 m stark zerdrückt ist, stellenweise fast wie mylonitischer Hauptdolomit (15), überlagert von Kalk wie in Zone 21 (nahe der Nordgrenze mit dünnerer Lage wie in Zone 20 (16), Kalk wie in Zone 20 (17), Kalk wie in Zone 21 (18) mit wenig Kalzitadern und Kalk der Zone 21 (19).

Zwischen 386,7 und 387,8 m steht dünngeschichteter, grauer, etwas knolliger Kalk mit sehr wenig Kalzitadern an (20), der so typisch ist, daß er immer wieder zu Vergleichen herangezogen wird. Dies trifft auch für den darüber folgenden etwas dunkleren, grauen, feinkristallinen Kalk mit Kalzitadern und den eigenartigen Kalzitdrusen zu (21). Dieser gut geschichtete Kalk mit Lagen von ein paar bis über 20 cm ist ebenfalls etwas knollig. Über diesem Kalk folgen schwarze Schiefer, denen einige dünnere graue Kalklagen der Zone 20 zwischenlagert sind (22), überlagert von grauem, z. T. mehr hellgrauem Kalk (ähnlich der Zone 20) mit Kalzitadern und einigen stärkeren mit Kalzit verheilten Klüften, der deutlich dünn geschichtet ist (1 bis 12 cm, 23) und ebendenselben Kalk, der aber ganz unendlich dick gebankt ist (24). Über gering mächtigen schwarzen Schiefen, die stark gequetscht sind (25), steht dünngeschichteter grauer, z. T. mehr hellgrauer Kalk (1 bis 12 cm, wie in Zone 20) an, dessen Schichten nur im nördlichen Teil vereinzelt bis 20 cm stark werden. Kalzit tritt besonders auf Querklüften auf, die an einigen Stellen bis mehrere cm Stärke erreichen und auch größere Kalzitkristalle führen. Im oberen Teil ist dieser Kalk wie mylonitischer Hauptdolomit zertrümmert (26).

Von 463 bis 481,8 m wurden folgende Schichten durchörtert: im Inneren hellerer, außen dunklerer Kalk wie in Zone 21 (27), dünngeschichteter (0,5 bis 10 cm) grauer Kalk mit wenig Kalzitadern der Zone 21 (28), ganz dünngeschichteter, knolliger grauer bis dunkelgrauer Kalk mit Kalzitadern wie in Zone 21 (29), ganz dünngeschichteter, etwas knolliger, dunkelgrauer Kalk mit Kalzitadern wie in Zone 20 (30), dünngeschichteter (bis 10 cm), etwas knolliger, grauer, feinkristalliner Kalk mit viel Kalzitadern wie in Zone 21 (31), ganz dünngeschichteter (1 bis mehrere cm), etwas knolliger, grauer Kalk mit wenig Kalzitadern wie in Zone 21 (32), dünngeschichteter (bis 10 cm), ganz heller Kalk mit unregelmäßigen grauen Partien, gegen die Schichtflächen dunkler werdend, mit wenig Kalzitadern wie in Zone 20. Die Schichtflächen selbst sind dunkelgrau, die nördlichsten Lagen sind nur ein paar cm stark (33) und fein geschichteter (1 bis 2 cm) grauer Kalk mit wenig Kalzitadern um 480 m ohne scharfe Grenze in ebensolchen Kalk mit einigen ganz dünnen hellgrauen Lagen übergehend, wie in Zone 20 (34).

Zwischen 481,8 und 511,8 m wurden schwarze Schiefer mit z. T. reichlich Kalzitadern durchörtert, während alle darüber im Druckschacht noch auftretenden Schieferlagen sehr arm an solchen Adern sind (35). Die nördlichen Partien dieser Schiefer sind etwas weniger gestört, die südlichen dagegen sind stark ge-

stört und gefaltet und werden von einem grauen Kalk mit Kalzitadern wie in Zone 20 überlagert, der z. T. stärker zertrümmert ist (36). Dieser Kalk, der an seiner Südgrenze wieder von schwarzen Schiefen begleitet wird (37), ist ohne erkennbare Schichtung. Wohl aber täuscht ein Kluftsystem \pm parallel zu den Ulmen eine solche vor. Bei 534,6 m beginnt mehr hellgrauer bis grauer Kalk wie in Zone 20 ohne erkennbare Schichtung mit einem deutlichen Kluftsystem, das wieder s vortäuscht (38). Dieser größtenteils stärker zertrümmerte Kalk wird von wenig mächtigen schwarzen Schiefen (39), dunkelgrauem Kalk wie in Zone 20 (40), stärkeren schwarzen Schiefen (41) mit einer dunkelgrauen Kalklage wie in Zone 20 (42), dunkelgrauem Kalk mit Kalzitadern wie in Zone 21 (43) und ganz wenig mächtigen schwarzen Schiefen (44) überlagert.

Über dem dunkelgrauen bis schwärzlichen, z. T. etwas feinkristallinen Kalk mit Kalzitadern wie in Zone 20, dessen Schichtung meist nicht erkennbar ist (45), folgen schwarze Schiefer (46), dunkelgrauer bis schwarzer, etwas feinkristalliner, ungeschichteter Kalk (47), dunkelgraue Schiefer (48), dunkelgrauer, dünn- bis dickgeschichteter, etwas feinkristalliner Kalk (49), schwarze Schiefer (50) und dünngeschichteter dunkelgrauer bis schwärzlicher Kalk mit reichlich Kalzitadern ähnlich wie in Zone 21 (51). Dieser Kalk wird von dicker geschichtetem grauem Kalk mit Kalzitadern (52) unterlagert, der nur im unteren Teil der beiden Ulmen auftritt.

Bei 592,1 m stehen wieder dünngeschichtete schwarze Schiefer (53) an, an die nach S dünn- bis dickgeschichteter dunkelgrauer bis schwärzlicher Kalk mit Kalzitadern, nur z. T. etwas feinkristallin, mehr schieferig (54), dünngeschichtete schwarze Schiefer (55), dünn- bis dickgeschichteter dunkelgrauer bis schwärzlicher, z. T. etwas feinkristalliner Kalk mit reichlich Kalzitadern (56), dünn- bis dickgeschichteter grauer bis dunkelgrauer, z. T. etwas feinkristalliner Kalk mit Kalzitadern (57) und dickgebankter grauer bis dunkelgrauer, z. T. etwas feinkristalliner Kalk (58) anschließen.

Von geringmächtigen schwarzen Schiefen (59) im Liegenden und Hangenden begleitet, steht um 650 m dünn- bis dicker geschichteter grauer bis schwärzlicher Kalk mit Kalzitadern (60) an. Nach S schließt stark gestörter, aber noch standfester gelblichgrauer bis grauer Kalk an, der gegen die Hangendgrenze (N) dunkelgrau wird und besonders an der Liegendgrenze und entlang der flacheren Störung wie mylonitischer Hauptdolomit zertrümmert ist (61). An dieses Gestein, dessen Schichtung größtenteils nicht erkennbar ist, grenzen wenig mächtige schwarze Schiefer (62) und grauer bis dunkelgrauer Kalk mit Kalzitadern (63), der stärker gestört ist, so daß sich die Schichtung z. T. nicht mehr erkennen läßt. Innerhalb dieser 10 m langen Kalkstrecke tritt im untersten Drittel der beiden Ulmen ein sattelförmig gebogener, dünngeschichteter grauer Kalk mit wenig Kalzitadern auf (64). Zwischen 672,7 und 677,4 m wurde stark gestörter, dickgebankter, grauer bis dunkelgrauer Kalk mit Kalzitadern (65) durchörtert, der im Hangenden und Liegenden von wenig mächtigen schwarzen Schiefen (66) begrenzt wird. Im obersten Teil des Druckschachtes steht dickgebankter dunkelgrauer bis schwärzlicher Kalk (67) an. Die oberflächennahen Partien dieses Kalles wurden abgeräumt und ebenso die darüber lagernde wenig mächtige Würm-Grundmoräne und die viel mächtigere Schlernmoräne.

Kurz zusammengefaßt wurden vom Druckschacht bzw. Druckstollen folgende Stockwerke der Trias durchörtert: Arlberg-Schichten vom Drosselklappenhaus bis Stollenmeter 22,2 des fast horizontalen Druckstollens, Partnach-Schichten bis Stollenmeter 167,8 im Druckschacht und Muschelkalk bis zum oberen Ende des

Druckschachtes beim Einlaufturn, der auf einem eisüberschliffenen Rundhöcker desselben Gesteins errichtet wurde.

Die geologische Beschaffenheit dieses Schachtes bzw. Stollens kann als sehr günstig bezeichnet werden. Nur im äußersten Teil des Druckstollens ist die Gesteinszone 2 nur wenig fest und die schmale Zone 3 nicht standfest. In den übrigen Stollenabschnitten sind selbst die stark gestörten und gefalteten oder auch die wie mylonitischer Hauptdolomit zertrümmerten Gesteinspartien standfest, während sich die weniger gestörten Gesteinszonen als sehr fest erwiesen haben, so daß im ganzen Druckschacht an keiner Stelle ein Holzeinbau erforderlich war.

Beschreibung des Entlastungsstollens Latschau—Rodund

Die Lage dieses Stollens, der aus 3 Teilstücken besteht, ist den früher angeführten Skizzen zu entnehmen. Das untere, gegen W gerichtete Portal des unteren gegen 63 m langen Teilstückes liegt in ca. 645 m und das obere, gegen S gerichtete in ca. 663 m. Dieser südlich der ehemaligen Kapelle gelegene Stollen schwenkt aus der E—W-Richtung nach oben allmählich in die N—S-Richtung um. Das untere Portal des mittleren, ca. 333 m langen Entlastungsstollens liegt auf der Südseite des Talkreuzungsbauwerkes „Untere Kresta“ in etwa 675 m Seehöhe, während sich das obere Portal am Ostende des Tosbeckens „Obere Kresta“ in ca. 768 m Höhe befindet. Dieser Stollenabschnitt schwenkt in seinem mittleren Teil von der N—S-Richtung allmählich in die O—W-Richtung um. Das Nordportal des oberen Stollentrums liegt südlich oberhalb des Tosbeckens „Obere Kresta“ in ca. 806 m, während das Südportal nördlich des Einlaufturns in ca. 980 m Seehöhe liegt. Der gegen 630 m lange Stollen biegt oberhalb des Tosbeckens gleich gegen SW ab. Während das Südportal des oberen Stollens nur 20 m westlich der Trasse des Druckschachtes liegt, befindet sich das untere Portal des Druckstollens rund 400 m weiter westlich als das untere Portal des unteren Entlastungsstollens. Dieser mehr oberflächennahe gelegene Stollen überquert den tiefer im Berg liegenden Druckschacht in seinem obersten (südlichsten) Teil.

Die geologische Aufnahme erfolgte in der Zeit vom 19. Dezember 1941 bis 25. Mai 1943, wobei in allen drei Stollenteilen ebenso wie im Druckschacht nur die westliche Ulme aufgenommen wurde.

Der untere Teil des Entlastungsstollens

Bis Stollenmeter 22,3 steht grauer, z. T. etwas blaugrauer, deutlich geschichteter (± 1 dm bis $\pm 0,5$ m) Arlbergkalk (1) an, der z. T. etwas grobzertrümmert ist. Im untersten Teil des Stollens verläuft das Streichen parallel zur Ulme. Dem Arlbergkalk sind dünngeschichtete (1 cm bis ein paar dm) graue Kalkmergel (2) zwischengelagert. Während die Kalkmergel an ihrer Nordgrenze konkordant vom Arlbergkalk überlagert werden, ist ihre Liegendgrenze stark gestört, wobei es zu einem sehr eigenartigen Grenzverlauf kam. Daher sind die Mergel zwischen 35,5 und 38,5 m sehr stark mitgenommen, z. T. mylonitisch. Die südlichen Partien dieser Mergel, die zwischen 33 und 36 m deutlich gestengelt sind (ohne erkennbares s), sind nahe dem First mit grauem Arlbergkalk (3) verkeilt. Bei 32 m zieht eine schmalere Ruschelzone durch. Zwischen 38,5 m und dem Talkreuzungsbauwerk „Untere Kresta“ wurde grauer Arlbergkalk mit Kalzitadern (4) durchörtet, der besonders an der Nordgrenze stärker gestört und z. T. etwas grobzertrümmert ist und die Schichtung meist nicht erkennen läßt. Zwischen

51,1 und 53 m ist das Gestein z. T. etwas mylonitisch. Nur die südlichsten Lagen oberhalb 56,6 m (am First) sind dünn geschichtet (± 10 cm). Der oberste Teil des Stollens ist ausgemauert.

Darüber folgt das Talkkreuzungsbauwerk, bei dessen Fundierung der Fels größtenteils nicht erreicht wurde. Es handelt sich hier um kein richtiges Tal, sondern nur um eine grabenartige Vertiefung, die auf Unterschiede in der Gesteins-
härte zurückzuführen ist. Das Aushubmaterial, das z. T. mit dem Ausbruch-
material aus dem mittleren Stollen vermischt wurde, läßt nicht mehr erkennen, ob in dieser Vertiefung Moräne oder Schotter eingelagert oder ob sie teilweise mit Gehängeschutt bedeckt war.

Der mittlere Teil des Entlastungsstollens

Die unterste gegen 12 m lange Strecke ist ausgemauert. Darüber folgt bis Stollenmeter 68,2 grauer Arlbergkalk (5), der meist mehr massig ist und nur selten die Schichtung (einige cm bis mehrere dm) erkennen läßt. Bis 33,7 m hinauf täuscht ein ziemlich parallel zur Ulme verlaufendes Kluftsystem, bei dem die einzelnen Klüfte in Abständen von ± 1 dm bis ein paar dm zueinander verlaufen, eine sehr deutliche Schichtung vor. Darüber ist der Arlbergkalk z. T. etwas stärker grobzertrümmert, an einigen Stellen auch wie mylonitischer Hauptdolomit mitgenommen. Zwischen 68,2 und 69,5 m steht dünngeschichteter (einige cm) dunkelgrauer Kalk mit einzelnen Kalzitadern (6) an, der wohl den Übergang zwischen den darüber folgenden Partnachschieben und dem darunter liegenden Arlbergkalk (hier inverse Schichtfolge) bildet. Von 69,5 m an werden vom Stollen nur mehr schwärzliche Partnachschiefer (7) durchörtert, die stellenweise \pm stark mit durch weißen Kalzit oder Dolomit verheilten Klüften (Querklüfte) durchsetzt sind. Zwischen 75 und 91 m und von 220 bis 313 m sind die Partnachschiefer frei von Kalklagen. In den übrigen Strecken treten vereinzelt dünne (einige cm bis ± 1 dm), mitunter auch linsenförmige graue bis dunkelgraue Kalklagen mit Kalzitadern (8) auf. Zwei dieser Lagen werden gegen 8 dm stark. Oberhalb von 190 m treten die Kalklagen fast ganz zurück. Von 252 m an verläuft das Streichen ziemlich parallel zu den Ulmen.

Die Liegendgrenze der Partnachschichten ist trotz der guten Aufschlüsse, die durch den Aushub des Tosbeckens in Oberkresta geschaffen wurden, nicht freigelegt worden, da zwischen dem oberen Portal des mittleren Stollens und dem unteren des oberen Stollens Schotter, Moränen- und Gehängeschutt in größerer Ausdehnung und Mächtigkeit auftreten.

Der obere Teil des Entlastungsstollens

Zwischen dem unteren Portal und Stollenmeter 442,5 wurde Muschelkalk durchörtert, der beim Portal von bis über 1 m mächtigem Gehängeschutt mit eckigen Blöcken (9) überdeckt wird. Bis 5 m steht knolliger grauer Kalk mit weißen Kalzitadern und einigen ganz dünnen bis ein paar cm starken Mergelzwischenlagen (10) an, die nahe der Geländeoberfläche zu Ton verwittern. Über Zone 10 folgt zuunterst grauer, dann hellgrauer Kalk mit Kalzitadern, gegen oben wieder grau werdend mit wenig Kalzitadern (11). Bis 13 m ist dieses Gestein ungeschichtet und mehr grob zertrümmert, darüber weniger zertrümmert, stellenweise etwas feinkristallin, teilweise mit knolliger Oberfläche. Bis 20 m ist die Schichtung wenig deutlich, darüber gut erkennbar mit 5—40 cm starken Lagen. Bei 37,5 m tritt ohne scharfe Grenze teils hellgrauer, teils grauer, z. T. etwas feinkristalliner hellgrauer Kalk mit unregelmäßigen grauen Partien auf,

wodurch das Gestein gefleckt erscheint (12). Zwischen 50,2 und 55 m ist die Schichtung wenig deutlich.

Bei 59 m beginnt grauer Kalk mit Kalzitadern, dessen untere Lagen dünn geschichtet sind, während die oberen dick gebankt sind (13). Darüber folgt grauer, nur untergeordnet hellgrauer, dickgebankter (40 bis 60 cm) Kalk mit Kalzitadern (14), dessen Schichtung oberhalb Stollenmeter 80 undeutlich ist. Von 88,5 bis 122,8 m wurde dünngeschichteter (± 1 bis mehrere cm) grauer Kalk mit Kalzitadern und einzelnen dünnen (1 mm bis ± 1 cm) Kalzitlagen // s (15) und einer 15 cm starken Ruschelzone bei 111,5 m aufgeföhren. Ohne scharfe Grenze schließt nach oben grauer, mitunter hellgrauer Kalk mit Kalzitadern (16) an, der bis 126,2 m undeutlich geschichtet, zwischen 140 und 143 m massig entwickelt und auf den übrigen Strecken deutlich geschichtet (einige cm bis ein paar dm) ist. Zwischen 130 und 140 m ist dieser Kalk ziemlich reich an Kalzitadern. Bei 148 und 148,5 m zieht je eine bis über 1 dm starke, z. T. ausgewalzte und weiche Mergellage durch. Abermals ohne scharfe Grenze steht darüber feinkristalliner grauer Kalk mit reichlich Kalzitadern und Kalzitdrusen an (17). Die Schichten sind einige cm bis mehrere dm stark. Bei 152,5 m zieht eine schmale, etwas stärker zertrümmerte Zone durch. Zwischen 160 und 165 m ist die Oberfläche der Kalklagen z. T. etwas knollig.

Von 172,2 bis 209,4 m handelt es sich um grauen, stellenweise hellgrauen Kalk (meist unregelmäßige Partien), teilweise etwas knollig, mit wenig Kalzitadern (18), der zwischen 175 und 195,3 und von 198 bis 205,5 m stärker gestört ist und dessen Schichtung innerhalb dieser Bereiche größtenteils nicht erkennbar ist. Auf den übrigen Strecken ist das Gestein undeutlich geschichtet, wobei die Bänke mehrere dm stark sind. Zwischen 195 und 199 m ist der Kalk z. T. ganz hell. Darüber folgt deutlich geschichteter (einige cm bis ein paar dm) feinkristalliner, grauer Kalk mit reichlich Kalzitadern und den eigenartigen Kalzitdrusen (19), dem um 219 m Kalk der Zone 18 zwischengelagert ist.

Bei Stollenmeter 221,8 beginnt mächtiger grauer, z. T. etwas knolliger, stellenweise feinkristalliner Kalk mit wenig Kalzitadern (20), der größtenteils deutlich geschichtet ist (einige cm bis mehrere dm). Bis 229 m, von 310 bis 313,5 m, von 344,7 bis 346 m, von 350,6 bis 355,1 m (auch stärker gestört), von 356,9 bis 360,8 m (ebenfalls stärker gestört) und von 399,8 bis 405,9 m ist die Schichtung teils wenig deutlich, teils nicht erkennbar. Zwischen 235 und 240 m und zwischen 405,9 und 409,6 m ist der Kalk stärker von Kalzitadern durchsetzt. Dies gilt auch für den feinkristallinen Kalk zwischen 280,6 und 281,7 m. Nahe seiner Liegendgrenze sind dem grauen Kalk schwärzliche Schiefer mit wenig weißen Adern (21) zwischengeschaltet.

Von 460,1 bis 464,8 m wurden wieder dieselben schwärzlichen Schiefer mit wenig weißen Adern durchörtet, die auch um 475 m anstehen und die im Hangenden und Liegenden von meist deutlich geschichtetem (einige cm bis ein paar dm) grauem Kalk mit Kalzitadern (22) begleitet werden. Nur zwischen 484,6 und 496,7 m ist die Schichtung wenig deutlich. Zwischen 502 und 520 m steht feinkristalliner grauer Kalk mit viel Kalzitadern und den eigenartigen Kalzitdrusen und nur wenigen nichtkristallinen Lagen (23) an. Die Oberfläche der ein paar cm bis ein paar dm starken Schichten ist z. T. knollig. Nach oben schließt bis 610,8 m derselbe Kalk wie in Zone 20 an, dem aber eine mächtige und fünf schmälere Zonen von schwärzlichen Schiefen mit wenig weißen Adern zwischengeschaltet sind. Zwischen 569,5 und 575,4 m ist der graue Kalk mehr massig ausgebildet und zwischen 587,4 und 589 m ist dasselbe Gestein stärker gestört.

In diesen beiden Bereichen ist s nicht recht erkennbar. Um 586,5 m dringt ein schmaler Keil von schwärzlichen Schiefen nach oben in den grauen Kalk ein und bei 595 m ist ein noch schmalerer Keil von grauem Kalk in derselben Weise mit den schwärzlichen Schiefen verzahnt. Innerhalb der breiten Schieferzone, in der die Schiefer z. T. etwas stärker gefaltet sind, treten zwischen 540 und 550 m und auch bei 559 m einzelne einige bis ± 10 cm starke, z. T. mehr linsenförmige Lagen von grauem Kalk auf.

Bei 610,8 m steht mehrere Meter mächtiger, dünngeschichteter (2 cm bis ± 1 dm) mehr dunkelgrauer, z. T. etwas feinkristalliner Kalk mit Kalzitadern (23) an, an den nach oben grauer Kalk mit wenig Kalzitadern (24) anschließt. Dieser ist bis 618 m wenig deutlich geschichtet (± 1 bis mehrere dm) und bis 624 m z. T. etwas grob zertrümmert, so daß s nicht mehr erkennbar ist. In diesem Kalk steckt bei 621 m ein schmaler Keil von schwärzlichen Schiefen, der nicht ganz auf den First hinaufreicht. Zuerst steht im Entlastungsstollen deutlich geschichteter grauer Kalk mit Kalzitadern an, dem zwischen 626,6 und 632,3 m schwärzliche Schiefer zwischengeschaltet sind, die grau anwittern. Nördlich dieser Schiefereinschaltung sind die Kalklagen ± 1 bis ein paar dm stark und auf der Südseite der Schieferzone haben die nördlichen Lagen eine Stärke von ein paar cm bis ± 1 dm und die südlichen eine solche von 1 bis 5 dm.

Die ziemlich steil nach S untertauchende Oberfläche des Muschelkalkes ist stark eisüberschliffen und wird hier von feinerem bis mittelgrobem, fast ausschließlich kalkalpinem Moränenschutt des Latschauer Schlernstadiums überlagert (25).

Von den drei Teilen des Entlastungsstollens wurden folgende Stockwerke der Trias durchörtert: Arlbergkalk vom unteren Mundloch des unteren Stollentrums bis Stollenmeter 68,2 oder 69,5 des mittleren Stollens, je nachdem man den Kalk der Zone 6 als das Hangende der Partnachsichten oder als das Liegende des Arlbergkalkes auffaßt. Darüber Partnachsichten bis zum oberen Mundloch. Der obere Teil des Entlastungsstollens hat nur Muschelkalk durchfahren, dem allerdings 10 teils ganz schmale, teils breitere Zonen von schwärzlichen Schiefen zwischengeschaltet sind.

Die geologische Beschaffenheit aller drei Teilstücke des Entlastungsstollens ist als sehr günstig zu bezeichnen, da nicht nur die Kalke, sondern auch die Schiefer überall standfest waren und nirgends einen Einbau erforderten. Nur an jenen Stellen, wo schmale mylonitische Zonen durchziehen oder das Gestein stärker zertrümmert ist und sich gleichzeitig noch mehrere Verwerfungen schneiden, hat der Fels eine geringere Festigkeit, ist aber noch standfest.

In den beigegebenen Stollenprofilen sind die Gesteinsgrenzen, die Schichtung und die Störungsflächen eingetragen. Diesen Profilen ist aber das Streichen dieser Flächen nicht zu entnehmen, was aber von geringerer Bedeutung ist, da es sich bei der Krestakopfschuppe um ein im großen und ganzen gleichmäßig streichendes Gesteinspaket handelt, das wohl von Druckschacht und Druckstollen \pm quer zum Streichen durchörtert wurde, was aber beim Entlastungsstollen nur z. T. der Fall war.

Die Lage der s-Flächen wurde in beiden Schrägstollen, soweit es möglich war, jeweils in kurzen Abständen mittels Kompasses eingemessen. Ihr Hauptstreichen verläuft N 63 bis 81° W, während das Einfallen der teilweise \pm saiger stehenden Schichten zwischen 72° S und 82° N pendelt. Im Entlastungsstollen wurden auch die B-Achsen und sämtliche Verschiebungsflächen gemes-

sen, sofern sie als solche erkennbar waren. Das Hauptstreichen der B-Achsen ist N 66 bis 85° W gerichtet und das Einfallen erfolgt mit 9 bis 31° gegen W. Die Störungsflächen nehmen alle Streichrichtungen in mehr oder minder starkem Maße ein. Ihr Hauptstreichen verläuft N 64 bis 78° W und ihr Einfallen pendelt zwischen 76° S und 85° N. Das Hauptmaximum der Verschiebungsflächen fällt mit dem der Schichtflächen zusammen. Das bedeutet, daß zahlreiche s-Flächen als Bewegungsflächen benutzt worden sind, was bei der Stollenaufnahme wiederholt beobachtet werden konnte. Eine ausführliche Beschreibung der Lage der Gesteine, ihrer B-Achsen und der Störungsflächen ist schon vor Jahren erschienen (REITHOFER, 1954), der auch drei Diagramme beigegeben sind.

Vergleich mit den geologischen Verhältnissen ober Tag

Diese Vergleiche sind meistens sehr enttäuschend, da die Aufschlüsse ober Tag im Vergleich zum lückenlosen Stollenprofil selbst unter günstigen Verhältnissen meist recht bescheiden sind. Der westliche Teil des Rückens des Krestakopfes ist weithin mit Blockmoränenschutt überdeckt, der dem Schlernstadium angehört. Dieser Moränenschutt reicht im Bereich der Trasse des Druckschachtes bis auf 990 m hinab. Darunter tritt bis 930 m hinab der Muschelkalk offen zutage. Die nördlich davon folgenden Partnachschieben sind nur eine ganz kurze Strecke aufgeschlossen und darunter bis 840 m durch Kalkschutt mit größeren Muschelkalkblöcken verhüllt. Westlich der Trasse liegt zwischen 870 und 840 m eine größere von S herabgerutschte Muschelkalkscholle. Zwischen 840 und 670 m treten die Partnachschieben wieder offen zutage. Darunter breitet sich Gehänge- und Moränenschutt aus. Nur südlich des Drosselklappenhauses sind die Arlbergschieben über eine kurze Strecke hin aufgeschlossen.

Im Bereich des oberen Entlastungsstollens ist der Muschelkalk nur beim Einlauf und zwischen 1040 m (NW P. 1076) und dem Tosbecken Oberkresta aufgeschlossen. Die Trasse des mittleren Teiles des Entlastungsstollens ist bis etwa 750 m hinab mit Moränenschutt überdeckt. Darunter treten Partnachschieben und Arlbergkalk offen zutage. In dem hier verhältnismäßig nahe unter der Geländeoberfläche liegenden Entlastungsstollen läßt sich die Grenze zwischen diesen beiden Gesteinen gut mit der ober Tag verbinden.

Die ober Tag so ungestört aussehenden und einen einfachen geologischen Bau vortäuschenden Triasgesteine des Krestakopfes wurden bei ihrer Einkeilung in die Phyllitgneiszone, wie die Stollenprofile deutlich erkennen lassen, z. T. stark gestört, stellenweise grob bis fein zertrümmert oder stark gefaltet und vor allem von zahlreichen Störungen durchsetzt. Ein Teil derselben verläuft, wie oben angeführt wurde, $\pm // s$, während ein größerer Teil das Gestein schräg zu s durchsetzt, wobei diese Störungsflächen teilweise gekrümmt sind. Im Druckschacht und im mittleren und oberen Teil des Entlastungsstollens sind graphitische Harnische ziemlich häufig. Das ober Tag scheinbar isoklinale Gesteinspaket des Muschelkalkes ist in seinem Innern stellenweise besonders intensiv gestört. Einzelne Partien sind teils stark gefaltet, teils gegeneinander versetzt. Während im Muschelkalk des Krestakopfes wegen der Überdeckung durch Moränenschutt, der noch viel weiter verbreitet ist als die geologischen Karten angeben, ober Tag bisher nur an ein paar Stellen Einschaltungen von schwärzlichen Schiefnern festgestellt werden konnten, treten in der südlichen Hälfte der Muschelkalkstrecke des Druckschachtes 18 und im südlichen Drittel des oberen Entlastungsstollens 10 solche Einschaltungen auf.

Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen ein paar dm und etwa 44 m, doch findet sich in den beiden Stollen nur je eine mächtige Zone. Diese beiden können aber, wie die Übersichtsprofile zeigen, heute kaum mehr zusammenhängen. Größtenteils grenzen die Schiefer entlang von Störungen an den sie umgebenden Muschelkalk, wobei einige einen sehr eigenartigen Grenzverlauf aufweisen. Soweit dies die im Stollen nach oben und unten eng begrenzten Aufschlüsse erlauben, zeigt sich, daß die Schiefer an einigen Stellen als Keile oder Spieße (im Druckschacht bei 411 m und im Entlastungsstollen bei 586 und 621,4 m) von unten her in den Kalk eindringen. Dasselbe gilt auch für den Muschelkalkspieß im Entlastungsstollen bei 595 m. Es könnte aber auch der Fall sein, daß die Fortsetzung dieser Vorkommen nach oben ausgequetscht wurde. Vermutlich dürfte es sich bei einem Teil dieser Schieferlagen nicht um durchziehende Gesteinszonen, sondern um mehr linsenförmig ausgewalzte Partien handeln. Dafür spricht auch die ungleiche Zahl dieser Einschaltungen und ihre ungleiche Verteilung. Eine sichere Verbindung einzelner solcher Gesteinszonen des einen Stollens mit solchen des anderen ist unmöglich.

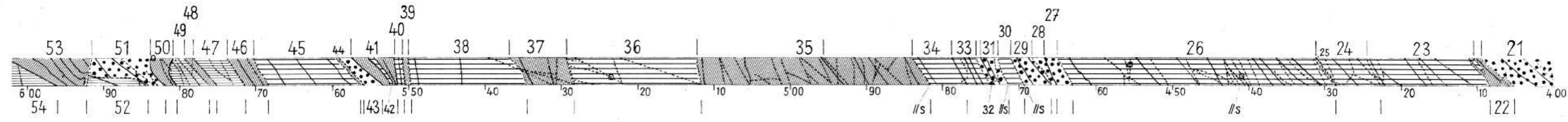
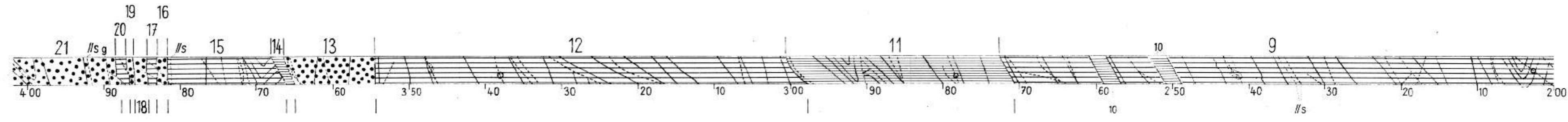
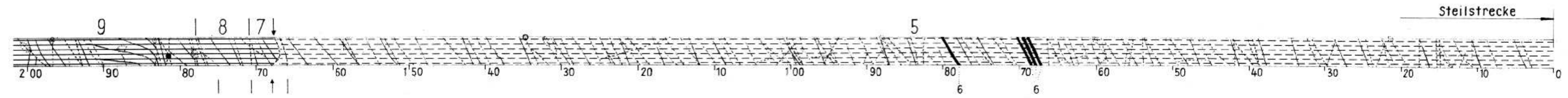
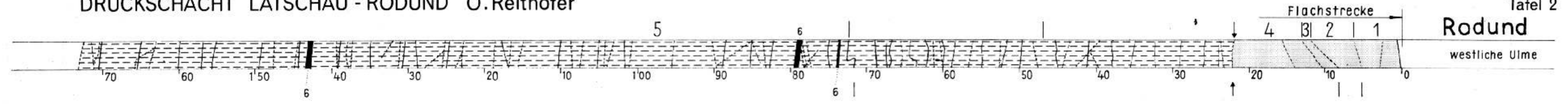
Die innerhalb des Muschelkalkes auftretenden schwärzlichen Schiefer mit meist wenig weißen Adern gleichen lithologisch völlig den Partnachschiefern und können daher von den letzteren auch nicht unterschieden werden. Ob es sich bei allen diesen Schiefen um sedimentäre Zwischenlagen im Muschelkalk handelt, ist wegen ihrer Gleichheit mit den Partnachschiefern nicht zu entscheiden, aber immerhin wahrscheinlich. Da andererseits das ganze Triaspaket bei der Einkleilung in das Kristallin stark mitgenommen wurde und dem Verlauf der B-Achsen entsprechend in der NNE—SSW-Richtung wohl eine stärkere Einengung erfahren hat, wäre eine Verschuppung der Partnachschiefern mit dem Muschelkalk nicht auszuschließen. Daß alle Schiefereinschaltungen so weit von der Liegendgrenze der Partnachschiefern entfernt sind, scheint allerdings dagegen zu sprechen. Wie W. O. LEUTENEGGER (1928, S. 26) angibt, werden die Mergelschiefer an tektonisch beanspruchten Stellen mächtiger.

Die Partnachschiefer und die schwärzlichen Schiefer innerhalb des Muschelkalkes brausen mit HCl (1 : 10) fast durchwegs nicht und auch die weißen Kluftverheilungen nur teilweise. Dagegen brausen die grauen Mergel innerhalb der Arlbergsschichten deutlich, aber schwächer als die Kalke. In den beiden Stollen finden sich mitunter geringe Pyritspuren, z. T. als kleine knollen- bis kugelförmige Konkretionen.

Die Profile Fig. 8 und 10 aus einem nicht veröffentlichten Gutachten von O. AMPFERER (1938) deuten an, daß der Muschelkalk des Krestakopfes einen Sattel bildet, wobei in seinem Kern (Fig. 8) eventuell sogar Buntsandstein auftreten sollte. Wie die Stollenaufnahmen aber zeigen, verhält es sich nicht so, daß die südlichen Partien des Muschelkalkes nach S und die nördlichen nach N einfallen, sondern daß innerhalb des ganzen Muschelkalkpaketes ein wiederholter Wechsel der Einfallrichtung stattfindet. Ob die Mächtigkeit des Muschelkalkes, die hier etwa 500 m beträgt, durch die tektonische Beanspruchung verkleinert oder vergrößert worden ist, läßt sich bei diesem isolierten Vorkommen nicht feststellen. Es ist hier nicht notwendig, mit einer Verdoppelung der Mächtigkeit des Muschelkalkes zu rechnen und diese durch die Annahme eines sehr steilen Sattels zu erklären, da südlich von St. Anton auf beiden Talseiten noch mächtigerer Muschelkalk ansteht, wo die Annahme eines steilstehenden Sattels noch viel weniger in Betracht kommt. Im Karwendel- und Wettersteingebirge kann die Mächtigkeit des Muschelkalkes bis 600 m anwachsen.

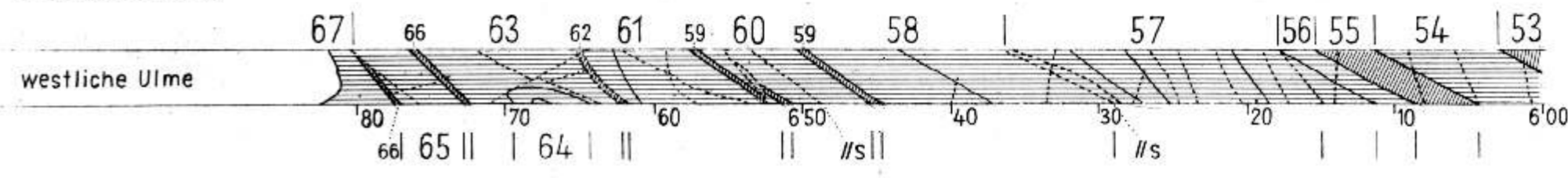
Rodund

westliche Ulme



Latschau

westliche Ulme



Die Wasserverhältnisse

In dem Profil des Druckstollens sind nur die deutlichen Tropfstellen und die schwachen und stärkeren Quellen eingetragen. Außer den im Stollenprofil eingezeichneten Quellen sind noch bei 494, 524, 525 und 527,5 m je eine stärkere Quelle an der östlichen Ulme und eine schwache bei 596,5 m anzuführen. In dem ziemlich nassen Stollen erreichten die trockenen und feuchten Stollenstrecken eine Gesamtlänge von 31,9 m (3,7% der Stollenlänge). Am bedeutendsten war die Länge der trockenen bis feuchten Strecken mit stellenweisen schwachen Tropfstellen mit 549 m (64,3%). Die Gesamtlänge der schwachen Tropfstellen betrug 123,6 m (14,5%), die der mittelstarken 97,5 m (11,4%), die der starken 38 m (4,5%) und die der sehr starken 14 m (1,6%). In dieser Aufstellung sind die im Stollenprofil eingetragenen Quellen und die auf engstem Raum beschränkten stärkeren Tropfstellen ebenso nicht berücksichtigt wie die im Text angeführten Quellen an der östlichen Ulme.

Über die Beschaffenheit der Stollenwässer liegen nur ein paar kurze Bemerkungen aus dem Jahre 1940 vor. Am 2. Juni wurde im Druckschacht bei Station 223 hartes Wasser mit Spuren von Schwefelsäure und bei Station 302 ebensolches Wasser mit geringen Spuren von Schwefelsäure festgestellt. Am 20. September wurde in der Flachstrecke der Druckrohrleitung (ohne Angabe der Station) Wasser mit stark fauligem Geruch beobachtet, in dem viel Ammoniak vorhanden war.

Im mittleren und oberen Teil des Entlastungsstollens erreichten die mittelstarken Tropfstellen zur Zeit der Stollenaufnahme nur eine Gesamtlänge von 16 m (1,6% der Stollenlänge). Auf den übrigen Strecken stellenweise schwach tropfend. Demnach kann der Entlastungsstollen im Gegensatz zu dem sehr nassen Druckstollen als recht trocken bezeichnet werden. Es ist sehr merkwürdig, daß die Wasserverhältnisse in den beiden Stollen so stark verschieden sind.

Literatur

- AMPFERER, O., KRAUS, E., & REITHOFER, O.: Geologische Spezialkarte, Blatt Stuben. — Wien 1937.
- AMPFERER, O.: Geologisches Gutachten für den Ausbau des Illkraftwerkes Rodund im Montafonertal. 17. Mai 1938. — Unveröff. Bericht.
- BLAAS, J.: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. (Mit einer geologischen Übersichtskarte 1 : 500.000). — Innsbruck 1902.
- Geognostische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie ... i. M. 1 : 864.000, zusammengestellt unter der Leitung des k. k. Bergrates W. Haidinger, 1845.
- Geologische Karte der Gefürsteten Grafschaft Tyrol nebst Vorarlberg und dem Souverainen Fürstenthume Liechtenstein, ausgeführt von der k. k. Geol. R.-A. im Jahre 1857.
- GUBLER, J.: Etudes Géologiques dans le Vorarlberg Central. — Vincennes 1927 (Diss.).
- HAUER, F. v.: Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie nach den Aufnahmen der k. k. Geol. R.-A. 1 : 576.000, Blatt V, Wien 1866.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R., REITHOFER, O., & SCHMIDEGG, O.: Geologische Karte des Rätikon, 1 : 25.000. — Wien 1965.
- KOCH, G. A.: Ein Beitrag zu den geologischen Aufnahmen im Rhätikon und der Selvettagruppe. — Verh. k. k. Geol. R.-A. in Wien, 1877.
- KOCH, G. A.: Die Gneis-Inseln und kristallinen Gesteine zwischen Rells- und Gauertal im Rhätikon. — Verh. k. k. Geol. R.-A. in Wien, 1894.
- LEUTENEGGER, W. O.: Geologische Untersuchungen im mittleren nordöstlichen Rätikon. — Zürich 1928 (Diss.).
- MOJSISOVICS, E. v.: Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. 3. Der Rhätikon (Vorarlberg). — Jahrb. k. k. Geol. R.-A., Wien, Bd. 23, 1873.

- MÜLLER, St.: Das Loch im Radunder Wald. — „Heimat“, 3, Bregenz 1922.
- MYLIUS, H.: Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. II. Teil. Beobachtungen zwischen Maienfeld und Tiefenkaastel. — München 1913.
- REITHOFER, O.: Aufnahmsbericht über den kristallinen Anteil des Blattes Stuben. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1932.
- REITHOFER, O.: Die Erdfälle im Rodunder Wald bei Vandans im Montafon. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1937.
- REITHOFER, O.: Die Bohrungen bei Rodund im Montafon. — Mitt. Reichsstelle für Bodenforschung, Zweigstelle Wien, 1, 1940.
- REITHOFER, O.: Über Flächen- und Absengefüge in den Triebwasserstollen des Rodundwerkes (Montafon). — Tschermaks min. u. petrogr. Mitt., 3. F., Bd. 4, Wien 1954.
- REITHOFER, O.: Der Untergrund des Speicherbeckens Latschau (Montafon). — Jahrb. Geol. B.-A., Wien, Bd. 98, 1955.
- REITHOFER, O.: Über interstadiale Schotter in Oberkrista (Montafon). — Verh. Geol. B.-A., Wien 1955.
- REITHOFER, O.: Über interglaziale Schotter bei Latschau (Montafon). — Verh. Geol. B.-A., Wien 1961.
- REITHOFER, O.: Der Untergrund des Krafthauses Latschau (Lünerseewerk) und seiner Umgebung. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1962.
- RICHTHOFEN, F. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol. Erste Abteilung. — Jahrb. k. k. Geol. R.-A., 10. Jg., Wien 1859.
- ROTHPLETZ, A.: Geologische Wanderungen im Rhätikon. — Z. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, Jg. 1900, Bd. 31, München 1900.
- SCHMIDT, A. R.: Geognostische Karte von Vorarlberg. Aufgenommen u. gezeichnet von Markschneider A. R. Schmidt in den Jahren 1839—1841.
- SCHMIDT, A. R.: Vorarlberg nach den von dem geognostisch-montanistischen Verein für Tirol und Vorarlberg veranlaßten Begehungen geognostisch beschrieben. Mit einem Anhang von Revisionsbemerkungen des J. N. Friese. Innsbruck 1843.
- SEIDLITZ, W. v.: I. Rätikon. — Führer zu Geologischen Exkursionen in Graubünden und in den Tauern, 19. August bis 8. September 1912. Geol. Rundschau, 3. Bd., Leipzig 1912.
- SIEBER, R.: Paläontologisch-stratigraphische Arbeiten in der nördlichen Grauwackenzone und den Kalkalpen (Bericht 1962). — Verh. Geol. B.-A., Wien 1963.
- STAUB, W.: Geologische Wandkarte der Schweiz 1 : 200.000, 1932, Bern.
- STUDER, B., & ESCHER DE LA LINTH, A.: Carte géologique de la Suisse. 1 : 380.000. 1. Auflage, Winterthur 1853, 2. Auflage, Winterthur 1867.
- THEOBALD, G.: Geologische Karte der Schweiz 1 : 100.000 (Dufour-Karte), Blatt X, Feldkirch—Arlberg. 1865.