

# Studien über die fazielle und tektonische Stellung des Tarntaler und Tribulaun-Mesozoikums.

Aus dem Nachlasse von **Albrecht Spitz**.

Mit einer stratigraphischen Tabelle (Tafel Nr. XI) und 7 Zeichnungen.

Der Wunsch, die mesozoischen Bildungen beiderseits des Brenners mit jenen des Engadins zu vergleichen, führte mich während eines kurzen Militärdiensturlaubes im Sommer 1917 an den Brenner. Erst nachher erhielt ich infolge der unverlässlichen Kriegspost die einschlägigen Arbeiten von Sueß, Sander und Hartmann. So war ich lediglich auf mein leider sehr schlechtes Gedächtnis angewiesen und betrat, soweit die Tarntaler Bildungen in Betracht kamen, das Gebiet mit dem Rüstzeug der Begriffe: Triasdolomit, Liasschiefer, rätselhafte Tarntaler Brekzie und Serpentin, sowie der Vorstellung, daß diese Serie die Grenze von Quarz- und Kalkphyllit übergreife. Ich erwähne das deshalb, weil dadurch die vollständige Vorurteilslosigkeit meiner Beobachtungen gewährleistet ist.

---

Ich beginne mit den Tarntaler Köpfen. Einer näheren tektonischen Zergliederung vorgreifend, muß ich vorausschicken, daß nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Sander, Hartmann und mir die Serie Kahlwand-Tarntaler Köpfe eine höhere tektonische Einheit bildet gegenüber der Serie Hippold-Torjoch. Wir wollen die erstere kurz „Reckner“- , die letztere „Hippold“-Serie nennen.

In beiden Serien wurde bisher nur das Rhät paläontologisch sichergestellt. (Pichler, Rothpletz.) Die Bestimmbarkeit des von Young gefundenen *Arnioceras* bezweifelt Hartmann (Jahrb. Geol. R.-A. 1913, S. 257). Man kann daher vorläufig von den Hangendschiefern des Rhät nur das auf Belemnitenfunde (Hartmann) gegründete jurassische Alter im allgemeinen behaupten. Unter diesen Umständen haben alle meine Vergleiche und Parallelen natürlich nur bedingte Gültigkeit; im Rahmen dieses Vorbehalts darf ich mich dann um so freier und bestimmter äußern.

### 1. Reckner-Serie.

Diese Serie ist an der Kahlwand durch mächtige graue Dolomite vertreten. An ihrer Basis liegen gelblichbraun anwitternde, innen schwarze Dolomite, die mit schwarzen Tonschiefern überzogen sind und mit solchen wechsellagern. Damit verbunden ist Rauchwacke mit einem Gipsstock. Diese Schichten sind das vollständige Ebenbild gewisser verarmter Raibler Schichten des Engadins.

Vollständiger noch wird die Analogie am Ostabfall des eigentlichen Tarntaler Massivs. Hier liegen, ganz entsprechend den Verhältnissen der Kahlwand, an der Basis einer großen Dolomitmasse zunächst wenige Meter eines grauen und gelblichen Dolomits. Darüber folgen zirka 20 m schwarze, tonige Schiefer, wechselnd mit schieferdurchwachsenen Dolomitbrekzien und mit schwärzlichen, quarzitisch-sandigen Lagen, die oberflächlich mit feinen weißen Glimmerschüppchen überstreut sind. Darüber folgt grauer Dolomit, der an der Basis noch deutlich primär-brekziös ist.

Die beschriebenen Gesteine sind typische Glieder der Bündner Raibler Schichten. Ich muß daher die Darstellung Hartmanns bezweifeln, der hier auf der Karte teils Rhät, teils Jura einträgt. Die braunen Dolomite könnten wohl auch im Rhät auftreten, ebenso wäre eine Verwechslung der schwarzen Tonschiefer mit solchen des oberen Jura (siehe später) möglich. Doch schon die Sandsteine unterscheiden sich durch ihre helle Glimmerbestreuung deutlich von den groben Sandsteinen und Arkosen des Jura und ebenso fremd ist letzterem die lediglich aus Dolomit bestehende und von schwarzem Schiefer flatschig umflossene primäre Brekzie. Auch die vollständige Kalkarmut unserer Gruppe spricht unbedingt gegen Rhät-Jura. Die Lagerungsverhältnisse sind in unserem Fall nicht überzeugend, wenn auch die Deutung Raibler Schichten für die Schiefer-Brekzien-Serie, darüber Hauptdolomit und dann Jura sehr nahe liegt; um so mehr aber am Mieslkopf (siehe noch später). Hier trifft man eine regelmäßige überstürzte Serie vom Malm bis zum Hauptdolomit; dieser wird am Gipfel gekrönt von einem Rest der Schiefer-Brekzien-Serie, die mit den hier beschriebenen Gesteinen identisch ist.

Zu den Raibler Schichten zählt Hartmann noch unter Vorbehalt dunkle, rötliche und grünliche Kalke; auch solche kommen in den Engadiner Raiblern vor. Im Tarntaler Gebiet ist jedoch ihre Stellung unsicher, da sie einerseits in komplizierten Schuppenzonen liegen, andererseits lithologisch auch mit Jura (oder Muschelkalk) verglichen werden können. Ein ladinisches Niveau ist nirgends nachgewiesen. Mag sein, daß das schmale Dolomitband unter den Raiblern dazu gehört; es könnte aber ebensogut „indifferentes“ Raibler Dolomit oder tektonisch wiederholter Hauptdolomit sein.

Der Dolomit, der in den Tarntaler Kögeln auf diese Raibler Schichten folgt, ist offenbar derselbe, der von Rhät überlagert wird; kontinuierliche Profile fehlen hier, sind aber zum Beispiel am Mieslkopf vorhanden. Er ist somit als Hauptdolomit zu bezeichnen. Er ist heller als in der Bündner Provinz und wiederholt von Quarzknuern und

-adern durchwachsen (siehe „Qu.“ Hartmanns). Aehnliche Quarzadern sind südlich der eigentlichen Bündner Provinz in der Aelagruppe, im Scanfser Abschnitt und am P. Alv allgemein verbreitet. Die von Hartmann (S. 240) erwähnte tektonische Brekzie „in einer Art Grundmasse aus hellgrünem Dolomit“ möchte man nach der Beschreibung eher für eine primäre Brekzie halten, wie sie im Bündner Hauptdolomit gleichfalls vielfach verbreitet ist.

Am östlichen Abhang der Tarntaler Sonnenspitze sind kontinuierliche Profile vom Hauptdolomit aufwärts erschlossen. Der Dolomit wird an der oberen Grenze häufig dünnbankig, wittert gelblich und bräunlich an, nimmt spärliche dunkle Schieferüberzüge und reichlich Quarzknuern auf. Dann entwickelt sich der schwarzblaue fossilreiche dickbankige Rhätkalk, der am Mieskopf ähnliche rauhe Hornsteinschnüre und -knuern enthält wie nicht selten in den Engadiner Dolomiten. Dieses „Grenzniveau“ des Hauptdolomits erinnert durch seine bräunliche Färbung an analoge Bildungen am Südrand der Engadiner Dolomiten (Scarfs-Ortler) und die Aelagruppe. Kohlige Tonschiefer (Hartmann, S. 246) haben ihr Aequivalent in der Quaternalsgruppe, rötlich graue Kalke (Hartmann, S. 242, an den Isslköpfen) in der Fraelefazies der Engadiner Dolomiten. Serizitische Häute finden sich in den Tarntaler Köpfen (Hartmann, S. 242) ebenso wie in der Aela-Scanfser Region oder dem P. Rims in der Val d' Uina. Der Tarntaler Rhätkalk ist vielfach dolomitisch, ähnlich dem Scanfser Rhät. Eine regelmäßige Wechsellagerung von Dolomit und Kalk wie im Engadiner „Grenzniveau“ scheint in den Tarntaler Bergen zu fehlen. Dafür wird das Rhät häufig von einem Dolomitkomplex abgeschlossen, der somit an den Conchodon-Dolomit der lombardischen Alpen erinnert.

Ueber dem Rhät entwickeln sich schwärzliche Kalkschiefer des Lias, in denen sandige und schieferige Lagen wechseln („Rieselkalke“ Hartmanns); auch feine Dolomitbrekzien mit schwarzem kalkigem Zement sind ihnen eingelagert. Die ganze Ausbildung erinnert an Allgäuschichten, beziehungsweise an Lias der Fraelemulde im Engadin, wo die sonst stark vertretenen roten Kalke und Brekzien sehr zurücktreten. Die in beiden letzteren Entwicklungen so charakteristischen brotkrustenartig verwitternden Rieselkalke scheinen dem Tarntaler Gebiete zu fehlen.

Ueber den dunklen Schiefem folgt nun eine Serie von weißlichgrünlichen, dichten Kalkschiefern mit grünen Schieferhäuten und rotgrünen kieseligen Schiefem und Hornsteinen; die weißen Kalkschiefer sind oft waben- und netzartig mit dem grünen Schiefermaterial durchwachsen. Auch schwärzliche Kalkschiefer kommen vor. Mitunter sind feine dolomitische Brekzien eingestreut. Diese Gesteine sind ein vollständiges Ebenbild des Unterengadiner Malm, in dem ebenfalls grünliche und schwärzliche Kalkschiefer sowie gelegentlich Dolomitbrekzien als eigenartig auffallen; ganz ähnliche Gesteine kommen aber auch in der Aufbruchszone vor, dann in den Nordalpen (am Sonnwendjoch auch Brekzien) und vielfach (auch mit Brekzien) in den Südalpen. Hartmanns Vergleich der Hornsteine mit Radiolarit ist vollauf berechtigt. Ich werde das Erstaunen nicht vergessen, als ich das

Quellgebiet beider Tarntäler betrachtete: ich glaubte mich in eine Charakterlandschaft von nordalpinem Malm versetzt, etwa Sonnwendjoch oder Höfats, so vollkommen ist auch äußerlich die Analogie. Und man muß nur staunen, daß sie niemand vor Hartmann aufgefallen ist. Unter seinen Vorgängern kamen nur Pichler und Rothpletz der Wahrheit nahe, indem sie beide die normale Schichtfolge von Dolomit aufwärts erkannten und unsere bunte Serie in den Lias stellten.

In diesen Malmgesteinen liegt der Serpentin mit seinen ophikalzitischen Kontaktprodukten, genau so wie bei Arosa am Lohstein und im Oberengadin oder auch bei Ehrwald. Im oberen Tarntal erkennt man auch, daß schwarze, etwas phyllitische Schiefer mit Manganputzen zu dieser Serie gehören. Sie könnten mit den erwähnten Raibler Schiefen verwechselt werden. Im Malm haben sie weniger Analogien, am ehesten in der Aufbruchzone und im Canavese.

In vieler Beziehung der Recknerschuppe ähnlich ist das Gipfelprofil des Mieslkopf-Kreuzjöchls. Die näheren tektonischen Beziehungen sind noch unbekannt, doch liegt auch hier über einer tieferen Serie (am SW Grat des Mieslkopfes) eine höhere, verkehrte Serie; sie beginnt mit Serpentin + Ophikalzit, dann folgen helle und grünliche Kalkschiefer sowie bunte Hornsteine und Hornsteinkalke des Malm, höher eine schwächliche Lage von schwärzlichen kalkig-tonig-sandigen Liasschiefern, dann ein bläulicher Kalk mit Kieselschnüren und großen Dolomitbrocken, der wohl dem tiefsten Lias und Rhät entspricht, darauf (am Gipfel) muldenförmig grauer Dolomit und über diesem die schon erwähnten braunen Raibler Schichten. Gegen das Kreuzjöchel erscheinen unter dem grauen Dolomit wieder Rhät und Lias, dann eine mehrfache Wiederholung von grauem Dolomit mit schiefer- und brekzienreichem Raibler Dolomit. Dazwischenliegende schwarze Tonschiefer gehören wohl zu den Raibler Schichten (und nicht zum Malm). Nördlich des Kreuzjöchls tritt dann wieder die basale Schuppe hervor.

## 2. Hippold-Serie.

In der tieferen „Hippold“-Schuppe finden wir die vorhin beschriebene Malmserie wieder, noch viel reicher entwickelt als in der Recknerschuppe. Unter den zu letzterer gehörigen Dolomiten der Kahlwand trifft man als höchstes Glied zunächst die grünen und roten Kieselschiefer und hellbunten Kalke wieder an. Die darunterliegenden Schichten umfassen nun eine verwirrende Mannigfaltigkeit von Gesteinen: schwarze, graue, rötliche Kalkschiefer; dunkle Tonschiefer, weißgrüne serizitische Quarzitschiefer, die zum Teil sehr deutlich klastischkörnig sind (verrucanoähnlich, z. B. Eiskar); aus ihnen allmählich hervorgehend braungrüne, dickbankige, feinere und gröbere Sandsteine und „Grauwacken“ (ebenda). Schließlich eine Abart der mit Recht so vielgenannten „Tarntaler Brekzie“, eine feine Brekzie mit vorwiegend dolomitischen (seltener kalkigen) Bestandteilen, eingebettet in die schwärzlichen und rötlichen Kalkschiefer, mitunter auch in die serizitisch-quarzitischen Schiefer,

manchmal fast nur aus fein zerriebenem Dolomit mit tiefbraunen Mangankrusten bestehend (= „regenerierter Dolomit“ Hartmanns?) [z. B. südlich unter der Kahlwand]; alles dieses ist miteinander durch Wechsellagerung gegen oben und seitwärts so eng verbunden, daß an der stratigraphischen Zusammengehörigkeit dieser so verschiedenen Gesteine nicht gezweifelt werden kann.

Grobe, rein dolomitische Brekzien habe ich im sicheren Jura nicht gesehen; ich verweise sie im Gegensatz zu Hartmann, wie schon erwähnt, in die Raibler Gruppe. Sehr ähnliche Gesteine finden wir wieder im Engadin, u. zw. am P. Murtiröl bei Scans und P. Padella bei Samaden. An letzterem Berge wurden sie von Cornelius „Saluver-Serie“ genannt und für Oberkreide gehalten; sie entwickeln sich jedoch aus Radiolarit und ihr Aequivalent führt am Murtiröl Aptychen. Man findet dort grobe, fast zementlose dolomitische Brekzien bis hinab zu feinstem mangangetränkter Dolomitbrekzie, solche mit kalkigem und sandigem, buntem Zement, bunte Kalkschiefer aller Art, die in sandige Schiefer und buntsandsteinartigen Sandstein übergehen. Die kristallinen Brekzien des Engadins fehlen den Tarntaler Köpfen, wogegen die serizitischen Quarzite im Engadin unbekannt sind und überhaupt eine dem Tarntaler Bereich eigentümliche Bildung zu sein scheinen.

Schließlich sei noch an das Canavese erinnert, wo grobe, verrucanoartige und kristalline Brekzien, durch Wechsellagerung und Uebergang verknüpft, zwischen hellen Malmkalken mit Radiolariten liegen. Das Dogma vom Tiefseecharakter dieser Bildungen ist, wie auch Hartmann betont, unbedingt revisionsbedürftig. Auch in der Falknisbrekzie wird man Aenliches sehen dürfen. (Auf Beziehungen zwischen Brennermesozoikum und Aufbruchzone hat schon Sander hingewiesen.)

Treten wir weiter in die Hippold-Serie ein. Sie ist am Hippoldkamm mit dem basalen Quarzphyllit verbunden. Nördlich der Torspitz und an der Hennensteigen folgt über dem Quarzphyllit gelbe Rauchwacke und grauer Dolomit, zum Teil in Linsen zerrissen, letzterer von geringer Mächtigkeit. Am Hippold liegen unter der Rauchwacke noch mächtige, grünlichweiße, dichte Quarzite. Sie sind nach F. E. Sueß, Hartmann und Sander u. m. deutlich klastisch, (also verrucanoähnlich und wie dieser, nicht selten mit rötlichem Quarz untermischt), nach F. E. Sueß gelegentlich auch schon makroskopisch, z. B. bei Matri (Jahrb. Geol. R.-A. 1894, S. 643). Die Rauchwacken sind oft von parallelen serizitischen Häuten durchzogen und erhalten dadurch eine Art Schieferung. Sie umschließen wiederholt Bruchstücke von Quarzit, nicht selten prachtvoll gerundete (z. B. Hippold); nach Hartmann enthalten sie auch Brocken von Quarz- und Kalkphyllit und wechseln mit Gips (vgl. auch Sander). Alles das macht ihre stratigraphische Entstehung sicher — unbeschadet natürlich sekundärer tektonischer Einwirkung.

Hartmann hält die Quarzite und Rauchwacken mit Vorbehalt für Raibler Schichten. Mir scheint, wenigstens für die Quarzite, ein Vergleich mit Buntsandstein-Verrucano näherzuliegen. Die Rauchwacke ist dann, wenn sie wirklich primär mit dem Quarzit wechsellagert

(Hartmann, S. 235 und 239) und in ihn übergeht (S. 295) als untere Rauchwacke anzusprechen, im Gegensatz zu der Raibler Rauchwacke der Kahlwand.

Der hellgraue, an Quarzadern reiche Dolomit im Hangenden der Rauchwacke ist wenig mächtig und nicht weiter zu gliedern (Hippold, Eiskar, Grauwand); im besonderen ist ein Raibler Band nicht nachweisbar. Auch ein eigener ladinischer Anteil ist hier ebensowenig wie in der Recknerserie bekannt.

Zwischen der oberen Grenze des Dolomits und den vorhin beschriebenen Jurabildungen, die an der Basis auch noch den Lias umfassen mögen, liegt nun sowohl im Eiskar wie an der Grauwand und am Torjoch eine höchst merkwürdige und wechselvolle Bildung. Bald glaubt man in braunem Dolomit zu gehen, bald in weißem basalem oder klastischem Jura-Quarzit, bald wieder in der feinen Jura-Dolomitrekie mit tonigkalkigem Bindemittel, bald sind alle diese Gesteine nach Art einer Riesenbrekie durcheinandergemischt und engstens miteinander verschweißt. Sander hat diese Brekie zuerst für ein rein tektonisches Gebilde genommen<sup>1)</sup>. Später überzeugte er sich, daß eine stratigraphische Primärbrekie, nämlich die feine Jura Dolomitrekie, als Komponente in der tektonischen Riesenbrekie auftritt. Er schwankt nur in der Beurteilung, welches von den verschiedenen Gesteinen der Wirt und welches der Gast der tektonischen Riesenbrekie sei.

Auch Hartmann erkannte an, daß die dolomitische Jura-Primärbrekie hier beteiligt sei. Da er aber sämtliche Dolomitrekzien, auch grobe, dem Jura zurechnete, so bezeichnete er das ganze Gebilde als mylonitische Jurabrekie und hielt die Einbeziehung des Quarzits für tektonisch. In der Tat scheinen oft riesige eckige Blöcke von Quarzit und auch von braunem Dolomit sehr zugunsten einer solchen Erklärung zu sprechen; allerdings bleibt zu beachten, daß auch in Blockbrezien der Gosau eckige Blöcke von derselben Dimension auftreten!

Doch, wie schon vorhin angedeutet, unsere Riesenbrekie hat durchaus nicht immer die Erscheinungsform einer Brekie. Bei näherem Zusehen (sehr gut z. B. an den Blöcken auf dem Wege Lizumer Hütte—Torjoch zu studieren) erkennt man nicht selten einen lagenweisen Wechsel von ganzem und zerbrochenem Quarzit mit Dolomit, beziehungsweise Dolomitrekie. Ja es kommt sogar dazu, daß die Quarzitlagen schmale Schüre und Knauern von Dolomit enthalten und umgekehrt. Mitunter tritt auch schwarzer Kalk und Tonschiefer in dieser schlierigen Form auf, namentlich an der oberen Grenze der Brekie. Wir haben dann also eine Art Pseudobrekie vor uns, die richtiger als waben- und netzförmiges Gebilde zu bezeichnen ist. Das legt den Gedanken an eine fast gleichzeitige Dolomit-Quarzit-sedimentation nahe. Reichte das eine Material nicht aus, um geschlossene Lagen zu bilden, so erscheint es durchmischt mit dem

<sup>1)</sup> Kober (Bau und Entstehung der Ostalpen, Mitt. d. geol. Ges. Wien 1912, S. 45) spricht vom Auftreten der (tektonischen) Schwarzeckbrekie am Torjoch.

anderen und umgekehrt. Wir kennen ganz analoge Fälle im Engadin, in der wabenförmigen Durchdringung von Kalk und Dolomit des norisch-rhätischen Grenzniveaus, in der flatschigen Schiefer-Dolomitbrekzie der Raibler und des Muschelkalks (z. B. Gr. Lager in Val d'Uina), sogar aus dem Tarntaler Gebiete selbst, nämlich den netz- und wabenförmigen Durchwachsungen des weißen Kalk- und grünen Serizitmaterials im Malm. Infiltrierte Quarzgänge (siehe „Qu.“ Hartmanns) durchsetzen dieses Gestein nach allen Richtungen hin und bilden oft ein förmliches Gitter zwischen den einzelnen Bestandteilen.

Fassen wir das alles zusammen und behalten wir die Position der Brekzie zwischen Dolomit und Jura im Auge, so ergeben sich folgende 4 mögliche Entstehungsarten:

1. rein tektonische Brekzie, Gemisch aus basalem Quarzit, braunem Dolomit und Jura (Brekzien, Schiefer und Kalk);

2. rein tektonische Brekzie, Gemisch aus Jura-Quarzserizitschiefer und sonstigem Jura mit braunem Dolomit;

3. normales stratigraphisches Gebilde, vielleicht sekundär mylonitisch, als Uebergangsbildung zwischen basalem Dolomit und hangendem Jura;

4. normales stratigraphisches Gebilde, wie 3., nur bis zum basalen Quarzit hinabreichend und mit einer Ueberschiebung auf dem tieferen Dolomit aufruhend; vielleicht sekundär mylonitisch.

Für am wenigsten wahrscheinlich halte ich 2.: Die Quarzite scheinen mir mit den Quarz-Serizitschiefern des Jura nur zum geringeren Teil ähnlich. Außerdem würde die direkte Aufeinanderfolge von Triasdolomit und oberem Jura eine besondere Erklärung erfordern, die allerdings durch die mechanische Mylonitbildung auf das tektonische Feld gerückt schiene.

1. und 4. erscheinen mir gleichfalls unwahrscheinlich; in beiden Fällen erschiene der basale Quarzit tektonisch zwischen Dolomit und Malm, an einer Stelle also, wo wir ihn auch tektonisch nicht erwarten möchten. Denn der mit ihm vermischte braune Dolomit kann keineswegs als Aequivalent des grauen Dolomits bezeichnet werden, der sonst den Quarzit überlagert. Ebenso fehlen Rauchwacke und Rhät. Und gerade dort, wo basaler Quarzit und Jurabrekzie engstens miteinander verknetet sind, z. B. am Hippold (Basis), bleiben beide getrennt und vereinigen sich nie zu einer der unseren vergleichbaren Brekzie. Beachten wir ferner, daß unsere Brekzie ihre Lage zwischen Dolomit und Malm über große Strecken (Eiskar-Grauwand) mit beharrlicher Zähigkeit festhält, ferner daß das Rhät fehlt und erinnern wir uns der wabenförmigen und gleichmäßig alternierenden Strukturen, so erscheint die Wahrscheinlichkeit für 3. am größten: Wir haben hier eine normale stratigraphische Schicht vor uns, welche die Lücke zwischen Dolomit und Malm (oder Lias z. T.?) ausfüllt, sich durch einen eigenen Quarzit und einen eigenen Dolomit auszeichnet und gegen oben anscheinend langsam in die Jurabrekzien übergeht. Ihr Alter möchte demnach als Rhät-Lias zu bezeichnen sein. Nachträg-

liche Zerbrechung kann leicht stark tektonische Bilder erzeugen, ähnlich wie es auch die häufigen Rauchwacken im Verhältnis zu dem ursprünglichen Wechsel von Dolomit, Kalk, Gips und Schiefermaterial darbieten.

### 3. Stratigraphische Uebersicht

#### (Rekurrenzen, Transgressionen, provinzieller Charakter).

Akzeptieren wir die oben dargelegten Anschauungen über die Dolomit-Quarzitbrekzie, so erhalten wir nachstehende Schichtfolge für die

**Hippold-Serie:** Quarzit des Verrucano?; Rauchwacke; wenig mächtiger grauer Triasdolomit; Dolomit-Quarzitbrekzien, etwa an Stelle von Rhät-Lias, gegen oben übergehend in die schwärzlichen und bunten Tone und Kalkschiefer des Malm, mit Brekzien, Sandsteinen, Serizit-Quarzschiefern, oben abschließend mit grünen und roten Kiesel-schiefern und Hornsteinen.

**Reckner-Serie:** Raibler Schichten mit Brekzien, Dolomit, Schiefern, Gips, Rauchwacken; mächtiger Hauptdolomit, Rhät, schwarze Lias-Kalkschiefer, bunte Kalkschiefer des Malm mit toniger Brekzie, ausnahmsweise Quarz-Serizitschiefer (am Nederer, Hartmann, S. 271) und oben Sandsteine; nach oben bunte Kiesel-schiefer und Hornsteine mit Serpentin und Ophikalzit.

Auffallend sind bei dieser Gliederung die wiederholten Fazies-Rekurrenzen, eine Erscheinung, die man allerdings ähnlich auch im Engadin und ja auch in der nordalpinen Trias gut kennt:

Der Quarzit tritt mindestens zweimal, eventuell dreimal auf, nämlich im Verrucano (?), in der Quarzit Dolomitbrekzie, im Malm (hier verbunden mit Sandsteinen und Grauwacken). Die schwarzen Kalkschiefer und Tonschiefer („Glanz-schiefer“) erscheinen außer im Rhät-Lias noch im Malm, als kalkfreie Schiefer in den Raiblerschichten. Schließlich scheint mir die Tarntaler Brekzie, wie ausgeführt, keineswegs eine „unverkennbar einheitliche Bildung“ zu sein (Sander, Verhandl. Geol. R.-A. 1910, S. 46, auch Hartmann), vielmehr mindestens auf drei Horizonte aufzuteilen: 1. die Raibler Dolomit- und Schiefer-Dolomitbrekzie, 2. die tiefe liassische (Rhät?) Kalk-Dolomitbrekzie (Mieskopf) und 3. die oben feinkörnige, polygene Malmbrekzie. Unsere Dolomit-Quarzitbrekzie möchte ich mit allem gebotenen Vorbehalt, am ehesten als heteropische Bildung der Brekzie 2. vergleichen, deren Stelle sie vielleicht vertritt. Dolomite sind im Rhät und Lias aus dem Engadiner und südalpiner Bereich wiederholt bekannt geworden und Quarzite werden im Tribulanugebiet ins Rhät gestellt und sind im Lias der Grestener-Schichten gleichfalls nicht unbekannt, dadurch würde der etwas befremdliche Gesteinsbestand dieser Brekzien an Ungewöhnlichkeit verlieren.

Mit dieser Altersbestimmung der verschiedenen Tarntaler Brekzien — von der Raibler Brekzie abgesehen — stimmt recht gut, daß

Sander die Brekzien als postrhätisch betrachtet. Für die Lias- und Malmbrekzien ist das ohne weiteres klar. Auch die Funde von fossilführendem (?) Rhätkalk, welche Sander am Grafmarter in der Dolomit-Quarzitbrekzie machte, lassen sich mit der Annahme eines Rhät-Lias-Alters ganz gut vereinbaren, gleichgiltig, ob man das Rhät als tektonisch eingemischt, als wabenförmige Schlieren oder als wirkliche Gerölle auffaßt; im letzteren Falle wäre mit liassischem Alter oder eventuell einer Aufarbeitung fast gleichaltriger Brocken (wie in der Engadiner Liasbrekzie) zu rechnen.

Die Frage der Transgression ist in diesem brekzienreichen Gebiete ebenso brennend wie im Oberengadin und der benachbarten Aufbruchszone. Wiewohl wir dort zahlreiche Brekzien als Zeugen tiefgehender Denudation finden (kristalline Komponenten!), so kennen wir doch bisher einwandfrei keine einzige Stelle, wo diese Brekzien auf Verrucano oder Kristallin transgredieren<sup>1)</sup>; die stratigraphische Lücke umfaßt höchstens eine meist wenig mächtige Schicht (z. B. Rhät).

Aehnlich ist es im Tarntaler Gebiet. Man wird Hartmann (S. 276) gewiß zustimmen, wenn er die Quarz-Serizit-Schiefer des Malm als umgelagerte basale Quarzite bezeichnet; vielleicht trifft das sogar für die Quarzite der Quarzit-Dolomit-Brekzie zum Teil zu. Dennoch kennen wir auch hier keine sichere stratigraphische Lücke. Auf den ersten Blick einer Transgression verdächtig scheinen die Verhältnisse an der nördlichen Basis des Hippold zu sein; hier treten Quarzit und Malmbrekzien in auffallend enge Berührung. Aber gerade hier sind tektonische Phänomene nicht zu übersehen. Wie vorsichtig man in der Bewertung solcher Lücken sein muß, zeigt das Beispiel des Mieslkopfs. Hier folgen über dem Quarzphyllit Quarzit und Rauchwacke, dann Malm (bzw. Serpentin); und doch ist hier eine Transgression auszuschließen, weil der Malm das tiefste Glied der schon mehrfach erwähnten inversen Serie ist, welche regelmäßig bis zu den Raibler Schichten aufsteigt.

Auch bei den verschiedenen Diskordanzen (Quarzit und Rauchwacke über Quarzphyllit, Lias über Rhät oder Hauptdolomit), die Hartmann für primär erklärt (sogar eine primäre Jura-Steilküste glaubt er noch zu erkennen), möchte ich eher für tektonische als stratigraphische Momente stimmen. Denn es handelt sich meist um scharfe, glatte Flächen (z. B. für 7 bei Hartmann) und nicht um ein taschenförmiges Eingreifen (daß ein solches in gewissen Fällen vorhanden sein mag, will ich nicht bezweifeln; vielleicht sogar bei den von Hartmann für Jura gehaltenen Raibler Brekzien des westlichen Lizumtales). Wir kennen gleichfalls aus dem Engadin durch Schillers Untersuchungen sehr gut den Gegensatz zwischen beiden Flächentypen.

Auch das Fehlen der ladinischen Basis in der Reckner-Serie muß nicht unbedingt stratigraphisch gedeutet werden. Wo ein durchgängiges und mächtiges Raibler Schieferniveau entwickelt ist,

<sup>1)</sup> Eine Ausnahme macht vielleicht der Malm-Verrucanokontakt in Vaüglia und südlich des Murtiröl bei Scansf.

da wird es gern zu einem Abstauungshorizont, der zwei gesonderte Stockwerke trennt (Ortler, Aela, „Oberbau“ der Engadiner Dolomiten, in gewissem Sinn auch in den nachgosauischen Ueberschiebungen bei Alland); vielleicht ist eine ähnliche Erklärung auch hier anzuwenden.

Werfen wir nun einen Blick auf den provinziellen Charakter der beiden Serien:

Die Reckner-Serie, die im wesentlichen mit Hartmanns Schuppen  $A$ ,  $B_1$  und  $B_2$  identisch ist, zeigt deutlich ostalpinen Charakter mit vielen Anklängen an Bündner und nordalpine Fazies. Die Hippold-Serie, im wesentlichen = Hartmanns „basalem Vorland“, zeigt dagegen starke lepontinische<sup>1)</sup> Einschläge, sei es nun die weniger mächtige und ungliederte Trias, sei es die auffallend stark brekziöse Entwicklung des Malm. Die Quarz-Dolomitbrekzie ist bloß aus dem Tarntaler Gebiet bekannt, ebenso die Serizit-Quarzitschiefer des Malm (weniger in der mineralogischen Zusammensetzung als in der metamorphen äußeren Erscheinung).

Hartmanns Metamorphose „C“, welche das Mesozoikum umgewandelt hat, ist im übrigen ziemlich bescheiden, nicht viel bedeutender als z. B. in den Engadiner Dolomiten (Muschelkalk-Phyllit, Lias-Malm-Marmor).

Diese fremdartigen Züge der Hippold-Serie sind um so auffallender, als sie (ähnlich wie in der Scanfser Region) mit dem gewissen ostalpinen Quarzphyllit engstens verbunden ist. Man hat jedenfalls trotz mancher tektonischen Unregelmäßigkeiten (z. B. Schub flach nördlich unter dem Hippold) keinen Grund, die ursprünglich normale Auflagerung von Quarzit und Rauchwacke auf dem Quarzphyllit in Zweifel zu ziehen (z. B. Hennensteigen).

Nach Hartmann ist auch die Reckner-Serie, wenigstens seine Schuppe  $A$ , mit dem Quarzphyllit verbunden. Mir scheint das nicht so zweifellos. Diese Frage führt uns dazu, einen Blick auf die Tektonik des Gebietes zu werfen.

#### 4. Tektonik.

##### a) Die drei Schuppen $A$ , $B_1$ und $B_2$ .

(Siehe tektonisches Schema Hartmanns auf Textfigur 1.)

So warm ich auch die sorgfältigen Beobachtungen von Hartmann anerkenne, so wenig kann ich seinem tektonischen Schema überhaupt folgen, das mir vielfach künstlich zurechtgemacht und gewaltsam erscheint. Leider beruht der größte Teil meiner Kritik nicht auf Untersuchung in der Natur, sondern Studium von Hartmanns Karte. Hartmann zerlegt unsere Reckner-Serie in die drei Schuppen  $A$ ,  $B_1$  und  $B_2$ . Ich muß die Selbständigkeit dieser drei Gebilde zum

<sup>1)</sup> Ich vergleiche hierbei grundsätzlich nur die als „Lepontin“ gut definierten Gebirgstheile von Graubünden an gegen Westen und nicht etwa die Tauern!

mindesten bezweifeln; denn teilen wir die Dolomitm Brekzien und Schiefer im westlichen Lizumtal statt dem Jura (Hartmann) den Raiblern zu, so wird dadurch die anormale Ueberlagerung von  $B_2$  auf  $A$  wesentlich modifiziert; man möchte dann die Frage aufwerfen, ob die schwarzen (Lumachellen-)Kalke und braunen Dolomite des Rhät, welche allein noch eine tektonische Trennung zwischen beiden Schuppen ermöglichen, nicht ebensogut zu den Raiblern gehören, was ja nach ihrem petrographischen Charakter wohl möglich ist. Schuppe  $B_1$  ist überhaupt nur eine Wiederholung von Rhät in Rhät und schon wegen ihrer lokalen Beschränkung ohne tiefergreifende Bedeutung. Da sie nach eigenen Beobachtungen im westlichen Lizumtal mit allerhand Faltungen in Verbindung zu stehen scheint, könnte sie vielleicht von diesen abzuleiten sein.

Aber nehmen wir an, daß sich zwischen den Dolomiten von  $A$  und  $B_2$  im westlichen Lizumtal nicht alle Reste von Rhät-Jura wegdeuten lassen, daß also wirklich zwei getrennte Schuppen übereinanderliegen, so scheint mir die Schuppengrenze anders zu verlaufen, als sie Hartmann zieht. Er zeichnete sie im Bereich der beiden Tarntäler auf Grund kleiner Diskordanzen durchwegs mitten durch Juraschichten. Dieser Vorgang erscheint mir gekünstelt, zumal wenn man an die Häufigkeit lokaler Diskordanzen denkt. Eher möchte man ein Band von Rhät mitten im Jura dazu verwenden, das Hartmann zur Konstruktion von drei voneinander unabhängigen liegenden S-Falten innerhalb der Serie  $B_2$  Anlaß gibt. Eine derartige Doppelfalte, deren gegeneinander gekehrte Stirnen lediglich durch die wenige 100 m betragende Breite von Hochtälern getrennt werden, sind ein mechanisches Unding und durch keine Beobachtung zwingend gefordert. Denn nach Hartmann sind alle Sattelumbiegungen denudiert und die einzige erhaltene Muldenumbiegung kann ich nach seiner Abbildung (Fig. 6) als solche nicht anerkennen. Sein Gegenargument, daß das Rhätband nicht kontinuierlich durchziehe, ist nicht stichhaltig, denn die Unterbrechungen fallen ganz überwiegend mit Schuttbedeckungen zusammen; und auch wenn dies nicht der Fall wäre, könnten ja kurze „Ausquetschungen“ durchaus nicht wundernehmen<sup>1)</sup>.

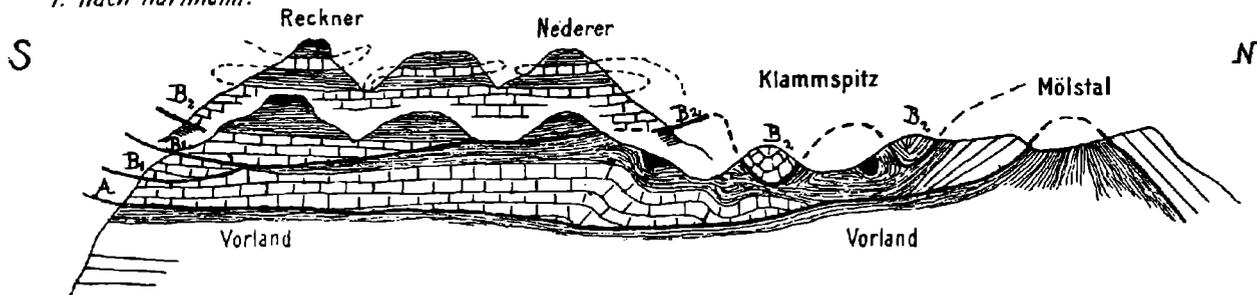
Wir haben also über  $A$  bestenfalls eine größere Schuppe  $B$ , welche sich im Osten durch Ueberschiebung von Triasdolomit auf den Jura von  $A$ , im Westen, Norden und Süden aber bloß durch (?) Ueberfaltung von Rhät auf Jura abhebt.

### b) Gegend des Klammsees.

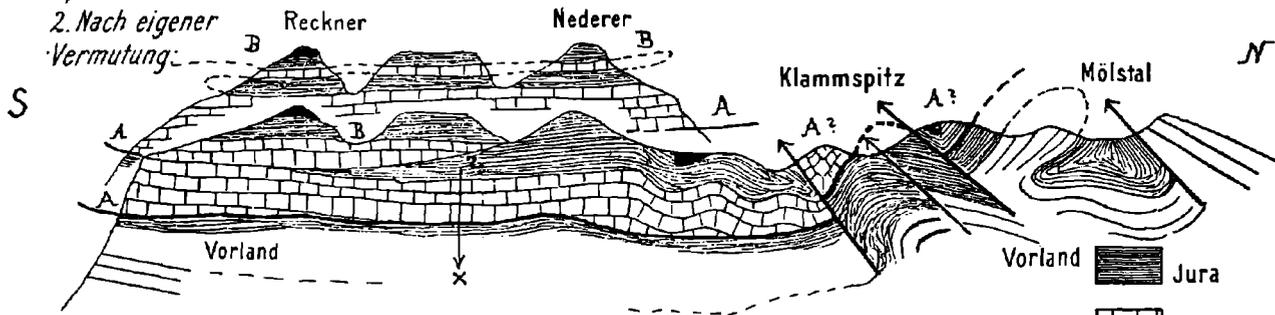
Bedenken habe ich auch bezüglich der nördlichen Fortsetzung der Schuppe  $A$ . Hartmann setzt sie über die Klamm- und Schober Spitze bis zum Quarzphyllit des Roßbodens fort. In der Tat scheint in der Gegend des Klammsees ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Jura des Nederer- und jenem der Sonnenspitze zu be-

<sup>1)</sup> Uebrigens ist Hartmanns Nomenklatur dieser Süd-Falten vollständig irreführend: statt obere und untere „Mulden“biegung sollte es heißen Mulden- und Antiklinalkern.

1. Nach Hartmann:



2. Nach eigener Vermutung:



3.

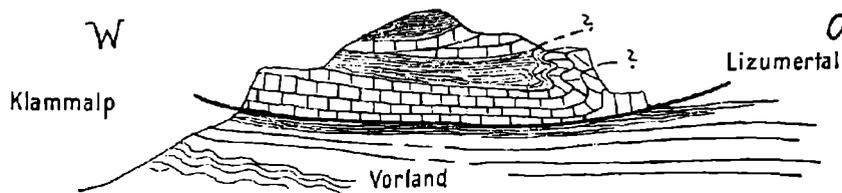


Fig. 1. Tektonisches Schema der Tarntaler Köpfe.

x = Dieser Schieferkeil (Raibler Schichten?) erscheint mir zweifelhaft, ich habe ihn aber doch dargestellt, um eine Parallele mit obigem Profile zu ermöglichen.

stehen, der dem Quarzphyllit aufliegt. Bei näherer Betrachtung erscheint das allerdings nicht so sicher. Die mächtigen Dolomite, welche die Basis der Schuppe *A* unter dem Nederer bilden, konvergieren von Südosten und Südwesten her gegen den Klammsee. Doch schließt sich der Ring nicht; zwischen den beiderseitigen Dolomitkomplexen klapft eine Lücke von ca. 1 km. Freilich ist die eine Hälfte davon Schutt; die andere besteht aus Jura. Auf diesem sitzt der mächtige Dolomitklotz der Klammspitze, der nach Hartmann zu *B<sub>2</sub>* gehört, obwohl diese Schuppe sonst kaum irgendwo eine so mächtige Dolomitmasse enthält. (Vgl. unsere Skizze Fig. 1.) Viel einladenden

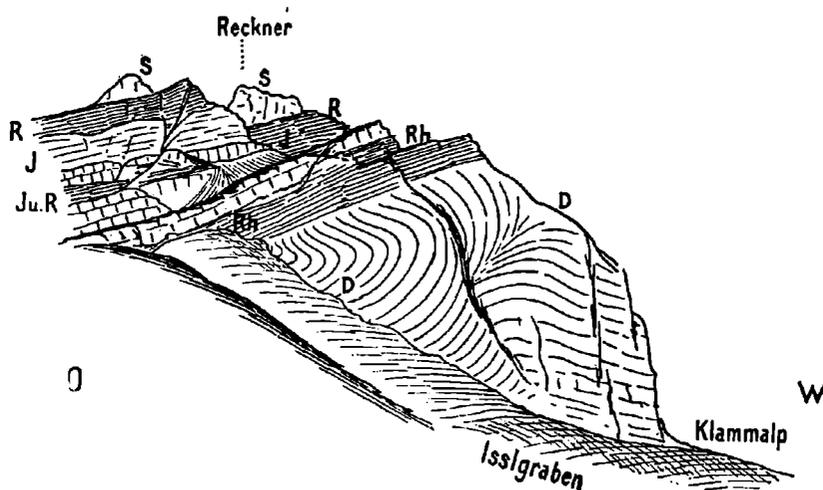


Fig. 2. Gegen West gekehrte Falten auf der Südseite des Issigrabens.

*s* = Serpentin. — *R* = Radiolarit. — *J* = Jurakalk und Tonschiefer.

*Rh* = Rhätkalke und Schiefer. — *D* = Hauptdolomit.

 = Klotzige Kalke und Dolomite des Rhät.

der erscheint mir, diesen Dolomit dem basalen Dolomit von *A* gleichzusetzen. Dann erscheinen auch die beiden Seiten des überschobenen Dolomitklotzes ungleichwertig: im Norden eine flache Ueberschiebung, ähnlich der basalen Ueberschiebung von *A*, im Süden dagegen eine kurze steile Aufschiebung oder gar nur Ueberfaltung von Rhät auf Jura, d. h. eine lokale Komplikation innerhalb der Schuppe *A*. Das kleine Triasgewölbe unter dem darunterliegenden Jura würde sich dieser Linienführung gut einfügen. Der nördliche Ueberschiebungsrund der Klammspitze läuft gegen Westen bis nahe zum Klammsee und von hier könnte man die Ueberschiebungsgrenze bereits durch den Schutt weiter nach Westen zu den Dolomiten des obersten Navistales durchziehen. Vielleicht geht sie hier zwischen den steil nord- und den flach südfallenden Juraschiefern nördlich der Klammspitze durch, welche Hartmanns Profil 3 auf Tafel XI einzeichnet. Dadurch

würde auch der Serpentin der Klammerspitze tektonisch nicht vom Serpentin des Reckner auseinandergerissen, sondern in dieselbe, in sich lokal gefaltete Serie zu liegen kommen; auch an der Klammer Sonnenspitze ließe sich die Grenze leicht so legen, daß der hier auftretende Serpentin in dieselbe tektonische Serie fällt. Ähnlich würden dann die Kössener Schichten, die sonst im „basalen Vorland“ (Hippold-schuppe) unbekannt sind, in die Schuppe *A* fallen <sup>1)</sup>. Auch auf P. 2453 westlich der Schoberspitze kommen Kössener Schichten (anscheinend) als Deckscholle vor, die man mit Hartmann als schwimmende Scholle von *A* über dem basalen Vorlande deuten könnte. An der Klammer Sonnenspitze erscheint eine solche Deckscholle von *A* durch Einklemmung von Rhät zwischen dem sonst herrschenden Jura ebenfalls als wahrscheinlich.

### c) Nord- und Südbewegungen.

Bei dieser tektonischen Gliederung erschiene also die höhere, in sich noch gestörte Recknerscholle vollständig abgetrennt von dem „basalen Vorland“ Hartmanns oder unserer Hippold-Serie (vgl. Profil 2 unserer Skizze). Letztere steht mit dem Quarzphyllit in primärem Verband, der heute durch mehrfache Störungen kompliziert ist. So deute ich wenigstens die beiden gegen Norden einfallenden Bewegungsflächen von Quarzphyllit über Mesozoikum bei der Lattereral, bzw. Schoberspitze. Daß sich letzteres unter den Quarzphyllit gegen Norden fortsetzt und im Mölstal als Fenster wieder auftaucht, erscheint mir sehr fragwürdig. Denn 1. ist eine südfallende Ueberlagerung durch den Quarzphyllit im Mölstal höchstens am kalten Schroffen vorhanden (wenn überhaupt [?]). Daß ihre Fortsetzung mitten durch den Phyllit des Roßbodens läuft, läßt sich mangels an eingeklemmten Triasresten ebensowenig beweisen wie die entsprechende Linie im Phyllit nördlich der Mölser Scharte. So ziemlich an allen übrigen Stellen ist der Kontakt zwischen Mesozoikum und Quarzphyllit durch Schutt bedeckt. Der Nordrand des Mölser „Fensters“ zeigt wieder eine gegen Süden gerichtete Ueberschiebung von Quarzphyllit auf Mesozoikum, die den analogen Flächen an der Lattereral und Schoberspitze vergleichbar ist. Vielleicht kehrt sie auch am Hippold wieder (wo nach Sander und Hartmann der Kontakt gegen Norden fällt, während ich selbst nur flaches Südfallen beobachtete). Auch am Grafmarter und Kreuzjöchl sind gegen Süden gerichtete Bewegungen vorhanden (auf der NW-Seite des Mieslkopfes könnte die Verdopplung der unteren Serie hierhergehören), und zwar allem Anschein nach in Form von nordwärts geschlossenen Keilen im Quarzphyllit <sup>2)</sup>. Es liegt nahe, nach Analogie dieser Fälle auch die übrigen südwärts gerichteten Bewegungen als in der Tiefe gegen

<sup>1)</sup> Vom Grafmarter erwähnt Sander Kössener Schichten aus einer Gesellschaft, die für „basales Vorland“ spräche; doch ist hier die Tektonik noch nicht geklärt.

<sup>2)</sup> Nach Sanders Darstellung scheint ähnliches auch am Krovenz vorhanden zu sein.

Norden geschlossen anzunehmen, also nicht als tiefgreifende Ueberschiebungen, sondern mehr lokale Ueberfaltungen; dazu würde gut stimmen, daß nach Hartmann in der Mölser Region fast überall ein inverser Flügel im Mesozoikum sich erhalten hat. Daß auch gegen Norden gerichtete Bewegungen vorhanden sind, zeigt auf das deutlichste die Ueberkippung des Phyllits der Torspitze (vgl. auch die Darstellung von Sander und Hartmann); ihnen ist vielleicht die südlich fallende Ueberschiebung des kalten Schreffens anzureihen. Die Quarzitblöcke in der Quarzit-Dolomitbrekzie der Grauwand, welche Hartmann als von Norden hergewanderte Deckschollen auffaßt, könnten wohl auch primäre Bestandteile dieser Brekzie sein.

Welche von diesen beiden Bewegungen älter ist, vermag ich aus dem bisher angeführten Tatsachenmaterial nicht herauszulesen, ebensowenig, welcher von beiden die Hauptüberschiebung der Schuppe A angehört (andere Argumente siehe später). Sicher ist nur, daß bei meinem Deutungsversuch die südwärts gerichteten kurzen Ueberschiebungen des Quarzphyllits jünger sein müssen als die Hauptüberschiebung, welche ja von ihnen durchschnitten wird.

Daß die beiden Schuppen A (Reckner-Serie) und Vorland (Hippold-Serie) Teile einer großen Falte sind (Hartmann), dafür fehlt in der Natur jeder Anhaltspunkt; ebensogut könnte man an Ueberschiebungen denken.

Gegen Westen scheinen sich die Hauptzüge der Tektonik in ähnlicher Weise fortzusetzen. Auch hier findet man eine tiefere, mit dem Quarzphyllit verbundene Serie (am Grafmarter mit Quarzit-Dolomitbrekzie nach Sander, allerdings ausnahmsweise auch mit Rhät), auf der am Mieslkopf eine höhere, stratigraphisch der Reckner-Serie vergleichbare Schuppe mit Serpentin aufliegt. Selbst bei Pfons könnte man noch im Quarzit und der Rauchwacke die Spur der Hippoldschuppe, im Serpentin und Malmschiefer die Reckner-Serie sehen.

Rückblickend können wir sagen, daß es zum mindesten zweifelhaft ist, ob die Reckner-Serie (A und B) irgendwo mit dem Quarzphyllit in primärem Verband steht.

Brechen wir die Betrachtung der Tarntaler Bildungen hier ab und wenden wir uns nunmehr der Tribulaungruppe zu.

## 5. Tribulaunstratigraphie.

Diese ist im allgemeinen viel einfacher als im Tarntaler Gebiet und hat überdies in den letzten Jahren durch Kerner und Sander noch eine wesentliche Klärung erfahren.

### a) Trias.

Die Hauptmasse der Tribulaungesteine besteht bekanntlich aus Dolomit. Schon Pichler und nach ihm Frech haben hier auch basale Schichten abgetrennt („Karbon“, unterer Sailekalk) und Kerner

hat vor kurzem im Stubai eine ziemlich regelmäßige Schichtfolge bis zum Rhät festgestellt. Ich selbst traf am Wege von Fulpmes zur Schlickeralm, u. zw. in der Südflanke des Ampfersteins, in zwei Aufschlüssen folgende Profile:

1. Aufschluß (westlich der Abzweigung des Halsitals vom Schlickertal ist ein Steg über den Schlickerbach gelegt; knapp nördlich davon ist ein großer Anriß im Gehänge): Ueber 1. Biotit- und chloritreichen Stubai Glimmerschiefer folgt zunächst: 2. ein weißer und grünlicher dichter Quarzit; er ist makroskopisch recht ähnlich dem Tarntaler Quarzit, bis auf Blätter von

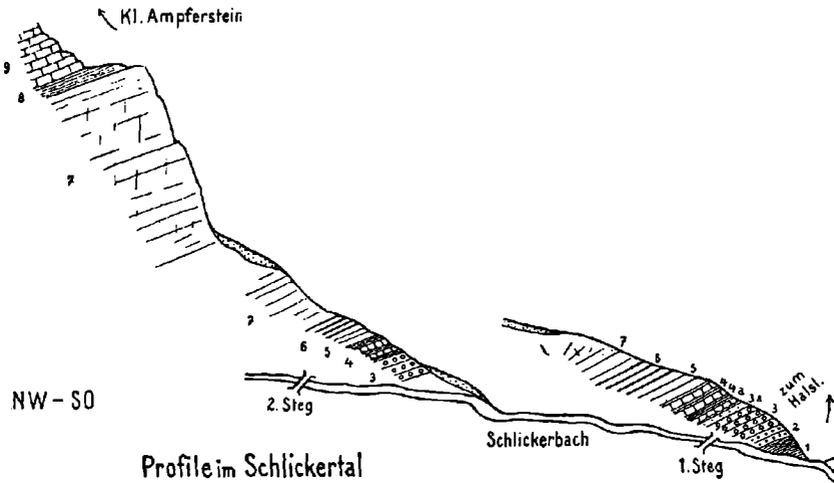


Fig. 3.

1 = Glimmerschiefer. — 2 = Quarzit. — 3 = Verrucano. — 4 = Muschelkalk (Schiefer). — 5 = Schwärzlicher Dolomit. — 6 = Bunter Dolomit. — 7 = Grauer Dolomit (rechts!), heller Dolomitmarmor der ladinischen Stufe (= Pfrimesdolomit (links!)) — 8 = Raibler Schichten. — 9 = Hauptdolomit.

Biotit, die jedoch auch im Verrucano und in den Raibler Schichten der Tribulaungruppe vorkommen. Darüber folgt 3. prächtiger Verrucano von dunkelgrüner Farbe mit großen weißen und roten Quarzen, klastisch eingemengt Muskovit und Biotit; bei flüchtigem Zusehen macht er daher leicht den Eindruck eines kristallinen Schiefers. Höher folgen ein paar Lagen von 3. a) „Buntsandstein“, die ähnlich zusammengesetzt, nur feinkörniger sind, 4. dann ein schwarzer, bröckeliger Tonschiefer mit Zwischenlagen eines tiefbraunen, innen schwarzen mürben Dolomits. Darüber eine bunt gefärbte Serie von Dolomitmarmor: zunächst 5. gebankter schwarzer Dolomit, dann 6. dünnbankiger rötlicher, gelblicher und weißer Dolomitmarmor, zum Teil etwas brekziös und mit roten Adern durchzogen. Darüber liegt 7. sehr zerrütteter grauer, dickbankiger Dolomit, dessen Schichtung nicht sehr deutlich ist, darüber Schutt.

Der zweite Aufschluß liegt auf derselben Seite des Baches, bei dem nächsten, etwas weiter westlich befindlichen Anriß; hier trifft man über 3. Verrucano von ähnlicher Zusammensetzung dünne Bänke von 4. tiefbraunem mürbem und bröckeligem Dolomit mit Zwischenlagen von schwarzem Schiefer; Schiefer und Dolomit sind nicht selten noch mit Quarzkörnern untermischt. Darüber liegt 5. schwarzer, dann 6. gelber Dolomitmarmor mit spärlichen kalkigen Schieferzwischenlagen. Höher liegen 7. weiße, dünnbankige Dolomitmore, dann Schutt. Steigt man aber in dem benachbarten Graben gegen den Ampferstein in die Höhe, so bleibt man beständig in diesen Marmoren 7, die mitunter auch rötliche und gelbliche Farben annehmen und gegen oben dickschichtig bis klotzig werden. Sie enthalten zahlreiche evinospongien- und oolithähnliche Auswitterungen. An der oberen Grenze werden die Dolomite splitterig und grusig; auf der Terrasse von P. 1987 stellen sich darüber 8. schwarze Tonschiefer ein, die oberflächlich metallisch anlaufen, untermischt mit festen braunen Platten Sandsteine, die sich auf dem Bruch mitunter als weißer feiner Quarzit entpuppen, und schwarzen oolithischen Kalkmergeln. Ueber diesem Schieferniveau folgt 9. splitteriger wohlgeschichteter grauer Dolomit mit Gastropodendurchschnitten, welcher die Hänge gegen den kleinen Ampferstein aufbaut.

Die Deutung dieser Profile unterliegt keinem Zweifel. Das Schieferoolithband entspricht den von Sander in den Kalkkögeln und von Kerner in der Tribulaungruppe nachgewiesenen Raibler Schichten. Der darunterliegende helle Dolomit ist der „untere Tribulaundolomit“, Sanders Pfiemesdolomit, und entspricht im wesentlichen der ladinischen Stufe. Und was zwischen diesem und dem Verrucano-Buntsandstein liegt, kann daher in der Hauptsache nur Muschelkalk sein. In der Tat entsprechen die tonigen Schieferdolomite, besonders wo sie in charakteristischer Weise vermittelt quarzreicher Lagen sich allmählich aus dem Buntsandstein entwickeln, auf das vollkommenste der dolomitischen Fazies des Bündner Muschelkalks, wie er in gewissen Teilen des Münstertals, bei Scans am Sass albo etc. auftritt.

Es liegt kein Grund vor, unseren Verrucano, der den typischen Ausbildungen anderer Lokalitäten durchaus gleicht, mit Frech als Karbon zu bezeichnen<sup>1)</sup>. Schon die gelegentlich auftretende Buntsandsteinlage, welche einen allmählichen Uebergang in die Trias vermittelt, spricht dagegen. Ueberdies ist das echte Karbon auch lithologisch etwas unterschieden: es ist hier wie in mancher anderen Gegend (z. B. Manno) mürb und sieht im ganzen eher jünger aus als der Verrucano (vgl. darüber auch Kerner, Verhandl. Geol. R.-A. 1909, S. 264); das beruht wohl darauf, daß es quarzreicher und tonärmer als dieser ist, der sein metamorphes Aeußere eben der Umkristallisation des Tons zu Serizit verdankt (allerdings ist diese Erklärung für die quarzreichen und serizitarmen Tonschiefer des Karbons nicht ausreichend).

<sup>1)</sup> Vgl. auch Kerner, Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 253.

In der Serlesgruppe hat Kerner außer den mehrfach durch Fossilien belegten Raibler Schichten auch Basisschichten von ähnlicher Beschaffenheit nachgewiesen (Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 250, 254 und S. 257), zum Teil mit Enkrinitenstielen, an einer Stelle auch gelblichgrauen, mit Glimmer belegten Kalk (nicht Dolomit?). Noch im Sandestal (Tribulaungruppe) fand ich eine ähnliche basale Entwicklung, u. zw. in der großen Runse ein wenig südlich der Alp gegen das Kreuzjöchl hinauf: Die Basis bildet feinkörniger Biotitgneis, der gegen oben durch Aufnahme großer Quarzknuern ein verrucanoähnliches Aussehen einnimmt. Darüber dünne Bänke von weißem, gelblich anwitterndem, sehr feinkörnigem Quarzit mit Biotitblättchen. Gegen oben scheint er überzugehen in gelblich anwitternden, kieselig-quarzigen Dolomit von sehr geringer Mächtigkeit. Wegen dieser Verbindung möchte ich den Quarzit hier und im Schlickertal lieber der Trias zurechnen als dem Kristallin, wiewohl Kerner Wechsellagerung mit dem Kristallin erwähnt (Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 225); diese könnte um so leichter tektonisch zu erklären sein, als ja in der Nähe kristalline Quetschschiefer (Chloritschiefer) sicher vorhanden sind. Eine Entscheidung dürfte übrigens die mikroskopische Untersuchung bringen<sup>1)</sup>. Ueber dem Quarz dolomit folgt splitteriger heller Dolomit<sup>2)</sup>, der überlagert wird von schwarzen Raibler Tonschiefern, schwärzlich und bräunlich verwitternden dünnbankigen Dolomiten mit bräunlichgrünen serizitischen Häuten und Ueberzügen und von rötlich-gelblichen und schwärzlichen Dolomitmarmoren. Sehr auffallend ist das Vorkommen von mitunter quergestelltem Biotit im Schiefer. Ein Rollstück unter dem Gschnitzer Tribulaun besteht aus einem festen schwärzlichgrünen Schiefer mit auffallend großen Biotittafeln, der verdächtig einem Eruptivgestein ähnlich sieht; eine mikroskopische Untersuchung wäre sehr wünschenswert. Die basalen, splitterigen, etwas marmorisierten Dolomite heben sich überall gut von dem oberen, wohlgeschichteten grauen Dolomit ab.

Unter diesen Umständen kann man auch in der Tribulaungruppe eine stellenweise Vertretung der basalen Schichten erwarten. Nach Frechs Beschreibung ist der untere Dolomit und die Raibler Schichten sogar noch auf der Gschleyerwand vorhanden.

Von größtem Interesse sind die Profile, welche Sander von der Nordseite der Kalkkögel beschrieben hat. Schon Pichlers und Waitz' Daonellenfunde in den basalen Kalken der Saile machen hier die Vertretung der ladinischen Stufe höchstwahrscheinlich. Sander zweifelt noch daran infolge der großen Ähnlichkeit dieser Schichten mit Tarntaler und Radstädter Rhät. Doch sind petrographische Analogien allein vieldeutig; die Entscheidung bringt hier der Verband mit anderen Gesteinen und da machte mir eine genaue Untersuchung dieses Profils die Altersdeutung fast zur Gewißheit (Fig 4). Ich fand am Wege von der Mutterer Alm zur Pfriemeswand über dem

<sup>1)</sup> Möglich wäre bei der Lagerung ähnlicher Quarzite unter dem Verrucano (vgl. Profil des Schlickertales) auch eine Zuweisung zum Karbon, wie das ja auch für den Radstädter Quarzit von Kober vermutet wird, entsprechend dem Plattlquarzit des steirischen Karbons.

<sup>2)</sup> Ein Rollstück desselben zeigt deutliche Diploporendurchschnitte.

flach nordfallenden Glimmerschiefer (1) zunächst in der Gegend der Alm eine große Verrollung. An der Waldgrenze trifft man dann einen kleinen anstehenden (rot markierten) Felsen, der aus 4. blauschwarzen, weißem und rötlichem Bänderkalk besteht; er gleicht vollkommen dem Muschelkalk des Engadins („Scarlschichten“) oder dem von Mauls. Zum Ueberfluß findet man noch Ueberzüge von Hornstein und jene feinen Hornsteinknötchen, wie im Reiflinger Kalk von Niederösterreich. Höher folgen 5. schwarze, plattige, etwas mergelige Kalke, die dem Guttensteiner Kalk sehr ähnlich, nur etwas mergeliger sind. Sie wechseln schon hier mit vereinzelt Lagen von schwarzen, weiß ausbleichenden Tonschiefern; gegen oben 6. entwickeln sich schwarze, seltener rötliche Kalke und Mergelschiefer, mitunter Crinoiden führend, die dem Muschelkalk des Engadins wieder sehr

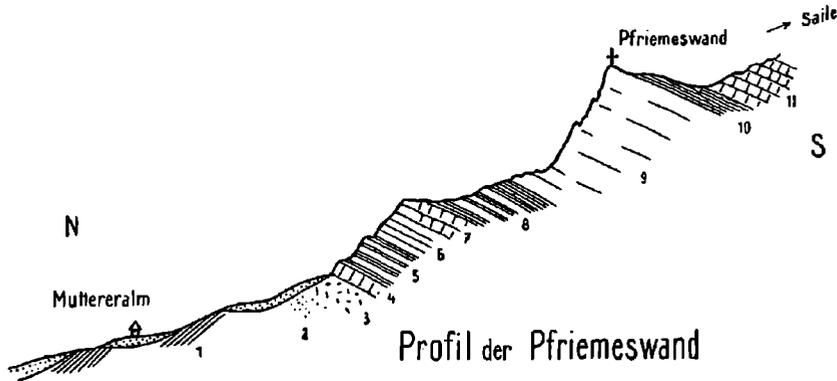


Fig. 4.

1 = Glimmerschiefer. — 2 = Buntsandstein. — 3 = Muschelkalk-Dolomit. — 4 = Bänderkalk. — 5 = Schwarze Plattenkalke und Tonschiefer. — 6 = Kalkschiefer. — 7 = Heller Kalk. — 8 = Tonschiefer und Plattenkalk. — 9 = Pfiemesdolomit. — 10 = Raibler Schichten. — 11 = Hauptdolomit.

gleichen. Eine mächtige Bank von 7. hellgrauen oder rötlichen Kalken schließt gegen oben ab; sie gleicht gewissen massigen hellen „Wetterstein“-Typen des niederösterreichischen Bezirkes. Darüber folgen 8. neuerdings schwarze Tonschiefer mit eingelagerten Mergelkalkbänken, die viele Aehnlichkeit mit den Partnachschiefern besitzen; hier wurden die Daonellen gefunden. Von den härteren, etwas serizitischen Raibler Schiefen unterscheiden sie sich durch ihre Bröckligkeit. Darüber 9. der Pfiemesdolomit, die Raibler Schichten (10) und der Hauptdolomit (11).

Gleichsam als Bestätigung für das Muschelkalkalter dieser Schichten trifft man im Schutt zwischen der tiefsten Kalkbank und dem Glimmerschiefer zwei übereinander liegende Zonen von Rollstücken, die also gewiß das hier anstehende Gestein widerspiegeln. Die höhere zeigt einen schwarzen bröckeligen Dolomit (3), der oft ebenso tiefbraun anwittert wie im Schlickertal und nicht selten auch

innen vererzt ist. Die tiefere Zone besteht aus unverkennbarem Buntsandstein (2), nämlich einem braun verwitternden, sonst weißen feinen Quarzit, der mitunter auch grünlich wird und größere Quarzgerölle einschließt. Die ähnlichen Basalschichten hat auch Sander vom nahen Hochtenn beschrieben (Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 146). In diesem Profile liegen die Raibler Schichten fast direkt auf den kalkig-schieferigen Bildungen der Basis, welche offenbar den Pfrimesdolomit vollständig ersetzen, ähnlich wie in der Arlbergfazies der Nordalpen. Am Burgstall wird der Dolomit nach Sander gegen oben zu weißer, wettersteinähnlicher Kalk<sup>1)</sup>; die darüberliegenden Raibler Schichten enthalten rötlichen Kalk und Dolomitbrekzien nach Art der Bündner Fazies.

Halten wir das alles zusammen, so entfällt jeder Anlaß, die basalen Schichten der Kalkkögel als Rhät zu bezeichnen. Wir treffen vielmehr in allen angeführten Profilen ganz übereinstimmend die Schichtfolge: weißer Quarzit, Verrucano, Buntsandstein, Dolomit und höhere kalkig-schieferige Bildungen des Muschelkalks, die zum Teil noch die ladinische Stufe vertreten, Wettersteinkalk und Dolomit, Raibler Schichten, Hauptdolomit. Die Gliederung Pichlers erfährt damit gegenüber den Versuchen von Stache und Frech eine glänzende Bestätigung.

### b) Rhät-Jura.

Weniger geklärt sind die jüngeren Bildungen der Tribulaungruppe. Durch Fossilien nachgewiesen ist Rhät (Pichler) und Lias (Frech); Sander deutet auch das Vorkommen von Liasbrekzie an.

Die Gesteinsfolge des Rhät ist ungemein mannigfaltig. An der Basis liegen manchmal (Hutzi) rötlichgraue Kalke mit roten und grünen Tonschiefern, die mit grünlichbraunem Dolomit nach Art des Bündner „Grenzniveaus“ wechsellagern. Dann trifft man schwarze, dickbankige, oft hell anwitternde und dann etwas dolomitische Kalkbänke vom Aussehen des „oberen Dachsteinkalkes“; schwarze, dünnplattige Kalke und Kalkschiefer, weiße, grünliche, gelbliche, rötliche Kalkschiefer, zum Teil Fuchsit führend; ferner verschiedenfarbige Tonschiefer, auffallenderweise auch bräunlich-grünliche und weißliche quarzitisches Lagen, Kieselschiefer von grünlicher und rötlicher Farbe. Die Tonschiefer werden oft leicht phyllitisch und ich bin nicht ganz sicher, ob außerdem noch alte Phyllite vorhanden sind (Kerner), denn ich habe im Padastertal und bei der Trunaalpe weder im Anstehenden noch im Schutt solche gesehen und die von Kerner beschriebenen Diskordanzen wären auch als Differentialbewegungen denkbar. Ich will damit das Vorhandensein von Verkeilungserscheinungen keineswegs bestreiten, denn gewisse Phyllitbänder sind ja durch Grünschiefer-Zwischenlagen (Kerner, Jahrb. Geol. R.-A. 1911, S. 422) sicher gestellt und auch der Karbonkeil des Kalbenjochs ist ein Einschub<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Nach Sander, Erkursionsführer durch die Tauern, 1913, S. 43, kommen in großoolithischen Kalken Chemnitzien und *Gyroporella pauciforata* vor.

<sup>2)</sup> Vielleicht ist ein schwarzes, grauwackenartiges Gestein, das östlich unter dem Gipfel der Schneiderspitz in die Kalkschiefer eingefaltet ist, ebenfalls

Von diesen zum Teil noch fraglichen Störungen abgesehen, gliedert sich, das Rhät nach Frech im allgemeinen folgendermaßen (Gebirgsbau des Brenner, S. 18, 19 und 43):

1. unterer Glimmerkalk und Pyritschiefer;
2. weißer klotziger Kalk und Dolomit;
3. oberer Glimmerkalk und Pyritschiefer;
4. oberer weißer Kalk;
5. Lias (Hutzi).

Nach meinen Beobachtungen erscheint es durchaus zweifelhaft, ob hier eine einheitliche Folge vorliegt, denn ich habe mehrfach kleine liegende Falten gefunden, z. B. am Südgrat der Wasenwand, am Südgrat der Schneiderspitze, am Hutzi selbst (siehe später). Am Hutzi muß ich demnach den Dolomit, der Rhät und Lias bedeckt, für eine tektonische Wiederholung auffassen.

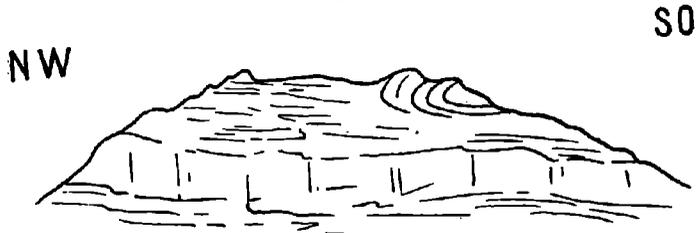


Fig. 5.

Liegende Falte von norisch-rhätischem Grenzniveau über Rhät und Lias am Hutzi.  
Von Süden gesehen.

Unter diesen Umständen entsteht das Bedürfnis nach einer durchgreifenden Revision dieser ganzen Schichtgruppe. Die dolomitischen und klotzigen, oft nur durch Salzsäure vom Hauptdolomit zu unterscheidenden Kalke mit den sie begleitenden Kalkschiefern scheinen das tiefste Glied (Rhät) zu bilden. Da außer dem leicht erkennbaren Adnether Kalk des Hutzi nur an der Serles von Pichler rhätische Fossilien gefunden wurden (ich selbst habe am Hutzi südlich der kleinen, durch eine Stirn gekennzeichneten Deckscholle (vgl. Skizze 5) eine schwarze Kalk-Lumachelle gefunden, die sehr nach Rhät aussieht, so ist zum mindesten die Frage erlaubt, ob nicht in den verschiedenfarbigen Kalk-, Tonschiefern und Quarziten noch höhere Glieder des Jura verborgen sind. Genannte Bildungen haben oft eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit dem oberen Jura des Tarntaler Gebietes. Nur sehr genaue Studien, welche die Kleintektonik berücksichtigen, können hier in Ermanglung von Fossilfunden vielleicht eine Klärung bringen<sup>1)</sup>.

zum Carbon zu stellen? Ich fand es auch zwischen den Kalken an der Basis der Kalbenjochscholle, etwa in der westlichen Fortsetzung des Carbonkeils.

<sup>1)</sup> Sowohl Heritsch (Referat über neuere Fortschritte in den Zentralalpen westlich des Brenner, Geologische Rundschau, 10/12, Tabelle) als Sander (Führer durch Tauern und Graubünden 1913, S. 50) vermuten im Tribulaun das Vorhandensein von Jura.

Tribulaun- und Tarntalergebiet haben also vielleicht einen ähnlichen Jura; die Brekzien, Sandsteine und echten Radiolarite des Tarntaler Gebietes fehlen freilich dem Tribulaun. Außerdem haben beide gemein den dunklen Rhätkalk, während sich der Lias hüben und drüben merklich unterscheidet. Der Hauptdolomit ist beiderseits ähnlich, auch die Raibler; nur herrschen im Tribulaun die Schiefer, im Tarntaler Abschnitt die Brekzien vor. Gips und Rauchwacken des letzteren Gebietes sind dem ersteren fremd. Die tiefere Trias fehlt den Tarntalern vorläufig, dagegen ist die Dolomit-Quarzitbrekzie dem Tribulaun unbekannt; die basalen Rauchwacken fehlen dem Tribulaun; ein dem Tarntaler Quarzit vergleichbares Gebilde scheint dagegen im Tribulaun vorzukommen, freilich unter dem Verrucano. Die Metamorphose des Tribulaun ist stellenweise größer als bei den Tarntaler Bildungen (Rhät) und besonders auch bei den marmorisierten ladinischen Dolomiten auffallend; andere Bildungen (Raibler Muschelkalk) sind von ihr fast ganz verschont geblieben.

## 6. Karbon und Eisendolomit.

Noch ein weiteres Gestein haben beide Gebiete gemeinsam: den sogenannten Eisendolomit. Das ist in seiner typischen Form ein rotbraun anwitternder, innen spätigweißer Dolomit. Wo er jedoch innen dicht und grau wird oder gar noch die braune Verwitterungsfarbe verliert (z. B. Punkt 1428 am Weg von Steinach zum Nöblacherjoch), dann wird er dem Triasdolomit äußerst ähnlich (vgl. Sander, Verhandl. Geol. R.-A. 1911, S. 8 und Hartmann, S. 231). Die Vererzung ist eben ein sekundärer Charakter (wie auch Hartmann hervorhob), die sehr verschieden alte Gesteine ergreifen kann; sie springt auch gelegentlich in die Tarntaler Dolomite über (z. B. in den zerrissenen Dolomitlinsen innerhalb der Jura-Kalkschiefer in den Quetschzonen unter der Geierspitze; man vergleiche ferner den Erzreichtum im Engadiner Muschelkalk [z. B. Mot Tavrü] und im Raibler „Eisendolomit“ des Ortler; anderseits sei darauf verwiesen, daß am Roßkofel in den Karnischen Alpen grauer Trias- und Devondolomit zusammenstoßen, ohne daß es bisher gelang, eine Grenze zwischen beiden zu ziehen). Der Eisendolomit ist mitunter von schwärzlichen und gelblichen Kalkschiefern begleitet (Hennersteigen, Eggerberg), die auf den ersten Blick mit Tarntaler Jura oder gar Kalkphyllit verwechselt werden können. Trotz dieser petrographischen Ähnlichkeiten ist der Eisendolomit so eng an den Quarzphyllit gebunden, daß er auch stratigraphisch diesem zugesprochen werden muß; er scheint der oberen Grenze des Quarzphyllits zu folgen, denn er hält sich konstant in der Nähe der jüngeren Auflagerungen (Karbon bis Mesozoikum), ohne doch irgendwo mit diesen zu verschmelzen. Es erhebt sich im Anschluß daran die Frage, wo seine Fortsetzung nördlich der Tarntaler Triaszone zu suchen ist. Es sind da zwei Möglichkeiten denkbar: entweder er hebt gegen Norden in Form von südwärts überfalteten Mulden aus oder er taucht im Gegenteil gegen

Norden in die Tiefe. In letzterem Falle würde er von den älteren Glimmerschiefern des Zuges Patscherkofel—Rosenjoch überfaltet. Es wäre dann nicht ausgeschlossen, seine Aequivalente nördlich dieses Glimmerschieferzuges in den Quarzphyllitmarmoren am Südrande des Inntales zu sehen, die anscheinend wieder eine verhältnismäßig hohe Lage im Quarzphyllit einnehmen. (Auch im Kellerjochgebiet halten sie nach Ohnesorge<sup>1)</sup> diese Lage ein.) Zugunsten dieser Vermutung würde sprechen, daß der Eisendolomit nach Hartmann sehr häufig auch als Eisenkalk zu bezeichnen ist, während anderseits nach Rothpletz (Querschnitt S. 144) in den Quarzphyllitmarmoren des Wattentals Kupfer- und Eisenbergbau umging.

Von einer gewissen Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch der Vergleich des Innsbrucker Quarzphyllits mit dem des Ortler. Beide zeigen — auch hinsichtlich der Grünschiefer- und Marmor-einlagerungen — eine vollständige Uebereinstimmung. Und die Marmore des Ortler enthalten stellenweise (z. B. in den Hinteren Wandeln südlich des Butzentaies (Martell) eisenreiche Varietäten, die das vollständige Abbild gewisser Brenner Eisenkalke und Dolomite sind<sup>2)</sup>.

Der Eisendolomit wurde mit den begleitenden Phylliten von F. E. Sueß als Karbon bezeichnet. Sein Verhältnis zum pflanzenführenden Karbon des Nöblacher Joches ist daher von besonderem Interesse: Das Karbon besteht aus Quarzkonglomerat (nur selten mit Einschlüssen eines sonst unbekanntes Kalkes, vgl. Kerner, Verhandl. Geol. R.-A. 1897, S. 366—367) und aus dunklen, sandig-kohligen Phyllitschiefern. Letztere sind durch ihre deutlich klastisch-tonige Natur vom Quarzphyllit leicht zu unterscheiden. In der Tat enthält das Karbonkonglomerat als Bindemittel feinst zerriebenen Phyllit (auch Kerner spricht von „Quarzphyllitsplittern“, Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 253). Der mit dem Quarzphyllit engstens verbundene Eisendolomit ist seinerseits auch nirgends mit dem Karbon vermischt, sondern scheint meist die Basis des letzteren zu bilden. Es liegt somit kein Grund vor, Eisendolomit und umgebenden Quarzphyllit als Karbon zu bezeichnen<sup>3)</sup>. Zum mindesten ist der Quarzphyllit mit

<sup>1)</sup> Verhandl. d. Geol. R.-A. 1908, S. 119 u. f.

<sup>2)</sup> Allerdings scheint er im Ortler ein tieferes Niveau im Quarzphyllit einzunehmen. Doch ist die Frage noch nicht gelöst, wie weit im Brenner Gebiet der Eisendolomit durch vortriadische Transgression von seinem Hangenden befreit worden ist. Das ist mit der Frage gleichbedeutend, ob die zahlreichen Diskordanzen an der Triasbasis ganz oder wenigstens teilweise stratigraphisch zu deuten sind. Solche Diskordanzen sieht man sehr deutlich in der Knappenkuchel (Navis) (Trias über Quarzphyllit + Eisendolomit. Eine Querverschiebung zwischen Quarzphyllit und Kalkphyllit [Hartmann] erscheint mir hier schon wegen des Fehlens jeder Anzeichen dafür weiter im Norden überflüssig. Es könnten ganz gut die Faltenzüge des Quarzphyllits jenen des Kalkphyllits entsprechen, wobei ersterer die Mulden des letzteren füllen könnte.) Auch in der Tribulaungruppe liegt die Trias deutlich diskordant, z. B. am Pinnisjoch oder südlich der Garklerin (hier liegt flache Trias über ziemlich steil NO fallendem Gneis, dem ein Lager von Granitgneis eingeschaltet ist, das an der Ueberlagerungsfläche abschneidet). In den beiden letzteren Fällen fehlt an der Basis der Trias nicht nur das Karbon, sondern der ganze Quarzphyllit!

<sup>3)</sup> Daß eine dem obersteirischen Karbon analoge Serie in die Tarntaler Köpfe eintritt (Kober, Sitzungsber. 1912, Tauernfenster, S. 27), ist eine grundlose Behauptung.

seinen Einlagerungen älter als die untere Ottweiler, eventuell obere Saarbrückner Stufe, welcher nach Frech (1905, S. 15) das Nöblacher Karbon zufällt. Eine ähnliche reinliche Scheidung zwischen Quarzphyllit und Karbon, bestätigt durch Fragmente des ersteren in den Konglomeraten des letzteren, scheint auch in Manno und am Semmering vorzuliegen, vielleicht auch auf der Stangalpe (?). Damit scheint meine ursprüngliche Vermutung (Engadiner Monographie) widerlegt, daß der Quarzphyllit oberkarbonisches Alter besitze. Es bliebe zwar noch unterkarbonisches Alter für ihn frei. Erweiterte Studien im Ortlergebiet haben jedoch die von Hammer längst aufgestellte Behauptung durchaus bestätigt, daß der Quarzphyllit in der Laaser-Pejo-Region durch Vermittlung von glimmerschieferähnlichen Typen untrennbar mit den liegenden Phyllitgneisen verbunden ist. Er gehört also zu derselben jedenfalls sehr alten stratigraphischen Gruppe wie die Gneise des Vintschgaus etc.

## 7. Zentralalpine Fazies.

Werfen wir nun zusammenfassend einen Blick auf die Faziesentwicklung des Mesozoikums zu beiden Seiten des Brenner, unter Benützung der auf Tafel XI stehenden Tabelle. Die untere Tarntaler (Hippold-) Entwicklung hat gewisse lepontinische Züge<sup>1)</sup>, eignet sich aber wegen ihrer noch unsicheren Stratigraphie sonst wenig zu Vergleichen. Dagegen hat die Tribulaun- und die obere Tarntaler (Reckner-) Entwicklung ausgesprochen ostalpinen Charakter. Sehr nahe verwandt erscheinen die Bildungen der Bündner Provinz, bzw. der eng angegliederten Scanfser Uebergangsregion. Solche Engadiner Züge weisen auf: Verrucano, Buntsandstein, dolomitischer Muschelkalk<sup>2)</sup>, bzw. rote Scarlschichten, dolomitische Entwicklung der ladinischen Stufe, die gelben Schieferdolomite und Brekzien und (?) Tuffe (Sandestal) der Raibler Schichten, Grenzniveau des Hauptdolomitrhät, rötliches Rhät, schwarze Liasbrekzie, dolomitische Malmbrekzie, Fehlen des Dogger.

Unterschiede liegen in dem Fehlen des typischen Schlinigdolomits im Muschelkalk, in dem massigen, mitunter kalkigen, evinospongie-reichen Wetterstein, dem Fehlen der bunten Schiefer und der Eruptivgesteine in der Raibler Serie, dem hellen und fossilarmen Hauptdolomit, dem so bunt zusammengesetzten Tribulaunrhät (wenn es solches wirklich ist!), dem Zurücktreten des roten Lias und den Serizitquarziten und Sandsteinen des Jura (die allerdings in der Scanfser Entwicklung Analogien haben.

<sup>1)</sup> Schwächliche Trias, Fehlen des Rhätlias, vielleicht Ersatz durch die quarzitische Dolomitrekzie, Fehlen eines grobklastischen echten Verrucano.

<sup>2)</sup> Es ist von Interesse, daß die braune Färbung im Tribulaun weniger an eine bestimmte Schicht, als an die Basis des triadischen Blockes gebunden zu sein scheint (Kerner, Verhandl. Geol. R.-A. 1915, S. 257), gerade so wie auch im Engadin (Muschelkalk-Verrucano oder Raibler Eisendolomit des Ortler).

Die Radiolarite und dichten Kalke des Malm finden sich in zahlreichen Faziesbezirken der Alpen; der Serpentin erinnert an die piemontesische Region.

Daneben sind aber zweifellos auffallende Anklänge an die benachbarten Nordalpen vorhanden, die um so bedeutsamer sind, als ja beide Gebiete auch topographisch benachbart sind<sup>1)</sup>. Das gilt schon für die Reckner-Serie — von den indifferenten Malmgesteinen abgesehen —, wofür die allgäuähnlichen Liasschiefer, ein Teil des Rhäts die helle Farbe des Hauptdolomits, die Schiefer und Sandsteine der Raibler Schichten anzuführen sind; im Malm läßt sich die Brekzie mit jener des Sonwendjoches vergleichen, der Serpentin mit dem grünen Gestein von Ehrwald. Viel größer noch ist die Aehnlichkeit in der Tribulaunentwicklung: hier wie in den nahen Nordalpen sind die Werfener Schiefer durch Sandstein ersetzt. In der Innsbrucker Gegend tritt im Muschelkalk vielfach brauner Dolomit auf (allerdings nicht so tonig und wohlgeschichtet). Die schwarzen Hornstein- und Plattenkalke der Saile entsprechen teils dem Guttensteiner (= Reichenhaller) und Reiflinger Kalk der Nordalpen, teils haben sie, in ihren weißen und rötlichen Varietäten, zum Kalk des nahen Kerschbuchhofes (auch den hellen und roten Varietäten des Muschelkalkes in Niederösterreich!) Beziehungen. Die schwarzen Schiefer und Mergel gleichen den Partnachschiefern<sup>2)</sup>; der weiße klotzige Pfiemesdolomit verbindet Eigenschaften des Wettersteindolomits und -kalkes und auch der letztere findet seine Vertretung in den weißen Kalken des Burgstall (nach Sander); wo die ganz aladinische Serie schiefrikkalkig entwickelt ist, kann man sie mit der Arlbergfazies vergleichen. Auch die hellere Farbe des Hauptdolomits ist in den Nordalpen wiederzufinden, desgleichen die schwarzen Kalke und Schiefer des Rhät, bzw. die weißen klotzigen Bänke, die dem „oberen Dachsteinkalk“ ähnlich werden, dann die Raibler Schiefer, Sandsteine und Oolithe und die roten Adneter Kalke<sup>3)</sup>. Trotz dieser Aehnlichkeiten ist, wie schon lange bekannt, der Gesamtcharakter der Brennertrias von jenem der Nordalpen doch ganz deutlich verschieden — auch von der Metamorphose abgesehen — eben kraft der früher angeführten Bündner Aehnlichkeiten. Sie bildet demgemäß eben eine Art Zwischenglied zwischen Bündner und nordalpiner Fazies<sup>4)</sup>, ganz ähnlich, wie sich die Bündner Fazies in der nördlich vorgeschobenen Ducangruppe durch die Anhäufung der Hornsteine im Muschelkalk und die Reduktion des Wettersteins auf

<sup>1)</sup> Ueber Beziehungen zwischen beiden vgl. auch Sander, Referat, Verhandl. d. Geol. R.-A., 1913, S. 260.

<sup>2)</sup> Eine ähnliche Verbindung von dunklem Kalk und Mergelschiefer des Muschelkalk-Partnachniveaus kommt in der benachbarten Thaurer Klamm vor.

<sup>3)</sup> Wie weit der den Zentralalpen nahegerückte Gaisberg bei Kirchberg sich dem Brennermesozoikum nähert, ist mir noch nicht genügend klar, bemerkenswert ist das Vorhandensein eines ungebankten aladinischen Dolomits, den man aber vielleicht auch mit dem Ramsadolomit vergleichen könnte.

<sup>4)</sup> Ob nicht der nördlichste Teil des Wipptales (Kalkkögel) größere Analogie zu den Nordalpen aufweist als der südliche, ist noch nicht genügend durchsichtig; sollte sich das als zutreffend herausstellen, so würde das den oben entwickelten Gesichtspunkt noch wesentlich stützen.

Kosten des Muschelkalks dem benachbarten Rhätikon nähert. Anderseits vermittelt die Scaufser Uebergangsregion zwischen Bündner und der angrenzenden Iepontinischen Fazies und die Bündner Fazies hat wieder durch Vermittlung des Canavese enge Beziehungen zur lombardischen Fazies. Trotz dieser engen Beziehung zu allen topographisch nahegelegenen Faziesbezirken haben doch die beiden großen innerhalb der ostalpinen Zentralzone gelegenen Mesozoikumreste, nämlich Bündner Fazies und Brennertrias, unleugbar soviel gemeinsame Züge, daß man sie zu einer Einheit zusammenfassen kann oder muß. Auch Mauls schließt sich der Bündner Fazies an, durch den Diploporendolomit der ladinischen Stufe, die typischen roten Scarlschichten des Muschelkalks, durch den echten Bündner Buntsandstein<sup>1)</sup>. Wie weit Penserjoch und Kalkstein sich hier anschließen, vermag ich noch nicht zu beurteilen, anscheinend ist aber der Diploporendolomit der ladinischen Stufe hier entwickelt; ebenso in den Radstätter Tauern<sup>2)</sup>. Auch der Drauzug dürfte sich nah anschließen und die südlichste Zone der Nordalpen (Inntal) dürfte sich vielleicht auch als besonders nah verwandt herausstellen. Die gemeinsamen Züge dieser zentralalpiner Bildungen bestehen in Verrucano, sandiger statt schiefriger skythischer Stufe, dolomitischem Muschelkalk und Scarlschichten, Dolomit der ladinischen Stufe, Brekzien und gelben Schieferdolomiten der Raibler Schichten, kalkig-dolomitischen Uebergangsschichten (bzw. Wechsel beider) an der norisch-rhätischen Grenze. Fehlen des Dogger.

<sup>1)</sup> Ich empfinde kein Bedürfnis, die durch typischen Buntsandstein mit Verrucano verbundenen roten Kalke mit Kober (Sitzungsber. 1912. östl.-Taurerfenster, S. 22) als Jura statt Muschelkalk zu bezeichnen. Uebrigens deutet auch Termier die Schichtfolge als normalen Uebergang vom Verrucano zur Trias (Bull. soc. géol. Fr. 1903, S. 747).

<sup>2)</sup> Ich kann über dieses Gebiet, das ich selbst zu wenig kenne, nur Vermutungen äußern. Mir erscheint es seit jeher fraglich, ob nicht ein Teil der rötlichen Bänderkalke zum Muschelkalk (Scarlschichten) gehört, eventuell auch ein Teil der Pyritschiefer. (Aehnliche Zweifel bei Sander, Verhandl. d. Geol. R.-A. 1916, S. 226, 228.) Ebenso halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß letztere zum Teil den Raibler Schichten zufallen, zumal wo sie braune schiefrige Sandsteine führen (Uhlig, 1908, S. 7) und wo sie kieselig-schiefrig entwickelt sind (Uhlig), im Gegensatz zu der kalkig-schiefrigen Entwicklung. Mag sein, daß die Schwarzeckbrekzien, welche zum Teil (Uhlig, S. 8) den Eisendolomit des Pyritschiefers begleiten, den Raibler Brekzien entsprechen (zum anderen Teil vielleicht einer Jurabrekzie?). Damit will ich nicht im entferntesten das (ungefähr) rhätische Alter der Hauptmasse der Pyritschiefer bezweifeln; in der wiederholten Einschaltung von Dolomitbänken (Uhlig, S. 7 und 8) mit grünlichen Dolomitschiefern kann man ja das Engadiner „Grenzniveau“ sehr gut wiedererkennen. — Ebenso wenig will ich den tektonischen Charakter der Schwarzeckbrekzie bezweifeln, kann aber anderseits die Frage nicht unterdrücken, ob nicht ein stratigraphisches Substrat zugrunde liegt; dafür spricht das ausnahmslos kalkige Zement (Uhlig, S. 21); eine derartige Gleichartigkeit wäre bei einer rein tektonischen Bildung sehr auffallend. (Aehnliche Zweifel bei Sander, Verhandl. d. Geol. R.-A. 1916, S. 226, 228.) — Der Lantschfeld Quarzit scheint, namentlich in seinen konglomeratischen Partien, dem Tarntaler Quarzit sehr nahezustehen. Ob die von Seemann entdeckten Kristallin-Quarzit-Brekzien (Uhlig) wirklich tektonisch sind oder vielleicht einer groben Verrucano-Basalbrekzie entsprechen, vermag ich nicht zu entscheiden. Wie bereits erwähnt, sind das alles nur Vermutungen, die erst durch weitere Studien verifiziert werden könnten.

So kann man also die Bündner Fazies erweitern zu einer zentral-alpinen Fazies (ostalpinen, nicht lepontinisch-piemontesischer Zugehörigkeit!), die durch gewisse, überall vorhandene stratigraphische Bande charakterisiert ist<sup>1)</sup>, aber naturgemäß in kleinere Unterabschnitte zerfällt, deren jeder seine lokale Färbung hat und sich je nach seiner topographischen Lage enger den benachbarten nordalpinen, südalpinen oder lepontinischen Gebieten anschließt.

Auf Grund dieser Erkenntnis vom ausgesprochen ostalpinen Charakter des Tribulaun und zum mindesten des oberen Tarntaler (— Reckner)-Mesozoikums wollen wir nun die tektonische Stellung dieser Vorkommnisse diskutieren.

## 8. Tektonische Zugehörigkeit des Brenner Mesozoikums.

Es wurde bisher mehrfach vermutet oder behauptet (E. F. Sueß, Hartmann, Sander), daß die (untere) Tarntaler Serie über die Grenze von Quarz- und Kalkphyllit transgrediere. Hartmann gibt an, daß die Rauchwacken in der Nähe des Phyllits Brocken davonführen (Latterer Alp). Die Beschränkung dieser Brocken auf die Kontaktstellen scheint mir eher gegen eine Transgression zu sprechen, denn bei einer solchen müßten die aufgearbeiteten Brocken wenigstens ein paar Kilometer weit verschleppt worden sein. Wir kennen diese Lokalisation der Bruchstücke auf die Kontaktfläche bei tektonischen Kontakten sehr gut aus dem Engadin (V. Muranza, Furkeltal und Kleinboden bei Trafoi, Ortlerbasis bei Sulden, Schaubachhütte!). Das Fehlen eines Phyllit-Mylonits (Hartmann, S. 238) ist kein Gegenbeweis; denn so dünnstiefrige Gesteine werden im normalen Falle höchstens Diaptorite liefern können und diese lassen sich bei phyllitischem Ausgangsmaterial mangels einer entsprechenden mineralogischen Veränderung kaum nachweisen.

Was das Verhältnis des Mesozoikums zum Quarzphyllit betrifft, so ist eine Berührung der Reckner Serie mit diesem, wie früher ausgeführt, fraglich. Die Hippold-Serie liegt größtenteils mit Quarzit und Rauchwacke (auch ? Raibler Dolomit, könnte auch Muschelkalk sein!) dem Phyllit auf. An einer ursprünglichen Transgression zu zweifeln, besteht kein Anlaß<sup>2)</sup>. Im Süden findet man jedoch vielfach den Jura mit seinem Konglomerat direkt dem Quarzphyllit aufliegen. Doch erklärt sich das nicht dadurch, daß der Jura sich von oben her durch die älteren Schichten „durchfrißt“<sup>3)</sup>; vielmehr verschwindet gegen Süden allmählich der Quarzit und die Rauchwacke, dann der Dolomit, schließlich auch verschiedene Juraglieder, alle von unten her, so daß nacheinander fast alle Glieder der Schichtfolge mit dem Quarzphyllit zur Berührung kommen. Das spricht gegen eine Transgression der höheren

<sup>1)</sup> Die also durchaus nicht, wie Frech (Brenner, 1905, S. 46) meint, nordalpine Züge aufweisen!

<sup>2)</sup> Auch Termier nimmt eine solche an.

<sup>3)</sup> Vgl. auch das Kapitel 3 über Transgressionen.

Schichtglieder auf dem Quarzphyllit und für tektonische Reduktion der basalen Triasglieder. Gleichzeitig mit der Trias verdünnt sich auch der Quarzphyllit gegen Süden. Da aber der an die obere Grenze des Quarzphyllits (zum mindesten an ein konstantes Niveau) gebundene Eisendolomit dabei erhalten bleibt (Knappenkuchel!), so muß man schließen, daß die Reduktion hauptsächlich die unteren Schichten des Quarzphyllits — gegen den Kalkphyllit hin — ergreift. Wo schließlich der gesamte Quarzphyllit tektonisch unterdrückt wird, da kommen schließlich die Tarntaler Gebilde mit dem Kalkphyllit zur Berührung. Das ist im Prinzip eine ähnliche Deutung, wie sie schon Termier (Bull. soc. geol. Fr. 1903, S. 737) ausgesprochen hat (nur daß Termier eine Verbindung dieser Trias mit dem Quarzphyllit nicht annimmt). Das schließt allerdings aus, daß Quarz- und Kalkphyllit, wie Sander und Hartmann behaupten, ohne jede Grenze ineinander übergehen. Im Tarntaler Gebiet und auch bei Sterzing glaube ich beide ganz gut unterscheiden zu können; der Quarzphyllit ist immer stark metamorph, der Glimmer muskovitischer; der Kalkphyllit hat mehr fuchsitischen Glimmer, weniger Quarzlagen und fast immer die braune ankeritische Punktierung und ist immer mürber, zerreiblicher. Was Sander Quarzphyllit nennt, ist hier gut vom Quarzphyllit unterscheidbarer Tonschiefer des Tarntaler Jura oder des Kalkphyllits. (Derselben Ansicht ist Hartmann, S. 385.) Die von Hartmann beschriebene Wechsellagerung von Quarz- und Kalkphyllit (Knappenkuchel z. B.) ließe sich auch tektonisch deuten. Ich muß daher vorläufig die Transgression der Tarntaler Serie über Quarz- und Kalkphyllit als unwahrscheinlich ablehnen und kann nur die Verbindung der Hippold-Serie mit dem Quarzphyllit als stratigraphisch ansehen. Daß der Quarzphyllit ostalpin ist, kann ebenfalls nicht bezweifelt werden; dasselbe gilt für die mit ihm eng verbundene Hippold-Serie. Wenn aber diese trotz ihrer lepontinischen Anklänge als ostalpin bezeichnet werden muß, so wird man diese Klassifikation der viel „ostalpineren“ Reckner-Serie noch viel weniger vorenthalten können (auch wenn man ihre primäre Verbindung mit dem Quarzphyllit, wie früher ausgeführt, bezweifelt). Bei ihrer unleugbaren Verwandtschaft mit den Nordalpen hat man keinen Grund, sie aus dem fernen Süden herzuleiten<sup>1)</sup>.

Daß die Tribulaun-Serie mit dem basalen Kristallin in stratigraphischem Verband stehe, kann nach den aufgezählten Normalprofilen gleichfalls nicht bezweifelt werden. Ob den starken Diskordanzen (vgl. Anmerkung 2, S. 193) stratigraphische oder tektonische Momente zugrunde liegen, ist bei vollständigen Triasprofilen nicht leicht zu unterscheiden; wo jedoch, wie so häufig, die mesozoischen Basalschichten fehlen, müssen wir ebenso eine basale Gleitfläche annehmen wie in den Engadiner Dolomiten, die ja mit dem Endkopf von Westen her ebenso in die Oetztaler Masse hineinreichen wie das Brenner Mesozoikum von Osten her. Die Zugehörigkeit der Oetztaler Masse zur ostalpinen Decke ist von niemand bezweifelt worden; die stratigraphischen Analogien des Tribulaun zu den Nordalpen erscheinen

<sup>1)</sup> Es sei denn das Fehlen einer Intrusivwurzel des Serpentin im Norden!

in diesem Zusammenhang besonders bedeutungsvoll. Auch hier kommt das Mesozoikum stellenweise in direkte Berührung mit den Brennerschiefern. Dennoch wird niemand eine Transgression über Brennerschiefer und Oetztaler Kristallin annehmen wollen; man kann vielmehr in der Gegend von Gossensaß das allmähliche tektonische Ausdünnen des Oetztaler Kristallins direkt beobachten.

Wir haben somit allen Grund, Tribulaun und Tarntaler Mesozoikum als normale, mit ihrer Unterlage verfaltete Bedeckung von ostalpinem Kristallin zu bezeichnen.

Anders die Deckentheorie. Sie nimmt mit E. Sueß (Anlitz III/1, S. 190 ff.), dem auch Uhlig und Kober folgen, an, daß die Tarntaler-Tribulaun-Decke lepontinisch oder, vorsichtiger gesagt, als Äquivalent der Radstädter Decke unter dem ostalpinen Kristallin und über den Schistes lustrées-Decken heimatberechtigt ist und nur durch eine Einwicklung gegen Norden und Westen über diesen ostalpinen Rahmen hinausgefaltet wurde. Diese Vorstellung hätte inverse Auflagerung des Brenner Mesozoikums auf dem ostalpinen Kristallin zur Voraussetzung. Diese ist, wie wir nach Beseitigung von Sanders Zweifeln an der Saale sahen, nirgends vorhanden. Und machen wir hier zugunsten der Deckentheorie eine Ausnahme, lassen wir die Radstädter Decke hier durch das Ostalpine nicht überschoben, sondern unter Erhaltung eines inversen Flügels bloß überfaltet sein, so ergibt sich der für die Deckentheorie vernichtende Befund, daß man zwar überall diese Ausnahme — die auf das ostalpine Kristallin herausgefaltete Radstädter Decke — findet, nirgends aber die Regel — die zwischen dem ostalpinen Kristallin und den Brennerschiefern liegende sekundäre Wurzel dieser Decke! <sup>1)</sup>

Bei Tienzens, östlich Steinach, zeichnete Frech einen Quarzit zwischen Kalk- und Quarzphyllit, doch ist er im Norden von Schutt begrenzt; wenn er gegen Süden dem Kalkphyllit aufruht, so ist dieses Verhalten kein anderes als am Südrand der Tarntaler Köpfe; vermöge ihrer „tektonischen Transgression“ schieben sich sogar einzelne Schollen (Kirche Navis) ziemlich weit gegen Süden in den Kalkphyllit ein (vom Sägenhorst und der Schoberspitze gar nicht zu reden).

Die einzige Ausnahme, die mir bekannt geworden ist, ist der Quarzitzug Unter-Ried—Flams—Thums (bei Sterzing); hier ist wirklich der Kalkphyllit im Liegenden von dem Quarzphyllit-(Glimmerschiefer-Mylonit?) des Hangenden gut zu unterscheiden, doch ließe sich auch diese Stelle durch Ausbleiben des Liegend-Kristallins erklären.

Wollte man das Schema der Deckentheorie hier retten, so müßte man also die normale Auflagerung des Brenner Mesozoikums auf dem ostalpinen Kristallin als ausnahmsweise Herausfaltung der Radstädter Decke bei ausnahmsweiser Erhaltung eines Mittelschenkels und zugleich ausnahmsweiser vollständiger Verquetschung der sekundären

<sup>1)</sup> Auch Sander (Verhandl. der Geol. E.-A. 1916, S. 225) lehnt die Annahme der sekundären Einwicklung ab. Die Angabe Termiers, daß der Tribulaun zwischen Ostalpin und Schistes lustrées liegt (Bull. soc. géol. 1905, S. 233 ff.) und mit der Trias von Sprechenstein zusammenhängt, wird durch die Karte Frechs widerlegt.

Wurzel erklären. Das hieße minus mal minus sagen, wo wir mit einfachem plus auskommen; wir müssen nicht weniger als drei Hilfs-hypothesen aufstellen und das alles bloß den schönen Augen einer Hypothese zuliebe, wie sie die Deckentheorie ist! Wer Lust hat, der möge es tun; er möge sich aber auch dessen bewußt sein, daß er damit das naturwissenschaftliche Grundprinzip ökonomischer Induktion verläßt<sup>1)</sup>.

### 9. Schubrichtungen.

In der Tarntaler Region haben wir an der Torspitze und im oberen Mölsertale sichere Anzeichen für nordwärts gerichtete Bewegungen. Andererseits kennen wir am Kreuzjöchl auch nordwärts geschlossene Mulden und, wenn meine Gliederung der Schuppe *A* und *B* das Richtige trifft, auch in der Klammregion mehrfach gegen Süden gerichtete Bewegungen. Von letzteren mag man höchstens die Keile des Kreuzjöchls als Wirkung nordwärts gerichteter Einwicklungen auffassen; schwerlich lassen sich diese für die Quarzphyllitüberschiebungen des Klammjoches durchführen. Wir hätten also neben nordwärts- auch südwärts gerichtete Bewegungen. Aus dem stratigraphischen Charakter der Reckner-Serie kann man gleichfalls eher eine nördliche Herkunft erschließen.

Diese Vermutungen stimmen recht gut zu der neueren Auffassung des Kalkalpen-Südrandes, wie sie von Hahn, Heritsch, Trauth vertreten wird. Diese Forscher neigen sich bekanntlich dazu, Kobers „norische Linie“ nicht als tauchende Nord-, sondern als aufsteigende Südüberschiebung zu deuten. Wendete man diese Gedanken auch auf die Brennerregion an, so ergäben sich eine Reihe solcher südwärts gerichteter Bewegungen, die wohl noch in die Kalkphyllite (Sägenhorst! — Das nimmt auch Hartmann an) und vielleicht noch südlich darüber hinaus (Schoberspitze?) eingreifen. Die Reckner-Serie wäre dann das abgeschobene Mesozoikum eines nördlich gelegenen Phyllitkomplexes. Und wie die Schuppe Kreuzjöchl—Grafmarter—Mölstal—Schoberspitze (—? Hippold) gegen Norden einfällt, so tut es auch der Quarzphyllit und Eisendolomit unter dem Glimmerschiefer des Patscherkofel-Rosenjoch (nach F. E. Sueß), und anscheinend auch die Tarntaler Gebilde bei Matrei unter die kristalline Tribulaunbasis (hier bereits mit abgelenktem NO-Streichen<sup>2)</sup>). Wenigstens liegen die Tarntaler Quarzite bei Steinach (südlich Plon, über dem Gehöfte Harland) durch ein Dolomitalager geteilt, unter dem Tribulaundolomit (der möglicherweise etwas Quarzphyllit an der Basis und jedenfalls Rhätkalk auf dem Rücken hat); auch bei Sterzing geht der Quarzit und Dolomit unter den Glimmerschiefer der Gschleier-

<sup>1)</sup> Auf Steinmanns Vermutung, daß der Serpentin des Reckner eine antiklinale Einfaltung der lepontinischen (rhätischen) Decke in die Ostalpen sei, brauche ich nach dem Gesagten nicht einzugehen. (Mitt. der Geol. Ges. in Wien. 1910, S. 295.)

<sup>2)</sup> Vgl. auch Sander, Exkursionsführer der Geologischen Vereinigung. S. 49,

wand hinein. Es wäre dann der Tribulaun die höhere ostalpine Scholle, welche auf die tiefere Tarntaler Scholle überschoben wäre. Jede dieser Schollen wäre wieder zweigeteilt; der Tribulaun in Kalbenjoch und Kirchdach, die Tarntaler in Reckner und Hippold. Der allgemeinen Schwenkung von O—W gegen SW entsprechend, würden dann diese Schuppen bis gegen Sterzing abschwenken, wobei ich allerdings die Schwierigkeit nicht verkenne, die in dem jähen und bruchartigen Schwenken längs der Brennerfurche besteht. In den Kalkzügen des Passeier Schneeberges und Penserjochs würden gegen SO gerichtete Ueberschiebungen anschließen, die sich bis weit in den Vintschgau verfolgen lassen, somit judikarische, bzw. dinarische Linien direkt an die norische Linie anschließen. (Vgl. auch Frech [der allerdings eine Stauung am Brixener Granit annimmt] und Koßmat.) In diesem Zusammenhang gewinnen auch die „Rückfalten“ des Hochfeiler und Kraxentragers erhöhte Bedeutsamkeit.

In ähnlicher Weise muß ja auch die Deckentheorie ihre Leitlinien legen, nur daß wir eben aufsteigende Schuppen und nicht tauchenden Deckenbau annehmen<sup>1)</sup>.

Von Interesse ist bei dieser Auffassung die fazielle Ordnung der Schuppe: die nördlichste (Tribulaun-Schuppe) zeigt innige Beziehungen zu den Nordalpen, die nächste (Reckner-Scholle) ausgesprochen ostalpine Bündner Fazies, die südlichste (Hippold-Serie) schon lepontinische Züge.

Wie nach Westen, so wollen wir vom Brenner Mesozoikum auch einen Blick gegen Osten werfen. Die Tarntaler Bildungen lassen sich nach Sander bis ins Zillertal verfolgen und von hier ist ein kontinuierliches Triasband bis Krimml lange bekannt. Triasdolomite und Tarntaler Quarzit sind hervorstechende Züge dieser Bildungen. Weit im Osten erscheint dann das Radstädter Mesozoikum, auch hier von einem Quarzit begleitet<sup>2)</sup>, der aber eng mit dem Schladminger Massiv verbunden ist (also wohl ostalpin<sup>3)</sup>). Auch die Radstädter Decken erscheinen nach Uhlig's Darstellung muldenförmig gegen Norden abgeschlossen\* im Quarzit. Nordwärts gerichtete Bewegungen

<sup>1)</sup> Eine kurze Exkursion bei Sterzing ergab folgenden Verdacht: Die Kalkphyllite des „Tauernfensters“ verschwinden gegen Westen am Custozahügel teils unter Tarntaler Quarzit und Dolomit, teils unter den Alluvionen des Ridnauntals. Weiter westlich trifft man nur ostalpines Gestein, nämlich im Süden die Gneise des Jaufen (als Fortsetzung der südlichen Umrahmung des „Tauernfensters“), im Norden die Granatglimmerschiefer des Ridnaun mit den Marmoren der Gilfenklamm etc. Letztere mögen der Fazies nach den Greiner Schiefer entsprechen, tektonisch sind sie die Fortsetzung der nördlichen Umrahmung des „Tauernfensters“ und somit ostalpin. Wie sie nun bei Ried etc. mit schwarzen (mylonitischen z. T.) Phylliten an die Gesteine des Tauernfensters herantreten, so tun sie das auch südlich des Ratschingstals gegenüber den ostalpinen Jaufengneisen. Es wäre möglich, daß hier die Leitlinie des Tauernfensters noch weit gegen Westen zieht als Ueberschiebung von Ostalpin auf Ostalpin. Entspricht sie gar etwa der Schlinglinie? Auch bei dieser liegen auf dem Nordhang des Vintschgaus hochkristalline Gesteine (Biotitgneise etc.) auf ostalpinen Phylliten, deren Fortsetzung wahrscheinlich die Jaufengneise sind.

<sup>2)</sup> Von Uhlig allerdings für lepontinisch erklärt und von Kober (1912, Sitzungsberichte, Tauernfenster, S. 27) gar für Karbon!

<sup>3)</sup> Der nach Uhlig (Sitzungsberichte 1906, S. 28) von Frech mit dem Tarntaler Quarzit verglichen wird.

sind daneben unverkennbar. Eine weitere Analogie liegt darin, daß das Radstädter Mesozoikum gleichfalls nicht zwischen Kalkphyllit und ostalpinem Kristallin liegt, sondern durch Quarzit getrennt und anscheinend mit dem letzteren eng verknüpft ist. Aenderungen in der stratigraphischen Auffassung (vgl. die früher angeführten Zweifel) würden manche grundlegende tektonische Aenderung zur Folge haben. Es eröffnen sich damit mancherlei interessante und unerwartete Perspektiven, die anzudeuten ich mich hier begnügen muß. (Vgl. dazu auch Sander, Verhandl. der Geol. R.-A. 1916, S. 233 ff.)

Wir haben bisher nur von N und S, bzw. der Schwenkung des Streichens entsprechend, NW und SO gerichteten Schüben gesprochen. Es hat den Anschein, als ob daneben auch O—W-Schübe vorhanden wären. Auch die Deckentheorie müßte solche annehmen, weil der Tribulaun ja nicht am Nord-, sondern am Westende des Fensters aus diesem herausgefaltet sein müßte. Wir sind zu einem solchen Verzweigungsakte nicht genötigt, sondern können mit exakten Beobachtungen dienen.

Im Isslgraben (Tarntaler Köpfe) sieht man eine mächtige gegen Westen gerichtete liegende Falte im Dolomit (siehe Fig. 2). (Die Schichtungslosigkeit des Hauptdolomits auf Hartmanns Profilen ist ganz unberechtigt!) Im westlichen Lizumtal führt Hartmann von seiner Schuppe  $B_1$  stehende O—W-Faltungen an; solche scheinen aber in größerem Maßstabe und als liegende Falten zu existieren (genauere Untersuchung wäre wünschenswert). Es ist ferner auffallend, wie die sekundären Falten der Schuppe  $B_2$  (zu der wir nach unserer Vermutung die sogenannten „S“-Falten Hartmanns zusammenziehen) zwar im Osten mächtigen Hauptdolomit und Rhät zeigen, gegen Westen aber nur als schmaler Keil von Rhät zwischen dem Jura erscheinen; auch das spräche für O—W-Bewegungen (vgl. auch unsere Profilskizze 3 in Figur 1).

In der Tribulaungruppe haben die schon bei der Stratigraphie erwähnten kleinen Scharnieren verschiedene Orientierung. Eine kleine Scharniere von Hauptdolomit im Jura auf dem Beginn des Schneiderspitz-Südgrates ist windschief gegen NO und N gerichtet; östlich des Gipfels findet man eine Reihe von stehenden, windschief verdrehten Mulden, die hauptsächlich NW streichen (sie enthalten das schon erwähnte grauwackenartige schwarze Gestein im Muldenkern). An der Wasenwand (Südgrat) ist eine Verdopplung des Hauptdolomits vorhanden, welche gegen N gerichtet ist. Dagegen streichen die Scharnieren der Hauptdolomit-Grenzniveau-Deckscholle auf dem Hutzl NO und die große liegende Falte an der Mauerspitz, die Frech mit Unrecht zu einer kleinen Verbiegung herabdrückt, ist gegen NW bis W gerichtet. Gelingt es, in der Pfärscher Gegend gegen Westen bis SW gerichtete Faltungen nachzuweisen (nach der Karte Frechs läge es nahe, das Verschwinden des oberen Dolomitkeils im Rhät der Schwarzen Wand-Obernberger Tribulaun so zu deuten), dann wäre hier ein vollständiger, gegen Westen gekehrter Bogen vorhanden, wie er im Umriß der Tribulauntrias ohnehin angedeutet ist. Da auch das Kristallin mit NO-Streichen im Sellrain und NW-Streichen in der Stubaiyer Kette diesem Bogen andeutet, so würde er sich in gewissem

Sinne den rhätischen Bögen der Engadiner Dolomiten und des Endkopfs als östlichstes Glied anreihen; nur mit dem Unterschied, daß er hier nicht auf einfache Faltung (einzige Schubrichtung) zurückzuführen ist, sondern möglicherweise auf sekundäre Verfaltung und Einwicklung; darauf weisen die Karbonkeile des Kalbenjochs (und der eingeschobenen Quarzphyllite) hin, welche die Falten des Rhäts zu Abschiebungsfalten stempeln. Die Herkunft der Karbon-Quarzphyllit-deckscholle des Steinacherjochs ist noch recht rätselhaft. Nimmt man ihre Wurzel im Osten oder Südwesten an, so würde sie sich den zahlreichen nordwest- und nordwärts gerichteten Bewegungen dieser Region anreihen.

Von großer Bedeutung ist die Stirn des Kriekars (Sander). Sie beweist das Vorhandensein von nordwärts tauchenden Falten und rollt damit die ganze Frage des

### 10. Tauernfensters

auf. Ich will eine Diskussion dieses wichtigsten Problems der Ostalpen vermeiden, denn die Angaben darüber sind noch zu widersprechend. Ich möchte nur auf zwei Momente eingehen:

1. Der Quarzphyllit ist, wie ich ausgeführt habe, im Tarntaler Gebiet und bei Sterzing ganz gut vom Kalkphyllit unterscheidbar. Ob das überall sonst auch der Fall ist, darüber habe ich keine eigene Anschauung. Im Norden und bei Sterzing erscheint es mir somit jedenfalls möglich, den Quarzphyllit über den Kalkphyllit als überschoben zu erklären<sup>1)</sup>. Freilich ist auch ein gegen Süden gerichteter Aufschub, im Sinne der umgedeuteten norischen Linie möglich! Wenn wir gezwungen sind, uns für einen solchen zu entscheiden, dann muß er jünger sein als die nordwärts tauchenden Falten des Kriekars, weil diese (oder die Kalkphyllite in ihrem Hangenden) unter dem Quarzphyllit verschwinden.

2. Man kann Sander nicht genug dankbar sein, wenn er in seiner vorsichtig sich vorwärts tastenden Art und ohne sich von rechts und links beirren zu lassen, versucht, auf Grund genauer petrographischer Analyse eine objektive Grundlage für die Tauernforschung zu schaffen. Nur glaube ich, daß wir auf dieser Grundlage heute schon einen Schritt weiter gehen dürfen. Sander meint (Denkschriften 1911, S. 2), daß „beim Fehlen aller übrigen Anhaltspunkte und bei sorgfältiger Beurteilung der petrographischen Eigenschaften eine geologische Identifikation vollständig gleicher Typen zu wagen sei.“ Wie irreführend bloße petrographische Ähnlichkeit ist, ist allbekannt. Ich will nur hinweisen auf die verschiedenen, petrographisch kaum unterscheid-

<sup>1)</sup> Dieses ist der eigentliche Ansatzpunkt für Konstruktion eines Tauernfensters, der auch bestehen bleibt, wenn man die gesamten „Radstädter“ Decken des Brenner und der Radstädter Tauern als Ostalpin (und zwar nicht inverses Ostalpin auf Grund der stratigraphischen Entwicklung im Sinne Steinmanns, Mitt. Wiener Geolog. Ges. 1910, S. 292, sondern als normale ostalpine Bedeckung) aus der ihnen vom Deckenschema zugewiesenen Lage zwischen ostalpinem Kristallin und Sch. lustrées befreit (ähnlich wie das ja schon Termier zum Teil tat, Bull. soc. géol. Fr. 1903, S. 737—738 etc.).

baren schwarzen Kalke im Muschelkalk, Raiblern, Rhät, Lias in den Nordalpen; die roten Kalke im Muschelkalk, Raiblern, Rhät, Lias, Malm in der Bündner Fazies; an die hellen Kalke im Wetterstein, Dachsteinkalk, oberen Dachsteinkalk, Plattenkalk; die Tessiner mesozoischen und altkristallinen Marmore usw. Ich halte es lieber mit der zweiten Alternative, die Sander aufgestellt hat (l. c.), daß „die Begleiter . . . in vielen Fällen die Entscheidung geben.“ Das läßt sich schon heute für gewisse Abschnitte des Brenner Mesozoikums behaupten. So ist die Abtrennung des gewiß ähnlichen Tarntaler Jura vom Kalkphyllit durch Verfolgen im Streichen schon von Hartmann mit Erfolg vollzogen worden. Aehnliches zeigt uns auch der „ladinische Pyritschiefer“ der Saile; und ein stratigraphischer Vergleich der verschiedenen „Eisendolomite“ fällt durch den Nachweis ihres sekundären Charakters. Ebenso ist bei dem petrographischen Vergleich der Tarntaler Bildungen mit dem Hochstegenkalke jene Zurückhaltung zu empfehlen, die Sander ja tatsächlich beobachtet<sup>1)</sup>. Ich meine, daß aus dem lithologisch gewiß zutreffenden Vergleich von Kalkphyllit und Tarntaler Jura oder Tribulaun- und Pfitscher-Dolomit eben noch keine stratigraphischen Schlüsse zu ziehen sind. Tatsächlich kann man bei einem Studium von Sanders Vergleichen sehen, daß sich fast jedes Glied des eigentlichen Tauernfensters ebenso mit mesozoischen wie paläozoischen Schichten vergleichen läßt<sup>2)</sup>. Ich möchte da auch auf die Kalkschiefer des Eisendolomits hinweisen<sup>3)</sup>, die meiner Ansicht nach ebenso im Kalkphyllit des Fensters wie des Tarntaler Jura, wie in paläozoischen Formationen ihren Platz finden könnten, während gewisse Varietäten des Eisendolomits dem Triasdolomit zum Verwechseln gleichen. Andererseits hat das auffallend kristalline Rhät der Tribulaungruppe gewisse paläozoische Charaktere. Eine Entscheidung wird hier, solange Fossilfunde fehlen, vielleicht nur durch die Begleiter und allenfalls durch die tektonische Zugehörigkeit fallen. Am sichersten bei all diesen Vergleichen erscheint mir noch, daß der Quarzphyllit des Nordrandes tektonisch aufgeschoben ist, sei es nach Norden oder nach Süden, denn er ist offenbar auch älter als das Grazer und Murauer Paläozoikum, die ältesten paläozoischen Gesteine, mit denen (schon vor Sander) die Tauerngebilde verglichen wurden. Die übrigen Fragen erscheinen mir so wie Sander heute noch nicht spruchreif.

---

<sup>1)</sup> Neuerdings spricht sich Sander allerdings entschieden für mesozoisches Alter aus (zum Beispiel Führer zu geolog. Exk. in Graubünden und den Tauern 1913)

<sup>2)</sup> Ich kann das zum Beispiel für die dunklen Klammkalke bestätigen, die der Pyritschiefergruppe verglichen werden, aber vom silurischen Hundsteinkalk ununterscheidbar sind! (Auch Stark [Sitzungsber. 1912, S. 21, Anmerkung] spricht vom Vorhandensein identischer Gesteine im Dientner Profil!)

<sup>3)</sup> Nach Hartmann, S. 228, sollen sie sich allerdings gut von den Kalkphylliten unterscheiden.

Tabelle der stratigraphischen Beziehungen des Brenner-Mesozoikums.

Von Bildungen, welche der Brenner Entwicklung fehlen, wurden nur jene der Engadiner Dolomiten, als dem nächstverwandten Gebiet in die Tabelle aufgenommen.

Von der Quarzit-Dolomit-Brekzie wurde abgesehen, weil ihre Deutung zu unsicher ist und sie ohnedies außer dem Tarntaler Gebiet keine Analogien hat.

+ bedeutet identisch ausgebildet, × = ähnlich ausgebildet. — gesperrt sind typische Bündner Elemente.

Zu Seite 194.

	Tribulaun	Tarntaler Gebiet	Bündner Fazies	Scans-Samadner Faziesgebiet	Canavese (Veltlin-Vidracco)	Graubündner „Aufbruchzone“	Radstädter Tauern	benachbarte Nordalpen	lombardische Alpen	Penserjoch Mauls Kalkstein	westlicher Drauzug	
Malm	?	Serpentin	—	—	—	+	—	—	—	—	—	
		bunte Hornsteine und Kieselschiefer	+	+	+	+	—	+	+	—	—	
		bunte Kalke	+	+	+	+	+ (Jurakalk?)	+	+	—	—	
		Dolomitbrekzie	+	+	—	?	+ Schwarzeckbrekzie?	×	×	(Hornsteinbrekzie)	—	—
		polygene Brekzie, Sandsteine etc.	—	×	×	+ (Falknisbrekzie)	—	—	—	—	—	—
		Tonschiefer	+	+	?	+	?	+	+	—	—	—
	Quarz-Sericit-Schiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lias	? „Pyritschiefer“ zum Teil	schwarze Tonschiefer	+	+	—	+	+ Pyritschiefer zum Teil?	+	+	—	—	
	—	schwarze sandige Kalke und Mergel	+ (Fraele)	+	—	+	?	+ (Algäufazies)	+	—	—	
	—	schwarze Dolomitbrekzie mit kalkigem Zement	+ (Fraele)	+	—	+	—	—	—	—	+	
	roter Adneter Kalk	—	×	×	×	×	—	+	+	—	—	
	—	—	Kieselkalk	+	—	+	?	+ (Algäufazies)	?	—	—	
	—	—	rote Liasbrekzie	+	+	+	—	—	+ (lokal)	—	—	
	—	Crinoidenkalk	+	+	+	?	+ (Alter?)	+	+ (lokal)	—	—	
Rhät	rötliche Kalkschiefer	rötliche Kalkschiefer	+ (Fraele)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	schwarze Kalke und Tonschiefer	schwarze Kalke und Tonschiefer	+	+	—	+	+ (Pyritschiefergruppe)	+	+	—	+	
	helle dolomitische Kalke	dunkle dolomitische Kalke	+ (Fraele)	+	—	—	?	×	(„oberer Dachstein- u. Plattenkalk“) grau	×	+	
	—	brauner Dolomit	+	+	—	—	+ (Eisendolomit)	×	(Rhätikon lokal)	×	—	
	bunte Kalkschiefer und Quarzit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Dolomit-Kalk-Wechselagerung (Hutzi)	—	+	+	—	?	+	+ (Rhätikon lokal)	—	—	+	
Haupt-Dolomit	heller gut gebankter Dolomit	heller gut gebankter Dolomit	×	×	+	?	?	×	(dunkler)	+	—	
Raibler Schichten	schwarze Tonschiefer	schwarze Tonschiefer	+	+	+ (Dubino)?	—	+ Pyritschiefer zum Teil?	+	+	—	+	
	braune Sandsteine	braune Sandsteine	+	+	—	—	+ Pyritschiefer?	+	+	—	+	
	schwarze Kalke und Kalkschiefer	schwarze Kalke und Kalkschiefer	+	+	—	—	+ Pyritschiefer zum Teil?	+	+	—	—	
	rötliche Kalke und Kalkschiefer	rötliche Kalke und Kalkschiefer	+	+	—	—	—	—	—	—	—	
	schwarzer Kalkoolith	—	—	—	—	—	—	+	+?	—	—	
	gelber, schieferbelegter Dolomit	gelber, schieferbelegter Dolomit	+	+	+ (Dubino)	—	—	—	—	—	—	
	Schiefer-Dolomit-Brekzie	Schiefer-Dolomit-Brekzie	+	+	—	—	×	? Schwarzeckbrekzie zum Teil?	—	—	—	
	—	Gips und Rauchwacke	bunte (rote) Ton- u. Kiesel-schiefer	+	+	—	—	—	+	—	—	
	—	—	+	+	—	—	—	?	+	—	—	
Tuffe? (Sandestal)	—	Eruptiva	—	—	—	—	—	×	—	—		
ladinische Stufe	geschichteter weißer Dolomit	? geschichteter grauer Dolomit (Hippoldserie)	×	×	×	?	grauer Diploporendolomit	+ Wettersteindolomit	×	×	grauer Diploporendolomit	
	weißer massiger Kalk	—	—	—	—	—	—	+	×	(Esino)	+	
	schwarze Tonschiefer	—	×	—	—	—	+ Pyritschiefer zum Teil?	+	+	—	—	
	schwarze Mergelkalke	—	—	—	—	—	+ Pyritschiefer zum Teil?	+	+	—	—	
Muschelkalk	schwarze, weiße und rote Bänderkalke	—	+	+	—	—	+ Mauls (? Jurakalke und Pyrit-schiefer zum Teil?)	—	—	+	—	
	schwarzer Hornsteinkalk	—	+ (lokal) Ducan	—	—	—	—	+	+	—	+	
	tiefbraune, mürbe Dolomite mit Schieferlagern	—	+	+	+ (Dubino)	—	?	+ (lokal ? Innsbruck)	—	—	—	
	—	Rauchwacke, Gips	+ lokal	+	—	+	×	(Mylonit zum Teil?)	+	+	—	
Buntsandstein	—	—	Eisendolomit	+	—	—	—	—	—	—	—	
	feine grüne Quarzite, Quarzitschiefer und Konglomerate?	—	+	+	+ (Dubino)	+	×	+	+	+	+	
	—	—	bunte Schiefer	+	+	+	—	+	+	+	—	
Verrucano	—	Tarntaler Quarzit?	—	—	—	—	+	—	—	—	—	
	grüne Quarzkonglomerate	—	+	+	+	+	×	+	+	+	—	
	weißer Quarzit?	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	
	—	polygene Konglomerate	+	+	?	+	+ (Klammkalkserie)	?	?	—	—	