

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	46 (1953)
Heft:	1
Artikel:	Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem oberen Münstertal und der Valle di Fraélé (Graubünden)
Autor:	Hess, Walter
Kapitel:	II: Zur Stratigraphie
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-161693

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zweiter Abschnitt
ZUR STRATIGRAPHIE

Um ein vollständiges Bild der Stratigraphie zu erhalten, sei hier vor allem auch auf die Arbeiten von SPITZ und DYHRENFURTH 1914, BOESCH 1937 und INHELDER 1952 verwiesen, die im folgenden Abschnitt nach Möglichkeit nicht wiederholt, sondern nur ergänzt wurden.

DAS PERM

VERRUCANO

Im Münstertal, vor allem auf der S-Seite, ist der Verrucano in aussergewöhnlicher Mächtigkeit aufgeschlossen (vgl. Taf. VI). Er bildet eine gewaltige, bis gegen 1000 m mächtige Schüttung, deren Zentrum etwa in der Gegend des Piz d’Ora liegen mag. Von diesem Zentrum aus nehmen die Mächtigkeit der Verrucanomasse und die Grösse der eingeschwemmten Geröllstücke nach allen Seiten allmählich ab. Durch tektonische Vorgänge ist die Verrucanoschüttung zu einer grossen WNW-ESE streichenden Kuppel, der Münstertaler Verrucanokuppel zusammengestaucht worden, die sich schon auf der SPITZ-Karte sehr deutlich erkennen lässt.

Am Piz Turettas gliedert sich der Verrucano in 2 Stufen, von welchen die obere allmählich aus der unteren hervorgeht und sich hauptsächlich durch einen wesentlich geringeren Grad der Metamorphose auszeichnet. Eine auffällig konglomeratische Ausbildung besitzt der Verrucano schliesslich in der Gegend des Tanter Pizza (zwischen P. d’Aint und P. d’Ora) und der Rifair Alm (N des P. Chavalatsch). Vgl. Fig. 3a.

1. Der Basiskomplex der Streifenserizitschiefer: Er besteht aus den von SPITZ und DYHRENFURTH eingehend beschriebenen Streifenserizitschiefern (1914, p. 36 bis 37) und geschiefererten Quarz-Serizit-Arkosen. Charakteristisch sind die oft langausgezogenen streifenartigen Einschlüsse grüner, rotvioletter und seltener auch tintenblauer Serizit-(Ton?)-Schieferchen. Auch weisse, oft gerundete Quarzstücke treten als häufige Komponenten auf. Die Hauptmasse des Gesteines wird jedoch von grobem Quarzsand und Serizit gebildet, die eine Art Grundmasse bilden. Bei den Arkosen dominiert der Quarzsand, bei den Serizitschiefern naturgemäß die serizitische Grundmasse. Die grösseren Geröllkomponenten sind häufig in eigentlichen Geröllschnüren oder in Lagen angeordnet, die wiederum durch geröllfreie Arkoselagen getrennt werden. Im grossen ganzen zeichnet sich auf diese Weise ein ähnliches Faziesbild ab, wie es sich in den peripheren, geröllärmeren Teilen der alpinen Molasseschüttungen findet.

Der ganze Basiskomplex ist weitgehend epimetamorph umgewandelt und ausgewalzt worden, wobei vor allem die serizitreichen Partien auf das äusserste verschiefert und oft auch etwas verfältelt worden sind. Die grösseren Komponenten weisen bisweilen Mörtelkränze und neugebildete Streckungshöfe auf, die sich parallel der s-Flächen entwickeln. Bei noch stärkerer Auswalzung sind die Quarze zu langausgezogenen Streifen von Sandquarz zerrieben worden, während die sich plastischer verhaltenden Einschlüsse von Serizitschiefern zu den charakteristischen, in extremen Fällen bis über 1 m langen Streifen ausgepresst wurden.

Die Umwandlung besteht somit aus einer rein mechanischen Auswalzung. Mächtigkeit des Basiskomplexes \pm 300–500 m.

2. Der graue Verrucano: Zwischen die einzelnen Geröllbänke und die Streifen-serizitschiefer des Basiskomplexes lagern sich gegen oben eintönige, massive Bänke von Quarz-Serizit-Arkosen ein, die immer mächtiger werden und bald ganz überhandnehmen. So entwickelt sich aus dem Basiskomplex eine höhere Verrucanoabteilung, welche nur mehr aus meist hellen, graugrünen Arkosen besteht. Die einzelnen grusartigen Quarzkörper sind gleichmässig in das Serizitmaterial der zersetzen Feldspäte eingebettet, so dass das Gestein einen flockigen Habitus besitzt. In den oberen Teilen des grauen Verrucano finden sich Einschaltungen von feinen, flammend rotvioletten Serizitschiefern und von lauchgrünen, feinen Quarz-Serizit-Phylliten, die beide in geringmächtigen, aber weithin aushaltenden Lagen auftreten. Auch vereinzelte malachitgrüne Flecken sind hie und da zu beobachten. Vielleicht zeigen sie einen minimen und als solchen nicht nachgewiesenen Kupfergehalt des Verrucano an. Einschlüsse grösserer Komponenten sind in den Flockenschiefern spärlich und bestehen fast durchwegs nur aus weissen Quarzstücklein.

Der graue Verrucano entspricht der von BOESCH (1937, p. 17) beschriebenen eintönigen Ausbildung des Verrucano in den zentralen Unterengadiner Dolomiten und ist, gemäss dem Befund am P. Turettas, nicht einfach als eine Faziesvariante des Verrucano, sondern als ein eigentliches stratigraphisches Glied aufzufassen, das möglicherweise bereits weitgehend der Werfener Stufe entspricht.

3. Der bunte Verrucano (Lokalfazies): In der Gegend von Tanter Pizza, d. h. „zwischen den Spitzen“ (des P. d'Aint und des P. d'Ora) findet sich eine lokale, buntkonglomeratische Ausbildung des Verrucano. Unter den sich durch ihre Grösse und Vielfalt auszeichnenden Einschlüssen finden sich neben den üblichen Quarzgerölle als Komponenten:

Verrucanomaterial aller Art, wie bis faustgrosse Brocken violetter oder graugrüner Arkosen, oder Bruch- und Rollstücke der lauchgrünen Quarz-Serizit-Phyllite und des rotvioletten Serizitschiefers.

Eingeschwemmtes, fremdes, z. T. auch in der kristallinen Unterlage des Verrucano nicht beheimatbares Material. Solches ist nur spärlich vertreten und umfasst Kristallinbrocken (saurer, glimmerarmer Orthogneis), rote Quarzporphyre, eine unten noch näher zu beschreibende schwarze Breccie und schwarze Quarzknollen.

Die erwähnte schwarze Breccie weist in einer schwärzlichen Grundmasse zahlreiche weisse, eckige Porphyroklaste auf, welche wie grosse Feldspateinsprenglinge erscheinen. U. d. M. erkennt man, dass diese Einschlüsse meist aus Quarz, bisweilen auch aus Plagioklas bestehen und klastisch völlig zertrümmert worden sind. In der äusserst feinkörnigen Grundmasse lassen sich erkennen: Turmalin in verschiedenster Ausbildung, als einzelne Säulchen, in kleinen Turmalinsonnen und als sphärolitischer Turmalin; ein chloritähnlicher grauer Glimmer, der bisweilen auch mit einem farblosen Glimmer verzwillingt ist; ferner Serizit, Apatit und Epidot. Herkunft und Alter dieser Verrucanokomponente sind völlig unbekannt.

Stratigraphisch gehört der bunte Verrucano zu den obersten Gliedern des ganzen Verrucanokomplexes. Er bildet eine grobe Schüttung, die im wesentlichen aus dem aufgearbeiteten Material des obersten Verrucano besteht, zu einem kleinen Teil aber auch fremdes Gesteinsgut aufweist.

Zur Gliederung und zur Altersfrage des Verrucano

Die Untergrenze der permischen Ablagerungen ist leider weder am P. Turretta noch im Val Schais (SE von Sta. Maria) unmittelbar aufgeschlossen. Doch geben die vorhandenen Aufschlüsse immerhin ein sehr klares Bild. Über den obersten Paraschiefern der S-charler Serie liegt stets eine meist ca. 20–30 m mächtige Lage eines weissen, seltener auch leicht rötlichen Muskowitgranitgneises, welcher vielleicht mit dem Gneiss chiaro der Bergamasker Alpen oder mit dem Tödigranit verglichen werden kann. In der genau gleichen Weise tritt ein solcher „Gneiss chiaro“ auch an der Ortlerbasis (z.B. M. Crapene bei Livigno oder Alpe Treila S von San Giacomo di Fraéle), sowie in der Sesvenna-Christannes-Gruppe und am Jaggl E der Reschen-Scheideck auf, hier im Norden jedoch stellenweise in eine Abart, den sog. „Augengneis mit roten Feldspäten“ (HAMMER 1909), übergehend. Stets schaltet sich zwischen das eigentliche Grundgebirge und die permischen Ablagerungen der Gneiss chiaro ein, der, immer in relativ geringer Mächtigkeit das Liegende des Verrucano bildend, geradezu als Leithorizont an der Verrucanobasis gelten darf. In ähnlicher Weise unterlagen die Gneiss chiari in den Bergamaskeralpen und im Südtessin auffallend häufig den Verrucano, bzw. den Servino, obschon sie dort gelegentlich auch als tiefere Einschaltungen im Grundgebirge auftreten mögen. Nach P. LEHNER (1952) ist an den Denti della Vecchia (Südtessin) der Gneiss chiaro als dünne, sehr gleichmässig aushaltende Lage zwischen die fossilbelegten Klastika des Westphalien und die Servino-Ablagerungen eingeschaltet. Die weite Verbreitung der Sequenz Gneiss chiaro–Verrucano und die stratigraphischen Beziehungen zum Westphalien der Denti della Vecchia lassen deshalb vermuten, dass die Gneiss chiari jünger als Westphalien und älter als der Verrucano sind. Sie mögen, wie der Tödigranit, einer spätherzynischen Intrusionsphase angehören und wären somit wahrscheinlich während des Stéphanien oder spätestens im untersten Rotliegenden gebildet worden. Es scheint sich hier um eine Abfolge zu handeln, wie sie im südlichen Bünden durch R. STAUB bereits 1917 erkannt und in der Bergeller-Karte (1921) niedergelegt worden ist.

Über dem Gneiss chiaro setzt sofort der Verrucano ein, zunächst mit grauen, leicht flockigen Serizitschiefern, die noch stark an kristalline Paraschiefer erinnern, jedoch keinen makroskopisch sichtbaren Muskowit mehr enthalten und im Schliff gelegentlich korrodierte Porphyqrarze erkennen lassen. Schon nach wenigen Metern folgen dann die ersten typischen Streifenserizitschiefer. Da bereits die tiefsten Verrucanschiefer porphyrischen Detritus enthalten, können sie nicht vor den unterpermischen Porphyrgüssen, also nicht vor dem mittleren Rotliegenden, gebildet worden sein.

Damit ist aber eine untere Zeitmarke für die Verrucanobildungen fixiert. Eine stratigraphisch sichere obere Grenze bildet erst das fossilbelegte Anisien, denn im ganzen Verrucano und Buntsandstein fehlen Leitfossilien vollkommen. Für die stratigraphische Unterteilung des Komplexes bleibt man somit ganz auf die lithologische Vergleichung mit analogen Serien innerhalb der Alpen angewiesen.

Der Komplex der Streifenserizitschiefer, der übrigens vielleicht auch tuffogenes Material (z. B. Porphyroide am Tellakopf, HAMMER 1909, p. 704) enthält, lässt sich sehr wohl mit den Collioschichten der Bergamaskeralpen vergleichen und würde dementsprechend etwa das mittlere und obere Rotliegende vertreten, also ein Äquivalent der Bozener Quarzporphyformation sein. Der graue Verrucano entspricht wohl weitgehend dem konglomeratischen Verrucano der Bergamasker Berge oder den Grödener Schichten des Südtirols. Unbestimmt bleibt die

Obergrenze des grauen Verrucanos, dessen Ablagerungen wahrscheinlich während der ganzen Zechsteinperiode, ja möglicherweise sogar noch während des unteren Werfénien (Seiser Stufe) abgesetzt worden sind. Im Buntsandstein zeigen sich die ersten marinen Einflüsse mit einer vorerst schwachen chemischen Kalksedimentation (vgl. p. 69). Ob der Buntsandstein gemeinsam mit der unteren Rauhwacke (Campilerniveau), ähnlich wie der Servino und der Eltodolomit der Bergamasker Alpen, die gesamte Werfénienstufe umfasst, oder ob beide Glieder, also auch der Buntsandstein, als Äquivalente der eigentlichen Campillerschichten des Südtirols zu gelten haben, scheint heute noch ein ungelöstes Problem zu sein. Vgl. unten.

DIE TRIAS

BUNTSANDSTEIN

Mit dem Namen Buntsandstein wird allgemein jene buntgefärbte Schichtreihe belegt, welche sich zwischen die obersten Flockenschiefer des Verrucano und die untersten Teile des Anisien einschaltet. Die höheren, karbonatreicheren Glieder dieser Schichtreihe werden häufig als Campiler Niveau eigens ausgeschieden. Doch sind an diese Bezeichnung keine allzu pedantischen stratigraphischen Anforderungen zu stellen. Sie wird, ähnlich wie der Name Verrucano, eher als Faziesbegriff gebraucht, für den nur das Gesteinsbild, das ± oberskythische Alter und die stratigraphische Einordnung zwischen Buntsandstein und Anisien feststehen. Doch wäre es durchaus möglich, dass nicht nur das magere Campiler Niveau, sondern auch der ganze Buntsandstein oberskythisch sind und somit beide Schichtglieder zusammen die Vertretung der echten Campiller Schichten des Südtirols übernehmen.

Am P. Turettas folgen über den obersten Flockenschiefern des Verrucano:

0,3 m lauchgrüne, feine Serizit-Quarzit-Phyllite.

20–30 m braunviolette, oft nur lose gebundene, gut- und dünn geschichtete Sandsteine. Die rostbraune bis braunviolette Farbe hängt mit einem geringen Karbonatgehalt zusammen.

6 m eines hellgelben, porösen, kalkig-quarzitischen Gesteines, das von silbrigen Serizithäuten durchzogen ist; ein typisches Campiler Gestein.

Ca. 30 m feine, rotviolette und grüne Serizit-Quarzit-Phyllite und grüne arkoseartige Flockenschiefer, denen jegliche karbonatische Imprägnation fehlt.

Ca. 1 m braungelbe, krümelige, schlackenartige Rauhwacke mit kleinen, eckigen Dolomiteinschlüssen.

7 m rostgelbe Sandsteine.

Darüber folgen, mit einer tektonischen Breccie an der Basis, die anischen Dolomite. Das Profil zeigt, wie schwierig es ist, ein eigentliches Campilerniveau vom Buntsandstein abzutrennen, denn typische Campilergesteine setzen schon recht früh ein und werden nachträglich wieder von verrucanoartigen Buntsandsteinschichten überlagert.

Eine wesentlich andere Entwicklung weist der Buntsandstein am S-Grat des P. d'Aint auf:

Bunter Verrucano.

Oberster Verrucano, bestehend aus eintönigen, graugrünen Flockenschiefern.

Ca. 10 m rostbraune Sandsteinschiefer.

Mindestens 50–60 m typische Campilergesteine: gelbe, sandige Campilderolomite, Rauhwacken, sandige und serizitreiche lilabraune Schiefer, bisweilen mit Ripplemarks.

25–35 m hellgelb anwitternder, serizitreicher, im Bruch schwärzlicher oder rötlicher Kalkschiefer. Muschelkalk.

60 m dunkelgraue bis schwärzliche Dolomite mit braunen Tonputzen.

Hier dominiert die Campilerfazies bei weitem und scheint den Buntsandstein als solchen zu verdrängen.

So verschiedenartig die Profile und Gesteine des Buntsandsteines im einzelnen erscheinen, bilden sie doch alle eine gewisse genetische Einheit, denn sie lassen sich alle als die verschieden zusammengesetzten Mischungsprodukte auffassen, welche aus der schwankenden Wechselwirkung von terrigerer Sandzufuhr und marin-chemischer Karbonatsedimentation hervorgegangen sind. Im unteren Buntsandstein überwiegt die schon während der Verrucanozeit so wirksame Sandzufuhr, die vorübergehend auch wieder gänzlich überhandnimmt. Im oberen Buntsandstein (Campilerschichten) gewinnt die chemische Sedimentation schliesslich immer eindeutiger die Oberhand und leitet auf diese Art zu den anischen Kalk- und Dolomitbildungen über.

ANISIEN

Mit dem Anisien beginnt die grosse Triasinundation, deren Nahen sich schon mit der chemischen Sedimentation während der Buntsandsteinzeit ankündigte. Noch ist sie nicht tief, so dass die Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit und in den Absatzbedingungen sich deutlich ausprägen und der anischen Schichtreihe ein von Ort zu Ort wechselndes Gewand verleihen. SPITZ und DYHRENFURTH haben 3 Faziestypen unterschieden: eine kalkreiche (S-charler) Fazies, eine dolomitische Fazies (P. Lad) und eine besonders entwickelte Schlinigfazies. Vgl. lit. SP. & D., 1914, auch BOESCH 1937, INHELDER 1952.

Auf der N-Seite des P. Turettas ist das Anisien in der rein dolomitischen Fazies entwickelt. Über den letzten gelben Sandsteinen des Buntsandsteines setzen unvermittelt die stark zerklüfteten, dunkelgrauen anischen Dolomite ein, die häufig leicht gelblichbraun anwittern und auf den Schichtflächen bisweilen braune Tonputzen besitzen.

Die Basis der anischen Dolomite wird von einer ausgesprochenen tektonischen Breccie gebildet, welche eindringlich beweist, dass sich an der Unterseite der karbonatischen Mittelrias Bewegungsvorgänge abgespielt haben müssen. Von der gegenüberliegenden Seite des Münstertales aus glaubt man auch erkennen zu können, wie die anischen Schichten mit flacher Diskordanz an die sehr scharf in Erscheinung tretende Basislinie heranstreichen und zwar in dem Sinne, dass von den untersten Schichten des Anis gegen E eine um die andere allmählich unterdrückt wird. Es fragt sich deshalb, ob in unserem Profil nicht ein Teil des Anisien (nämlich die basalen Kalkschiefer) ausgequetscht worden ist (?). Auch auf der E-Seite des P. d'Aint erkennt man eine sehr deutliche Diskordanz, bei der die geringmächtigen, stark verfalteten Kalkbänke des basalen Anisien von dessen dolomitischer Hauptmasse längs einer scharfen Diskordanzlinie überfahren werden.

Zwischen dem anischen Profil auf der N-Seite des P. Turettas und jenem auf dem Gipfelgrat besteht ein beträchtlicher Faziesunterschied. Innert 900 m wird die dolomitische Fazies durch die sehr kalkreiche des Gipfelgrates abgelöst. Dort folgen über dem Buntsandstein:

1/2 m graue, sandige Rauhwacke.

Ca. 3 m rötliche, feinmarmorisierte Kalkschiefer.

Ca. 4 m gleich ausgebildeter schwarzer Kalkschiefer. Die rötlichen Kalke scheinen durch Entfärbung aus den schwarzen hervorgegangen zu sein.

Ca. 40–50 m schwarzer Kalkschiefer, in die sich einzelne Dolomitbänke einschalten. Gegen oben nehmen die Dolomite an Volumen stark zu und verdrängen schliesslich die schwarzen Kalkschiefer ganz.

1–2 m dunkelgraue Rauhwacke. Grenze Anisien–Ladinien.

Also ein ziemlich abweichendes Profil, das an die S-charler Fazies erinnert. Am S-Grat des P. d'Aint besteht der untere Teil des Anisien aus hellgelb anwittern-

den Kalkschiefern, der obere aus dunkelgrauen, tonbelegten Dolomiten (vgl. p. 68). Auf der E-Seite des gleichen Berges ist das Anisien wieder fast durchwegs dolomitisch. Doch unterscheidet sich der mit schreiend gelbbraunen Farben anwitternde, sehr gut und gleichmässig dünn gebankte Komplex schwarzer Dolomite beträchtlich von der viel schlechter gebankten dolomitischen Entwicklung des P. Turettas.

LADINIEN

Das Ladinien ist die erste über grössere Gebiete gleichmässig aushaltende Dolomitstufe der Trias.

Am P. Turettas besteht diese aus meist deutlich gebankten, rauchgrauen Dolomiten, welche ebenso rauchgrau, bisweilen auch mit einem leicht orangebräunlichen Farbstich anwittern. Der sehr einheitlich wirkende Schichtstoss wird durch mehrere charakteristische Leithorizonte segmentiert. Als solche dienen:

1. Die mittlere Rauhwacke = Grenze Anis-Ladin:

Zwischen den sich so ähnlichen dolomitischen Stufen des Anisien und des Ladinien ist eine Grenzziehung recht schwierig. In Analogie zu den von KATZ (1948) beschriebenen Verhältnissen am P. Lad, wo das Anisien im Hangenden durch eine mächtige Folge von Rauhwacke und Gips abgeschlossen wird, glaube ich auch am P. Turettas die Obergrenze des Anisien in dem etwa 3–4 m mächtigen Rauhwackenhorizont, der sich inmitten der mitteltriadischen Dolomite einstellt, erblicken zu müssen, denn sonst könnte hier wohl kaum ein anderes Schichtglied die am P. Lad noch so ausgeprägte vorladinische Regression vertreten. Die Rauhwacke selbst ist grau und besteht aus einem sehr charakteristischen feinen, netzartigen Karbonatgewebe.

2. Der „wurmstichige“ Dolomit = unteres Ladin:

Dieses ladinische Leitgestein wird von zahlreichen, labyrinthischen Hohlgängen durchzogen, welche von runder ca. 2–5 mm messender Öffnung sind, so dass der Dolomit wie von Maden angefressen erscheint. Dieses typische Gestein findet sich weit verbreitet, so z. B. auch am P. d'Aint und am S-charlpass. Es scheint immer mit dem unteren Teil des Ladinien verknüpft zu sein und vielleicht einen eigentlichen durchziehenden Horizont zu bilden.

3. Der „schlackenartige“ Dolomit = mittleres Ladin:

Das eigenartige Gestein wird von einem dunkelgrauen, brecciösen und löchrigen Dolomit gebildet. Ursprünglich mögen die Hohlräume mit leichtlöslichem Material, wie Gips oder Calzit, erfüllt gewesen sein. Dieser Horizont wurde schon von SPITZ und DYHRENFURTH vom P. d'Aint und von INHELDER aus dem Starlex-gebiet beschrieben. In den E Teilen der Scarldecke scheint er also durchgehend aufzutreten und eine schwache mittelladinische Regression anzudeuten.

4. Die Gastropodenbank = oberstes Ladin:

Auf der E-Seite des P. d'Aint findet sich über dunkeln, gutgebankten Dolomiten des oberen Wettersteins eine ca. $\frac{1}{2}$ m mächtige, schwarze Kalkbank, deren Gestein voller kleiner, rundlicher, weisser Flecken ist und an einen Korallenkalk erinnert. Bei näherem Zusehen erkennt man jedoch, dass das Gestein von runden Gastropodenschalen erfüllt ist, deren Querschnitte jedoch weiter nicht bestimmbar sind. Die Schalen und oft auch die Hohlräume sind rekristallisiert worden und werden von oft gross ausgewachsenen Calzitkristallen gebildet. Im Schliff

findet man häufig kleine Foraminiferen. Über der Gastropodenbank folgen noch wenige Meter eines grauen, rauhen Dolomites und dann die typischen, gelblich anwitternden Raiblerdolomite.

Am Munt Buffalora (Gipfelregion) findet sich die Gastropodenbank in gleicher Ausbildung und im stratigraphisch genau gleichen Horizont wieder. Aus den N benachbarten Triasgebieten erwähnen auch SPITZ und DYHRENFURTH solche Gastropodenlagen.

Zur Fazies: Am P. d'Aint tritt das Ladinien in einer etwas veränderten Fazies auf. Es gliedert sich in eine schlechtgebankte, finsterrauchgraue untere und in eine gutgebankte, heller anwitternde, häufig auch Diploporen enthaltende obere Wettersteinstufe. Der untere Wetterstein erhält durch launige und phantastische Verwitterungsformen, etwa durch abenteuerliche Türmchen und bizar geformte Felsköpfe, ein wildromantisches Aussehen.

Diese zweiteilige Fazies schliesst sich unmittelbar an die von BOESCH und INHELDER beschriebene Entwicklung im NW und N an, mit welcher auch die kalkreiche Ausbildung des Anisien und die Gastropodenbank übereinstimmen, unterscheidet sich aber etwas von der durchwegs gebankten einförmigeren Entwicklung am P. Turettas.

CARNIEN

Eine Reihe von Profilen längs des ganzen Bergkammes vom P. Turettas bis Juf plau spiegelt die Unbeständigkeit der einzelnen karnischen Gesteinsschichten wider¹⁾. Doch zeichnet sich in allen Profilen meist nachstehende allgemeine Gliederung ab:

<i>Torer Schichten</i> (im Sinne von SUÈSS) = Obercarnien	IV. { - Spatkalke, „Sandsteinbank“ (tuffhaltiger Horizont ?), oberkarnische Riesenbreccie (Hauptdolomit-Basalbreccie ?) in Wechselfolge. III. { - Wechselfolge von hellgrauen oberkarnischen Dolomiten mit schwarzen und olivbraunen glänzenden Tonschiefern und tiefschwarzen, stark bituminösen Kalken, welche oft orange anwittern und lokal sehr fossilreich werden können (Lumachellen, „fossilreiche Kalke“ nach A. SPITZ, Ofenpass-Strasse, Val Madona, Plaun sura im Val Vau).
<i>Raibler Schichten</i> <i>s. str.</i> (im Sinne von SUÈSS) = Untercarnien	II. { - Graue und gelbe Raiblerauhwacken, die in ihren Zellen auch Gips enthalten. Andernorts (Ofenpass-Strasse) auch Gips und Gipsdolomit. Im basalen Teil der Rauhwacken eine tektonische Schubfläche. I. { - Schwarze, auch rötliche, glattbrechende und weissgeaderte Kalkdolomite, völlig tonfrei, z. T. brecciös. - Helle, gelblich anwitternde Raiblerdolomite mit den typischen braunen Tonhäuten. - Rauchgraue, sandig sich anfühlende Dolomite, noch vom Wettersteintypus, aber mit schwärzlichen, weichen Tonzwischenlagen. Übergang vom Ladinien zum Carnien.

¹⁾ Vgl. W. HESS 1949.

SPITZ und DYHRENFURTH belegten die gesamte karnische Stufe mit dem Namen Raiblerschichten. Doch verstanden sie darunter in vielen Fällen nur die unterkarnischen Schichtglieder, während sie die oberkarnische Stufe als solche nicht erkannten, sondern bald als Carnien (z. B. P. Mezdi-P. Lad), bald aber auch als Norien (z. B. am P. Praveder) oder als Rhät, die oberkarnischen Riesenbreccien sogar als Lias kartierten (z. B. bei Praivè am Ofenpass oder am P. Nair bei Buffalora; vgl. auch EUGSTER 1923, p. 35).

BOESCH, LEUPOLD und INHELDER gliedern das Carnien in drei lithologisch definierte Stufen, wobei allerdings die Einteilung BOESCHS nicht mit jener INHELDERS und LEUPOLDS übereinstimmt. Mir selbst scheint eine zyklische Gliederung die sinnvollste zu sein: Die oberladinische Inundation setzt sich ungehindert ins untere Carnien fort, wobei jedoch ihr Absatz merklich tonreicher wird. Eine scharfe Caesur in der Sedimentation bilden erst die Rauhwacken und Gipsbildungen, deren Lagunärfazies zweifellos eine starke Regression anzeigt. Damit ist ein erster oberladinisch-unterkarnischer Zyklus beendet. Erneute Dolomitsedimentation, die in ihren obren Teilen abermals eine beträchtliche Zufuhr an tonigem Material erfährt und schliesslich durch die Regression der Riesenbreccie usw. beendet wird, bildet den zweiten oberkarnischen Zyklus. Diese zweiteilige Gliederung des Carniens dürfte weitgehend auch mit der vor allem palaeontologisch gestützten Einteilung V. WOEHRMANNS übereinstimmen, welcher eine untere Abteilung, die Carditaschichten s. str. und eine obere, die Torer Schichten, unterschied. Aus den oberkarnischen „fossilreichen Kalken“ der Ofenstrasse werden von SPITZ und DYHRENFURTH (1914) eine Anzahl von Fossilien angeführt, von denen *Gonodus Mellingi* HAU. nach WOEHRMANN tatsächlich für die palaeontologische Gleichstellung dieser Schichten mit den Torer Schichten von Raibl spricht.

Die Raiblerschichten s. str.

Die Ausbildung der mannigfaltigen Raiblergesteine ist von SPITZ und DYHRENFURTH 1914, HEGWEIN 1927a und BOESCH 1937 hinreichend beschrieben worden, so dass sich eine Wiederholung ihrer Feststellungen erübrigt; vgl. auch p. 71. Doch seien noch einige Ergänzungen angefügt.

Die Raibler-Rauhwacken: In dem ganz aus Rauhwacken bestehenden, linksseitigen Gehänge der obersten Val Vau wurde im Jahre 1951 ein neuer, tiefer Bachlauf eingerissen, welcher eine Menge von frischem, unverwittertem Rauhwackenmaterial zutage förderte. Dabei zeigte es sich, dass die unverwitterte Raiblerrauhwacke ein noch kompaktes, kreidiges Gestein von hell gelblichgrauer Farbe ist. Es fühlt sich mild an und erinnert an eine Seekreide. In einem weichen, tonig-kalkigen Zement sind zahlreiche eckige Einschlüsse von Dolomit und ebenso häufige kleine, weisse Gipszellen enthalten. Sobald ein solches Gestein mit frischem Wasser in Berührung kommt, wird der feinpelitische Ton suspendiert, während der mengenmäßig zurücktretende Gips aufgelöst wird. Ton und Gips werden auf diese Weise aus dem Gestein herausgelöst, so dass bald das gewohnte löchrige und poröse Rauhwackengestein entsteht. Der suspendierte Ton bildet eine breiige Masse welche sich bei weiterem Wasserzutritt beliebig verdünnen lässt und deshalb leicht mit dem Wasser fortgespült wird. Vgl. ZOEPFRITZ 1906, p. 21; SPITZ & DYHRENFURTH 1914, p. 53; BRÜCKNER 1941 und H. JÄCKLI 1941, p. 51.

Baryt: Unweit von Alp Mora fand ich Barytknollen: der Baryt bildet in einem rostbraunen Ton Konkretionen und ist auch rosettenartig auskristallisiert. Er gehört vermutlich den Raiblerschichten¹⁾ des P. d’Ora an.

¹⁾ Baryt findet sich häufig in den Raiblerschichten der Bergamasker Alpen, dem sog. „Calcare metallifero“.

Die Raibler-Diabase

Das dunkelgrüne, inmitten der hellen Triasdolomite fremdartig anmutende und weithin sichtbare Diabasband des P. Lad und des P. Turettas wurde schon von THEOBALD (1863) beschrieben und hat auch in der Folge eine Reihe von Geologen angezogen, so SCHLAGINTWEIT, HAMMER, SPITZ und KATZ. Diese Forscher haben den Effusivcharakter der grünen Gesteine erkannt und die Gesteinstypen beschrieben. Als solche erwähnen sie: Diabasporphyrite (SPITZ 1914), Mandelsteine, die sehr an die Keratophyre des Kärpfplateaus erinnern (id.), Tuffe (id.), Amphibolit (HAMMER, 1911; sehr fraglich), Hornblende-Epidot-Chloritschiefer (KATZ 1948). Dazu gehören noch die Kontaktgesteine und die Mischungsprodukte von Diabas und aufgeschlucktem Dolomit. Eine moderne petrographische Untersuchung aller dieser Gesteine wäre sehr zu begrüssen, kann aber nicht im Rahmen dieser Arbeit liegen.

Die Lagerstätte am P. Turettas: Die klassisch schöne Diabaslagerstätte auf dem Turettasgrat ist für jeden Geologen eine erregende Augenweide. Inmitten der wässrigen, blassen Tönung der umliegenden Dolomite ist schon die Buntheit der Gesteine, welche sich mit dem grellsten und gegensätzlichsten Gelb und Grün schmücken, eine Überraschung. Überall, wo der grüne Strom seine dolomitischen Ufer berührt, entfacht er die leuchtendsten, indischgelben Farben. Es lassen sich der Farbe nach drei Zonen unterscheiden: eine gelbe, eine graue und eine dunkelgrüne.

I. Die gelbe Zone: Man könnte diese äusserste Zone des Diabaslagers in einem weitern Sinne als dessen leuchtend gelbes Salband bezeichnen, in welches der dunkelgrüne Stein eingefasst worden ist. Das Salband wird von intensiv ockerfarbigen Dolomiten gebildet, die ein etwas mehliges und geröstetes Aussehen haben. Die Farbe röhrt von der Kontaktwirkung des Diabases her, der in die feinsten Spalten und Klüfte des Dolomites eindrang und überall eine heftige, aber ganz untiefe Kontaktwirkung erzielte. Der Dolomit wurde dabei z. T. etwas mit diabasischen Lösungen durchtränkt, z. T. auch auf schmalen Krusten in grossen durchsichtigen Kristallen rekristallisiert. Ausserhalb des meist schmalen, nicht über einen Meter mächtigen Salbandes ist der Dolomit unverändert. Die schwache Einwirkung auf das Nebengestein weist auf den geringen Wärmeinhalt der Emission hin, der sich rasch im umliegenden Gestein verloren haben wird.

II. Die graue Zone: Die graugrüne Zone ist nur stellenweise am Rande der eigentlichen Diabasflut ausgebildet und verdrängt an diesen Orten das gelbe Salband fast vollständig. Man muss sie als eine Mischungszone betrachten, die zu grossen Teilen sowohl aus Diabas wie auch aus Dolomit und Gips besteht. In der graugrünen Diabasmasse schwimmen Dolomitknollen, welche oft mehr als Faustgrösse erreichen. Ausserhalb der scharfen Schmelzgrenze solcher meist gerundeter Dolomiteinschlüsse erkennt man bisweilen noch einen dolomitischen Hof, der eigenartige, verschwommen begrenzte, dolomitische Schlieren in den Diabas entsendet und den Eindruck erweckt, in halbfüssigem Zustande von der Strömung des Diabases erfasst worden zu sein, um kurz darauf, noch in der Bewegung, wieder zu erstarren. Daneben treten blassgrünliche, filzige Gipsknollen auf. Das Aufälligste aber sind die grossen Gipsplatten, deren leuchtendes Weiss wie Schnee aus der dunklen Diabasflut aufblitzt. Die graugrüne, erdige Farbe der Zone könnte von der Vermengung des Diabases mit Gips herrühren. Im übrigen müssen wir uns unter dieser Zone eine zähviskose, halbfertige „Legierung“ von Dolomit und Diabas vorstellen, die aber durchwegs noch beweglich und plastisch ge-

wesen ist und eine Unzahl feiner und feinster dolomitischer Schlieren enthält. Die noch eingeschlossenen grösseren Dolomitknollen sind nur die nicht mehr vollständig geschmolzenen Reste grösserer Gesteinsstücke. Ihre merkwürdigen runden und abgeschmolzenen Formen erklären sich so ganz natürlich, und man braucht nicht zur Hypothese von A. SPITZ zu greifen, der die Rundung durch rollenden magmatischen Transport erklären will.

III. Die grüne Zone: Sie wird durch die Hauptmasse des Diabasflusses vertreten. Sie besteht aus dunkelgrünem, unvermengten, meist verschiefertem Diabas, der ursprünglich wohl eine ziemlich höhere Temperatur besass als die graue Zone. Doch auch er führt noch Karbonatstücke bis zu 10 cm Grösse mit sich. Diese besitzen einen höhern Metamorphosierungsgrad als jene der Randpartien. Es sind entdolomitisierte, marmorartige, feinkristalline Kalke, die sehr stark den rötlichen Muschelkalkscherben gleichen.

Auffallend ist die merkwürdig starke Verschieferung des Diabases, während doch gleichzeitig die umliegende Triasserie, namentlich auch die empfindlichen Rauhwacken und oberkarnischen Tonschiefer, tektonisch nicht wesentlich beansprucht worden sind und nirgends eine solche Differentialmetamorphose aufweisen. Es ist deshalb zu vermuten, dass die Verschieferung nicht die Folge einer späteren Metamorphose ist (wie dies vielfach auch heute noch für alle kristallinen Schiefer angenommen wird), sondern dass sie primär schon während der Erstarrung des Diabases entstanden ist als Auswirkung der auch während der Abkühlung noch anhaltenden Fliessvorgänge auf den immer zäher werdenden Diabas.

Dass trotz der Vermengung von Silikatschmelze und Karbonatgestein kein Wollastonit, Granat und dergleichen Calciumsilikatmineralien entstanden sind, deutet auf die Armut der gabbroiden Schmelze an SiO_2 hin. Wäre umgekehrt die Schmelze noch basischer als ein gabbroides Magma gewesen, so hätte eine Vermengung von Serpentin und Kalk, also Ophicalcit entstehen müssen. Immerhin ist häufig Epidot zu beobachten.

Die Torer Schichten

Überall, wo im Unterbau der Scarldecke die obertriadischen Glieder nicht unmittelbar über den Raiblerschichten abgeschrägt worden sind, folgt über diesen eine höchst charakteristische helle, dünngebankte Schichtserie: die oberkarnischen Dolomite. Sie treten auf am Grat zwischen P. Turettas und P. Dössradond, am P. Mezdi (V. Vau), an der Ofenstrasse unterhalb Praivè, ferner auch in den zentralen Engadiner Dolomiten und in der Quatervalsgruppe.

Im folgenden sei das Profil vom N-Grat des P. Dössradond angeführt. Über dem letzten Band der Raiblerschichten folgen dort:

1. Ca. 60 m mittelgraue, feinzuckerkörnige Dolomite, die hellgrau anwittern und eine ausgeprägte Bankung besitzen. Primärbreccien sind ausserordentlich häufig.
2. Oberkarnischer Tonschiefer-Dolomitkomplex: beginnt mit der ersten schmächtigen Zwischenlage schwarzer, oft gelbbraun anwitternder Tonschiefer und geht gegen oben in eine rhythmische Wechsellagerung von hellen, dünngebankten Dolomiten und schwarzen und grauen Tonschieferzwischenlagen über. Die sonst in diesem Niveau häufig auftretenden zähen, schwarzen Kalklumachellen fehlen hier, treten aber auf Plaun sura und im unteren Val Madona auf. Gegen oben werden die Tonschieferereinlagen häufiger und mächtiger. Der ganze Komplex ist ca. 57 m mächtig.
3. Ca. 1 m mächtige Sandsteinbank, aus lilarotem, dichtem, rostbraun anwitterndem Dolomit-sandstein bestehend. U. d. M. erkennt man nach Herrn J. NEHER, dessen freundliche Mithilfe ich bestens verdanke, dass die Hauptmasse des Gesteines aus dolomitischen Körnern besteht. Doch findet sich daneben auch tuffogenes Material, nämlich nachträglich auskristallisierte

Glasrelikte, welche von länglicher, gerundeter Gestalt sind und am Rande oft stark angefressen und z. T. auch ganz zerstört erscheinen. Die feinkörnige Struktur dieser Tuffeinschwemmlinge erinnert an auskristallisiertes Glas oder an Opal. Relikte von Glasstruktur sind auch noch zu erkennen, so optisch völlig isotrope Glasfäden.

4. 3 m dunkelgrauer Spatkalk mit rauher, etwas heller grau anwitternder Oberfläche und sehr grobspätigem Bruch wie bei einer Echinodermenbreccie. Doch konnte im Dünnschliff keine Crinoidenstruktur festgestellt werden.
5. Riesenbreccie: gewaltige Primärbreccie, bei welcher riesige, nach Metern messende, meist rundliche Blöcke eines dunkelgrauen Dolomites in helleres Dolomitmaterial eingebettet sind. Die Ränder der grossen Komponenten sind oft in sich wieder brecciös, wohl als Folge tektonischer Einwirkungen auf die mechanisch sehr heterogene Riesenbreccie.
In die Riesenbreccie eingelassen finden sich spärliche Nester und Adern eines roten dolomischen Tones.
6. Glattbrechender, schwärzlicher Dolomit.
7. Dunkelgrauer Spatkalk.
8. Rötlicher Kalkdolomit mit tiefroten, späten Adern. Rostgelb anwitternd.
9. Schwarze, bituminöse Schieferchen.
10. Glatter, schwarzer Dolomit.
11. Sandiges Gestein mit tiefschwarzen, bituminösen Zwischenhäuten. Graue, eisenhaltige und rostig anwitternde, tuffogene Sandsteine.
12. Riesenbreccie, mit etwas kleineren Komponenten und mit roten Tonnestern.
13. Glattbrechender, hellgrauer, weisslich anwitternder Hauptdolomit.

Gesamtmächtigkeit der obersten Schichtgruppe 5–12 ca. 40 m.

Dieses im gesamten etwa 150 m mächtige Profil ist eines der schönsten und vollständigsten durch das Obercarnien der Scarldecke. Es lässt sich im Sinne unseres Schemas auf Seite 71 in drei Schichtgruppen aufgliedern:

- in die basale Dolomitgruppe,
- in die Tonschiefer-Dolomit-Wechselfolge,
- in die Schichtfolge der oberkarnischen Sandsteine und Riesenbreccien.

Ein sehr ähnliches Profil, dem jedoch die Riesenbreccien zu fehlen scheinen, führt BOESCH (1937, p. 38) von Ova d'Spin an der Ofenstrasse an.

Wahrscheinlich gehören auch die hellgrauen, splittrigen Dolomite, welche die Mots bei Juf plausibel aufbauen, weitgehend dem Obercarnien an. Für diese Ansicht sprechen die Primärbreccien (Motsbreccie), die über den Raibler Rauhwacken zu erwartende natürliche Schichtfolge und schliesslich der Fossilfund eines *Solen*-ähnlichen Fossils (siehe Fig. 2 k u. p. 88). Allerdings konnten in dem sehr stark überwachsenen Gebiet bis jetzt die typischen oberkarnischen Tonschiefer nicht gefunden werden. Doch treten sie gegen E bereits am Ausgang der Val Murtaröl, gegen W auf der W-Seite der Cima del Serraglio wieder auf. Auch können tektonische Komplikationen, die mit dem nahen Anschub der Quatervalsdecke im Zusammenhang stünden, zu Unregelmässigkeiten und Ausquetschungen geführt haben.

Die Motsbreccie ist in ihrer Ausbildung äusserst charakteristisch. Dolomitbruchstücke aller Formen und Grössen, vom kleinen Korn bis zu metergrossen Blöcken, und aus verschiedenen Dolomitarten, mehrheitlich aber aus dunklem, zuckerkörnigem Dolomit bestehend, sind in irrer Lagerung von einem hellen, dolomitischen Zement wieder zusammengekittet worden. Andernorts sind helle Dolomitbänke aufgeborsten, wobei sich in die Sprünge und Risse feineres Breccienmaterial mit dunklem Zement eingelagert hat. Die Entstehung dieser Breccie muss wohl auf einen gewaltigen Vorgang zurückgeführt werden, vielleicht auf eine submarine Gasexplosion, durch welche die obersten Schichten abgesprengt wurden. Ihre Trümmer lagerten sich in wirrem Durcheinander ab und wurden später in einen hellen, leicht kalkigen Dolomit einsedimentiert. Andere Schichten

wurden durch die Wucht der Explosion zerrissen, wobei die Sprünge und Spalten nachträglich wieder von feinerem Trümmermaterial ausgefüllt wurden.

NORIEN

Das Norien ist die dominierende Schichtstufe des Gebietes. Bedeutende tektonische Elemente wie die Ortlerdecke, die Quatervalsdecke und die Umbraildecke werden fast ausschliesslich von den gewaltigen Massen der norischen Sedimente aufgebaut. Auch in der Scarldecke spielt das Norien eine wesentliche Rolle. Da zudem in den ersten drei der genannten Decken die vornorischen Schichtglieder nur spärlich und nie in tektonisch ungestörten Profilen auftreten und die jüngeren Sedimente oft überhaupt fehlen, kommt dem Norien für Faziesvergleiche eine hervorragende Bedeutung zu.

Allerdings ist ein solcher Faziesvergleich angesichts der eintönigen, wüstenhaften Gebirge, zu welchen die norischen Felsmassen aufgetürmt sind, eine recht wenig verlockende Aufgabe, die sich oft auch wegen der tektonischen Komplikationen ungemein schwierig gestaltet. Aus der Ferne betrachtet zeichnen sich wohl augenfällige Unterschiede in der Grautönung und Struktur der Dolomitserien ab; doch lösen sich, sobald man dem Objekt näher an den Leib rückt, alle eben noch so deutlich wahrgenommenen Nüancen wie in eine Fata Morgana auf, und man steht schliesslich als der Genarre vor lauter gleichen grauen Dolomiten, die jeder sinnvollen „wissenschaftlichen Klassifikation“ zu höhnen scheinen. Alle Versuche, mit Hilfe einer verfeinerten lithologischen Beschreibung oder mit einfachen chemischen Untersuchungen geeignete Unterscheidungsmerkmale zu finden, sind zu keinem befriedigenden Ziele gelangt.

Lithologisch wurden die Dolomite nach vier Qualitäten untersucht: nach der Farbe der frischen Bruchfläche, nach der Anwitterungsfarbe, nach der Beschaffenheit der frischen Bruchfläche und nach der Beschaffenheit der verwitterten Gesteinoberfläche. Auf diese Art lassen sich wohl eine Anzahl verschiedener Dolomittypen auseinanderhalten. Doch konnte mit Ausnahme gewisser Dolomitarten aus dem Hauptdolomit der Scarldecke keine eindeutige Abhängigkeit dieser Dolomittypen von ihrer tektonischen Herkunft festgestellt werden. Auch nimmt ein grosser Teil der Dolomite (meist gerade an den entscheidenden Stellen) eine so indifferente Mittelstellung ein, dass eine sichere Diagnose unmöglich wird.

Die chemische Untersuchung hatte zur Aufgabe, das sehr feinkörnige Gemisch, welches die triadischen Dolomite bildet und aus Dolomitspat, Kalkspat, Siderit, Tonsubstanz, organischem Pigment¹⁾ und eingeschwemmten Mineralkörnern wie Quarz, Feldspat und spärlichen Schwere-mineralien sich zusammensetzt, durch einfache Methoden qualitativ und in groben Schätzungen auch quantitativ zu erfassen. Dazu eigneten sich der altbewährte Salzsäuretest auf Kalkspat und eine Auflösung in reiner Salzsäure. Der Eisengehalt liess sich dabei durch Gelbfärben der Lösung (Fe-Chlorid) oder bei minimalen Mengen durch Kalium-Rhodanid nachweisen. Die Tonsubstanz, das organische Pigment und der sedimentpetrographische Anteil lassen sich im Rückstand ohne weiteres erkennen. In zwei Versuchsreihen wurden über 90 Dolomitproben aus der ganzen dolomitischen Trias, vornehmlich aber aus dem Norien untersucht. Doch waren auch hier die Resultate nicht von der gewünschten Eindeutigkeit, welche erlaubt hätte, auf Grund dieser groben Analyse die stratigraphische oder tektonische Zugehörigkeit eines Dolomites mit Sicherheit zu bestimmen. Immerhin zeigte sich, dass der Hauptdolomit der Scarldecke ausnahmslos sehr eisenarm ist, im Gegensatz zu der Quatervals- und der Umbraildecke, wo er meist einen ziemlich grossen Eisengehalt aufweist.

Im allgemeinen wurden durch diese Versuche auch die sehr engen Beziehungen zwischen den chemischen Eigenschaften und der äusseren Tracht der Dolomite offenbar.

¹⁾ Häufig ist das organische Pigment bituminös und zeigt dann einen gewissen, allerdings sehr geringen Ölgehalt der Dolomite an.

Tabelle 2
Faziestypen des Norien in den S-Engadiner Dolomiten (vgl. Fig. 1)

Merkmale	Scarldecke (Unterbau)	Quatervalsdecke = Q Serraglioscholle = S	Murtarölschuppen	Umbraildecke s. str.
1. Farbe des Haupt-dolomites	hell weisslich-grau, oft mit einem feinen Stich ins Gelbliche	Q: aschgrau, mittel- bis dunkelgrau S: hellgrau	schwarzlich	dunkelgrau
2. Farbe des Schuttetts	weisslich	mittelgrau	dunkelgrau	mittelgrau
3. Bankung der Dolomite	sehr undeutlich, dickbankig	sehr ausgeprägt, glatt-gestuft und plattig	grob und dickbankig, oft glatt gestuft	dickbankig
4. Hell-Dunkel-Streifung	breit, blass und verwaschen	unregelmässige dunkle Streifen, auch fehlend	bisweilen helle Bänke	häufig helle, schmale Bänke
5. Einlagerung von Kalkzügen	keine	häufig im mittleren, überwiegend im oberen Norien	keine	keine
6. Mächtigkeit	mehr als 300 m	bis über 1200 m	?	?
7. Bemerkungen	HD-Basalbrecce Einlage von „geflossenen“ Tonschiefern im unteren HD	Gliederung: 1. Hauptdolomit 2. Prä-Grata-Schichten 3. Quatervalsschichten		

Mit der nötigen Erfahrung kann man leicht von der lithologischen Beschaffenheit eines Dolomites auf seinen Chemismus schliessen.

Wenngleich über einer Faziesgliederung der so gleichartig entwickelten Hauptdolomitserien ungünstige Auspizien stehen, scheint mir ein solches Vorhaben dennoch in einem beschränkten Umfange möglich zu sein. Dabei ist von den schon erwähnten, nur aus der Ferne deutlich wahrnehmbaren Unterschieden in Strukturbild und Färbung der ganzen Dolomitserien auszugehen, wobei man vor allem auf folgende Eigenschaften zu achten hat: 1. die Farbe der Dolomitserie, 2. die Farbe der Schutthalde, 3. die Bankung der Dolomite, 4. die Hell-Dunkel-Streifung, welche viele Hauptdolomitstufen charakterisiert, 5. allfällige Einlagerungen von Kalken und Kalkschiefern, 6. die Mächtigkeit. In der Tabelle 2 sind die Verhältnisse für die verschiedenen Decken zusammengestellt worden. Diese Methode eignet sich jedoch im allgemeinen nur für den Lokalgebrauch, da über grössere Distanzen auch die Dolomitserien der selben Decke ihre Ausbildung ändern können.

Die einwandfreie Beobachtung der erwähnten Merkmale erfordert ideale Sichtverhältnisse, am besten diffuses Licht. Man darf es auch nicht bei der Feststellung nur eines einzigen Charakteristikums bewenden lassen, denn je mehr Kriterien sich zugunsten einer Deckenzugehörigkeit nachweisen lassen, desto sicherer wird die Bestimmung und desto eher werden zufällige Beobachtungsfehler, die sich bei der Vielfalt der störenden Faktoren bisweilen einstellen können, ausgemerzt.

Der Hauptdolomit der Scarldecke (Unterbau)

Am P. Dössradond folgt über der letzten oberkarnischen Riesenbreccie in normaler Lagerung ein heller Hauptdolomit, der zweifellos noch zur Scarldecke gehört. Seine hellgraue, fast weissliche Farbe mit einem schwachen Stich ins Gelbliche unterscheidet ihn recht deutlich von den aschgrauen, dunkleren Dolomiten der Quatervals- und Umbrialdecke und nach BOESCH (1937, p. 44) auch vom Hauptdolomit des Oberbaues. Aus der Ferne ist bei guter Beleuchtung (P. Dössradond von W) eine breite, verwischte Streifung der sehr schlecht gebankten Schichtstufe erkennbar. Auch der Schutt besitzt eine auffallend helle, weissliche Farbe. Der Dolomit unterscheidet sich lithologisch durch seinen glatten, splittigen Bruch und häufig durch seine schwach bräunliche Farbe ein wenig vom Hauptdolomit der übrigen Decken. Am P. Dössradond beträgt die Mächtigkeit der noch erhaltenen Hauptdolomitklippe schätzungsweise etwa 250 Meter. SPITZ & DYHRENFURTH (1914) und BOESCH (1937) beschreiben ähnliche Verhältnisse aus den zentralen Unterengadiner Dolomiten, wo an der Basis des Oberbaues noch helle, leicht gelbliche und massive Hauptdolomitreste des Unterbaues zu finden sind.

Zum Problem der umstrittenen Hauptdolomit-Basalbreccie sei nur bemerkt, dass die oberkarnische Riesenbreccie des P. Dössradond sowohl hinsichtlich ihrer Ausbildung als auch in bezug auf ihre stratigraphische Stellung durchaus als Äquivalent der EUGSTERSchen Hauptdolomit-Basalbreccie gelten kann. Ich ziehe die Bezeichnung Oberkarnische Riesenbreccie vor, weil diese typische Transgressionsbreccie nicht nur an die Basis des Hauptdolomites gebunden ist, sondern in mehreren Horizonten der obersten Toler Schichten auftritt. Sie scheint in der Scarldecke – wie übrigens auch in der Ducangruppe – nur lokal entwickelt zu sein. Vgl. Profilbeschreibung p. 75, lit. EUGSTER 1923, p. 55, und den Einwand BOESCHS 1937, p. 41.

Am P. Dössradond schaltet sich in den unteren Teil des Hauptdolomites eine Zone von höchst eigenartigen, „geflossenen“ Tonschiefern und Breccien ein, welche eine ausgesprochene, schlierige Fluidaltextur besitzen. In einer, oft etwas sandige Tongrundmasse sind kleine und kleinste eckige Dolomitbröcklein, bei den Breccien auch grössere, kantige Dolomiteinschlüsse eingebettet. U. d. M. kann man auch Mineralkörner von Albit, der teilweise autigen weitergewachsen ist und dabei fremde Einlagerungen poikiloblastisch umschlossen hat, und von Quarz, der bisweilen ebenfalls autigen zu schönen idiomorphen Kriställchen ausgewachsen ist, beobachten. Ferner finden sich reichliche limonitisierte Erzbeimengungen und spärliche Relikte von tuffogenem Material, das jedoch restlos auskristallisiert ist. Es scheint sich um eine Art Schlammstrom zu handeln, der viele Dolomitbruchstücke in sich aufgenommen hat. Seine Herkunft und Bedeutung sind rätselhaft.

BOESCH (1937, p. 44) erwähnt aus dem Unterbauhauptdolomit des V. Nüglia einen durchaus ähnlichen Horizont, der vermutlich auch dort ins untere Norien gehört.

Das Norien der Quatervalsdecke

In der Quatervalsdecke erreicht die norische Stufe eine ungewöhnliche Mächtigkeit, welche 1200 m erreichen mag, und wird nicht nur von Hauptdolomit, sondern auch von mächtigen Lagen schwarzer Plattenkalke gebildet. Dagegen scheinen ausgesprochene tonige Schichtglieder wie Mergel, Schieferletten u. ä. völlig zu fehlen.

Gliederung: Dieser gewaltige norische Schichtkomplex lässt sich in drei Stufen gliedern:

1. **Hauptdolomit (unternorisch):** Aschengraue, sehr gut und regelmässig gebankte Dolomite. Selten lagern sich einzelne, schmächtige und nicht aushaltende Kalklagen ein (Spöltal). Ca. 300–400 m.
2. **Prà-Grata-Schichten¹⁾ (mittelnorisch):** Oft auffällig hell anwitternde Dolomite und Kalke, welche mit schwarzen Kalken und Kalkschiefern wechseln. Dieser Horizont entspricht dem norisch-rhätischen Grenzniveau von SPITZ und DYHRENFURTH, ist aber stratigraphisch nicht an die Grenze von Norien und Rhät zu stellen. Ca. 200–300 m.
3. **Quatervals-Schichten²⁾ (obernorisch):** Mächtige Folge schwarzer, weicher Kalkschiefer und härterer, heller anwitternder Kalkbänke, die vielerorts (z. B. Cima del Serraglio) bei der Abwitterung ein sehr charakteristisches, durch schmale Steilstufen segmentiertes Strukturbild ergeben. SPITZ & DYHRENFURTH betrachteten diese Schichten als ein in einer besonderen Quatervalsfazies entwickeltes Rhät. Bis ca. 400 m.
4. **Kössener Schichten (rhätisch):** Nach SPITZ & DYHRENFURTH aus einer Wechsellegerung von Mergeln, tonigen Schiefern und schwarzen Kalken bestehend, und meist auffallend gelbbraun verwitternd. Fehlen in unserem Gebiet, treten aber nach der Karte von HEGWEIN in der Quatervalsgruppe (P. del Diavel) auf und ordnen sich dort im Hangenden des sog. Quatervalsrhät ein.

Da die vorliegende Einteilung der norisch-rhätischen Sedimente in mehreren Punkten der von SPITZ & DYHRENFURTH aufgestellten stratigraphischen Ordnung widerspricht, ist es notwendig, zunächst auf das Problem der Plattenkalke und ihres Alters einzugehen.

¹⁾ Nach der Cima di Prà Grata in der M.-del-Ferro-Gruppe benannt.

²⁾ Nach dem „Rhät in Quatervalsfazies“ (SPITZ und DYHRENFURTH 1914) umgetauft in Quatervalsschichten.

Bemerkungen über Stellung und Alter der Plattenkalke

Einlagerungen von dunklen, meist schmalen Kalkzügen in den obertriadischen Dolomiten waren schon den älteren Geologen bekannt und wurden bereits von ihnen sehr verschieden beurteilt.

In der Ortlerdecke hielten sie SCHLAGINTWEIT (1908) und HAMMER (1908a) für normale stratigraphische Einschaltungen, während ZOEPPRITZ (1906) sie als tektonisch bedingte Einfaltungen von jüngeren Liaskalken betrachtete. SCHLAGINTWEIT unterschied im Profil des Scalepasses bereits zwei Kalkhorizonte unter dem Fraéle-Rhät, einen unteren, welcher aus einer Wechsellagerung von Dolomiten und schwarzen Kalken mit einem auffallenden Kalkschieferzug an der Basis besteht, und einen oberen, welcher sich aus Plattenkalken zusammensetzt und gut bestimmbare Exemplare von *Worthenia solitaria* BEN. und *Rissoa alpina* GUEMB. lieferte. Der untere Horizont könnte ein Analogon der Prà-Grata-Schichten sein, der obere mit den norischen Fossilien dürfte, wie schon SCHLAGINTWEIT angenommen hat, den obernorischen Plattenkalken, d. h. unseren Quatervalsschichten entsprechen. Erst darüber folgen nach einer schmächtigen Dolomiteinschaltung die echten tonreichen Kössenerenschichten des Fraélezuges (vgl. lit. 1908, p. 222–223). KAPPELER (1938) bestätigte das Auftreten der zwei Kalkzüge im Liegenden des Fraélezuges, hält die Kalke aber für Rhät in „Quatervalsfazies“.

Im Bereich der Quatervalsdecke geht die stratigraphische Gliederung der norischen und rhätischen Ablagerungen vor allem auf SPITZ und DYHRENFURTH zurück. Sie unterschieden:

- a. Hauptdolomit mit norischen Fossilien,
- b. Norisch-rhätisches Grenzniveau mit einer Mischfauna norischer und rhätischer Fossilien,
- c. Rhät in Quatervalsfazies mit rhätischen Fossilien.

HEGWEIN (1927) stellte nachträglich das norisch-rhätische Grenzniveau ganz in das Norien und kartierte innerhalb der Quatervalsdecke ein Rhät in Quatervalsfazies und eines in Kössenerfazies aus.

In der Terzateildecke (Alp Murtér) und im Oberbau der Scarldecke sind die Verhältnisse einfacher: Über dem Hauptdolomit folgen nach BOESCH (1937) ca. 30–60 m z. T. noch norischer Plattenkalke, dann die Kössenerenschichten, die am P. Murtér eine reichliche Rhätfauna enthalten, und schliesslich andeutungsweise auch oberrhätische Kalke. In die oberen Teile des Hauptdolomites schalten sich am P. d'Ivraina (Oberbau) langgezogene Kalkbänke ein, die abermals von Hauptdolomit und schliesslich von fossilführendem Rhät überlagert werden. Nach SPITZ & DYHRENFURTH (1914, p. 135) soll es sich auch hier um tektonisch bedingte Überlagerungen handeln (?).

So scheint sich heute die alte Kontroverse, die sich um die Bedeutung und das Alter der Kalkzüge entsponnen hat, eher im Sinne von ZOEPPRITZ zu entscheiden. Die Dolomite werden als Norien, die mächtigen Kalkzüge als Rhät betrachtet und eine Wechselfolge beider als tektonische Verschuppung oder Verfaltung gedeutet. Nur ganz offensichtliche Wechsellagerungen von Kalk und Dolomit werden als Grenzniveau oder Plattenkalk für sich ausgeschieden.

Gegen diese Auffassung erhebt sich jedoch eine Reihe von Einwänden: 1. Die an sich doch eher als ein Kuriosum zu bewertende, regelmässige Verschuppung von Norien und Rhät ist ausserordentlich weit verbreitet: Ortlergruppe, Cime di Plator, P. Murtarölgruppe, Cima del Serraglio, Quatervalsgruppe, Laschadurellagruppe. An den meisten Orten scheint zudem die Verschuppung

nur auf die oberen Teile des Norien beschränkt zu sein. 2. In keinem einzigen dieser Rhätzüge ist die typische Rhätfazies der Kössener Schichten entwickelt, sondern es handelt sich durchwegs um „absolut sterile“ Kalke, die bis jetzt noch kein einziges rhätisches Fossil geliefert haben. 3. Die „absolute Sterilität“ der Kalkzüge ist längst durch die Fossilfunde von SCHLAGINTWEIT (siehe oben) und FRANCHI (1911, p. 501) widerlegt. Allerdings handelt es sich nicht um rhätische, sondern um norische Fossilien. Ein neuer Fossilfund (siehe p. 88) hat das norische Alter ähnlicher Kalkschiefer bestätigt. 4. Der von SPITZ (vgl. seine Karte) auch in unserem Abschnitt postulierte komplizierte Falten- oder Schuppenbau innerhalb der Quatervalsdecke steht in schroffem Widerspruch zu dem äusserst einfachen Schichtverlauf derselben (vgl. Taf. 1). Da sich aber in den für tektonische Beanspruchung besonders empfindlichen, feingegliederten und plastischen Quatervalsschichten solche kühne Einfaltungen oder Verschuppungen mit aller Deutlichkeit abzeichnen müssten, scheint mir die SPITZsche Interpretation mechanisch wenig glaubhaft zu sein. 5. Eine kritische Sichtung der von SPITZ und DYHRENFURTH angeführten Fossilliste (1914, p. 62 ff) zeigt, dass alle bisher aus dem norisch-rhätischen Grenzniveau und den Quatervalskalken bekannt gewordenen und sicher bestimmmbaren Fossilien norischen Alters sind.

Aus der Fossilliste bleiben nach der Streichung aller nicht leitenden oder nicht aus der Quatervalsdecke stammenden Fossilien die folgenden übrig:

HD keine

- Grenzniv. 1. *Cardium cf. reticulatum* DITTM.: Durchschnitt, Monte Serra-Nordgrat. (Rhät.)
 2. *Worthenia solitaria* BEN.: Serra-Nordgrat und Valle Tranzera. (Norien.)
 3./4. (lit. FRANCHI 1911) *W. solitaria*, *Avicula* (= *Perna*) *exilis* STOPP.: Pt. 3004 NW
 der Cima di Prà Grata. (Nr. 4. Norien und Rhät.)
 5. (lit. id.) *W. solitaria* BEN.: Unterhalb Pt. 2868 (auf der Karte 2858) W des P. Mur-
 taröl-Gipfels.

Rhät in 6./7. *Gervilia precursor* QUENST., *Anomia Schafhäutli* WINKL.: Val Cluoza, in losen
 Quatervals- Blöcken. (Beide Rhät.)

Fazies 8. *W. solitaria* BEN.: P. dell'Acqua Gipfelregion. Gut erhaltene Exemplare.

Von diesen Fossilien ist Nr. 1 wenig beweiskräftig, denn unter der grossen Zahl ähnlicher Cardienquerschnitte dürfte ein Durchschnitt durch *C. reticulatum* nicht sicher bestimmbar sein, zumal ja sein wichtigstes Charakteristikum, die durch gleich starke Anwachsstreifen und Radialrippen bedingte rauhe Gitterung seiner Schalenaussenseite, auf einem Querschnitt nicht erkannt werden kann.

Auch Nr. 6 und 7 sind nicht unbedenklich: Die losen Blöcke können nach SPITZ und DYHRENFURTH auch aus der Kössener Fazies des P. Murtérs stammen (1914, p. 67). Dass die Fossilien aus schwarzen, plattigen Kalken stammen, beweist wenig, denn solche treten auch auf der Alp Murtér auf (id. p. 65). Nun spricht aber alle Wahrscheinlichkeit dafür, dass die fossilreichen losen Blöcke auch dem fossilreichen Rhät des P. Murtérs entstammen und nicht den sonst überall so aussergewöhnlich fossilarmen Quatervalsschichten. Nr. 4, *Perna exilis* STOPPANI, wird von KUTASSY aus dem Rhät des Bihargebirges, von DESIO aus dem Norien der Alpa Giulie beschrieben, ist also überhaupt nicht leitend. Die übrigen Fossilien stammen alle aus den schwarzen Quatervalskalken und sind durchwegs norisch. Ebenso der neue Fund von *Myophoria Voltzii* FRECH. Das Auftreten norischer Fossilien am P. dell'Acqua inmitten ihres Quatervalsrhät erschien schon SPITZ & DYHRENFURTH bemerkenswert! (1914, p. 67.)

6. Am P. del Diavel und auf den Nordgräten der Quatervals-Serra-Gruppe scheidet HEGWEIN im Hangenden der eigentlichen Quatervalsschichten noch ein eigenes, z. T. nicht wenig mächtiges Kössener Niveau (Mergelschiefer) aus, ohne im Text allerdings darauf näher einzugehen. Die Quatervalsschichten sollen nun einerseits nach SPITZ & DYHRENFURTH die Kössener Schichten vertreten, werden andererseits aber von den gleichen Kössener Schichten überlagert. Zweifellos abermals ein Widerspruch.

Zusammenfassung: Langgestreckte Kalklagen innerhalb des Hauptdolomites sind weitverbreitet und finden sich in der Ortlerdecke, in der Quatervalsdecke und im Oberbau der Scarldecke. Es handelt sich dabei meist um dunkle Kalkbänke und Kalkschieferlagen, die sich vornehmlich in die oberen Teile des Hauptdolomites einschalten, ausnahmsweise in schmächtigen Lagen sich aber auch bereits im unteren Hauptdolomit einstellen können (Spöltal). Aus diesen Kalken sind bis heute nur norische Fossilien bekannt geworden. An verschiedenen Orten, so am P. del Diavel, am Scalepass und am P. d'Ivraina werden die Kalkzüge von fossilführendem Rhät überlagert.

Alle diese Gründe zusammen bildeten die Veranlassung, von der alten SPITZschen Stratigraphie abzugehen und die eingangs erwähnte Gliederung in Hauptdolomit, Prà-Grata-Schichten und Quatervalschichten als norische Schichtglieder und in die Kössenerschichten als Vertreter des Rhät durchzuführen. Dabei werden im folgenden alle norischen Kalkeinlagen ohne Rücksicht auf ihre stratigraphische Stellung als Plattenkalke bezeichnet.

Im Detail ändert sich das norische Profil von Ort zu Ort, so dass kaum an zwei Stellen die genau gleiche Abfolge von Hauptdolomit und Plattenkalk zu erwarten ist. Dieser Umstand bereitet oft nicht geringe Schwierigkeiten, denn in tektonisch gestörten Gebieten kann man sich nicht auf eine lithologische Stratigraphie verlassen, sondern muss die tektonisch verursachten Schichtwechsel von den stratigraphischen unterscheiden. Dies ist unter Berücksichtigung der mechanischen Erscheinungen, wie sie von jeder Überschiebung verursacht werden, (Schleppungen usw.) in den meisten Fällen möglich.

Im grossen aber zeichnet sich doch in allen Profilen die angeführte Dreiteilung, die ja im Prinzip auch von SPITZ durchgeführt wurde, deutlich ab.

In der Faziesverteilung und Ausbildung zeigt das Norien in der Ortler- und der Quatervalsdecke eine grosse Anzahl auffallender Übereinstimmungen, so dass an ihrer engen Verwandtschaft kaum zu zweifeln ist.

Nach diesen Bemerkungen über die Plattenkalke wenden wir uns wieder den speziellen Verhältnissen in der Quatervalsdecke zu.

Die Ausbildung des Norien in der Quatervalsdecke soll durch zwei Profile (Fig. 1, a und b) veranschaulicht werden. Das erste, mit verdünnter Salzsäure nachgeprüfte Profil stellt die Verhältnisse am S-Grat des P. Teafondada dar: Über dem kompakten, von einigen Scherflächen durchzogenen Hauptdolomit liegt ohne Zwischenschaltung der üblichen Prà-Grata-Schichten eine ebenso kompakte, ca. 250 m mächtige Plattenkalkzone, welche aus einer Wechsellagerung von mächtigen, sehr hell anwitternden, massigen Kalkbänken und von sich gegen oben immer mehr häufenden, schwarzen Kalkschieferlagen besteht. Zuoberst liegt ein wenig mächtiger Dolomitzug, dessen Bedeutung noch unklar ist. Darüber folgt im Profil Fig. 1a das überschobene Kristallin.

Die beiden Dolomitzungen, welche an dieser Stelle nach der SPITZschen Karte die „Rhät“-kalke in drei Züge aufspalten sollten, sind nicht vorhanden. Irrtümlicherweise wurden hier (wie auch andernorts, z. B. im internen Val Murtaröl) die hellanwitternden Kalke als Dolomit ausgeschieden. Die Angabe von SPITZ und DYHRENFURTH (1914, p. 66/67), dass sich die hellanwitternden Kalke von den sonst sehr ähnlichen Dolomiten immer leicht durch ihren dunklen Schutt unterscheiden lassen, ist nicht immer zutreffend und deshalb bei der Kartierung mit dem Feldstecher irreführend. Es gibt nur ein sicheres Mittel, um Kalk von Dolomit zu unterscheiden: die Kontrolle mit Salzsäure.

Das zweite Profil führt durch die Quatervalsschichten am S-Grat der Cima del Serraglio und zeigt die intensive Wechselsequenz von hellen, massigen Kalkbänken

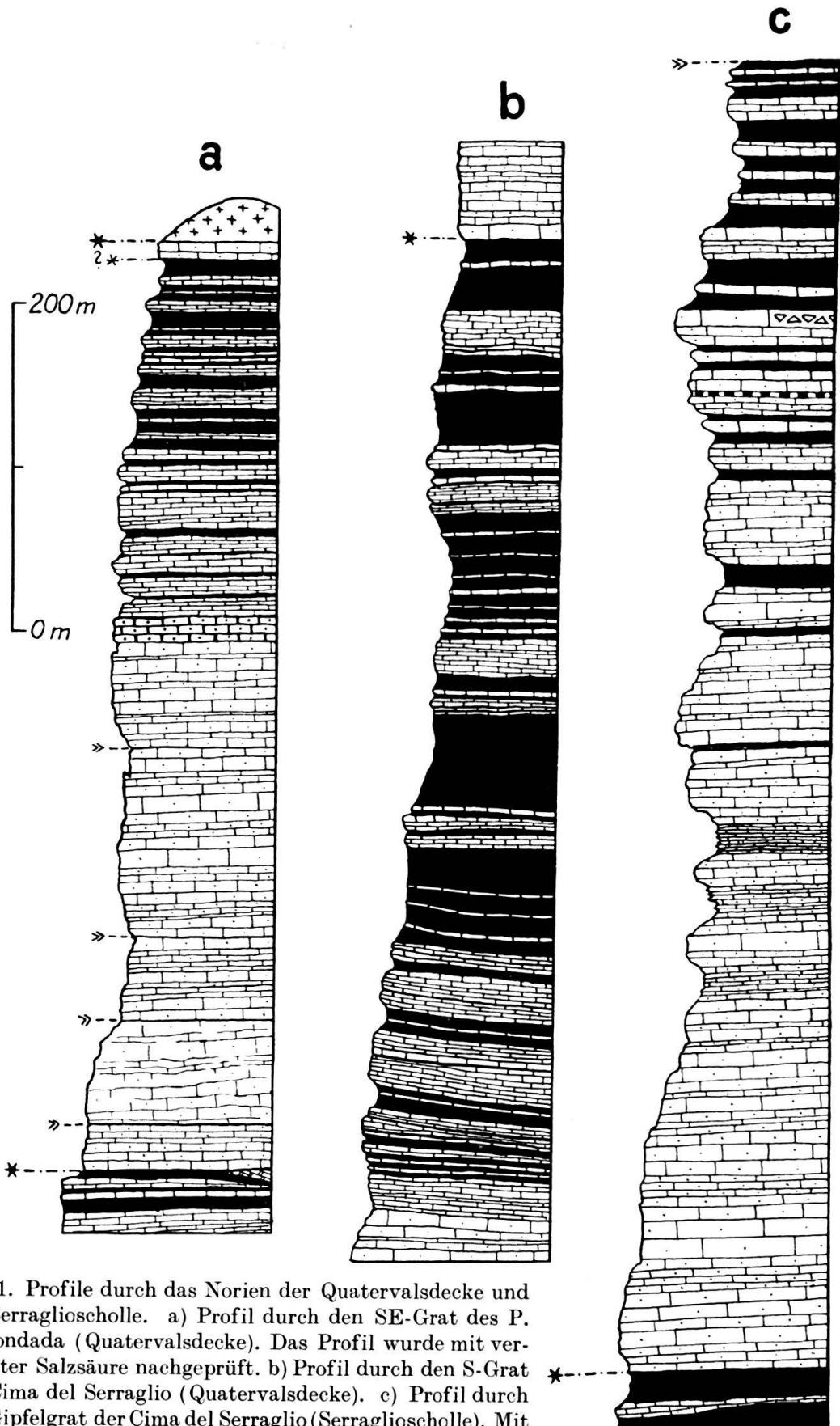


Fig. 1. Profile durch das Norien der Quatervalsdecke und der Serraglioscholle. a) Profil durch den SE-Grat des P. Teafondada (Quatervalsdecke). Das Profil wurde mit verdünnter Salzsäure nachgeprüft. b) Profil durch den S-Grat der Cima del Serraglio (Quatervalsdecke). c) Profil durch den Gipfelgrat der Cima del Serraglio (Serraglioscholle). Mit verdünnter Salzsäure nachgeprüft. Erläuterungen im Text.

mit dunklen, weichen und mächtigen Kalkschieferzonen. Die Verwitterung ergibt in diesen Schichten ein zartes, feingestreiftes, fast scherenschnittartiges Bild.

Über die Fossilfunde in der Quatervalsdecke vgl. p. 85.

Das Norien der Serraglioscholle

Das Norien der Serraglioscholle entspricht in seiner Entwicklung und Gliederung durchaus jenem der Quatervalsdecke. Fig. 1 c gibt ein Profil durch den oberen Hauptdolomit und die Prà-Grata-Schichten auf dem Grat der Cima del Serraglio. Der Hauptdolomit besitzt hier eine deutliche helldunkle, breite Streifung. In seinem obersten Teil lagern sich periodisch dünngebankte und häufig in sich etwas verfärbte Dolomitzüge ein, die schliesslich von Kalkzügen und damit von den Prà-Grata-Schichten abgelöst werden. Der Dolomit der Prà-Grata-Schichten wittert auffällig hell an, wie übrigens auch in der Quatervalsdecke. Er wird von ca. 17 bald mehr, bald weniger mächtigen Plattenkalkzügen unterbrochen. Gegen E (Murtarölguppe) nimmt die Zahl der einzelnen Plattenkalkzüge stark ab, ein Zeichen der zunehmenden Dolomitisierung der norischen Stufe gegen E. (— Signatur = schwarze Dolomitbank; △ - Signatur = Primärbreccie.)

Der Hauptdolomit der Umbraildecke und der höheren Schuppen

In der Umbraildecke und in den höheren Deckschuppen der Umbrail-Murtarölguppe wird das Norien nur durch Hauptdolomit vertreten, während Plattenkalke vollständig zu fehlen scheinen. In der Ausbildung des Hauptdolomites bestehen zwischen den einzelnen Schuppen oft deutliche Faziesdifferenzen, doch ist es bei der wirren und regellosen Lagerung der einzelnen Dolomitpakete unmöglich festzustellen, ob die Unterschiede auf seitliche Faziesveränderungen, auf lithologische Wechsel im Profil oder auf verschiedene Herkunft der Schuppen zurückzuführen sind. Im folgenden seien drei typische Entwicklungen geschildert, zwischen welchen auch verschiedene indifferenter Zwischenstufen bestehen.

a. Umbraildecke s. str. (P. Umbrail, Punta da Rims): mittelgrauer Hauptdolomit, sehr grob, aber gleichmässig und gut gestuft, auf den gewaltigen Stufen ist eine feinere Bankung mit hellen Streifen erkennbar; Schutt dunkel; Dolomit dunkelgrau, meist etwas zuckerkörnig, Streifendolomite, Primärbreccien.

b. Murtarölschuppen (Oberbau der Murtarölguppe): düster und rauh erscheinender, auffallend dunkelgrauer bis schwärzlicher Dolomit, sehr grob, aber gut gestuft; die Stufen wie in der Umbraildecke wieder in sich gebankt und bisweilen eine helle Streifung aufweisend (E-Seite des P. Murtaröl – P. Pala Gronda-Grates); Schutt von auffallend dunkler Farbe (Blockstrom in V. Murtaröl); Dolomit ähnlich wie Umbraildolomit, aber dunkler.

c. Cuclèr da Jon dad'Onsch (Oberbau): mittelgrauer, gut und glatt gebankter Dolomit mit hellen Streifen; die hellen Bänke bestehen aus einem dunklen Dolomit mit einer auffallend hellgrauen, puderigen Anwitterung und führen bisweilen Megalodonten; Dolomit meist glattbrechend. Dieser Dolomit erinnert mit seiner Entwicklung und seinen kühnen Verwitterungsformen ganz an den Dachsteindolomit der Südtiroler Dolomiten.

Fossilien aus dem Norien

Trotz anhaltender Suche ist die Ausbeute an Fossilien spärlich geblieben. Ausser weiter nicht mit Sicherheit bestimmmbaren Querschnitten durch Bivalven (Cardien) und Gastropoden (*aff. Naticopsis* und *Turritella*) im Dolomit der mittleren V. Schumbraida und in den Plattenkalken wurden gefunden:

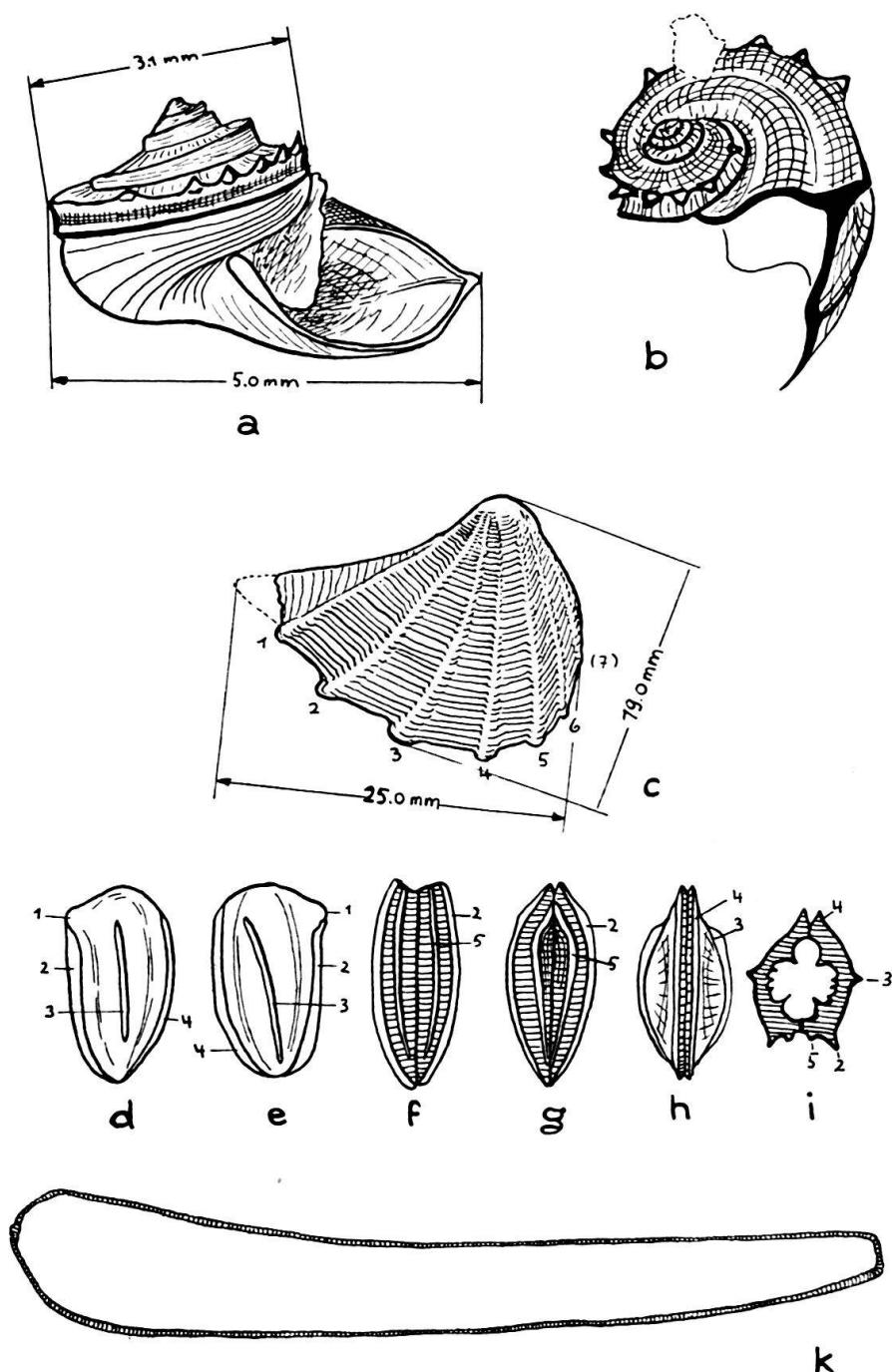


Fig. 2. Fossilien aus dem Norien:

a) und b) *Worthyenia solitaria* BEN. sp. c) *Myophoria Voltzii* FRECH. d) bis i) Ostracoden: 1 = Schloss, 2 = Äussere Dorsalrippe, 3 = Zentralrippe, 4 = Ventralrippe, 5 = innere Dorsalrippe, d) linke Schale mit gerader Zentralrippe, e) rechte Schale mit schiefer Zentralrippe, f) und g) Ansicht der breiten Dorsalseite, h) Ansicht der Ventraleite, i) Querschnitt; k) Querschnitt durch ein an *Solen* erinnerndes Fossil.

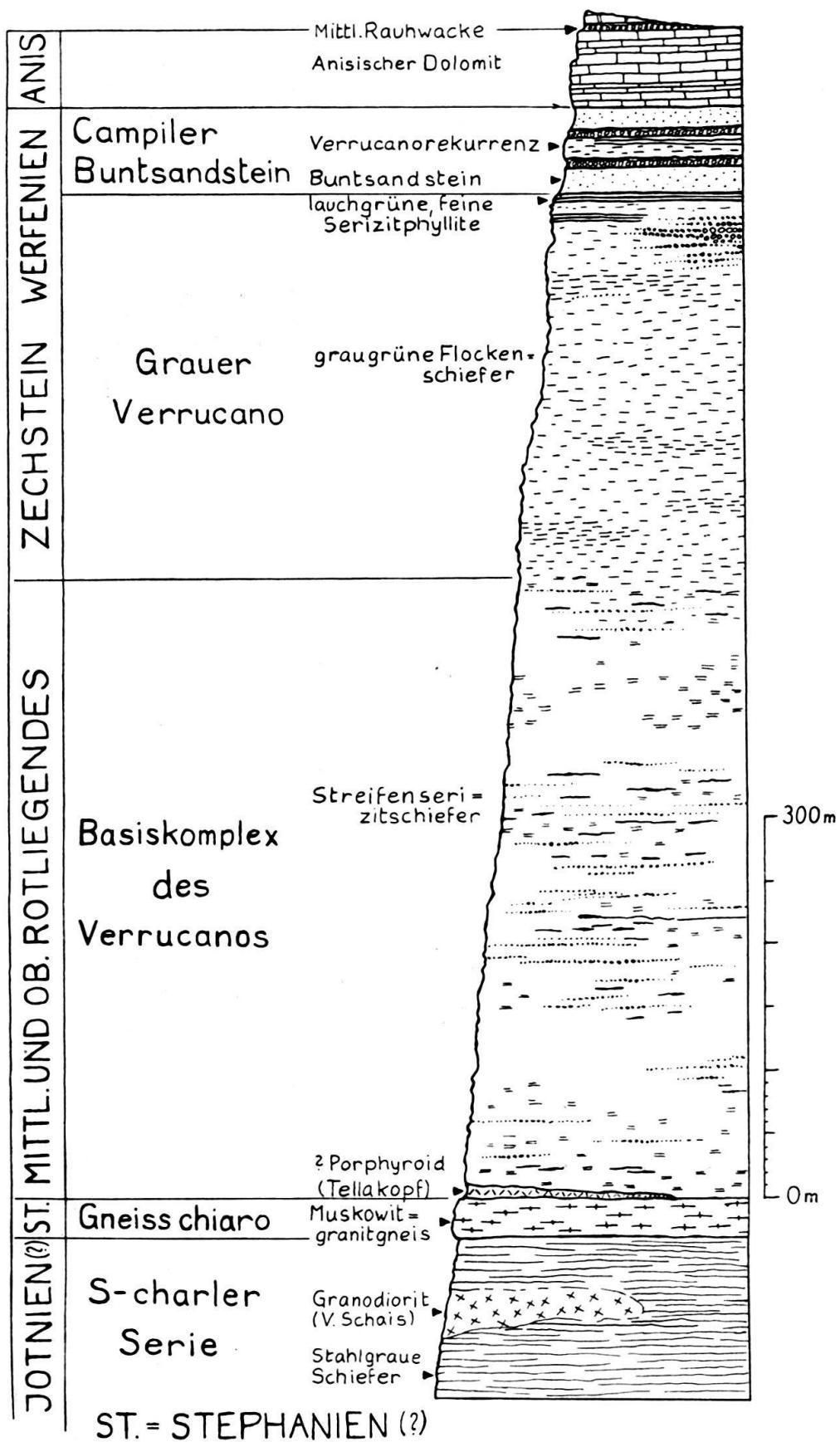


Fig. 3a. Sammelprofil durch das Perm des P. Turettas (Scarledecke).

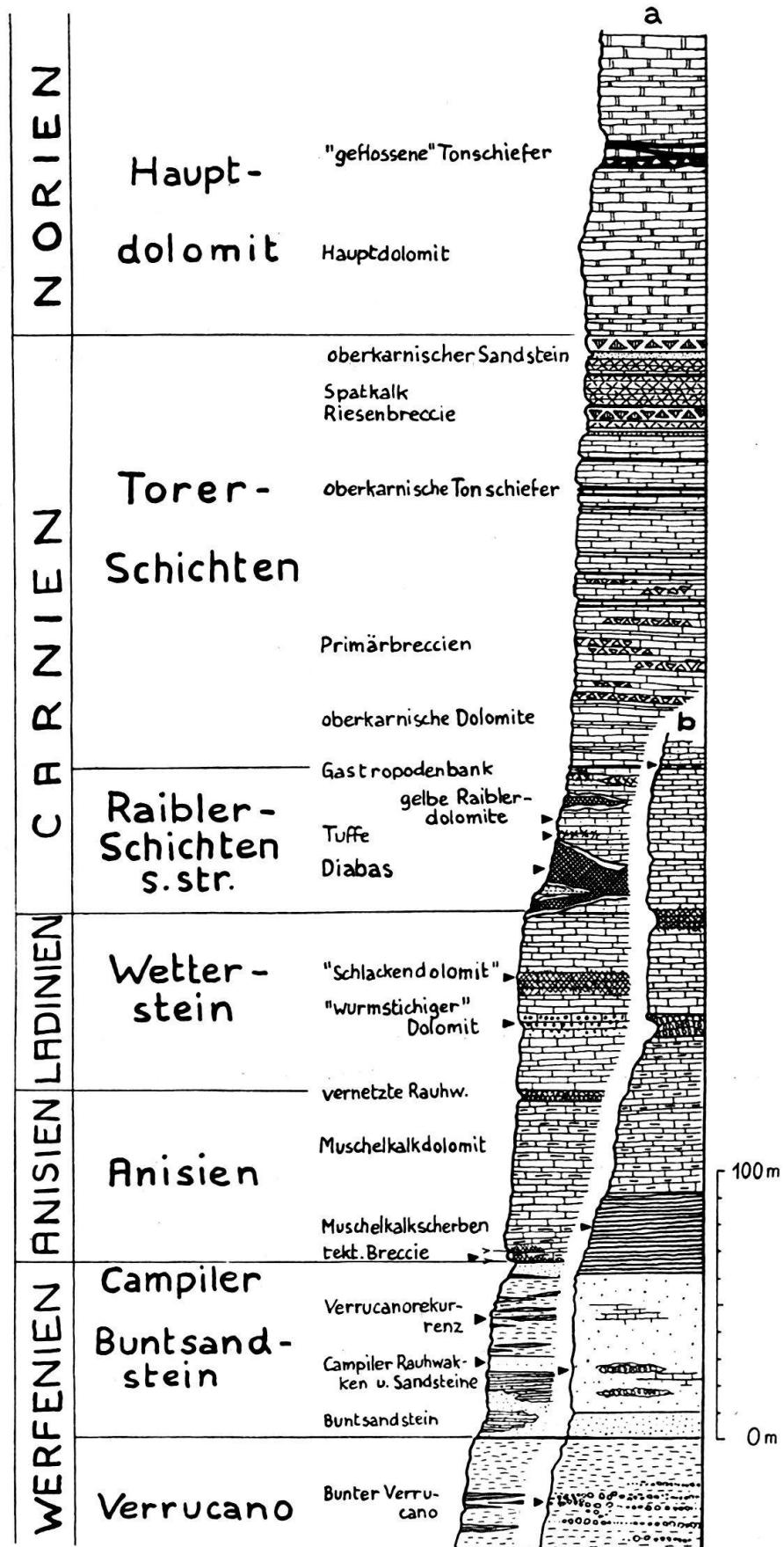


Fig. 3b.
Sammelprofil durch
die Trias des P. Tu-
rettas (Scarlidecke).

a) N-Seite des
P. Turettas
b) P. d'Aint.

Megalodon sp.:

Von der Nordwand des Cuclèr da Jon dad'Onsch. Charakteristische grosse Schalenquerschnitte, die sich leider nicht aus dem zähen Dolomit herauspräparieren liessen. Schon SPITZ waren Megalodonten vom N-Gipfel des Cuclèr da Jon dad'Onsch bekannt (1914, p. 62).

Myophoria Voltzii FRECH (Fig. 2 c):

Das Fossil stammt aus den Plattenkalken von der NW-Seite des Pt. 2950 (Grenzkamm zwischen P. Teafondada und P. Schumbraida). Dank der vollständigen Verkieselung ist die Schale gut erhalten geblieben und konnte mit Salzsäure vollständig aus dem übrigen Gestein herausgelöst werden. Die Form stimmt in jeder Beziehung sehr gut mit der von FRECH beschriebenen und abgebildeten *M. Voltzii* überein und ist nur wenige Prozent grösser als jene.

Worthenia solitaria BEN. sp. (Fig. 2a, b):

Von derselben Fundstelle. Dank der Verkieselung ist auch diese Schale sehr gut erhalten. Es handelt sich um eine sehr kleine Form, die in mehreren Exemplaren vorliegt. Grösster Durchmesser 5 mm. Die Spiralgänge weisen die für *W. solitaria* typische scharfkantige Ausbildung auf. Die Oberkante des untersten Umganges ist zudem noch von kleinen spitzigen Höckern besetzt. Vgl. Fig. 2a, b.

Ostracoden (Fig. 2, d-i):

Vom selben Fundort. Nach der Auflösung der fossilführenden Kalke blieb ein sandiger Rückstand übrig, der sich aus lauter Ostracodenschalen zusammensetzt. Die Schalen sind ebenfalls silifiziert und z. T. gut erhalten. Die einzelnen Formen scheinen ein und derselben Art anzugehören, zeigen aber eine beträchtliche Variationsbreite. Die Schalen sind symmetrisch gebaut, von glatter Aussenseite und regelmässig nach aussen ausgebuchtet. Auf der Dorsalseite trägt jede Schale zwei, auf der Ventalseite eine ausgeprägte Rippe. Auch die Schalenaussenseite wird von einer Rippe geziert, die bei den meisten Formen gerade, bei anderen aber auch schief angeordnet ist. Vgl. Fig. 2d, e (ca. 22× nat. Gr.).

Solen sp. (Fig. 2, k):

Westseite der Mots. Ca. 13,5 cm langer Querschnitt. Dieser wurde zuerst gezeichnet. Beim Versuch, das Fossil aus dem tektonisch stark zermürbten Gestein herauszulösen, wurde es zertrümmert. Das Genus *Solen* ist nach dem DIENERSCHEN Fossilatalog im Hauptdolomit nicht belegt, wohl aber in den Torer Schichten und im Rhät. So besteht die Möglichkeit, dass das Fossil und die es enthaltenden grauen Dolomite der Mots nicht zum Hauptdolomit, sondern zum Obercarnien zu zählen sind.

Dritter Abschnitt

TEKTONISCHE EINZELBESCHREIBUNG

DER GEBIRGE ZWISCHEN MTE. DEL FERRO UND P. SCHUMBRAIDA

TEKTONISCHE ÜBERSICHT

Die hier zu schildernden Gebirgsstücke sind durchwegs äusserst komplizierte tektonische Bauwerke, die nicht nur ihrer Erforschung, sondern auch ihrer Darstellung und Beschreibung erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Wirr sich kreuzende Streichrichtungen, verschiedene, z. T. aberrante Schubrichtungen, schwer erfassbare Verbiegungen der Schichten, komplizierte räumliche Beziehungen zwischen den tektonischen Elementen und eine Reihe von Ungereimtheiten im Deckenbau ergeben zusammen ein wechselvolles, stellenweise geradezu chaotisches Bild. Um dessen Verständnis zu erleichtern, sei deshalb an den Anfang ein möglichst einfaches tektonisches Schema gestellt, das zwar als solches noch durchaus diskutabel ist, aber als heuristische Vorlage zweifellos wertvolle Dienste leisten mag.

Nach diesem tektonischen Schema (vgl. Fig. 4) baut sich der S-Flügel der Unterengadiner Dolomiten aus zwei Stockwerken auf, die sich in ihrem Baustil, in der Streichrichtung ihrer Strukturen und im Baumaterial wesentlich unterscheiden.