

ÜBER DAS PERM DER SÜDALPEN

VON

J. J. DOZY.

I N H A L T.

I. Einleitung	42
II. Die praetriassischen Ablagerungen der Bergamasker Alpen und des Luganer Gebietes	43
<i>a.</i> Die Basalkonglomerate	43
<i>b.</i> Die unterpermischen Sedimentationsverhältnisse	44
<i>c.</i> Verschiedene Formen von konglomeratischen Tuffen. Die Verrucano-Frage	44
III. Die praetriassischen Ablagerungen östlich der Bergamasker Alpen	49
<i>a.</i> Val Trompia	49
<i>b.</i> Daone	51
<i>c.</i> Umgebung von Garda und Rino in der Val Camonica	52
<i>d.</i> Trento, Val Sugana, Cima d'Asta	53
<i>e.</i> Nonsberg, Mendel	53
<i>f.</i> Bozener Porphyrgebiet	54
IV. Zusammenfassung	56
V. Literatur	60

I. EINLEITUNG.

Die Perm-Stratigraphie der Bergamasker Alpen und der angrenzenden Gebiete ist noch immer eine umstrittene. Schon ältere Forscher haben eine Zweiteilung der Schichten, die wir jetzt zum Perm rechnen, angenommen. SALOMON hat diese Gliederung in der Adamellogruppe nicht erkannt, und PORRO glaubt ebenfalls es handle sich in den Orobischen Alpen nur um Faziesschwankungen. Nachdem JONG zum ersten Male auf die stratigraphische Zweiteilung einen Schuppenbau begründet hat, wird die Frage wichtiger, und werden mittels der Stratigraphie die tektonischen Ansichten der „holländischen Schule“ in den Bergamasker Alpen angezweifelt.

In der Gegend des Pizzo dei Tre Signori, wo die grösste Streitigkeit herrscht, sind die Verhältnisse ziemlich verwickelt: auch JONG hat damals (1928) die terrestrischen konglomeratischen Tuffe nicht vom Verrucano getrennt und so gehört eine abweichende tektonische Interpretation zu den Möglichkeiten. Hoffentlich trägt diese Arbeit dazu bei, mehr Einigkeit in diese Fragen zu bringen.

Es kam mir als eine zweite Aufgabe vor, das Perm der Bergamasker Alpen mit dem der nach E anschliessenden Gebieten zu vergleichen und zu parallelisieren, um die Bergamasker Alpen als Glied zwischen den Luganer und Bozener Porphyren betrachten zu können. Zuletzt waren die sandigen Tuffen der unterpermischen Collioschichten mit dem Gröden Sandstein der Dolomiten verglichen worden, so dass ein eingehenderes Studium angebracht erschien.

Herzlichen Dank schulde ich der Stiftung „*Molengraaff-fonds*“, der es mir möglich machte verschiedene Permfundorte im Felde zu studieren. So besuchte ich Sommer 1932 Collio und die Mte Colombine, die Umgebung von Garda und Rino in der Val Camonica, das Judicarial und das Porphyrgelände von Bozen. Dabei habe ich die Augen nicht für andere Fragen verschlossen und manches Interessante beobachtet, wofür ich sehr dankbar bin.

Zu herzlichem Dank bin ich Herrn Prof. Dr. W. J. JONGMANS in Heerlen verpflichtet. Er war so freundlich einige Pflanzenreste vom Mte Colombine bei Collio für mich bestimmen zu wollen.

Gerne gedenke ich auch der brieflichen Mitteilungen vom Herrn Dr. Ir. L. VAN HOUTEN, die mich veranlassten vorsichtshalber das Perm der Brentagruppe ausser Betracht zu lassen.

Von den gesammelten Handstücken werden einige Porphyre von Fräulein C. M. KOOMANS analysiert. Sie wird später über die chemischen Verhältnissen berichten.

II. DIE PRAETRIASSISCHEN ABLAGERUNGEN DER BERGAMASKER ALPEN UND DES LUGANER GEBIETES.

a. Die Basalkonglomerate.

Die ersten Ablagerungen über dem Grundgebirge wurden in einer vorigen Arbeit (Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pizzo del Diavolo di Tenda) ohne nähere Erklärung zum Perm gestellt. PORRO (1903) gab diese Schichten ein möglich karbonisches Alter, weil sie unter den sicher permischen Porphyren liegen. Zwar finden sich bei Manno (Malcantone) karbonische Konglomerate, nach deren Ablagerung vor dem Anfang des Permes wahrscheinlich tektonische Bewegungen (ESCHER 1911, HEIM 1922, II, S. 821) stattgefunden haben, während KELTERBORN (1922) eine konkordante Lage mit dem Perm annimmt. Dennoch hat man oft übersehen, dass PORRO mit Recht darauf verzichtet hat die petrographische Uebereinstimmung dieser Transgressionskonglomerate als Argument zur Altersbestimmung zu benutzen.

Sogar in den sehr „aporphyrischen“ Typen der Basalkonglomerate werden Porphyrgerölle gefunden. Sie zeigen, dass kurze Zeit vor oder während der Ablagerung dieser Konglomerate Vulkane gewirkt haben und der Erosion ausgesetzt gewesen sind. Wenn die makroskopische und mikroskopische Aehnlichkeit mit den, wie wir gleich sehen werden, permischen Porphyren nicht genügt ihr Alter zu bestimmen, so wird dies doch durch den gleichen Anorthitgehalt der Plagioklase bewiesen. Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass das Relief des Grundgebirges ein ziemlich unregelmässiges gewesen ist (vgl. Dozy, 1935, Kap. VII), so ergibt es sich, dass an einer Stelle Porphyreffusionen stattfinden konnten, während an einer andern Stelle noch Basalkonglomerate abgelagert wurden. Diese brauchen also nicht älter zu sein als die Porphyre, weshalb ich den Namen „conglomerati aporphyricei“ von PORRO (1903) habe fallen lassen. Nur für die Basalkonglomerate des 1. Typus (Dozy, 1935) möchte ich eine Ausnahme machen. Die roten Konglomerate und Sandsteine liegen im Fenster von Lago Rotondo—Pian' del Asino auch wirklich unter den Porphyren. Solange keine direkte Altersbestimmung durch Fossilfunde möglich ist, möchte ich auch diese als unterpermische Transgressionskonglomerate auffassen.

Im Westen sind die Basalkonglomerate mit den zu Unrecht „Verrucano“ genannten Konglomeraten zu vergleichen, die SENN (1923) von Poncia (L. di Lugano) zwischen Grundgebirge und Porphyre beschreibt, und mit den basalen Tuffiten aus dem Porphyrg Gebiet von Lugano (DE SITTER, DOEGLAS, u. a.).

b. Die unterpermischen Sedimentationsverhältnisse.

Die verbreitetste Fazies des unteren Permes ist die pelitische (Collio- oder Caronaschiefer). Auch psammitische Gesteine sind verbreitet; in der Umgebung des Mte Aga und des Pzo del Diavolo kommen sie meist an der Basis über den Basalkonglomeraten vor, ausnahmsweise auch in höheren Horizonten (Mte Grabiasca Südhang). Nach Osten treten Psammiten mehr in den Vordergrund.

Die normale Sedimentation hat mit Konglomeraten angefangen, die mittels sandiger Ablagerungen zu Tonen überleitete. Tief wird dieses Meer nicht gewesen sein; am besten können wir uns ein Wattenmeer vorstellen, mit manchmal trockenfallenden Bänken, zwischen denen das Wasser in den Prieln strömte (Wellenfurchen, durch strömendes Wasser verursacht, Trockenrisse, fossile Regentropfen). Die dünne Schichtung wird oft durch ein primäres Transgressionskonglomerat desselben tonigen Materials unterbrochen: die Schlamm-bänke fielen trocken, kamen über den Wasserspiegel, trockneten aus und wurden durch die sich versetzenden Priele oder durch das Meer zerstückelt und überflutet.

In diesem Wattenmeer fand sich eine Vulkanreihe. Gleich nach einem Porphyrguss, der sich vielleicht ganz oder nur teilweise unter Wasser ereignete, fiel der Vulkan der Erosion anheim; Mäntel von Porphy- und Tuffgeröllen verbreiteten sich rings um die Porphyrmasse. Wo diese Abbruchprodukte untermeerisch sedimentierten, entstand eine deutliche Schichtung. Die Aschen entfernten sich weiter vom Eruptionspunkt. Sie fielen zwischen die sich zu gleicher Zeit ablagernden Sedimente, in den Schlamm, in den Sand oder zwischen die Gerölle an der Küste, wo sie vielleicht noch zusammenspülten. Die Konglomeratgemische, die so entstehen können, werden wir näher betrachten. Sie bilden die Ursache vieler Verwechslung.

Die „Porphyrserie“ und die „basalen Tuffoide“ der früheren Leidener Geologen habe ich in einer vorigen Arbeit (1935) als stratigraphische Horizonte aufgehoben.

c. Verschiedene Formen von konglomeratischen Tuffen. Die Verrucano-Frage.

Die Abbruchprodukte eines Vulkanes können zusammen mit vulkanischer Asche abgelagert werden: sie bilden den idealen Fall eines konglomeratischen Tuffes. Porphyrgerölle können in eine pelitische oder psammitische Umgebung geraten. Auch dann werden sie noch keinen Anlass zur Verwechslung geben. Anders ist es, wenn sich an einer Stelle Porphy- und Grundgebirgsgerölle zusammenfinden, wie dies in der Nähe der Küste der Fall sein wird. Das Produkt kann man entweder als Basalkonglomerat, oder als konglomeratischen Tuff auffassen. In der Valle du Vidol und in der Valle Caronno sind solche Gesteine häufig. Sie bilden den Uebergang zum 3. Typus der Basalkonglomerate (Dozy 1935). Im W. der Bergamasker Alpen fand die Transgression später statt als im E., was auch aus der Tatsache folgt, dass die Porphyre und Tuffe sich im W. vorzugsweise an der Basis der permischen Ab-

lagerungen („Porphyrserie!“) finden. Es bildet die Ursache, dass im W. nie „aporphyrische“ Konglomerate beobachtet wurden. Blöcke mit einer gemischten Fazies fand ich z. B. in der oberen Val Mora, und es ist nicht ausgeschlossen, dass die früheren Geologen sie als Verrucano aufgefasst haben.

Einen zweiten Uebergang bilden die konglomeratischen Tuffen zum Verrucano. Wir wissen, dass die Transgression des unterpermischen Meeres nicht weiter nach W. reicht als bis zum Pzo Varrone (Pzo Tre Signori-Gruppe, CROMMELIN 1932).

Die Vulkanreihe, die wir in den Brembotälern und im Seriotal im Meere finden, setzt sich nach W. auf dem Lande fort. Dies beweisen die Porphyre, die CROMMELIN und BUNING beschreiben und die Luganer Porphyre. Auch diese bildeten ihre Schutt- und Geröllmassen, die nicht mehr gut geschichtet zu sein brauchen, weil sie terrestrisch abgelagert sind. Selbstverständlich wird die Grenze dieser Porphyrkonglomerate mit dem oberpermischen Verrucano keine so scharfe wie sonst. Beide sind hier ja terrestrische Bildungen, und der Unterschied ist nur die Klimaänderung, die mit dem oberen Perm anfang.

Solche terrestrischen konglomeratischen Tuffe sind im Nordhang der Cima Camisolo und am Lago del Sasso zu finden. Die Beschreibung CROMMELINS (1932) zeigt, dass sie vollkommen mit unseren unterpermischen Konglomeraten übereinstimmen. Auf S. 440 schreibt er: „..... La roche n'a nulle part la couleur rouge-brune caractéristique „du Verrucano, mais elle est généralement brune-violette sur les surfaces „fraîches et grise-verte sur les surfaces délavées. Les enclaves sont „en grande partie formées de porphyrite violacée, qui présente une „analogie minéralogique avec le tuf porphyritique près de Bocchetta „di Foppabona.“

Von hier beschreibt er Tuffe, die er zur Porphyrserie rechnet und von den er annimmt, dass sie einen Schlot füllen. Er erwähnt weiter, dass auch Grundgebirgskomponente vorkommen: neben den Vulkanen war auch das Grundgebirge der Erosion ausgesetzt. Er erklärt diese Konglomerate, die er mit dem Verrucano zusammenfasst, durch Fazieschwankungen. Die dunkelroten terrestrischen Konglomerate und Sandsteine des Oberpermes finden sich so charakteristisch über ein so ausgedehntes Gebiet, dass Unterbrechungen des Wüstenklimas in dieser Gegend sehr unwahrscheinlich sind. Auf S. 441 schreibt er aber anlässlich ähnlicher Konglomerate, die mit echtem Verrucano abwechseln: „Il „me semble probable qu'au temps où la mer permienne transgressa à „l'Est en déposant les couches de Collio, les terres à l'Ouest doivent „s'être trouvée longtemps encore au dessus de l'eau et le conglomérat „doit s'être formé. En effet, dans mon terrain le conglomérat du „Verrucano se trouve immédiatement sur le porphyre ou sur le „substratum.“

Hieraus ergibt sich, dass CROMMELIN seinen Verrucano schon während des Unterpermes ablagern lässt. Er stellt also terrestrische Porphyrkonglomerate als „Verrucano“ gegenüber marine Collio-ablagerungen. Man trennt so zwei Fazies, die in der Umgebung des Pizzo Tre Signori gar keine stratigraphische Bedeutung haben.

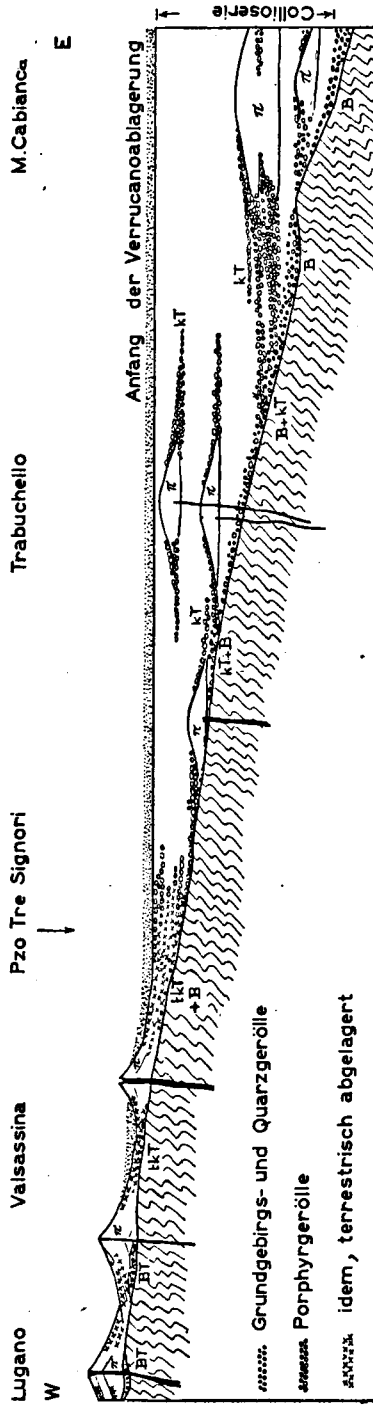
Während des Unterperms herrscht eine vulkanische Tätigkeit. Die Porphyrgüsse und Tuffe werden im Osten vertikal durch die ununterbrochene Sedimentation getrennt. Desto mehr wir nach W. gehen desto später findet die Transgression statt und desto mehr Porphyre und Tuffe kommen an der Basis der permischen Sedimente vor. Schliesslich finden wir die Vulkane an der Küste, ausserhalb des vom Meere überfluteten Gebietes. Es ist verständlich, dass da die Gerölle und der Schutt der Vulkane seitwärts in marinen Sandsteine und Tone übergehen und zum Teil damit vermischt sind. (Siehe Fig. 1). Wenn wir bedenken, dass, wie oben gezeigt wurde, CROMMELIN (1932) und PORRO (1933) die terrestrischen unterpermischen Porphyrkonglomerate „Verrucano“ nennen, so ist es einleuchtend, dass PORRO (1933), wo er laterale Uebergänge des einen ins andere beschreibt, gar keine unerwartete Tatsache mitteilt. Er hat damit auch nicht bewiesen, dass der oberpermische Verrucano nicht besteht, oder dass diese Gesteinsserie als Fazieschwankungen der Collioschichten aufzufassen sind.

Zur Erläuterung gibt PORRO (1933) eine Skizze des Südendes vom Pzo Tre Signori (Siehe Fig. 2). 4' und 5 sind Porphyrkonglomerate. Sie gehen in die teilweise eingelagerten marinen Ablagerungen 4 und 5' (Prato della Secchia, Bta Pizzo) über. Darunter liegen normale Collioschichten (6). Die Fortsetzung dieser Konglomeratbank, die man zwischen Rifugio Grassi und Casera del Sasso bis in die obere Hälfte des Val Biandino Abhanges passiert, sind bestimmt mit unseren konglomeratischen Tuffen zu vergleichen. Die „conglomerati sottostanti al Servino“ (3) gehören wahrscheinlich erst zum oberpermischen Verrucano.

Wir haben bis jetzt immer angenommen, dass der Verrucano terrestrisch abgelagert worden ist. Nur TROMP (1932) ist nicht dieser Ansicht. Er meint, die grosse Mächtigkeit und die Tatsache, dass der Verrucano in der Umgebung von Lugano fehlt, spreche gegen eine Wüstenbildung. Meines Erachtens spricht das unregelmässige Vorkommen gerade für eine terrestrische Ablagerung: ein Fehlen in den höheren Gebieten und eine Anhäufung im gerade trockengefallenen Wattengebiete des Colliomeeres. Beweisend für die terrestrische Verwitterung ist der dicke rote Verwitterungskrust, der die Porphyrgerölle zeigen, wenn der Kern die ursprüngliche blassgrüne Farbe noch verrät. Dass die Komponenten oft sehr wenig gerundet sein sollten, meine ich in Abrede stellen zu müssen.

TROMP fasst den Verrucano als Transgressionskonglomerat auf; ich kann ihm nicht beipflichten, da das Gebiet schon vom Meere bedeckt war und keine Sedimentationslücke zu beobachten ist. Wir beobachten eine bald ziemlich scharfe, bald allmähliche Uebergang. Die Collioschichten zeigen kurz unter dem Verrucano bisweilen schon wenige rote Einschaltungen (S.W.-Hang des Pizzo Farno. — Schöne Aufschlüsse dieser Grenze beobachtet man auch in der N.W.-Flanke des Mte Spondone im Becken der Laghi Gemelli). Es ist auffallend, dass oberhalb dieser Grenze plötzlich Quarzgerölle vorkommen. Die Komponenten müssen also vom Festland zugeführt worden sein.

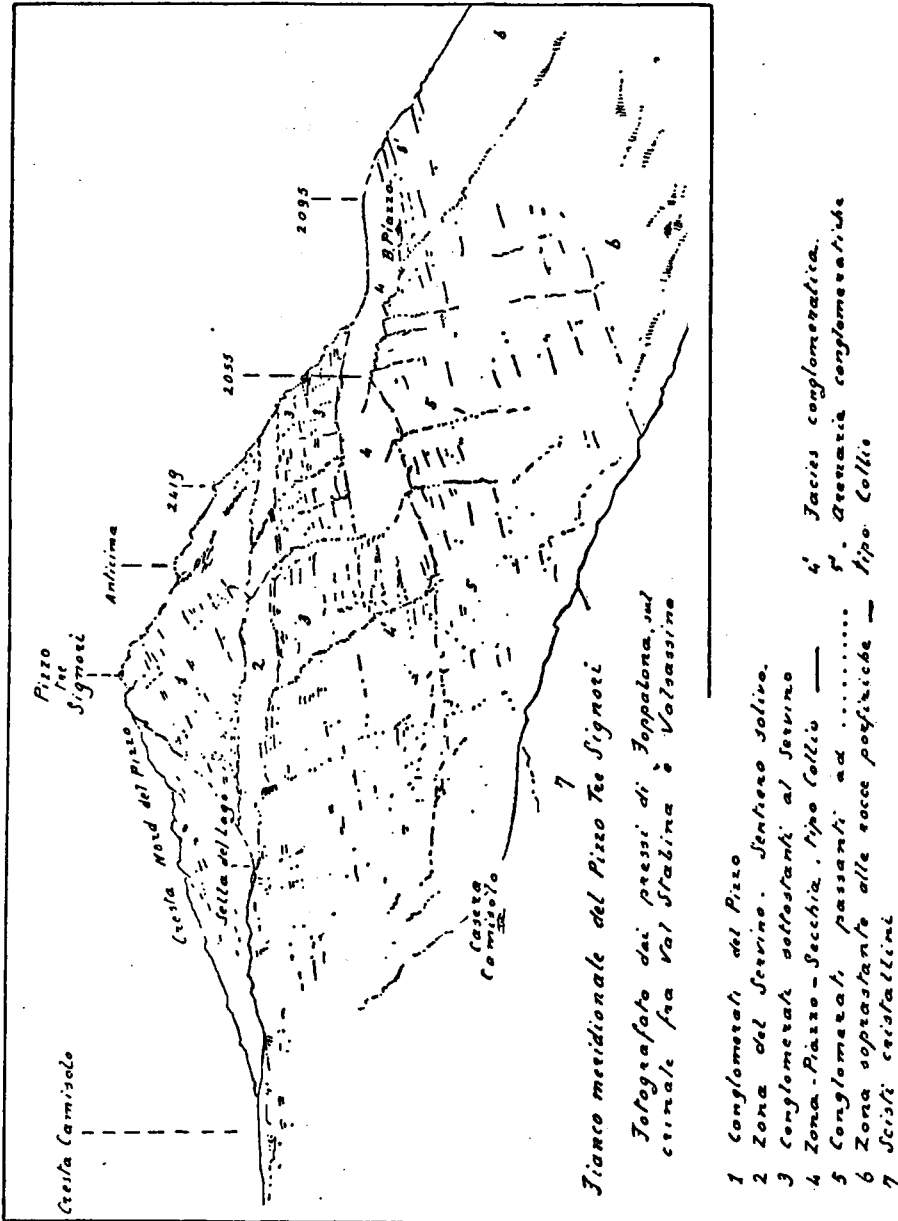
Wir müssen also annehmen, dass sich während des Oberperms eine



Figur 1.

Schematisches Profil durch die Gegend zwischen dem Porphyrgbiet von Lugano und der Umgebung des Pzo del Diavolo di Tenda während dem Anfang des Oberperms.

BT = Basale Tuffite, B = Basalkonglomerate, kT = Konglomeratische Tuffe, ktT = Terrestrische konglomeratische Tuffe, B+kT = Basalkonglomerat mit vielen eingelagerten Porphyrykomponenten, kT+B = Konglomeratische Tuffe mit wenigen Grundgebirgskomponenten. π = Porphyry.



Figur 2.

(PORRO 1933, Disegno N. 1.)

wüstenartige Geröll- und Sandebene am Rande des alten hereynischen Gebirges über den Flachseesedimenten abgelagerte. Das Material muss durch wilde, unregelmässig strömende Flüsse, teilweise vom Grundgebirge, teilweise von den Vulkanen auf dem Festlande oder von solchen, die noch aus den unterpermischen Ablagerungen aufragten, herbeigeschafft worden sein.

TROMP will die Namen der Collioserie (unteres Perm) und des Verrucano (oberes Perm) durch Gehrreiner Fazies und Tambacher Fazies ersetzen. Es ist nicht nur überflüssig, sondern auch grundsetzlich falsch diese Namen, die im Perm von Thüringen an sehr bestimmten Horizonten und zwar am untersten Unterrotliegenden und am Oberrotliegenden verknüpft sind, einem Gebiete zu entnehmen, über dessen stratigraphischen Zusammenhang mit den Südalpen wir nichts Bestimmtes wissen.

III. DIE PRAETRIASSISCHEN ABLAGERUNGEN ÖSTLICH DER BERGAMASKER ALPEN.

a. *Val Trompia.*

Wenn wir den Blick nach Osten wenden, fällt er zuerst auf den klassischen Permfundort des Monte Colombine unweit Collio.

Wir haben es hier mit einer schwach N. fallenden Kristallinscholle zu tun, die eine mächtige Permbedeckung führt. Diese setzt sich nach W. fort bis N.W. Darfo am Ausgang der Valle di Scalve, wo sie unter mesozoischen Schichten untertaucht und direkt an den Bergamasker Alpen anschliesst.

Schon aus den Beschreibungen von SUESS (1869) und GÜMBEL (1880) gewinnt man den Eindruck, dass es sich am Mte Colombine um ähnliche Gesteine handelt als die sog. Collioserie der Bergamasker Alpen. Im Felde bestätigt sich dies. Es genügt nach der Profiltafel von SUESS (1869) oder nach Fig. 22, S. 653, AMPFERER und HAMMER (1911) zu verweisen und zu erwähnen, was ich von unten nach oben beobachtete.

Gipfel des Mte. Colombine.

- | | | |
|-------------|-------------------------------|---|
| Verrucano | } | 10. Grobe Konglomerate mit vielen Grundgebirgsgeröllen (1 dm. und grösser) in einer roten Zwischenmasse, abwechselnd mit feinen roten Konglomeraten oder grobkörnigen Sandsteinen. In beiden kommen typische dunkelrote Porphyrgerölle vor. |
| | | 9. Gutgeschichtete, helle, grobe Sandsteine mit kleinen Porphyrgeröllen. |
| | | 8. Konglomeratische bis brecciöse, bunte, meist hellgrüne oder graue Tuffe abwechselnd mit sandigen Tuffen. |
| | | 7. Eine Linse eines dunkelgrauen, hell verwitternden Porphyres mit Einsprenglingen von Quarz, Feldspat und Biotit. |
| Collioserie | | 6. Hellgrüne bis braungraue, manchmal sandige, manchmal phyllitische Tonschiefer. Lokal finden sich sehr spaltbare dünngeschichtete Schiefertone mit blattdünnen, kohligen Schichtchen und Pflanzenresten. |
| | | 5. (4) geht nach oben in konglomeratische Tuffe über. |
| | | 4. Helle violettgraue und hellrote dichte Tuffe mit Lapilli. |
| | | 3. Eine mächtige Decke eines violettroten Porphyres. |
| | | 2. Gerade über dem konglomeratischen Tuff fand ich einen kleinen Aufschluss eines Glastuffes mit hübscher vitrokrätischer Struktur. |
| | | 1. Ein wenig konglomeratischer Tuff fand sich nur lokal über dem Grundgebirge aufgeschlossen. |
| | 0. Kristallines Grundgebirge. | |

Mármor.

Man sieht aus diesem Profil, dass der Namen Collioserie mit Recht für das ganze Unterperm gebraucht wird, sowohl für Tonschiefer, Tuffe, Konglomerate als auch für die eingeschalteten Porphyre.

Hier würde man nicht auf den Gedanken kommen die Porphyre und die Tuffagglomerate von den Tonschiefern und sandigen Tuffen zu trennen. Man sollte eher die dunklen Tonschiefer als Carona-Schiefer bezeichnen.

Der Verrucano weicht aber von dem der Bergamasker Alpen ab. Wir finden neben weissen Quarzgeröllen fast ausschliesslich Grundgebirgsgerölle.

Die gesammelten Pflanzenreste wurden von Prof. Dr. W. J. JONGMANS alle als *Walchia* bestimmt. Aus dem Fehlen jedes anderen Geschlechts, kann er nur das unterpermische Alter bestätigen. Wenn man die Beschreibung liest, die GÜMBEL (1880) von einem mehr östlich gelegenen Profil in der Valle di Freg (N. von Bagolino) gibt, fällt uns dieselbe Uebereinstimmung mit dem Bergamasker Perm auf. Er schreibt S. 178 folgendes:

„2. Auf diese ältesten Phyllitschiefer legt sich weiter nordwärts in „nahezu gleichförmiger Lagerung ein sehr mächtiger Complex von grau-

„grünem Sandstein, Conglomerat und Schiefer mit einem Porphyrlager an.

„3. In dem plattigen Sandschiefer dieser Schichtreihe finden sich „Pflanzenreste, wie bei Collio, die als jene des Rothliegenden erkannt „wurden, und nicht identisch sind mit jenem von Neumarkt-Recoaro.

„4. Die obere Abtheilung dieses Complexes nimmt eine etwas röthliche Farbe an, enthält zahlreiche Bänke von Conglomerat, ohne jedoch „die Beschaffenheit der sog. Grödener Schichten anzunehmen. Hier ist „ein zweites Porphyrlager ausgebreitet.

„5. Erst auf dieser Reihe folgen Gesteinsbildungen von vorherrschend intensiv rothem Schiefer, Sandstein und Conglomerat, mit „Zwischenlagen weissen Sandsteins, welche den sog. Grödener Schichten „vollständig gleichen. Unmittelbar auf diesen liegen die grünlich grauen „Mergelschichten mit *Posidonomya Clarai* (Seiser-Schichten).“

GÜMBEL selber deutet auf die Uebereinstimmung dieses Profils mit dem vom Mte Colombine hin, und gibt dem „Verrucano“ von SUSS schon den Namen „Grödener Schichten“. Auffallend ist die Schlussfolgerung, wozu er hinsichtlich des Rotliegenden (unserer Collioserie) kommt. Es sollen Strand- und Uferablagerungen in einem seichten Meere sein, was durch Trockenrisse und Wülste bewiesen wird. Chirotheriumartige Spuren wurden gefunden, während Pflanzenreste vom nahen Festlande eingeschwemmt worden sind. Dieselbe Darstellung haben wir oben gegeben.

Merkwürdig ist weiter, dass nach ihm in der Umgebung von Colle di S. Zeno (zwischen Val Trompia und Val Camonica) „Grödener Schichten“ unmittelbar auf dem Grundgebirge liegen würden. Dies lässt uns vermuten, dass das unterpermische Meer in untiefen Baien in das hercynische Gebirge hineingedrungen ist, oder dass Inseln in dem Meere existiert haben. Das Ueberwiegen von Kristallingeröllen im Verrucano wäre zu gleicher Zeit damit erklärt.

b. *Daone (S. Judikariental).*

Im Judikariental kommt an einigen Stellen Perm vor. Ich möchte hier den Fundort in der Valle di Daone, ein westliches Seitental, besprechen. Die Karte der Adamello-gruppe von SALOMON (1908) verzeichnet Quarzporphyr im Talboden. Im Jahre 1932 war ein neuer Fahrweg an der linken Talseite angelegt worden.

Auf der Karte mündet an der N.W.-Ecke des Porphyrvorkommens ein kleiner Seitenbach, die westlich an der Kapelle 899 vorbei strömt, in die Chiese aus. Wenn wir diesen Bach vom neuen Weg hinauf gehen, finden wir über den Porphyren und Tuffen grauweisse Sandsteine mit einigen wenig mächtigen Konglomeratlagen von weissen Quarzgeröllen. Geht man von hier den Weg nach Daone hinunter, so kommt man in den Rundhöckern gleich östlich des Baches, beim Sägewerk, und in den folgenden Schutthalden, an dichten violetten Tuffen vorüber, in denen besonders nach W. grüne Farben vorherrschen. Die Struktur des Gesteins kann so dicht werden, dass möglicherweise Porphyr anwesend ist.

In die Achse der Ponte di Murandin angelangt, sind an der Strasse wieder die auf den Tuffen liegenden weissen Sandsteine aufgeschlossen, in denen weiterhin Konglomeratbänke vorkommen. Diese weissen Sandsteine können wir entweder als kontinentales Unterperm auffassen, oder sie den weissen Einlagerungen, die man manchmal im Verrucano beobachtet, gleichstellen. Die charakteristische rote Farbe tritt erst im kleinen zweiletzten Aufschluss vor dem ersten Haus von Daone auf. Sie wird von einem basischen Gang durchsetzt. Der letzte Aufschluss besteht ganz aus typischen Sernifiten, wie man diese Gesteine nennt, wenn man in den Bergamasker Alpen gearbeitet hat. SALOMON (1908, S. 196 ff.) vergleicht sie aber mit dem Grödener Sandstein aus der Umgebung von Bozen.

Oberhalb dieses „Grödener Sandsteins“ folgen die sog. „Kalke von Praso“ die SALOMON nach Analogie mit weiter östlich vorkommenden Gesteinen noch zum Perm stellt. Erst diese gehen in die Werfener Schichten über.

c. Umgebung von Garda und Rino in der Val Camonica.

Schon SALOMON hat sich eingehend mit den Gesteinen des Permzuges von Garda-Rino befasst. Es handelt sich um dem Permstreifen der längs der Gallinera-Ueberschiebung die Val Camonica S. Edolo quert. Die Verhältnisse sind noch nicht klar und wir müssen eingehendere Feldarbeit abwarten.

Zwischen der Mündung der Val Rabbia und der unteren Val Malga beobachtet man nur Servino, der mittels Kalksteine in blaugraue pelitische Sandsteine, eine 1 m. mächtige Bank von feinem Quarzkonglomerat, in Tuffe und Schiefer der Collioserie übergeht. Man würde dazu neigen dieses Fehlen des Verrucano tektonisch zu erklären, wäre es nicht, dass SALOMON in dieser Gegend die Abwesenheit von typischen roten Gesteinen öfters erwähnt.

PORRO (1911, S. 873 ff.) besuchte den östlichen Teil der Bergamasker Alpen und beschreibt aus der Fortsetzung des Permzuges Garda-Rino, westlich der Val Camonica in der Val Lovaia, wieder Verrucanogesteine. Nach ihm (loc. cit. S. 875 ff.) überherrschen im keilförmigen Permorkommen der Valle di Paisco über den Tonschiefern und Serizit-schiefern (beanspruchte Porphyre, SALOMON 1907) von Orbidolo-Paisco wieder rote Konglomerate und Sandsteine. Wir staunen, dass SALOMON (1908, S. 105, Fig. 30) vom Mte Elto, südlich der von PORRO beschriebenen Stelle in der Valle di Paisco, nur „Grauwacken und Sandsteine mit kaum erkennbarer Schichtung“ angibt. Auf S. 107 erwähnt er aber „mächtige Sandsteine und Konglomerate“ jedoch nichts über die Farbe. Da SALOMON aber nicht an die Möglichkeit, das Perm in zwei Horizonte zu verteilen, glaubt (1908, S. 357—358), ist es nicht ausgeschlossen, dass ihm die Verbreitung dieser roten Gesteine entgangen ist¹⁾.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass in dieser Gegend abweichende

¹⁾ Es ist auffallend, dass auch das obere Werfenien auf dem Mte Elto in einer abweichenden Fazies entwickelt ist (Elto-Dolomit, SALOMON).

Verhältnisse im Perm vorkommen. Ihre Bedeutung wird aber erst ersichtlich sein, wenn detaillierte Aufnahmen zur Verfügung stehen.

d. Trento, Val Sugana, Cima d'Asta.

Ueber dem kristallinen Grundgebirge findet sich Basalkonglomerat mit Schiefer- und Quarzkomponenten. VACEK nennt es ein Verrucanoartiges Konglomerat. TRENER (1901, I), der diese Gesteine sogar Verrucano nennt, erwähnt das Vorkommen von roten Tonschiefern mit silberglänzenden Glimmerblättchen. Sogar kohlige Pflanzenreste wurden gefunden. Er will diese Ablagerungen, die nur lokal vorkommen, ins obere Karbon stellen. Die Uebereinstimmung mit den roten Basalkonglomeraten (1. Typus) der Bergamasker Alpen ist auffallend.

Die nach oben folgende Porphyrsreihe fängt in der Regel mit tuffartigen Ablagerungen, anfangs mit noch Grundgebirgs- und Quarzgeröllen, an. TRENER (1904) unterscheidet 3 Porphyrgüsse und zwar von unten nach oben: Calamentoporphyr, violetter Quarzporphyr, Lagoraioporphyr. An den Stellen, wo der Porphyr fehlt, kommen statt dieses tuffige Porphyrkonglomerate vor: faust- bis kopfgrosse Gerölle von Porphyr sind durch ein grusiges Mittel gebunden. An der Basis sind die Gerölle in einzelnen Lagen gehäuft; nach oben sind runde und kantengerundete Stücke von Porphyr ziemlich regellos in das feinere grusige Mittel eingestreut. Es handelt sich also um Ablagerungen, die mit unseren konglomeratischen Tuffen zu vergleichen sind, die aber hier eher als terrestrische Bildungen aufzufassen sind. Diese Gesteine gehen in Tuffsandsteine und in helle „getigerte“ Sandsteine über. Die getigerten Sandsteine liegen über den Porphyren; wenn letztere fehlen, über dem Grundgebirge. Sie bilden den Uebergang zu dem 40 bis 50 m. mächtigen, meist rot gefärbten Grödener Sandstein, der Einschaltungen rauher Mergelschiefer mit schlecht erhaltenen Pflanzenresten zeigt. Der Grödener Sandstein wird bedeckt durch einen oolithischen und dolomitischen Horizont. Es sind von unten nach oben gutgeschichtete oolitische Kalke (10—12 m.), Sandsteinschiefer (10 m.) und eine harte Kalkbank an der Basis einer oberen Partie oolithischer Kalksteine. Dieser Komplex kann auch dolomitisch ausgebildet sein: besonders braunverwitternder sandiger Dolomit tritt dann auf.

Erst darüber folgen die aquivalenten Ablagerungen der Seisser Schichten. Sie führen *Myaciten* und *Pseudomonotis clarai* Emm.

e. Nonsberg, Mendel.

Das tiefste aufgeschlossene Schichtglied ist der Porphyr. Darüber liegt auf einer unebenen Korrosionsoberfläche, besonders in den tieferen Runsen der Porphyroberfläche (rechte Seitentäler zwischen Meran und Bozen), ein grobes Konglomerat von faust- bis kopfgrossen Geröllen und kantengerundeten Porphyrböcken. Diese Konglomerate gehen nach oben allmählich in zum Teil hellen, zum Teil roten Grödener Sandstein über. Am Mendel und bei Neumarkt liegt er direkt auf dem Porphyr. Mit den Sandsteinen wechsellagern bisweilen wenige schieferige Partien und Letten. GÜMBEL (1877) erwähnt von Neumarkt einige Schichten mit Pflanzenresten, denen man ein oberpermisches Alter zurechnet.

Die Grödener Sandsteine gehen auch hier mittels roter Schiefertone und Mergel in eine Gesteinsserie von schmutziggelben, braunanwitternden Bänken über. Erst gleich oberhalb einer Schicht mit *Bellerophon* fangen die Seisserschichten mit *Pseudomonotis clarai* an.

Lokal findet sich bei Tregiovo eine abweichende Gesteinsserie. Ueber dem Porphyryr liegen dunkle, bituminöse, plattige Kalk- und Tonschiefer mit an der Basis noch ein wenig Porphyrykonglomerat. In der obersten Partie des an 200 m. mächtigen Schieferkomplexes nimmt der Kalkgehalt allmählich überhand und es entwickeln sich gut geschichtete, bituminöse dunkle Kalke, die häufig Kupferausblühungen zeigen und in einzelnen Lagen angereichert silberhaltige Bleierze führen. In den Schiefen wurden Pflanzen gefunden. Diese wurden von D. STUR bestimmt und deuten nach ihm auf ein unterrotliegendes Alter (VACEK 1894, S. 432). Die Schiefer werden von Grödener Sandstein bedeckt.

f. *Bozener Porphyrygebiet* (VON MOJSISOVICS, 1879; VON WOLFF, 1909; VON KLEBELSBERG, 1928).

Im Vergleich mit den obenerwähnten Gebieten ist über diese Gegend etwas mehr bekannt.

Ueber dem Grundgebirge liegt lokal ein Basalkonglomerat, dem man mit Unrecht den Namen „Verrucano“ gegeben hat. Es sind grüngraue Konglomerate mit Grundgebirgs- und Quarzgeröllen durch ein sandiges glimmeriges Mittel gekittet, die weder Porphyrygerölle führen, noch rote Farben zeigen. Sie sind vollkommen mit den Basalkonglomeraten der Bergamasker Alpen zu vergleichen.

Es folgt eine Serie Porphyrye, die mit Tufflagen abwechseln. VON WOLFF (1909) hat eine grosse Anzahl erkannt. Wenn man versucht sich im Felde einen Begriff der Porphyryergüsse zu bilden, bekommt man den Eindruck, dass die Verhältnisse verwickelter sind als VON WOLFF uns vermuten lässt, und dass tektonische Störungen eine grössere Rolle spielen. Denselben Eindruck gewinnt man aus der einzigen jüngeren Detailarbeit von VON KLEBELSBERG (1923) über das Gebiet zwischen Sarnatal und Eisacktal. Es wäre m. E. gewünscht, das übrige Porphyrygebiet von Bozen in der Art als das Luganer Gebiet in Detail aufzunehmen.

VON WOLFF hat folgende Serie von Porphyryen und Tuffen erkannt, deren Glieder auch lokal oder nebeneinander vorkommen können:

Grödener Sandstein

- 9 Kastelrutherporphyry
- 8 Hocheppanerporphyry
- 7 Branzollerporphyry
- 6 Eggenhalerporphyry

Oberer Konglomerathorizont

- 5 Porphyry von St. Ulrich (Raschötzerporphyry)
- 4 Sigmundskronerporphyry
- 3 Blumauerporphyry

Unterer Tuff- und Konglomerathorizont

2 Porphyr von Theis

1 Trostburgmelaphyr

Basalkonglomerat (sog. „Verrucano“)

Grundgebirge

Die verschiedenen Porphyre sind durch die zugehörigen Tuffe, besonders aber durch den oberen und unteren Tuff- und Konglomerathorizont, getrennt. Sie können alle, wenn sie nur zu oberst liegen, in Grödener Sandstein übergehen.

Was die Umstände anbetrifft, bei denen die Porphyreergüsse erigneten, gibt es zwei Ansichten: 1. Die permischen Ablagerungen sind submarin; die Ergüsse fanden untermeerisch statt (u.a. VON WOLFF, 1909, S. 146 ff.). 2. Es handelt sich um terrestrische Ablagerungen (VON KLEBELSBERG, 1928).

Wenn es sich um submarine Ergüsse handeln würde, so müsste man zwischen und neben den Porphyrströmen gut geschichtete Tuffablagerungen sowie die normalen, vielleicht tonigen oder mergeligen Sedimente beigemischt oder zwischengeschaltet erwarten, ähnlich wie in den Bergamasker Alpen. Die vereinzelt Mergel- oder Tonschieferlinsen, die im unteren (Atzwang) und im oberen (Burg Karneid, Eingang des Eggentals, Virgel) Konglomerathorizont auftreten, sind eher als lokale Ablagerungen in Becken aufzufassen. Die Konglomerate selbst machen aber den Eindruck terrestrisch zu sein: die sehr groben Porphyrkonglomerate von der Ostwaldpromenade bei Bozen, wo gerundete Blöcke von sehr verschiedenem Durchmesser in ein feines Mittel liegen, könnten sehr gut durch Schlammströme (sog. „Lahar“ in Niederl. Indien) mitgeschleppt worden sein, wo gerundete Formen auch in den grösseren Blöcken entstehen und keine Sortierung des Materiales stattfindet. Die Sandsteine zeigen keine Schichtung, nur eine grobe Bankung, die aus einiger Entfernung erst auffällt (S. Giorgio-Fagenbach, gegenüber Tergöler, u.s.w.). Diese Sandsteine bekommen so denselben Habitus als die Grödener Sandsteine. Man könnte sie im Felde verwechseln, wenn sie nicht eine grau bis violettrote Farbe zeigten gegenüber dem klaren Dunkelrot der Grödener Schichten.

Die Basalkonglomerate („Verrucano“) bilden keinen Anlass eine marine Transgression annehmlich zu machen. Sie sind mit dem „Verrucano“ von SENN (1923) und den basalen Tuffiten der Lukaner Porphyre zu vergleichen.

Der Umstand, dass dort wo die Porphyryplatte fehlt zwischen etwa gleichmächtigen Grenzschiechten unten und oben keine wahrnehmbare Stellvertretung geschaltet ist, braucht man nicht als Motiv aufzufassen für einen kurzen Zeitraum der Effusionen und der Tuffablagerung (VON KLEBELSBERG, 1928). Man kann eher den Festlandcharakter damit beweisen, wo ausserhalb des vulkanischen Gebietes keine Sedimente abgelagert wurden. Die grosse Ausdehnung der sauren Porphyrdecken

ist eine Frage an sich, die auch für andere terrestrische Ergüsse, z. B. den Granophyr von Cuasso al Monte (Lugano), besteht.

Ich pflichte VON KLEBELSBERG bei, der auch den Grödener Sandstein als terrestrische Bildung auffasst. Mit Recht hat er (1928) den grössten Teil des Materiales aus älteren Gesteinen als die permischen hergeleitet und zwar aus dem Grundgebirge. Die grossen Quarzgerölle, die sich manchmal in den mehr konglomeratischen Einschaltungen finden, sowie die Tatsache, dass die Sandsteine eine viel grössere Verbreitung haben als die Porphyre, beweisen es.

Auch hier hat also eine Zufuhr von fremdem Material stattgefunden. Die Farbe des Grödener Sandsteins ist meist intensiv rot, ein intensiveres rot als wenn der unterliegende Porphyr ebenfalls rot ist (VON KLEBELSBERG, 1928, S. 23). Graue und grünliche Farben können auch vorkommen.

Wir sehen hier also vollkommen analoge Erscheinungen als beim Verrucano der Bergamasker Alpen: Materialzufuhr von anderswo, vom Grundgebirge, und tiefrote Verwitterungsfarben unähnlich den Eigenfarben der Porphyre.

VON WOLFF (1909) fasst die Grödener Schichten als eine gleichzeitige Ablagerung mit den Porphyren auf, weil immer der zuoberst anwesende Porphyrstrom allmählich in eine „Zusammenschwemmung losen Porphyrauswurfmaterials“ und diese in den richtigen Sandstein übergeht. Diese Tatsache ist als ein Beweis der kontinentalen Verwitterung aufzufassen, wobei die Begrenzung zwischen dem frischen, dem verwitterten Porphyr und dem gelösten arkoseartigen Aggregat eine sehr unscharfe sein kann. Wäre aber der Grödener Sandstein zu gleicher Zeit mit den Porphyren abgelagert, so müssten wir ihn auch in den oberen und unteren Tuff- und Konglomerathorizont eingeschaltet finden. Die dort sich vorfindenden roten Sandsteine und Konglomerate sind aber nicht identisch mit den Grödener Sandstein.

Das Alter der Sandsteine wurde bestimmt durch die von GÜMBEL beschriebene Pflanzenreste von Neumarkt (Siehe unter e). Ausserdem gehen sie nach oben in marine Ablagerungen über mit Gipseinschaltungen, die sog. Bellerophonschichten, die sicher permisches Alter besitzen (STACHE, 1877). Die Transgression setzt sehr langsam ein: im Werfenien herrscht noch eine typische Flachseefazies.

IV. ZUSAMMENFASSUNG.

Der einzige, der versucht hat eine Parallelisation zwischen dem Perm der Bergamasker Alpen und der Dolomiten zu machen, ist KLOMPÉ (1929). Er ging von den Ansichten VON RICHTHOFENS (1860) aus und betrachtete den Grödener Sandstein als eine Art sandiger Tuff, als eine „Zusammenschwemmung losen Auswurfmaterials“. Da, nach ihm, die psammitischen und konglomeratischen Tuffite in gleicher Weise entstanden sind, hat er sie stratigraphisch mit einander in Verbindung gebracht.

Gehen wir aber nach, wie der oberpermische Verrucano der Bergamasker Alpen sich ostwärts gehend entwickelt, so kommen wir über die Brescianer Alpen, wo schon GÜMBEL (1880) den Verrucano von SUESS (1869) mit dem Grödener Sandstein vergleicht, und SALOMON (1908) den roten Sandstein aus dem Perm der Adamello Gruppe die direkte Fortsetzung des Grödener Sandsteins nennt, zur Ueberzeugung, dass der Verrucano der Bergamasker Alpen und der Grödener Sandstein in einen stratigraphischen Horizont zu stellen sind. Diese Meinung wird bestärkt durch die Tatsache, dass man bei beiden einen Materialzufuhr von anderswo annehmen muss und beide dieselben roten, ausnahmsweise grauen und blassgrünlichen Farben zeigen. In den Bergamasker Alpen beobachten wir Quarz- und Porphyrgerölle als wichtigste Komponente des Verrucanokonglomerates. Dies veranlasste JONG die Definition von SUESS zu ändern. Wenn wir aber sehen, dass in anderen Gegenden Grundgebirgsgerölle in den Vordergrund treten (Val Trompia) liegt es nahe JONGS Aenderung als Erweiterung der Definition aufzufassen. Mit einer Hinzufügung möchte ich unter Verrucano verstehen: „Ein meist dunkelrotes Konglomerat von Geröllen kristallinischer Felsarten oder Effusivgesteinen mit zahlreichen Geröllen von weissem Quarz. Charakteristisch sind die nicht immer vorhandenen, dunkelrot verwitterten Porphyrkomponenten“. In den Südalpen muss das Alter oberpermisch sein. Am besten sprechen wir also vom „oberpermischen Verrucano“. Gleichfalls müssen wir die Bellerophonkalke zum Oberperm stellen. Nach W. werden sie durch den Oolith-Dolomithorizont ersetzt, die zuletzt bei Creto (Giudicaria) vorkommt („Kalke von Praso“, SALOMON, 1908, S. 368 sq.).

Zum unteren Perm möchte ich die Collioschichten der Bergamasker Alpen und die gleichen Schichten der Val Trompia mit den Porphyren und Tuffen des Cima d'Asta-Gebietes, diejenigen von Bozen und die Kalk- und Tonschiefer von Tregiovo im Nonsberggebiet stellen.

Ein zweifelhaftes Glied bilden die weissen Sandsteine von Daone und die getigerten Sandsteine vom Cima d'Asta Gebiet. Sie bestehen schon aus fremdem, zugeführtem Material, zeigen aber die rote Farbe noch nicht. Vorläufig stellen wir sie am besten auf die Grenze zwischen Ober- und Unterperm.

Schliesslich bleibt uns übrig nachzugehen, wie unsere Einteilung sich zu der des deutschen Permes verhält. Es liegt nahe, das untere Perm mit dem Unterrotliegenden gleichzustellen. Es sind, bisweilen auch rote, Sandsteine, Schiefertone mit Kohlenflözen, Arkosen mit öfters eingeschalteten Porphyrdecken, Porphyrbreccien und Tuffen. Horizonte mit Walchien sind sehr verbreitet (Deutschland, Schlesien, Frankreich: Becken von Brive, Autun, Lodève). Das Unterrotliegende wird vielerorts (z. B. Saar-Nahe Gegend, Halle, Schlesien) nach oben durch eine Sedimentationslücke begrenzt, worüber, oft diskordant, rote Konglomerate, rote Sandsteine oder rote Schieferletten des Oberrotliegenden folgen. Diese Sedimentationslücke möchte ich mit der Regression am Ende des unteren Permes der Bergamasker Alpen vergleichen. Dort wird aber die Collioserie direkt von den terrestrischen Ablagerungen der oberpermischen Verrucano bedeckt, ohne dass eine Lücke entsteht. Vielleicht ist dies

durch die Nähe des Festlandes zu erklären. Eine neue Transgression fängt mit dem deutschen Zechstein an. Sie ist mit der des Bellerophonkalkes zu vergleichen. HERRTSCH (1933) lässt letztere in den Karnischen Alpen erst mit dem mittleren Zechstein anfangen. Nach W. gehend treten die Bellerophonkalke und der Dolomit-Oolithhorizont also erst verhältnismässig später auf.

Zusammenfassend kommen wir also zu beigefügter Tabelle (Siehe Fig. 3).

Diese Untersuchungen liefern aber noch einige Ergebnisse. Wenn wir die Verbreitung des subaquatisch abgelagerten Permes betrachten, so sehen wir, dass es im unteren Perm keine ausgedehnte Meeresbedeckung in den Südalpen gegeben hat, sondern dass wir es entweder mit unregelmässigen Buchten eines Meeres, oder mit einer Anzahl einzelner Seen oder Binnenmeere zu tun haben. Lugano war Festland. In den Bergamasker Alpen zwischen Pzo Tre Signori und Val Camonica gab es ein Meeresbecken. Möglicherweise S.E. der Val Camonica (Colle S. Zeno, GÜMBEL, 1880) eine Landschwelle. Die Val Trompia und Val Caffaro bildeten wieder ein Becken. Daone war Land, ebenso wie das Cima d'Asta Gebiet und die Umgebung von Bozen, wo lokal kleinere Becken auftraten. (Einschaltungen von kalkigen Tonschiefern in den Konglomerathorizonten). Bedeutend war wahrscheinlich nur das von Tregiovo im Nonsberggebiet.

In einer vorigen Arbeit habe ich gezeigt, dass eine langsame Transgression, die wahrscheinlich teilweise mit einer Senkung dieser Becken Hand in Hand ging, stattgefunden hat. Diese Bewegungen müssen wir als posthume herzynische auffassen. Im Gegensatz zu den permischen Bewegungen lässt die alpine Senkung sich über das ganze südalpine Gebiet gleichmässig fühlen. Sie fängt im E. in den Dolomiten während der oberen Hälfte des Oberpermes an (Bellerophonschichten, Oolith-Dolomithorizont). Je weiter wir nach W. kommen, je später setzt sie ein. An der Perm-Trias Wende findet sie sich wahrscheinlich zwischen der Val Camonica und dem Judicarial. In den Bergamasker Alpen ist der Zeitpunkt durch das Fehlen von Fossilien nur zu schätzen auf der unteren Hälfte der Servino, also während des unteren Werfenien. Erst im oberen Werfenien wird das Porphyrgelände von Lugano überflutet (obere Campillerschichten, FRAUENFELDER, 1916).

V. LITERATUR.

- O. AMPFFERER und W. HAMMER. Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu bis zum Gardasee. Jahrb. k.k. geol. B. Anstalt, Wien, 1911, S. 531—710.
- W. L. BUNING. De Geologie van den Cimone di Margno en den Monte di Muggio. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. IV, (1932), p. 321.
- J. CADESCH. Geologie der Schweizeralpen. Zürich, 1934.
- J. COSLJN. De Geologie van de Valle di Olmo al Brembo. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. II, (1928), p. 253—322.
- R. D. CROMMELIN. La Géologie de la Valsassina et de la Région adjacente au Nord. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. IV, (1932), p. 401—459.
- D. J. DOEGLAS. Die Geologie des Monte San Giorgio und des Val Mara. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. III, (1930), p. 335.
- J. J. DOZY. Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pzo del Diavolo di Tenda. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. VI, Afl. 3, (1935), p. 133.
- Einige Tierfährten aus dem unteren Perm der Bergamasker Alpen. Palaeontologische Zeitschrift 1935, 1.
- B. G. ESCHER. Ueber die praetriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Tödi; mit einem Anhang über das Scheidnössli bei Erstfeld und das Carbon von Manno. Dissertation, Zürich, 1911.
- A. FRAUENFELDER. Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. Eclogae geol. Helv., XIV, (1916), p. 247.
- H. B. GEINITZ. Ueber fossile Pflanzenreste aus der Dyas von Val Trompia. Neues Jahrbuch f. Min. etc., 1869, p. 456.
- W. GÜMBEL. Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen. (Geognostische Mitteilungen aus den Alpen VI). Sitzungsberichte Math. phys. Classe der k.b. Akad. d. Wiss. zu München, Bd. X, (1880), S. 164—240.
- Vorläufige Mittheilung über das Vorkommen der Flora von Fünfkirchen im sog. Grödener Sandstein Südtirols (Ullmaniensandstein). Verh. d. k.k. geol. B. Anstalt, Wien, 1877, S. 23.
- CH. HARLOFF. The Geology of the Porphyry District between Ponte Tresa and Luino. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. II, (1927), p. 115—222.
- F. VON HAUER. Erläuterungen zu einer geologischen Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei. Jahrb. d. k.k. geol. B. Anstalt, Wien, 1858, S. 445—496.
- ALB. HEIM. Geologie der Schweiz. Leipzig, 1922.
- F. HERTSCH. Die Stratigraphie von Oberkarbon und Perm in den Karnischen Alpen. Mitt. der geol. Gesellschaft in Wien, Bd. XXVI, (1933), S. 162—190.
- W. J. JONG. Zur Geologie der Bergamasker Alpen nördlich des Val Stabina. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. III, (1928), p. 49—104.
- P. KELTERBORN. Geologische und petrographische Untersuchungen im Malcantone (Tessin). Verh. Naturf. Gesellschaft in Basel, Bd. 34, (1922—1923), S. 128—232.
- R. VON KLEBELSBERG. Zur Geologie der Porphyryplatte zwischen Eisack und Sarntal. Verhandl. der geol. Bundesanstalt Wien, 1923, S. 49.
- Südtiroler Dolomiten. Sammlung geol. Führer, Bd. 33, Berlin, 1928.
- TH. H. F. KLOMPÉ. Die Geologie des Val Mora und des Val Brembo di Mezzoldo. Dissertation, Leiden, 1929.
- PH. H. KUENEN. The Porphyry district of Lugano West of the Valganna. Leidsche Geol. Mededeelingen, Dl. I, (1925), p. 129—185.

- L. MILCH. Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. 1. Teil, Leipzig, 1892, 2. Teil, Leipzig, 1896.
- E. VON MOJSISOVICS. Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien, Wien 1879.
- MARIA M. OGILVIE GORDON. Das Grödener-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. Abhandlungen d. geol. Bundesanstalt, Bd. 24, 1927.
- C. PORRO. Alpi Bergamasche. Carta geol. rilevata dal 1895—1901 con „Sezione geol.“ e „Note illustrative“. Milano, 1903.
- Note geologiche sulle Alpi Bergamasche e Bresciane. Rendiconti R. Istit. Lomb. di Scienze e Lettere, Serie III, Vol. XLIV, 1911, p. 863—883.
- Dal Pizzo dei Tre Signori al Monte Ponteranica. Memorie del R. Istit. Lomb. di Scienze e Lettere. Classe di Scienze Matematiche e Naturali, Vol. XXII—XXIII della Serie III, Fasc. V, (1933).
- F. VON RICHTHOFEN. Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo. Gotha, 1860.
- W. SALOMON. Die Adamellogruppe. Abhandl. der k.k. geol. R. Anstalt Wien, Bd. XXI—1, 2, 1908—1910.
- Die Entstehung der Serizitschiefer in der Val Camonica (Lombardei). Bericht über die 40. Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereines zu Lindau, S. 22—28, (1907).
- A. SENN. Beiträge zur Geologie des Alpensüdlandes zwischen Mendrisio und Varese. *Elogae geol. Helv.*, XVIII, (1923—1924), S. 550—632.
- L. U. DE SETTER. Les porphyres luganais entre le Lac de Lugano et le Valganna. *Leidsche Geol. Mededeelingen*, Dl. I, (1925), p. 187—254.
- G. STACHE. Vertretung der Permformation in den Südalpen. *Verhandl. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1874, Nr. 15, S. 365.
- Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke Südtirols. *Jahrb. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1877, Bd. 27, S. 271—318 und 1878, Bd. 28, S. 93—169.
- ED. SUSS. Ueber das Rotliegende im Val Trompia. *Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Naturw. Classe*, Bd. LIX, (1869), Abt. I, S. 107.
- F. TELLER. Ueber die Aufnahmen im Gebiete zwischen Etsch und Eisack. *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1880, S. 91.
- G. B. TRENER. Reisebericht aus der Cima d'Astra-Gruppe (I). *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1901, S. 278—280.
- Reisebericht aus der Gegend der Cima d'Asta (II). *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1901, S. 317—322.
- Ueber die Gliederung der Quarzporphyrtafel im Lagoraigebirge. *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1904, S. 390—394.
- S. W. TROMP. La Géologie du Valle del Bitto et la Tectonique des Alpes Lombardes. *Leidsche Geol. Mededeelingen*, Dl. IV, (1932), p. 123.
- E. TRÜMPY. Beitrag zur Geologie der Grignagruppe am Comersee (Lombardei). *Elogae geol. Helv.*, XXIII-2, (1930), S. 379—487.
- M. VACEK. Ueber die geologischen Verhältnisse des Nonsberges. *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1894, S. 431—446.
- Ueber die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Trient. *Verh. k.k. geol. R. Anstalt Wien*, 1895, S. 467—483.
- Ueber die geologischen Verhältnisse des obersten Val Sugana. *Verh. k.k. geol. R. Anstalt*, 1896, S. 459—473.
- J. H. L. WENNEKERS. De geologie van het Val Brembo di Foppolo en de Valle di Carisole. *Leidsche Geol. Mededeelingen*, Dl. III, (1930), p. 265.
- F. VON WOLFF. Beiträge zur Petrographie und Geologie des Bozener Quarzporphyrs. *Neues Jahrb. für Min. etc.*, B.Bd. 27, (1909), S. 72.