

Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im „Flysch“ des Allgäu.

Von H. P. Cornelius.

(Mit 3 Textfiguren.)

Eines der ältesten und meistumstrittenen Probleme der Alpengeologie bilden die „exotischen Blöcke“ — jene z. T. gewaltigen Blöcke zumeist kristalliner Gesteine, für die eine Heimat nirgends in der Nähe — und, soweit man danach gesucht hat, auch meist nicht in der Ferne — auffindbar ist. Sie begleiten den Außenrand der Alpen und Karpathen von Savoyen bis nach Rumänien. Zahlreiche Forscher haben ihren Scharfsinn und teilweise ihre Phantasie aufgeboten zur Lösung des Rätsels — bis heute ohne durchgreifenden Erfolg. Es ist nicht möglich, hier das gesamte Problem an Hand der sehr umfangreichen Literatur zu erörtern; ich verweise diesbezüglich auf die Zusammenstellung von Geyer¹⁾ und die Ausführungen von Arnold Heim.²⁾ Auf die speziell das Allgäu betreffenden Arbeiten werde ich im Zusammenhange zu sprechen kommen.

In den Ostalpen kann als klassisches Gebiet für exotische Blöcke das westliche Allgäu gelten. Trotzdem waren unsere Kenntnisse sowohl über ihre Natur wie über ihr geologisches Vorkommen dortselbst sehr unbefriedigend geblieben. Das führte mich auf den Gedanken einer Neuuntersuchung, die ich in den letzten Jahren vornahm. Die Bayrische Akademie der Wissenschaften gewährte mir hiezu zweimal namhafte Unterstützungen, für welche ich auch an dieser Stelle den schuldigen Dank aussprechen möchte. Über die Gesamtheit meiner Aufnahmeergebnisse wird hoffentlich an anderer Stelle berichtet werden können; ein vorläufiger Bericht liegt bereits vor,³⁾ dessen Angaben freilich z. T. zu berichtigen sind. Hier soll nur speziell von den exotischen Blöcken die Rede sein, und zwar in erster Linie eben jenes neu aufgenommenen Gebietes. Dasselbe umfaßt die Gegend zwischen dem Rohrmooser- und Hirschgundental im S, dem Balderschwangertal im N, reicht im W bis an die Subersach bei Sibratsgfall in Vorarlberg und erstreckt sich gegen O mit einem schmalen Streifen längs der Schönberger Ache bis zum Illertal. Zur topographischen Übersicht dient am besten das Blatt Rindalpbhorn-Ost des bayrischen topographischen Atlas 1 : 50.000. — Mehr anhangsweise soll sodann auch noch auf eine Reihe von Vorkommnissen aus anderen Teilen des Allgäu eingegangen werden.

Im Gegensatz zu manchen Versuchen, die Herkunft exotischer Blöcke auf spekulativem Wege zu ermitteln, betrachtete ich eine genaue, insbesondere auch mikroskopische Untersuchung und Vergleichung der Gesteine als meine Hauptaufgabe. Eine Reihe von Fachgenossen unterstützten mich dabei in liebenswürdigster Weise durch Begutachtung

meines Materials sowie durch Überlassung von Vergleichsobjekten. Es sind dies die Herren Hofrat Becke und Oberbergrat Hammer in Wien, Dr. H. Milleitner † in München sowie Dr. R. Staub. Ihnen allen sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

I. Die Vorkommen im Bolgenkonglomerat des westlichen Allgäu.

1. Fundorte, speziell am Bolgen.

Meine Untersuchungen in diesem klassischen Gebiet exotischer Blöcke haben ergeben,⁴⁾ daß dieselben dort gar nicht dem Flysch im eigentlichen Sinne des Wortes angehören, sondern in der Hauptsache einem flysch-ähnlichen Schichtglied von wahrscheinlich Unterkreidealter, den Junghansenschichten, die dem Verband der überschoben auf dem Flysch liegenden Klippen angehören. Es wurde auch bereits mitgeteilt, daß die Blöcke dortselbst nicht isoliert oder schwarmweise, sondern als regelrechte Konglomeratlager auftreten; und der weitere Fortschritt der Kartierung hat ergeben, daß es sich in den Junghansenschichten um ein einziges solches Lager handelt, dessen vielfache Wiederholungen durch eine komplizierte Tektonik bedingt sind (abgesehen ist dabei von ganz wenigen zweifelhaften Fällen auf der Südseite des Feuerstättkopfes). Dieser Konglomerathorizont sei nach seinem klassischen Vorkommen auf der südlichen Seite des Bolgen als Bolgenkonglomerat bezeichnet.

Auf seine einzelnen, recht zahlreichen Aufschlüsse näher einzugehen verbietet hier leider der beschränkte Raum. Ich muß diesbezüglich auf meine Klippenmonographie verweisen und erwähne hier nur, daß die schönsten und an mannigfaltigen kristallinen Gesteinen reichsten Vorkommen sich befinden am S-Abfall des Bolgen (östlich vom „Steinhaufen“, sowie im Walde über P 1473 und auf der Rippe östlich vom Kessel der Grasgeren-Alpe), an und über dem Wege von der Schönberger-Alpe zur Mittelalpe sowie in den verschiedenen Gräben (besonders dem südlichsten) westlich des Gehöftes Junghansen im obersten Balderschwanger Tale. Nur vom ersterwähnten dieser Vorkommen muß etwas ausführlicher gesprochen werden, wegen der Berühmtheit, die es in der Alpengeologie erlangt und der wechselvollen Deutungen, die es erfahren hat.

Die kristallinen Gesteine am Bolgen wurden anscheinend um 1800 von Pfarrer Peterich in Obermaiselstein entdeckt.⁵⁾ In die Öffentlichkeit kam anscheinend die erste Nachricht darüber durch F. v. Lupin,⁶⁾ der bereits verschiedenartige Gesteine fand (Granit, Gneis, Glimmerschiefer) und feststellte, daß es sich um ein räumlich engbegrenztes Vorkommen handelt. Er hält es für unwahrscheinlich, daß diese Gesteine anstehen, und spricht die Vermutung aus, sie seien ein riesiges Blockwerk, aus den Zentralalpen hertransportiert zu einer Zeit, da das trennende Kalkgebirge noch eine sanft geneigte undurchtalte Fläche bildete. Uttinger⁷⁾ betonte sodann ihre Einlagerung als Nagelfluhe zwischen den Schichten der „Sandsteinformation“. Hingegen erklärten Sedgwick und Murchison⁸⁾ die kristallinen Gesteine zuerst für eine keilförmig von unten durch den Flysch emporgetriebene Masse, unter Hinweis auf deren Kontakt mit sehr verschiedenartigen Flyschgesteinen, und brachten sie in Zusammenhang mit Basaltdurchbrüchen auf dem S-Ufer der Schönberger Ache (als solcher wurde anscheinend der dort anstehende Grünsandstein des Gault mißdeutet!). Später spricht sich Murchison⁹⁾ dahin aus, daß der sogenannte Gneis und Glimmerschiefer nichts anderes als stärker

umgewandelte Glieder der Flyschgruppe seien. Demgegenüber betont Studer¹⁰⁾ wieder die Blocknatur der kristallinen Gesteine; die größeren Blöcke beständen aus einem gneisartigen Granit, „der in den Ötztaler Gebirgen die Zentralmasse bildet“. Die Möglichkeit, daß es sich um erratisches Material von dorthier handle, wird in Erwägung gezogen; als andere käme nur in Betracht, daß die Blöcke Reste von zerstörten Konglomeratlagern des Flysch seien. Als solche hat sie weiterhin auch Gumbel¹¹⁾ aufgefaßt; nach Beobachtungen im Kindsbangettobel lagere das Riesenkonglomerat gleichförmig zwischen den gewöhnlichen Gesteinsarten des Flysch. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß es sich an jener Lokalität (gemeint können nur die Aufschlüsse an dem Weg im Tobel gleich nördlich Rohrmoos sein) nicht um „Riesenkonglomerat“ handelt, sondern um polygene Breccien, deren Elemente kaum über Fausgröße hinausgehen (vgl. S. 261). Der Augengneis des Bolgen wird als überraschend ähnlich mit dem des Bayrischen Waldes bezeichnet, auf die Seltenheit von Kalkmaterial hingewiesen, das kristalline Material überhaupt von einem zerstörten Rücken zwischen Alpen und Bayrischem Walde hergeleitet. Dieser Auffassung ist Gumbel auch später treugeblieben¹²⁾. Neue Auffassungen brachte die Erkenntnis der überschobenen Lagerung weiter Alpengebiete. Bei Rothpletz¹³⁾ erscheint der „Granit“ des Bolgen als Deckscholle von der Basis seiner rhätischen Schubmasse; v. Seidlitz vergleicht ihn mit den Gneis- und Granitschollen an der Basis der ostalpinen Decken im Rhätikon.¹⁴⁾ Mylius hält ihn dagegen zwar auch für anstehend, aber aus der Tiefe durch den Flysch heraufgeschoben, an eigens zu diesem Zwecke konstruierten Verwerfungen.¹⁵⁾ Demgegenüber betont Tornquist,¹⁶⁾ daß der „Granit“ in einer Konglomeratzone steckt und daß dies kein zufälliges Zusammentreffen sein könne — daß jener selbst nur einen Riesengneisblock des Konglomerats darstelle. In neuester Zeit kommt Richter¹⁷⁾ zu einer ähnlichen Auffassung; und auch meine eigenen Untersuchungen haben insoweit dasselbe ergeben, als ich den „Granit“ als Bestandteil des Konglomerats betrachten muß.

Das Vorkommen ist dort zu suchen, wo auf Blatt Fischen 1 : 25000 des topographischen Atlas von Bayern die Buchstaben „hau“ des Wortes „Steinhaufen“ stehen — d. h. etwa 200—250 m östlich vom Steinhaufen selbst, der sich (aus auffälligen hellen Sandsteinblöcken bestehend) auf der östlichen Begrenzungsrippe des Talkessels der Grasgeren-Alpe bei etwa 1600 m Höhe befindet. Das Konglomerat bildet nun in der gleichen Höhe eine größtenteils dicht bewaldete, etwa 100 m weit horizontal verlaufende Rippe. An ihrem östlichen Ende sieht man einen etwa 10 m³ großen Block von grünlichgrauem bis violettgrauem Quarzporphyr und unmittelbar nördlich davon einen etwa gleichgroßen Granitgneisblock mit senkrechter, O-W streichender Schieferung. Am W-Ende ist ein Block des gleichen Augengneises zu treffen von etwa 25—30 m³, mit etwa N 10° W streichender Schieferung; und darunter liegt eine wohl noch größere Masse von fast nicht geschiefertem Gneisgranit, ohne daß sich jedoch sicher entscheiden ließe, ob sie mit dem vorgenannten zusammenhängt oder einen Block für sich bildet. Längs der Kante zwischen diesen beiden Eckpunkten ist eine Reihe von Blöcken desselben Gneises sichtbar, von z. T. eckigen Formen — Bruchstücke größerer Blöcke! — Doch läßt die starke Bewachsung nichts über den Verband im Anstehenden erkennen. Allein bei nur geringem Abstieg an beliebiger Stelle der S-Seite bemerkt man bald zahlreiche herumliegende kleinere Gerölle, vorwiegend von Gneisen und Glimmerschiefern verschiedener Art, daneben Quarzporphyre, seltener Granite, endlich auch Dolomit und ganz vereinzelt Aptychenkalk — die typische Zusammensetzung des Bolgenkonglomerats. Kein Zweifel, daß auch die großen Gneisblöcke in diesem liegen! Und daß es sich da nicht um ein zufälliges Zusammentreffen handelt, ergibt sich aus zwei Tatsachen: einmal ist das Streichen des Gneises außerordentlich wechselnd, wie

aus den mitgeteilten Beobachtungen an den beiden Stellen hervorgeht, wo er sich sicher in situ befindet; würde er anstehen, so sollte man einheitliches Streichen parallel der Längserstreckung des Vorkommens erwarten. Und zweitens setzt sich der „Gneisrücken“ nach beiden Seiten absteigend als Rippe am Gehänge fort; deren Zusammensetzung aus polygenem Konglomerat von z. T. weit über kopfgroßen Blöcken ist aber (besonders auf der O-Seite, östlich von einem querenden Wasserriß) deutlich erkennbar. Endlich ist auch die auffallende Größe der Gneisblöcke kein Hindernis — die früher angegebenen Maße von 150, ja von über 1000 m^3 (Mylius) sind an den nachweislich zusammenhängenden, von der Vegetationsdecke entblößten Felsindividuen nicht sichtbar und wenigstens die letztgenannte Zahl bestimmt übertrieben. Blöcke von 20—40 m^3 sind aber auch sonst im Bolgenkonglomerat mehrfach anzutreffen. Endlich könnte man noch aus der Tatsache, daß längs jener Rippe fast ausschließlich Blöcke des gleichen Augengneises zu finden sind, ein Argument zugunsten seines Anstehens ableiten wollen. Allein einmal zeigt bereits jener Quarzporphyr am O-Ende, daß auch andere Gesteine vorhanden sind, und zweitens sind granitische Augengneise allgemein die häufigsten Blöcke — und besonders unter den großen Blöcken — des Bolgenkonglomerats. Eine Anhäufung von Riesensblöcken gerade dieses Gesteins an einem Punkte bietet also nichts Auffallendes.

Der „Granit“ des Bolgen ist also endgültig aus der Zahl der anstehenden Vorkommnisse kristalliner Gesteine am Alpenrande zu streichen.

2. Allgemeines über Beschaffenheit und Vorkommen der Gerölle.

Das Material des Bolgenkonglomerats ist im allgemeinen recht gut gerollt: auch große Blöcke zeigen dort, wo sie frei herauswittern, stets gerundete Formen. Wo sich eckige Begrenzungen finden, sind sie stets als Werk nachträglicher Zertrümmerung aufzufassen; in vielen Fällen läßt sich dies unmittelbar beobachten. Immerhin ist die Abrollung keineswegs so vollkommen, wie bei einem weittransportierten Flußkies: unregelmäßig gebuckelte Oberflächen kommen oft genug vor.

Die Größe der Gerölle schwankt von ganz kleinen, makroskopisch eben noch wahrnehmbaren, bis zu vielen Kubikmetern Inhalt. Mit die größten sind wohl die bekannten Augengneisblöcke am Bolgen (vgl. S. 231); aber auch sonst trifft man nicht allzuseiten solche von ähnlicher Größenordnung. Im nördlichen der bei Junghansen ausmündenden Gräben liegt bei nahe 1300 m ein Gneisblock im Konglomerat, dessen herausragender Teil auf etwa 30 m^3 Volumen schließen läßt. Am Rücken nordöstlich der Schwarzenberg-Alpe bei zirka 1350 m schaut ein Gneisblock mit zirka 10 m^3 aus dem Boden, und einen solchen von 10—15 m^3 fand ich an dem Gehänge südlich des Sulzbaches (SO-Seite des Bolgen), an dem Abhang gegen das Schönberger Achenal, ganz oben. Das sind nur ein paar herausgegriffene Beispiele so großer Blöcke, es gibt deren noch mehr; und vollends solche von etwa 1—3 m^3 beobachtet man

fast überall, wo das Konglomerat austreicht — in Menge z. B. im südlichen der bei Junghansen ausmündenden Gräben.

Von Ordnung nach der Größe ist im ganzen sehr wenig zu bemerken. Wohl treten die Riesenblöcke zuweilen gesellig auf — wie eben an der klassischen Lokalität am Bolgen; und anderseits gibt es auch Stellen, wo das Konglomerat nur feines Material zeigt, z. B. im Ränkertobel gleich nördlich vom dortigen Aptychenkalk. Im allgemeinen aber liegen die Gerölle verschiedener Größe bunt durcheinander — die kleinen in den Lücken der größeren oder ein ganz großes zwischen lauter kleineren.¹⁸⁾

Ebenso ist keine Ordnung nach dem Material zu erkennen. Wohl besitzen einzelne Gesteinsarten mehr oder weniger scharf umgrenzte Verbreitungsgebiete — z. B. scheinen manche Granite und Syenite beschränkt auf die Gegend Bolgen—Hörnlealpe—Schelpen. Und ebenso ist mancherorts ein Überwiegen einzelner Gesteinstypen festzustellen — besonders häufig der Gneise, die eben unter dem Geröllematerial überhaupt vorwalten. Fast überall aber trifft man eine sehr bunte, vielgestaltige Gesteinsgesellschaft beisammen.

Auslese nach der Gesteinsart ist ebensowenig in weitergehendem Ausmaß vorhanden. Das zeigen schon die Granite, Gneise usw., die bei einer solchen zu verschwinden pflegen (man vergleiche den Bestand an exotischen Geröllen in der Gosau!). Aber auch manche recht leicht zerstörbare Gesteine finden sich vereinzelt, wie schwarze Tonschiefer, von denen man annehmen darf, daß sie schon bei einem kurzwährenden Transport zwischen härterem Material in der Hauptsache zerrieben werden. Das Fehlen oder die Seltenheit von irgendwelchen widerstandsfähigen Gesteinsarten wird man also nicht auf Auslese beim Transport zurückführen dürfen.

Der Erhaltungszustand der meisten Gerölle ist ein recht guter. Zumal makroskopisch machen sie zumeist einen sehr frischen Eindruck — von häufig vorhandenen Verwitterungsrinden abgesehen. Im Dünnschliff beobachtet man ja freilich sehr oft Anzeichen tiefgreifender Veränderungen — besonders an den dunklen Gemengteilen, die chloritisiert werden, sowie an den Feldspäten. Wieviel davon bereits vor der Einbettung der Gerölle vorhanden gewesen sein mag, wieviel erst bei der rezenten Auswitterung entstanden ist, läßt sich schwer abschätzen. Im ganzen aber scheint es mir nicht wahrscheinlich, daß das Geröllematerial bereits bei seiner Einbettung tiefgehend verwittert gewesen sein könnte; die Desaggregation namentlich der granitischen Massengesteine müßte in diesem Falle viel weiter gediehen sein.

Spuren mechanischer Beeinflussung (nicht des Konglomerats als Ganzem, sondern der einzelnen Gerölle) sind nur in ganz geringem Maße zu erkennen; davon soll bei der Beschreibung der betreffenden Gesteine noch die Rede sein. Wo nichts darüber erwähnt ist, fehlen sie vollkommen.

3. Beschreibung der einzelnen als Gerölle vorkommenden Gesteinstypen.

a) Granite finden sich sehr reichlich unter den Komponenten des Bolgenkonglomerats, besonders auf der Südseite des Bolgen selbst, sowie im Ränkertobel und SO der Oberen Mittelalpe. Auch in den Gräben auf der Ostseite des Schelpenkammes sind sie noch ziemlich häufig. Außerhalb des genannten Bezirkes treten sie mehr zurück, scheinen indessen nirgends ganz zu verschwinden. Ganz allgemein handelt es sich fast ausschließlich um helle, an basischen Gemengteilen arme Gesteinstypen; im einzelnen aber sind sie von beträchtlicher Mannigfaltigkeit.

44*) Ziemlich feinkörniges Gestein aus klarem, glänzend grauweißem Feldspat, gleichfalls grauweißem Quarz, etwas hellem und dunklem Glimmer. Gehänge SO der Oberen Mittelalpe. — Im Dünnschliff bietet der Quarz nichts Besonderes. Der Plagioklas zeigt in albitischer (Lichtbrechung!) Grundmasse neben diffuser Trübung ziemlich zahlreiche neugebildete Muskovitschüppchen; Zwillingslamellen sind deutlich. Der Orthoklas, noch stärker trüb, enthält häufig noch neugebildeten Muskovit, in einheitlichen Individuen gerippeartig den ganzen Kristall durchsetzend. Perthitische Durchwachsung mit Albit (Zwillingslamellen!) kommt vor. — Biotit, stets chloritisiert, ist meist mit Muskovit parallel verwachsen; letzterer findet sich auch in selbständigen großen, meist stark zersetzten Tafeln. Die granitische Struktur erscheint verwischt durch panidiomorphe Anklänge; insbesondere sind kleinere Quarzindividuen, z. T. mit verhältnismäßig gut bipyramidaler Ausbildung, häufig im Orthoklas eingewachsen.

103. Ziemlich grobkörniges Gestein aus grauweißem Quarz, licht-rötlichen, bis etwa 1 cm langen Orthoklasen, kleinen, aber zahlreicheren grünlichweißen Plagioklasen, beide mit glänzenden Spaltflächen. Zurücktretend sind kleine (zirka 3 mm Durchmesser), schön sechseckige Biotite. — Südlicher Graben ob Junghansen auf der Ostseite des Schelpenkammes. — Im Dünnschliff zeigen sich die Orthoklase im höchsten Grade getrübt; die gleichfalls, aber schwächer trüben Plagioklase mit wohl sichtbaren feinen Zwillingslamellen und ganz verschwommen angedeuteter Zonenstruktur stehen sicher dem Albit recht nahe (Lichtbrechung!). Serizitische Neubildungen fehlen durchaus. Der Quarz und der tiefbraune, öfters chloritisierte Biotit bieten nichts Auffälliges. Zirkon vereinzelt in kleinen wohlausgebildeten Kriställchen. Äußerst feine, farblose Nadelchen, vereinzelt oder in kleinen Gruppen in Quarz oder Feldspat eingewachsen, deren Interferenzfarben stets hindurchschimmern und die optischen Bestimmungen unsicher machen, sind vielleicht als Sillimanit zu deuten; gerade Auslöschung und positiver Charakter der Hauptzone glaube ich feststellen zu können. — Die Struktur ist typisch granitisch, der Quarz in meist kleinen, rundlichen oder eckigen Körnern vielfach an den gegenseitigen Grenzen der großen Feldspate (auch die verhältnismäßig gut begrenzten Plagioklase sind relativ groß) eingekeilt, dazwischen in größeren

*) Die Nummern beziehen sich hier und im folgenden auf meine Schiffsammlung, welche ich im paläontologisch-stratigraphischen Institut der Universität München deponieren werde.

Nestern für sich; mit dem Orthoklas ist er meist unregelmäßig verzahnt, auch als Einschluß in beiden Feldspäten vorhanden. Der Biotit bildet z. T. Nester von kleinen Blättern.

122. Gestein ähnlich dem vorigen, nur sind die einsprenglingsartigen (z. T. mehrere Zentimeter langen) Orthoklase von bläulichweißer Farbe. SO Obere Mittelalpe.

Im Dünnschliff unterschieden von 103 durch den perthitischen Charakter der Orthoklase und die meist (bis auf die Randzone) vollkommene Serizitisierung der Plagioklase.

117. Feinkörniger Granit aus weißen, glänzenden Feldspäten, grauweißem Quarz und wenig hervortretenden dunklen Glimmerblättern bestehend; etwas Pyrit. — Graben auf der W-Seite des Schelpen.

Im Dünnschliff fällt auf, daß — im Gegensatz zu den vorigen Gesteinen — der Orthoklas merklich über den vollständig serizitisierten Plagioklas überwiegt.

51. Recht grobkörniges Gestein aus rötlichweißen Feldspatzwillingen und lichtgrauem Quarz. beide bis über 1 cm Durchmesser; untergeordnet lichtgrauer Feldspat mit noch besser glänzenden Spaltflächen und z. T. schon makroskopisch sichtbaren Zwillingslamellen, und dunkler Biotit in z. T. deutlich sechsseitigen Tafeln. — Abhang südlich Grasgeren-Alpe.

Während man den vorwiegenden Feldspat makroskopisch ohne weiteres als Orthoklas bestimmen möchte, ist im Dünnschliff überraschenderweise nur Plagioklas sichtbar. Zum größeren Teil ist er bis zur Undurchsichtigkeit erfüllt mit Umwandlungsprodukten; zum anderen Teil vollkommen frisch und klar und dann auf Grund der Lichtbrechung als Albit zu bestimmen. Dieser tritt z. T. in selbständigen Individuen auf, teils bildet er mehr oder minder breite Randzonen um die umgewandelten, wohl ursprünglich stärker basischen Plagioklase. Vielfach aber fehlen diesen auch solche Randzonen. Der Biotit, oft reich an Sagenitausscheidungen, zeigt fleckige Umwandlung in Muskovit; teils gut umgrenzt, teils unregelmäßige Fetzen. Quarz ist letzte Ausscheidung, doch auch als rundlicher Einschluß in der albitischen Randzone der sonst gut idiomorphen Plagioklase.

Die interessanteste Gruppe unter den Graniten vertreten die folgenden drei oder vier Gesteine: sie müssen auf Grund des Charakters ihrer Feldspäte als Alkaligranite bezeichnet werden.

15. Grobkörniges Gestein (zirka 1 cm Korngröße), sehr frisch, aus hellgrauem Quarz, weißem bis hellgrauem Feldspat mit glänzenden Spaltflächen, einzelnen kleinen schwarzgrünen Biotiten und silberglänzenden Muskovittafeln. — Abhang SO der Oberen Mittelalpe.

U. d. M. zeigen sich die Feldspäte als verschiedener Art: am häufigsten sind α) meist große, regelmäßig lamellierte Individuen, durchaus klar, doch von ziemlich zahlreichen parasitischen Muskovitblättchen durchwachsen. Sie sind auf Grund der Lichtbrechung ($\alpha', \gamma' < \omega$) und Auslöschungsschiefe (76° nahe $\perp \alpha$) als dem Albit mindestens sehr nahe stehend zu bestimmen. Viel seltener sind β) gleichfalls klare Schnitte mit sehr feiner, unregelmäßig aussetzender Lamellierung; ohne Muskovitneubildung, dagegen stark durchsetzt von Kalzitimpregnationen. In der Lichtbrechung scheinen sie von α) nicht verschieden. Die Auslöschungs-

schiefe konnte leider nicht bestimmt werden. Vielleicht handelt es sich um einen entmischten basischeren Plagioklas, dessen Anorthitanteil unter Neubildung von Kalzit zersetzt worden ist? Endlich finden sich wieder recht reichlich γ) Individuen von eigentümlicher perthitischer Streifung (doch breiter, als man sie normalerweise zu sehen gewohnt ist): der eine Anteil, zwillingslamelliert, stimmt in Lichtbrechung und Erhaltungszustand mit (α) überein, löscht auch wohl mit benachbarten Schnitten von (α) zusammen einheitlich aus und ist somit auch als Albit anzusehen; der andere Anteil, vollkommen trüb und ohne Zwillingslamellen, zeigt schwächere Licht- und Doppelbrechung und muß als Orthoklas betrachtet werden. Über den Quarz, den (primären) Muskovit und den spärlichen, stets chloritisierten Biotit ist hier nichts weiter zu bemerken. Apatit und Pyrit finden sich vereinzelt; Kalzit als Neubildung auf Rissen. — Die Ausscheidungsfolge: Glimmer—Albit—Perthit—Quarz ist deutlich. Die Glimmerlamellen sind meist randlich zwischen die Feldspäte eingeklemmt. Von diesen ist der Albit meist gut idiomorph, sowohl die großen Individuen wie kleine im Perthit eingeschlossene. Der letztere zeigt nur gegen Quarz manchmal kristallographische Umgrenzung. Dieser tritt als Füllmasse auf, gelegentlich aber auch in Form kleiner Einschlüsse in Albit und Perthit. Über das Verhalten des Feldspates (β) läßt sich nichts Bestimmtes mitteilen, da er nur vereinzelt zwischen die Albite eingeklemmt gefunden wurde. — In diesem Gestein sind ausnahmsweise mechanische Deformationserscheinungen: Biegungen der Glimmerblätter, Knickungen der Feldspatlamellen neben undulöser Auslöschung am Quarz festzustellen; doch ist ihre Intensität nicht groß.

17. Ziemlich grobes Gemenge aus grauweißem Quarz und weißem mattem Feldspat, mit zurücktretendem hellem und dunklem Glimmer in kleinen Blättchen. Einzelne einsprenglingsartige Feldspäte erreichen 1—2 cm Länge. — Schelpen, S-Grat.

Im Dünnschliff erkennt man die großen Feldspäte als Orthoklas, z. T. mit undeutlich zwillingslamellierten perthitischen Flecken. Er ist stets etwas trüb, doch arm an serizitischen Neubildungen. Der Plagioklas zeigt sich dagegen zumeist erfüllt von solchem, doch bleiben die Zwillingslamellen stets kenntlich. Häufig sind serizitfreie Randzonen von annähernd reinem Albit, und Schnitte von kleinen idiomorphen Plagioklasen, wie sie sich in den großen Orthoklasen eingeschlossen finden, zeigen z. T. nur solchen, z. T. aber auch noch einen serizitisierten Kern. Endlich finden sich auch noch, aber untergeordnet mikroklinartige Feldspäte mit ganz feiner verschwommener Lamellierung; sie gleichen benachbartem Orthoklas in bezug auf Lichtbrechung, leichte Trübung und geringe Serizitneubildung — wie er enthalten sie auch zahlreiche kleine, regellos angeordnete Einschlüsse von idiomorphem Albit (bezw. Plagioklas mit albitischen Randzonen). Quarz ist reichlich, Biotit desgleichen; stets ist er ausgebleicht oder chloritisiert, dazu durch Rost gelb gefärbt. Zahlreichste feinste Nadelchen durchsetzen ihn teils regellos, teils regelmäßig in drei Richtungen angeordnet (Sagenit). Muskovit in unregelmäßig zerfetzten einschlußreichen Individuen tritt zurück. An Nebengemengteilen ist Apatit verhältnismäßig reichlich, Zirkon, Magnetit und Ilmenit finden sich sporadisch. — In struktureller Hinsicht ist charakteristisch die nester-

förmige Zusammenhäufung der einzelnen Gemengteile (wobei in den Biotitnestern auch die Akzessorien konzentriert sind) — abgesehen von den einsprenglingsartigen Orthoklasen. Diese sind meist schlecht begrenzt und reich an Einschlüssen (idiomorphe Plagioklase und kleine rundliche Quarze). Stellenweise findet sich auch eine mehr gleichmässige Mischung von Biotit, Plagioklas und Quarz mit normaler Ausscheidungsfolge. — Dies Gestein stellt ein Übergangsglied dar von der Gruppe der Alkali-granite zu den normalen Graniten, unterscheidet sich aber von den meisten derselben durch seinen Biotitreichtum.

43. Grobkörniges Gemenge aus weißem Quarz, weißem Feldspat und zurücktretend schwarzem Biotit in z. T. schön sechsseitigen Tafeln. — Hörnle-Alpe.

Im Dünnschliff ähnelt das Gestein Nr. 15: Große Individuen von stark getrübttem Orthoklas, perthitisch mit lamelliertem Albit verwachsen, in unregelmäßig fleckiger Durchdringung; einheitlich lamellierte Albite z. T. mit stark serizitisierten Kernen von ursprünglich wohl etwas basischerem Plagioklas; Quarz; tiefbrauner, z. T. wohlumgrenzter Biotit, mit oft reichlicher Sagenitausscheidung; Muskovit teils als parallele Fortwachsung der Biotite, teils in selbständigen (anscheinend parasitisch auf Kosten der Feldspäte neugebildeten?) Individuen, stets stark zerfetzt, endlich Zirkon in recht zahlreichen kleinen Nadeln, mit fast schwarzen pleochroitischen Höfen im Biotit. — Die Struktur ist die normale granitische.

108. Weißer glänzender Feldspat und hellgrauer Quarz, mit einigen Millimetern durchschnittlicher Korngröße; zurücktretend schwarzer Glimmer. — NO-Seite des Feuerstätterkopfes, im Graben zirka 500 m südlich der Hütte bei Punkt 1429.

Der vorherrschende Feldspat ist perthitischer Orthoklas, stark getrübt, ohne erkennbare Neubildung; daneben Plagioklas, mit reichlich neugebildetem Serizit erfüllt, mit klaren albitischen Randzonen. Der tiefbraune Biotit zeigt gelegentlich Sagenit- und reichliche Erzausscheidung; selten chloritisiert. Muskovit in unregelmäßigen Fetzen spärlich, stets an die Nachbarschaft des Biotits gebunden, wohl sicher primär. Quarz ohne Besonderheiten. Apatit spärlich, Zirkon ziemlich häufig, mit fast schwarzen pleochroitischen Höfen im Biotit. Ein vereinzelt kleines Korn von lichtblauer Farbe ist wahrscheinlich Turmalin. — Die Ausscheidungsfolge ist die normale granitische.

123. Dieses Gestein von SO der Oberen Mittelalpe (anderswo nicht gefunden) fällt auf durch die blaugraue Farbe seiner Feldspäte. Außerdem erkennt man dunkle Biotittäfelchen und verhältnismäßig zurücktretend Quarz. Das Korn ist gleichmäßig, ziemlich fein.

Im Dünnschliff ist der Plagioklas als dem Albit sehr nahestehend zu bestimmen; doch fehlen ihm nicht Andeutungen von Zonenbau, wobei die einzelnen Zonen sich z. T. unregelmäßig durchdringen. Antiperthitische Einlagerungen selten; ebenso Neubildung von Serizit und Kalzit. Orthoklas kleiner und weniger reichlich, stets trüb. Der dunkelbraune Biotit stark umgewandelt; Sagenitnetze. Daneben vollständig in Chlorit und Kalzit umgewandelte Hornblende. Apatit ziemlich, Magnetit mäßig reichlich; etwas Pyrit. Normale Granitstruktur. Dieses Gestein erinnert stark an manche saure Glieder der Banatite des Berninagesbietes.

24. Aplitgranit. Abhang südöstlich der Oberen Mittelalpe. — Feinkörniges Gestein, bestehend aus grauem Quarz und etwas heller grauem Feldspat sowie etwas zurücktretend Blättchen von hellem und dunklem Glimmer.

Im Dünnschliff sind als Hauptgemengteile festzustellen: Quarz; Albit, ziemlich trüb (mit einzelnen neugebildeten Muskovitblättchen); Orthoklas, noch stärker getrübt, in geringerer Menge; mäßig reichlich chloritisierter Biotit und etwas mehr Muskovit. An Nebengemengteilen Apatit und Pyrit, dieser unter anderem als Imprägnation auf feinen Rissen. Kalzit lokal als Neubildung. Die Struktur läßt sich fast als panidiomorphkörnig bezeichnen, mit Tendenz zu kristallographischer Umgrenzung bei Plagioklas und Quarz. Gänzlich formlos ist stets der Orthoklas und zumeist der helle Glimmer, der teils große, von Einschlüssen durchsiebte Individuen bildet, teils als Füllmasse zwischen gegen ihn nahezu idiomorphen Plagioklasen (und seltener Quarzen) auftritt. Nur in paralleler Verwachsung mit Biotit zeigt er, wie dieser stets, bessere taflige Ausbildung.

130. Sehr feinkörniger (1—2 mm) Zweiglimmergranit, mit blaßrötlichem Orthoklas, blaßgrünlichem Plagioklas und grauem Quarz. Riesenblock im Sulzbach, bei zirka 1250 m.

Im Schliff zeigt der meist verzwilligte Orthoklas z. T. fein mikroperthitische Streifung; die schwach serizitisierten Plagioklase, als Oligoklas bestimmbar, sind kleiner entwickelt, aber viel zahlreicher. Der dunkelgrüne Biotit überwiegt bedeutend über die zerfetzten Muskovitblätter; beide lokal zu Gruppen zusammengehäuft, sonst spärlich. Granitische Ausscheidungsfolge nicht sehr deutlich; das Gestein steht an der Grenze gegen die Aplite.

143. Zweiglimmergranit, feinkörnig. Gehänge westlich der Grasgeren-Alpe. — Weißer Feldspat, lichtgrauer Quarz; beide Glimmer spärlich.

Im Dünnschliff erkennt man die Vorherrschaft von Oligoklas über Orthoklas; besonders der letztere stark getrübt. Strukturell ist auffallend, daß beide Feldspäte meist konkretionsartige Anhäufungen zwischen hauptsächlich aus Quarz bestehenden Feldern bilden.

Eigentliche Granitaplite finden sich überall verstreut unter den Geröllen, doch im ganzen ziemlich selten. Ein Stück vom Sulzbach, feinkörnig und schneeweiß, zeigt Quarz, Feldspat und Muskovit. Mikroskopisch nicht untersucht.

b) Sonstige Tiefengesteine. 16 und 18. Alkalisyenit. Zwei Gerölle aus dem Konglomerat südöstlich der Oberen Mittelalpe, an dem zur Schönberger-Alpe führenden Weg. Sie zeigen beide weit überwiegend Feldspäte, weiß bis bläulichgrauweiß, mit perlmutterglänzenden Spaltflächen; dazwischen stark zurücktretend dunkelgrüne Massen von serpentinähnlichem Aussehen und ganz vereinzelt dunkle Glimmerblättchen; Quarz ist makroskopisch nicht erkennbar. Der Unterschied zwischen beiden Gesteinen besteht darin, daß (16) im ganzen ziemlich feinkörnig ist und nur einzelne einsprenglingsartige Feldspatzwillinge nahe an 1 cm Länge heranreichen, während (18) wesentlich aus solchen Zwillingen von 1—2 cm Länge besteht. Ganz identische Gesteine finden sich auch auf dem S-Abfall des Bolgen und bei Junghansen.

Im Dünnschliff zeigen sich die (insgesamt wohl über 90% der Gesteine ausmachenden) Feldspäte z. T. als ganz frische und klare (neugebildete Serizitlamellen nur spärlich) Plagioklase mit scharfen Zwillingslamellen; nach Lichtbrechung und Auslöschungsschiefe $\perp a$, die in zwei Schnitten zu 74° bzw. 75° bestimmt werden konnte, handelt es sich um Albit. Gelegentlich finden sich inmitten sehr breiter rein albitischer Randzonen Kernpartien mit ganz wenig abweichender Auslöschungsschiefe und kaum höherer Lichtbrechung; sie dürften einen geringen Anorthitgehalt beherbergen. Daneben aber finden sich, besonders reichlich in (18), perthitische Feldspäte, aufgebaut aus Partien von klarem Albit und solchen von schwächer licht- und doppelbrechendem, meist mehr oder minder trübem Orthoklas; die beiderlei Substanzen wechseln teils in annähernd parallelen, doch vielfach unregelmäßig ineinandergreifenden Streifen, teils in ganz gesetzloser Weise; manchmal sieht es aus, als ob der Albit Risse im Orthoklas ausfüllte. Allein das Mengenverhältnis der beiden sich durchdringenden Substanzen unterliegt sehr auffallenderweise den größten Schwankungen: wir finden alle Übergänge vom reinen Albit bis zu Orthoklasen mit nur untergeordneten albitischen Einlagerungen. — Die grünen Partien des Gesteins bestehen aus Chloritaggregaten; sie bilden (z. T. mit Beimengung von etwas Serizit) nur die Ausfüllung von Lücken zwischen den Feldspäten, ohne charakteristische Umgrenzung, die auf ihren Ursprung ein Licht würfe. Nur als Einschluß in den Feldspäten findet sich ganz selten Chlorit als Pseudomorphose nach Biotit. Gleichfalls ganz selten ist Quarz, sowohl als Einschluß in Feldspäten wie als Ausfüllung von deren Zwischenräumen. Nebengemengteile: Zirkon, Apatit, Magnetit spärlich; verhältnismäßig etwas reichlicher in (18) Ilmenit in tafelförmigen, z. T. zu unregelmäßigen Gruppen vereinigten Individuen. — Die Feldspäte zeigen im allgemeinen nur gegenüber den chloritischen Zwischenmassen idiomorphe Ausbildung; die einsprenglingsartigen Perthite in (16) neigen zu solcher, erreichen sie aber nur unvollkommen, da von den Rändern her kleine selbst idiomorph begrenzte Albite in sie eindringen und von ihnen umschlossen werden. In (18) kommt es gelegentlich zu komplizierten gegenseitigen Durchdringungen benachbarter Individuen von Albit und Perthit. In beiden Schliffen beobachtet man nicht selten mechanische Zertrümmerungserscheinungen von nicht unbedeutender Intensität: Knickungen der Zwillingslamellen, Trümmerzonen an den Grenzen der Feldspatindividuen, quer hindurchsetzende Scherflächen, z. T. mit Mörtelbildung, auch gelegentlich mit neugebildetem Serizit, sowie Risse, die mit vermutlich infiltriertem Kalzit verheilt sind.

Zu diesen sehr charakteristischen Gesteinen ist mir innerhalb der Alpen und in deren näherer Umgebung nur ein Analogon bekannt: die Alkalisyenite des Berninagebietes;¹⁹⁾ und zwar weniger die von Grubemann beschriebenen, als noch unveröffentlichte Funde vom Palügletscher, von denen mir Staub Stücke gezeigt hat.

114. Banatit. Ein einzelner Block aus dem Konglomerat an der Rippe, die vom O-Gipfel des Feuerstätterkopfes gegen S hinabzieht, bei etwa 1330 m Höhe. — Ziemlich feinkörniges Gemenge aus blaugrauem Feldspat mit glänzenden Spaltflächen, grauem Quarz, ziemlich reichlich

schwarzbraunem Biotit und ganz wenig Muskovit. Eine geringe Spur von Schieferung erscheint durch Parallelstellung der Glimmer angedeutet. — Vor allem die Farbe des Feldspates bedingt eine auf den ersten Blick ins Auge fallende Ähnlichkeit mit manchen Typen des Banatits des Berninagebirges, weshalb der obige Name auch für unser Gestein gebraucht sei.

U. d. M. beobachtet man als einzigen Feldspat einen ursprünglich wohl ziemlich basischen Plagioklas; heute liegt er nur mehr vor in Gestalt eines albitischen Untergrundes, durchspickt mit neugebildeten Serizit-, bezw. Muskovitblättchen, sowie gelegentlichen Ausscheidungen von Kalzit. Orthoklas fehlt anscheinend. Der Quarz zeigt verhältnismäßig starke undulöse Auslöschung. Der Biotit ist von lichtrötlichbrauner Farbe, reichlich mit Sagenit durchwachsen; oft chloritisiert. Der spärliche Muskovit bildet große und kleine unregelmäßige Fetzen. Magnetit und Zirkon (mit pleochroitischen Höfen) sind nicht selten. — In struktureller Hinsicht bietet das Gestein ein etwas ungewohntes Bild: Eine bestimmte Ausscheidungsfolge lassen die zumeist unregelmäßig gerundeten oder gelappten Individuen seiner Gemengteile im allgemeinen nicht erkennen. Wohl findet sich idiomorphe Umgrenzung des Biotits gegenüber dem Plagioklas, des letzteren gegen Quarz, aber keineswegs allgemein. Stellenweise fühlt man sich sogar an die granoblastische Struktur kristalliner Schiefer erinnert. Schieferung ist dagegen auch im Dünnschliff ziemlich schwach angedeutet durch einzelne mehr oder minder parallele Glimmerzüge. Im allgemeinen liegen die gleichartigen Mineralkörner schlieren- und nesterweise beisammen. Kataklastische Strukturen sind nicht vorhanden.

Die mikroskopische Untersuchung fördert keine Tatsachen zutage, die der Vergleichung unseres Gesteins mit den Engadiner Banatiten widersprechen würden, freilich leider auch keinen unumstößlichen Beweis für die Identität beider. Immerhin scheint mir diese sehr wahrscheinlich, zumal ich andere Gesteine nicht kenne, die für die Vergleichung in Betracht kämen. Die nicht normale Eruptivstruktur und schlierige Paralleltexur finden sich als primäre Erscheinungen auch in der Randfazies des Banatits vom kleinen Chapütschin in der westlichen Berninagruppe, ²⁹⁾ von der jedoch unser Gestein in anderer Hinsicht abweicht.

14. Granodiorit. Ziemlich feinkörniges Gestein mit trüben, rötlich-weißen Feldspäten von tafeliger Form (bis zirka 1×5 mm), dunkelgrauem Quarz und etwas zurücktretend schwarzem Biotit. — Abhang östlich der Grasgeren-Alpe.

Im Dünnschliff zeigt sich Plagioklas als weitaus vorherrschender Feldspat; die weitgehende Serizitisierung läßt zwar gelegentlich auch Zwillingslamellen erkennen, macht jedoch jede genauere Bestimmung unmöglich. Er bildet wohl 50 % des gesamten Gesteins. Orthoklas, gleichfalls stark durch Zersetzungsprodukte getrübt, ist sehr viel spärlicher. Der reichlich vorhandene Quarz bietet nichts Auffälliges. Der gleichfalls recht reichliche Biotit ist stets vollständig chloritisiert unter Ausscheidung von Erz (bezw. Rost) und Leukoxen. Andere ähnliche Chloritpseudomorphosen lassen sich nach ihren Umrißformen vielleicht auf Hornblende zurückführen; doch treten sie gegenüber den zweifellos aus Biotit hervor-

gegangenem gänzlich in den Hintergrund. Von Nebengemengteilen ist Apatit ziemlich häufig in auffällig langen dünnen Nadeln, wie er sie in tonalitästischen und dioritischen Gesteinen häufig bildet; Magnetit ist spärlich in kleinen, rundlichen Körnern. — Das Strukturbild wird vor allem bestimmt durch den meist ausgezeichneten Idiomorphismus der länglich-rechteckigen Plagioklasschnitte. Doch findet sich Plagioklas auch als Ausfüllung von Zwickeln zwischen den Quarzkörnern, oft mit benachbarten idiomorphen Individuen zusammen auslöschend — ein Zeichen für das Übereinandergreifen der Bildungsperioden. Genau so formlos wie der Quarz ist der Orthoklas; eine Altersfolge zwischen diesen beiden ist nicht festzustellen. Der Biotit ist ebenfalls meist idiomorph, nur mit dem Plagioklas z. T. buchtig verzahnt; gelegentlich als Einschluß im letzteren ist er als im allgemeinen ältere Bildung charakterisiert. Auch die Hornblende zeigt stets deutliche kristallographische Umgrenzung gegen den Quarz (Verhältnis zu anderen Mineralien nicht beobachtet). — Von Schieferung und Kataklyse findet sich keine Spur; selbst undulöse Auslöschung am Quarz ist kaum wahrzunehmen.

Das Gestein nimmt nach Mineralbestand und Struktur eine Mittelstellung ein zwischen Graniten und Tonaliten.

142. Diorit. Ein einziges Gerölle, aus dem Konglomerat SO der Oberen Mittelalpe. Dunkelgrünes, schweres und zähes Gestein, durchaus massig, von ziemlich feinem Korn. Es besteht aus dunkelgrünen, mattglänzenden Massen, an denen man ab und zu Hornblendespaltbarkeit zu erkennen glaubt, sowie grauweißen Feldspäten mit glänzenden Spaltflächen.

Im Dünnschliff sind die letzteren zwar ziemlich stark serizitisiert jedoch noch als Andesin bestimmbar. Die Hornblende dagegen ist durchaus in Chlorit umgewandelt (nur mehr an den Formen der Querschnitte gelegentlich kenntlich) unter reichlicher Erzausscheidung. Lichtbrauner Biotit ist spärlich, ebenso Quarz (nur in Lücken zwischen Plagioklasen). Apatit ziemlich reichlich und z. T. groß, Zirkon(?), Magnetit (primär!), Pyrit (wohl sekundär) sehr spärlich; außerdem finden sich zahlreich sehr kleine farblose (?) Granaten, fast stets im Plagioklas eingeschlossen (wohl Neubildung). — Die Struktur wird bestimmt durch die mäßig deutliche Ausscheidungsfolge Andesin-Hornblende. Eine wenig ausgeprägte parallelstreifige Verteilung dieser beiden Hauptkomponenten ist wohl primär. — Kataklyse fehlt.

Herkunft unsicher. Mit den mir bekannten Dioriten des Bernina-Juliergebietes stimmt das Gestein nicht überein, auch nicht mit jenem des Tilisuna-Schwarzorns im Rhätikon; diese sind alle verhältnismäßig reich an Quarz und meist auch an Biotit.

152. Gabbrodiorit. Ein Riesenblock von mehreren Kubikmetern, in Stücke zersprungen, lose im Galtgraben; seine Herkunft aus dem Bolgenkonglomerat ist sehr wahrscheinlich, aber nicht ganz sicher, da dieses dort anstehend nicht beobachtet wurde (aber auch kein anderes Konglomerat!); immerhin liegt er im Bereiche der Junghansenschichten. — Dunkelgrünes massiges Gestein, schwer und zäh, mit regellos orientierten tafelförmigen Feldspäten, zirka $\frac{1}{2}$ cm lang.

Im Dünnschliff bestimmt sich der im ganzen sehr wenig veränderte Feldspat als Oligoklas-Andesin. Die in etwa gleicher Menge vorhandenen basischen Gemengteile sind restlos durch Chlorit oder Kalzit ersetzt; man kann nur mehr vermuten, daß ursprünglich ein Pyroxen vorgelegen habe. Ziemlich große Ilmenitkörner und sehr lange und dünne Apatitnadeln sind beide verhältnismäßig häufig. — Die Struktur ist typisch gabbroid; lange und schmale (erheblich schmaler als in 142) Feldspat tafeln durchziehen die basische Zwischenmasse nach allen Richtungen.

Dieses Gestein besitzt ein Analogon mit freilich saureren Feldspäten an der Subersach, das wir später kennenlernen werden (S. 262f.). Andere vergleichbare Gesteine sind mir unbekannt; sowohl die Gabbrodiorite des Bernina-Juliergebietes und des Unterengadins wie die Gabbros der Margnadecke im Oberhalbstein und Val Malenco weichen erheblich ab. Interessant ist der recht saure Charakter der Feldspäte.

c) Porphyrische Gesteine. 19. Granitporphyr. Rücken SO der Graseren-Alpe, wo ähnliche Gesteine ziemlich verbreitet; anderswo habe ich sie nicht gefunden. — Massiges, bräunlichgraues Gestein mit deutlich körniger Grundmasse, worin makroskopisch Quarz und Feldspat erkennbar, und der Menge nach anscheinend überwiegenden Einsprenglingen: mattweiße tafelige Feldspäte (bis 1 cm Kantenlänge); graue, z. T. deutlich sechsseitige Quarze (bis zirka 5 mm Durchmesser); schwarze, dicktafelige, sechsseitige Biotite (bis 2—3 mm Durchmesser).

Im Dünnschliff zeigt sich unter den Feldspateinsprenglingen Plagioklas weit überwiegend; stark serizitisierte Partien wechseln oft im selben Individuum mit recht frischem Albitoligoklas. Mikroperthitischer Orthoklas ist sehr viel seltener als Einsprengling. Der Quarz tritt reichlich als solcher auf; ein einziges Exemplar davon zeigte in großer Menge winzige, tröpfchenförmige, auch längliche, gebogene oder schwach verästelte Einschlüsse unbekannter Natur. Die Biotiteinsprenglinge sind restlos chloritisiert. Dünne Nadeln von Apatit sind häufig in ihnen eingeschossen. — Die Feldspat- und ein Teil der Biotiteinsprenglinge sind sehr gut kristallographisch umgrenzt. Die übrigen Biotite sowie sämtliche Quarze enthalten an den Rändern reichlich Mineralien der Grundmasse eingeschlossen — ihr Wachstum ging mit der Kristallisation der Grundmasse eine Zeitlang parallel. Diese letztere enthält eine zweite Generation von z. T. sehr gut dihexaedrisch entwickeltem Quarz sowie von Plagioklas und (zurücktretend) Biotit. Teils schließen diese Mineralien selbst schon lückenlos aneinander, teils sind die Zwischenräume mit Orthoklas und Quarz einer dritten Generation, beide ohne jede eigene Form, erfüllt. — Jede Spur mechanischer Beeinflussung fehlt dem Gestein.

52. Quarzporphyr, Rücken SO der Graseren-Alpe. — Ähnlich dem vorigen, aber kleinere Einsprenglinge und makroskopisch dichte Grundmasse.

U. d. M. erkennt man die Mehrzahl der Feldspateinsprenglinge als Plagioklas, der sich jedoch wegen fortgeschrittener Zersetzung nicht mehr näher bestimmen läßt. Orthoklaseinsprenglinge sind seltener aber z. T. viel größer; stets nahezu vollständig in serizitähnliche Aggregate verwandelt. Perthitische Einlagerungen sind manchmal zu erkennen. Quarz

und weniger reichlich dunkelbrauner Biotit bilden gleichfalls Einsprenglinge. Zirkon und besonders Apatit sind relativ häufig und gut entwickelt. — Alle Einsprenglinge sind sehr gut ausgebildet, der Quarz zeigt schöne Resorptionsbuchten. In der sehr feinkörnigen Grundmasse ist eine zweite Generation von Quarz und Plagioklas zu erkennen, die Zwischenmasse jedoch wegen weitgehender Zersetzung nicht mehr auflösbar. Mechanische Deformationserscheinungen fehlen.

Ein verhältnismäßig ähnliches Bild bietet ein Schliff, der sich im Münchener Institut mit der Etikette: „Porphyrgerölle, Bolgen, beim Granitgneis“ vorfand. Nur tritt darin unter den Einsprenglingen der Orthoklas ganz zurück. Die Grundmasse zeigt zahlreiche sehr kleine und dünne Feldspatzwillinge — anscheinend ein ganz saurer Plagioklas —, die in fluidaler Anordnung sich um die Einsprenglinge schmiegen.

92. Quarzarmer Porphy. S-Rippe des Bolgen, bei zirka 1500 m. — Das graugrüne, fast dichte Gestein zeigt zahlreiche blaßrötliche Feldspateinsprenglinge (bis zirka 1 cm Länge) und viel seltenere und kleinere Quarze.

U. d. M. sind die Feldspäte wegen allgemein weitgehender Verglimmerung nicht mehr bestimmbar; manche von ihnen lassen sich als Plagioklase erkennen an den durchschimmernden Zwillinglamellen, aber gerade den größten Einsprenglingen fehlen solche; in ihnen liegt wohl Orthoklas vor. Der spärliche Quarz zeigt gerundete Formen und Resorptionsbuchten. Gleichfalls sehr spärlich sind dunkle Einsprenglinge (Biotit?) in Gestalt von Chloritpseudomorphosen mit Wucherungen von Serizit, die radialstrahlig von einem Punkt ausgehen, sowie reichlichen Titanitausscheidungen. — Die Grundmasse zeigt eine zweite Generation von meist leistenförmigen Feldspäten, dazwischen unauflösbare trübe Massen mit einzelnen Quarzkörnern und Chloritfetzen. Stellenweise aber finden sich darin gröbere Partien von hypidiomorphkörniger Struktur: Anhäufungen von Feldspäten mit oder ohne Chloritpseudomorphosen und Zwischenmasse von Quarz. Auch radialstrahlige, sphärolithische Bildungen aus farbloser, schwach doppelbrechender Substanz (Feldspat!) finden sich z. T. mit einem kleinen Plagioklaskristall in der Mitte.

93. Quarzporphy. Bolgen, beim Granitgneis. — Dunkelgrünlichgraue, dichte Grundmasse, darin glänzende rötlichweiße Feldspäte (bis über 1 cm lang), kleinere dunkelgraue Quarze sowie schwarzgrüne, in Chlorit umgewandelte Stengel.

Unter den Einsprenglingen überwiegen z. T. schön bipyramidale Quarze und im allgemeinen sehr frische, albitähnliche Plagioklase; Orthoklas ist erheblich seltener. Daneben finden sich einheitliche Chloritpseudomorphosen nach Biotit sowie Felder von wirrschuppigen Chloritaggregaten, deren in einem Falle regelmäßig achtseitige Umgrenzung den Gedanken an einen Pyroxen als Muttermineral nahelegt. Etwas Zirkon, Apatit in langen, dünnen Nadeln, Erzkörnchen. — Die Plagioklaseinsprenglinge finden sich in zwei Generationen. — Die Grundmasse zeigt ein feinkörniges Gemenge von z. T. gut ausgebildetem Plagioklas mit Quarz und viel neugebildetem Chlorit. — Auffällig ist die häufige Ansammlung von Chlorit in Resorptionsbuchten der Quarzeinsprenglinge.

105. Pyroxenporphyr. Gegend der Hochschelpen-Alpe (wohl verschleppt aus der Gegend von P. 1531·1 am Schelpenkamm). — Zahlreiche lichtrote Plagioklaseinsprenglinge (z. T. mit makroskopisch sichtbaren Zwillingslamellen), eng geschart in hellgraugrüner, dichter Grundmasse, in der nur einzelne glänzende Punkte aufblitzen.

Unter den Einsprenglingen überwiegt an Menge der Plagioklas bei weitem in großen scharf umgrenzten Individuen, stets trüb und reich an serizitischen Neubildungen, doch immer noch als sehr sauer zu erkennen. Quarz findet sich nur äußerst spärlich in kleinen gerundeten Individuen. Die basischen Einsprenglinge, an Menge etwa ein Zehntel der Feldspäte, sind stets in wirrblättrige Chloritaggregate umgewandelt. Sie zeigen charakteristische Formen — Säulen, z. T. an den Enden zugespitzt, und achtseitige Querschnitte —, die mit Bestimmtheit auf einen (vielleicht rhombischen?) Pyroxen schließen lassen. — An Nebengemengteilen ist spärlich Erz und Zirkon zu konstatieren. — Die Grundmasse zeigt ein sehr feinkörniges, mikrogranitisches Gemenge von anscheinend vorwiegend Quarz mit etwas Feldspat und ziemlich reichlich Chlorit von nicht mehr festzustellendem Ursprung; der Masse nach scheint sie hinter den Einsprenglingen zurückzustehen.

112. Pyroxenporphyr. Zweiter (von S gezählt) Graben am Abhang über Junghansen. — Makroskopisch sehr ähnlich Nr. 92.

Zeigt u. d. M. ebenso wie das vorige Gestein ganz spärliche Quarzeinsprenglinge neben weit vorherrschenden Feldspäten, die sich jedoch hier wegen weitgehender Trübung nicht mehr näher bestimmen lassen; z. T. lassen noch deutliche Zwillingslamellen ein Glied der Plagioklasreihe erkennen, z. T. scheint Orthoklas vorzuliegen. Die verhältnismäßig zahlreichen basischen Einsprenglinge sind auch hier nur mehr als Chloritpseudomorphosen erhalten, z. T. sind es einheitliche Individuen von einem auffällig stark doppelbrechenden Klinochlor (aus Biotit entstanden?), z. T. wirre Aggregate mit braungrünen, fast isotropen Flecken und oft reichlicher Erzausscheidung; deren Formen weisen auch hier (wie in 105) auf einen ursprünglichen, wahrscheinlich rhombischen Pyroxen. — In der Grundmasse findet sich Feldspat und umgewandelter (?) Pyroxen in einer zweiten Generation, dazu sehr reichlich Erz; formlose Chloritneubildungen schließen die Lücken.

124. Quarzporphyr, Bolgen. Makroskopisch wie 93. Auch im Dünnschliff ähnlich, nur überwiegt hier Orthoklas über Plagioklas. Ein achtseitiger, auf Pyroxen deutender Querschnitt wurde auch hier an einem basischen Einsprengling beobachtet.

144. Quarzporphyr. Schelpen-Alpe (verschleppt). Hellgraue Grundmasse, große Feldspat-, seltenere und kleinere Quarzeinsprenglinge.

Im Dünnschliff sind wieder sowohl Orthoklas als nicht mehr näher bestimmbarer saurer Plagioklas zu erkennen; beide, oft zu Gruppen vereinigt, überwiegen unter den Einsprenglingen. Die Quarze sind sehr stark korrodiert. Auch dicke Biotitafeln (chloritisiert). — Die Grundmasse, aus Quarz und Feldspäten (anscheinend vorwiegend Orthoklas) mit spärlichem Biotit bestehend, hat aplitischen Charakter.

Auffallend ist in den beschriebenen Porphyren das häufige Vorkommen von Pyroxen als Einsprengling neben saurem Plagioklas sowohl in quarzführenden (93, 124) als in sozusagen quarzfreien (105, 112) Gliedern.

28. Felsitporphyr. Östliche Begrenzungsrippe des Kessels der Graseren-Alpe. — Makroskopisch undefinierbares Gestein, graugrün und dicht, mit einzelnen eckig umgrenzten dunkleren Flecken sowie spärlichen und kleinen Feldspateinsprenglingen. Stark verwittert.

Im Dünnschliff erkennt man als Einsprengling einen albitähnlichen Plagioklas sowie zurücktretend Quarz. Die Natur jener dunklen Flecken ist nicht aufzuklären; es sind wirrschuppige Serizitaggregate mit abgestumpft rechteckigem Querschnitt. Die Grundmasse besteht in der Hauptsache aus kaum aufzulösenden mikrofelsitischen Massen, mit reichlich Serizit; doch finden sich darin Inseln aus größeren trüben Körnern (Orthoklas?). Auffallend sind größere, deutlich rechteckig umgrenzte Felder, die ganz die Beschaffenheit der Grundmasse zeigen, nur mit parallel geordnetem Serizit. Die Einsprenglinge (Quarz wie Feldspat) sind z. T. umgeben von feinfaserigen sphärolithischen Höfen.

111. Porphyrtuff. Mittlerer Graben bei Junghansen. — Lichtgraugrünes massiges Gestein, dicht, mit einzelnen sehr kleinen rötlichen Feldspäten.

Im Dünnschliff vorwiegend sehr feinkörniges, stark getrübbtes Aggregat, reich an Quarz und Serizit. Sein Aufbau wechselt oft plötzlich mit scharfen Grenzen; stellenweise ganz gleichmäßig, zeigt er in anderen Partien lauter eigentümliche, krummschalige Scherben und Späne: typische „Aschenstruktur“. Kreisrund umgrenzte Gebilde entsprechen wohl ursprünglichen Blasen. Dazu kommen unregelmäßig, aber scharf umgrenzte Aggregate von feinen Quarzkörnern (fremde Einschlüsse?), vereinzelte Einsprenglinge von Quarz, etwas reichlicher von Orthoklas und saurem Plagioklas, endlich von umgewandeltem (?) Augit oder (?) Hornblende.

Irgendwelche mechanische Deformationserscheinungen fehlen sämtlichen untersuchten porphyrischen Gesteinen durchaus.

d) Metamorphe Gesteine. α) Granitgneise. Die sehr zahlreichen Granitgneise unter unseren Geröllen unterscheiden sich makroskopisch mehr voneinander als mikroskopisch. Es sind zumeist gebänderte Gesteine mit mehr oder minder deutlich geschiedenen Lagen von grauem oder weißem Feldspat, solchen von gleichfalls meist grauem Quarz, und Häuten von hellem und zumeist vorherrschendem dunklen Glimmer; dazu treten stets große (bis zirka 2 cm lange) augenförmige Orthoklase, oft Zwillinge, von rötlicher oder weißer Farbe. Das wechselnde Mengenverhältnis der einzelnen Gemengteile, dazu die schwankende Korngröße bedingt den im einzelnen ziemlich wechselnden Habitus der verschiedenen Gesteine.

Im Dünnschliff bieten die meisten der untersuchten Granitgneise weitgehende Ähnlichkeiten. Es erübrigt sich daher die gesonderte Beschreibung der einzelnen Schiffe. Es handelt sich um die Nummern:

4. Bolgen, der berühmte große Block.

5. Muskovitreicher Augengneis; Weg zirka $\frac{1}{2}$ km südöstlich der Oberen Mittelalpe.

6. Dunkler Augengneis; Gehänge SO über der Grasgeren-Alpe (der „zweite Bolgengranit“ von Mylius. ²¹⁾)

22. Grober Flasergneis. Scharte S Hochschelpengipfel.

53. Flaseriger Augengneis; S-Seite des Feuerstätterkopfs, bei zirka 1400 m.

97. Feiner Augengneis mit großen Muskovitflatschen. S Sulzbach (Wannekopf, SO-Seite), bei zirka 1330 m.

101. Heller Augengneis mit einzelnen Biotitflecken inmitten von zusammenhängenden Muskovithäuten; SO der Oberen Mittelalpe am Weg zur Schönbergeralpe.

Alle diese Gesteine zeigen u. d. M. nicht oder kaum undulösen Quarz, getrübten Orthoklas (im „Bolgengneis“ auch selten Mikroklin), sehr sauren Plagioklas (einmal als Albit bestimmt; meistens Albit-Oligoklas), manchmal mit schwach angedeuteter Zonarstruktur; gewöhnlich ist er von neugebildetem Serizit in mehr oder minder reichlicher Menge erfüllt. Muskovit und rotbrauner (aber oft chloritisierter) Biotit finden sich stets nebeneinander, doch in sehr wechselndem Mengenverhältnis. — Von Nebengemengteilen ist einzig Apatit gewöhnlich relativ reichlich; Zirkon und Magnetit stets ganz spärlich; Pyrit und (?) Orthit wurden vereinzelt beobachtet. — In struktureller Hinsicht ist vor allem die lagenweise Trennung der einzelnen Mineralien zu beachten, die indessen selbstverständlich keineswegs ganz scharf ist. So können wir neben Glimmerlagen zumeist solche mit vorwaltendem Quarz und mit vorwaltendem Feldspat (hauptsächlich Plagioklas) unterscheiden. Dazu treten die großen, meist gerundeten, einsprenglingsartigen Kalifeldspäte; fast stets sind sie umsäumt von Myrmekitkränzen mit Plagioklasuntergrund. Aber auch sonst zeigt sich der Plagioklas ab und zu mit spindelförmigen Quarzzapfen durchsetzt, ähnlich, aber viel weniger dicht eingelagert als in typischem Myrmekit; diese Erscheinung wurde in den Schlifften 4, 5 und 6 beobachtet und scheint möglicherweise geknüpft an die Nachbarschaft von kleinen, den Plagioklaslagen untergeordnet beigemengten Orthoklasen. Im ganzen herrscht in den Quarzlagen mäßige Verzahnung der einzelnen Körner; selten sind sie auffallend parallel der Schieferung gestreckt, dagegen ist Gefügeregelung, wenn auch nicht sehr ausgeprägt, so doch fast allgemein wahrnehmbar. In den Feldspatlagen ist stets Quarz untergeordnet beigemengt; manchmal hört die lagenweise Trennung dieser Mineralien überhaupt auf. Der Plagioklas zeigt hier häufig Andeutung von kristallographischer Umgrenzung, im Gegensatz zu dem formlosen Orthoklas und Quarz; nicht selten enthält der erstgenannte auch kleine tröpfchenförmige Quarzeinschlüsse. Die Struktur der feldspatreichen Lagen erinnert häufig an Pflasterstruktur. Die Glimmerlagen bestehen aus meist dünnen und verhältnismäßig gut ausgebildeten Tafeln in mehr oder minder deutlich paralleler Anordnung. Die Glimmerlagen pflegen den Feldspatäugen flach bogenförmig auszuweichen. Doch finden sich die Glimmer auch

namentlich den Feldspatlagen in einzelnen Blättchen beigemischt. Kataklastische Erscheinungen pflegen gänzlich zu fehlen.

Zwei der oben aufgezählten Gesteine zeigen gegenüber den anderen im Dünnschliff einige Besonderheiten. Einmal (22) durch den übernormalen Reichtum an Glimmermineralien und entsprechendes Zurücktreten des Quarzes; es ist wohl möglich, daß hier ein Gestein von rein granitischer Abkunft gar nicht vorliegt, sondern ein Injektionsgneis. Ferner ist (101) strukturell ausgezeichnet, insofern als die Glimmerlagen den Orthoklasaugen nur teilweise ausweichen; zum andern Teil streichen sie auf die (teilweise mikroperthitischen) Orthoklase zu und setzen sich in deren Innerem in Reihen von Einschlüssen (Quarz und Muskovit) fort. Es liegt somit der seltene Fall vor, daß die Orthoklasaugen keine reinen Relikte darstellen, sondern nach Ausbildung der Schieferung noch gewachsen sind. Sie sind überhaupt reich an Einschlüssen (rundlichen oder eckigen Quarzen und mehr oder minder gut begrenzten kleinen Plagioklasen).

β) Biotit- und Zweiglimmergneise, vorwiegend sedimentären Ursprungs.

21. Streifengneis. Abhang SO der Oberen Mittelalpe. — Regelmäßig gebändertes Gestein aus sehr feinkörnigen grauweißen Lagen sowie dunkelgrauen, glimmerreichen, mit Muskovit- und Biotitblättern auf den Ablosungsflächen; zahlreiche Kalzitadern.

U. d. M. erkennt man Quarz, getrübe Feldspäte, z. T. sicher Plagioklas, wahrscheinlich sauer; z. T. wahrscheinlich Orthoklas; Biotit, stets chloritisiert, reichlicher als Muskovit. Opake Erze in kleinen zerfetzten Individuen ziemlich häufig; Apatit und besonders Zirkon viel seltener. Kalzit reichlich auf Klüften, aber auch gelegentlich zwischen den Gesteinsgemengteilen verstreut (Neubildung aus zersetzten Feldspäten?). — Die hellen Lagen des Gesteins zeigen im wesentlichen stark verzahnte Feldspäte mit untergeordneter Beimengung von kleinen Quarzen; daneben finden sich auch fast reine Quarzschmitzen mit Pflasterstruktur. Die meist gut ausgebildeten Blätter von Chlorit und Muskovit, welche die dunklen Lagen in der Hauptsache aufbauen, sind nur z. T. der Bänderung parallel orientiert, z. T. aber auffällig quer gestellt bei unregelmäßiger gegenseitiger Durchdringung. Einzelne größere Muskovitblätter, von zahllosen Einschlüssen siebartig durchlöchert, sind unregelmäßig im Gestein verstreut. Diese Struktur erinnert etwas an Kontaktstrukturen. Jede Spur von Kataklastik usw. fehlt.

25. Dunkler Biotitgneis. Abhang SO der Oberen Mittelalpe. — Das im ganzen dunkle Gestein zeigt Lagen von grauem, verhältnismäßig grobkristallinem Quarz in unregelmäßigem Wechsel mit dunkelgrauen, fast dichten Partien und Nestern von feinschuppigem Biotit sowie einzelnen regellos verstreuten Biotit- und Muskovitblättern.

Das Mikroskop fügt zu dem Quarz, Muskovit und ziemlich hellbraunen, mit feinsten Sagenitnetzen durchsetzten Biotit als weiteren wesentlichen Gemengteil den Plagioklas, der indessen nur vereinzelt noch an Zwillingslamellen zu erkennen, in der Hauptsache dagegen in wirre Scrizitmassen übergegangen ist. Orthoklas, teilweise mikroperthitisch, ist

nicht serizitisiert, tritt aber an Menge sehr zurück. Nur untergeordnet ist Andalusit(?); er bildet ganz unregelmäßig gestaltete, farblose Individuen voller Einschlüsse, doch frei von Zersetzungserscheinungen. An Nebengemengteilen wurden festgestellt: Zirkon, Magnetit, verhältnismäßig reichlich Ilmenit in unregelmäßigen Anhäufungen kleiner Körner sowie Pyrit, der gelegentlich feine Imprägnationen auf Fugen zwischen den Quarzkörnern bildet. Die Quarzlagen zeigen schwach verzahnte Körner ohne ausgeprägte Gefügeregelung mit schmalen Streifen der anderen Mineralien zwischen dem Quarz, der auch Einschlüsse von solchen (besonders Biotit und Plagioklas) führt. In den Zwischenlagen herrscht stellenweise der Biotit fast ausschließlich in Gestalt von kleinen, recht gut ausgebildeten Blättern; öfters hat man den Eindruck, als seien sie von den beiderseitigen Grenzflächen der Lage ausgehend gegen deren Inneres gewachsen, wobei sie sämtlich mit der Basis senkrecht auf den Grenzflächen stehen; anderwärts liegen sie wieder ganz regellos. Im Streichen innerhalb derselben Lage werden sie sodann abgelöst von der Vorherrschaft des Plagioklases, bezw. der aus ihm entstandenen Serizitaggregate; er zeigt gelegentlich Siebstruktur, desgleichen der Orthoklas. Der Andalusit(?) liegt stets inmitten der Serizitmassen. Gelegentlich sind kleine runde Quarzkörner einzeln oder in Haufen beigemischt. Der Muskovit ist unregelmäßig verstreut in gänzlich zerfetzten und mit Einschlüssen durchspickten Blättern. Schieferung durch Parallelstellung der einzelnen Mineralindividuen ist nur schwach angedeutet; Kataklyse fehlt gänzlich. Nach Struktur wie Mineralbestand (Andalusit!) handelt es sich vielleicht um ein Kontaktgestein; die Lagentextur ist als erhalten gebliebene Feinschichtung aufzufassen.

26. Schuppiger Biotitgneis. Scharte S des Hochschelpengipfels. — Ziemlich feinkörniges, dunkles Gestein aus dunkelgrauem Quarz, weißgrauem glänzenden Feldspat und zahlreichen dünnen Biotitblättern bestehend, deren Parallelordnung eine nicht sehr ausgeprägte Schieferung bedingt.

Das Mikroskop zeigt Quarz, mäßig serizitisierten Feldspat (z. T. sicher sehr sauren Plagioklas; Orthoklas nicht sicher nachzuweisen), viel lichtrotlichbraunen Biotit, teilweise mit Sagenitnetz, und spärlich, nur in paralleler Verwachsung mit dem vorigen, Muskovit; dazu an Nebengemengteilen ziemlich viel Apatit, spärlich verrostetes Erz und Zirkon. Die Struktur ist im ganzen granoblastisch, die Glimmer schuppig eingestreut, selten zu Lagen vereinigt, die aber nur über kurze Strecken aushalten. Von Kataklyse kaum Spuren; etwas undulöse Auslöschung an Quarz.

27. Biotitschiefer. Scharte S des Hochschelpengipfels. — Dunkles, schuppig-schieferiges Gestein von sandartig feinem Korn mit einzelnen zusammenhängenden Biotitlagen.

Unterscheidet sich im Dünnschliff von dem vorigen durch noch größeren Biotitgehalt, der, gleichmäßig durch das ganze Gestein verteilt, außerdem noch in einzelnen Lagen besonders konzentriert ist, sowie durch bessere Schieferung, an der sich außer den streng parallel geordneten Glimmern auch länglich geformte Quarz- und Feldspatkörner beteiligen.

45. Glimmerschiefer. SO der Oberen Mittelalpe am Weg zur Schönberg-Alpe. — Feinkörniges, quarzreiches Gestein, dunkelviolettblau mit hornfelsartigem Querbruch, geschiefert durch parallele Lagen von Muskovit- und Biotitblättern.

Im Dünnschliff sehr ähnlich (26), doch Trennung von glimmerarmen und Glimmerlagen gut ausgeprägt.

54. Biotitgneis. Feuerstätterkopf, S-Seite, bei zirka 1400 m. — Dunkelgraues Gestein, feinkörnig, die einzelnen Gemengteile nicht deutlich erkennbar, abgesehen von dem reichlich vorhandenen, in Lagen angeordneten Biotit.

Im Dünnschliff beobachtet man Quarz, meist vollständig serizitisierten, nur teilweise als Plagioklas bestimmbar Feldspat und dunkelbraunen Biotit. Dazu gesellen sich einzelne kleine, unregelmäßig gestaltete, farblose und isotrope Körner von hoher Lichtbrechung — wahrscheinlich Granat; etwas Apatit und ziemlich reichlich Pyrit. Die Lagentextur ist auch im Dünnschliff sehr auffällig: wesentlich aus Quarz und Feldspat bestehende, fast glimmerfreie Lagen von granoblastischer Struktur wechseln mit solchen von meist parallel geordneten Glimmerblättern mit untergeordneter Beimengung von Quarz und Feldspat. Der Pyrit bildet nesterweise Imprägnationen auf den Grenzflächen und Rissen der Gesteinsgemengteile. Kataklyse fehlt ebenso wie in den vorigen Gesteinen.

55. Glimmerschiefer. Ränkertobel. — Feingeschieferetes und feingebändertes Gestein, dunkelgrau, mit dunklen Glimmerlagen sowie einzelnen Muskovitblättern.

Das Mikroskop läßt sehr viel Quarz, stark getrüben sauren Plagioklas, etwas frischen Orthoklas erkennen sowie reichlich tiefbraunen Biotit und weniger reichlich Muskovit; dazu relativ viel Apatit, etwas Magnetit und Pyrit als Imprägnation wie in (54); endlich Kalzit, der stellenweise in großen Körnern mit den anderen Gemengteilen verzahnt aufritt und mit diesen gleicher Entstehung zu sein scheint. — Die Glimmer sind streng parallel geordnet, auch gelegentlich länglich entwickelte Quarze und Feldspäte beteiligen sich an der sehr vollkommenen Schieferung; in der Hauptmasse zeigen diese jedoch gerundet-isometrische Formen. Die Lagentextur ist im Dünnschliff nicht besonders deutlich. Kataklastische Erscheinungen sind geringfügig und auf einzelne schmale Zonen beschränkt. Davon abgesehen zeigt sich das Gestein sozusagen als gröbere Ausbildung von (27).

56. Zweiglimmergneis. Abhang SO über der Oberen Mittelalpe. — Grobgeflaseretes, geflammtes Gestein aus Lagen von z. T. großblättrigem, dunklem und hellem Glimmer, mit solchen von grauem Quarz und gelblichweißem Feldspat wechselnd.

Der Mineralbestand umfaßt Quarz, fast ganz frischen Orthoklas, stark getrüben sauren Plagioklas, tiefrotbraunen Biotit und weniger reichlich Muskovit als Hauptgemengteile; dazu etwas Apatit und Magnetit, beide räumlich an den Biotit geknüpft. — Deutliche Lagentextur, doch ohne scharfe gegenseitige Abgrenzung: 1. ziemlich dünne, großblättrige Glimmerlagen; 2. solche aus fast ausschließlich Quarzkörnern, stark verzahnt, mit Gefügeregelung; 3. an Menge vorwaltend Feldspatlagen mit untergeordnetem Quarz; der Plagioklas bildet darin ziemlich kleine, zu

Idiomorphismus tendierende Körner, der Orthoklas viel größere, schlecht begrenzte Individuen mit zahlreichen rundlichen Quarzeinschlüssen und Myrmekitsäumen am Rand gegen Plagioklas. Kataklyse fehlt. Im ganzen erinnert das Gestein makro- wie mikroskopisch an Injektionsgneise, insbesondere an manche Typen der Tonaleschiefer. Daß der dort häufige Sillimanit in unserem Gerölle nicht beobachtet wurde, mag auf Zufall beruhen. Andererseits finden sich ähnliche Injektionsgneise auch an den Kontakten und besonders als Einschlüsse in zahlreichen Granitmassiven.

96. Biotitschiefer. S Sulzbach, zirka 1330 m (vielleicht erratisch vom Bolgen verschleppt?). — Sehr glimmer- (besonders biotit)reiches Gestein, blätterig-schuppig, mit schwach ausgeprägter Lagentextur.

Im Dünnschliff beobachtet man als Hauptgemengteile Quarz, lichtbraunen, Sagenit führenden Biotit und Feldspat, wegen starker Trübung nur teilweise als Plagioklas zu erkennen. Dazu Granat in einzelnen großen, skelettförmigen Individuen, Rutil ziemlich reichlich in dunkelgelben Säulchen (sekundär aus Biotit?), etwas Apatit, ganz spärlich Zirkon und Magnetit. — Die Schieferung ist nur undeutlich durch parallele Stellung der (selten zu zusammenhängenden Lagen vereinigten) Glimmerblätter ausgedrückt; Quarz und Feldspat passen sich ihr in ihren Formen gar nicht an, zeigen vielmehr rundliche, gebuchtet ineinandergreifende Umrisse. Die Struktur zeigt Anklänge an Kontaktstrukturen Kataklyse fehlt.

104. Zweiglimmergneis. Südlichster Graben bei Junghansen. — Ähnlich dem vorigen, aber noch gröber schuppig und muskovitreicher.

Das Mikroskop zeigt als Hauptgemengteile Quarz, tiefrotbraunen Biotit und Muskovit, namentlich den letzteren in großer Menge, sowie getrübt Plagioklas mit feinen Zwillinglamellen (Albit oder Albitoligoklas); Orthoklas, viel stärker getrübt, ist spärlicher. Granat in geringer Menge, in kleinen, z. T. kristallographisch umgrenzten Individuen, ganz vereinzelt Apatit, Zirkon und Magnetit. — Strukturell wie 96.

125. Muskovit-Chloritschiefer. SO Obere Mittelalpe. — Helles, an feinen Muskovitblättern reiches Gestein, feinschuppig bis schieferig, mit nur teilweise deutlicher Lagentextur. Ähnliche Gesteine auch im Bolgen- und Schelpengebiet verbreitet. Zeigt im Schliff verhältnismäßig stark undulösen Quarz, schwach serizitisierten, albitähnlichen Feldspat, zu Lagen vereinigt, die jedoch wenig scharf gegen die Muskovitlagen abgegrenzt sind. Diesem ist ziemlich reichlich Pennin beigemengt, von dem nicht feststeht, ob er nachträglich aus Biotit entstanden oder derselben Generation wie die anderen Mineralien angehörig zu denken ist. Granat in kleinen Körnern als Nebengemengteil; Apatit, Magnetit, Zirkon verhältnismäßig reichlich. — Schwache postkristalline Deformationsspuren: einzelne, quer zur Schieferung stehende Glimmerblätter gebogen und geknickt.

138. Diaphthoritischer Gneis. Bolgen S-Abhang, über P. 1473. — Das grünlichgraue, feinflaserig-schieferige Gestein läßt millimeterdicke Quarzlinsen und -lagen erkennen, die durch serizitisch glänzende Häute getrennt werden, außerdem einzelne Glimmerschüppchen.

Im Dünnschliff beobachtet man Quarzaggregate mit Pflasterstruktur, lagenweise wechselnd mit feinschuppigen Serizitmassen, auf deren Ursprung auch nicht die kleinste Spur mehr hinweist. Plagioklas tritt zurück, er ist gleichfalls ziemlich stark serizitisiert, jedoch noch wohl erkennbar und von jenen Serizitmassen gut zu unterscheiden. Einzelne Chloritblätter (aus Biotit?) und Muskovitfetzen kommen hinzu sowie spärlich Eisenerz und Apatit. — Vorkristalline Fältelung ist deutlich, dagegen fehlt auffallenderweise jede Spur einer postkristallinen Durchbewegung, der die starke Serizitierung zuzuordnen sein könnte.

141. Chloritgneis. Lenzengraben. — Dunkelgraugrünes, nicht sehr deutlich geschiefertes Gestein mit weißem Quarz, mattgraugrünem (umgewandeltem) Feldspat und dunklem Chlorit; Korn ziemlich fein.

Im Dünnschliff sieht man Lagen von serizitisiertem Feldspat (nur z. T. als Plagioklas erkennbar), wechselnd mit solchen von Quarz und teils dünnen Gleithäuten, teils breiteren Streifen von Chloritblättern. Sie machen den Eindruck von umgewandeltem Biotit, ohne daß ein Beweis dafür möglich wäre. Apatit, Zirkon, Magnetit, Pyrit kommen hinzu. Die starke Durchbewegung ist auch hier ausschließlich vorkristallin.

145. Biotithornfels. S Junghansen, auf der Terrasse bei zirka 1200 m. — Dunkelgrau, fast massiges Gestein, sehr feinkörnig; doch sind Quarz, Biotitschüppchen und glänzende Feldspatpaltflächen zu erkennen.

Im Dünnschliff beobachtet man gleichmäßige Durchmischung der Komponenten: Quarz, Biotit (lebhaft rotbraun mit dunklen pleochroitischen Höfen), wenig umgewandelten Albit, ganz frischen (ziemlich untergeordneten) Orthoklas; dazu recht reichlich Apatit, weniger Zirkon und Magnetit. Annäherung an Pflasterstruktur; auch die Biotite sind nur sehr teilweise parallel geordnet.

148. Feldspat führender Glimmerschiefer. S Sulzbach, am Abhang gegen die Schönberger Ache. — Dunkles, biotitreiches Gestein, nicht sehr ausgeprägt schieferig; ganz durchspickt mit schwach runden, mehr isometrischen Feldspäten von 1 bis 5 mm Durchmesser; sie sind weiß, mit glänzenden Spaltflächen.

Im Dünnschliff erkennt man diese durch ihre Größe auffallenden Feldspäte als ganz frische Albite. Sie sind jedoch durchsetzt von Zügen ganz feiner Nadelchen, deren Bestimmung als Zoisit nicht ganz sicher steht; diese sind angeordnet in einem oder auch zwei sich kreuzenden streng geradlinigen Systemen, anscheinend unabhängig von kristallographischen Richtungen und ebenso von der Lage der Schieferung im umgebenden Gestein. Stark getrübler Orthoklas ist viel spärlicher, in Nestern von kleinen Körnern, zusammen mit Quarz und kleinen Muskovitblättern. Ebenso finden sich Nester aus verzahnten Quarzkörnern und solche aus feinen Muskovitschuppen mit kleinen Granaten. Zwischen all diesen bunt gemischten Mineralien und Aggregaten von solchen hindurch schlingen sich Strähne von lichtrotbraunen Biotittafeln mit schönen Sagenitausscheidungen und schwarzen pleochroitischen Höfen; z. T. sind das regelrechte, kristallin abgebildete Gleithaute. Ziemlich große Apatite, etwas Zirkon, spärlich Magnetit.

Dies Gestein scheint auf den ersten Blick an Typen der Unteren Tauern-Schieferhülle zu erinnern. Doch möchte es Herr Hofrat Becke nicht mit solchen identifizieren. Eine Vergleichung mit den Albitgneisen der Ötztaler Alpen kommt dagegen nach allem, was ich von diesen Gesteinen gesehen habe, überhaupt nicht in Frage.

132. Amphibolit. Südlich Sulzbach, am Abhang gegen die Schönberger Ache. — Feingebändertes Gestein aus überwiegender dunkelgrüner Hornblende, daneben weißem Feldspat. Einziges Gerölle seiner Art! Außerdem fand ich nur noch einen vermutlich ebenfalls aus dem Bolgenkonglomerat stammenden Amphibolit in den Moränen südöstlich Balderschwang.

Im Dünnschliff erscheint hier die Hornblende ausnahmsweise frisch, sie ist ziemlich blaß gefärbt und fleckenweise durch schwarzen Staub getrübt. Der Plagioklas ist dagegen wegen starker Serizitisierung nicht mehr bestimmbar. Quarz, Epidot, Biotit sind sehr untergeordnet: Apatit verhältnismäßig häufig und groß, Magnetit und Pyrit sehr spärlich. — Die Struktur ist beherrscht durch deutliche Lagen- und Linsenbildung ohne jede Ausscheidungsfolge. Einzelne schief durchsetzende Scherflächen sind kristallin verheilt; Kataklyse fehlt ganz.

Ähnliche Gesteine sind weit verbreitet; sehr häufig im Silvrettamassiv.

136. Graphitquarzit. Dunkelblaugraues Gestein, das makroskopisch außer Quarz nur vereinzelte Pyritpartikelchen erkennen läßt. Paralleltexur wenig ausgeprägt. — Östliche Begrenzungsrippe des Kessels der Graseren-Alpe.

Der Dünnschliff zeigt ein verhältnismäßig grobes Aggregat stark verzahnter Quarzkörner, ohne gesetzmäßige Lagerung. Die dunkle Färbung wird bedingt durch zahlreiche, ebenfalls ganz regellos eingestreute feine Graphitblättchen; doch wechseln graphitreiche und -ärmere Streifen: kristallin abgebildete Feinschichtung. Auch eine kristallin abgebildete Faltenbiegung ist, wenn auch wenig deutlich, erkennbar. Nebengemengteile: Pyrit und Zirkon, beide reichlich. — Das Gestein deutet auf Umkristallisation in beträchtlicher Tiefe oder in einem Kontakthof.

23. Muskovitgneis. Sattel südlich Hochschelpengipfel. — Weißes Gestein mit sandigem Querbruch, auf dem zahlreiche, bis etwa $\frac{1}{2}$ cm lange tafelige Feldspäte (oft Zwillinge) hervortreten; deutlich geschiefert durch parallele Lagen von Muskovitblättern (bis $\frac{1}{2}$ cm²).

Im Dünnschliff beobachtet man Quarz; frischen, klaren Albit in bedeutender Menge; Orthoklas weniger häufig, z. T. mit feiner perthitischer Streifung; Muskovit in großen schlecht umgrenzten Tafeln sehr reichlich, wogegen dunkelbrauner Biotit stark zurücktritt; ganz spärlich Zirkon und Magnetit, verhältnismäßig reichlich und groß ausgebildet Apatit. — Wechsel von Glimmerlagen mit granoblastischen Quarz-Feldspataggregaten; die Albite darin vielfach sehr groß, siebförmig mit Quarzeinschlüssen durchspickt und beträchtlich in der Richtung der Schieferung gestreckt. Gefügeregelung ziemlich ausgeprägt; Kataklyse fehlt.

107. Muskovitgneis. NO-Seite des Feuerstätterkopfs, im Graben zirka 500 m südlich der Almhütte bei P. 1429. — Zwischen den groblättrigen Glimmerlagen sind andere Mineralien makroskopisch kaum erkennbar, nur dichte grüne Massen.

Mikroskopisch gleicht das Gestein im wesentlichen dem vorigen, doch ist es reicher an Glimmer, etwas ärmer an Quarz; Orthoklas scheint zu fehlen; der stets etwas serizitisierte Plagioklas anscheinend albitreich. Pyrit nesterweise als feine Imprägnation auf den Mineralgrenzen. — Die Lagentextur hier weniger scharf ausgeprägt, doch spitze präkristalline Faltenumbiegungen erkennbar. Gefügeregelung deutlich, Katakklase fehlt.

102. Muskovitquarzit. Südlichster Graben bei Junghansen. — Weiße feinkörnige Quarzmasse mit zahlreichen regellos eingestreuten Muskovitblättern, ohne erkennbare Schieferung. (Ähnliche Gesteine vom Bolgen etwas besser geschiefert.)

Das Mikroskop zeigt neben weit überwiegendem Quarz recht untergeordnet stark getrübbten Feldspat (sauren Plagioklas z. T.). Muskovit bildet große und relativ gut entwickelte Tafeln; chloritisierter Biotit sehr spärlich. Ganz wenig Erz; etwas Apatit. — Die Schieferung durch die unregelmäßig eingestreuten parallelen Glimmerblätter wenig deutlich; undulöse Auslöschung an Quarz und Glimmer.

Sedimentgesteine spielen im Bolgenkonglomerat eine ungleich geringere Rolle als kristalline; im Durchschnitt mag ihr Anteil auf etwa 1 bis 2% geschätzt werden, und viele Aufschlüsse scheinen überhaupt frei von ihnen zu sein. Am reichlichsten beobachtet habe ich sie am Bolgen (dem klassischen Aufschluß), südöstlich der Oberen Mittelalpe und in den verschiedenen Gräben bei Junghansen und weiter nördlich am Schelpen-NO-Gehänge. Auch die Größe der Blöcke ist mäßig; kaum daß sie über $\frac{1}{2} m$ Durchmesser hinausgehen. Die Zahl der auftretenden Typen ist gering. Mikroskopisch untersucht habe ich sie nicht.

- a) Dolomite sind weitaus am häufigsten: hellgrau, dicht, hellgelb anwitternd; die auffallendste Eigenschaft ist die ungemein starke brecciöse Zertrümmerung, wie sie fast stets an den Oberflächen der Blöcke zu sehen ist. Dies Gestein ist in den Gräben der Schelpen-NO-Seite eines der charakteristischsten. Wohl sicher Trias; erinnert am meisten an die gelben Raibler Dolomite Graubündens. Es könnte jedoch auch Hauptdolomit sein, wenn man voraussetzen darf, daß die gelbe Anwitterungsfarbe ein sekundäres, während dem Wassertransport oder der Sedimentierung erworbenes Merkmal darstellt (Austausch von *Mg* gegen *Fe*?). Die fast allgemein gelbe Verwitterung der Dolomitfragmente in Flysch- und anderweitigen Breccien läßt diesen Verdacht aufkommen; genauere Untersuchungen darüber wären wünschenswert.
- b) Ganz hellgrauer, dichter Dolomit, ebenfalls gelb anwitternd, aber nicht brecciös, wohl ähnlicher Herkunft wie a; vereinzelt auf der W-Seite des Schelpenkammes.
- c) Dunkelgrauer feinkristalliner Dolomit, dunkelbraungrau anwitternd; erinnert an unterostalpinen Muschelkalk. Graben nördlich der Gündle-Alpe, NO-Seite des Feuerstätterkopfs.
- d) Gelbgrauer feinkristalliner Dolomit (feiner und heller als c), gelb anwitternd; Bolgen.

- e) Grauer hellgrau anwitternder Kalk, schwach fleckig; enthält Spatsplitter und reichlich unbestimmbare Schalenreste. Lias? Nördlicher Graben bei Junghansen.
- f) Dichter Kalk, dunkelgrau mit etwas hellerer Anwitterungsfläche, darauf Fossilspuren wie bei e, sowie Kieselkonkretionen. Erinert an Unterlias des Oberengadins. Nördlicher Graben bei Junghansen.
- g) Grauer, feinkristalliner Kalk mit Kieselbändern und -knauern, die auf frischem Bruch weiß, auf Anwitterungsflächen braun und erhaben hervortreten. Herkunft? — Zwischen Junghansen und Lenzen.

Die letzterwähnten Gesteine (e bis g) wurden sämtlich nur lose im Schutt gefunden; ihre Herkunft aus dem Bolgenkonglomerat kann nicht als ganz sicher gelten.

- h) Hellgrauer dichter Kalk, scheint von Aptychenkalk nicht unterscheidbar. Ganz vereinzelt am Bolgen und Schelpenkamm.
- i) Schwarze Tonschiefer, hochgradig zermürbt; Herkunft? Finden sich hin und wieder, bei Junghansen wie auch anderwärts.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß weitaus der größte Teil der sedimentären Gerölle der Trias entstammt, einzelne vielleicht auch dem Lias und Oberjura; und zwar leiten allerdings unsichere Spuren nach dem unterostalpinen Gebiete Graubündens als Heimatgebiet.

4. Die Herkunft der Gerölle.

Bevor die Frage nach der Herkunft des Geröllematerials im einzelnen erörtert werden kann, sei die Bildungsweise des Konglomerats betrachtet. Dessen ganze Beschaffenheit zusammen mit der bankweisen Einschaltung zwischen anderen aus dem Wasser abgesetzten feiner klastischen Sedimenten beweist zunächst, daß eine andere Entstehungsart auch für das Konglomerat nicht in Frage kommt. Ebenso steht fest daß das Material nicht von weither zugeführt sein kann: das zeigt vor allem die ungeheure Größe vieler Blöcke, auch die nicht sehr weitgehende Auslese und der frische Erhaltungszustand der meisten Gesteine. Der ersterwähnte Umstand spricht für starkes Gefälle — anders wäre der Transport der Riesenblöcke nicht vorstellbar. Dabei zeigt deren meist gute Rundung, daß sie doch nicht unbeträchtlich vom Wasser bearbeitet worden sind.

Es scheinen also zwei Annahmen denkbar, welche den aufgeführten Eigentümlichkeiten Rechnung tragen: entweder sind die Blöcke einer aus dem Meer aufragenden Steilküste direkt durch die Brandung entnommen, oder sie sind von einer Gebirgskette durch Wildbäche dem nahen Meere zugeführt worden.

Gegen die erste Möglichkeit scheint mir nun ganz entschieden zu sprechen die bunte Zusammensetzung des Bolgenkonglomerats, das an allen Stellen seines Auftretens wenigstens aus zwei bis drei, oft aber acht bis zehn und mehr verschiedenartigen Gesteinen gemischt ist. Denn die Steilküste kann an einen Punkt jeweilen nur das Material von einem geringen Abschnitt ihrer Erstreckung liefern (von Ausnahmefällen, wie bei Ablagerung in Buchten, abgesehen); es ist also von vornherein wahr-

scheinlich, daß jenes im einzelnen Aufschluß ziemlich einheitlich sein und erst über größere Strecken allmählich wechseln wird. Denn im Ganzen sind, zumal in noch nicht intensiv tektonisch durchgearbeiteten Gebieten, die verhältnismäßig einheitlich zusammengesetzten Strecken doch weit ausgedehnter als die ganz bunt gemischten; und es ist folglich recht unwahrscheinlich, daß unsere Steilküste über ihre ganze Erstreckung eine solch bunte Zusammensetzung sollte besessen haben; denn daß sie gerade einer wilden Schuppungszone entsprochen hätte, ist kaum anzunehmen.

Demgegenüber ist der Wildbach imstande, ein sehr mannigfaltiges Material an einen Punkt zu liefern. Man sehe sich den Schutt vieler alpinen Wildbäche an — und wenn ihr Sammelgebiet sich auch nur auf wenige Quadratkilometer beläuft. Ein größeres Hinterland ist nicht erforderlich. Im Gegenteil darf man wohl annehmen, daß die Heimat aller Gerölle ungefähr dieselbe war; denn das starke Gefälle, das die Bäche besitzen mußten, um Riesenblöcke von vielen Kubikmetern fortzuschaffen, schließt einen weiten Lauf von vornherein aus. Mit der Auffassung als Wildbachschutt harmoniert auch sehr gut die ganze Art der Ablagerung: die dichte, kaum Raum für ein Bindemittel lassende Packung von gerundeten Blöcken aller Dimensionen sowie die Einlagerung zwischen fast ausschließlich terrigene, wenn auch größtenteils viel feinere Sedimente, von raschem Wechsel in der Korngröße: die tonigen Schiefer, Quarzite, feinen Breccien usw. der Junghansschichten. Sie machen ganz den Eindruck von im Meer abgesetzten Deltasedimenten. Auffallend bleibt dabei nur das plötzliche Auftreten eines so viel gröberen Materials, wie es das Bolgenkonglomerat darstellt. Man wird es wohl in Verbindung bringen mit einem tektonischen Vorgang:²³⁾ mit der verhältnismäßig plötzlichen Heraushebung einer Gebirgskette. Allzu bedeutend braucht man sich diese nicht vorzustellen: es genügt, daß sie ein paar hundert Meter über den Meeresspiegel aufragte mit entsprechend steilem Gefälle. Unmittelbar am Meere muß sie sich befunden haben wegen der Größe der Blöcke (vgl. oben); und zwar wahrscheinlich auf einer Insel, da ja zur älteren Kreidezeit im größten Teil der Alpen das Meer herrschte. Ihre Existenz war jedoch nur eine Episode — wenn auch eine mehrfach wiederholte, wie das Vorkommen von Gerölleablagerungen auch in älteren und jüngeren Schichten zeigt (vgl. S. 259); mit der Verringerung des Gefälles durch die Abtragung gelangten wieder nur mehr feine Sedimente in das Absatzgebiet unserer Feuerstatterdecke.

Auf tektonische Bewegungen die der Wegführung des Geröllematerials vorangingen, weisen auch die in diesem vorgefundenen kataklastischen Erscheinungen hin. Sie sind freilich sehr selten, der größte Teil der Gerölle zeigt nichts der Art, unter meinen Schlifren fast nur der Granit 15 und die Syenite 16 und 18. Das ist so zu deuten, daß es sich wohl um keinen Deckenschub, sondern um eine einfache Auf-faltung handelt, die die Gesteine nur in verhältnismäßig geringem Grade mechanisch beeinflusste; und andererseits wurden nur verhältnismäßig oberflächennah und daher un stetig deformierte Gesteine der Erosion zugänglich — in diesen brauchte sich aber abseits von einigen Scherflächen,

d. h. also durch den unverhältnismäßig größeren Teil ihrer gesamten Masse, keine Kataklyse auszubilden. Es ist sogar sehr möglich, daß die drei genannten Gerölle (sämmtlich aus der Gegend der Hörnle-Alpel) alle von ein und derselben Zertrümmerungszone herkommen.

Eine Rekonstruktion der paläo-geographischen Verhältnisse soll hier nicht versucht werden, da sie die genaue Kenntnis der Tektonik voraussetzt. Jedenfalls aber dürfen wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Herkunft unserer Gerölle einheitlich ist -- daß sie nicht aus zwei oder noch mehr verschiedenen Richtungen in einen Sammeltrög zusammengespült sind. Wenn es also gelingt, die Heimat eines Teiles der Gerölle zu ermitteln, so darf das Resultat als für die Gesamtheit näherungsweise gültig betrachtet werden.

Diese Aufgabe sei nun in Angriff genommen. Dabei müssen wir uns zunächst bewußt bleiben, daß eine exakte Übereinstimmung der Gerölle mit irgendeinem anstehenden Vergleichsmaterial von vornherein nur in ganz seltenen Fällen erwartet werden kann. Denn erstens haben die Gerölle vielfach unter Verwitterungsvorgängen zu leiden gehabt, von denen das anstehende Gestein verschont geblieben -- Verwitterungsvorgänge, die unter Umständen bis zur vollständigen Zerstörung einzelner Mineralien durch das gesamte untersuchte Geröllmaterial hindurch geführt haben (z. B. Pyroxene). Zweitens ist umgekehrt der Fall zu berücksichtigen, daß das Anstehende Veränderungen durch Metamorphose erlitten hat, denen die Gerölle entgangen sind. Das ist um so eher möglich, als ja zwischen die Ablagerungszeit unserer Gerölle und die Gegenwart der Hauptanteil der alpinen Gebirgsbildung und Metamorphose fällt. Drittens aber ist es überhaupt beinahe nicht zu erwarten, daß wir genau die Stellen, von welchen die Gerölle losgelöst wurden, jemals zu Gesicht bekommen werden; sie sind wohl stets abgewittert oder zugedeckt -- sei es tektonisch oder durch jüngere und jüngste Ablagerungen; eine Ausnahme mag wohl nur dann bestehen, wenn der Absatz des Schuttes unmittelbar auf oder neben dem Muttergestein erfolgt ist, so daß wir beide noch im ursprünglichen Verband sehen. Das trifft aber in unserem Falle nicht zu. Wir dürfen also nicht mehr verlangen, als daß wir günstigenfalls Gesteine vergleichen, die von dem wahren Ursprungsort der Gerölle vielleicht einige Kilometer entfernt sind; auf solche Distanzen sind aber immerhin nicht selten schon Veränderungen mancher Merkmale möglich. Vor allem auch können wir in einer Verschiedenheit der Mengenverhältnisse der einzelnen Gesteine nichts Auffallendes erblicken. Endlich viertens spielt auch der Zufall in der Auffindung und Aufsammlung des Materials eine Rolle, zumal wenn sie nicht durch denselben Beobachter und speziell im Hinblick auf den Zweck der Vergleichung erfolgt ist.

Noch eine Vorbemerkung ist nötig: Für die Heimatbestimmung der Gerölle unmittelbar zu verwerten sind nur charakteristische, verhältnismäßig selten vorkommende Typen. Wenn Gümbel den Augengneis des Bolgen und jenen des Bayrischen Waldes überraschend ähnlich findet,²³⁾ so ist darauf nicht mehr Wert zu legen, als wenn Studer das nämliche Gestein mit dem Ötztaler Zentralgneis vergleicht;²⁴⁾ denn dieser Augengneis ist eben so wenig charakteristisch, daß

er in den meisten Gebieten nicht ausgesprochen oberflächennah umgewandelter kristalliner Schiefer ohne Schwierigkeit untergebracht werden könnte. Das gleiche gilt von unseren Augengneisen fast allgemein, ebenso aber auch von einem Teil der Paragneise sowie der Granite. Insoweit aber können auch diese Gesteine für die Bestimmung der Herkunft herangezogen werden, als ihre tektonische und Mineralfazies mit den Verhältnissen, wie sie in dem in Aussicht genommenen Heimatgebiet herrschen, nicht in Widerspruch stehen darf (unter Berücksichtigung der bereits aufgeführten Gesichtspunkte). Endlich ist auch noch ein negatives Argument anzuführen: Charakteristische und allgemein durch ein Gebiet verbreitete Gesteinstypen dürfen dem Geröllematerial nicht fehlen, wenn es dorthier stammen soll; Auslese auf dem Transport darf in unserem Falle jedenfalls nur dann für das Fehlen von Gesteinen verantwortlich gemacht werden, wenn deren Widerstandsfähigkeit eine sehr geringe ist (vgl. S. 233).

Sehen wir uns also nach der Heimat unserer Gerölle um! Im Alpenvorland, wie es Gumbel wollte, kann sie zunächst nicht gesucht werden. Schon die Tektonik spricht dagegen — unsere Konglomerate sind ja aus S über den Flysch überschoben.²⁵⁾ Aber auch die Vergleichung der charakteristischen Gesteine mit Böhmischer Masse, Schwarzwald und Aarmassiv fällt durchaus negativ aus. Speziell für die erstgenannte kann ich mich dabei auch auf das Urteil hervorragender Kenner: Hofrat Becke und Dr. Mieleitner †, berufen, die für keines der ihnen im Handstück oder Dünnschliff vorgelegten Gesteine dort eine Herkunftsmöglichkeit angeben konnten. Und umgekehrt fehlen unserem Bolgenkonglomerat charakteristische und weitverbreitete Typen der genannten Gebiete vollständig; weder die Cordieritgneise und die Granite des Bayrischen Waldes, noch die Kinzigite und Porphy granite des südlichen Schwarzwaldes, noch endlich die titanitreichen Granite und die (von den unsrigen schon durch viel größeren Gehalt an dunklen Gemengteilen unterschiedenen) Syenite des östlichen Aarmassivs sind zu finden — um nur einige Typen zu nennen.

Ebenso negativ ist das Ergebnis bezüglich des im heutigen Kartenbilde nächstgelegenen kristallinen Gebietes der Alpen: des Silvrettamassivs und der ihm im wesentlichen gleich zusammengesetzten Ötztaler Alpen. Augengneise, einzelne Biotitschiefer und der Amphibolit 132 ließen sich wohl von dorthier beziehen; und die Pyroxen führenden Quarzporphyre finden bis zu einem gewissen Grade Analoga in den Gesteinen der Zwölfer- spitzgegend am W-Rand der Ötztaler Masse.²⁶⁾ Eine vollkommene Übereinstimmung war jedoch bei der Vergleichung mit W. Hammers reichem Schliffmaterial nirgends zu finden; und für meine Granite, Syenite usw. sowie für manche charakteristische metamorphe Gesteine fehlt dort überhaupt jedes Vergleichsmaterial. Umgekehrt ist die mannigfaltige und in jenen Massiven weitverbreitete Serie der Staurolith und Disthen führenden Glimmerschiefer und der Albitknotengneise usw. in meinem Geröllematerial überhaupt nicht, die Amphibolite durch die zwei aufgefundenen Stücke gänzlich unzureichend vertreten.

Wir wenden uns also zu den heute meist als unterostalpin zusammengefaßten Gebieten Graubündens: vor allem dem Albulajulier-

Berninamassiv. Mit ihren Gesteinen scheint unser Geröllematerial tatsächlich vielfache Übereinstimmung zu besitzen. Die Granite erinnern z. T. (103, 126) an Albula- und Juliergranite;^{26a)} wenn die Übereinstimmung nicht vollkommen ist, so liegt das meines Erachtens hauptsächlich daran, daß das augenfälligste Merkmal dieser letzteren: die grüne Farbe der Plagioklase, auf einer Umwandlung beruht, die ich heute für jünger als die Ablagerung des Bolgenkonglomerats betrachten muß. Insbesondere finden die Alkaligranite (15, 17) und -syenite (16, 18) gute Analoga im Berninamassiv;²⁷⁾ sie fallen um so schwerer ins Gewicht, als derartige Gesteine anderwärts in weitem Umkreis — bis nach Predazzo — überhaupt nicht bekannt sind. Der „Granodiorit“ (14) kann mit basischen Typen des Juliergranits, der „Banatit“ (114), ebenso das ihm nahe verwandte Gestein (123) mit gleichartigen Gesteinen des Berninagebietes verglichen werden (vgl. S. 237f.). Die basischen Gesteine 142, 152 stimmen freilich mit den von dort bisher bekannten nicht überein, ebenso gleichen die Quarzporphyre nicht den von mir im Juliergebiet gesammelten, besonders die Pyroxen führenden Glieder sind dort bisher nicht aufgefunden. Bezüglich dieser letzteren darf aber auf Trümpys Fund eines anscheinend ähnlichen Gesteins in der Falknisbreccie²⁸⁾ hingewiesen werden, deren Material ebenfalls mit großer Wahrscheinlichkeit von den Oberengadiner Massiven herzuleiten ist; das ist ein indirektes Argument für eine gleiche Herkunft unserer Gerölle. Im übrigen macht der Tuff (111) wahrscheinlich, daß unsere Gerölle aus Porphyredecken stammen, deren Äquivalente im Berninamassiv noch unerforscht, in der Erddecke vielleicht durch Metamorphose unvergleichbar geworden sind (Nairporphyr!). Sphärolithische Quarzporphyre gibt es u. a. am Berninapaß;²⁹⁾ ob ihnen der obige (28) zu vergleichen ist, kann ich nicht sagen. Bezüglich der kristallinen Schiefer scheinen sich zunächst Schwierigkeiten zu ergeben, da diese im Berninagebiet vor allem durch „Casannaschiefer“, d. h. Quarzphyllite sowie grüne (phengitische oder muskovitisch-chloritische) Gneise vertreten sind — Gesteine, die geringeren Umwandlungstemperaturen entsprechen als unsere zumeist biotitreichen Gerölle. Inwieweit daran jüngere regressive Metamorphose in jenen Gebieten Schuld trägt, läßt sich noch nicht übersehen. Jedenfalls aber lassen sich die Gerölle z. T. sehr wohl — wenn auch nicht immer in allen Einzelheiten — vergleichen den Glimmerschiefern und Gneisen, die ich im Hangenden des Granits im Albulamassiv gefunden habe, und jenen, die als Einschlüsse in den Graniten stecken. Tatsächlich wurden ja in manchem unserer Gerölle Spuren beobachtet, die auf kontaktmetamorphe Beeinflussung hinzuweisen scheinen; und die allgemeinen Vorstellungen, die wir über die paläogeographischen Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung des Bolgenkonglomerats gewonnen haben, nötigen zu dem Schlusse, daß die Heimat der kristallinen Schiefer und der Massengesteine einander unmittelbar benachbart zu denken sind. — Auch der Charakter eines Teiles der sedimentären Gerölle kann, wiewohl mit Vorbehalt, für die unterostalpine Abkunft des Materials geltend gemacht werden.

Die Übereinstimmung ist tatsächlich, zumal bei Berücksichtigung der S. 256 angeführten Umstände, eine leidliche. Es scheint demnach

zunächst gerechtfertigt, die Heimat der Gerölle des Bolgenkonglomerats im unterostalpinen Gebiet, speziell im Julier-Berninamassiv, bzw. in dessen nicht sichtbarer, streichender Fortsetzung zu suchen. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Vermutung von W. Kockel, daß das exotische Material des Flysch von dem „Rumunischen Rücken“ abzuleiten sei — den er ja selbst mit dem „Unterostalpinen Inselkranzgebirge“ Cadischs identifiziert.^{29a)}

Nicht berücksichtigt wurde als Ursprungsgebiet die kristalline Masse der Languard- und Campodecke (O Engadin—Puschlav), weil sie noch zu wenig erforscht ist; jedenfalls scheint vorläufig das eine tonaleschieferähnliche Gerölle (56) kein ausreichender Hinweis, um sie ernstlich in Betracht zu ziehen. — Mit den penninischen Gebieten Graubündens ist eine Vergleichung nicht möglich: dort ist die junge, alpine Umwandlung der Gesteine zu gründlich erfolgt; ein gleiches dürfte bezüglich der Tauern gelten.

Selbstverständlich sind nun die Gerölle des Bolgenkonglomerats nicht aus dem heutigen Berninamassiv durch Wildbachtransport an ihre heutigen Fundpunkte gelangt. Wir sahen ja bereits, daß sie in unmittelbarer Nachbarschaft ihrer Heimat abgelagert sein müssen. Den Widerspruch, daß sie heute durch 100 km Luftlinie von jener getrennt sind, löst der Deckenschub, der das bereits fertig gebildet vorliegende Bolgenkonglomerat erfaßt und nach N verschürft hat, mitsamt der Schichtserie, an deren Zusammensetzung es Anteil hat.

II. Andere Vorkommen im Klippengebiet.

1. In der Schichtreihe der Klippen.

a) Im Aptychenkalk finden sich bereits Breccien und Konglomerate mit reichlich kristallinem Material eingelagert. Auf der SO-Seite des Feuerstätterkopfs waren sie bereits Tornquist bekannt, der sie dort irrümlich zum Flysch gezogen hat.³⁰⁾ Genauere Angaben darüber wird meine Klippenmonographie bringen. Hier sei nur bemerkt, daß sie stets in der stratigraphisch hangenden Partie des Aptychenkalkes auftreten, daß die Größe der vielfach eckigen Elemente meist nur nach Zentimetern mißt, selten Faustgröße erreicht, und daß das Material größtenteils aus hellen Glimmerschiefen besteht, ohne daß indessen Granite und Quarzporphyre ganz fehlten. Vielleicht stammt auch der von Tornquist bei der Grämpl-Alpe gefundene Block von ?Juliergranit aus diesem Konglomerat.

b) Im Feuerstättersandstein,³¹⁾ der stratigraphisch auf die Jung-hansenschichten folgt, findet sich ebenfalls eine (anscheinend stratigraphisch einheitliche) Einlagerung polygener Konglomerate und Breccien eingeschaltet.³²⁾ Auch sie sind vorwiegend von nicht allzu grober Beschaffenheit — die einzelnen Fragmente zumeist nicht mehr als faustgroß. Es sind weit vorwiegend Ortho- und Paragneise und Glimmerschiefer; dazu treten seltener Granite und Quarzporphyre und vereinzelt sedimentäre Gerölle: gelber Triasdolomit, hellgrauer, dichter (?) Aptychenkalk, grauer Hornstein sowie schwarze phyllitische Schiefer. — Das Bindemittel besteht aus grünem Sandstein, vollständig gleich dem, welcher dieses Konglomerat einschließt.

Unter seinen Vorkommen nimmt eine besondere Stelle das vom Ränkertobel ein, sowohl durch die ungewöhnliche Größe seiner Komponenten — es sind wohlgerundete Blöcke von 60 bis 80 cm Durchmesser — wie dadurch, daß sie fast nur aus Granit bestehen. Aufgeschlossen ist dieses Konglomerat in einem westlichen, bei zirka 1400 m einmündenden Zweiggraben. — Ein Granitblock wurde genauer untersucht (Schliff 100). Er zeigt ein mittelkörniges Gemenge von undurchsichtig getrübt, weißem Plagioklas, einzelnen klaren, verhältnismäßig großen (1 cm langen) Orthoklasen von grauweißer Farbe, gleichfalls grauweißem Quarz, ziemlich untergeordnet hellem und dunklem Glimmer.

Im Dünnschliff zeigt der Plagioklas breite albitische Säume um vollkommen umgewandelte Kerne; auch der Orthoklas ist stark getrübt. Tiefbrauner Biotit z. T. mit reichlichem Sagenitgewebe; Muskovit in regellosen Fetzen. Struktur normal granitisch; Kataklyse fehlt. — Das Gestein erinnert an manche aus dem Bolgenkonglomerat beschriebene, ohne daß von vollkommener Übereinstimmung die Rede wäre.

Das Vorkommen dieser beiden Geröllhorizonte (a) und (b) zeigt, daß die Bedingungen, die für die Entstehung des Bolgenkonglomerats maßgebend waren, sich in früherer und späterer Zeit wiederholt haben, wenn auch anscheinend in abgeschwächtem Maße. Man wird erinnert an die Falkniserie, die ja auch durch Einlagerung mehr oder minder grobklastischen Materials in fast allen stratigraphischen Horizonten ausgezeichnet ist. Die Erklärung, die dort Trümpy gegeben hat,³³⁾ dürfte auch in unserem Falle im wesentlichen zutreffen: daß durch das ganze jüngere Mesozoikum hindurch tektonische Bewegungen stattgefunden haben in mehrfacher Wiederholung, die immer wieder der Erosion Gelegenheit zu kräftiger Tätigkeit geliefert haben.

Zugleich ist diese vielfache Wiederholung von Konglomerat- und Breccienhorizonten auch ein Merkmal der unterostalpinen Gebiete³⁴⁾ und folglich geeignet, die oben ausgesprochene Ansicht über die Herkunft des Materials zu stützen.

2. Vorkommen in der Unterlage der Klippen.

Die Scheienalpmergel, das oberste Schichtglied der helvetischen Kreide,³⁵⁾ enthalten im Gebiet des Rohrmooser und Hirschgundentales gelegentlich Einlagerungen von feinen polygenen Breccien und Konglomeraten. Sie bestehen vorwiegend aus Fragmenten von Quarz, hellen Glimmerschiefeln, auch gelbem Dolomit.

In einem etwas größeren Konglomerat dieser Art, im Graben, der vom Sperberwinkel herabzieht (W Rohrmoos), fand ich auch einen hellgrauen Porphyrit mit zahlreichen blaßgrünlichen Einsprenglingen von Plagioklas, mehr zurücktretend blaßrötlichen Orthoklas in dichter Grundmasse. — Im Dünnschliff (Nr. 118) zeigen sich die beiden Feldspäte stark getrübt — der Plagioklas ist nicht mehr näher bestimmbar. Daneben erkennt man noch basische Einsprenglinge, vollständig umgewandelt in chloritische Substanzen, Quarz und viel Eisenerz. Säulige Formen sind erkennbar, aber keine charakteristischen Querschnitte, so daß dahingestellt bleiben muß, ob es sich um einen Pyroxen oder

Amphibol handelt. Quarz als primäres Mineral fehlt! Die Grundmasse besteht fast nur aus Feldspäten. — Das Gestein erinnert durch seine Quarzfreiheit an die aus dem Bolgenkonglomerat aufgeführten quarzarmen Porphyre. Die Übereinstimmung wäre vollkommen, wenn sich die basischen Einsprenglinge als Pyroxen erweisen ließen.

Gegen O werden die Scheienalpmergel bei Rohrmoos abgelöst durch dunkle flyschartige Schiefer. Ihnen sind (an dem Steig in den bei Rohrmoos ausmündenden Tobel aufgeschlossen) Bänke von feinen Breccien eingelagert,³⁶⁾ bestehend aus Quarz, hellen Glimmerschiefern und Gneisen, untergeordnet auch einem hellen Granit mit weißen Feldspäten sowie gelben und grauen Dolomiten; diese Elemente messen 1 bis 2 cm, ausnahmsweise auch bis zu 4 cm im Durchmesser. Im westlich benachbarten Graben werden sie z. T. bis faustgroß.

Ausdrücklich betont sei, daß es sich auch hier um konkordant eingelagerte Bänke handelt, nicht um isolierte exotische Blöcke. Zu der Herkunft ihres Materials sei später (S. 273) noch kurz eine Möglichkeit geäußert.

Hier sei auch hingewiesen auf die feinen Breccien, die — in stratigraphisch wesentlich höherem Niveau^{36a)} dem Oberzollbrücker Sandstein des Flysch vielfach eingelagert sind. Unter ihren meist wenige Millimeter großen Bestandteilen sind Quarzkörner, helle Glimmerschiefer und gelbe Dolomitstückchen zu bemerken; durch Abnahme der Korngröße gehen sie unmerklich über in feinere Sandsteine. Sie gemahnen an Schardts bekanntes Wort: »toute la composition du Flysch est d'ailleurs exotique«. Gleichwohl darf man sie nicht mit Reiser³⁷⁾ den eigentlichen exotischen Blöcken an die Seite stellen. Denn nicht nur weist die gleichmäßig geringere Korngröße darauf hin, daß zwischen ihrem Ausgangs- und Ablagerungsgebiet weit längere Wassertransporte als bei jenen zu denken sind — auch ihre Zusammensetzung ist eine ganz andere: das zeigt am besten das reichlich vorhandene Dolomitmaterial. Ich möchte in diesen Sandsteinen (von vermutlich eozänem, aber vorläufig nicht näher bestimmbar Alter) den feinen Schutt aus einem größeren Alpenabschnitt erblicken, der durch ziemlich weit zurückgreifende Flüsse in das Meer hinausgeschafft wurde. Daß entsprechende grobklastische Bildungen fehlen, liegt vielleicht nur an der Unbekanntheit der gleichzeitigen Küste.

3. Der Gneis vom „Großen Graben“ im Hirschgundental.

Dieses eigenartige Vorkommen erreicht man, wenn man die Straße Rohrmoos—Hirschgund (vgl. Blatt Hoher Ifen der bayrischen Karte 1:25.000) unter der Brücke bei P.994-9 verläßt und auf dem N-Ufer des Schönbachs zur Mündung des „Großen Grabens“ vordringt. Diesen aufwärts verfolgend, gewahrt man des öfters gewaltige Gneisblöcke; und bei zirka 1030 m Höhe sieht man sich mit Erstaunen am Fuße einer von NW herabziehenden Halde, die ganz aus solchen besteht. Einzelne der Blöcke messen nach jeder Richtung mehrere Meter. Die Halde wird überragt von einem Felsriff, das zirka 25 m lang und 8 bis 10 m hoch aus dem Waldboden herausragt (übrigens von der Grabensohle aus bereits zu sehen ist).

Es bricht nach S mit senkrechter Wand ab, und man hat ganz den Eindruck, daß die darunter liegenden Blöcke von dieser abgestürzt sind; ihr Gestein ist durchwegs das gleiche. Die heute noch zusammenhängend sichtbare Masse kann man auf etwa 2500 bis 3000 cm^3 schätzen; ihr wahres Volumen mag unter Berücksichtigung des losgebrochenen Materials sowie des im Boden steckenden Teiles mit 10.000 cm^3 nicht zu hoch veranschlagt sein. — Das Gneisriff zeigt flach westlichfallende Schieferung.

Das Gestein ist ein gewöhnlicher Zweiglimmer-Augengneis, verhältnismäßig reich an Biotit und folglich dunkel gefärbt, mit ausgeprägter Lagentextur und linsenförmigen Feldspatmassen (nur z. T. einheitliche Kristalle) bis über 1 cm Durchmesser. — Im Dünnschliff bietet es das gewohnte Bild eines granitischen Augengneises mittlerer Tiefenstufe (Grubenmann), ohne besondere Eigenheiten. Kataklyse fehlt; auch Gefügeregelung am Quarz ist wenig ausgesprochen.

Leider ist in der Umgebung dieses Gneises nicht ein einziger Aufschluß, der über die Verbandsverhältnisse Auskunft geben könnte. Etwas höher stehen im Großen Graben graue Flyschkalke und Schiefer an; solche sowie Flyschsandsteine sind auf dem Gehänge östlich von dort an Hand von Lesesteinen eine Strecke weit verfolgbare. Weiter aufwärts im Großen Graben scheinen Junghansenschichten anzustehen; zwischen ihnen und dem Gneis wäre die streichende Fortsetzung jenes Flyschs gegen W zu denken. Es ist also nicht gut möglich daß er einem Vorkommen von Bolgenkonglomerat angehört — zumal ich solches im Großen Graben und Umgebung überhaupt nicht kenne; man müßte denn annehmen daß die ganze Gneismasse von weiter oben herabgerutscht sei — was allenfalls denkbar, aber nicht zu beweisen ist. Zudem geht ihre Größe weit über alles hinaus, was ich aus dem Bolgenkonglomerat kenne. Andere Konglomerate kommen aus denselben Gründen erst recht nicht in Frage — und am wenigsten jene des „Wildflysch“, deren Elemente ja im Rohmooser Tal nur nach Zentimetern messen (vgl. S. 261).

Unter diesen Umständen halte ich auch heute an meiner Auffassung von 1921 fest: daß dieser Gneisfelsen keinem Konglomerat angehört, sondern ansteht — ein tektonisch verschleppter und wahrscheinlich in die Flyschunterlage verschuppter Schubfetzen von der Basis der Feuerstätterdecke —, vielleicht ein Stück jener Kette, von der die Blöcke des Bolgenkonglomerats stammen. Manche von ihnen haben große Ähnlichkeit mit diesem Gneis (unter den näher untersuchten am meisten Nr. 6; vgl. S. 246).

4. Gabbroides Gestein an der Subersach unterhalb Sibratsgfäll.

Bereits auf Vorarlberger Boden entdeckte ich ein neues Vorkommen eines kristallinen Gesteins, an der Subersach. Es befindet sich hart an der Flysch-Molassegrenze, nicht weit oberhalb der Stelle, wo sich die Subersach anschickt, in wilder Klamm die südlichste Molassekette zu durchbrechen. Man beobachtet dort auf dem NO-Ufer von NW nach SO folgendes Profil (Fig. 1):

4. Dickbankiger Molassesandstein, lagenweise übergehend in vorwiegend feine Nagelfluh (mit auffallend vielen Quarzgeröllen). Nach kurzer Schuttunterbrechung folgen

3. graue, dünnschichtige und sehr bröcklige Mergel, etwa 10 m abgeschlossen im Bachbett; gegen ONO setzen sie entlang einem Graben in ansehnlicher Mächtigkeit aufwärts und enthalten dort dünne Zwischenlagen von feinkörnigem, grauem Sandstein, oft reich an verkohlten Pflanzenresten. Mit (4) scheinen sie in vollkommen normalem Verband zu stehen, gehören folglich jedenfalls auch noch zur Molasse.

Die weiteren Glieder beobachtete ich nur unmittelbar im Bachbett; bei einigermaßen hohem Wasserstande dürften sie unzugänglich sein. — Es folgt nach etwas längerer Schuttunterbrechung (unter der die Flysch-Molassegrenze zu suchen ist):

2. dickbankiger, typischer Flyschsandstein, reich an Glimmerschüppchen; hierauf abermals nach Schuttunterbrechung

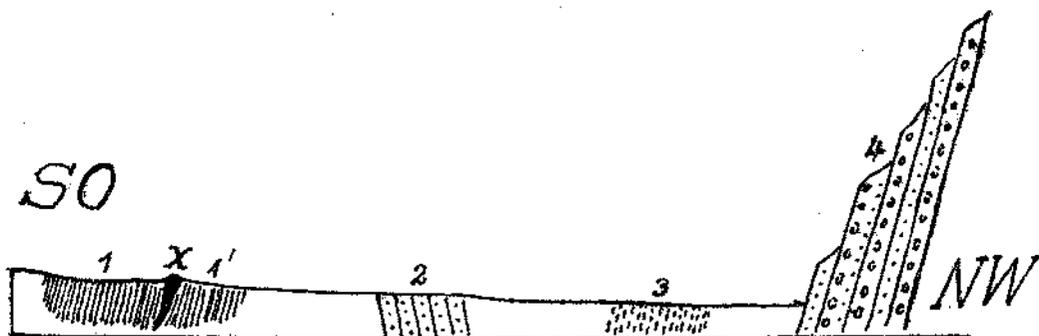


Fig. 1. Profil an der Subersach, zirka 1 : 1000.

(Erklärung im Text.)

1. 1'. dunkelgraue tonig-mergelige Schiefer, darin eingelagert (vollkommen sicher anstehend!)

x) eine unregelmäßig verquetschte Linse von einem dunkelgrünen Gestein, maximal etwa 1 m mächtig und einige Meter im Streichen zu verfolgen. Es bricht fast nur nach Rutschflächen, was seine Bestimmung sehr erschwert. Nur einzelne weißliche Spaltflächen sieht man aus der grünen Masse hervorleuchten.

Sie gehören, wie das Mikroskop lehrt, einem gut zwillingslamellierten Albit-Oligoklas an (Auslöschung \perp α 84°); er ist im allgemeinen vollkommen frisch. Der ehemals vorhandene dunkle Gemengteil ist dagegen durchwegs zerstört und durch Chloritaggregate, teilweise mit Kalzit, ersetzt. — An Nebengemengteilen ist leukoxenbestäubter Ilmenit ziemlich reichlich, Apatit in langen und sehr dünnen Nadeln selten (dann aber auf beschränkten Flecken in Mengen) erkennbar. — Die Struktur ist ausgesprochen gabbroid: die mäßig dünntafeligen Feldspäte sind mit deutlich idiomorpher Umgrenzung eingewachsen in die gestaltlose basische Füllmasse. — Zertrümmerungsspuren sind beschränkt auf schmale Zonen, an denen die Feldspäte zu rundlichen Brocken zerrieben im Chlorit schwimmen, oder feine chloritbelegte Gleithäute und kalziterfüllte Risse; davon abgesehen ist, ähnlich wie bei den Retterschwanger Glimmerschiefern, das Gefüge durchaus unverletzt.

Das Gestein erinnert (von dem etwas feineren Korn abgesehen) auffallend an den S. 241 unter 152 beschriebenen Block von Gabbrodiorit;

nur der hier noch saurere Feldspat bedeutet einen bemerkenswerten Unterschied. Er will zu dem gabbroiden Gesamtbilde des Gesteins gar nicht recht passen. Leider erlaubt die starke Umwandlung seiner dunklen Gemengteile keine genaue Einordnung in das petrographische System.

Dies Gestein ist ziemlich sicher auf tektonischem Wege an seinen Platz gelangt. Dafür spricht seine langgestreckte Quetschlinienform, die jeder Einsedimentierung Schwierigkeiten bereitet, und die gewaltige innere Zerrüttung. Bei seiner Lage fast an der Flysch-Molassegrenze könnte man versucht sein, an Aufschürfung aus dem Untergrunde zu denken; doch wäre das am helvetischen Außenrand ein bisher ganz einzelstehender Fall. Daher scheint es mir wohl wahrscheinlicher, Entwicklung von obenher anzunehmen; es handelt sich dann vermutlich um einen Schubsetzen von der Klippenbasis. Denkbar wären vielleicht auch Beziehungen zu den Allgäuer Diabasen.

Genaueres Nachforschen wird vielleicht in der äußeren Flyschzone des Brengener Waldes noch mehr ähnliche Vorkommnisse zutage fördern.

III. Einige exotische Vorkommnisse in anderen Teilen des Allgäus.

1. Retterschwangtal.

Die berühmten Retterschwanger Glimmerschiefer und ihre Begleitgesteine habe ich andernorts ausführlich beschrieben; es genügt daher hier kurz auf die Ergebnisse hinzuweisen.³⁸⁾

Die große, mindestens etwa 60 m mächtige und über 300 m Längserstreckung aufgeschlossene Scholle, aus Glimmerschiefer, untergeordnet Amphibolit und Spuren von Orthogneis bestehend, stellt einen von der Allgäuer Decke passiv verschleppten Schubsetzen dar, wahrscheinlich unterostalpinen Ursprungs. Gleiches gilt für eine Reihe von kleineren Schollen der nämlichen Gesteine.³⁹⁾ Außerdem finden sich in enger räumlicher Verknüpfung mit diesen anstehenden kristallinen Gesteinen Breccien von wahrscheinlich Oberkreidealter, die in der Hauptsache aus den Trümmern eben dieser Gesteine bestehen, doch nicht ganz ohne Spuren von fremdartigem Material. Die Trümmer sind nicht oder nur wenig gerollt und von z. T. beträchtlicher Größe; so große Blöcke wie häufig im Bolgenkonglomerat habe ich freilich nicht gefunden. Jedenfalls aber ist auch ihr Material nicht weit transportiert: und jedenfalls ist die Breccie zusammen mit der liegenden, oberjurassisch-kretazeischen Schichtfolge und zusammen mit den kristallinen Gesteinen tektonisch an ihren heutigen Fundort verfrachtet worden.

Im Liegenden dieser exotischen Gesteinsserie, der Retterschwangdecke, finden sich auch noch Konglomerate mit exotischen Geröllen im Flysch eingelagert; ich habe sie a. a. O. bereits beschrieben und werde später (S. 276) nochmals darauf zurückkommen.

2. Gegend von Oberstdorf.

Das bedeutendste Vorkommen altkristalliner Gesteine in der Oberstdorfer Gegend ist das vom Kühberg^{39a)}, das von Rothpletz⁴⁰⁾ entdeckt und als Schubsetzen von der Basis der Allgäuer Decke gedeutet wurde, der durch Absinken an einer Verwerfung in diese tiefe Lage (200 m unter der Schubfläche am Schattenberg) gekommen sei. G. Schulze⁴¹⁾ schloß sich dieser Auffassung an. Tornquist⁴²⁾ setzte ihr die Deutung entgegen, daß ein im Flysch sedimentierter Riesenblock vorläge. Mylius⁴³⁾ betonte, daß der "Gneis" diskordant dem Flysch aufliegt und selbst wieder von Flysch überlagert wird; er dachte ihn an einer Überschiebung von Flysch über Flysch aus dem Untergrunde heraufgeschleppt. Auf seinem wie auf Rothpletz' Profil sind auch schon einige kleinere Blöcke im Liegenden der großen Scholle gezeichnet. Arnold Heim⁴⁴⁾ fand auch Granitblöcke. Richter⁴⁵⁾ vermehrte die Zahl der kleinen Blöcke noch wesentlich

und glaubte auch eine Doppelung der großen Scholle gefunden zu haben; er berichtete die früheren Angaben über die Natur des Gesteins dahin, daß Glimmerschiefer und nicht Gneis vorliege. Er und Heim schlossen sich der Deutung von Törnquist an und betrachteten das Vorkommen als einen Schwarm in den Flysch eingesedimentierter exotischer Blöcke.

Im wesentlichen stehen sich also die Erklärung durch sedimentäre Einlagerung und die tektonischen Deutungen gegenüber. Meine eigenen Beobachtungen haben mich zu den folgenden Ergebnissen geführt (Fig. 2, a bis f);

Die Lagerungsbeziehungen der Glimmerschiefer-Hauptscholle zum Flysch und zu den kleinen Blöcken (die ich in Fig. 2 des Maßstabes halber vernachlässigt habe) entsprechen im wesentlichen dem bisher

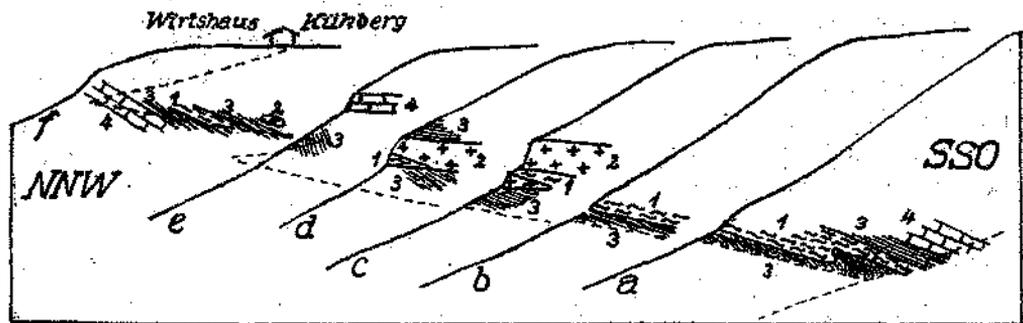


Fig. 2. Profile durch den Kühberg, zirka 1 : 1000.

1 Glimmerschiefer, 2 Granit, 3 Flyschschiefer, 4 Heller Kalk.

Bekanntes: die erstgenannte fällt flach südlich, der Flysch erheblich steiler, doch schmiegt er sich am Kontakt dem Glimmerschiefer konkordant an; daß dieser gegen S gleichfalls zu so steilem S-Fallen umbiegt, wie es Richter zeichnet, kann ich nicht bestätigen. Auch die Doppelung der großen Scholle habe ich nicht auffinden können; das einzige Anzeichen, das zur Annahme einer solchen verleiten könnte, ist eine kleine Einpressung des liegenden Flysch in den Glimmerschiefer, gleich über der Gabelung des Fußweges zum Kühberg — eine Einpressung, die indessen kaum weiter als $\frac{1}{2} m$ eindringt. — Die kleinen Glimmerschieferblöcke haben alle mehr oder minder linsenförmige Gestalt und stecken konkordant zwischen dem steil südlich fallenden, liegenden Flysch.

Was dagegen erheblich über das bisher Bekannte hinausgeht, ist die Größe der Hauptscholle. Unmittelbar zusammenhängend sichtbar ist sie freilich nur auf etwa 10 bis 15 m Länge; aber weiter nördlich folgt längs des Weges eine ganze Reihe von kleinen Anrissen, in denen stets am oberen Rand hart unter der geschlossenen Vegetationsdecke der Glimmerschiefer sichtbar wird, teils nur in losen Stücken, teils allem Anschein nach anstehend. Die Scholle ist solchergestalt auf etwa 30 m Länge zu verfolgen. Dann gelangt man an eine 5 bis 6 m lange Unterbrechung der Aufschlüsse; aber darauf beginnt eine 50 bis 60 m lange Strecke, auf der man wieder stets in gleicher Höhe (2 bis 3 m, gegen aufwärts wenig zunehmend) über dem Weg die kristallinen Gesteine aus der Vegetationsdecke herausragen sieht. Gegen das Ende dieser Strecke ist es aber nicht mehr Glimmerschiefer, sondern der von Arnold Heim erstmalig

erwähnte aplitischer Granit. Nichtsdestoweniger zweifle ich nicht daran, daß auch dieser der nämlichen Scholle angehört; denn an einer Stelle sieht man deutlich, wie der Glimmerschiefer sich konkordant auf den Granit legt (Fig. 2 c). Darüber folgt dieser nochmals als mehrere Meter mächtiges Felsriff an steilem Waldgehänge. Nirgends ist hier (wie auch auf der ganzen bisher betrachteten Strecke) anstehender Flysch zwischen den kristallinen Gesteinen sichtbar; vielmehr besteht kein Zweifel, daß hier eine Zunge von Glimmerschiefer in den Granit eindringt, daß somit beide in primärem Verband stehen. Die Scholle erreicht hier mit etwa 8 m das Maximum ihrer Mächtigkeit. — Nach einer abermals aufschlußlosen Strecke von zirka 15 m folgt ein weiteres Granitriff von etwa 12 m Länge und 5 bis 6 m Mächtigkeit. An seinem N-Ende ist der Verband mit Glimmerschiefer wieder zweifelsfrei aufgeschlossen: man sieht ihn mit konkordanter Grenze ziemlich flach südlich unter den Granit einfallen (Fig. 2 d). — Der Flysch im Liegenden wird offenbar diskordant von dem Granit bedeckt, denn man sieht ihn mehrfach ziemlich steil südlich einfallen, erheblich steiler als die Glimmerschiefer.

Die kristallinen Gesteine sind also auf einer Strecke von zirka 120 m (schräg zum Streichen gemessen) zu verfolgen, und wenn auch der Zusammenhang kein ununterbrochener ist, so wird doch kaum ein Aufnahmigeologe Bedenken tragen die einzelnen Aufschlüsse zu verbinden. Dafür spricht nicht nur deren Anordnung in einem geradlinigen Streifen, der nirgends durch anstehenden Flysch unterbrochen wird, sondern auch das (wo sichtbar) stets flach südlich gerichtete Einfallen der Glimmerschiefer. Wenn es sich um eine Zone einzelner Blöcke handelte, so wäre zu erwarten, daß die Lagerung wechseln würde. (Zur Vermeidung von Mißverständnissen bemerke ich ausdrücklich, daß ich nur von dem Glimmerschiefer der Hauptscholle und nicht von den kleineren Blöcken in deren Liegendem rede.) Ich ziehe also aus den besprochenen Tatsachen den Schluß, daß eine gegen 100 m (senkrecht zum Streichen) breite und maximal 8 m mächtige, einheitliche Scholle vorliegt, bestehend aus Glimmerschiefer, in dem ein aplitischer Granit in Form eines verästelten Lagerganges steckt.

Das Hangende der Scholle wird von dem nämlichen Flyschschiefer gebildet wie das Liegende, aber in konkordanter Auflagerung. Das sieht man sowohl am S-Ende am Weg als über dem Granit des N-Endes (wo die Auflagerung freilich nicht unmittelbar sichtbar). An ersterer Stelle ist der Schiefer nur zirka 2,5 m mächtig; darüber folgt ein hellgrauer, dichter bis feinkristalliner Kalk, jedoch größtenteils stark kalzitisiert und von schwarzen Tonfasern durchzogen. Arnold Heim hat ihn bereits beobachtet. Bemerkenswert ist nun aber, daß auch über dem N-Ende der kristallinen Scholle ein gleichartiger Kalk den zuvor erwähnten Flyschschiefer überlagert (Fig. 2 e). Wir haben es also offenbar mit einer durchlaufenden (wenn auch vielleicht in Linsen aufgelösten) Schicht zu tun.

Mit dem vorher erwähnten Granit erreicht die kristalline Scholle zunächst ihr Ende: in gleicher Höhe damit steht höchstens 20 m weiter

nördlich, bei der südwestlich schauenden Kehre des Weges, sehr steil südlich fallender Flyschschiefer an (Fig. 2 e). Der folgenden 50 m langen Strecke des Weges fehlen Aufschlüsse; in Fig. 2 wurde sie unterdrückt und das folgende Stück der Deutlichkeit halber zu groß gezeichnet; es ist übrigens vom Wege recht schief geschnitten. Die Aufschlüsse dort beginnen mit einer zirka 2 m langen Reihe von Blöcken des hellen Aplitgranits, gleich über dem Weg; sie sind umgeben von Flyschschutt (nicht anstehend!). Etwa 10 m weiter sieht man den Flysch konkordant auf Glimmerschiefer auflagern, der nun 13 m weit am Wege ansteht; seine Mächtigkeit beträgt 2 bis 3 m. Ein paar Meter Flyschschiefer liegen darunter; sie trennen jenen von hellem Kalk, bei der letzten Kehre unter dem Wirtshaus Kühberg (Fig. 2 f). Dieser Kalk ist identisch mit dem zuvor erwähnten aus dem Hangenden der kristallinen Hauptscholle.

Wir haben hier also noch eine bisher ganz unbekannte Fortsetzung der letzteren — wenn auch keine ungestörte. Wie die Verbindung zu denken ist, steht nicht ganz fest. Ich möchte vermuten, daß sie sich in Gestalt einer spitzen, nördlich schauenden Knickfalte vollzieht. Dazu führt mich vor allem die Tatsache, daß die Folge Glimmerschiefer—Flyschschiefer—Kalk auf der zuletzt betrachteten Strecke verkehrt auftritt.

Ein Umstand von Bedeutung hat auffallenderweise bei fast keinem der bisherigen Beobachter⁴⁶⁾ Beachtung gefunden: die teilweise ganz gewaltige tektonische Umformung der Gesteine. Der Flysch des Liegenden ist durch seine ganze Masse von ihr betroffen worden. Von einem geordneten Schichtenbau ist keine Rede mehr: dieser Flysch ist geradezu als Quetschschiefer zu bezeichnen. Er enthält gelegentlich Einschlüsse von dunklem Kieselkalk, von grauem, dichtem, teilweise fleckigem Kalk (öfters enorm kalzitisiert) sowie von schwarzem, glänzendem Quarzit, den sein Kalkgehalt von ganz ähnlich aussehenden, aber kalkfreien Gesteinen der Junghansenschichten unterscheiden läßt. Alle diese Einschlüsse sind meist von geringer Größe und zeigen Linsenform — das Ergebnis tektonischer Zerreißungs- und Gleitungsvorgänge großer Intensität. Es erscheint mir durchaus annehmbar, daß sie aus einst regelmässig eingelagerten Bänken hervorgegangen sind. Ganz die gleichen Linsenformen aber zeigen auch jene kleinen, konkordant im Flysch eingeschlossenen Glimmerschieferblöcke — nur ist ihre Zahl größer, ihre Größe z. T. viel ansehnlicher (manche erreichen 1 m Länge und darüber) als die der anderen eben genannten Einschlüsse. Ihre Gestalt deutet anscheinend auch auf tektonische Formung, nicht minder die Rutschflächen, die öfters als Begrenzung sichtbar sind; und bestärkt wird dieser Schluß durch den Zustand des Gesteines, das auch Richter als „wenig fest“ bezeichnet; es ist derartig zerrüttet, daß es kaum gelingt ein Handstück davon zu schlagen. Im Gegensatz dazu ist der Glimmerschiefer der großen Scholle in der Hauptsache wohl „sehr fest“ (Mylius, Richter), jedoch nicht ohne Ausnahme: denn an der Basis treffen wir eine förmliche Quetschzone. — Nur der Granit scheint, soweit abgeschlossen, intakt zu sein.

Über die mikroskopische Beschaffenheit des Glimmerschiefers macht Richter nur kurze Angaben; zu ihrer Ergänzung diene das Folgende. Ein Dünnschliff (Nr. 3) aus der großen Scholle zeigt als Hauptgemeng-

teile Quarz, Muskovit und Chlorit, außerdem geringe Reste von (in der Hauptsache chloritisiertem) Biotit, z. T. in ganz unregelmäßiger Durchdringung mit Muskovit parallel verwachsen, sowie untergeordnet einen durch vollkommene Umwandlung in Serizitaggregate unkenntlich gewordenen Feldspat(?) mit z. T. annähernd rechteckigen Umrissen. Als Nebengemengteile Apatit ziemlich reichlich, Magnetit vereinzelt. — Für das Gesteinsbild maßgebend ist die Verteilung des Quarzes einerseits, der Glimmerminerale andererseits auf getrennte Lagen; z. T. zeigen sie deutliche präkristalline Fältelung. Spuren von postkristalliner, kataklastischer Deformation sind vorhanden (undulöse Auslöschung am Quarz, Biegung der Glimmer), aber sehr unbedeutend. In den von Richter untersuchten Schliften scheinen sie bedeutender zu sein (vielfache Zertümmernng des Quarzes), besonders in den kleinen Glimmerschieferbrocken. Von diesen habe ich keine Schriffe untersucht.

Interessant ist ein Vergleich mit den Retterschwanger Glimmerschiefern: sie sind dem Gestein vom Kühberg sehr nahe verwandt. Unterschiede diesem gegenüber sind: Auftreten von Granat, von frischem albitischen Feldspat (statt dessen hier die serizitisierten Felder); etwas andere Ausbildung des Biotits; auch scheinen die Retterschwanger Gesteine in der Hauptsache nicht ganz so reich an Quarz zu sein. Doch sind das alles untergeordnete Merkmale, die sich sehr wohl auf einige Kilometer Entfernung ändern können und die sich auch z. T. bei den Bestandteilen der mit dem Retterschwanger Glimmerschiefer zusammen auftretenden Breccie bereits geändert haben. Auf alle Fälle erscheint mir die Analogie des dortigen Glimmerschiefers mit dem vom Kühberg zu groß, als daß sie bei der Deutung des letzteren bezüglich seiner Herkunft vernachlässigt werden dürfte.

Besonderes Interesse bietet ein Schliff (Nr. 147) des Glimmerschiefers vom Granitkontakt (an der oben erwähnten Stelle, Fig. 1 d). Er zeigt als Hauptgemengteile: Quarz; Muskovit, in großen zerlappten Blättern, verhältnismäßig zurücktretend; reichlicher Biotit, oft mit massenhafter Ausscheidung von sehr feinen, z. T. sagenitartig angeordneten Nadeln; manche Biotite sind ganz frei davon, andere bis zur Undurchsichtigkeit erfüllt. Chloritisierung spielt eine gewisse Rolle; Chlorit als selbständiger Gemengteil fehlt! Reichlich vorhanden sind unregelmäßig gestaltete Individuen eines nicht mehr bestimmaren, weil vollständig serizitisierten Minerals; man möchte an Andalusit denken. Um Feldspäte kann es sich nicht handeln, denn solche finden sich daneben in fast ganz unverändertem Zustand: sowohl Orthoklas wie saurer Oligoklas ($\alpha' < \epsilon$; $\gamma < \omega$; $\alpha' < \omega$; $\gamma' = \omega$), übrigens in ganz unbedeutender Menge. Außerdem finden sich in einzelnen Durchschnitten des Andalusits(?), noch seltener in Quarz, eingeschlossen ganz feine Nadeln, die den Eindruck von Sillimanit machen; eine sichere Bestimmung verbietet ihre Kleinheit. Dazu kommen Magnetit (ziemlich reichlich), Apatit und Zirkon. — Lagentextur ist auch hier sehr ausgeprägt; die Quarzlagen zeigen pflasterähnliche Struktur, die Glimmerlagen teilweise siebartige Durchspickung des Andalusits(?) mit Biotit, des Muskovits mit diesen beiden. Vorkristalline Fältelung ist mehrfach sehr deutlich; jedes Anzeichen postkristalliner Deformation fehlt.

Wenn auch in diesem Schriff die Bestimmungen von Andalusit und Sillimanit nicht sicher sind, so gibt es doch noch andere Anzeichen, welche vielleicht auf Kontaktmetamorphose schließen lassen: die Ersetzung des Chlorits durch Biotit; die erwähnten Siebstrukturen; auch die gegenüber den anderen Glimmerschiefern (vom Kühberg und Retterschwang) gesteigerte Korngröße kann man dazuzählen.

Der Granit (Schliff 146) endlich zeigt als Hauptgemengteile: Quarz; ziemlich trüben Orthoklas; im allgemeinen frischen sauren Oligoklas ($\alpha' < \epsilon$; $\alpha' < \omega$; $\gamma' \leq \epsilon$); eine sehr geringe Rolle spielen tiefbrauner, selten chloritisierter Biotit, sowie Muskovit, teils in paralleler Verwachsung mit dem vorigen, teils in selbständigen, stark zerlappten Individuen. Akzessorische Gemengteile sind spärlich: Magnetit, Pyrit, Zirkon. In dem weitgehenden Zurücktreten aller dunklen Gemengteile drückt sich der aplitische Charakter des Granits aus — der ebenso auch in der Struktur zur Geltung kommt: es fehlt eine deutliche Ausscheidungsfolge der Gemengteile — z. B. ist Quarz öfters in Plagioklas oder Biotit eingewachsen. Die Korngröße ist sehr gleichmäßig und ziemlich gering. Kataklastische Erscheinungen fehlen so gut wie ganz.

Nun zu der schwierigen Frage: Wie ist diese ansehnliche Scholle von mindestens 100 m Länge und 8 m maximaler Mächtigkeit in den Fylsch hineingelangt?

Es ist ohne weiteres klar, daß einer wie immer gearteten Sedimentation im Fylschmeer hier schwere Bedenken entgegenstehen. Einer Platte von den angegebenen Dimensionen gegenüber versagen die an der Erdoberfläche verfügbaren Transportmittel teils glatt (Wasser, Wind); anderen aber wird man sie nicht anvertrauen dürfen, ohne daß die Platte in die Brüche geht (Bergsturz; auch Eis, das sie ja nur von einem Bergsturz übernehmen könnte!). Höchstens ein langsam fließender Schlammstrom könnte allenfalls in Frage kommen; sehr wahrscheinlich ist diese Annahme nicht und zudem fehlt es an einem geeigneten Ausgangspunkt, den man allerhöchstens ein paar Kilometer entfernt würde suchen können. Richter⁴⁷⁾ scheint ja Ähnliches für die exotischen Blöcke im Wildfylsch anzunehmen; allein es fragt sich, ob wir von diesen nicht das Kühberger Vorkommen abtrennen und auf anderem, auf tektonischem Wege erklären sollen.

Wie schon erwähnt, existieren bisher zwei Versuche dieser Art. Der eine, Mylius'sche: Herkunft aus dem Untergrund, ist leicht zu widerlegen. Denn im Untergrund befinden sich Hunderte von Metern helvetische Kreide — ganz zu schweigen von älteren mesozoischen Schichten, über die wir nichts wissen, ebenso von etwaigen tektonischen Wiederholungen: jedenfalls liegt die kristalline Unterlage unter einer mächtigen Bedeckung, und es ist ausgeschlossen, daß ein dünner Splitter von ihr diese Bedeckung durchfahren hätte wie ein Pfeil die Luft, ohne Fetzen davon mitzureißen. Im übrigen gelten hier auch die gleichen Argumente, die ich gegen eine Herkunft der Retterschwanger Glimmerschiefer aus dem Untergrund vorgebracht habe.⁴⁸⁾

Gegen die andere Möglichkeit einer tektonischen Erklärung, die Ableitung von der Allgäuer Schubfläche, wurde von den Befürwortern der Einsedimentierung geltend gemacht, daß die Verwerfung nicht existiert,

die nach Rothpletz längs dem Illertal verlaufen und die Absenkung des Kühberg-Glimmerschiefers bewirkt haben soll. Mit vollem Rechte: eine solche Verwerfung besteht tatsächlich nicht. Aber es gibt noch einen anderen Weg: den einer Einwicklung der kristallinen Schollen im Flysch. Ich habe früher⁴⁹⁾ bereits die ostalpinen Gesteine: Triasdolomit, Hornstein, Aptychenkalk erwähnt, die im obersten Retterschwangtal tief unter der Allgäuer Schubfläche im Flysch eingewickelt liegen und ebendort auch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß mit dem Glimmerschiefer des Kühbergs Gleiches der Fall sein könnte. Dafür spricht — abgesehen von dieser Analogie — auch die nahe petrographische Verwandtschaft des Gesteins mit den Retterschwanger Glimmerschiefern. Dazu kommen die oben erwähnten Spuren starker tektonischer Beeinflußung. Daß diese nicht noch stärker und allgemeiner sind, kann nach den an den Retterschwanger Glimmerschiefern gemachten Erfahrungen nicht wundernehmen: auch dort ist die Hauptmasse der kristallinen Gesteine verschont geblieben von stärkeren Eingriffen in das Gefüge — nur ganz lokal, an kleinen, besonders strapazierten Schollen machen sich solche bemerklich. Die Bewegungen haben sich eben in der Hauptsache an den Gesteinsgrenzen oder aber vollständig im umgebenden Flysch abgespielt; im Vergleich zu diesem sind die kristallinen Gesteine (ganz besonders der Granit, dem jegliche vorgezeichneten Bewegungsbahnen, wie sie im Glimmerschiefer die Schieferung liefert, primär völlig abgehen!) erheblich widerstandsfähiger und folglich weniger in Mitleidenschaft gezogen worden, unter den verhältnismäßig oberflächennahen Bedingungen wie sie beim Retterschwanger Vorkommen und bei dem des Kühbergs in gleicher Weise anzunehmen sind.

Nun zu einem weiteren Einwand gegen die tektonische Deutung des Vorkommens vom Kühberg: Das ist jener Schwarm von kleineren Fetzen gleichen oder doch ganz nahe verwandten Gesteinsmaterials, die im Liegenden der großen Scholle konkordant dem Flysch eingelagert sind. Zunächst mag man leicht dazu kommen, sie für einsedimentiert zu halten, und es schwer verständlich finden, daß die große Scholle anderen Ursprungs und nur zufällig auf tektonischem Wege gerade unter diesen Schwarm hineingeraten sein soll. Allein es scheint mir doch keineswegs ausgeschlossen, daß diese kleinen Glimmerschieferfetzen selbst nur durch tektonische Zerstückelung eines größeren: einer von der Basis der Hauptscholle abgelösten Platte entstanden sind. Ihre Formen sind weder ursprüngliche Bruchformen (eckig), noch Rollformen (gerundet), noch ein Zwischenglied beider — vielmehr in der Regel typische Linsenformen, wie sie bei tektonischer Zerreißung ursprünglich einheitlicher Gesteinskörper zustande kommen. Damit steht auch ihr einheitlicher Gesteinscharakter im Einklang. Ja man glaubt sogar an einer Stelle (wenige Schritte nördlich von der Weggabelung) eine Platte von der Hauptscholle längs einer Quetschzone sich loslösen zu sehen: Da wäre die Abspaltung einer kleinen Scholle analog den in Rede stehenden geradezu in flagranti zu beobachten. Und warum treten diese kleinen Glimmerschieferlinsen nur gerade im Liegenden der großen Scholle auf? — Allerdings ist zuzugeben, daß ähnliche Linsenformen auch manche andere exotische Blöcke zeigen (vgl. später S. 272); wem deren Analogie

zu den kleinen Blöcken am Kühberg für gleichartige Einbettungsart zu sprechen scheint, der kann den Ausweg wählen, die große Scholle von ihnen abzutrennen als ein tektonisch eingeknetetes Fragment desselben Festlandes, dem die kleineren eingesedimentierten Blöcke entstammen.

Endlich wird man mir entgegenhalten, daß die von Richter⁴⁹⁾ gegebene Kartendarstellung der Oberstdorfer Gegend jeden Gedanken an eine Einwicklung von oben her ausschließe für eine so tief im Flysch steckende Scholle: über ihr ziehen die Kalkzone und die Sandstein-Quarzitzone des Flysch zusammenhängend durch und verrammeln den Anschluß an die ostalpinen Decken. Demgegenüber ist aber einmal zu bemerken, daß jene Kartenskizze Richters eine vollständig abgedeckte, stark schematisierte Übersichtskarte kleinen Maßstabes (1 : 165.000) ist; und zweitens kann ich den Verdacht nicht unterdrücken, daß Richters Gliederung vielleicht nicht in allen Punkten stimmt. So bin ich z. B. durchaus nicht überzeugt, daß die „Quarzitzone“ im Faltenbachtobel und im Reichenbachtobel identisch ist. Die Gesteine beiderorts sind recht verschieden, erinnern dagegen im Faltenbachtobel auffallend an den Feuerstattersandstein der Klippen, ebenso die damit verknüpften dunklen Schiefer an die Junghansenschichten. Es scheint mir also durchaus möglich, daß hier noch ein Fragment der Feuerstätterdecke vorliegt.

Genauere Kartierung wird diese Fragen zu lösen haben. Erst wenn eine solche von der östlichen Illertalseite vorliegt, in 1 : 25.000 oder womöglich größer, mit genauer Ausscheidung nicht nur großer Schichtgruppen, sondern, soweit zugänglich, aller lithologisch differenten Glieder und der Schuttbedeckung — erst dann wird sich prüfen lassen, ob für den Kühberger Glimmerschiefer ein Weg zum Anschluß an die ostalpinen Decken freibleibt oder nicht.

3. Andere Vorkommen der Oberstdorfer Gegend.

Richter gibt an, daß Wildflysch mit exotischen Blöcken in der Umgebung von Oberstdorf eine große Verbreitung besitze.⁵⁰⁾ Ich kenne aus eigener Anschauung genauer nur das Profil am Trettach-Ostufer, vom Faltenbach zur Dummelsmooser Brücke. Dasselbe umfaßt von S nach N (Fig. 3):

1. Die „Couches rouges“ der Schießstätte; diese sind, wie Richter zugeben ist, weit überwiegend hellgrau und von helvetischen „Amdener Schichten“ nicht zu unterscheiden, zum Teil mit dunklen Flecken; rote Einlagerungen sind nur untergeordnet. Damit ist aber noch lange nicht bewiesen, daß sie mit der helvetischen Kreide in normalem Verband stehen; wenn Richter sie mit dem untertauchenden Faltenystem des Hohen Ifen verbindet⁵¹⁾ über nahezu 4 km aufschlußlosen Alluvial- und Moränengebietes hinweg, so ist das wohl sehr kühn. Helvetisch sind diese Schichten ja wohl; aber die Annahme hat manches für sich, daß sie einer höchsten helvetischen („ultrahelvetischen“) Deckenverzweigung angehören.⁵²⁾ — Gelegentlich enthalten diese Schichten Einlagerungen von dunkelgrauen feinsandigen Mergeln. Gegen N folgen konkordant mit steil südlich fallender Grenze

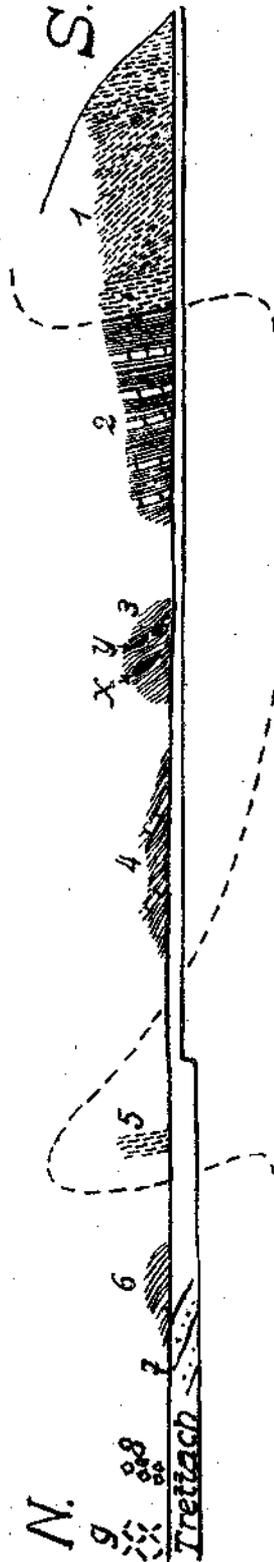


Fig. 3. Profil an der Trettach östlich Oberstdorf.
(Erklärung im Text.)

2. dunkle, stark verquetschte Mergelschiefer („Wildflysch“ Richters); darin gelegentlich in Linsen zerquetschte Bänke von grauem, z. T. gebändertem Kieselkalk. — Nach Unterbrechung folgt (dort, wo ein Steg über den Fluß führt)

3. ein zirka 12 m langer Aufschluß in ähnlichen Schiefen, reich an „exotischen Blöcken“: Der größte (*x*), eine etwa $\frac{1}{2}$ m lange Linse von hellem, muskovit- und quarzreichem Gneis, sehr zäh; außerdem Brocken des gleichen Gesteins (*y*) — wenig über faustgroß, in einer Reihe hintereinander —, wohl eine gewaltig ausgezogene Linse; diese zusammen mit gleichfalls stark zertrümmertem, grünem Quarzit. Aber auch sonst steckt der ganze Aufschluß voll von meist nicht über faustgroßen Bruchstücken: besonders häufig dunkle Kieselkalke und schwarze kieseligsandige Kalke, häufig brecciös, mit feinen Kalkbrocken; auch schwarze Quarzite (ähnlich Junghansenschichten) und dunkelgraue Fleckenkalke (mehr Lias als Neokom ähnlich). Formen z. T. linsig, z. T. (namentlich gegen den N-Rand des Aufschlusses) aber auch unregelmäßig eckig. — Weiterhin folgt

4. eine Reihe von Aufschlüssen in ähnlichen dunklen Schiefen, mit nicht selten Bänken von dunklem Kieselkalk, jedoch stets stark verquetscht und zerrissen: im allgemeinen mäßig südlich fallend. Dann etwas unterhalb der Schleuse

5. nochmals „Amdener Schichten“, grau (z. T. etwas dunkler als gewöhnlich), z. T. schwach fleckig und mit den üblichen dunklen Pünktchen (Foraminiferen); 8 bis 10 m abgeschlossen mit sehr steilem S-Fallen. Nach Unterbrechung

6. dunkle, stark verquetschte Flyschschiefer; darunter im Bachbett

7. feinkörniger grauer Sandstein mit kalkigem Bindemittel, in dicken Bänken. Weiterhin Moränen; etwa 100 m nördlich von (5) erscheinen darunter

8. grüner Quarzit, dunkelgrüne (sehr glaukonitreiche) feine Breccie und schwarze kalkig-sandige Schiefer; alles nur in Bruchstücken. Etwa 10 m weiter

9. hellgrüner massiger Quarzitsandstein (ähnlich Feuerstattersandstein,⁵³) etwa 5 m mächtig. — Ob (8) und (9) anstehenden Schichten

angehören oder Blöcken im Flysch, läßt sich nicht entscheiden; nicht undenkbar wäre es auch, daß sie von weiter oben verstürzt sind. Weiter nördlich folgt nichts Anstehendes mehr.

Nach Richter überwiegen unter den Blöcken des Wildflysch die kristallinen bei weitem über die sedimentären. Außer den Glimmerschiefern vom Kühberg beschreibt er jedoch näher nur einen Granatglimmerschiefer vom Weg am westlichen Trettachufer, ^{53a)} sowie einen Quarzporphyr und einen Quarzdiorit. ⁵⁴⁾ Daß diese Gesteine ebenso wie die im obigen Profil unter (3) aufgeführten Gneise ursprüngliche sedimentäre Einschlüsse im „Wildflysch“ sind, ist wohl nicht zu bezweifeln. Weniger sicher ist das von den verschiedenen Sandkalken, dichten Kalken, karbonatischen und Glaukonitsandsteinen, die Richter beschreibt: das sind alles Gesteinsarten, die als Bänke im Flysch auftreten können. ^{54a)} Aus deren tektonischer Umformung können jene Blöcke hervorgehen. Auch vom Ölquarzit gilt dasselbe: solchen fand ich anstehend am N-Fuß des Kühbergs, in flach südlich fallende, graubraune, sehr bröckelige Schiefer eingelagert, in allerdings nur einige Zentimeter dicken Bänken. Der Ölquarzit ist ganz typisch und geht in feine quarzige Breccien über. — Natürlich soll damit nicht bestritten sein, daß ein Teil jener sedimentären Blöcke exotischen Ursprungs sein kann; als wahrscheinlich möchte ich dies für die von Richter, a. a. O., erwähnte polygene Breccie ansehen.

Unsere Kenntnisse über die exotischen Blöcke im Oberstdorfer „Wildflysch“ sind also leider noch immer viel zu dürftig, als daß es möglich wäre, auf Grund lithologischer Vergleichung ein Urteil über ihre mutmaßliche Herkunft abzugeben. Solange das aber nicht möglich ist, solange hängen alle Vermutungen in der Luft. Richter denkt sich ⁵⁵⁾ das Material des Wildflysch von einer Geantiklinale am helvetischen S-Rand herstammend — einem, wie er selbst zugibt, rein hypothetischen Gebilde. Ebenso gut aber kann man auch ⁵⁶⁾ die Arbeitshypothese vertreten, daß jenes von einer vorrückenden unterostalpinen Deckenstirn geliefert wurde —, aber nicht so sehr von anstehenden kristallinen Schollen (wenngleich solche auch in Frage kommen), als vielmehr von Bolgenkonglomerat und anderen jüngeren klastischen Ablagerungen. Das Fehlen oder die verhältnismäßige Seltenheit älterer mesozoischer Gesteine unter den Flyschblöcken — ich kenne an solchen nur jene kleinen Dolomitfragmente aus der Rohrmooser Breccie (vgl. S. 261) — würde dazu ganz gut stimmen; ebenso das Vorkommen von Ölquarziten (aus Junghansenschichten (!) soweit sie wirklich exotisch sind; vgl. oben), polygenen Breccien ⁵⁷⁾, Glaukonitsandstein. Man müßte annehmen, daß in dem Heimatgebiete des Flyschmaterials das ältere Mesozoikum bereits abgetragen war und nurmehr als Bestandteil der kretazeischen Breccien usw. vorkam, und daß Junghansenschichten usw. dem kristallinen Untergrund direkt an- und auflagerten. Daß eine Zone mit derartigen Verhältnissen existierte — u. zw. in unmittelbarem Zusammenhang mit der heutigen Klippenzone —, macht die Zusammensetzung des Bolgenkonglomerats sehr wahrscheinlich. — Eine schwierige Frage bleibt freilich (weniger im Allgäu als in der Schweiz) die weite horizontale Verbreitung exotischer Blöcke in der Richtung senkrecht zur anzu-

nehmenden Küste innerhalb eines stratigraphischen Horizonts; sie scheint bisher kaum anders als durch Zuhilfenahme der Eisdrifthypothese erklärbar⁵⁸⁾ — woher immer man das Material beziehen mag. — Der Einwand gegen eine Ableitung von „Klippendecken“ aber, daß diese vor dem Jung- oder Mitteltertiär noch gar nicht existiert hätten, ist nicht stichhaltig — denn diese Zeitbestimmung gilt nur für ihre Ankuft am Außenrande der Alpen. Im Gegenteil scheint mir die Annahme, daß um die Wende von Kreide und Tertiär bereits ostalpine Decken bis an den S-Rand des helvetischen Sedimentationsgebietes vorgestoßen wären, auf kein ernstliches stratigraphisches Hindernis zu stoßen. Was als solches gelten konnte, Trümpys Nummuliten in der Unterlage des Falknis, hat durch die neuerdings erfolgte Hinaufrückung des „Lutétien“ der Nordostschweiz ins Senon seine Beweiskraft verloren; jene Nummuliten werden sich vielleicht dasselbe Schicksal gefallen lassen müssen⁵⁹⁾.

Eine genaue Vergleichung eines größeren Materials von Wildflyschblöcken mit den Gesteinen des Bolgenkonglomerats (und Klippensedimenten überhaupt) wird vielleicht diese Hypothese weiter stützen können. Einstweilen mag als auf ein erstes Anzeichen hingewiesen sein auf den S. 260 beschriebenen Quarzporphyr aus den Scheienalpmergeln (deren polygene Breccie ja mit dem Blöcke führenden Wildflysch zeitlich ungefähr zu parallelisieren ist) und seine Verwandtschaft zu Gesteinen des Bolgenkonglomerats.

Sollten sich die Glimmerschiefer am Kühberg noch (ganz oder teilweise) als ein-sedimentiert erweisen, so wäre ihre nahe Verwandtschaft mit jenen vom Retterschwangtale (vgl. S. 268) ein weiterer Hinweis im Sinne der obigen Hypothese.

Es sei hier noch kurz die Frage gestreift, ob nicht ein „vindelizischer“ Ursprung dieser Blöcke im Sinne Studers, Gumbels u. a. angenommen werden kann. Sie erledigt sich mit dem Hinweis darauf, daß im Allgäu ebenso wie in der Schweiz die Verbreitung der exotischen Blöcke im „Wildflysch“ zweifellos auf eine südliche Herkunft weist, ^{59 a)} ein Ausgangsgebiet unter dem Alpenvorlande kann also nicht in Betracht kommen. Das gilt auch für Ampferers neue Modifikation jener Hypothese, wonach das vindelizische Gebirge tektonisch begraben unter der Gesamtheit der Alpen läge. ⁶⁰⁾ In richtiger Erkenntnis dieses Widerspruches hat Kockel⁶¹⁾ den Ersatz für das „vindelizische Gebirge“ in die Alpen selbst verlegt in Gestalt seines „rumunischen Rückens“; seine Ableitung der Flyschexotika von dorthier berührt sich nahe mit unserer obigen Hypothese.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei jedoch bemerkt, daß sich diese Anschließung eines außeralpinen Ursprungs keineswegs auch auf alle Exotika östlicher gelegener Alpen-(und Karpathen-)Randstrecken bezieht.

4. Gegend von Hindelang.

Hier sind Augengneise, Glimmerschiefer usw. nach Reiser⁶²⁾ am unteren Zillenbach und Geilenberger Graben früher mehrfach zu beobachten gewesen, als lose Blöcke von oft vielen Zentnern Gewicht, infolge der Wildbachverbauung aber so gut wie verschwunden. Einen Glimmerschiefer im Schachentobel hat Mylius⁶³⁾ als anstehend: als Bestandteil einer Quetschzone gedeutet. Ich habe dort auch nur lose Blöcke gefunden, deren größte 30 bis 40 cm Durchmesser besaßen.

Ich möchte vermuten, daß alle diese Blöcke aus dem Bolgenkonglomerat eines Schubfetzens der Feuerstätterdecke stammen. Dafür spricht das von Reiser⁶⁴⁾ erwähnte Auftreten von „lauchgrünem

feinkörnigen Kieselfels* und „glaukonitreichem Kieselfels“ — Gesteinen, in denen nach der Beschreibung unschwer die Ölquarzte der Jung-hansenschichten wiederzuerkennen sind. Reiser hat sie innerhalb seines großen Kartengebietes einzig im Flyschschutt des Zillenbaches gefunden; ebendort erwähnt er auch einen „Flyschgrünsandstein“, den er ausdrücklich mit jenem des Bolgen usw. — unserem Feuerstätter-sandstein — vergleicht. Leider sind die Aufschlüsse in dieser Gegend äußerst mangelhaft.

Vielleicht ebenso zu deuten ist ein Konglomerat, das im Schachentobel bei Vorderhindelang ansteht, dort, wo der Weg nach Geilenberg aus dem Tobel herausführt. Es bildet, in schwarze Schiefer eingelagert, eine etwa 20cm mächtige Bank. Hauptbestandteile sind Quarz-, Gneis- und Glimmerschiefergerölle von 2 bis 5 cm Durchmesser sowie meist kleinere, teilweise eckige Dolomitbrocken.

Eines der Gneisgerölle wurde näher untersucht (Schliff 47): ein dunkelviolettblaugraues Gestein, gut geschiefert durch parallele Lagen von Biotitblättern von 1 bis 2 mm Durchmesser. — Der Schliff zeigt Quarz, stark getrübbten Orthoklas, bis zur Unbestimmbarkeit serizitisierten Plagioklas, tiefbraunen Biotit, etwas farblosen, von zahllosen Einschlüssen durchsiebten Granat; dazu Pyrit haufenweise ziemlich reichlich, etwas Apatit und Ilmenit sowie sekundären Calzit. Die Parallelstellung der Biotite ist sehr ausgeprägt, auch gestreckt entwickelte Quarze und Feldspäte beteiligen sich an der Schieferung. — Dies Gestein schließt sich recht nahe an manche der oben aus dem Bolgenkonglomerat aufgeführten (vgl. Nr. 26, 27, 45 auf S. 248f.).

Bisher ein Unikum ist dagegen ein weiteres Gerölle:

47a Weißer Marmor, massig, von feinem Korn, begleitet von flaserigen Häuten von Biotit und Muskovit sowie von unregelmäßig begrenzten quarzreichen Massen. — Im Dünnschliff erkennt man ein unregelmäßiges Kalzitaggregat, durchtränkt mit einer farblosen schwach licht- und sehr schwach doppelbrechenden anscheinend chloritischen Substanz. Jene quarzreichen Massen aber enthalten auch Feldspäte und untergeordnet Muskovit und Biotit, in panidiomorphkörniger Struktur; es sind zweifellos aplitisch-pegmatitische Adern. Sie dringen in das Kalzitaggregat ein; auch einzelne z. T. annähernd bipyramidal entwickelte Quarze sowie Glimmerblätter sieht man in jenem liegen. Es liegt also zweifellos ein aplitisch-pegmatitisch injizierter Marmor vor — trotz des Fehlens von ausgesprochenen Kontaktmineralien. Wegen seiner Heimat möchte man in erster Linie an die Laaser- oder Tonalezone denken. Doch ist auch seine Abkunft aus dem Mantel eines der Oberengadiner Granitmassive (vgl. oben S. 258) keineswegs unmöglich; Staub erwähnt ähnliche Marmore neuestens aus dem Berninamassiv.^{64a)}

Ganz anderer Art ist eine Konglomeratbildung im Kleebach, auf dem Nordabfall des Spiesers nördlich von Hindelang. Unter dem überschobenen Hauptdolomit liegen dort graue sandige, z. T. stark zerdrückte Mergelschiefer, denen im oberen Teil Dolomitbreccien, weiter abwärts polygene Konglomerate eingelagert sind. Sie enthalten in an Menge meist weit vorwaltendem, sandig-mergeligem Bindemittel gut gerundete Gerölle von

einigen Zentimetern Durchmesser. Es sind neben (Haupt-)Dolomit, grauem, dichtem Kalk, rotem, spätigem Kalk (Lias?) vor allem Quarze und quarzreiche Gesteine. An solchen wurden untersucht:

29. Ein feinkörniger Quarzit von graulichroter Farbe und deutlichem Fettglanz. — Enthält neben vorwiegendem Quarz, der z. T. deutlich klastische Formen mit Anwachsrandern erkennen läßt, auch Feldspäte (Orthoklas, Mikroklin, Albit, wahrscheinlich auch etwas Ca-reichere Plagioklasse), etwas Turmalin, vereinzelte Glimmer- und Chloritblättchen und ziemlich reichlich Kalzit, teils in größeren Individuen (Neubildung aus klastisch beigemengtem Kalk?), teils als diffuse Imprägnation; endlich ganz vereinzelt Apatit, Ilmenit, Magnetit, Zirkon und etwas reichlicher Pyrit.

38. Ganz feinkörniger Quarzit, violettgrau, mit unregelmäßig verstreuten winzigen Glimmerschüppchen. — Neben vorwiegendem Quarz reichlich formlose Kalzitanhäufungen, feine, ziemlich gut ausgebildete Muskovitblättchen, Chlorit untergeordnet, meist mit den vorigen parallel verwachsen; unregelmäßige Haufwerke von Ilmenit und winzige Körnchen von Pyrit. Schwache Schieferung, nur durch die parallel geordneten Glimmerblätter angedeutet.

46. Graugrüner Quarzporphyr mit ölig-glänzender Grundmasse, darin etwa millimetergroße Einsprenglinge von Quarz und Feldspat sowie dunkle Flecken von einigen Millimetern Durchmesser. — Im Dünnschliff zeigen die Quarze bipyramidale Gestalt mit skelettartigen Wachstumserscheinungen; die stark serizitisierten Feldspäte sind nicht mehr bestimmbar; außerdem grünlichgrauer Biotit als Einsprengling. Die dunklen Flecken entpuppen sich als Anhäufungen von Turmalin mit Quarz gemengt. Die mikrogranitische Grundmasse besteht aus Quarz und Feldspat.

Diese Konglomerate gehören dem Komplex an, den Reiser⁶⁵⁾ als Cenoman ausscheidet. In der Art der Gerölle wie ihrer Einbettung gleichen sie ganz jenem Konglomerat im Retterschwanger Tale, das am Haseneckbach noch unter den Fragmenten der Retterschwangdecke liegt.⁶⁶⁾ Dies legt die Vermutung nahe, daß auch dort Cenoman vorliegen könnte. Beide Vorkommen schließen sich durch die Führung von nur gut abgerollten, offenbar weit transportierten exotischen Geröllen sowie durch die strenge Auslese nur sehr widerstandsfähiger, quarzreicher Gesteine enge an die von Ampferer⁶⁷⁾ untersuchten Gosau- und Cenomankonglomerate an.

Schlußbemerkungen.

Arnold Heim⁶⁸⁾ hat bereits darauf hingewiesen, daß unter den Blöcken im Flysch drei Gruppen zu unterscheiden sind: 1. einheimische Blöcke, entstanden durch tektonische Zertrümmerung eingelagerter Bänke; 2. „Klippenblöcke“, von höheren Decken abstammend und tektonisch in den Flysch eingeknetet; und 3. exotische Blöcke im engeren Sinne, die in den Flysch bereits bei seiner Ablagerung hineingekommen sind. Zu ihnen rechnet Heim die kristallinen Blöcke im Schweizer Flysch.

Die vorstehenden Untersuchungen haben für das Allgäu ebenfalls die Existenz von Blöcken dieser drei Gruppen gezeigt. Ich möchte hier nochmals mit Nachdruck darauf hinweisen, daß die im Flysch so häufigen Blöcke von Sandkalken, dunklen Kieselkalken, seltener reineren Kalken, z. T. auch von Glaukonitsandsteinen, Ölquarziten und Breccien nicht notwendig exotisch zu sein brauchen, da alle diese Gesteine als Bänke im Flysch auftreten können. Was aber speziell die kristallinen Blöcke anbelangt, so liegen hier die Verhältnisse etwas anders als in der Schweiz. Nicht nur die Glimmerschieferschollen im Retterschwangtale sind als „Klippenblöcke“ im Heimschen Sinne aufzufassen, sondern ebenso aller Wahrscheinlichkeit nach der Gneis vom „Großen Graben“ im Hirschgundental und jenes merkwürdige Gestein an der Subersach und vermutlich auch die Glimmerschiefer-Granitscholle vom Kühberg (nicht aber die Gesteine des Bolgen!). Und was endlich die eigentlichen exotischen, sedimentär abgelagerten Blöcke betrifft, so wurde schon früher⁶⁹⁾ das wichtige Resultat festgestellt, daß die großartigsten Allgäuer Vorkommen überhaupt, vor allem des Bolgenkonglomerats, gar nicht dem Flysch angehören, sondern den ihm aufgeschobenen unterostalpinen Klippen. Die Heimat dieser Blöcke konnte mit einiger Wahrscheinlichkeit in den unterostalpinen Massiven, vor allem im Bernina-Juliermassiv gesucht werden. Auch andere Ablagerungen mit exotischem Material konnten sicher oder mit Wahrscheinlichkeit stratigraphisch und tektonisch vom Flysch abgegliedert werden. Ein Restbestand an exotischen Blöcken und Geröllen bleibt dem „Wildflysch“ (und den ihm vermutlich altersgleichen Scheienalpmergeln) jedoch trotzdem als vorläufig nicht eindeutig lösbarer Rückstand des Problems.

Jedenfalls dürfte aus dem Gesagten zur Genüge hervorgehen, daß das Problem der exotischen kristallinen Blöcke im Allgäuer „Flysch“ ein sehr komplexes ist: eine einheitliche Lösung dafür gibt es nicht. Es wird notwendig sein, dies bei der Betrachtung des Problems durch die Gesamtheit der Alpen hindurch im Auge zu behalten.

Literatur.

- 1) G. Geyer, Über die Granitklippe mit dem Leopold v. Buch-Denkmal im Pechgraben bei Weyer. Verh. Geol. Reichsanst. 1904, S. 377.
- 2) Arn. Heim, Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe, I. Beitrag z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge 20, 1910, S. 104f.
- 3) H. P. Cornelius, Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippenzone. Verh. Geol. Staatsanst. 1921, Nr. 11/12.
- 4) a. a. O. 1921.
- 5) Nach A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen, II, München 1905, S. 29.
- 6) F. v. Lupin, Mineralogische Briefe, geschrieben auf einer Reise durch Schwaben und Tirol im Sommer 1805. Alpina (Winterthur) IV, 1809, S. 74.
- 7) Uttinger, Das bergigte Land des Allgaus, geognostisch betrachtet. Taschenbuch f. d. ges. Min. 7, II, 1813, S. 341.
- 8) A. Sedgwick u. R. Murchison, A Sketch of the Structure of the Eastern Alps. Transactions Geol. Soc. London 2. ser., III, 1829, S. 332f.
- 9) R. Murchison, Über den Gebirgshau in den Alpen, Appeninen und Karpathen, übers. v. G. Leonhard. Stuttgart 1850. S. 58f.
- 10) B. Studer, Geol. d. Schweiz, II, Bern u. Zürich 1853. S. 136f.
- 11) C. W. v. Gümbel, Geognost. Beschreibung des Bayr. Alpengebirges. Gotha 1861. S. 625.
- 12) C. W. v. Gümbel, Geologie v. Bayern, II, Kassel 1894, S. 112.
- 13) Rothpletz, a. a. O. S. 29, sowie Geolog. Führer durch die Alpen, I; Bornträgers Sammlung geolog. Führer, Berlin 1902, S. 36.
- 14) W. v. Seidlitz, Sur les granites écrasés (mylonites) des Grisons, du Vorarlberg et de l'Allgäu. C. R. Ac. sc. Paris 1910, S. 944.
- 15) H. Mylius, Geolog. Forschungen an der Grenze zwischen Ost- u. Westalpen. München 1911, S. 87.
- 16) A. Tornquist, Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihr Verhältnis zu den ostalpinen Deckenschüben. N. J. f. Min. 1908, I, S. 83f.
- 17) M. Richter, Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. Jahrb. Geol. Bundesanst. 1922.
- 18) K. A. Reiser, (Geol. d. Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu, II; Geognost. Jahresh. 35, 1922, S. 22) gibt an, daß er exotische Blöcke nie im ursprünglichen Schichtverbande getroffen habe. Demgegenüber möchte ich hier vor allem auf die Aufschlüsse im südlichen der Gräben bei Junghansen verweisen, wo man jenen trefflich beobachten kann. Weitere Beispiele wird meine Klippenmonographie bringen.
- 19) U. Grubenmann, Über drei Alkaligesteine aus dem Berninagebiet. Schweiz. Chemiker-Zeitung 1914.
- 20) R. Staub, Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich 1915, S. 188f.
- R. Staub, Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich 1916, S. 366.
- 21) H. Mylius, a. a. O., S. 87.
- 22) Vgl. P. Arbenz, Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahrsschr. naturf. Ges., Zürich 1919 (Heim-Festschrift).
- 23) Gümbel, a. a. O.
- 24) B. Studer, a. a. O.
- 25) H. P. Cornelius, a. a. O.
- 26) W. Hammer, Beitr. z. Geol. d. Sesvennagruppe, IV. Die Ganggesteine der Elferspitzgruppe und des Rasassergrates. Verh. Geol. Reichsanst. 1912, Nr. 4.
- 26a) Tornquist (a. a. O., S. 88f) hat einen von Johnsen untersuchten Granitblock vom Feuerstätterkopf mit Juliergranit der Ormondsbreccie verglichen; ob er aus dem Bolgenkonglomerat stammt, erscheint mir freilich nicht sicher.

- 27) R. Staub, a. a. O. 1916.
- 28) D. Trümpy, Geolog. Untersuchungen im westlichen Rhätikon, Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz, neue Folge 46, II, S. 132.
- 29) H. Preiswerk, Sphärolithporphyr im Erraticum des Basler Rheinhafens Ecl. géol. Helv., XVI, 1922, S. 547.
- 29a) C. W. Kockel, Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Mitt. Geol. Ges. Wien 1922, S. 156.
- 30) J. Cadisch, Geologie der Weißfluhgruppe zwischen Klosters und Langwies (Graubünden). Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge 49, 1921.
- Hier ist übrigens auch darauf hinzuweisen, daß bereits Sarasin (Die Konglomerate und Breccien des Flysch in der Schweiz, N. J. f. Min. 1893, Beil.-Bd. 8, S. 180, die Übereinstimmung einer ganzen Reihe von exotischen Gesteinen aus dem Flysch der West- und Zentralschweiz mit solchen des Bernina-Juliergebietes feststellen konnte. Dies Ergebnis ist in der Literatur öfters unterdrückt worden zugunsten der vom gleichen Autor versuchten Herleitung exotischer Gesteine aus der Zone Baseno-Lugano-Predazzo. Diese beruht aber z. T. auf indifferenten Gesteinen (weißer Granit vom Gurnigel, der sowohl dem Granit von Bayeno wie dem des Finsteraarhornes verglichen wird; S. 201), z. T. wohl auf der damals noch ungenügenden Kenntnis der unterostalpinen Massive.
- 30) A. Tornquist, a. a. O., S. 87.
- 31) In meiner vorläufigen Mitteilung a. a. O. als Quarzit bezeichnet.
- 32) Dahin gehört auch die von Reiser a. a. O. (Fußnote S. 22.) erwähnte Breccie.
- 33) D. Trümpy, a. a. O.
- 34) Vgl. Alb. Heim, Geol. d. Schweiz.
- 35) Die von mir 1921 a. a. O. ausgesprochene Auffassung der Scheiernalpmeigel als Glied einer selbständigen tektonischen Einheit zwischen helvetischer Kreide und Feuerstätterdecke hat sich als unrichtig erwiesen; sie stehen mit den ersteren wenigstens zum Teil — in normalem Verband und gehören ihr als jüngstes Schichtglied an. Vgl. auch M. Richter, Die Stellung der nördlichen Flyschzone des Breunner Waldes; Verh. Geol. Bundesanst. 1923.
- 36) Das sind wohl die von Gumbel 1861 a. a. O. erwähnten Konglomerate aus dem „Kindsbangettobel.“
- 36a) Vgl. Richter, a. a. O., 1922.
- 37) K. A. Reiser, a. a. O., S. 23.
- 38) H. P. Cornelius, Die kristallinen Schollen im Retterschwangtal (Allgäu) und ihre Umgebung. Mitt. geol. Ges., Wien 1921, S. 1.
- 39) M. Richter, (Beobachtungen am Nordrand der oberostalpinen Decke im Allgäu; Verh. Geol. Bundesanst. 1923, Nr. 10) bestreitet den unterostalpinen Ursprung der Retterschwanger Schubsetzen in Anbetracht des oberostalpinen Charakters der meisten Sedimente“. Demgegenüber ist zu betonen, daß sich eben ober- und unterostalpine Sedimente, (oberhalb der Trias) überhaupt nur in Nebenpunkten unterscheiden, wenn man von orogener Beeinflussung und von lokalen Besonderheiten (helvetische Anklänge in der Falknisdecke u. a.) absieht. Gerade mit den Pfrontener und Hinderlanger Randschuppen, als deren Fortsetzung Richter a. a. O. die Retterschwangdecke betrachtet, stimmt deren Schichtfolge insofern gar nicht überein, als sie das „Normalprofil“ Radiolarit - Roter Aptychenkalk - Grauer Aptychenkalk aufweist (H. P. Cornelius a. a. O.), das übrigens nicht nur fürs Allgäu, sondern geradeso für manche unterostalpine Gegenden (im alten, weiteren Sinne: einschließlich mittelostalpin; z. B. Val Trupezum) charakteristisch zu sein scheint. — Was das Herkunftsgebiet der Retterschwangdecke betrifft, ist übrigens zwischen Richter und meiner Auffassung räumlich kein allzu-großer Unterschied: Der unterostalpine Sedimentationsbereich schließt ja nördlich unmittelbar an die oberostalpine Geantiklinale an.
- 39a) Vgl. C. A. Hantel, Geolog. Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf, München 1914. (Karte)
- 40) A. Rothpletz, Alpenforschungen a. a. O., S. 40f.
- 41) G. Schulze, Die geolog. Verhältnisse des Allgäuer Hauptkamms von der Rotgundspitze bis zum Kreuzeck und der nördlich ausstrahlenden Seitenäste. Geogn. Jahresh. 1905.
- 42) A. Tornquist, a. a. O., S. 85 (die Lokalität hier irrtümlich „Kühlberg“ genannt!)

- 43) H. Mylius, a. a. O., S. 88f.
- 44) Arnold Heim, Zur Geologie des Grüntes im Allgäu. Vierteljahrsschr. naturf. Ges., Zürich 1919 (Heim-Festschrift), S. 473f.
- 45) M. Richter, Die exotischen Blöcke im Flysch bei Oberstdorf. Zentrbl. f. Min. 1921, S. 321f.
- 46) Nur bei Rothpletz a. a. O. finden sich darauf bezügliche Bemerkungen; jedoch im Zusammenhang mit z. T. recht phantastischen Profilen (besonders Fig. 21).
- 47) M. Richter, Die Stellung der nördlichen Flyschzone des Bregenzerwaldes. Verh. Geol. Bundesanst. 1923, S. 141.
- 48) A. a. O., Mitt. Geol. Ges., Wien 1921, S. 66f.
- 48a) A. a. O., S. 58f. und S. 62.
- 49) M. Richter, a. a. O., Jahrb. Geol. Bundesanst. 1922, Fig. 3.
- 50) M. Richter, a. a. O. (Jahrb. 1922), S. 50f.
- 51) M. Richter, a. a. O. (Jahrb. 1922), Fig. 3.
- 52) Eine derartige Vermutung hat mir auch Arnold Heim brieflich mitgeteilt.
- 53) Erwähnt bei Reiser a. a. O., Fußnote auf S. 4.
- 53a) M. Richter, a. a. O. (Zentrbl. 1921.)
- 54) M. Richter, a. a. O. (Jahrb. 1922), S. 52.
- 54a) Vgl. auch Arn. Heim, Churfürsten a. a. O., S. 106.
- 55) M. Richter, a. a. O. (Verh. 1923), S. 145.
- 56) In Anlehnung an ältere Anschauungen von Schardt (*Les régions exotiques du versant Nord des Alpes Suisses*; Bull. Soc. Vaudoise sc. nat. 1898).
- 57) Auch das Vorkommen von (wahrscheinlich) Falknisbreccie unter den exotischen Blöcken des Walenseegebietes (Arn. Heim, Churfürsten, a. a. O., S. 106) stünde im Einklang mit unserer Hypothese.
- 58) Vgl. Arnold Heim, Churfürsten, a. a. O., S. 107f.
- 59) Vgl. J. Cadisch, Zur Geologie des zentralen Plessurgebirges. Ecl. geol. Helv. 17, 1923, S. 493f.
- 59a) Arnold Heim, Churfürsten, a. a. O.
- 60) O. Ampferer, Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen. Jahrb. Geol. Bundesanst. 1923.
- 61) C. W. Kockel, a. a. O.
- 62) K. A. Reiser, a. a. O., S. 5 und S. 22.
- 63) H. Mylius, a. a. O.
- 64) K. A. Reiser, a. a. O., S. 3.
- 64a) R. Staub, Der Bau der Alpen; Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, neue Folge 52, 1924, S. 107.
- 65) K. A. Reiser, Geolog. Karte d. Hindelanger und Pfrontener Berge. Geognost. Jahresh. 33, 1920.
- 66) H. P. Cornelius, a. a. O., Mitt. Geol. Ges., Wien 1921.
- 67) O. Ampferer und Th. Ohnesorge, Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandten Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1909.
- 68) Arnold Heim, Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Ecl. geol. Helv. 1907.
- 69) A. a. O., Verh. Geol. Bundesanst. 1921.