

1 1950

1. ABHANDLUNGEN.

Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu.

(Mit 1 geologischen Spezialkarte 1:25 000, 1 Profiltafel, 13 Textfiguren.)

Von H. P. Cornelius, Wien.

Einleitung.

Das Gebiet, von dem diese Arbeit handelt, befindet sich im westlichen Allgäu, an der Grenze gegen Vorarlberg. Es umfaßt im wesentlichen die Berge zwischen dem Tal von Balderschwang im N, dem Rohrmooser- und Hirschgundental im S, bis hinaus nach Sibratsgfäll auf Vorarlberger Boden im SW; außerdem noch einen schmalen Streifen, der nach O aus dem Balderschwanger Tal hinaus nach Obermaiselstein im Illergebiet leitet.

Abseits gelegen von den Bahnen des Verkehrs, sind diese Berge und Täler auch der Wissenschaft im großen und ganzen fremd geblieben bis auf den heutigen Tag. Dies ist insofern erstaunlich, als sie ein Vorkommen in sich bergen, das schon in den Kindheitstagen der Alpengeologie die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und seither nicht mehr aufgehört hat, Gegenstand der Diskussion zu sein: die kristallinen Gesteine des Bolgen. Die älteren der im Literaturverzeichnis aufgeführten Arbeiten (1—5) beschäftigen sich vorzugsweise mit ihnen (soweit sie von unserem Gebiete handeln). Später haben dann v. Richthofen (8) auf österreichischem, Gümbel (6, 7) auf bayerischem Boden die erste geologische Aufnahme der Gegend vorgenommen, deren Ergebnissen alle Nachfolger bisher nur wenig an neuen Tatsachen hinzugefügt haben. Auch Vacek hat im Zusammenhang mit seinen Aufnahmen im Vorarlberger Kreidegebiet das Klippengebiet berührt (9). Nach diesen Pionierarbeiten blieb es wieder still, bis das neue Jahrhundert mit der Deckentheorie die Revolutionierung der gesamten Alpengeologie brachte. Sie veranlaßte die Entstehung der beiden einzigen¹⁾ Arbeiten, die sich bisher etwas ausführlicher mit unseren Klippenbergen beschäftigt haben — nachdem zuvor bereits Rothpletz (12) erstmalig auf die Möglichkeit hingewiesen hatte, daß es sich um Überschiebungsreste handeln könnte. Aber auch jene beiden Arbeiten: von Tornquist (16) im Sinne der Deckentheorie, von Mylius (23) im entgegengesetzten, bedeuten alles eher als Spezialuntersuchungen im modernen Sinne. Eine solche von Reiser, vor dem Kriege begonnen, kam nicht zum Abschluß; nur ein paar kurze Bemerkungen wurden von ihm publiziert (30).

Die Beschäftigung mit den »exotischen« kristallinen Gesteinen im Allgäuer Flysch führte mich in den Sommern 1919 und 1920 je einige Tage in die Balderschwanger Berge. Bald erkannte ich hierbei, daß dieses Problem eng mit jenem der Klippen verknüpft, folglich ohne durchgreifende Neuaufnahme des gesamten Klippengebietes nicht zu lösen sei. Eine solche habe ich denn in den folgenden Jahren 1921 bis 1923 durchgeführt und insgesamt etwa 5 bis 6 Monate, teils des Frühlommers, teils des Herbstes darauf verwendet. Ein paar Tage im Frühjahr und im Herbst 1924 konnte

ich noch für Revisionsbegehungen verwenden. Ein kurzgefaßter vorläufiger Bericht (28) über einige meiner Ergebnisse liegt bereits vor, der freilich in manchem Punkt zu berichtigen ist. Soweit sie speziell die exotischen Blöcke betreffen, wurden sie an anderer Stelle (36) bereits eingehend dargestellt. Auf das in der letzterwähnten Schrift Ausgeführte werde ich hier nur mehr in Kürze zurückkommen; davon abgesehen ist die Darstellung meiner vollständigen Untersuchungsergebnisse das Ziel der vorliegenden Arbeit.

Allen, die deren Zustandekommen in irgendwelcher Weise gefördert haben, sei hier mein bester Dank ausgesprochen: in erster Linie der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, die durch zweimalige Gewährung namhafter Subventionen meine Aufnahmestätigkeit erst ermöglicht und mir wiederholt die Erlaubnis zur Einreise nach Bayern verschafft hat — eine Erlaubnis, die angesichts der seit dem Kriege eingerissenen, mittelalterlich anmutenden Schikanierung des Reiseverkehrs leider sehr notwendig war.

Der Druck der beigegebenen Karte wäre nicht möglich gewesen, wenn nicht die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft den größten Teil der Kosten übernommen hätte, wofür auch an dieser Stelle der schuldige Dank ausgesprochen sei.

Einen weiteren ansehnlichen Beitrag zu diesen Druckkosten hat mir Se. Durchlaucht Fürst Maximilian von Waldburg-Wolfegg-Waldsee in hochherziger Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich demselben in hohem Maße zu Dank verpflichtet bin.

Ferner danke ich der Direktion der Geologischen Bundesanstalt in Wien für die Erlaubnis zum Arbeiten in den Räumen der Anstalt; Herrn Prof. F. Broili in München für vielfach gewährte Gastfreundschaft im Münchener Universitätsinstitut für stratigraphische und regionale Geologie; Herrn Prof. E. Daqué für manche Hilfe, insbesondere bei der Deutung problematischer organischer Reste; Herrn Dr. Arnold Heim für die sachkundige Durchbestimmung einiger Dünnschliffe, sowie für seine Begleitung während einiger Herbsttage 1924; endlich nicht in letzter Linie meiner lieben Frau, die mich zweimal je 3 bis 4 Wochen lang bei meinen Begehungen begleitet und in vielfacher Hinsicht bei meinen Aufnahmen unterstützt hat.

Das Gebiet, um das es sich handelt, ist ein typisch voralpines: sein höchster Gipfel, das Riedberghorn, reicht mit 1787 m Höhe knapp über die Waldgrenze hinaus. Im Verein mit der teilweise beträchtlichen Höhe der Täler (Balderschwang 1049 m, Rohrmoos 1080 m) bedingt das auch verhältnismäßig geringe relative Höhen, also (abgelegene Strecken, wie Weißensteinalpe, Hörnlein usw. ausgenommen) kurze Anmarschlinien. Diese Annehmlichkeit wird noch erhöht dadurch, daß man nicht nur in den Talorten: Balderschwang, Sibratsgfäll, sowie in den Wirtschaften Hirschgrund und Rohrmoos gute Unterkunft findet; sondern es steht auch auf den meisten der zahlreichen Alphütten dem Wanderer ein Heulager, oft auch einfache Verköstigung zu Gebote.

¹⁾ Die Arbeit von Rösch (13) enthält zwar eine Karte 1:25 000, die bis in mein Untersuchungsgebiet hineinreicht; da dieses jedoch darauf mit einheitlicher Farbe als »Flysch« angelegt ist, ohne jede weitere Ausscheidung, kann sie hier übergangen werden.

Die Eigenart des untersuchten Gebietes bringt anderseits auch mancherlei Schwierigkeiten für die Erforschung mit sich. Vor allem sind die Aufschlüsse im allgemeinen keineswegs glänzend — der erste Eindruck der dichten Wälder und üppigen Wiesen, die weithin die Berge bedecken, ist für den Aufnahmegeräten geradezu niederschmetternd. Zusammenhängende Einblicke bieten fast nur die tief eingeschnittenen Gräben, gelegentlich auch Gratrippen und Wegeinschnitte. Auf den Zwischenstrecken ist man größtenteils angewiesen auf Kartierung nach Lesesteinen — eine zwar vielgeübte, aber im alpinen Gelände nur mit großer Vorsicht anwendbare Methode, die zudem im Falle stärkerer tektonischer Verwicklungen wesentliche Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse schuldig bleibt. Und die Stellen sind häufig genug, wo auch diese Methode im Stiche läßt.

Besondere Schwierigkeiten verursacht meist die auf den sumpfigen Hochwiesen verbreitete Solverwitterung: die ausgebleichten, zerbröckelnden, feinsandigen Scherben, die sie von allen (nicht rein kalkigen oder kieseligen) Gesteinen übrig läßt, sind ihrer Herkunft nach oft nur schwer oder gar nicht zu deuten.

Auch der gänzliche oder fast gänzliche Mangel an Fossilien in fast allen Gesteinen ist ein erschwerender Umstand. Er zwingt zur Kartierung auf rein petrographischer Grundlage — ein Verfahren, das bekanntlich Irrtümer in der Bestimmung der Schichten oft genug mit sich bringt. Um sie in der Hauptsache auszumerzen, bedurfte es öfters wiederholter Begehungen vieler Profile; aber einige Unsicherheiten in der Altersdeutung der Schichten ließen sich bis heute noch nicht beseitigen. Endlich ist auf die vielfachen Mängel der topographischen Unterlage hingewiesen. Zwar nicht im bayerischen Anteil des Kartengebietes — die bayerischen Blätter sind sehr genau, dort stieß ich nur einmal (im Lenzengraben) auf einen größeren Fehler; desto mehr aber im österreichischen. Dort ist der Verlauf der Gräben (z. B. auf der S-Seite des Feuerstätterkopfes) vielfach ganz falsch eingetragen — oder überhaupt nicht; auch Gebäude nicht nur ganz neuen Datums, z. B. auf der Grämpel- oder Gündlealpe, fehlen darin.

Hier ist auch der Ort, auf einen störenden Umstand aufmerksam zu machen, der beim Lesen der folgenden Ausführungen zu beachten ist: das häufige Vorkommen gleicher oder sehr ähnlicher Namen an verschiedenen Stellen innerhalb des Kartengebietes. Zumeist dürfte ja unmittelbar aus dem Zusammenhang hervorgehen, welche Lokalität gemeint ist; in Zweifelsfällen habe ich besonders darauf hingewiesen. Hier seien die Doppelnamen zusammengestellt: »Bolgenach« heißt 1. der Talfluß von Balderschwang, 2. der Bach in dem Tal N vom Bolgen. Eine Alpe »Burst«¹⁾ gibt es 1. auf der W-Seite des Lappachtales, 2. O über dem Biebersteinbach. Nicht zu verwechseln ist das »Hörnlein«, der S-Eckpunkt des Schelpenkammes, mit der »Hörnlealpe« gegenüber auf der O-Seite des Balderschwanger Tales. Die »Mittelalpe« im Balderschwanger Tal habe ich stets als »Untere« von der »Oberen Mittelalpe« am Gehänge O darüber unterschieden. »Rindberg« bei Sibratsgfäll und der »Rindberg« bei Rohrmoos sind auseinanderzuhalten, ebenso »Schwarzenberg« am Schelpenkamm und der »Schwarzenberg« O vom Besler. Eine besondere Konfusion ist gegeben durch das Vorkommen des Wortes »Schelpen« in zahlreichen Kombinationen sowohl auf der O- wie auf der W-Seite des Schelpenkammes; ebenso des Wortes »Scheien«²⁾ sowohl unter dem N-Abfall der Scheienwände als auf deren SW-Seite.

¹⁾ Das Wort (stammverwandt mit Borste) bedeutet »Platz mit dürrer Gras«.

²⁾ »Scheien« (stammverwandt mit scheinen) ist ein im ganzen alemannischen Sprachgebiet der Alpen verbreitetes Wort (in der Schweiz Schyn, Schyen, Schynige Platte u. a.) und bezeichnet eine hell-schimmernde Felswand.

Einer Reihe von auf der Karte unbenannten Objekten mußte ich zur Vermeidung schleppender Umschreibungen im Texte Namen beilegen. Ich bezeichne als »Südlichen« bzw. »Nördlichen Schelpengraben« die beiden großen Gräben auf der O-Seite des Hochschelpen, N vom Äußeren Scheienwald; als »Südlichen« bzw. »Mittleren« und »Nördlichen Junghansengraben« die drei Gräben, die auf die Schuttrasse von Junghansen herabziehen, wo sich der mittlere mit dem nördlichen vereinigt; als »Krineggbach« den großen westlichen Parallelbach zum Biebersteinbach, unter dem Gehöfte Krinegg am W-Rande der Karte; als »Wasserfallsgraben« den großen Graben, der von der Alten Piesenalpe über die Scheienwände hinabzieht, die er in prächtigem Wasserfall überspringt. Hinzuweisen ist auch auf die auf der Karte fehlenden Namen Grämpelalpe SO unter P 1621 (SO Feuerstätterkopf) und Gündlealpe auf dessen N-Seite.

Zu den Profilsereien der Tafeln ist zu bemerken: es ließ sich leider bei der Ausführung nur in Schwarz nicht umgehen, der Deutlichkeit halber stellenweise die Mächtigkeiten zu übertreiben, sowie manche Eintragungen etwas über das unmittelbar Beobachtete hinaus zu verbreitern; doch war es stets mein Bestreben, diese Abweichungen möglichst gering zu halten. Ebenso bestand leider keine Möglichkeit zu einer Unterscheidung dessen, was wirklich anstehend beobachtet, und dessen, was nur aus Lesesteinen erschlossen werden konnte, wo mithin die Lagerung meist nicht ohne weiteres zu erkennen ist; denn die Signaturen, die eine Schichtung ausdrücken, geben ja stets zugleich auch die Lagerung an. Ich habe mich bemüht, diesem Mangel durch entsprechende Hinweise im Text abzuwehren. — Hinweise auf die Profile erfolgen stets unter einem Buchstaben, der die Serie, und einer Nummer, welche die einzelne Profilkulisse bezeichnet; letztere sind durch alle Serien fortlaufend von W nach O numeriert.

Im Vordergrund stand bei meinen Aufnahmen die Enträtselung der Klippen. Die Aufgabe glaube ich im wesentlichen gelöst zu haben; im einzelnen freilich sind manche Punkte unklar geblieben, auf die in der Detailbeschreibung jeweils besonders hingewiesen wird; vielleicht hat ein Nachfolger dort mehr Glück als ich. Auch was die kartographische Gliederung des Aptychenkalks sowohl wie der Junghansenschichten betrifft, findet ein solcher noch Arbeit — die freilich eine Kartenunterlage noch größeren Maßstabes verlangt. — In der helvetischen Kreide habe ich manchmal auf die Erforschung von Details verzichtet; stand sie doch an sich meinem Interesse ferner; zudem handelte es sich ja nur um ein schmales Randgebiet, das nicht als selbständiges Forschungsobjekt, sondern nur soweit Beziehungen zu den Klippen vorlagen, die Untersuchung lohnen konnte. Mit glazialgeologischen und morphologischen Fragen endlich habe ich mich nur nebenbei befaßt, so sehr sie auch an sich von Interesse wären; allein ihre Behandlung könnte erschöpfend nur in größerem Zusammenhang erfolgen. — Leider zwangen mich in mancher Hinsicht auch Ersparungsrücksichten zu Einschränkungen; so mußte ich mich z. B. in bezug auf Dünnschliffe mit einem Minimum begnügen, das insbesondere für sedimentpetrographische Fragen bei weitem nicht die nötige Beobachtungsgrundlage liefern konnte.

Auch bei der Abfassung des Textes mußte ich leider einige Rücksicht auf die Druckkosten nehmen: es war daher nicht möglich, ihn überall so ausführlich und so übersichtlich zu gestalten, als im Interesse einer leichten Verständlichkeit wünschenswert gewesen wäre.

So übergebe ich denn diese Arbeit den Fachgenossen in dem vollen Bewußtsein dessen, daß sie mancherlei Mängel aufweist — zugleich aber doch auch mit der Hoffnung, daß sie etwas Licht bringen möge in das Dunkel, das bisher über einem zwar kleinen, aber keineswegs unwesentlichen Teil unserer schönen Alpen ausgebreitet war.

Überblick über die tektonische Gliederung.

Als notwendig zum Verständnis der folgenden Einzelbeschreibung seien hier einige Ergebnisse der Untersuchung vorausgeschickt. Dieselben sind z. T. bereits in früheren Mitteilungen (28, 39) enthalten.

Die Klippen, von denen hier die Rede sein soll, sind viel zahlreicher und ausgedehnter als alle früheren Beobachter erkannt hatten. Es sind: die Feuerstätterkopff-Hauptklippe, die den Hauptgipfel, und die Feuerstätterkopff-Nordklippe, die den Nordgipfel des Berges aufbaut, von dem sie den Namen trägt; weiter am Schelpenkamm als südlichste die Hörnleinklippe, die mit der Feuerstätterkopff-Hauptklippe wahrscheinlich in ununterbrochenem Zusammenhang steht; sodann die kleine Hochschelpenklippe auf dem Hochschelpengipfel, und endlich die ausgedehnteste und komplizierteste von allen, die Schelpen-Nordklippe, die bereits am NO-Gehänge des Feuerstätterkopfs beginnt, den Schelpen-Nordgipfel und Gelbhänskopf bildet und über das Balderschwanger Tal östlich an die Südseite des Riedberghornes hinüber fortsetzt. Dort verschmilzt sie mit der Bolgenklippe, die sich längs der Südabdachung des Bolgen bis nach Obermaiselstein hinaus erstreckt. Hinzu kommen noch im Gebiete des Piesenkopfes: die Piesenkopffklippe selbst, sowie die Biechtalpenklippe westlich davon, und die Rohrmooser Klippe, längs der Nordflanke des Rohrmooser und Hirschgundentales. (Von einigen geringfügigen Splittern ist bei dieser Aufzählung abgesehen.)

Alle diese Klippen gehören in der Hauptsache einer Decke an, die bereits in meiner ersten Mitteilung (28) den Namen Feuerstätterdecke erhalten hat. Von der komplexen Natur der Piesenkopf- und Biechtalpenklippe, sowie von einigen fremden Schubsetzen soll späterhin noch die Rede sein.

Die Unterlage der Klippen besteht aus helvetischer Kreide und Flysch. Auch sie läßt eine tektonische Gliederung erkennen: ein Teil der oberen Kreide liegt als höhere Decke, durch Flysch abgetrennt, auf der basalen. Dieses tektonische Glied ist im wesentlichen gleichzusetzen dem, was ich (28) Scheienalpedecke genannt habe, wenn auch mit etwas anderer Abgrenzung, anderer stratigraphischer Deutung seines Schichtinhaltes und anderer tektonischer Einordnung (vgl. 29. und später im tektonischen Teil). Die Hauptmasse der Kreide endlich entspricht dem, was Richter als Bregenzerwalddecke bezeichnet (29) — ohne daß ihre Deckennatur innerhalb des Untersuchungsgebiets ersichtlich wäre, da nirgends tiefere Elemente ans Tageslicht kommen. Erst nördlich seiner Grenze ist dies der Fall: in den Molasseketten des Alpenrandes. Doch ist deren Abgrenzung gegen Flysch und Kreide auf der ganzen in Betracht kommenden Strecke durch die mächtigen Schutt-ablagerungen des Balderschwanger Tales verhüllt; sie konnte daher nicht in den Kreis meiner Studien einbezogen werden.

A. Stratigraphie.

I. Die Schichtfolge der Klippen.

1. Jura.

Ältere Schichtglieder als Oberer Jura sind aus dem Klippengebiet nicht sicher bekannt. Die einzige Spur, die vielleicht auf die Anwesenheit eines solchen hinweisen könnte, ist ein loses, etwa doppelt faustgroßes Stück eines dunkelroten Echinodermenkalkes von liasischem Typus, weitgehend zertrümmert und durch Calcitsekretionen wieder verkittet, das ich auf der SW-Seite des Piesenkopfes in der Nachbarschaft der dortigen Klippenreste auffand. Glazialer Hertransport desselben (etwa aus dem Walsertal) ist nicht wohl anzunehmen, da sonstige erratische Spuren, die auf das ostalpine Allgäuer Gebirge weisen würden, in jener Gegend fehlen. Dagegen ist Herkunft von sekundärer Lagerstätte, aus einem der verschiedenen polygenen Konglomerate nicht auszuschließen. Ich will deshalb auf

Grund dieses einzigen Fundes nicht die Anwesenheit von Lias in den Klippen behaupten; in den Bereich des Möglichen fällt sie ohne Zweifel.

Das älteste sicher vorhandene Glied ist dagegen

a) Bunter Hornstein. An einer einzigen Stelle tritt das basale Glied des Oberen Jura auf. Dem SW-Grat des Piesenkopfgipfels läuft südlich ein kleines Tälchen parallel. Wo es eine verhältnismäßig steile Stufe bildet, bei etwa 1500 m, ist in dem Rinnsal das genannte Gestein ca. 1 m mächtig aufgeschlossen, mit grüner, z. T. auch dunkelroter Farbe; eine kurze Strecke weit kann man es am Gehänge gegen SO verfolgen. Beim Zerschlagen zerspringt es in lauter scharfeckige Stücke — so sehr ist es von Klüften und Rutschflächen durchsetzt.

Dünnschliffe von diesem Hornstein liegen mir leider nicht vor. Doch lassen Gesteinsbeschaffenheit und Schichtverband (Überlagerung durch typischen Aptychenkalk) kaum einen Zweifel über die stratigraphische Stellung als Vertreter des tieferen Malm, vielleicht auch schon des obern Doggers.

b) Aptychenkalk. Dieses auf den ersten Blick auffälligste Schichtglied der Klippen war bisher fast allein bekannt. Seine Vorkommen sind jedoch erheblich zahlreicher als aus den bisher publizierten Karten zu ersehen. Indessen glaube ich ihre Aufzählung an dieser Stelle durch den Hinweis auf die tektonische Einzelbeschreibung (Teil B), sowie auf die Karte ersetzen zu dürfen.

Der typische Aptychenkalk zeigt im wesentlichen die Beschaffenheit, die man in den benachbarten Gegenden der Ostalpen an ihm zu sehen gewohnt ist: es ist ein dichter, gut und dünn geschichteter Kalk, häufig von dunklen tonigen Häuten flaserig durchzogen. Die Farbe ist teils rot, manchmal mit grünlichen Zwischenlagen und Flecken; teils heller oder dunkler grau. Manche z. T. etwas ins Bräunliche spielende graue Kalke sind dunkler als der normale ostalpine Aptychenkalk zu sein pflegt; und sie sind es wohl, die Mylius meint, wenn er (23, S. 74) von Gesteinen mit gemischt helvetisch-ostalpinem Charakter spricht. Das ist wohl etwas viel behauptet; und auch »dunkelgraue bis schwarze, dichte bis fein kristalline Kalke« möchte ich keineswegs mit Mylius als »helvetischen« Malm bezeichnen. Solche kommen nur ganz lokal vor (Hörnlealpe). Überhaupt spielen alle jene dunkler gefärbten Aptychenkalke eine quantitativ sehr bescheidene Rolle, wenn sie auch in fast jedem größeren Juravorkommen als lokale Variation auftreten. — Meist ist der Aptychenkalk kieselhaltig, und in weiter Verbreitung enthält er die bekannten Hornsteinlagen, die in der Farbe dem umschließenden Kalk entsprechen.

Eine eigentümliche Erscheinung ist noch zu erwähnen: flach ellipsoidische, ziemlich scharf umgrenzte Höfe im roten Kalk, innerhalb deren das Pigment verschwunden ist; ihr Durchmesser beträgt etwa 1 cm oder etwas darüber in der Richtung der Schichtfläche, senkrecht dazu weniger als die Hälfte. Ich fand solche Gebilde am Westende der Klippenzone, östlich Sibratsgfäll. Es scheint sich um sekundäre Ausbleichung zu handeln, deren Zustandekommen jedoch nicht klar ist.

Über die mikroskopische Beschaffenheit des Aptychenkalkes kann ich leider nur auf Grund eines einzigen Schliffes Angaben machen. Derselbe stammt von dem roten Aptychenkalk der Klippe über den Scheienwänden. Er zeigt ein sehr feinkörniges, gleichmäßiges Calcitaggregat mit diffuser Trübung, deren Natur nicht zu erkennen. Darin verstreut sind einzelne kreisförmig oder oval umgrenzte, viel seltener seitlich in eine Spitze auslaufende Gebilde aus etwas gröber entwickeltem und recht klarem Calcit. Stellenweise noch erkennbare, wenn auch stark verwischte Reste einer vergleichsweise groben Gitterung lassen in ihnen Radiolarien erkennen; von einer näheren Bestimmung derselben ist natürlich nicht mehr die Rede. Auffällig ist die sehr geringe Größe: nur wenige Exemplare gehen über 0,1 mm Durchmesser hinaus.

Die ursprüngliche Aufeinanderfolge der Juraschichten ist am klarsten — trotz starker tektonischer Reduktion — zu erkennen an der bereits genannten Stelle auf der SW-Seite des Piesenkopfs, über dem oben besprochenen Hornstein. Auf diesen folgt zunächst der rote Kalk, z. T. stark verschiefert und nur etwa 80 cm mächtig. Darüber liegt normaler hellgrauer Aptychenkalk; zu oberst — auf dem Scheitel des südlichen Parallelrückens zu der vom Piesenkopf ausstrahlenden Wasserscheide — nimmt er hellgraue dünnblättrige Mergelschiefer in regelmäßigem Wechsel zwischen seine Bänke auf. — An den meisten anderen Stellen erschwert heftige innere Faltung des Aptychenkalks die Einsicht in die ursprüngliche Folge seiner Schichten: sie täuscht zumeist einen regellosen Wechsel bunter und grauer Farben vor. Mylius (23, S. 74) wollte daraus einen Gegensatz gegenüber der sonst im Allgäu üblichen Folge: rot unten, grau oben, herauslesen. Indessen verschwindet diese Regellosigkeit vielfach bei genauerer Kenntnis der Tektonik. Im Ränkertobel, z. B. beobachtet man die bunte Färbung in der Mitte, die graue auf beiden Seiten des steilstehenden Aptychenkalkzugs — ganz im Einklang mit dessen verkehrt antiklinaler Lagerung (vgl. Teil B). Auch am Feuerstätterkopf herrscht, allen Wirrnissen der Detailfältelung zum Trotz, im großen ganzen die graue Farbe unten, die rote oben — entsprechend der verkehrten Lagerung der ganzen Klippe (vgl. Teil B). Gleiches ließe sich noch von vielen Stellen anführen. Wir dürfen also die Folge: unten rot, oben grau, auch für unser Klippengebiet als normal ansehen — mit der Einschränkung, daß wohl der Übergang von der einen Farbe zu andern durch primäre Wechsellagerung vermittelt wird.

Die in dem obigen Profil erwähnten hellgrauen Mergelschiefer kehren vielfach wieder, und zwar stets in den stratigraphisch hangendsten Schichten des Aptychenkalks; für diese sind sie geradezu bezeichnend. So auf der Westseite des Feuerstätterkopfs, an der Basis der Felsen oberhalb der Riesalpe, oder auf der Südseite von P 1463, oder an der Faltenstirn (vgl. S. 6) nördlich der Hörnlealpe usw. Zu oberst nehmen die Mergelschiefer mitunter überhand bis zur vollständigen Verdrängung des Kalkes: so im obersten Biebersteintal, auf der Nordseite des dortigen, vom P 1622 herüberreichenden Aptychenkalks; ebenso auf der Nordseite des Aptychenkalks im Ränkertobel.

Die Kalkbänke, welche mit diesen Mergelschiefern wechsellagern, sind nun vielfach nicht mehr als normaler Aptychenkalk entwickelt, sondern als Fleckenkalk: als ein dichter lichtgrünlichgrauer Kalk mit meist langgezogenen dunklen Flecken auf frischen Bruchflächen, hellgrau anwitternd. Er gleicht ganz genau dem Fleckenkalk, wie ich ihn aus dem Retterschwangtale beschrieben habe (51). Doch ist seine Bedeutung weit geringer als dort: nicht nur beträgt seine Mächtigkeit höchstens ein paar Meter; auch sein Auftreten ist ein bloß sporadisches, und es scheint sogar nicht sicher, daß er durchwegs den allerobersten Horizont des Aptychenkalks bildet: auf der Grathöhe SO P 1463 wenigstens folgen nördlich, d. h. stratigraphisch über dem Fleckenkalk noch einige Meter gewöhnlicher Aptychenkalk — ohne daß sich eine tektonische Komplikation als Ursache dieser Schichtenfolge nachweisen ließe.

Die hangenden Schichten des Aptychenkalkes zeigen also immerhin eine wohlausgeprägte, durch das Auftreten der Mergelschiefer und Fleckenkalke charakterisierte Eigenart. Das ist schon Richthofen (8) aufgefallen: er erwähnt — leider ohne genauere Kennzeichnung der Lokalität — vom Feuerstätterkopf »sandige, etwas flyschähnliche Kalkmergel« als oberstes Glied des Aptychenkalks. Ihre kartographische Ausscheidung wäre an sich wohl möglich, würde aber einen noch größeren Maßstab erfordern als 1 : 25000, in Anbetracht der meist geringen Mächtigkeit; ich habe daher darauf verzichtet.

Endlich bleiben noch zu erwähnen sehr charakteristische Einlagerungen von Sandkalken und Breccien—

Einlagerungen, wie man sie im normalen ostalpinen Aptychenkalk vergeblich sucht. Die Sandkalke bilden massige Bänke, durchspickt mit zahllosen kleinen und größeren Quarzkörnern, auch Glimmerblättern, die den ziemlich intensiv braun gefärbten Anwitterungsflächen eine hochgradige Rauigkeit verleihen. Durch Zunahme der Größe der klastischen Elemente kommen Übergänge zu polygenen Breccien zustande. Deren Komponenten, meist eckig oder nur schwach gerundet, bestehen überwiegend aus hellen Glimmerschiefern, Quarziten, Quarzen; auch Gneise, grünen Granit, graue und rötliche Quarzporphyre, grünen Hornstein findet man gelegentlich; stets und oft sehr reichlich vertreten sind gelbe Dolomite. Auch den hellgrauen Aptychenkalk selbst glaubt man in manchen Fällen als Fragment in der Breccie zu sehen; normalerweise aber bildet er deren Grundmasse. — Die Größe der Breccienelemente geht gewöhnlich nicht über 1 cm Kantenlänge hinaus, doch finden sich auch solche von einigen cm, ja ausnahmsweise von über Faustgröße. — Möglicherweise entstammt auch der von Tornquist (16, S. 88 f) erwähnte juliergranitähnliche Block von der SO-Seite des Feuerstätterkopfs einer solchen Breccie; doch geht seine Größe über die bei ihren Bestandteilen beobachtete weit hinaus, und es ist mir daher eine andere Herkunft desselben wahrscheinlicher (vgl. Teil B).

Bemerkenswert sind unregelmäßig umgrenzte Kohleschmitzen, die ich am Wege östlich der Grämpelalpe in dieser Breccie fand. Sie erreichen etwa 1 cm Dicke. Vermutlich verdanken sie eingeschwemmtem Landpflanzen-detritus ihre Entstehung.

Diese Sandkalke und Breccien treten vor allem auf in den hangendsten Teilen des Aptychenkalks. Ausnahmsweise (W-Gehänge des Balderschwanger Tals, SW der Unteren Mittelalpe) beobachtete ich sie schon fast unmittelbar über der letzten rotgefärbten Bank — wobei sich natürlich nicht sagen läßt, daß nicht zwischenliegende Schichten auf tektonischem Wege verloren gegangen sind. Im roten Kalk selbst habe ich sie jedenfalls nie gesehen. Sie alternieren mit dem normalen grauen Aptychenkalk in so regelmäßigen Bänken, daß die einzig mögliche Deutung die als normale stratigraphische Einschaltungen bleibt; an tektonische Einpressungen ist in den meisten Fällen nicht entfernt zu denken.

Auffallend ist die unregelmäßige räumliche Verteilung dieser klastischen Bildungen. Im Aufschluß des Ränkertobels fehlen sie am Nordrand des Aptychenkalks, sind dagegen an dem stratigraphisch gleichwertigen Südrand vorhanden — dort sogar als recht grobe polygene Breccien entwickelt (Mylius' Gosau? 23, S. 94), und zusammen mit dünnen Lagen grünlicher, schwarzer, roter Schiefer den Aptychenkalkbänken zwischengeschaltet. Starke sekundäre Zertrümmerung — man sieht z. B. die Kalkbänke quer abgebrochen, die Enden von Schiefer und Breccien umflasert — können dem flüchtigen Beobachter eine tektonische Natur der Breccie vortäuschen; allein bei genauerem Verfolgen der einzelnen Lagen bleibt auch hier kein Zweifel an ihrer primär stratigraphischen Zwischenschaltung. — Auch die östliche Fortsetzung des Ränkertobel-Aptychenkalks, das kleine Vorkommen auf der Bolgen-SO-Rippe (vgl. Teil B) ist mit Breccien verknüpft; dagegen kenne ich sie nicht aus der westlichen Verlängerung der ersteren, den Falten der Hörnlealpe, auch nicht aus dem Zug SO der Oberen Mittelalpe. In dessen Fortsetzung auf der andern Talseite erscheinen dagegen die klastischen Einlagerungen und sind am P 1370 wie am Schelpen-NO-Gipfel vertreten, wenn auch nicht eben reichlich. In dem das Lappachtal querenden Zug der nördlichen Schelpenklippe scheinen sie wiederum zu fehlen. Ihr Hauptverbreitungsgebiet sind dagegen die Klippen des Feuerstätterkopfs; sowohl in der nördlichen wie in der südlichen sind sie im obersten Aptychenkalk fast überall in Menge vertreten, ebenso in der östlichen Fortsetzung, am Hörnlein. Besonders auffallend durch Mächtigkeit und Korngröße ist die Breccie am Südbfall

des Feuerstätterkopfes bei der Grämplalpe; dort scheint sie Tornquist (16, S. 99) als Flysch mißdeutet zu haben. Die Aptychenkalkvorkommen am Piesenkopf sind anscheinend wieder breccienfrei; ebenso die — freilich minimalen — Reste im Rohrmooser Tal.

Besonders hervorzuheben ist das gelegentliche Auftreten einer durch ansehnliche Mächtigkeit (bis 7—8 m) gekennzeichneten Breccienbank unmittelbar an der Obergrenze des Aptychenkalks, als Abschluß gegen das Hangende. Da sie lithologisch den vorgenannten Breccien durchaus gleicht, habe ich sie — in Ermangelung von Fossilien, die Gegenteiliges beweisen würden — stets zum Aptychenkalk gezogen. Sie findet sich anscheinend schon auf der Bolgen-SO-Rippe; dann aber vor allem am Hörnlein (sowohl auf der Südseite des Gipfelkeils, wie am unteren Vorkommen des Schaffitzerbachs) und Feuerstätterkopf (längs der südlichen Aptychenkalkgrenze in der Nordklippe, woselbst sie die obige größte Mächtigkeit erreicht); auch am nördlichen Schelpengipfel tritt sie lokal auf — an einem kleinen Splitter von Aptychenkalk, der südlich von der zusammenhängenden Masse isoliert in den Junghansenschichten steckt. — Im ganzen scheint diese Breccienbank die oben (S. 4) erwähnten Mergelschiefer zu meiden; nur auf der Südseite von P 1463 treffen wir eine 3 m mächtige Breccie, die vielleicht jener Bank entspricht, nahe der nördlichen Grenze in die Mergelschiefer eingelagert.

Große Armut herrscht im Aptychenkalk an Fossilien. Auch Aptychen sind sehr selten. Gümbel, Richthofen und Tornquist erwähnen solche; ich habe keine gefunden — allerdings auch wenig gesucht. Wohl am häufigsten sind Belemniten; doch fand ich nur sehr schlecht erhaltene, unbestimmbare Bruchstücke. Tornquist (16, S. 94) führt zwei Exemplare von *Bel. hastatus* Blainv. an, deren spezifische Bestimmbarkeit Reiser jedoch bezweifelt. Außerdem fand ich unbestimmbare Steinkerne von Gastropoden in dem Kessel oberhalb der Riesalpe; ganze Schichtflächen sind dort mit solchen übersät. — Ebendort fand ich in den Mergelschiefern der hangendsten Schichten Fucoiden, und in den gleichen Schiefen auf der Südseite von P 1463 einen wohl erhaltenen Fischschwanz; Richthofen erwähnt auch aus diesen Schichten Belemniten.

Eine genauere Altersbestimmung kann man auf diese Funde natürlich nicht gründen. Doch läßt die petrographische Beschaffenheit des Kalkes keinen Zweifel, daß wir es mit Malm zu tun haben, wofür er auch seit Gümbel und Richthofen stets gegolten hat. Freilich dürften sich seine Grenzen, namentlich die obere, nicht genau mit denen jenes stratigraphischen Begriffes decken, vielmehr wohl noch eine Portion Unterkreide darin enthalten sein. Dafür sprechen jene Spuren von Fleckenkalk — einem Gestein, das im Rhätikon und den Schweizer Klippen zum Neokom gerechnet wird (83, S. 118; 48, S. 47).

Zu widerlegen bleibt noch die Vermutung Reisers, daß wir es gar nicht mit Aptychenkalk, sondern mit Seewerkalk zu tun hätten (30, S. 10 f.). Seine Gründe (gewonnen an dem Aufschluß im Ränkertobel) sind im wesentlichen:

1. Der normale Verband mit dem umgebenden »Flysch« — eine richtige Beobachtung, der meinerseits durch die stratigraphische und tektonische Umdeutung dieses »Flyschs« Rechnung getragen wird.

2. Der Übergang in seewermergelähnliches Gestein im Hangenden: damit sind die oben (S. 4) erwähnten Mergelschiefer gemeint, die sich aber von »Seewermergeln« deutlich unterscheiden durch den Mangel der dort nie fehlenden, von Foraminiferen herrührenden schwarzen Pünktelung auf den Schichtflächen.

3. Die Einschaltung einer Mergelschicht mit Flyschfukoiden zwischen den Kalk. Das bezieht sich wohl auf die gleichen Mergelschiefer (im Ränkertobel habe ich allerdings keine Fukoiden darin gefunden; vgl. aber oben!). Nun können Fukoiden jedoch in allen Formationen vorkommen, beweisen also nichts gegen Malm. Die strati-

graphische Einschaltung eines fukoidenführenden Schiefers im Seewerkalk wäre aber etwas bisher gerade so Ungewohntes wie im Malm!

4. Der Gesteinscharakter des Kalkes selbst soll von jenem des Allgäuer Aptychenkalkes abweichen, insbesondere sollen die bezeichnenden Hornsteinlagen fehlen. Dem kann ich nicht beistimmen; wenn auch zuzugeben ist, daß die letzteren vielfach auffallend zurücktreten. Schuld daran ist aber, daß deren Hauptentwicklung im Allgäu an die Basis des Aptychenkalks fällt — die ist aber in unserem Gebiet nur an einer Stelle (S. 3) — und hier tektonisch arg mitgenommen — zu sehen.

5. Die bisher gefundenen, schlecht erhaltenen, makroskopischen Fossilien sind nicht beweisend für Aptychenkalk; insbesondere seien Belemniten in diesem sonst im Allgäu sehr selten. Dazu ist zu bemerken, daß das auch für ihr Vorkommen in den Klippen gilt; und nachdrücklich auf die oben erwähnten, von verschiedenen Beobachtern festgestellten Aptychen hinzuweisen, die im Aptychenkalk eine gewohnte Erscheinung, im Seewerkalk dagegen meines Wissens bisher unbekannt sind (Arnold Heim erwähnt keine solchen; vgl. 56 u. 59); zum mindessen sind sie dort äußerst selten. Ihr Vorkommen spricht also trotz Unbestimmbarkeit für Malm und nicht für Seewerkalk.

6. Endlich soll die Foraminiferenfauna des Kalkes vom Ränkertobel mit jener von Allgäuer Seewerschichten übereinstimmen. Das kann ich nicht beurteilen, da ich keine Schliffe dieses Aptychenkalkvorkommens untersucht habe. Dagegen kann ich auf die Radiolarienführung des untersuchten Schliffes von den Scheinwänden verweisen, (vgl. oben); eine solche ist meines Wissens aus dem Seewerkalk unbekannt. Und ferner ist zu bemerken, daß überhaupt manche Foraminiferen beiden Bildungen gemeinsam zu sein scheinen; z. B. erwähnt Quereau (72) die »Leitform« der oberkretazeischen *Couches rouges*, »*Pulvinulina tricarinata* (= *Discorbina canaliculata*) auch aus dem Aptychenkalk des Oy- und Dietersbachtals, dessen oberjurassisches Alter denn doch feststeht. So kann ich auch in dieser Angabe Reisers vorläufig keinen Beweis für seine Ansicht erblicken; immerhin wären genauere vergleichende Untersuchungen über die Frage erwünscht.

Stellen wir uns aber mit Reiser auf den Standpunkt, der Kalk der Klippen sei Seewerkalk, so sind eine Reihe von Punkten auffallend: Das schon erwähnte Vorkommen von Hornsteinbänken und -linsen, wie sie sich im Seewerkalk noch nie gefunden haben; die Breccien und Sandkalke, die jenem ebenfalls fremd sind; das Fehlen von Amdener Schichten und Scheinmergeln im Hangenden — daß jene Mergel einlagerungen nicht mit »Seewermergeln« identisch sind, wurde bereits erwähnt. In paläontologischer Hinsicht wäre das Fehlen gerade der einzigen im Seewerkalk häufigen Makrofossilien, der Inoceramenbruchstücke befremdend. Speziell im Gegensatz zu den Seewerkalken der unmittelbaren helvetischen Nachbarschaft wäre die mehrfach größere Mächtigkeit (vgl. später) und das Vorkommen der bunten Farben (die im Seewerkalk ein ausschließlich südliches Merkmal sind) unverständlich. Schließlich wird auch die Tektonik um nichts einfacher durch die Reisersche Umdeutung: der Tauchdeckencharakter des größten Teils der Klippenzone ist unabhängig von der stratigraphischen Stellung, die man ihren Gesteinen anweist (vgl. Abschnitt B) — der einzige Unterschied wäre, daß daraus eine helvetische Decke würde, für die aber eine geeignete Anknüpfungsmöglichkeit durchaus fehlt.

Das alles sind für mich Gründe genug, um die Ansicht Reisers abzulehnen und an der hergebrachten Auffassung festzuhalten, daß der Kalk unserer Klippenberge oberjurassischer Aptychenkalk ist.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt ein Kalk, der vom normalen Aptychenkalk beträchtlich abweicht, sich jedoch mit Blöcken von solchem zusammen auf der Westseite des

Piesenkopfs findet. Er ist recht dunkel blaugrau gefärbt, und deutlich feinkristallin. An angewitterten Flächen kommen reichlich verkieselte, aber schlecht erhaltene Fossilreste zum Vorschein; erkennbar sind darunter Gastropodschälchen von einigen mm Höhe.

Vielleicht stellt dies Gestein eine lokale Fazies des Aptychenkalks dar.

2. Kreide.

Allen früheren Beobachtern war es entgangen, daß über den Aptychenkalken des Klippengebietes noch jüngere Schichten folgen. Ihre Auflagerung auf jene ist freilich nur an ganz wenigen Stellen unzweideutig zu sehen — das bringen die besonderen tektonischen Verhältnisse mit sich; doch davon soll später die Rede sein. Hier seien jene wenigen Stellen kurz beschrieben, wegen der Wichtigkeit, die ihnen für die Auffassung des gesamten Gebietes zukommt.

Hörnlealpe: Verläßt man den Weg von der Schönbergalpe zur Oberen Mittelalpe zwischen der Hütte bei P 1386 und der auffälligen Quarzitwand nördlich davon und folgt dem Wiesenstreifen, der dort zwischen Waldpartien gegen NO aufwärts zieht, so erblickt man bei etwa 1500 m Höhe südlich einen auffallenden hellen Felsabbruch. Er besteht aus Aptychenkalk, der hier eine deutliche Faltenumbiegung bildet. Die obersten Schichten gehen in Fleckenkalk über, mit Zwischenlagen der S. 4 erwähnten Mergelschiefer. Darüber folgen vollkommen konkordant, ohne jedes Anzeichen eines anormalen Kontakts und mit scharfer Grenze schwarze, dünnblättrige Tonschiefer; sie enthalten Lagen von dunklem Quarzit und etwa $\frac{1}{2}$ m über der Grenze eine Bank von blaugrauem feinkristallinem Kieselkalk; das alles ist anstehend sichtbar, und es kann gar kein Zweifel bestehen, daß hier ein primärer stratigraphischer Verband vorliegt (E 60).

SW von dieser Stelle, an dem steilen Waldgehänge über der Hütte bei P 1386, sieht man wieder, aber viel schlechter aufgeschlossen, den Aptychenkalk von den gleichen dunklen Schiefen überlagert. Sie sind dort nur wenige Meter mächtig; darüber folgt grünlicher Quarzitsandstein in massigen Felsen.

Piesenkopf-SW-Ecke: Als obere Fortsetzung des S. 4 beschriebenen Juraprofils folgen auch hier, zwar nur als Schutt, aber doch zweifellos den Aptychenkalk überlagernd, die nämlichen schwarzen Schiefen mit schwarzen und dunkelgrünen Quarziten (D 43).

Schelpen-NO-Gipfel: Er trägt auf dem höchsten Punkt, allseitig von Aptychenkalk unterlagert, eine nur wenige Meter breite, steil eingefaltete Synklinale der nämlichen schwarzen Schiefen. An ihrem Nordrand ist wieder zu sehen, daß sie unmittelbar an die hangendsten Schichten des Aptychenkalks, die in Fleckenkalk übergehen, angrenzen (D 35; der Deutlichkeit halber ist die Synklinale übertrieben groß gezeichnet!).

Feuerstätterkopf: Am Rücken, der von P 1621 südlich hinabzieht, sieht man unter einem kleinen Rasensattel bei etwa 1500 m in der Ostseite schon von ferne auffallend dunkles Gestein inmitten der hellen Aptychenkalken. Es sind dieselben schwarzen Schiefen, mit dunkelgrünen Quarzitbänken und feinen Breccien verknüpft. Am N-Ende des Aufschlusses sieht man sie in senkrechter Stellung anstehen, sonst nur in Gestalt von Schutt. Sie bilden auch hier eine steile Einfaltung; im N folgen die obersten Schichten des Aptychenkalks mit schieferigen Zwischenlagen, Sandkalken und feinen Breccien; im S dagegen sind tiefere rote Bänke darangepreßt. Die Einfaltung ist also unsymmetrisch (A 19). — Vielleicht ist dies die Stelle, die Tornquist als Flyscheinpressung im Aptychenkalk beschreibt (16, S. 87) und zeichnet — wenn auch nicht ganz an der richtigen Stelle, wenn ich seine Abbildung (Fig. 4 auf S. 88 a. a. O.) richtig deute¹⁾. Da — auch bei

Tornquist — jede Fortsetzung nach unten fehlt, scheint mir die Deutung als normale Einfaltung von oben viel ungezwungener.

Wir sehen also an allen den genannten Stellen die gleichen Gesteine das Hangende des Aptychenkalkes bilden. Aber noch viel zahlreicher sind die Profile, in denen in steiler Stellung neben oder in verkehrter Lagerung unter ihm stets ebendieselben Schichten, nur in z. T. lithologisch weit mannigfaltigerer Entwicklung zu beobachten sind.

Hier seien nur noch zwei Spezialprofile kurz erwähnt, die dadurch wichtig sind, daß zwischen den steilstehenden grauen Mergelschiefern des obersten Aptychenkalks und den darauf folgenden schwarzen Schiefen eine scharfe Grenze nicht zu bestehen scheint. Das eine befindet sich im Ränkertobel auf der Nordseite des dortigen Aptychenkalks (Aufschluß am Westufer; E 63); das andere im obersten westlichen Zweigraben des Biebersteinbaches (A 9).

An der gesetzmäßigen stratigraphischen Verknüpfung dieser schwarzen Schiefer usw. mit dem Aptychenkalk ist somit nicht zu zweifeln; auf Grund all der eben beschriebenen Lagerungsverhältnisse wollen wir sie zunächst als jünger, d. h. als der Kreide zugehörig ansehen. Später soll von der Altersstellung noch genauer die Rede sein; zunächst seien die Schichten selbst etwas näher betrachtet.

a) Die Junghansenschichten. Diesen Namen habe ich (28) dem mächtigen Schichtkomplex beigelegt, der stratigraphisch zunächst über dem Aptychenkalk folgt — nach dem Gehöfte Junghansen im Balderschwanger Tal, wo sie besonders stark und vielgestaltig entwickelt sind. Wir treffen eine ganze Reihe verschiedenartiger Gesteinstypen in den Junghansenschichten; wenn diese auch wohl an keinem Ort alle zusammen auftreten, so ist doch ihre Verknüpfung untereinander eine derartige, daß man nicht wohl anders kann, als sie zu einem einheitlichen Komplex zusammenfassen. Damit soll natürlich nicht bestritten werden, daß vielleicht eine noch weitergehende kartographische Gliederung möglich ist.

a) Die schwarzen Schiefen wurden bereits oben bei der Beschreibung der einzelnen Spezialprofile erwähnt. Sie sind im allgemeinen rein tonig — brausen nur selten ein wenig mit Salzsäure —, vollkommen dicht und in dünne, ebenflächige Platten spaltbar; letzteres freilich nur soweit nicht tektonische Mißhandlung sie unregelmäßig verdrückt und verflasert hat. Fukoiden sind wahrnehmbar in ziemlich seltenen Fällen; freilich heben sie sich von dem dunklen Gestein nur sehr schlecht ab, und es besteht die Möglichkeit, daß sie in Wahrheit häufiger sind als sie zur Beobachtung gelangen. — Diese schwarzen Schiefen sind der charakteristischste, fast überall vorhandene Bestandteil der Junghansenschichten; da sie jedoch leicht verwittern, kommen sie als Lesesteine verhältnismäßig wenig zur Beobachtung — mehr in den anstehenden Aufschlüssen, denen sie zumeist auffallend dunkle Farben verleihen. Diese Schiefen sind es auch vor allem, die den flyschähnlichen Charakter der gesamten Junghansenschichten bedingen; insbesondere auch — vermöge ihrer Undurchlässigkeit — die üppigen, nassen Wiesen, die so oft diese Schichten — ebenso wie den Flysch — an der Oberfläche überkleiden.

β) Gelegentlich (z. B. am Ausgang des mittleren Junghansengrabens) finden sich in den vorigen ziemlich mächtige Einlagerungen von graugrünen, dunkel gefleckten Schiefen, ebenfalls rein toniger Natur und feinblättrig spaltbar. Möglicherweise bilden sie einen Übergang zu den später zu besprechenden Rotgschief-Schiefen.

γ) Verhältnismäßig selten, aber wo vorhanden in beträchtlicher Mächtigkeit, finden sich grüngraue bis schwarzgraue, feinblättrige Tonschiefer von sehr flyschartigem Aussehen, mit z. T. sehr intensiv orange-gelber, auch rotbrauner Anwitterung. Im südlichen Junghansengraben enthalten sie dünne Lagen und Bänke (bis 10—20 cm mächtig) von grauem feinkörnigem Quarz-

¹⁾ Tatsächlich befinden sich die Junghansenschichten auf dem kleinen Sattel rechts von den Tannen auf der erwähnten Abbildung.

sandstein, gleichfalls z. T. rostig anwitternd; dort gehen sie aus dem normalen Typus (α) nach oben allmählig hervor. In ebendiesen sieht man sie auch im nächst nördlichen Graben übergehen; dort enthalten sie dünne Bänke von glaukonitischem Sandstein und gegen den Übergang in (α) dünne feinsandig-glimmerige Lagen in großer Menge. Diese letzteren enthalten gelegentlich schlecht erhaltene Fukoiden, was den Fyischcharakter der ganzen Ablagerung noch steigert. Auch in die östlichen Verzweigungen des Lenzengrabens setzen diese Schiefer in ganz gleichartiger Ausbildung hinüber. Überall befinden sie sich in dem stratigraphisch oberen Teil der Junghansenschichten — über dem Bolgenkonglomerat (vgl. S. 8) und nicht weit unter dem Feuerstätter Sandstein, von dem sie jedoch, namentlich im mittleren Junghansengraben deutlich noch durch normale schwarze Schiefer (Typus α) getrennt bleiben. Auch sie stehen vielleicht in näherer Beziehung zu den Rotgschief-Schichten.

δ) Die Rotgschiefschichten sind ein zwar nur sporadisch auftretender, aber so auffälliger und leicht kenntlicher Bestandteil der Junghansenschichten, daß ich sie auf Karte und Profilen besonders ausgeschieden habe — zumal sich auch ihre Stellung innerhalb der Junghansenschichten recht gut fixieren ließ. Es sind leuchtend rote, manchmal grüngleckte, vorwiegend tonige Gesteine — selten mit etwas Kalkgehalt —, z. T. mit Schichten von graugrüner oder schwarzer Farbe wechselnd. Z. T. ist ihnen eine feinblättrige Schieferigkeit eigen; anderwärts trifft man wieder mehr kompakte Bänke. Wo sie auftreten, verraten sie sich schnell durch die dunkelrote Farbe, die sie dem Boden verleihen.

Die Rotgschiefschichten haben ihre Hauptverbreitung in einem Zuge, der sich von der Ostseite des Lappachtals über den Schelpenkamm (hier befindet sich, westlich der Kammhöhe, das »Rote Gschliefe«) hinweg bis auf das Gehänge SW unter der Oberen Mittelalpe verfolgen läßt — ein Zug, der, wie wir sehen werden (vgl. Teil B), einer tieferen Schuppe der Feuerstätterdecke angehört. Aber auch anderwärts kommen sie vor, wenn auch nur als geringmächtige Einschaltungen zwischen den gewöhnlichen dunklen Schiefen — so besonders in der Gegend der Hörnleale und im Ränkertobel. Hier sieht man sie mit dünnen Platten eines ziemlich grobkörnigen, glimmerreichen Glaukonitsandsteins wechselagern. Vereinzelt kleine Vorkommen finden sich noch im östlichen Bolgenzug und im Rohrmooser Tal.

Soweit sich die stratigraphische Stellung der Rotgschiefschichten genauer feststellen läßt, liegen sie durchwegs nahe der Obergrenze der Junghansenschichten, fast unmittelbar unter dem hangenden Feuerstättersandstein, und stets höher als das später (S. 8) zu erwähnende Bolgenkonglomerat.

Spuren von roten Tonschiefern findet man auch sonst noch vereinzelt in den Junghansenschichten — z. B. in den Gräben auf der N-Seite des Rohrmooser und Hirschgundentals, sie sind jedoch zu unbedeutend, um eigens ausgeschieden zu werden.

e) Sehr charakteristisch für die Junghansenschichten sind weiter graue bis schwärzliche, ausgesprochen sandige Schiefer, mit meist beträchtlichem Gehalt an hellem Glimmer, in Blättchen bis zu 2 mm Durchmesser. Auch diese Schiefer sind im allgemeinen dünnblättrig spaltbar — entsprechend einer sehr feinen Schichtung. Sie sind besonders verbreitet auf der Nordseite des Schönberger Achentals, kommen jedoch auch in den Junghansengräben u. a. vor.

ζ) Ein sehr häufiges — nahezu überall vorhandenes — und leicht kenntliches Glied der Junghansenschichten sind dunkelgraue, kieselig-tonige Gesteine mit feiner Bänderung, hervorgebracht durch den Wechsel ganz dichter Lagen mit solchen von sehr feinsandiger Beschaffenheit; auf dem Querbruch treten die ersten mit dunkelgrauen, die zweiten mit bräunlichen Farben in die Erscheinung. Die einzelnen Lagen schwanken in der Dicke von

einigen mm bis herab zu Bruchteilen eines solchen; die sandigen sind stets die mächtigeren. Kreuzschichtung kommt gelegentlich vor.

η) Gleichfalls fast überall vorhanden und sehr bezeichnend sind feinkörnige Quarzite von schwarzer, tiefgrüner, blaugrüner Farbe und öligem Glanz — die grünen Varietäten stimmen genau überein mit den Gesteinen, die man in der Schweiz seit langem als Ölquarzite bezeichnet. Sie bilden bald nur einzelne dünne Lagen und Bänke bis zu einigen cm Mächtigkeit zwischen den Schiefen; bald wechselagern sie mit diesen in vielfacher Wiederholung; bald endlich setzen sie auch in Bänken von einigen cm fast für sich allein Schichtpakete von einigen Metern Mächtigkeit zusammen. Letzteres gilt besonders von den grünen Varietäten und in der Nachbarschaft der Obergrenze der Junghansenschichten, wo sie mitunter einen Übergang zu den hellen Quarziten des hangenden Feuerstättersandsteins vermitteln.

Die Schichtflächen unserer Quarzite, zumal der grünen, sind häufig ganz bedeckt mit organischen Spuren verschiedener Art, die leider durchwegs in das Gebiet der Problematica gehören. Am häufigsten sind röhrenartige Gebilde, von etwa 1 bis 2 mm bis über $\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser. Sie liegen meist — oft in Massen — auf den Schichtflächen, nicht allzu selten jedoch auch quer dazu. Im letzteren Falle zeigen sie fast genau kreisrunden Querschnitt. Irgendein positiver Hinweis auf ihre Natur war auch durch einen Querschliff nicht zu gewinnen; er zeigt nicht die mindeste organische Struktur. Wenn ich diese Gebilde hier kurzerhand als »Wurmrohre« bezeichne, so soll damit nur ein ganz allgemeiner Hinweis auf die wohl wahrscheinlichste Art ihrer Entstehung gegeben sein. — Noch schwieriger zu deuten sind die anderen, seltener vorkommenden Gebilde. Es sind einerseits gerade Stengel, die sich an einem Ende in eine Anzahl engescharter, nach einer (und zwar alle nach derselben) Seite umgebogener Zweige zerteilen, so daß eine Art von Wedel zustande kommt. Ihre Länge beträgt etwa 10 cm; auch sie liegen so weit mir bekannt stets in den Schichtflächen. Nach Gutachten von Prof. E. Daqué handelt es sich auch hier um Bohrgänge wahrscheinlich von Würmern. Andererseits fand ich, zwar nur an einem Punkt (Lenzengraben Mittelast), aber dort in Menge, gleichfalls stets in den Schichtflächen liegend, sonnenartige Bildungen von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m im Durchmesser; sie zeigen eine große Anzahl von Rippen, die strahlenartig von einem zentralen Ansatzpunkt gegen außen verlaufen; diesen scheint ein mehrere cm dicker, aus der Schichtebene heraus gebeugter Stengel zu bilden. Die ganze Erscheinungsweise erinnert etwas an Taonurus.

Im Dünnschliff zeigen unsere Quarzite als Hauptbestandteil zahlreiche allothigene Quarzkörner von meist eckigen Formen; spärlich sind helle Glimmerblätter, gleichfalls klastischen Ursprungs, beigemengt. Rundliche Körner von Glaukonit liegen in wechselnder Menge dazwischen. Alles liegt in einer sehr dunklen, vielfach ganz schwarzen, undurchsichtigen Zwischenmasse, die oft jedes Quarzkorn von seinen Nachbarn scheidet; ihre Natur ließ sich nicht ermitteln (Ton, durch organische Substanz getrübt?). Ein kristallines Weiterwachsen der Quarzkörner oder sonstige Neubildungen sind nicht zu erkennen: das Gestein ist, im Gegensatz zu seinem »kristallinen« makroskopischen Aussehen, rein klastischer Natur.

Hier schließt sich vielleicht auch ein Gestein an, das ich nur im östlichen Seitenzweig des »Großen Grabens« beobachtet habe, wo seine Zugehörigkeit zu den Junghansenschichten nicht ganz sicher festzustellen ist. Es kann als Übergangsglied zwischen grünen Quarziten, wie sie eben beschrieben wurden, und einem grauen Mergel bezeichnet werden. Es ist hellgraugrün, dünnschichtig mit dunkelgrauen Zwischenmitteln; viel feiner Quarzsand, einzelne Glimmerblätter und Glaukonitkörner sind makroskopisch erkennbar. Die üblichen »Wurmrohre« auf den Schichtflächen fehlen nicht.

8) Selten finden sich in den Junghansenschichten feinkörnige, glimmerreiche Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel, braun anwitternd und von Flyschsandsteinen nicht zu unterscheiden. Als zweifellos stratigraphische Einlagerung kenne ich sie nur aus dem südlichen Junghansengraben; an anderen Orten (Ränkertobel, Lenzengraben) entpuppen sich ähnliche Einlagerungen als tektonisch eingepreßter Flysch.

9) Eine sehr große Rolle spielen in den Junghansenschichten mehr oder minder grobklastische Bildungen. An erster Stelle sind zu erwähnen ziemlich feine Breccien (Durchmesser der einzelnen Elemente meist nicht über 1 cm); ihre Komponenten sind vorzugsweise eckige, z. T. auch mehr oder minder gerundete, weiße Quarze; daneben untergeordnet Brocken von kristallinen Schiefeln; von gellichem Dolomit, auch einzelne ausgewitterte Feldspate von meist glänzend frischem Erhaltungszustand. Das kieselsreiche Bindemittel ist von großer Zähigkeit; beim Zerschlagen erzielt man zumeist einheitliche Bruchflächen durch Einschlüsse und Bindemittel. Dieser Umstand, sowie die schwarzgraue Farbe des letzteren verleiht dem Gestein ein ganz grauackonähnliches Aussehen — man fühlt sich manchmal beinahe an zentralalpine Karbonkonglomerate erinnert. — Diese Quarzbreccien sind fast überall, besonders reichlich im Gebiet des Feuerstätterkopfs vorhanden; sie bilden meist klotzige, bis 1 m (und darüber) mächtige Bänke zwischen den schwarzen Schiefeln.

10) Von recht erheblich anderem Aussehen sind gleichfalls ziemlich feine, lichtgefärbte Breccien, die fast nur aus einzelnen Quarzen und Feldspäten, beide oft sogar mit kristallographischer Umgrenzung, sowie eingestreuten Biotitblättern bestehen; es sind geradezu zu Grus zerfallene und wieder regenerierte Granite und Quarzporphyre. Nach dem makroskopischen Aussehen möchte man lose Stücke am ehesten für sehr einsprenglingsreiche Quarzporphyre halten, wie sie als Komponenten mancher grober Breccien vorkommen können — bis man eines der seltenen Glimmerschieferbruchstückchen darin entdeckt. — Diese Breccie bildet regelmäßige Bänke von einigen cm bis dm Mächtigkeit zwischen den feiner klastischen Bildungen. Sie ist besonders auf der Südseite von Bolgen und Riedberghorn verbreitet, im ganzen aber von untergeordneter Bedeutung.

Ein Schliif zeigt, daß die Quarze und Feldspate (mikroperthitische Orthoklase und meist serizitisierte Plagioklase), die zusammen wohl mehr als 90 vH des Gesteins ausmachen, keine aouthigenen Einsprenglinge sind: wenn auch z. T. nur schwach, so sind sie doch deutlich abgerollt; und wo sie einander berühren, geschieht es nicht mit Grenzen, wie sie in irgendeinem eruptiven Mineralverband üblich sind — vielmehr sind die einzelnen Individuen, große und kleine, ohne irgendwie ineinanderzugreifen, dicht aufeinander gepackt. Man sieht deutlich, daß sie ihrer Entstehung nach nicht miteinander verknüpft, — daß ihr jetziges Nebeneinander nur ein zufälliges ist. Das bräunliche Bindemittel, das ab und zu eine Lücke dazwischen ausfüllt, macht mit seiner fast gänzlich isotropen Beschaffenheit auf den ersten Blick durchaus den Eindruck einer glasigen Grundmasse. Doch fehlen alle charakteristischen Mikrolithen, jede fluidale Struktur und ebenso alle Resorptionserscheinungen, wie sie gerade gegenüber einer glasigen Grundmasse an den Einsprenglingen eines Quarzporphyrs auftreten sollten. Man wird die isotrope Substanz also als das tonige Bindemittel einer Breccie aufzufassen haben und nicht als Glas.

Ganz ähnliche Gesteine hat Trümpy (83) aus dem Falknismalm beschrieben; dort gehen sie seitlich aus den groben polygenen Breccienbänken hervor.

11) Weiter finden sich sehr häufig polygene Breccien und Konglomerate, reich an kristallinem Material — insbesondere Glimmerschiefeln — sowie meist gelbem Dolomit. Die Größe ihrer Elemente erreicht oft einige cm; verkittet sind sie durch ihre Zerreibungsprodukte, doch findet sich mitunter auch Kalk im Bindemittel. Solche

Breccien sind in klotzigen Bänken von einigen Metern Mächtigkeit weit verbreitet; z. T. stehen sie in sicherem Zusammenhang mit dem

12) Bolgenkonglomerat. So nenne ich nach der klassischen Lokalität am Bolgen das zumeist grobe Konglomerat, das in den Junghansenschichten fast überall als Einlagerung auftritt. Während ich in meiner ersten Mitteilung (28) eine Horizontierung dieser Konglomerate nicht vorzunehmen wagte, hat nunmehr ihre genauere Verfolgung ergeben, daß sie innerhalb der Junghansenschichten einen einzigen Horizont bilden — sofern man nur die anderen Schichtgliedern angehörigen, übrigens an Bedeutung weit zurücktretenden Vorkommnisse abscheidet (vgl. S. 4, 10, 11). Zweifelhaft bleibt eigentlich nur ein Profil, auf der Südseite des Feuerstätterkopfs, in dem zwei Konglomeratlager vorzukommen scheinen (A 14), ohne daß sich eine tektonische Wiederholung ohne weiteres wahrscheinlich machen ließe; doch ist die Möglichkeit einer solchen durchaus nicht auszuschließen. Übrigens hat bereits Torquist (16, S. 83) behauptet, daß die polygenen Konglomerate unseres Gebietes alle demselben Horizont im »Flysch« angehören; von einem Nachweis dieser Tatsache kann man jedoch nicht sprechen, da ihm einmal von den wirklich vorhandenen Konglomerataufschlüssen reichlich 90 vH unbekannt geblieben sind, während er andererseits auch klastische Bildungen anderen Alters (aus dem Aptychenkalk; vgl. oben S. 4) zu seinen »Flyschkonglomeraten« zählt.

Von der Zusammensetzung des Bolgenkonglomerats habe ich bereits an anderer Stelle (36) eingehend berichtet. Hier sei daher nur kurz das Wesentliche zusammengefaßt: das Konglomerat besteht weit überwiegend aus kristallinem Material — vor allem granitischen Augen- und Flasergneisen, sowie sedimentogenen Biotit- und Zweiglimmergneisen und -Schiefern, die z. T. Merkmale von granitischer Injektion und Kontaktwirkung zeigen und zu Biotithornfelsen überleiten; weiter verschiedenen Graniten (Alkaligranit z. T.); Alkalisyeniten; Quarzporphyren und quarzarmen Porphyren (z. T. mit Pyroxeneinsprenglingen); Apliten; Diorite und Amphibolite sind große Seltenheiten. Dazu kommen Glimmerquarzte, Muskowitschiefer usw., endlich untergeordnet Sedimentgesteine: hauptsächlich gelber, meist stark brecciös zertrümmerter Triasdolomit, fragliche Liaskalke und selten Aptychenkalk (der in (28) erwähnte grünliche Quarzit stammt aus einem andern Konglomerat; siehe S. 11). Das Material ist zweifellos alpin; für einen Teil davon (Alkalisyenite, Granite mit blauen Feldspäten u. a.) konnte eine Heimat mit großer Wahrscheinlichkeit im Berninamassiv ermittelt werden. Es ist meist abgerollt, wenn auch z. T. unvollkommen; Trümmer von Hühnergröße aufwärts zu Riesenblöcken von 20 bis 30 cbm, ja vereinzelt (Bolgen¹⁾) vielleicht mehr als 100 cbm sind bunt gemischt. Auch petrographisch verschiedenartige Blöcke liegen meist bunt durcheinander, wenn auch in bezug auf deren Beschaffenheit manche Gegenden ein unverkennbares Lokalkolorit zur Schau

¹⁾ In meiner früheren Arbeit (36, S. 231) heißt es über das Vorkommen am Bolgen: »ein Block des gleichen Augengneises . . . von etwa 25 bis 30 m³, mit etwa N 10° W streichender Schieferung; und darunter liegt eine wohl noch größere Masse von fast nicht geschiefertem Granitgneis, ohne daß sich jedoch sicher entscheiden ließe, ob sie mit dem vorgenannten zusammenhängt oder einen Block für sich bildet.« Dazu ist ergänzend zu bemerken: wenn die erstgenannte Eventualität vorliegen sollte, würde es sich um einen Riesenblock von wohl 300 bis 400 m³ handeln können. Doch scheint die Schieferung des oberen Blockes gegenüber der des (durch ein Rasenband getrennten) unteren — die allerdings nur sehr unsicher zu messen ist — einen Winkel von 60 bis 80° einzuschließen; das macht einen unmittelbaren Zusammenhang der beiden Massen nicht gerade wahrscheinlich.

tragen. Als Transportmittel kommt nur Wasser in Frage. Im ganzen kann das Material nicht allzu weit transportiert sein — schon wegen der Riesenblöcke. Es macht am meisten den Eindruck eines fossilen Wildbachschuttes.

Die Mächtigkeit des Bolgenkonglomerats schwankt von 0 bis an die 100 m; einen wesentlichen Anteil an diesen Schwankungen dürften die tektonischen Vorgänge tragen. Immerhin ist ein primäres Auskeilen z. B. in der Gegend der Feuerstätterkopf-Nordklippe anzunehmen (vgl. S. 13). Für den aufnehmenden Geologen bildet es einen sehr erwünschten Leithorizont, da es häufig als Steilstufe aus dem Gehänge hervortritt und die oft in Massen herauswitternden kristallinen Gerölle auffällige und bei einiger Vorsicht unverfängliche Lesesteine abgeben,

Die schönsten und reichhaltigsten Aufschlüsse wurden bereits früher (36) kurz erwähnt. Im übrigen muß bezüglich der Verbreitung und Lagerung auf Karte und Profile, sowie auf die Lokalbeschreibung verwiesen werden. In dieser letzteren finden sich auch einzelne Funde loser kristalliner Gerölle erwähnt, die sicher aus benachbartem Bolgenkonglomerat stammen — ohne daß es jedoch möglich gewesen wäre, den Ort seines Anstehens genau zu bestimmen und in der Karte einzutragen.

Alle bisher aufgezählten Gesteine waren rein oder fast rein klastischen Ursprungs. Einlagerungen von Kalken treten dagegen in den Junghansenschichten fast bis zum Verschwinden zurück. Es sind

ν) Hellgraue dichte Kalke, lichtbräunlich anwitternd, z. T. mit dunklen Flecken; die Ähnlichkeit mit Aptychen- bzw. Fleckenkalk ist eine große. Zwei solche Kalkbänke, von 30 und 70 cm Mächtigkeit, fanden sich als konkordante Einschaltungen in den steilgestellten Junghansenschichten des Ränkertobels, wenig nördlich der untersten mächtigen Einschuppung von Feuerstätter Sandstein. Die Regelmäßigkeit der Lagerung schließt es gänzlich aus, daß diese Kalkbänke etwas anderes als normale stratigraphische Zwischenlagen zwischen den Schiefen bilden könnten. — Der Dünnschliff eines solchen Kalks zeigt uns eine sehr feinkörnige, gleichmäßige Calcitmasse, in verschiedenen Richtungen von feinen geradlinigen Kalzitadern durchsetzt; jedoch keine Spur von organischen Resten irgendwelcher Art.

Hier sind auch anzuschließen dunkelgraue, dichte, grauweiß anwitternde Kalke, die sich in vielfacher Wiederholung den schwarzen Schiefen und feinen Breccien SW der Unteren Mittelalpe, auf dem W-Gehänge des Balderschwanger Tales, zwischenschalten. Die Kalke sehen z. T. sehr flyschähnlich aus; doch lassen auch hier die Verhältnisse keine andere Deutung zu, als die einer normalen stratigraphischen Wechsellagerung. Und auch den ganzen Komplex für Flysch zu erklären, geht nicht an, da er in genau derselben stratigraphischen Position — zwischen Aptychenkalk im S und Feuerstätter Sandstein im N — eingeschaltet ist, in der wir stets die Junghansenschichten treffen (vgl. unten Teil B und D 43).

Dagegen sind dunkle Kieselkalke, die man als tektonische Linsen und Gerölle in den Quetschzonen des Ränkertobels und Lenzengrabens, hart an den Flyschgrenzen trifft (vgl. Teil B), wohl wirklich aus dem Flysch abzuleiten. Denn eine scharfe Grenze läßt sich in solchen Zonen intensiver Ineinanderknetung zwischen den beiden Bildungen zumeist nicht ziehen.

ξ) Gleichfalls flyschähnlich erscheinen blaugraue, feinkristalline, stark kieselige Kalke mit brauner Verwitterungsrinde. Man sieht sie z. B. in dem S. 6 erwähnten Aufschluß der Stirnfalte bei der Hörnlealpe, schon ½ m über der Aptychenkalkgrenze als klotzige Bank anstehen. Aber auch anderwärts in der Gegend der Hörnlealpe sind sie hin und wieder anzutreffen. In mehrfacher Wiederholung mit schwarzen Schiefen wechselnd begegnet man ihnen auf dem Sporn S des Sulzbaches, bei etwa 1200 m (F 77).

Ein Dünnschliff von der zuletzt genannten Lokalität zeigt das Gestein erfüllt mit schlecht erhaltenen Foraminiferen: Globigerina sp., Textularia sp., sowie unbestimmbaren Resten; an anorganischen Einstreuungen sind vor allem Quarzkörner, daneben einzelne Feldspate, Serizitfetzen, endlich Glaukonitkörner erkennbar.

* * *

Was nun die Verteilung der einzelnen Typen betrifft, so ist es da zunächst schwer, bestimmte Gesetzmäßigkeiten anzugeben. Nur einer ganz minutiösen Aufnahme von sehr zahlreichen Detailprofilen, verbunden mit einer Kartierung größten Maßstabes wird es gelingen, diese Frage zu lösen. Hier sei nur folgendes kurz zusammengefaßt:

Fast überall vorhanden sind die schwarzen Schiefer (α), die Quarzite (ζ) bis (η), sowie die feinen Quarzbreccien (ι). Dagegen sind, wie schon erwähnt, die Rotgschiefschiefer (δ) auf den hangenden Teil des gesamten Komplexes beschränkt und anscheinend vor allem auf den primär nördlichsten Teil der Klippen (vgl. S. 13), die Schelpen-Nordklippe, insbesondere deren basale Schuppe. Ihr Wiederauftreten in der Rohrmooser Klippe wäre folglich mit einer gleichfalls primär weit nördlichen Lage auch dieser Klippe am besten zu deuten. Daß die bunt anwitternden Schiefer (γ) möglicherweise den Rotgschiefschiefern äquivalent sind, wurde erwähnt; auch sie sind auf die Schelpen-Nordklippe, und zwar die Gegend Junghansen-Lenzengraben beschränkt. Ähnliches gilt von den gefleckten Schiefen (β); nur ist ihr Verbreitungsbezirk größer, über fast die ganze Schelpen-Nordklippe ausgedehnt. Die sandigen Schiefer (ε) finden sich dagegen überall hin und wieder. Die Sandsteine (θ) sind sicher nur von Junghansen bekannt, auch die Breccie (κ) ist eine untergeordnete Bildung, wogegen die polygenen Breccien (λ) fast überall wenigstens in einzelnen Bänken auftreten können. Auch das Bolgenkonglomerat (μ) geht fast durch das ganze Gebiet; von den dabei zu beobachtenden Gesetzmäßigkeiten soll noch kurz die Rede sein (S. 13). Die Kalke (ν, ξ) sind dagegen wieder auf die Schelpen-Nord- bzw. Engklippe beschränkt.

Die normale Mächtigkeit der Junghansenschichten ist mit einiger Sicherheit kaum anzugeben. Teils beobachtet man Zusammenschoppung der Schichten bis zu mehreren 100 m (Junghansen), teils umgekehrt Auswulzung bis auf wenige Meter (Hörnlealpe). Irgendwo zwischen diesen Extremen muß der wahre Wert liegen. Wo aber die Schichten in sich ziemlich ruhig gelagert scheinen, wie auf der Bolgen-SO-Seite, da fehlt der liegende Aptychenkalk und ist folglich wahrscheinlich nicht die gesamte Mächtigkeit vorhanden. Der erhaltene Rest beläuft sich an der angegebenen Stelle auf ca. 60 bis 80 m, die gesamte dürfte demnach vielleicht auf 100 bis 150 m zu ergänzen sein.

b) Feuerstättersandstein. Bereits oben, bei Besprechung des Profils über der Aptychenkalkfalte der Hörnlealpe (S. 6), wurde der hellgrünliche Sandstein erwähnt, der die Junghansenschichten überlagert. Er kehrt in gleicher Position an unzählbaren Stellen des Klippengebiets wieder — in der Mehrzahl der Fälle freilich in verkehrter Lagerung unter den Junghansenschichten. So besteht der Gipfel des Feuerstätterkopfs aus diesem Sandstein — Gumbel (7) und Mylius (23, S. 79) erwähnen ihn dort bereits — überlagert von nur wenigen Metern Junghansenschichten, weiter vom Aptychenkalk (vgl. Teil B und A 13). Nach diesem charakteristischen Vorkommen sei das Gestein Feuerstätter Sandstein genannt; die Bezeichnung »Quarzit«, die ich in meiner ersten Veröffentlichung (28) gebrauchte, entspricht zwar wohl teilweise seinem makroskopischen Aussehen, nicht aber seiner rein klastischen Entstehung. Bemerkt sei, daß das frischeste Material des Gesteins in dem kleinen Steinbruch an der Straße bei Rindberg (östlich Sibratsgfall) zu schlagen ist.

Der Feuerstätter Sandstein ist ein meist feinkörniges, recht gleichmäßiges Gestein von lichtgrüner bis (seltener)

schneeweiß, auch bläulichgrüner Färbung; die meist glitzernde Oberfläche verleiht ihm ein kristallines Aussehen. Quarzkörner sind stets makroskopisch als der überwiegende Bestandteil festzustellen; daneben erkennt man häufig mehr oder minder zahlreiche Glaukonitkörnchen. Außerdem sind auch kleine gelbe Dolomitfragmente häufig wahrnehmbar — alles von sehr gleichmäßiger, nach Bruchteilen eines Millimeters messender Größe. Selten (z. B. in der Böschungsmauer der neuen Straße Sibratsgfall—Rindberg) sieht man vereinzelt größere gerundete Quarzkörner, sowie glänzende Feldspate unregelmäßig eingestreut. Nicht selten beobachtet man eine rostbraune oder braunrote Verwitterungsfarbe, wohl von der Zerstörung des Glaukonits herrührend. Häufiger allerdings dürfte sie nicht vorhanden sein; dann unterscheiden sich die verwitterten Oberflächen vom frischen Bruch nur durch etwas dunklere Tönung der Farbe. Große Zähigkeit ist dem Gestein in frischem Zustande eigen. Für gewöhnlich ist es ausgesprochen massig oder doch sehr dick und nur undeutlich gebankt. Doch trifft man immer wieder auch auf einzelne gut und dünngeschichtete Partien; so z. B. in den Gräben auf der Südseite des Piesenkopfes, im Lenzengraben (östliche Verzweigungen) oder im Ränkertobel. Hier durchquert man (in dem westlichen, bei ca. 1400 m mündenden Zweiggraben) über 25 m grobgebankten Sandstein; hierauf eine Konglomerateinschaltung (siehe unten) von 2 bis 3 m Mächtigkeit und darüber wieder Sandstein, der immer dünnbankiger wird. Nach ca. 8 m verschwindet er unter Schutt; allein im östlichen (Haupt-)Graben, wo dieser Sandstein sonst sehr schlecht aufgeschlossen, sieht man eben jene oberste dünnbankige Partie wieder. Sie geht weiterhin allmählich in Junghansenschichten über, indem sich schwarze Schiefer zwischen die Sandsteinbänke einschalten und diese selbst feinkörniger, quarzitischer werden. Sie bilden also, im stratigraphischen Sinne, nicht die obersten, sondern die tiefsten Schichten des Feuerstätter-sandsteins.

Dieses Verbandsverhältnis der beiden Schichtglieder beweist ihre primäre, stratigraphische Zusammengehörigkeit; es findet sich ähnlich auch an manchen andern Orten, z. B. auf der Südseite des Wannenkopfs, in dem vom Kälberschachen hinabziehenden Graben. Anderwärts, zumal im Gebiete des Schelpen und Feuerstätterkopfes, scheint dagegen die Grenze in der Regel scharf zu sein.

Auf stärkere tektonische Beanspruchung reagiert der Feuerstätter Sandstein häufig durch Bildung von endogenen Breccien. Solche fallen sehr auf durch ihre Anwitterungsflächen: auf ihnen sieht man zahllose eckige Brocken von wechselnder Größe und Gestalt erhaben hervortreten aus einer leichter verwitternden, stark in sich zertrümmerten Zwischenmasse. So etwa an den von kleinen Verwerfungen durchsetzten Quarzitefeln oberhalb des Oberen Heubat (Schönberger Achental), oder an der NO-Ecke des Piesenkopfs.

In der Landschaft fällt der Feuerstätter Sandstein meist dadurch auf, daß er massige, nackte und steile Felspartien bildet — dank seiner verhältnismäßig großen Widerstandsfähigkeit gegenüber der Verwitterung. Allein nicht überall ist dies der Fall; speziell wo er stark tektonisch zertrümmert ist, zerfällt das Gestein leicht. So kommt es, daß man es in der Piesenkopfkuppe auffallend selten, in der Biechtalpenklippe überhaupt nicht in Gestalt von anstehenden Felsen sieht; kein Wunder — ist doch die Schichtfolge dieser beiden Klippen fast durchwegs stark laminiert (vgl. Teil B). Allein fast immer liefert die Verwitterung des Feuerstätter Sandsteins einen steinigen Boden, der vermöge leicht kenntlicher Lesesteine seine Kartierung ermöglicht. Das vom Standpunkte des Aufnahmegeologen minder erfreuliche Gegenstück dazu sind die ansehnlichen Massen von Bergsturz- und Gehängeschutt, mit denen er seine Unterlage zu überschütten liebt.

Im Dünnschliff enthüllt sich klar die rein klastische Natur des Feuerstätter Sandsteins — im Gegensatz zu seinem

makroskopisch kristallinen Aussehen. Sämtlicher Quarz ist allothigen; er zeigt zumeist eckige, seltener gerundete Formen. Spärlich erkennt man auch stark getrübe Körner — wahrscheinlich Feldspate, doch nicht sicher bestimmbar; sowie einzelne Glimmerblätter — beide gleichfalls klastisch beigemengt. Auch ein rundes Korn von braungrauer Farbe mit Pleochroismus — wahrscheinlich Turmalin — wurde beobachtet. Dazu kommt der Glaukonit, z. T. in sehr feinen aggregatpolarisierenden Massen die Lücken zwischen den Quarzkörnern ausfüllend; scharfe (neugebildete!) Kriställchen von Pyrit in ziemlicher Menge, sowie etwas Calcit.

Die Anwesenheit verschiedener Silikatminerale neben Quarz, in Körnern von ungefähr übereinstimmender Größe, weist auf einheitlichen klastischen Ursprung aller, wobei der Quarz als widerstandsfähigstes der im Ausgangsmaterial als häufiger anzunehmenden Mineralien stark angereichert wurde. Die Vermutung, daß der Quarz in Glaukonitsandsteinen vielleicht eine Neubildung aus Lösung sein könne (64, S. 23), scheint damit für den vorliegenden Fall widerlegt.

Sehr häufig enthält der Feuerstätter Sandstein gröber klastische Einlagerungen. Gewöhnlich handelt es sich um Lagen von kleinen (selten über 1 cm Durchmesser) wohlgerundeten Quarzgeröllen, mehr oder minder reichlich eingestreut in eine Zwischenmasse, die sich von dem normalen Sandstein weder unterscheidet noch gegen ihn scharf abgegrenzt ist. Solche konglomeratische Einlagerungen finden sich im Klippengebiet fast überall, wo der Feuerstätter Sandstein ansteht.

Anderwärts (z. B. an der Basis über dem Oberen Heubat) finden sich darin feine Breccien aus Quarz- und Glimmerschieferbruchstücken.

Endlich aber gibt es auch Einlagerungen von z. T. groben polygenen Konglomeraten. Auf der Karte und den Profilen sind sie ausgeschieden. Das im Ränkertobel anstehende Konglomerat wurde bereits erwähnt (oben); es liegt, 2 bis 3 m mächtig, im unteren Drittel des dort dünngebankten Feuerstätter Sandsteins und besteht im wesentlichen aus Blöcken von (andernorts bereits beschriebenen; vgl. 36) Graniten. Diese sind stets gut gerundet und z. T. von sehr ansehnlichen Dimensionen (60 bis 80 cm Durchmesser). Grüner Feuerstätter Sandstein bildet das Bindemittel.

Ähnliches beobachtet man auf der NO-Seite des Schelpenkammes; in den beiden ersten größeren Gräben SO vom Lenzengraben sieht man dem auch dort dünnbankigen Feuerstätter Sandstein eine 6 bis 8 m mächtige Konglomeratschicht eingelagert, deren Bindemittel direkt aus dem umhüllenden Sandstein hervorgeht. Die Gerölle sind im östlichen Aufschluß kaum über faustgroß; im westlichen erreichen sie vereinzelt etwa 30 bis 40 cm Durchmesser. Weit vorwiegend sind kristalline Gesteine: vor allem granitische Augengneise, sowie biotitreiche Paragneise und Glimmerschiefer; demnächst graugrüne Quarzporphyre; seltener Granite. Vereinzelt trifft man auch sedimentäre Gerölle: gelben Triasdolomit, hellgrauen dichten Kalk (wahrscheinlich Aptychenkalk) und grauen Hornstein.

Auf der Westseite des Schelpenkammes trifft man ein ähnliches Konglomerat nicht weit nördlich der Unterschelpenalpe dem Feuerstätter Sandstein eingeschaltet. Es enthält bis faustgroße, doch meist kleinere Trümmer von vorwiegend Gneisen und Glimmerschiefern; untergeordnet ganz zersetzten Granit, schwarzen phyllitischen Schiefer, grauen Dolomit. Die Mächtigkeit beträgt etwa 1½ m.

Auch im Galtgraben, auf der Südseite des Piesenkopfs, findet sich ein derartiges Konglomerat in wiederum gutgebanktem Sandstein eingelagert, 3 bis 4 m mächtig. Als Gerölle überwiegen wieder Ortho- und Paragneise; in der Größe gleichen sie denen des vorigen Aufschlusses.

Aus dem Vorkommen von kristallinen Geröllen als Lesesteinen wurde auf Konglomerate gleicher Art geschlos-

sen an verschiedenen Stellen östlich des Ränkertobels, sowie auf der Nordseite des Piesenkopfs (siehe Karte).

Auch diese polygenen Konglomerate scheinen alle ein und demselben Horizont anzugehören. Dafür spricht die Begleitung durch stets gutgebankten Feuerstätter Sandstein, sowie die Einlagerung nicht weit über seiner Liegendgrenze — soweit die Aufschlüsse überhaupt derartige Feststellungen gestatten.

An bestimmbareren Fossilien hat der Feuerstätter Sandstein bis jetzt nichts geliefert. Die einzigen Spuren organischen Lebens überhaupt sind Wurmröhren, die ebenso wie in den Junghansenschichten, jedoch minder häufig, die Schichtflächen bedecken.

Die primäre Mächtigkeit auch dieses Schichtgliedes ist wegen der tektonischen Auflösung in Linsen nicht mehr zu ermitteln. Sie dürfte etwa zwischen den Grenzwerten von 20 und 100 m liegen.

Das Fehlen von Fossilien macht eine exakte Altersbestimmung leider unmöglich; einzig auf vergleichend lithologischem Wege kann sie versucht werden.

Während der Feuerstätter Sandstein früher stets zum Flysch gestellt worden war — von Tornquist mit dem ganz andersartigen Oberzollbrücker Sandstein zusammengeworfen — ist Mylius bereits seine Gebundenheit an die Klippen und die lithologische Ähnlichkeit mit helvetischem Gault aufgefallen; er wirft die Frage auf, ob es sich nicht um solchen handelt, ohne sie freilich zu entscheiden. Tatsächlich ist die Ähnlichkeit mit einem Gliede des helvetischen Gault, nämlich dem Brisandstein (vgl. 56, S. 332 f.) unverkennbar, auch der beste Kenner des letzteren, Arnold Heim, hat sie mir bestätigt. Und heute können wir noch die Analogie mit dem Gault der Falkniserie hinzufügen, sowohl des Falknisgebiets selbst (83, S. 118 f.) — wengleich dort der Reichtum an lithologischen Typen erheblich größer ist — als auch des Unterengadins (82). Ebenfalls, wenn auch weniger gut vergleichbar, sind die Saluversandsteine der Samadener Gegend mit ihren meist dünnen Bänken und roten Schieferzwischenlagen (49, S. 27).

Es erscheint mir jedenfalls auf Grund dieser Analogien am wahrscheinlichsten, daß unser Feuerstätter Sandstein dem Gault angehört.

c) Senonmergel? In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich das lokale Vorhandensein von Couches rouges in der Feuerstätterdecke angegeben (28). Der Fortgang meiner Aufnahmen hat nun aber gezeigt, daß die Mehrzahl der betreffenden Vorkommen, die ich als zur verkehrten Schichtfolge der Feuerstätterdecke gehörig betrachtet hatte (Piesenkopf-NW-Seite und SO Obere Mittelalpe; vgl. Teil B), mit gleicher oder größerer Wahrscheinlichkeit zur Unterlage gezogen werden können. Als möglicherweise Senon der Feuerstätterdecke bleibt außerdem nur ein hellgrauer Mergel vom Charakter des Leibodenmergels, der sich in den Gräben N der Aibealpe zwischen Feuerstätter Sandstein und Flysch einschiebt (vgl. Teil B). Leider besitze ich keine Schiffe davon.

d) Nummulitenkalk bildet anscheinend das jüngste heute bekannte Schichtglied der Klippen. Ich kenne ihn an drei Lokalitäten.

a) Bolgen-S-Seite. Dies ist das ausgedehnteste, verhältnismäßig am besten erschlossene (wengleich auch hier die Aufschlüsse sehr viel zu wünschen übrig lassen!) und interessanteste Vorkommen (F 68, 69 und Abb. 1). Bei seiner Aufsuchung im Gelände orientiert man sich am besten nach der ausgeprägten Rippe, die vom Bolgen über das klassische Konglomeratvorkommen zu dem kleinen östlichsten Aptychenkalkvorkommen hinabsetzt; sie wird hier Bolgen-SO-Rippe genannt. Sie bildet unter dem Konglomerat bei etwa 1500 m einen flachen, von Moräne überdeckten Sattel. Auf dessen NO-Seite kommen unter der nordwärts weiterziehenden Moräne flach südfallende Junghansenschichten hervor; auf ihnen liegt anscheinend konkordant der Nummulitenkalk, als ca. $1\frac{1}{2}$ bis 2 m

mächtige Bank. An der Basis enthält er bis etwa faustgroße Brocken kristalliner Gesteine in großer Anzahl; kleine Fragmente von ihnen gehen durch die ganze Mächtigkeit hindurch. Gegen S biegt der Kalk flach muldenförmig zu flachem N-Fallen um; ob dort auch noch Konkordanz zur Unterlage besteht, ist nicht zu ermitteln. — Das Hangende der Kalkbank bildet ein sehr feiner und zäher, dünnplattiger Sandstein, grünlichblaugrau mit öligem Glanz und brauner Verwitterungsrinde. Er enthält feinste Glimmerschüppchen und in frischem Zustand reichlich CaCO_3 (Unterschied von den grünen Quarziten der Junghansenschichten!). Seine erhaltene Mächtigkeit beträgt nur einige Meter.

Weitere Aufschlüsse der gleichen Gesteine finden sich in den drei Gräben W der Bolgen-SO-Rippe. In dem östlichsten von ihnen ist der Spatkalk nicht anstehend sichtbar, sondern nur in Gestalt von einzelnen abgerollten Blöcken. Wahrscheinlich stammen diese von den Rändern des Grabens; denn dessen Sohle scheint auf der in Betracht kommenden Strecke durchwegs in Feuerstättersandstein zu verlaufen.

Im nächsten mittleren Graben (Abb. 1a) sieht man etwas mehr: der Spatkalk steht dort bei ca. 1520 m an, mit ganz flachem S-Fallen, kaum über $\frac{1}{2}$ m mächtig. Im Hangenden erkennt man auf der S-Seite wieder die oben erwähnten feinen blaugrauen Sandsteine. Das Liegende ist zwar nicht unmittelbar aufgeschlossen; doch scheint es mir zweifellos aus Feuerstätter Sandstein zu bestehen: gleich unter dem Kalkaufschluß tritt er in zahlreichen Blöcken auf. Noch weiter abwärts zieht das Bolgenkonglomerat über den Graben (auf der O-Seite Gneisblock von einigen cbm).

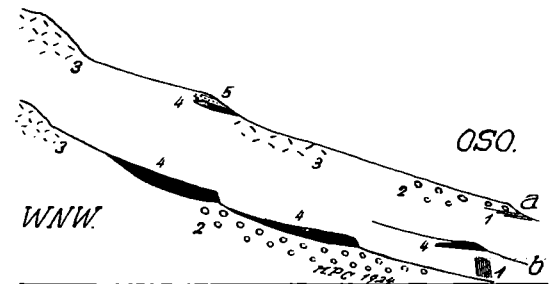


Abb. 1. Profile in den Gräben auf der Südseite des Bolgen; ca. 1:1500.

1 = Junghansenschichten, 2 = Bolgenkonglomerat, 3 = Feuerstätter Sandstein, 4 = Nummulitenkalk, 5 = Blaugrauer Quarzitsandstein.

Am besten sind die Aufschlüsse im dritten, westlichsten Graben (Abb. 1b). Die Fortsetzung des eben erwähnten Bolgenkonglomerats ist dort gut sichtbar, reich an Blöcken von $\frac{1}{2}$ m Durchmesser und darüber. Der Nummulitenkalk liegt unmittelbar darauf, wiederum mit einer groben Breccie an der Basis. Doch bleiben deren Elemente in der Größe weit unter jenen des liegenden Konglomerats; selten werden sie über faustgroß. Der Gesteinsart nach stimmen sie in der Hauptsache mit ihnen überein: es überwiegen kristalline Gesteine, die zweifellos dem liegenden Konglomerat entnommen wurden; dazu kommen (meist nur kleine) Bröckchen von gelbem Dolomit und grauem dichtem Kalk; endlich Trümmer von grünem quarzitischem Sandstein (Junghansenschichten oder Feuerstätter Sandstein!). Gegen oben nimmt auch hier die Menge und Größe der klastischen Bestandteile ab; doch gehen kleine meist eckige Trümmer, teilweise in einzelnen Lagen angereichert, durch die ganze Mächtigkeit hindurch. Diese beträgt auch hier nur 2 bis 3 m. Das Einfallen ist zunächst flach S mit dem Gehänge; gegen aufwärts kommt noch einmal das liegende Bolgenkonglomerat auf der Grabensohle hervor und wird wiederum von den nun horizontalen Bänken des Nummulitenkalkes überdacht. Gegen oben

ist dieser durch eine kurze aufschlußlose Strecke vom Feuerstattersandstein geschieden.

Abwärts vom Bolgenkonglomerat hingegen sieht man nach einigen Schritten Schiefer und Quarzite der Junghansschichten in sehr steiler Stellung, 50 bis 60° O streichend, auf der östlichen Grabenseite anstehen. NO darüber am Waldrand trifft man nochmals — wengleich in winzigen Aufschlüssen — den Spatkalk, wieder mit dem fast ausnahmslos durch diesen ganzen Graben anhaltenden flach südlichen Einfallen; hier enthält er nur ganz feine klastische Elemente. Die Auflagerung auf die 2 bis 2½ m tiefer sichtbaren Junghansschichten ist zwar von Vegetation verhüllt, doch ist der Lagerungskontrast derartig, daß mir das tatsächliche Bestehen einer Diskordanz kaum zweifelhaft scheint (vgl. Abb. 1,b).

Fassen wir die Beobachtungen an den einzelnen Aufschlüssen in diesen Gräben zusammen, so ergibt sich: Die Auflagerung des Nummulitenkalkes ist zwar im einzelnen nur an einer Stelle als diskordant zu erkennen; allein die Auflagerung auf verschiedenartige Schichtglieder: Junghansschichten, Bolgenkonglomerat, wahrscheinlich auch Feuerstatter Sandstein läßt doch das tatsächliche Vorhandensein einer Diskordanz erschließen. Auch die basale Breccie zeigt transgressive Auflagerung an.

β) Im Lenzengraben findet sich ein Vorkommen desselben Gesteins: im großen südlichen Hauptast des Grabens, und zwar in dessen westlichem Zweig, gerade unter dessen weiterer Gabelung bei ca. 1300 m (die Karte 1:25000, Blatt Balderschwang ist hier unrichtig!). Ein Zug von Bolgenkonglomerat läßt sich auf dem SO-Gehänge in den Graben hereinverfolgen; unmittelbar darüber sieht man auf kurzer Strecke den Kalk anstehen, ½ m mächtig; auch hier enthält er z. T. Fragmente kristalliner Gesteine. Darüber liegen ähnliche feine Sandsteine, wie wir sie auf dem Bolgen-S-Gehänge getroffen, aber stark zerrüttet und verrutscht. Etwa 10 m über dem Kalk folgt Feuerstattersandstein.

Man könnte hier auf den Gedanken kommen, es liege eine normale Schichtfolge vor von Junghansschichten mit Bolgenkonglomerat und dem darüber folgenden Kalk als stratigraphischer Einschaltung, und zu oberst Feuerstattersandstein — eine Auffassung von weitgehenden Konsequenzen für die stratigraphische Stellung der Junghansschichten usw., die dann wenigstens in die oberste Kreide hinaufreichen müßten. Die Profile auf der Südseite des Bolgen ließen sich auch in diesem Sinne interpretieren, wenn man annimmt, daß die unter (α) erwähnte Diskordanz tektonischer Natur ist; freilich kommt man dann weiterhin mit der lokalen Tektonik ins Gedränge: diese läßt an der Bolgen-SO-Rippe ein tauchendes Gewölbe erkennen — also verkehrte Lagerung der Schichten, die das Liegende unserer Kalke bilden, während diese selbst, mit der groben Breccie an der Basis, kaum anders als normal gelagert sein können (vgl. S. 14). Ebenso scheinen mir mit der Annahme eines oberkretazisch-tertiären Alters der Junghansschichten kaum vereinbar die zahlreichen Profile, die sie im normalen Verband — ohne Transgressionsmerkmale, z. T. (S. 6) sogar ohne scharfe Grenzlinie — mit Aptychenkalk zeigen; ich möchte daher lieber annehmen, daß der oben erwähnte Feuerstatter Sandstein im Lenzengraben (der ja zu der Tektonik seiner Umgebung in mancher Hinsicht nicht recht paßt; vgl. Teil B), auf den Nummulitenkalk aufgeschoben ist, und daß dieser selbst auf seiner Unterlage transgrediert — ebenso wie wir das am Bolgen als wahrscheinlich gefunden haben.

γ) Östlich unter der Schwarzenbergalpe findet sich der gleiche Kalk ein drittes Mal. Er liegt in Form von Blöcken in einem Wasserriß bei ca. 1365 m; von der Lagerung ist hier leider gar nichts zu erkennen. Etwas tiefer liegt Bolgenkonglomerat. — Der Kalk geht wiederum über in Breccien aus reichlich kristallinem Material, die auch schwarzen Quarzit der Junghansschichten führen.

In allen den erwähnten Punkten ist das Gestein, wie schon erwähnt, das gleiche: ein lichtgrauer Kalk, der seinen größtenteils organogenen Ursprung schon mit freiem Auge erkennen läßt; Nummuliten freilich sind makroskopisch kaum wahrzunehmen. Neben Spatsplittern erkennt man etwas Glaukonit, sowie stets mehr oder minder reichlich klastische Beimengungen: Quarzkörner, Glimmerblätter u. a. Sie verleihen der gelbbraun gefärbten Anwitterungsfläche einen bedeutenden Grad von Rauigkeit; mit ihrer Anreicherung geht das Gestein in einen Kalksandstein bzw. eine polygene Breccie über. Im Dünnschliff sieht man den Kalk zum großen Teil von Foraminiferen aufgebaut, und zwar überwiegt *Discocyclina* (*Operculina*) sp., nach freundlicher Bestimmung von Dr. Arnold Heim. Er schreibt mir: »Die Bestimmung der *Discocyclina* steht außer Zweifel, da man nicht nur die Querschnitte mit Zentralkammern, sondern auch viele Medianschnitte mit den typisch rechtwinkeligen Kammern sieht, so daß das Genus *Orbitoides* s. str. ganz ausgeschlossen ist.« In einem Schliff (Lenzengraben) sieht man, daß es sich um zwei verschiedene Formen (eine dicke und eine dünne) handelt. Weniger häufig, aber auch in allen Schliffen angetroffen ist *Nummulina* sp.; in einem Schliffe (unterhalb Schwarzenbergalpe) auch *Assilina* sp. Dazu kommen vereinzelt noch kleinere, spiral aufgewundene Foraminiferen (*Discorbina* sp.?). An anderen organischen Resten sind Bruchstücke von Lithothamnien besonders reichlich vertreten; außerdem Bryozoen und Echinodermensplitter. — Selbstverständlich sind auch die Einstreulinge von Glaukonit und klastischem Material im Dünnschliff wahrzunehmen; unter den letzteren ein Bruchstück von dichtem, stark getrübbtem Kalk mit verwischten Foraminiferen, das Arnold Heim für Seewerkalk hält. Mir scheint angesichts des schlechten Zustandes der Schalenreste jedoch auch nicht ausgeschlossen, daß es sich um Aptychenkalk handelt.

Leider sind die Foraminiferen nicht spezifisch bestimmbar; eine mehr als näherungsweise Altersbestimmung bleibt folglich unmöglich. Zudem kommt dabei die schwebende Frage nach der stratigraphischen Stellung der nordalpinen Nummulitenbildungen ins Spiel. Arnold Heim schreibt mir: »Mit der Schweiz verglichen, ergibt sich eine überraschende Übereinstimmung mit den Nummulitenkalcken von Katzenschwanz auf der Nordseite der Fährnern, ferner mit dem Nummulitenkalk von Lochalp auf der Nordseite des Leistkamm, der auch in Blöcken im Leistmergel eingelagert ist. Ob es sich primär um eine durchgehende Schicht handelte, kann ich nicht entscheiden.« Das Alter dieser allgemein bisher als eocän geltenden Nummulitenkalke (und auch anderer des »Lutétien«) wird heute von Arn. Heim (62) und L. Rollier (76) als oberesenon aufgefaßt. Hier kann auf das Für und Wider dieser Streitfrage nicht eingegangen werden; ihre Entscheidung muß außerhalb des hier behandelten Gebietes fallen. Jedenfalls aber dürfen vorläufig unsere Kalke als den angeführten ungefähr altersgleich betrachtet werden; demnach wären sie — je nach der Stellung, die man in der genannten Streitfrage einnehmen will — entweder der obersten Kreide oder dem (wohl mittleren) Eocän zuzuweisen.

Zur Frage der Bildungsbedingungen der Klippenserie.

Nur ganz summarisch können diese hier besprochen werden, da entsprechende sedimentpetrographische Studien größtenteils fehlen. Nur auf einige wenige Momente kann ich etwas näher eingehen.

Der Hauptcharakterzug unserer Klippenserie ist die Einschaltung von mehr oder minder grobklastischen Ablagerungen, meist recht bunter Zusammensetzung, in alle Schichtglieder. Mit Kober (66), Trümpy (83), Arbenz (42) und anderen Forschern erkennen wir darin ein orogenes, auf Gebirgsbewegungen zurückzuführendes Merkmal. Wir können daraus auf Vorphasen der alpinen Bewegungen schließen — ohne daß diese gerade bereits

Deckenschübe gewesen sein müßten, wie gelegentlich (z. B. 80) angenommen wird.

Schon im Aptychenkalk haben wir die Breccien und Sandeinschwemmungen getroffen, die in diesem sonst über weite Flächen so einheitlichen, echt pelagischen Sediment fremdartig genug berühren. Sie bilden selbstverständlich kein Gegenargument gegen die Auffassung dieser Ablagerung als Bildung eines verhältnismäßig recht tiefen Meeres; denn orogene Einschwemmungen können (bei geeigneter Bodengestalt) selbst in die größten ozeanischen Tiefen gelangen (vgl. u. a. 64; 65, S. 4). Dagegen, daß das klastische Material auf submarine Denudation zurückzuführen sein könnte (vgl. 64), spricht vor allem das Vorkommen von Kohlenspielen (S. 4), die wohl auf eingeschwemmte Landpflanzen zurückgeführt werden müssen.

Es ist also anzunehmen, daß orogenetische Bewegungen der Tithonzeit bereits zur Entstehung von über den Meeresspiegel aufragenden Inseln geführt haben.

Im Neokom änderten sich die Verhältnisse: die Bildung rein mariner Mergelkalke, welche in den meisten ostalpinen Gebieten weiter dauerte (Fleckenkalk!), wurde im Bereich unserer Klippen bald abgelöst durch die Junghansschichten. Sie entsprechen nun in ihrer Gesamtheit dem Typus des orogenen Sediments mit ihrem vielfachen Wechsel von Tonschiefern, Sandsteinen, groben und feinen Breccien und Konglomeraten; er deutet auf gesteigerte, durch einen längeren Zeitraum andauernde Bodenbewegungen hin. Die speziellen Bildungsbedingungen der auffallendsten Einschaltung, des Bolgenkonglomerats, wurden bereits an anderer Stelle (36) besprochen. Hier sei nur kurz wiederholt, daß es sich wahrscheinlich um einen Wildbachschutt handelt, der von einer Gebirgskette (auf einer Insel oder einer Reihe von solchen) herabgeschwemmt und im unmittelbar benachbarten Meere abgelagert wurde. Dabei lassen manche Anzeichen (kataklastische Erscheinungen in einzelnen — allerdings recht wenigen — Geröllen) ohne weiteres die Spuren der gebirgsbildenden Bewegung erkennen. Vermutlich ist es eine besonders intensive Phase derselben gewesen, die das zur Bildung einer so groblockigen Ablagerung erforderliche beträchtliche Gefälle geschaffen hat. Doch scheint dasselbe bald wieder durch die Erosion überwältigt worden zu sein, wie die schnelle Wiederablösung durch feinklastische Bildungen anzeigt.

Auffallend ist der Charakter des Feuerstätter Sandsteins: er gleicht, wie wir sahen, genau Sedimenten des helvetischen Schelfmeeres von vielleicht gleichem Alter, bei denen keine orogene Beteiligung in Frage kommt. Man wird diese also auch hier nicht als maßgebenden Faktor in Rechnung setzen dürfen; daß sie nicht fehlte, zeigen die (wenn auch zurücktretenden) Einlagerungen von polygenen Breccien und Konglomeraten.

Es bleibt noch übrig, die Richtung genauer zu bestimmen, woher das klastische Material eingeschwemmt wurde. Einstweilen schwer möglich ist dies bei den Breccien des Aptychenkalks. Sie sind im W fast überall vorhanden, im O fehlen sie häufig. Das läßt jedenfalls auf eine westliche Komponente in der Einschwemmungsrichtung schließen. Aber auffallend ist das isolierte Auftreten des verhältnismäßig größten Materials an zwei Punkten: Feuerstätterkopf SO-Seite und Ränkertobel, am S-Rand des Aptychenkalks. Bei Berücksichtigung der Tektonik (vgl. unten!) rückt der zweite an den Nordrand des in den Klippen erhaltenen Ablagerungsraumes, der erste wenigstens einigermaßen in dessen Nachbarschaft. Es scheint demnach auch eine nördliche Komponente in Betracht zu kommen. Doch läßt sich bis jetzt eine auffällige Gesetzmäßigkeit nicht erkennen. Deutlich ist diese jedoch beim Bolgenkonglomerat. Vorausgeschickt muß hier werden (vgl. Teil B), daß von unseren Klippen dem langgestreckten Zug der Schelpen-Nord- und Bolgenklippe die nördlichste Lage im Sedimentationsraum zukommt. Daran schließen sich gegen S die beiden Klippen des Feuerstätterkopfs, und zwar, da dieselben fast ganz aus einer verkehrten Serie

herausgeschnitten sind, in der Weise, daß ihr heutiger Südrand primär am nördlichsten, ebenso die Hauptklippe als Ganzes nördlich von der Nordklippe lag. Es ist nun bezeichnend, daß alle durch besondere Mächtigkeit wie durch hervorragende Blockgröße ausgezeichneten Vorkommnisse des Bolgenkonglomerats der Schelpen-Nord- und Bolgenklippe angehören. Auf der Südseite der Feuerstätterkopf-Hauptklippe finden sich noch einzelne recht ansehnliche Vorkommen; dagegen scheint in deren Nordhälfte und in der ganzen Nordklippe — also in den primär südlichsten Teilen — das Bolgenkonglomerat so gut wie ganz zu fehlen. Das spricht ganz entschieden für eine Herkunft des Materials aus N. Für die Klippen des Piesenkopfes läßt sich die ursprüngliche Anordnung der Sedimente nicht sicher angeben; doch ist anzunehmen, daß auch sie insgesamt — vielleicht mit Ausnahme der Rohrmooser Klippe — südlich von der Schelpen-Nord- und Bolgenklippe zu Hause sind. Dementsprechend ist auch in ihnen ein Zurücktreten des Bolgenkonglomerats unverkennbar. — Nicht ganz so klar ausgesprochen ist die gleiche Verteilung bei den — an sich ja wesentlich weniger bedeutenden — polygenen Konglomeraten des Feuerstätter Sandsteins. Immerhin gehören auch hier die ansehnlichsten Vorkommnisse der Schelpen-Nord- und Bolgenklippe an, einzelne sind auch aus der Piesenkopf- und Rohrmooser Klippe bekannt, wogegen sie auf der Südseite der Feuerstätterkopf-Hauptklippe fraglich, in ihrer Hauptmasse und der ganzen Nordklippe unbekannt sind.

Die Gebirgskette, welche das klastische Material, wahrscheinlich schon des Aptychenkalks, jedenfalls aber der Junghansschichten und des Feuerstättersandsteins lieferte, lag also nördlich vom Ablagerungsbereich dieser Schichten. Das heißt selbstverständlich nicht dasselbe wie nördlich vom Klippengebiet, wo wir es heute treffen. Es wurde vielmehr a. a. O. (36) bereits gezeigt, daß die Gesteinszusammensetzung des Bolgenkonglomerats am ehesten auf eine Herkunft aus der Nachbarschaft des Berninamassivs verweist. Die Lösung dieses Widerspruchs wird sich später ergeben.

Nach der Ablagerung des Feuerstätter Sandsteins wird die geologische Geschichte unserer Klippen dunkel. Ist das ganze Gebiet verlandet und Land geblieben auch während der oberkretazischen Transgression? Die vielleicht fehlende, jedenfalls sehr geringfügige Beteiligung oberkretazischer Schichten wäre damit erklärt. Jedenfalls folgen nun immer großartigere Gebirgsbewegungen. Die Nummulitenschichten transgredieren anscheinend mit starker Diskordanz.

Von den weiteren Schicksalen des Klippengebietes im Laufe der eigentlichen Alpenfaltung wird später, am Schluß der Arbeit kurz die Rede sein.

Versuch einer faziellen Vergleichung.

Leider stehen für eine Vergleichung der Klippen mit anderen Gebieten in bezug auf die Schichtfolge nur wenige Glieder, vom Malm aufwärts, zur Verfügung.

Zunächst liegt eine Vergleichung mit dem benachbarten oberostalpinen Gebirge des Allgäu. Die Übereinstimmung ist eine gute, soweit das Normalprofil des Malm: Radiolarit — roter, weiter grauer Aptychenkalk — Fleckenkalk in Betracht kommt. Freilich zu den eingelagerten Breccien und Sandkalken findet sich kein Analogon; auch die von Richter (75) erwähnten Breccien sind nicht ohne weiteres damit zu vergleichen: sie enthalten nur Quarz — also offenbar ein sehr weitgehend ausgelesenes Material, im Gegensatz zu der mannigfaltigen Zusammensetzung der Breccien am Feuerstätterkopf usw. Die über den Fleckenkalk folgenden Kreideschichten sind im Gegensatz zu den Junghansschichten größtenteils mergelig, auch lithologisch viel einheitlicher als jene, wenn auch immerhin einzelne Einlagerungen von Konglomeraten mit exotischen Geröllen nicht fehlen — die aber auch wieder ein

ganz anderes, viel weitergehend ausgelesenes Geröllmaterial enthalten. Zum Feuerstätter Sandstein fehlt jedes Analogon.

Bezüglich der Schubsetzen der Retterschwangdecke (51) fällt die Vergleichung ähnlich aus: weicht doch ihre Schichtfolge in Malm und tieferer Kreide nicht stark ab von der oberostalpinen. Immerhin nähert sich der dortige Kreideflysch den Junghansenschichten schon mehr, durch das Vorkommen sandiger Partien und kristalliner Breccien. Feuerstätter Sandstein fehlt allerdings auch dort; und umgekehrt finden die mit den Couches rouges verknüpften Breccien gar kein Analogon im Balderschwanger Gebiet.

Wenden wir uns nun nach Westen, so ist das erste Objekt, das zu einer Vergleichung herausfordert, die kleine Grabser Klippe im St. Gallischen Rheintal. Zu einer solchen bin ich in der Lage auf Grund einer allerdings nur flüchtigen, eintägigen Exkursion; dabei war mir die schöne Karte der Alviergruppe von Arnold Heim (60) ein trefflicher Wegweiser.

Leider sind die tieferen Teile unseres Klippenmalms, der Hornstein und rote Aptychenkalk, in der Grabser Klippe nicht vertreten. Dagegen findet sich der hellgraue Aptychenkalk ganz übereinstimmend wieder, die Einlagerungen von Sandkalken und polygenen Breccien sind zum Verwechseln gleichartig hier wie dort. Dem verhältnismäßigen Reichtum an tithonischen Fossilien, den die Grabser Klippe geliefert hat, kann freilich das Balderschwanger Gebiet bis jetzt nichts entsprechendes an die Seite setzen; allein er ist auch dort an eine einzige, eng umgrenzte Lokalität gebunden. — Eine größere und dem Aptychenkalk gegenüber selbständigere Rolle als in den Allgäuer Klippen spielt der Fleckenkalk; er ist hier durch Fossilfunde von Trümpy (83) als Neokom sicher gestellt.

Ein sehr eigentümliches, seiner Stellung nach jedoch bisher recht unsicheres Schichtglied der Grabser Klippe sind die schwarzen, sandigglimmerigen Schiefer des Leebachs, die Arnold Heim (60) im Anschluß an Trümpy (83) als fragliches Oxfordargovien bezeichnet. Den echten Schichten dieses Horizonts aus dem Falknisgebiet, so wie sie Trümpy (83, S. 104) beschreibt, gleichen sie indessen nur sehr mangelhaft. Dagegen kann man versuchen, sie mit den Junghansenschichten in Parallele zu setzen. Freilich zeigen diese eine ungleich größere lithologische Mannigfaltigkeit; aber einem ihrer Typen (vgl. S. 7, unter ϵ) sehen diese glimmerig-sandigen Schiefer sehr ähnlich, wenn sie auch in manchen Lagen stärkeren Kalkgehalt aufweisen.

Auch eine dünne Bank von äußerst zähem, kieseligem Mergelkalk fand ich eingelagert (im Leebach, bei ca. 900 m). — Die gleichen Schiefer fand ich auch NW vom Berglitenstein im Wald anstehend, von Aptychenkalk mit steil südfallender Rutschfläche überlagert; das unmittelbare Liegende sieht man nicht, doch folgt weiter abwärts am Gehänge Fleckenkalk. Die Alvierkarte verzeichnet dieses Vorkommen nicht, dagegen ist es wohl identisch mit dem früher (58, S. 427) von Arnold Heim erwähnten »mergeligschieferigen Glimmersand«. — Auf der Alvierkarte ist mit der gleichen Farbe der »Schwarzen Glimmertonschiefer« noch eine Stelle zwischen Lee und Leversgasse eingetragen. Es handelt sich dort (sofern ich die richtige Stelle gefunden habe) um einen Wegeinschnitt in stark verquetschten Schiefen, die jedoch von jenen im Leebach nicht unerheblich abweichen; sie sind heller grau, stärker mergelig und viel glimmerärmer. An Junghansenschichten erinnern dort etwas einzelne grüngraue quarzitähnliche Lagen, frei von Kalk, nahe dem Nordende des Aufschlusses. Die genannten Schiefer werden von typischem Fleckenkalk unmittelbar überlagert. (Die letzte Stelle, wo die Alvierkarte die gleiche Farbe verzeichnet, bei Egg, habe ich nicht besucht.) — Zusammenfassend kann gesagt werden: es ist durchaus möglich, daß diese Glimmertonschiefer stratigraphisch über den Fleckenkalk zu stellen sind und am Leebach einer verkehrten Serie oder einer tieferen Schuppe der Grabserklippe angehören (deren innere Tektonik ist ja noch keineswegs klargestellt und läßt verschiedenartige Auslegungen zu). Daß sie im NO-Teil der Klippe zwischen Fleckenkalk und Couches rouges fehlen, wäre mit einer Transgression der letzteren zu erklären. Nach dieser Auffassung würden die Glimmertonschiefer einen Teil der tieferen Kreide vertreten; ihrer Gleichsetzung mit den Junghansenschichten steht alsdann nichts im Wege. Sie könnten etwa aus ihnen hervorgehen durch Ausklingen der grob orogenen Fazies gegen W.

Auch der Feuerstätter Sandstein findet in der Grabser Klippe fragliche Äquivalente. Südlich Leversgasse fand ich im Wald (auf der Rippe über dem zuvor erwähnten Fleckenkalk, wo die Karte Malm verzeichnet) Blöcke von massigem glaukonitischem Quarzsandstein, die ich im Balderschwanger Gebiet ohne Bedenken für Feuerstätter-sandstein halten würde. Freilich ist nicht zu erkennen, ob sie anstehen; und es liegt somit immer noch im Bereiche der Möglichkeit, daß glazial verschleppte Blöcke von Brisisandstein aus der Alviergruppe vorliegen.

(Fortsetzung folgt.)

1. ABHANDLUNGEN.

Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu.

(Mit 1 geologischen Spezialkarte 1:25 000, 1 Profiltafel, 13 Textfiguren.)

Von H. P. Cornelius, Wien.

(Fortsetzung von Heft 1, S. 14.)

Typische Couches rouges schließen die Schichtreihe der Grabser Klippe gegen oben ab.

Geringer sind die Übereinstimmungen mit der »Klippendecke« der weiteren Schweizer Klippen (vgl. z. B. 48, sowie die Übersicht in 56); sie beschränken sich (wenn man von den fraglichen Couches rouges unseres Gebiets absieht) auf den hellgrauen Aptychenkalk des oberen Tithons und den (hier viel stärker entwickelten) Fleckenkalk des Neokoms. Weder der Radiolarit, noch der bunte Aptychenkalk sind vertreten (sofern man nicht die mancherorts an der Malmbasis auftretenden roten Oxfordknollenkalke mit diesem vergleichen will); statt ihrer herrschen helle massige Riffkalke. Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein sind unbekannt.

Die Hornfluh-(Breccien-)Decke mit ihrer seltsam abweichenden Schichtfolge (deren stratigraphische Deutung übrigens noch keineswegs sichersteht) bietet keinerlei Vergleichsmomente. Wohl aber die Simmendecke (56, 73): hier treffen wir zum erstenmal wieder die Schichtfolge Radiolarit-Aptychenkalk (der z. T. das Neokom vertritt); freilich ohne Breccieneinlagerungen. Ihr normales Hangendes ist durch die Transgression der cenomanen Breccie entfernt. Ob diese und die hangenden Globigerinenmergel der Glimmerschieferbreccie und den Couches rouges der Retterschwangdecke zu vergleichen sind?

Wenden wir uns nun zu weiterer Vergleichung nach S, so finden wir zunächst in der Falknisdecke des Rhätikons (83) eine sehr in die Augen fallende Analogie in Gestalt der polygenen Breccien des Malm, die dort eine noch viel bedeutendere Rolle spielen als in unserem Gebiet. Allein ihre Bedeutung wird wesentlich abgeschwächt durch die mit den Breccien wechsellagernden Kalke, die, schwarzgrau und dicht, viel eher an helvetische Fazies erinnern. Radiolarit und bunte Aptychenkalke fehlen; nur hellgraue kommen im hangendsten Teil des Malmkomplexes (Tithon) vor, ebenso Fleckenkalke im tieferen Neokom. An Stelle der Junghansenschichten dagegen findet sich die recht abweichende Fazies der Tristelkalke und -breccien. Dagegen gleicht der Gault, wie schon erwähnt (S. 11), sehr weitgehend dem Feuerstätter Sandstein, nur ist seine lithologische Mannigfaltigkeit größer. Couches rouges und Senonmergel, beide mit Breccieneinlagerungen, folgen darüber; diskordant aufgelagerter Flysch mit Nummuliten schließt die Schichtfolge ab. — Die Schichtfolge der Falknisdecke im Plessurgebirge bleibt im wesentlichen dieselbe (31), nur werden die Kalke des mittleren und oberen Malm größtenteils durch Breccien und Sandsteine ersetzt, und ebenso treten an die Stelle der Neokomfleckenkalke Breccien, Sandsteine und Tonschiefer (= Junghansenschichten?). Auch in den der Falknisdecke gleichgesetzten Schuppen im Unterengadin ist die Schichtfolge im wesentlichen gleich der im Rhätikon.

Eine Vergleichung mit der Sulzfluhdecke des Rhätikons (78a, 47) kommt nicht in Betracht; die Gemeinsamkeiten sind noch spärlicher als im Falle der Nordschweizer

Klippendecke, da sich die Schichtfolge gegenüber dieser u. a. durch den Ausfall der Oxfordknollenkalke und (im wesentlichen) des Neokoms vereinfacht hat.

In der Arosener Schuppenzone begegnet uns wieder ein schon in der Falknisdecke angedeutetes Element, das mit den Junghansenschichten verglichen werden kann: Schiefer, Sandsteine und Breccien, die Cadisch (47) mit Saluverschichten des Engadins vergleicht. Im Malm treffen wir Radiolarit und Aptychenkalk, aber in umgekehrter Anordnung wie in unseren Klippen: der Radiolarit liegt oben, der Aptychenkalk unten — ein Umstand, der eine direkte Gleichsetzung der Schichtfolge jedenfalls nicht zuläßt.

Gehen wir weiter zu den unterostalpinen Decken S.-Graubündens (auf deren Parallelisierung mit Rhätikon und Schweizer Klippen hier nicht eingegangen werden kann), so finden wir in der tiefsten, der Erdecke, die Saluverschichten als Vertreter der Kreide (49), deren Analogie mit den Junghansenschichten bereits erwähnt wurde. Im Malm herrscht auch hier die umgekehrte Folge von (übrigens sehr geringmächtigem) Aptychenkalk unten, Radiolarit oben, aus dem sich die Saluverschichten ohne scharfe Grenze gegen oben entwickeln.

In der Berninadecke ist das höhere Mesozoikum nur sehr fragmentarisch erhalten und noch ungenügend bekannt. Der Jura scheint am Piz Mezzaun noch ebenso wie in der Erdecke gegliedert; nach Zoeppritz (86) würde dort zwar der Radiolarit unter dem Aptychenkalk liegen, wie in unseren Klippen, doch teilt mir Staub mit, daß es sich um eine verkehrte Schichtfolge handelt. Kreide ist dort nicht bekannt. Über den Murtiröl bei Scans sind genauere Untersuchungen abzuwarten; ebenso über den Salsalbo, wo nach Staub eine jurassisch-kretazische Schichtfolge ähnlich jener der Falknisdecke vorliegen soll (81).

In der mittelostalpinen Campodecke endlich treffen wir, in Val Trupchum (86, 79), zum erstenmal wieder das Juraprofil der Klippen: Radiolarit unten, Aptychenkalk oben — allerdings ohne Breccien; wahrscheinlich reicht der letztere bis ins Neokom. Foraminiferenmergel, wahrscheinlich Couches rouges der Oberkreide, bilden das höchste Glied; die Annahme einer transgressiven Lagerung derselben würde das Fehlen von Äquivalenten der Junghansenschichten und des Feuerstätter Sandsteins leicht verständlich machen.

Damit sei dieser flüchtige Überblick abgeschlossen. Wir können aus ihm das Ergebnis ableiten, daß von der Schichtfolge unserer Klippen wohl das eine und das andere Glied in dieser oder jener der unter- und mittelostalpinen Decken Graubündens und der Nordschweizer Klippen wiederkehrt, nirgends aber die ganze Schichtfolge.

In der nachstehenden Tabelle ist nochmals eine Übersicht über die wichtigsten der für die Vergleichung in Betracht kommenden Schichtprofile gegeben.

| | Feuerstätter Decke | Retterschwang (Cornelius, 51) | Grabser Klippe (Arnold Heim, 58, 60) | Falknis-Decke | | | Errdecke (Cornelius, 49) | Stanserhorn (P. Christ, 48) | Aroser Schuppenzone (Cadisch, 47) | Simmendecke (Jeannot, 56) | Campodecke (Val Trupchum; Zoeppritz, 86) |
|----------|---|---|---|---|---|--|---|---------------------------------------|--|--|--|
| | | | | Falknis (Trümpy, 83) | Weißfluh (Cadisch, 47) | Unterengadin (Cadisch u. Staub, 82) | | | | | |
| Obere | Nummulitenkalk u. Breccie (transgressiv) | Couches rouges ?? | Couches rouges | Flysch (transgressiv) | Couches rouges | Couches rouges | Saluverbreccie | Couches rouges (in Blöcken) | Couches rouges ? | Globigerinenmergel? | Couches rouges |
| | Couches rouges ?? | Couches rouges mit Glimmerschieferbreccie | Fraglich | Senonmergel und Couches rouges mit polyg. Breccie | Couches rouges | Couches rouges | Saluversandstein mit Tonschieferzwischenlagen und polygener Breccie | Fehlt | Polygene Breccien, Sandsteine, Schiefer? | Feinsandige Kalke, Orbitulinenbreccien etc. (Cenoman!) | |
| Mittlere | Feuerstätter Sandstein mit polygener Breccie | Fehlt | | Gault: Grauer Glaukonitsandstein, Ölquarzit u. schwarzer Hornstein, schwarze Tonschiefer, polyg. Breccien u. Konglomerate; Kiesel- u. Sandkalke | Gault, ähnlich Falknis, aber größer klastisch | Glaukonitischer Quarzit | | | | | |
| Untere | Junghansenschichten: Schwarze Schiefer mit sandigen u. quarzit. Einlagerungen, feinen Quarz- u. polygen. Breccien; groben polyg. Konglomerat (Bolgenkonglomerat); spärliche Kalkeinlagerungen | Kreideflysch: Dunkle Ton- u. Mergelschiefer, mit Kalken, sandigen Einlagerungen und spärlich polygenen Breccien | Schwarze, glimmerreiche, sandige Tonschiefer? | Tristelkalk und -breccie | Tristelbreccie | Tristelkalk u. Breccie | Saluverschiefer, dunkle Tonschiefer, im oberen Teil sandig, mit Bänken von polygenen Breccien und Konglomeraten | | | | |
| | | | | | | »Bündnerschiefer« ähnliche Schiefer | | | | | Transgression? |
| Malm | Fleckenkalk mit grauen Mergelschiefern | Fleckenkalk | Fleckenkalk | Fleckenkalk mit schwarzen Tonschiefern, Kiesel- u. Sandkalk, oolithischem Kalk, Dolomitbreccie | Schwarze Kiesel- und Sandkalke, mit schwarzen Ton- u. Mergelschiefern wechselnd | | | Fleckenkalk | | | |
| | Aptychenkalk, oben grau, mit Sandkalken und polygenen Breccien; unten rot | Aptychenkalk oben grau, unten rot | Grauer (oberer) Aptychenkalk mit Sandkalken u. polygenen Breccien | Heller, dichter Kalk ¹⁾ mit Kalk- u. polyg. Breccien sowie Riffkalk | Ähnlich Falknis, aber Breccie zurücktretend | Bunte Schiefer u. Kalke; polygene Breccien | Rote, grüne, graue Hornsteine und Schiefer | Hellgrauer dichter Kalk ²⁾ | Radiolarit | Aptychenkalke | Aptychenkalk |
| | Bunter Hornstein | Bunter Hornstein | | Dunkler, dichter Kalk mit Kiesel- und Sandkalk, sandigen Schiefen, brecciösen Kalken u. reichlich polyg. Falknisbreccie | | | Aptychenkalk (Hyänenmarmor) nur lokal u. wenig mächtig | Grauer zoogener Kalk | | | |
| | | | | Oxford-Argovien-Schiefer | | | | Dichter grauer Kalk | | | |
| | | | | | | | | Dunkler feinspätiger Kieselkalk | Aptychenkalk, »Streifenschiefer«? m. Breccien? | Radiolarit | Radiolarit |

¹⁾ Nach der Beschreibung als typischer Aptychenkalk erkennbar; es wurden auch einzelne Aptychen darin gefunden!

²⁾ Nach der Beschreibung als Aptychenkalk zu erkennen!

Anhang:

Kristalline Schubfetzen.

1. Der Gneis vom Großen Graben im Hirschgundental.

Dieses Vorkommen wurde bereits an anderer Stelle (36, S. 261) besprochen. Hier sei nur wiederholt, daß es sich um einen Zweiglimmer-Augengneis granitischer Abkunft handelt, der als zusammenhängende Felsmasse von 2500 bis 3000 m³ wahrscheinlich ansteht, wenn auch vielleicht etwas verrutscht ist; ihr ursprüngliches Volum wird übrigens noch wesentlich vergrößert, wenn man das Material der darunter aufgeschütteten Blockhalde aus dem gleichen Gestein hinzurechnet. Daß es sich um einen Riesenblock aus Bolgenkonglomerat handelt, ist nicht wahrscheinlich, da solches hier gar nicht gefunden wurde. Dagegen besteht mit manchen Blöcken aus dem Bolgenkonglomerat große petrographische Verwandtschaft. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, daß dieser Gneis einen Splitter des kristallinen Gebirges darstellt, dem das Bolgenkonglomerat sein Material entnommen hat.

2. Der Diabas vom Hörnlein und seine Begleitgesteine.

In meiner vorläufigen Mitteilung (28) habe ich bereits das neue Diabasvorkommen im Klippengebiet kurz erwähnt. Dasselbe befindet sich auf der Südseite unter dem Rücken, der vom südlichen Gipfel des Hörnlein (»Auf der Höhe«, 1545,6 m) nach SW hinabzieht. Dort steht, als bester Richtpunkt bei der Aufsuchung des Vorkommens, bei etwa 1415 m Höhe ein großes Stallgebäude weithin sichtbar auf einer Wiese (auch auf der Karte eingetragen!). Dort bereits findet man den Diabas im Schutt. Folgt man einem Steig, der von dort aus gegen O nahezu horizontal in den Wald hineinführt, so gelangt man an einen ansehnlichen Felsabbruch, der die Verbandsverhältnisse des Diabases studieren läßt. Eine ganz einfache Sache ist das freilich nicht: Das jähe Gehänge erfordert zum Teil nicht ungefährliches Klettern in unzuverlässigem Gestein, und ein Standpunkt, der eine gute Übersicht über die Wand von unten her gewährte, ist nicht vorhanden.

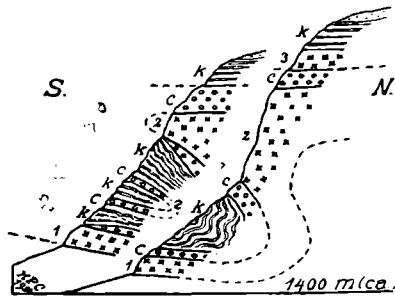


Abb. 2. Die Diabasausschlüsse unter der SW-Rippe des Hörnlein; ca. 1:1,500. (Erklärung im Text.)

Die Lagerungsverhältnisse sind die folgenden (vgl. Abb. 2). Gleich über dem erwähnten Steig steht ein erstes Lager von Diabas (1) an, mit 2 bis 3 m aufgeschlossener Mächtigkeit; sein Liegendes ist nicht sichtbar. Darüber folgt ein feines Konglomerat (c), das größtenteils aus Diabastrümmern besteht, 1 bis 2 m mächtig; gegen W keilt es ganz aus. Darüber trifft man unreine Kalke und Schiefer (k) von flyschartigem Charakter. Die Kalke sind teils hellgrau, dicht, ähnlich dem Aptychenkalk; auch schwarze Tonflaseren fehlen darin nicht; teils werden sie feinkristallin, ebenfalls mit hellen, grauweißen bis grünlichen Farben. Soweit sind sie von den normalen Flyschkalcken vom Piesenkopftypus nicht sehr wesentlich verschieden (vgl. S. 60), nur sind diese meist dünner und regelmäßiger geschichtet. Ein Unterscheidungsmerkmal dagegen sind feinsandige, z. T. sehr glimmerreiche Partien, in unregelmäßiger Weise mit dem reineren Kalk verflochten oder auch als selbständige Bänke eingelagert. Endlich

treten reichlich dunkelgraue, gleichfalls feinkristalline und feinsandige Kalke auf, mit brauner Anwitterung. Alle Varietäten scheinen ineinander überzugehen. Die bis einige Dezimeter mächtigen Kalkbänke wechsellagern mit tonigen Schiefen von heller bis dunkler grauer oder grünlichgrauer Farbe. Die Mächtigkeit dieser Kalke beträgt wohl 10 bis 15 m, ist jedoch nicht unbeeinflusst von der Tektonik, wie man an den stellenweise starken Verbiegungen der Schichten sieht. Gegen W enthalten sie nochmals zwei Bänke des zuvor genannten feinen Konglomerats als konkordante und wohl sicher primär-stratigraphische Einlagerungen, je ½ bis 1 m mächtig (vielleicht entsprechen sich beide als Flügel einer S-schauenden Synklinale? vgl. Abb. 2).

Darüber folgt nun, teilweise nochmals von Konglomerat unterlagert, ein zweiter Diabas (2) als senkrechte Wandstufe, mit der maximalen Mächtigkeit von etwa 15 m im Osten; gegen W nimmt sie stark ab. Am Fuß der Wand, nahe ihrem Ostende, fand ich darin mehrere überfastgroße, eckige Einschlüsse von einem dunkelroten Kalk, z. T. dicht und von Aptychenkalk nicht zu unterscheiden, z. T. feinkristallin (Kontaktwirkung?). Nahe dem sichtbaren Westende beobachtet man eine merkwürdige Verzahnung von Diabas und Kalk: eine Platte von diesem, feinkristallin und hellgrünlichgrau, nicht unterscheidbar von dem Kalk des Liegenden, ragt von W her in den Diabas hinein und endet darin. Man ist zunächst versucht, an einen primären Kontakt zu denken; doch kann es sich auch um eine tektonische Verkeilung handeln. Im Hangenden wird dieser Diabas wieder von einem durchlaufenden, 2 bis 3 m mächtigen Konglomerat begleitet. Wie die anderen erwähnten Konglomerate besteht es größtenteils aus Diabastrümmern (auch im Dünnschliff bestimmt!), meist gerundet und z. T. bis über hühnereigroß. Dabei ist eine scharfe Grenze zwischen Diabas und Konglomerat vielfach nicht zu sehen — ebenso wie auch bei dem zuvor erwähnten im Liegenden des Diabases. In dem Konglomerat liegen jedoch verschiedene Varietäten des Diabases — einsprenglingsarme und -reichere und ganz dichte — bunt durcheinander; es handelt sich also nicht etwa nur um eine Umarbeitungsform des Diabases, sondern tatsächlich um ein Umarbeitungsprodukt desselben. Zudem finden sich auch, zwar teilweise spärlich, aber bei einigem Suchen überall in den Konglomeraten — auch in den anderen, zuvor erwähnten Vorkommen — Gerölle von Glimmerschiefen und hellem aplitischem Gneis, schwarzen, morschen Tonschiefen und dunklem, dichtem Kalk — alle meist von geringer Größe (1 bis 2 cm) — sowie ziemlich reichlich feine Quarzkörner und Glimmerblätter. — Ein Dünnschliff eines sehr feinkörnigen (höchstens 2 bis 3 mm Korngröße) Konglomerats ließ folgende Trümmer erkennen: 1. Diabas (hier verhältnismäßig untergeordnet); 2. Kalkstein, teils ziemlich grob kristallin, teils ganz feinkörnig, mit unbestimmbaren Schalenfragmenten; 3. ein Granatglimmerschiefer (Muskowit, Biotit, saurer Plagioklas, Quarz, Granat); 4. Granit (Quarz, serizitisierter Feldspat, Biotit); 5. feinschieferiges Gemenge von Quarz, ?Albit, Chlorit, Erz; 6. nicht schieferiges Aggregat aus Quarz und serizitisierten ?Feldspaten; 7. Aggregate aus verzahnten Quarzkörnern, z. T. schwach undulös auslöschend; 8. einzelne isolierte Quarz- und Feldspatkörner. — Die Grundmasse besteht aus sehr feinkörnigem, trübem Kalzit, mit spärlich eingestreuten Quarz- und Glaukonitkörnern; außer einem unbestimmbaren, textulariaähnlichen Querschnitt waren keine organischen Reste zu erkennen.

Der zweite Diabas bildet, wie das Auftreten des Konglomerats im Hangenden und Liegenden zeigt, wahrscheinlich ein S-schauendes Gewölbe — vermutlich eine Rückbiegung des Lagers (1), wie in Abb. 2 angedeutet

Über dem obersten Konglomerat liegt nun, anscheinend als höhere Schuppe, noch ein dritter Diabas, 3 bis 4 m mächtig. An seiner Obergrenze fand ich an einer Stelle ein dunkelgrünes Gestein, von serpentinähnlichem Aus-

sehen, aber ganz verdrückt und verflasert und mit Kalzit imprägniert; es ist wohl nur ein Quetschprodukt des Diabases. — Überlagert wird dieser von ganz ähnlichen, z. T. sandigen und feinkristallinen Kalken, wie zuvor beschrieben; gegen W, wo der Diabas auskeilt, legen sie sich direkt auf das Konglomerat.

Ein Hangendes des beschriebenen Pakets ist nicht sichtbar. Gegen N und W taucht es unter die aufschlußlosen Wiesen der Hörnlein-Westabdachung, und im O werden die Aufschlüsse durch einen vom Gipfel herabziehenden Trümmerstrom zugedeckt.

Sehen wir uns nun den Diabas selbst noch etwas näher an! Er gleicht ganz den andern Diabasen des Allgäus (74): dunkelgrün und massig, z. T. gleichmäßig feinkörnig, z. T. porphyrisch durch das Auftreten von einigen Millimeter großen Plagioklaseinsprenglingen. Stellenweise zeigt er eine Art kugelige Absonderung. Blasenräume sind häufig, z. T. mit weißem Kalzit erfüllt, z. T. mit einer orangefarbenen Substanz, die sich im Dünnschliff ebenfalls als Kalzit zu erkennen gibt. Sehr zahlreich sind Klüfte, gleichfalls meist mit Kalzit erfüllt. Auf Rutschflächen und angewitterten Oberflächen scheiden sich dunkelrote Zersetzungsprodukte aus, die dem ganzen Gestein eine äußerlich rote Farbe verleihen. — Im Dünnschliff ließ sich angesichts der weit vorgeschrittenen Zersetzung nicht mehr viel feststellen. Diabasstruktur ist gut ausgeprägt: die Zwischenräume des leistenförmigen Feldspates werden von leuchtend grünen chloritischen Substanzen — den Zersetzungsprodukten der dunklen Gemengteile — erfüllt. Reichlich vorhanden sind Eisenerze.

Das Bild des Gesteins entspricht mehr einem oberflächlichen Erguß als einem intrusiven Lager. Und aus dem zuvor über die Lagerungsverhältnisse Gesagten ergibt sich, daß jedenfalls von einer Intrusion des Diabases an dem heutigen Ort seines Auftretens nicht die Rede sein kann; denn er bildet zweifellos die Unterlage, auf der sich das Konglomerat und die eng damit verbundenen flyschartigen Kalke abgesetzt haben. Der Diabas muß zeitweise der Abtragung zugänglich gewesen sein — als Teil eines größeren Landkomplexes, an dessen Aufbau auch kristalline Schiefer beteiligt waren; das beweist die Zusammensetzung des Konglomerats. Denn einer Auffassung desselben als rein eruptive Tuffbildung widerspricht die Abrollung seiner Bestandteile.

Leider erlauben die Begleitgesteine des Diabases bis jetzt keine Altersbestimmung. Wenn jene roten Kalk-einschlüsse Aptychenkalk sind, so wäre er jünger als Oberjura; aber eine Sicherheit besteht vorläufig nicht.

Später, im tektonischen Teil soll nochmals von der Herkunft des Diabases die Rede sein.

II. Die Schichtfolge der Unterlage.

1. Die helvetische Kreide.

Eine genaue Untersuchung der helvetischen Kreidestratigraphie lag außerhalb der Aufgabe, die ich mir gestellt hatte. Nur ein schmaler Streifen des ausgedehnten Allgäu-Vorarlberger Kreidegebirges liegt innerhalb des aufgenommenen Gebiets; eine Detailuntersuchung dieses schmalen Streifens allein erschien wenig lohnend, zumal von vornherein die Beziehungen zum viel größeren Rest im wesentlichen doch nicht geklärt werden konnten. Denn das gesamte Kreidegebiet war bisher unter modernen Gesichtspunkten noch nie systematisch begangen worden, wenn man von einer Anzahl stratigraphischer Detailprofile absieht, die Kockel (32) veröffentlicht hat. Hoffentlich wird diese Lücke in unseren Kenntnissen bald durch Arnold Heims in Arbeit befindliche Untersuchungen ausgeglichen werden. Vorläufig mögen im Hinblick auf diese fast vollständige Unbekanntheit des Kreidegebirges, insbesondere seines bayerischen Anteils, immerhin die folgenden, mehr nebenbei gewonnenen Beobachtungen von Wert sein.

Wegen der Schichtnamen vergleiche man stets die Angaben von Arnold Heim (56, 59); dort sind auch etwa erwünschte historische Daten zu finden.

a) Die Drusbergschichten sind das tiefste aufgeschlossene Schichtglied der helvetischen Kreide. Ihr Vorkommen beschränkt sich innerhalb des Untersuchungsgebiets auf eine Stelle: an den Scheienwänden. Wenn man den mittleren und westlichen Teil ihres prachtvollen Steilabfalles genau betrachtet, so erkennt man, daß er nicht durchwegs die massigen Formen und bläulichweißen Farben des Schrattenkalks (der allein dort bisher bekannt war; vgl. 6, 16, 23) zeigt: am Fuß der oberen Steilwand kommen vielmehr gut geschichtete, gelbbraun anwitternde Bildungen zum Vorschein. Sie verwittern auch leichter und bilden folglich steile Rasenterrassen, unter denen z. T. nochmals massige Felsen von Schrattenkalk folgen.

Das Gestein der Drusbergschichten ist ein schwärzlicher, z. T. schieferiger oder in flache Linsen zerblätternder Mergel, wechselnd mit kompakten Mergelkalkbänken von grauer Farbe. Gegen oben nehmen diese überhand. Die Grenze gegen den hangenden Schrattenkalk ist durch eine Reihe von Quellaustritten gekennzeichnet.

Die Mächtigkeit ist nicht bestimmbar, da das Liegende nicht aufgeschlossen.

Das Alter der Drusbergschichten ist in der Schweiz als Barremien bestimmt.

b) Der Schrattenkalk zeigt ganz die gleiche Beschaffenheit, die aus den Kalkketten der Nordostschweiz in großer Ausdehnung bekannt ist: ein massiger, z. T. leicht bituminöser Kalk von bläulichgrauer oder bräunlichgrauer Farbe und heller Anwitterung; häufig ist er erfüllt von unbestimmbaren Mollusken- (und ?Brachiopoden-) Resten, die manchmal verkieselt sind, so daß sie auf angewitterten Oberflächen erhaben hervortreten. Einlagerungen andersartiger Gesteine (orbitulinenführende Mergel, wie sie in der NO-Schweiz weit verbreitet sind), habe ich nie beobachtet; die einzige Differenzierung, die mir innerhalb der Kalkmasse aufgefallen ist, besteht darin, daß der untere Teil, zunächst über den Drusbergschichten, eine deutliche Bankung zeigt, die gegen oben größer und weniger auffällig wird; dies ist an den Scheienwänden sehr deutlich zu sehen. Die obersten 2 bis 3 m zeigen scharfeckig begrenzte, grünsandige Einschlüsse, wie sie auch aus der Schweiz vielfach bekannt; darüber folgt mit scharfer Transgressionsgrenze der »Gault«. In den tiefen Erosionsschluchten des Fugenbachs, des Rohrmooser Tobels, der »Klaus« N der Dinigörgenalpe ist die Grenze trefflich aufgeschlossen.

Im Landschaftsbild ist der Schrattenkalk das auffälligste Glied der helvetischen Kreide: er baut gerne massige, hellgefärbte Steilwände auf. Wo er aber sanfte Gehänge und ebene Flächen bildet, da zeigt er vorzüglich die Erscheinungen der chemischen Verwitterung: Karrenbildung, versiegende Bäche, Sickerlöcher usw. Diese letzteren, von einigen Metern Durchmesser und Tiefe dienen in stark verwachsenen Gegenden als bestes Erkennungsmittel des Schrattenkalks. Am schönsten sieht man alle diese Erscheinungen in der Gegend der Weißensteinalpe: sie stellt geradezu »eine Karstlandschaft im kleinen« dar — freilich gemildert durch z. T. starke Vegetationsbedeckung.

Die Mächtigkeit des Schrattenkalkes läßt sich an den Scheienwänden zu etwa 70 bis 80 m bestimmen. Sein Alter ist nach den Schweizer Geologen Oberes Barremien und Aptien.

c) Der »Gault«. Die herkömmlicherweise unter diesem Namen zusammengefaßte Schichtgruppe wird heute von den westalpinen Geologen in zwei Stufen: Gargasien und Albien zerlegt. In unserem Gebiet ist jedoch das Gargasien überhaupt nicht, sondern nur das Albien vertreten. Und dessen Entwicklung ist ziemlich kümmerlich. Man kann nur unterscheiden:

a) Grünsandstein: durch reichlichen Glaukonitgehalt dunkelgrün gefärbter, feinkörniger Quarzsandstein mit kalkhaltigem Bindemittel; häufig rostig verwitternd. Schichtung in meist dicken Bänken nicht sehr deutlich; Gehalt an kleinen, dunkel gefärbten Phosphoritknollen ist ziemlich verbreitet, z. B. in der Gegend der Weißensteinalpe und am Fugenbach; hier gehören sie einer 0,5 bis 0,6 m mächtigen Lage an der Basis an, unmittelbar über dem Schrattenkalk. Wie gewöhnlich scheinen die Knollen umgewandelten, organischen Resten zu entsprechen; am Fugenbach konnten Arn. Heim und ich eine kleine Koralle (*Montlivaultia?*) erkennen. Weder dort noch anderswo ist jedoch bisher etwas Bestimmtes gefunden worden. — An sonstigen Fossilfunden sind zu erwähnen reichliche Belemniten im Schönberger Achenal, dort wo man, auf dem Wege von Obermaiselstein kommend, zum erstenmal die steilgestellten Gaultschichten gegenüber auf der Südseite erblickt.

Die obere Grenzschicht dieses Grünsandsteins gegen den Seewerkalk ist in der »Klause« ausgezeichnet durch allmähliches Zurücktretten des Glaukonit- und Zunahme des Kalkgehalts; daneben durch beträchtlichen Gehalt an Pyrit. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 0,5 m. Nach Meinung von Arnold Heim ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Schicht bereits ein Äquivalent der Turrilitenschicht (Cenoman) darstellt.

β) Typische »Knollenschichten« stellen sich gegen S zu an der Obergrenze gegen den Seewerkalk ein. Im Profil der »Klause« fehlen sie noch; weiter südlich, an dem Gehänge in der unmittelbaren Nachbarschaft der Dinigörgenalpe sind sie bereits vorhanden. Im Fugenbach nehmen sie mit ca. 4 m bereits den größten Teil des dort auf 5 bis 6 m zu veranschlagenden Gesamtmächtigkeit des Gault ein. Aus dem liegenden Grünsandstein entwickeln sich die Knollenschichten durch allmählichen Übergang. Sie enthalten rundliche Kalkknollen, linsig umflasert von grünsandigem Material — ganz ebenso wie sie Arnold Heim (59, Fig. 93, S. 277) abbildet.

Daß diese Knollenschichten den gleichnamigen der Schweiz entsprechen, ist somit keine Frage. Ebenso ist die Stellung des zuvor erwähnten Grünsandsteins (a) dadurch bestimmt, daß ihn die Knollenschichten ganz ohne Zweifel faziell ersetzen. Er entspricht also deren grünsandiger Fazies, wie sie auch aus der Schweiz aus tieferen Decken (z. B. Mürtischendecke) bekannt ist.

Der Gault liefert vermöge seines Phosphat- und Kaligehaltes einen vorzüglich fruchtbaren Verwitterungsboden. Im Gelände macht er sich infolgedessen zumeist durch saftiggrüne Rasenstreifen bemerklich, die zwischen den nackten Felsen des Schratten- und Seewerkalks besonders auffallen.

d) Der Seewerkalk bietet wieder ganz den gleichen Anblick, den man in den Schweizer Kreideketten zu sehen gewohnt ist: ein hellgrauer dichter Kalk, dünnschichtigknollig, mit schwarzen Tonhäuten und gelblichweißer Anwitterung, die ihn schon von weither auffallen macht. An der Oberfläche trägt er häufig Karren, die jedoch nicht die scharfen Formen wie jene des Schrattenkalks zeigen; auch Sickerlöcher sind häufig, aber stets von geringeren Dimensionen (1 bis 2 m Durchm.) als im Schrattenkalk. — Spuren von unregelmäßig eingesprengtem Pyrit im Seewerkalk wurden beobachtet auf dem Rücken südlich vom Fugenbach sowie gelegentlich auch anderwärts.

Sehr interessant ist die untere Grenze des Seewerkalks. Sie wird gebildet durch eine im Fugenbach bis 40 cm mächtige, häufig jedoch in Linsen (primär, nicht tektonisch!) aufgelöste und vielfach bis Null reduzierte, kompakte Bank von hellem, dichtem Seewerkalk, jedoch erfüllt mit zahlreichen schwärzlichgrünen Glaukonitkörnern. Sie ist durch scharfe Schichtfugen begrenzt sowohl gegen den liegenden Gault wie gegen den hangenden normalen Seewerkalk. Diese letztere Diskontinuität zeigt im Fugenbach stellenweise (unterhalb Kehre des Weges im Walde

vor Hugon; die Stelle wurde von Dr. Arn. Heim und mir auf gemeinsamer Exkursion entdeckt) aufs schönste die Erscheinung der Supradiskordanz: die Bänke des Seewerkalks stoßen mit deutlich sichtbarem Diskordanzwinkel von rund 10° an der 13° NW fallenden Basisschicht ab — ein genetisch recht rätselhaftes Verhalten, das uns jedoch zeigt, wie die gleich zu erwähnenden Mächtigkeitsschwankungen des Seewerkalks geometrisch zustande kommen. — Die erwähnte Basisschicht entspricht lithologisch der Überturrilitenschicht der NO-Schweiz. Von der fossilreichen Turrilitenschicht konnte ich auch nicht eine Andeutung finden.

Die obersten Schichten des Seewerkalks lassen manchmal (Kreuzbach NW Hirschgundalpe) dunkle Flecken erkennen, wodurch sie den ostalpinen Neokom-Fleckenkalken zum Verwechseln ähnlich werden.

Die Mächtigkeit des Seewerkalks ist verhältnismäßig gering und auffallend wechselnd: Klause nördlich Dinigörgenalpe ca. 10 m; Umbiegung an den Scheienwänden ca. 10 m; Klamm des Fugenbachs nur 4 bis 5 m, doch auf wenige 100 m Distanz anschwellend bis auf ca. 25 m — das beobachtete Maximum der Mächtigkeit überhaupt. Im Nordflügel des Besler- und Schwarzenberg-Gewölbes endlich scheint der Seewerkalk längs dem ganzen Schönberger Achenal vollständig zu fehlen (im Gegensatz zu der ausdrücklichen Erwähnung bei Gumbel (7, S. 544), die hiermit richtiggestellt sei). Diese Tatsache hat Rothpletz zum Anlaß genommen, eine kleine, lokale Überschiebung von Gault über »Flysch« zu einem großen Längsbruch auszudehnen (12, S. 34). Tatsächlich ist jedoch von einem solchen nichts zu sehen; im Gegenteil wird oberhalb von P. 1218 der Gault, dort wo er zum letztenmal auf dem Südufer der Ache sichtbar ist, fast unmittelbar von Leibodenmergeln überlagert, in vollkommener Konkordanz. Der Kontakt selbst ist leider nicht aufgeschlossen an dem stark verwachsenen Gehänge, so daß keine volle Sicherheit besteht, ob nicht doch noch eine Spur Seewerkalk vorhanden ist; wahrscheinlich ist es aber nicht, da er in dem ganzen Schönberger Achenal tatsächlich nirgends zu sehen ist (abgesehen vom Ränkertobel, wo er jedoch der Scheienalpedecke angehört). In der Gegend östlich Obermaiselstein ist er dagegen wieder einige Meter mächtig vorhanden (Aufschlüsse längs der Straße südlich P. 830,5).

Dieses Aussetzen des Seewerkalks findet ein gleichartiges Analogon in der Gegend von Mellau im Bregenzer Wald (63).

Fossilien wurden im Seewerkalk nicht aufgefunden. Seine stratigraphische Stellung ist in der Schweiz als Turon ermittelt worden.

e) Die Leibodenmergel. Über dem Seewerkalk folgen heller oder dunkler graue, weißlich anwitternde kalkige Mergel mit dünnblättriger Schichtung. In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich sie als Amdener Schichten bezeichnet; wie mir nun aber Dr. Arnold Heim mitteilt, entsprechen sie lithologisch so genau der tieferen Abteilung der Amdener Schichten des Walenseegebiets, den Leibodenmergeln, mit denen sie auch in der stratigraphischen Position übereinstimmen, daß die Übertragung dieses Namens gerechtfertigt erscheint, auch ohne daß bisher Fossilien vorliegen. In der ostalpinen Literatur gehen diese Schichten noch vielfach unter der Bezeichnung »Seewerschichten«. In dem untersuchten Gebiet waren sie bisher nicht vom Flysch abgetrennt worden.

Die untere Grenze der Leibodenmergel, gegen den Seewerkalk, ist zumeist nicht scharf. Auf einige Meter (Klause, N Dinigörgenalpe) oder auch nur Dezimeter (Fugenbach, Kreuzbach) sieht man den Übergang sich vollziehen, z. T. unter mehrfacher Wechsellagerung. Stellenweise (z. B. Klamm unter dem Scheienwasserfall) beobachtet man jedoch auch eine ziemlich scharfe Grenze zwischen Kalk und Mergel. Auch ohne ersichtliche Beziehung zum liegenden Seewerkalk finden sich gelegentlich Einschäl-

tungen von hellgrauen Kalkbänken; sie können jenem (oder auch dem Aptychenkalk) sehr ähnlich werden.

Eine charakteristische, nur selten fehlende Eigentümlichkeit dieser Mergelschiefer sind dunkle Streifen und Flecken, gewöhnlich langgestreckt und öfters mehrfach verzweigt — ganz wie in ostalpinen Lias- und Neokom-Fleckenmergeln; wie auch dort sind sie vermutlich organischen (pflanzlichen) Ursprungs, ohne daß aber etwas Sicheres darüber zu sagen wäre. Diese Flecken treten oftmals bereits in den tiefsten Lagen der Leibodenmergel auf. Am Kreuzbach sahen wir solche Flecken bereits in den obersten Bänken des Seewerkalks sich einstellen, und gleiches habe ich jenseits der Grenzen des Aufnahmegebiets, auf dem Gehänge westlich Rubach (südlich Sibratsgfall) beobachtet; an beiden Örtlichkeiten gehen daraus ohne scharfe Grenze die gleichfalls gefleckten Leibodenmergel hervor.

Eine weitere charakteristische Eigenschaft ist der reichliche Gehalt an Foraminiferen. Als dunkle Pünktchen sind sie stets schon makroskopisch auf den Anwitterungsflächen erkennbar. Größere Fossilreste habe ich hingegen nie gefunden.

Die Mächtigkeit der Leibodenmergel ist verhältnismäßig gering: Nördlich Dinigörgenalpe etwa 20 m; unter den Scheienwänden bis 40 m ca. (jedoch vermutlich tektonisch zusammengestaucht); in der Klamm des Fugenbachs 10 bis 15 m. An der Schönberger Ache endlich scheinen sie, ebenso wie der Seewerkalk, meistens ganz zu fehlen; oberhalb P. 1218 sind sie noch in ganz geringer Mächtigkeit (1 m ca.) sichtbar; weiter östlich nicht mehr bis über Obermaiselstein hinaus — freilich kenne ich in der Nachbarschaft dieses Ortes kein lückenlos aufgeschlossenes Profil von der Kreide zum Flysch. Erst im Nord-schenkel des Gewölbes von Maderhalm treten, am Abhang südlich der Straße Fischen—Obermaiselstein, die Leibodenmergel wieder auf, doch ist die Mächtigkeit dort nicht feststellbar.

Im Falle starker tektonischer Beanspruchung ist charakteristisch die Ausbildung zahlreicher parallel und spitzwinklig zu den Schichtflächen verlaufender Gleitflächen. Deren Kalzitbelege verwittern schwerer als das umhüllende Gestein und finden sich daher im Schutt anreichert.

Stratigraphisch entsprechen die Leibodenmergel nach Arn. Heim (56, S. 318) dem norddeutschen Emscher.

f) Die »Couches rouges«. In höherer Lage wiederholen sich nochmals Bildungen, welche teilweise den eben beschriebenen Leibodenmergeln vollkommen gleichen, teilweise aber sich von ihnen unterscheiden durch das Auftreten lebhaft roter Farben. Bald sind es zusammenhängende Lagen bis zu mehreren Metern Mächtigkeit, bald unregelmäßige Putzen und Flecken inmitten der gewöhnlichen grauen Mergelschiefer, die durch diese rote Färbung auffallen — oft schon auf weite Entfernung: so am Westabfall des Riesenkopfs oder an der Ostseite des Schelpenkammes (unter der Schelpenalpe) oder unter dem Weg von der Schönberg- zur Oberen Mittelalpe. An all den aufgezählten Punkten hat Mylius die »Seewerschichten« bereits gekannt (23). Bezüglich der weiteren Verbreitung sei auf die Karte verwiesen.

Auf derselben sind sie mit der gleichen Farbe eingetragene wie die Leibodenmergel, und nur dort, wo sich tatsächlich rotgefärbte Partien finden, durch Aufdruck roter Punkte hervorgehoben.

Streng genommen, können nur die erwähnten roten und rotgefleckten Mergel auf die Bezeichnung Couches rouges Anspruch erheben. Indessen sind sie dermaßen eng mit den hellgrauen Mergeln verbunden, daß man nicht anders kann, als auch diesen den gleichen Namen belassen, selbst dort, wo (und das ist sehr häufig der Fall) im Streichen die roten Farben vollkommen verlorengehen. Aber ein unterscheidender Name gegenüber den Leiboden-

mergeln ist nötig, da wohl eine ungefähre, aber vielleicht keine exakte stratigraphische Äquivalenz besteht.

Im großen und ganzen dürften sie ja wohl eine diesen altersgleiche Fazies repräsentieren. Zu erwägen war, nachdem Arnold Heim in den »Förstlichichten« des Fährnengebiets eine stratigraphische Wiederholung eines anscheinend identischen Faziestyps in höheren Horizonten des Senons entdeckt hat, ob nicht solches auch in unserem Falle vorliege — ob nicht auch unsere Couches rouges ein derartiges höheres stratigraphisches Niveau der normalen helvetischen Serie darstellten. Indessen sind es in vielen Profilen nicht nur die später zu besprechenden Scheienalpmergel, die sich in großer Mächtigkeit zwischen die Leibodenmergel und die Couches rouges einschieben, sondern auch Linsen von unverkennbaren Flyschgesteinen (vgl. später im tektonischen Teil und die Profile A 16, B 40). Zudem bilden jene selbst gar keine zusammenhängend durchlaufende Schicht, sondern nur Linsen von stellenweise bedeutender Mächtigkeit, die jedoch seitlich rasch ausdünnen und auf große Strecken ganz auskeilen können — nicht nur in der Richtung des Querprofils, sondern auch im Streichen. Und endlich finden sich auch echte Seewerkalke vereinzelt (Hugen, Ränkertobel; vgl. E 64) in gleicher Lage. So scheint es mir nach wie vor notwendig, die Beziehungen dieser Bildungen tektonisch zu deuten: die Couches rouges einer höheren, über die normale helvetische Kreideserie geschobenen Decke zuzuteilen — zumal sich gleiche Verhältnisse auch anderwärts im Allgäu nachweisen ließen (vgl. 39). Für diese Decke mag der Name »Scheienalpdecke« bleiben, mit dem ich nunmehr jedoch nicht mehr die Vorstellung einer ostalpinen, sondern einer ultrahelvetischen Herkunft verbinde.

In den roten, mehr oder minder schieferigen Mergeln und Mergelkalken der Couches rouges finden sich mitunter schon makroskopisch sichtbare Glaukonitkörner vereinzelt eingestreut, bis zu $\frac{1}{2}$ bis 1 mm Durchm.

Soweit die roten Farben fehlen, gleicht, wie erwähnt, die lithologische Beschaffenheit genau jener der Leibodenmergel; auch die dunklen Flecken finden sich genau wie dort. Eingelagerte Bänke und Linsen von seewerähnlichen dichten Kalken kommen, wenn auch selten, vor. — Andere bemerkenswerte Einlagerungen sind grüne, glaukonitreiche Sandsteine mit kalkreichem Bindemittel. Ein solcher bildet auf dem Südgehänge des nördlichen Schelpengrabens eine massige, ca. 80 cm mächtige, stark rostig anwitternde Bank, etwa 4 bis 5 m über der Grenze gegen die Scheienalpmergel (bei verkehrter Lagerung). Auch im Stubengraben tritt nicht weit unter der Obergrenze der Couches rouges eine ähnliche, hier mehr mergelige, glaukonitreiche Bank auf, an 2 m mächtig. An beiden Stellen sind graue Mergel das umhüllende Gestein.

An makroskopischen Fossilien finden sich selten Bruchstücke von Inoceramenschalen. Ebenfalls nicht häufig, wo überhaupt vorhanden jedoch in Massen auf den Schichtflächen (z. B. am Gehänge über den Rindbachalpen, bei ca. 1300 m Höhe), sind die bis $\frac{3}{4}$ m Durchm. erreichenden wedelartigen Abdrücke von Taonurus (Cancellophycus), deren Deutung noch immer nicht feststeht. Sie scheinen ein Unterscheidungsmerkmal zu sein gegenüber den Leibodenmergeln der normalen helvetischen Schichtfolge: nicht nur ich habe dort nie dergleichen gefunden, sondern auch aus der Schweiz werden sie nicht daraus erwähnt (wohl aber aus den Couches rouges der Klippen!).

Gleichfalls ganz ebenso wie in den Leibodenmergeln ist das Vorkommen massenhafter Foraminiferen charakteristisch — wie dort sind sie bereits makroskopisch als schwarze Pünktchen auf den Schichtflächen wahrnehmbar, und zwar in den roten Mergeln ganz ebenso wie in den graugefärbten. Im Dünnschliff zeigen sie oft wohlerhaltene Schalen mit deutlich sichtbarer Perforation; die Kammern sind mit klarem Kalzit, seltener mit dunkler undurchsich-

tiger Substanz oder mit trüber, feinkörniger, kalzitreicher Masse (dem umhüllenden Gestein gleich) erfüllt. Nur vereinzelt sind die Schalen aufgelöst und mitsamt den umschlossenen Hohlräumen einheitlich durch Neubildungen von Kalzit ersetzt. — An Formen konnte ich bestimmen (nach Egger, 53):

Globigerina bulloides d'Orb. (häufig),
Globigerina aequilateralis Brady (viel seltener),
 »*Oligostegina laevigata*« Kaufm. (ziemlich selten),
Orbulina universa d'Orb. (häufig),
Textularia sp. (ziemlich selten),
 eine unbestimmbare Rotalide.

Wesentlich anders sieht ein Schriff einer kalkigen Einlagerung (von der S-Seite des Piesenkopfs) aus. Er enthält noch viel massenhafter Foraminiferen als die Mergel, im gleichen Erhaltungszustand. Es sind die Formen:

Orbulinaria sphaerica } massenhaft,
Orbulinaria ovalis }
Discorbina canaliculata Reuß (häufig),
Textularia cf. *globulosa* Ehrenbg. (ziemlich häufig),
Textularia cf. *aculeata* Ehrenbg. (vereinzelt),
Bigenerina sp. (vereinzelt),
Globigerina sp. (vereinzelt).

Auffällig ist die vollkommene Verschiedenheit der Foraminiferenfauna dieses Kalkes gegenüber den Mergeln. Meine wenigen Schriffe erlauben selbstverständlich keine weitgehenden Schlüsse; immerhin bestätigen sie bestens die Angaben von Quereau (72) und Arnold Heim (59) bezüglich der Gebundenheit bestimmter Formen an kalkige bzw. mergelige Fazies.

Die Mächtigkeit der Couches rouges ist sehr groß, durch die Tektonik bedingten Schwankungen unterworfen, die eine Ermittlung des ursprünglichen Wertes unmöglich machen. Das beobachtete Maximum beträgt (im Stubengraben) 65 bis 75 m.

Gegenüber tektonischer Beanspruchung verhalten sie sich ebenso wie die Leibodenmergel. Ist sie sehr intensiv, so findet auch wohl Umwandlung in undefinierbare Quetschschiefer statt (z. B. Stubengraben, N-Ast).

g) Die »Scheienalpmergel«. Diesen Namen habe ich 1921 eingeführt für einen Gesteinskomplex, den ich auf Grund lithologischer Analogien — Fossilien wurden trotz eifrigen Suchens nicht gefunden, weder damals noch seither — einerseits den Junghansenschichten vergleichen zu dürfen glaubte, andererseits ganz besonders der typischen ostalpinen Unterkreide: von deren sandigen Mergeln, z. B. von Flirsch im Stansertal, ist der verbreitetste Typus der Scheienalpmergel tatsächlich im Handstück nicht zu unterscheiden. Nun hat sich aber im Fortgang meiner Arbeiten herausgestellt, daß diese Scheienalpmergel einmal in ihrer Verbreitung gebunden sind an die helvetische Kreide und teilweise in stratigraphischem Verband mit ihr stehen; zweitens, daß sie teilweise lithologisch identisch sind mit dem von Wepfer (85) beschriebenen, fossilführenden Senon von Andelsbuch und Umgebung; und endlich machte mich Arnold Heim bei unserer letzthin gemeinsam ausgeführten Exkursion aufmerksam darauf, daß ein Teil des Scheienalpmergels nichts anderes ist als helvetischer Leistmergel. Ein anderer Anteil dagegen scheint den Schweizer Wangschichten zu entsprechen — ohne daß es mir möglich gewesen wäre, beide gegeneinander abzugrenzen (ein Fall, der ja auch sonst in Vorarlberg häufig ist; vgl. 63). Aus diesem Grunde mag der Name Scheienalpmergel vorläufig bleiben, als zusammenfassende Bezeichnung für Leistmergel und Wangschichten. »Wildflysch«, wie Richter möchte (29, 34), sind sie im ganzen nicht, wengleich Übergänge in wildflyschartige Fazies vorkommen — freilich zumeist tektonisch bedingt; und wenn sie auch stratigraphisch dem Oberstdorfer wie dem Schweizer »Wildflysch« teilweise äquivalent sein mögen.

Meine frühere Auffassung über die stratigraphische Stellung der Scheienalpmergel ist damit richtiggestellt.

Tektonisch gehören sie ebenso der Bregenzerwalddecke wie der Scheienalpedecke an.

Sie beginnen mit den Leistmergeln. Durch dunklere Farbe und stärkeren Tongehalt werden sie von den Leibodenmergeln geschieden, mit denen sie jedoch — soweit nicht lokaltektonische Gleitbewegungen störend eingreifen — durch allmähliche lithologische Übergänge verknüpft sind. Man sieht dann die dunklen Flecken der Leibodenmergel in der sich verdunkelnden Zwischenmasse allmählich verschwinden; die Grenze ist meist auf eine Reihe von Metern nicht genau feststellbar. Das bezieht sich auf die Bregenzerwalddecke; in der Scheienalpedecke kommen nur teilweise gleichartige, vielfach jedoch auch stark abweichende Grenzverhältnisse vor (vgl. später S. 56).

Die normalen Leistmergel nehmen nun meist ziemlich bald einen beträchtlichen Sandgehalt auf. So geht aus ihnen hervor der verbreitetste Typus der Scheienalpmergel: feinsandige Mergel, meist ziemlich reich an Glimmerschüppchen von großer Feinheit; selten sind vereinzelt Glaukonitkörnchen mit freiem Auge wahrnehmbar. Die Farbe des Gesteins ist ein meist recht dunkles Grau, in feuchtem Zustande manchmal fast schwarz; die Anrisse in den Gräben um die Scheienalpe sowie im Bereich des Fugenbachs (oberhalb der Klamm) verdanken ihm ihre düstere Färbung. In trockenem Zustande erscheint dagegen, zumal auf angewitterten Oberflächen, das Grau erheblich lichter. Gute Schichtung, in Bänken von 20 bis 30 cm, ist häufig wahrzunehmen; sie tritt im Gelände vorzüglich hervor, da leichter und schwerer verwitternde — kalkärmere und -reichere — Schichten miteinander wechseln. Immer ist diese Schichtung jedoch nicht wahrzunehmen; oft genug sieht man nur eine Parallelabsonderung in Plättchen von einigen Millimetern Dicke, von der sich häufig nicht entscheiden läßt, ob sie auf ursprüngliche Schichtung oder auf Clivage zurückgeht. Ein Materialunterschied besteht innerhalb solcher Komplexe nicht. Sie liefern einen dünnblättrigen Schutt und die für die Scheienalpmergel charakteristischen »bratschigen« (um einen in den Tauern üblichen Ausdruck zu gebrauchen) Anrisse, die oft nur begehbar sind mit Hilfe von Stufenschlagen in dem verhältnismäßig weichen Gestein.

Weiter sind die mannigfachen Einlagerungen andersartiger Gesteine zu erwähnen; in erster Linie die Fleckenkalke: dichte, ziemlich dunkelgraue, grünliche, bräunliche Kalke mit noch dunkleren unregelmäßigen Flecken; im allgemeinen vollkommen massig. Sie gleichen manchen ostalpinen Lias- und Neokomtypen aufs Haar, wogegen die (gelegentlich ja auch fleckigen; vgl. S. 56) helvetischen Seewerkalke stets heller sind. (Fetzen von hellem Kalk, mit Inoceramenresten, im Stubengraben S.-Ast bei ca. 1375 bis 1380 m, sind jedenfalls nur tektonisch eingekneteter Seewerkalk!) Solche Fleckenkalke bilden Lagen und Linsen, bis zu einigen Metern mächtig; sie treten meist nur vereinzelt auf, aber an zahlreichen Stellen; so z. B. im Wasserfallgraben unter der Alten Piesenalpe oder am Weg von der Scheienalpe zur Dinigörgenalpe, im Stubengraben u. a. In letzterem liegen sie (3 bis 4 m mächtig) hart an der Grenze gegen die Couches rouges, die jedoch durch eine lokale Gleitbewegung tektonisch umgestaltet ist (an der Kante des südlichen Grabenrandes, bei ca. 1300 m). Im nördlichen Schelpengraben sieht man sie (auf dem S-Gehänge) ebenfalls an der Grenze gegen die hellgrauen gefleckten Mergelschiefer der Couches rouges, in die sie dort einen allmählichen Übergang vermitteln.

Ebenfalls hin und wieder finden sich eingelagert schwarze bis dunkelblaugraue, dichte Kieselkalke, teilweise braun anwitternd, von großer Härte und Zähigkeit. Sie erinnern an manche Flyschkalke. Auch sie treten in Bänken bis zu 2 bis 3 dm nur sporadisch auf, z. B. in dem Graben N der Aibealpe (Rohrmooser Tal), über dem bei 1265 m Höhe querenden Jagdsteig; dort sind auch graue glaukonitreiche Kalke damit vergesellt.

Ein interessanter Aufschluß findet sich am Ostufer des Baches W der Scheienalpe, bei der Mündung des südlichen Schelpengrabens. Südlich im Hangenden der hellgrauen Couches-rouges-Mergel sieht man dort, den Übergang zu den Scheienalpmergeln vermittelnd, dunkelgraue, dichte Kalke, mit heller Anwitterung, durch 20 bis 25 m Mächtigkeit mit dunklen Mergelschiefeln wechseln; die einzelnen Bänke messen 10 bis 20 cm Dicke.

Die »Rot-Gschlif-Mergel«, die ich (28) als Einlagerung in Scheienalpmergel erwähnt habe, dürften auch als verhältnismäßig kalkarme Couches rouges aufzufassen sein (im Stubengraben).

Auch manche Einlagerungen von Sandstein scheinen mir heute mit größerer Wahrscheinlichkeit tektonisch zwischengeschaltetem Flysch anzugehören; so z. B. im NW-Ast des Rohrmooser Tobels, bei ca. 1390 m, oder südlich unter P. 1448 (W-Scheienwände). Anderwärts begegnet man aber auch jedenfalls primären stratigraphischen Einschaltungen von Sandstein. In den Gräben auf der N-Seite des Rohrmooser und Hirschgundentals begegnet man ihnen des öfteren — freilich meist nur in Gestalt von losen Blöcken, für die jedoch kaum eine andere Herkunft übrigbleibt als aus dem Gebiet des Scheienalpmergel. Es sind feinkörnige, glimmerreiche Quarzsandsteine, meistens ganz ähnlich dem später zu erwähnenden Oberzollbrücker Sandstein (vgl. S. 61). Daß solche als primäre Einlagerungen im Scheienalpmergel tatsächlich vorkommen können, beweisen die Profile, die ich (39) aus dem Ostertal bekannt gemacht habe.

Eine interessante Einlagerung der Scheienalpmergel sind grüne und schwärzliche Quarzite — ganz gleich wie in den Junghansenschichten; auch mit gleichartigen »Wurmröhren« auf den Schichtflächen. Aber ihre quantitative Bedeutung ist gegenüber der in den Junghansenschichten geringfügig. Sie bilden gesellig auftretende Bänke von etwa 5 bis 15 cm Mächtigkeit, und zwar anscheinend ausschließlich an der Grenze gegen die Couches rouges der Scheienalpede. Z. T. in deren verkehrter Serie: So z. B. im »Wasserfallgraben« unter den Scheienwänden bei ca. 1180 m. Die umgebenden Scheienalpmergel sind dort verhältnismäßig kalkig und gut gebankt, die sehr steil N-fallende Grenze gegen die Couches rouges ziemlich scharf. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtet man auch im Stubengraben; doch treten dort auch etwas weiter entfernt von der Grenze einzelne bis 1 m mächtige Bänke solcher Quarzite auf. Sie waren einst für mich ein Hauptargument für die Vergleichung von Scheienalpmergeln und Junghansenschichten.

In den obersten Verzweigungen des Stubengrabens treten ähnliche grüne Quarzite mit feinen polygenen Breccien verbunden auf, die anscheinend auch den Scheienalpmergeln eingelagert sind. Sicher ist das Vorkommen derartiger feiner Breccien innerhalb der Scheienalpmergel des Rohrmooser Tals. Im Graben N der Aibealpe sind sie gleichfalls mit grünem Quarzit verknüpft; im Graben W des Jägerwinkels, bei ca. 1240 m, gehen sie in grobe, braun anwitternde Sandsteine über.

Diese orogenen Einlagerungen gehören wahrscheinlich alle der Scheienalpede an, doch ist deren Abgrenzung im Rohrmooser Tal z. T. noch nicht sicher (vgl. später). Zu erinnern ist hier an die polygenen Breccien und grünen Quarzite in den Scheienalpmergeln der Ostertalantiklinale, die wahrscheinlich ebenso der Scheienalpede zuzuteilen sind (vgl. 39).

Tektonischer Umformung gegenüber sind die Scheienalpmergel in hohem Grade nachgiebig. Sie werden umgestaltet zu schwarzen flaserigen Quetschschiefeln, wie sie oft als »Wildflysch« bezeichnet werden. Speziell dort, wo sie primäre Einlagerungen von Kieselkalken, Quarziten, Breccien enthielten, liefern sie sehr wildflyschähnliche tektonische Fazies, indem diese härteren Bänke in Schollen und Blöcke zerbrechen, die gelegentlich, wohl noch ebenfalls auf tektonischem Wege, an den Kanten abgerundet

werden. Die weicheren und beweglicheren Schiefer werden zwischen sie hineingepreßt, und das Endergebnis sind wirr gelagerte, von den Schiefeln regellos umflaserte Blockmassen. Solche sieht man sehr schön z. B. im östlichen Zweig des vom Jägerwinkel kommenden Grabens, bei etwa 1300 m Höhe (mit Blöcken von dunkelgrauem Kalk und grünem Quarzit); ebenso im (von W gezählt) zweiten Zweiggraben im Sperberwinkel über dem bei 1300 m querenden Jagdsteig, wo sich auch feine polygene Breccie an diesem tektonischen Blockwerk beteiligt.

Die Mächtigkeit der Scheienalpmergel ist bedeutend, wohl mehr als 100 m; wegen der intensiven tektonischen Umgestaltung der Profile jedoch kaum mit einiger Sicherheit anzugeben. Als Alter dürfte oberes Senon (Campanien-Danien) anzunehmen sein.

h) Glaukonitsandstein gehört streng genommen auch zu den Einlagerungen der Scheienalpmergel. Da er jedoch deren auffälligste ist und auch in Karte und Profilen ausgeschieden werden konnte, wird er hier gesondert besprochen.

Es handelt sich vorzugsweise um feinkörnige, glaukonitreiche Sandsteine von dunkelblaugrüner Farbe — viel dunkler und quarzärmer, meist auch feiner als der normale Typus der Feuerstätter Sandsteine, dagegen ähnlich vielen Glaukonitsedimenten des helvetischen Gault oder der Numulitenschichten. Doch habe ich trotz mehrfachen Suchens nie eine Spur von makroskopischen Fossilien darin gefunden. Bei der Verwitterung scheiden sich manchmal kupferfarbige Belege von Eisenverbindungen auf Klüften aus; sie können eine Verwechslung mit Diabas bei flüchtigem Zusehen zur Folge haben. — Im Dünnschliff zeigt ein solches Gestein (aus dem Graben W. der Unteren Schrine, im Hirschgundental, bei ca. 1120 m) als wesentlichsten Bestandteil (> 50 vH) klare Quarzkörner, von weit überwiegend scharfeckigen Formen, doch kommen auch teilweise und (selten) ganz gerundete vor, namentlich unter den größeren. Die überwiegende Anzahl ist sehr klein; einzelne größere Exemplare sind unregelmäßig eingestreut. Klastisch beigemengte Muskowit- und Chloritblättchen sind sehr spärlich; auch Körnchen von Kalzit klastischer Herkunft gar nicht häufig. Eher findet man dies letztere Mineral in kleinen, neugebildeten Rhomboëdern. Gut individualisierte Glaukonitkörner, in der Größe gleich der Hauptmasse des Quarzes, sind gleichfalls ziemlich spärlich. Teilweise sind sie sehr regelmäßig kreisförmig oder elliptisch umgrenzt und von einer ganz dünnen Kalzitrinde umhüllt; vielleicht daß hier organische Reste vorliegen, deren Natur jedoch nicht zu ermitteln ist. Wo eine solche Kalzitumhüllung fehlt, heben sich die Glaukonitkörner erst bei Anwendung von starker Beleuchtung deutlich ab von der Zwischenmasse. Diese ist tiefgrün, anscheinend auch durch diffus verteilte Glaukonitsubstanz gefärbt, jedoch so schlecht durchsichtig, daß eine sichere Bestimmung unmöglich ist. Vereinzelt finden sich auch noch Aggregate von Pyrit, z. T. vielleicht auch als Fossilisationsmittel, in auffallend regelmäßig begrenzten, langgestreckten Zylindern. Die Lagerung aller Gemengteile ist ganz regellos, die Textur vollständig massig.

Bemerkenswerterweise erinnert dieser Schliff in mancher Hinsicht an die von Arnold Heim (59, S. 141) beschriebenen des Assilinengrünsandes der Mürtshendecke am Walensee: die kalzitumrindeten Glaukonitkörner (von Arn. Heim als gleichzeitiger chemischer Niederschlag gedeutet!), der diffus verteilte Glaukonit der Grundmasse sind die wesentlichsten Vergleichspunkte. Dagegen bedingt das Mengenverhältnis von Quarz und Glaukonit einen beträchtlichen Unterschied.

An manchen Stellen sieht man das beschriebene Glaukonit-Quarzsediment unter Abnahme des Gehalts an diesen beiden Mineralien übergehen in einen Glaukonitmergel von dunkel-olivbrauner Farbe der mergeligen Grundmasse; sie wird durchspickt von massenhaften, oft leuchtend blaugrünen Glaukonitkörnern (Durchmesser von Bruchteilen eines Millimeters); viel seltener sind daneben auch glasis-

graue Quarzkörner makroskopisch erkennbar; noch seltener auch schwarze Glimmerblättchen. Das bemerkenswerteste Vorkommen eines solchen Gesteins ist südlich der Schelpen- alpe, unterlagert von Scheienalmern und überdeckt von Couches rouges. Als normales Liegendes der letzteren habe ich es 1921 aufgefaßt; ich glaubte es am ehesten mit Gault vergleichen zu dürfen. Nach meiner heutigen Auffassung kehrt sich das Altersverhältnis um. Es ist dies eine der wenigen Stellen, wo genau an der Grenze zwischen Couches rouges und Scheienalmern eine derartige Grünsand- bildung auftritt.

Endlich fand ich noch an zwei Stellen kalkige, fossilführende Gebilde in höchstwahrscheinlichem Zusammenhang mit den obigen Grünsandsteinen; leider kann derselbe nicht als sicher nachgewiesen gelten, da es sich in beiden Fällen nur um Blöcke handelt, die zudem wenigstens an der einen Stelle hart unter der Überschiebungsfäche der Feuerstätter Decke liegen. Diese Stelle befindet sich bei der Biechtalpe. In der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Hütte liegen neben massenhaften Blöcken von Glaukonit- mergel vereinzelt auch solche von einem gelblichgrauen, spätigen Kalk mit Glaukonit- und Quarzkörnern. Ein ganz gleichartiges Gestein findet sich, ebenfalls nur in Blöcken, zusammen mit dem Glaukonitsandstein an der oben er- wählten Stelle im Graben W der Unteren Schrine (A 17).

Im Dünnschliff erkennt man in beiden Vorkommen des Gesteins neben Bryozoen, Lithotamien und Echino- dermensplittern auch zahlreiche Foraminiferen: vor allem Orthophragma (Discocyclina) sp., daneben in dem Gestein von der Unteren Schrine zwei Exemplare von Assilina sp., von 2,5 bzw. 3,5 mm Durchm.; außerdem Textulariden (frdl. Bestimmung von Dr. Arnold Heim).

Hier handelt es sich also um sichere Nummuliten- schichten. Leider gestattet die unklare Lagerung in beiden Fällen keinen sicheren Rückschluß auf die Altersstellung und somit auch keine Stellungnahme in der zurzeit brennen- den Frage der Kreidenummuliten. Denn es besteht immer noch die Möglichkeit, daß diese beiden nummulitenführenden Grünsandvorkommen stratigraphisch über den Scheienalp- mergeln liegen und mithin abzutrennen wären von der Mehr- zahl der anderen, ihnen eingelagerten Vorkommen, die bis- her keine Nummuliten geliefert haben. Dabei ist freilich die Hoffnung noch nicht aufzugeben, daß sich solche da und dort vielleicht noch darin finden werden; teilt mir doch Arnold Heim mit, daß auch in den schweizerischen Vor- kommen oft vollkommen sterile Partien abwechseln mit solchen, die erfüllt sind von Nummuliten (vgl. auch 62).

Überblick über die helvetische Kreide; Faziesvergleich.

Die helvetische Kreide unseres Gebiets entspricht — von der ultrahelvetischen Scheienalpdecke abgesehen — im wesentlichen dem Faziestypus, wie ihn in der Schweiz der Nordteil der Säntisdecke zeigt; immerhin mit einigen lokalen Besonderheiten (vgl. das Fazieschema Abb. 3).

Die Drusbergschichten sind die tiefste erhaltene Schicht. Sie gehen nach oben über in den Schrattenskalk (Barremien- Aptien). Mit seinen 70 bis 80 m Mächtigkeit erreicht er nur etwa den halben Betrag wie in den nördlichen Säntisfalten; dabei läßt das anscheinende Fehlen der Orbitulinenschicht keine Entscheidung zu, ob der ganze Schrattenskalk gleich- mäßig reduziert oder nur die untere Hälfte entwickelt ist, wie in den tiefsten Decken der Ostschweiz (wo seine Mächtig- keit jedoch noch wesentlich geringer bleibt).

Das gesamte Gargasien fehlt, wie in dem nördlichen Faziesbezirk der Nordostschweiz, insbesondere fehlt auch der charakteristische Brisisandstein; auf der Isopenkarte Kockels (32, S. 87) ist demgemäß die Brisi-Nordgrenze entsprechend weiter gegen O einzubiegen. Ebenso fehlt das gesamte Albien bis auf die oberste Abteilung, die Knollen- schichten, die mit scharfer Diskontinuität auf der z. T. karig verwitterten Oberfläche des Schrattenskalks trans- gredieren (ohne daß damit die Annahme einer voraus-

gegangenen Trockenlegung verknüpft werden müßte; vgl. Arnold Heim, 59). Auch das stimmt im wesentlichen mit den Verhältnissen am Nordrand der Säntisdecke; ebenso die geringe Mächtigkeit und die teilweise rein grün- sandige Ausbildung der Knollenschichten.

Das Cenoman ist im Vergleich zur Schweiz auffallend rudimentär entwickelt; Äquivalente der Turritilenschicht sind überhaupt fraglich, jedenfalls fossilleer; die Überturri- litenschicht besteht aus einer Zone seitlich auskeilender Linsen von maximal $\frac{1}{2}$ m Mächtigkeit, die im Liegenden wie im Hangenden von Diskontinuitäten begrenzt sind.

Auch der Seewerkalk zeigt eine auffallend geringe Mächtigkeit, wie sie in der Schweiz (soweit nicht Erosions- zuschnitt durch die Eozäntransgression zugrunde liegt, wie z. T. im Autochthonen und den tiefsten Decken) nur vom Südrand der Säntis-Drusbergdecke bekannt ist. Trotzdem wäre es wohl verfehlt, wollte man die Isopen für die Turon- zeit, abweichend von den vorhergehenden Kreidestufen, von unserem Gebiet zur Alviergruppe ziehen; denn gegen S nimmt die Mächtigkeit des Seewerkalks (in der Ober- dorfer Gegend, vgl. 61) wieder zu. Ganz ungewohnt aus der Schweiz ist auch das rasche lokale Schwanken der Mächtigkeit, das sogar bis zum vollständigen Ausfallen des Seewerkalks längs der Schönberger Ache führt (ebenso bei Mellau im Bregenz Wald, 63).

Die Ausbildung der senonen Leiboden- und Leistmergel erinnert ebenfalls an die Verhältnisse in der Nordostschweiz, wo innerhalb dieser Schichtgruppe keine besonderen Fazies- differenzen bekannt sind.

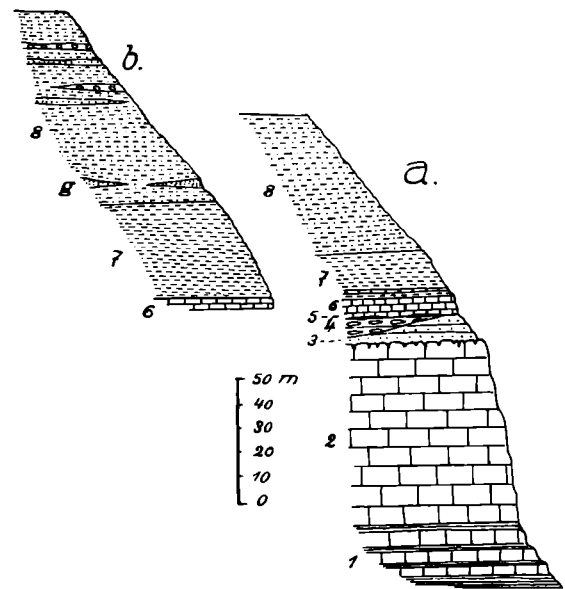


Abb. 3. Stratigraphisches Idealprofil durch die helvetische Kreide. a = Bregenzwalddecke: 1 = Drusbergschichten, 2 = Schrattenskalk, 3 = Gault Grünsand, 4 = Gault Knollenschichten, 5 = Überturritilenschicht, 6 = Seewerkalk, 7 = Leibodenmergel, 8 = Scheienalmmergel.

b = Scheienalpdecke: 6 = Seewerkalk, 7 = Couches rouges, 8 = Scheienalmmergel mit Sandstein- und Breccieneinlagerungen, g = Grünsandlinsen.

Für die ultrahelvetische Scheienalpdecke ist eine Ver- gleichung der Mächtigkeiten nicht möglich, da sie zu stark tektonisch modifiziert sind. Die Schichtfolge beginnt mit Fetzen von Seewerkalk; darüber folgen die Couches rouges, von dem Leibodenmergel im wesentlichen nur durch die teilweise rote Färbung unterschieden. Das ist eine aus fast dem gesamten helvetischen Gebiet der Schweiz unbekannt Erscheinung; die einzige Stelle, wo ich solche erwähnt gefunden, befindet sich auch wieder in einer ultrahelveti- schen Decke: die roten, von Couches rouges nicht zu unter- scheidenden Mergel der »Leimernschichten« aus der Unter-

lage der Giswilerklippen (84). In den weiterhin folgenden mächtigen Scheienalpmergeln sind Leistmergel und Wangschichten zu einer Einheit verschmolzen, wie das auch sonst in Vorarlberg der Fall zu sein scheint. Ob die mehrfach eingelagerten Grünsandlinsen den Assilinengrünsanden der Schweiz entsprechen, läßt sich noch nicht entscheiden. Gleichzeitig machen sich hier orogene Einschwemmungen bemerklich, die in der Bregenzer Walddecke nicht bis in unser Gebiet nach N gelangt sind.

2. Der Flysch.

Wenn man eine der früheren geologischen Karten des Klippengebietes betrachtet, so sieht man dasselbe fast ganz von Flysch eingenommen: von der helvetischen Kreide waren nur die Schichten bis zum Seewerkalk einschließlich, von den Klippengesteinen im allgemeinen nur der Aptychenkalk als solche bekannt. Nachdem es nunmehr gelungen ist, jenen beiden Schichtkomplexen namhafte weitere Glieder zuzuteilen, bleibt als »Flysch« nur mehr eine, wenn auch immer noch recht ansehnliche Restgruppe übrig.

Für diese kann im großen und ganzen alttertiäres Alter angenommen werden (abgesehen wahrscheinlich von geringfügigen Ausnahmen; siehe weiter unten). Fossilien freilich, die stratigraphisch zu verwerten wären, fehlen bis jetzt gänzlich; die angegebene Einreihung basiert somit bloß auf der Unterlagerung durch die obersten Kreideschichten und auf der Analogie mit dem Schweizer Flysch.

Eine Gliederung des Flysches ist demgemäß auch nur auf lithologischer Basis möglich. Sie wird erschwert durch die vielfach verwickelte Detailtektonik und die häufigen Unstimmigkeiten zwischen oft gar nicht allzuweit auseinander liegenden Profilen: solche lassen es des öfteren als fraglich erscheinen, ob die unterschiedenen lithologischen Gruppen auch wirklich stratigraphische Einheiten darstellen.

Es bleibt demgemäß kein anderer Weg als Detailkartierung und Untersuchung von Spezialprofilen unter möglichst weitgehender Trennung lithologisch verschiedenartiger Typen; so allgemein gehaltene Unterscheidungen wie Kieselkalk- und Sandsteingruppe geben wohl eine erste Übersicht, können aber für eine durchgreifende Gliederung nicht genügen. Eine fortlaufende Vergleichung dieser Spezialprofile über größere Gebiete hinweg wird in Zukunft wohl zu einer stratigraphischen (und zugeich auch tektonischen) Auflösung des Flysches führen können; vorläufig sind wir noch nicht so weit — weil es im Allgäu an der notwendigen Grundlage noch zu sehr fehlt¹⁾.

Die folgenden Ausführungen können nun nichts anderes als einen bescheidenen Beitrag zur Lösung der Flyschfrage liefern — wie es eben auf Grund der Kenntnis eines verhältnismäßig sehr beschränkten Gebietes nicht anders möglich ist. Dabei muß ich leider gestehen, daß ich nicht von Anfang an den oben angedeuteten Weg konsequent verfolgt habe — auf manche Unterscheidungen verfällt man eben erst im Laufe der Untersuchung, und es war mir nicht immer möglich, alle Punkte nochmals zu revidieren, an denen solches streng genommen erwünscht gewesen wäre. Es sind also leider in einzelnen Fällen Unsicherheiten geblieben, auf die ich jeweils aufmerksam machen werde.

Zuerst seien nun die verschiedenen unterscheidbaren Typen des Flysches für sich besprochen. Dabei läßt es sich nicht vermeiden — wenn es auch dem Fernerstehenden die Übersicht erschweren mag — in der Mehrzahl der Fälle Lokalnamen einzuführen; dies ist ja auch sonst in der Stratigraphie zumeist üblich. Danach soll untersucht werden, was sich über die stratigraphische Einreihung der einzelnen Glieder sagen läßt.

¹⁾ Auch die von Richter (29) gegebene Gliederung, so sehr sie auch gewiß einen Fortschritt bedeutet, ist schon in ihrem Ursprungsgebiet (der Oberstdorfer Gegend) in manchen Punkten anfechtbar (vgl. 36, S. 271), auf anderen Gebieten sicher nur mit äußerster Vorsicht anwendbar.

a) Der »Wildflysch«. Nur mit einigem Widerstreben gebrauche ich diesen Namen, dessen Definition bereits auf einer Vermengung primär-stratigraphischer (bunte Zusammensetzung, Blockführung) mit tektonischen (wilde Zerknitterung) Faziesmerkmalen beruht, und der schließlich auch noch als Altersbezeichnung verwendet worden ist. Letzteres ist entschieden zu vermeiden, sofern man dem Namen einen eindeutigen Sinn erhalten will; da aber die Wildflyschbildung nicht überall gleichzeitig erfolgt ist (vgl. 59, S. 188; sowie 32), kann der Ausdruck nur zur Bezeichnung einer Fazies in Geltung bleiben. Dabei kommen als Definitionsmerkmale nur die bunte Zusammensetzung und die Führung exotischer Breccien und Blöcke in Betracht, unter Ausschaltung aller sekundär tektonischen Charakteristika; und speziell muß man sich hüten, die nicht nur im Flysch (vgl. z. B. oben S. 56) recht verbreiteten, rein tektonischen Blockfazies (durch Zerbrecen und linsiges Zerquetschen härterer Bänke, z. B. von Kieselkalk zwischen Schiefer entstanden) mit jenem echten »Wildflysch« zu verwechseln.

Am liebsten würde ich diesen Namen ganz fallen lassen. Doch mangelt es an passenden Lokalnamen für die im folgenden zu erwähnenden Vorkommen — die im übrigen auch sämtlich verhältnismäßig unbedeutend und aller Wahrscheinlichkeit nach unter sich nicht äquivalent sind.

a) Bei Hugen beobachtet man dort, wo der von Sibratsgfall kommende Weg unter dem Bergvorsprung durchführt, der das östlichste der auf der Karte verzeichneten Häuser trägt, das folgende Profil längs dem Weg aufgeschlossen (Abb. 4):

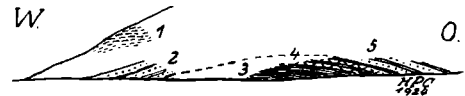


Abb. 4. Profil bei Hugen. (Erklärung im Text.)

1. Typische helle Leibodenmergel, verrutscht und verstürzt, doch schon wenig höher anstehend. Auflagerung nicht unmittelbar sichtbar; darunter

2. Dünnplattiger, braun verwitternder, feiner Quarzsandstein, glimmerreich. — Einige Schritte weiter keine Aufschlüsse; dann

3. Graugrüne und dunkelrote, feinblättrige, sehr zermürbte Schiefer; nahe der Obergrenze darin eine 2 cm dicke Lage von hellgrünem Quarzitsandstein. 1½ m ca. aufgeschlossen.

4. Dunkelgraue Schiefer mit Lagen von schwarzem Hornstein und grünem Quarzit; 1½ bis 2 m.

5. Sandstein wie 2., aber dickbankig, mit schwach kalkigem Bindemittel, mit dunkelgrauen Schieferzwischenlagen; 2 m aufgeschlossen. Weiter Schutt- und Vegetationsbedeckung.

Das Liegende von 3., das offenbar das tiefste Glied dieses Profils darstellt, ist nicht sichtbar; nicht sehr viel tiefer liegen jedenfalls die Scheienalpmergel des Fugenbachs. Alle Glieder 2. bis 5. fasse ich zusammen als »Wildflysch«.

β) Im Scheienbach, und zwar in seinen obersten Verzweigungen, stecken zwei steil eingefaltete Züge von »Wildflysch« zwischen den Scheienalpmergeln. Es sind im wesentlichen graubraune Ton- und Mergelschiefer, wechselnd mit Bänken von blaugrauem, feinkristallinem Kieselkalk; oder schwarze Schiefer mit dunkelgrauem, meist dichtem Kieselkalk. Auch graue Mergel liegen dazwischen, in kompakten Bänken, mit muscheligen Bruch (ganz ähnlich dem später S. 60 unter f) zu erwähnenden Gestein). Endlich treten auch hellgrüne Quarzitsandsteine auf, die mit manchen Varietäten des Feuerstätter Sandsteins große Ähnlichkeit haben. Im südlichen Zweig des Scheienbaches trifft man sie als massigen Klotz von 3 bis 4 m Mächtigkeit, im Bachbett bei etwa 1330 m Höhe; über seinen Verband mit den umgebenden Schiefeln und Kalken läßt sich nichts Sicheres angeben. Diesen konkordant eingeschaltet, scheint

dagegen ein dünngebanktes Paket sonst gleichartigen Quarzitsandsteins, das etwas höher im Graben auf dessen Südseite ansteht.

γ) Ganz ähnlich den vorigen sind graue Kieselkalke, mit dunklen Schiefen wechselnd, am Fuße der Scheienwände, in dem kleinen Graben W der Unteren Gauchtalpe. Sie enthalten keine Quarzite, wohl aber eine dünne Bank von feiner Breccie mit vorwiegend Dolomitkomponenten eingeschaltet. Der Aufschluß ist ringsum durch Schutt- und Vegetationsbedeckung isoliert, ein Schichtverband folglich nicht feststellbar. — In dem Graben, wovon der genannte einmündet, steht wenig oberhalb der Vereinigungsstelle ein klotziger Fels an, von sehr zähem, dunkelgrauem Kieselkalk mit brauner feinsandiger Anwitterung, ohne Schichtung; er dürfte zu dem gleichen Flysch gehören.

δ) Im Lappachtal steht östlich unter der Alpe Burst (1225 m) auf längere Erstreckung ein ähnlicher Gesteinskomplex an; besonders auf dem westlichen Ufer ist er in ansehnlichen Steilanrissen entblößt, und von dem tiefen Graben nördlich der Hütte Tiefgraben, bevor er in den Lappbach einmündet, durchschnitten. Es sind graue, hell anwitternde, z. T. kieselige Kalkbänke, mit meist schwarzgrauen Schiefen wechselnd (ganz ähnlich wie oben unter β)); vereinzelt finden sich auch Einlagerungen von feinen polygenen Breccien aus Quarz, Glimmerschiefer, gelbem Dolomit usw. Etwas N von der Ausmündung des erwähnten Grabens steckt darin, als konkordante, 2½ m mächtige Einschaltung ein hellgrüner Quarzitsandstein; er enthält stellenweise bis über kopfgroße, ziemlich gut abgerollte Brocken von Granit und Glimmerschiefer unregelmäßig eingebacken. Weiter nördlich geht aus dem »Wildflysch« eine Zone intensiver Zerquetschung hervor, die parallel zu den Schichten nach N einfällt; darüber aber halten die gleichen Gesteinstypen an, und auch hier findet sich wieder eine Einlagerung (2 bis 3 m mächtig) von dem gleichen grünlichen Quarzitsandstein, jedoch ohne kristalline Gerölle. Dagegen ist er hier dünnbankig und enthält Zwischenlagen von schwarzem Schiefer.

In diesem Fall ist es sicher, daß der Quarzitsandstein (der dem oben unter β) erwähnten und damit auch manchem Feuerstätter Sandstein gleicht) normal zwischen die Schichten eingelagert ist und nicht »exotische Blöcke« darstellt. Dagegen könnte man an tektonisch eingeschleppte Schollen von Feuerstättersandstein denken (wie sie weiter aufwärts im Lappachtal tatsächlich vorliegen, in Verknüpfung mit anderen Klippengesteinen, vgl. später). Dem widerspricht das Fehlen der zu erwartenden tektonischen Kontakte und die normale Bedeckung des »Wildflysch« durch höhere Flyschglieder (vgl. Karte), die ihn von der Feuerstätter-Decke trennen.

ε) Im Ränkertobel liegt mit Überschiebungskontakt auf gewöhnlichem Flyschkalk des Piesenkopftypus (vgl. S. 60) gegen N fast bis an den Aptychenkalk der Feuerstätter-Decke reichend, eine wild gefaltete Gesteinsmasse von recht wechselvoller Zusammensetzung: schwarze, untergeordnet graugrüne, tonige Schiefer; graue oder grau und schwarz gebänderte, sandige und glimmerführende Schiefer; glimmerig-sandige, graue Mergelkalke; dazu untergeordnet helle Flysch-Kieselkalke, glimmerführende feine Sandsteine, schwarze und grüne Quarzite. Irgendeine Gesetzmäßigkeit in der Schichtfolge ist nicht erkennbar. — Eine gewisse Ähnlichkeit dieser Gesteinsmassen mit Junghansschichten ist zweifellos vorhanden, doch sind kalkhaltige Gesteine viel stärker als dort vertreten, wogegen für jene sehr charakteristische Glieder, wie die verschiedenen Quarzite und Breccien, zurücktreten oder fehlen.

ζ) Endlich ist hier noch das Vorkommen im Rohrmooser Tobel zu erwähnen. Man beobachtet dort, aufgeschlossen an dem Steig, der von Rohrmoos in den Tobel führt, das folgende Profil (Abb. 5):

1. Dunkelgraue tonig-mergelige Schiefer, darin eingelagert zwei Bänke von feiner polygener Breccie; die südliche, fast gleich am Beginn des Aufschlusses, ½ m, die

nördliche 10 bis 15 cm mächtig. Diese Breccie enthält Quarz, meist helle Glimmerschiefer und Gneise, auch einen hellen Granit mit weißen Feldspaten, sowie graue und gelbe Dolomite; Durchmesser der Bruchstücke meist 1 bis 2, selten bis 3 bis 4 cm.

2. Dieselben Schiefer, wechsellagernd mit dunkelgrauen kieseligen Kalken.

3. Die Kalke verschwinden wieder; in den durchgehends stark zerdrückten Schiefen steckt eine in Linsen zerrissene Bank von grünem Quarzit, im Maximum 20 bis 30 cm mächtig.

4. Typische hellgraue, fleckige Mergel der Couches rouges; ebenfalls stark zerdrückt, 40 bis 50 m.

5. Einige dicke Bänke von glimmerführendem Sandstein, mit Zwischenlagen von dunklen Schiefen, ca. 20 m.

6. Normale Scheienalmmergel, mächtig entwickelt, dem S-Schenkel des südlichsten Kreidegewölbes (Toniskopfgewölbe) angehörend.

In diesem Profil kann man die Glieder 1. bis 3. als »Wildflysch« ansprechen; die 4. bilden seine normale Unterlage, Scheienalmmergel fehlen dazwischen. Man wird hier zu der Vermutung geführt, daß dieser »Wildflysch« eine fazielle Vertretung der Scheienalmmergel ist, die tatsächlich in der westlichen Fortsetzung, auf der N-Seite des Rohrmooser Tales, vielfach ähnliche Einlagerungen enthalten. 5. dagegen gehört zur normalen Bedeckung der helvetischen Kreide.

Ein Parallelprofil ist in dem westlich benachbarten Graben, wenn auch mangelhaft, aufgeschlossen. Die Schiefer 1. mit den Breccienbänken — die südliche bei 1110 m, die nördliche bei 1130 m, mit hier bis faustgroßen Glimmerschieferbrocken — stoßen hier unmittelbar an die »Couches rouges« 4.; die Glieder 2. und 3. sind wohl tektonisch ausgefallen. Dagegen folgen südlich von 1. nochmals dunkle Kieselkalkbänke, mit grauen, z. T. glimmerreichen Schiefen wechselnd, bis an das Ostende der Rohrmooser Klippe.

b) Ofterschwanger Mergel (Name nach Richter, 37). Meist dunkelgraue, hell anwitternde Mergel- und Tongesteine; gewöhnlich dünnplattig oder ausgesprochen schieferig, z. T. mit glänzenden Schichtflächen. Nicht selten werden die Mergel feinsandig und mehr oder minder reich an feinen Glimmerschüppchen. Untergeordnete Einlagerungen von dunkelgrauen, grau oder bräunlich anwitternden Kiesel- oder Sandkalken finden sich häufig, in Bänken bis zu einigen Dezimetern Dicke; selten sind solche von grauen quarzitischen Sandsteinen. Fukoiden sind verhältnismäßig selten, aber fast überall hin und wieder zu finden, und zwar vorwiegend breite Formen. Wülste auf den Schichtflächen der Kalkbänke trifft man gelegentlich

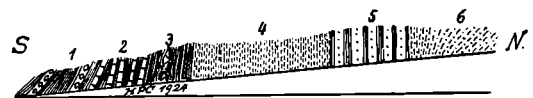


Abb. 5. Profil am Weg im Rohrmooser Tobel; ca. 1:2,500.
(Erklärung im Text.)

Dieser Flyschtypus hat sein Verbreitungsgebiet längs der Schönberger Ache und in der Umgebung von Obermaiselstein, wo er mir gegen N auch über den Kartenrand hinaus bekannt ist; sowie im obersten Balderschwanger Tal östlich der Scheienalpe. Anderswo habe ich ihn innerhalb des untersuchten Gebietes nie getroffen. Die Mächtigkeit dürfte einige 100 m betragen.

c) Der Balderschwanger Kieselkalk umfaßt größtenteils dickbankige, stark kieselige Kalke, von meist dunkelgrauer Farbe und bräunlicher Anwitterung; gegen unten werden sie heller grau oder gelblichweiß, zugleich auch deutlich feinkristallin, obgleich sie auch sonst fast nirgends eigentlich dicht sind. Zwischenlagen grünlicher und grauer Tonschiefer sind zumeist sehr geringfügig, nur gegen unten gewinnen sie größere Bedeutung. Dagegen

spielen überall eine gewisse Rolle Einlagerungen von Sandkalken und Sandsteinen. Diese gleichen zum Teil vollkommen dem später zu besprechenden Oberzollbrücker Sandstein (vgl. S. 61), enthalten auch, wie dieser, reichlich Pflanzenhäcksel (an den Anrissen unter Eugster). Sie sind teils feiner, teils gröber und gehen über in feine Breccien aus vorwiegend Quarz- und gelben Dolomitstückchen sowie Fragmenten kristalliner Schiefer; auffallend sind manchmal isolierte, recht wohlerhaltene Biotitblätter. Fukoiden sind mir aus dem größeren Teil der Ablagerung nicht bekannt geworden; nur in ihrem unteren Teil sind solche häufig (Fundpunkt am Fuß der Steilwände unter dem Gehöfte Eugster).

Die Balderschwanger Kieselkalke begleiten das Balderschwanger Tal auf der Südseite in der Gegend der Mündung des Bieberstein- und Krineggbaches als tiefste dort aufgeschlossene Schichten; an anderen Stellen habe ich sie nicht gefunden. Ihre Mächtigkeit dürfte, soweit aufgeschlossen, 200 bis 300 m erreichen. Sie bilden einen Teil des von Tornquist (16) so genannten »kieseligen Flysch« (der im übrigen aus den unten zu besprechenden Piesenkopfkalken besteht); davon aber, daß sie frei von Kalk wären, kann keine Rede sein. Ebenso ist Tornquists Behauptung, daß es sich hier um metamorphe Flyschgesteine handle, durch keinerlei Beobachtung begründet (vgl. auch Richter, 29, S. 60).

d) Piesenkopfkalke. Hierher gehören die gewöhnlichen, gut und meist dünn gebankten und regelmäßig mit Tonschiefern wechsellagernden, meist kieseligen Flyschkalke. Sie sind vorwiegend lichtgrau, mit meist gelblichweißer Anwitterung, dicht oder nahezu dicht — manchmal etwas an Aptychenkalk erinnernd; charakteristisch sind die sehr zahlreichen feinen Klüfte, die schnurgerade in mehreren Systemen von verschiedener Richtung die Kalkbänke durchziehen und vielfach einen charakteristischen hakigen Bruch bedingen. Die erwähnten Tonschiefer sind hell- oder dunkelgrau, auch grüngrau, selten rot gefärbt; gewöhnlich bilden sie nur dünne Zwischenlagen zwischen den Kalkbänken, können aber auch stärker anschwellen. Sonstige Einlagerungen sind selten: feinkristalline, graue, kieselige Kalke mit auffallend hakigem Bruch im Krineggbach; feine Sandsteine am Piesenkopf (nur in Lesesteinen auf der Nordseite bei ca. 1600 m gefunden; vielleicht tektonisch eingeschaltet?); eine eigentümliche feine Breccie, größtenteils aus grauen Kalkbröckchen, doch auch etwas kristallinem Material bestehend, im Lappachtal in eine mächtigere Schiefereinschaltung eingelagert.

Eine ähnliche Breccie findet sich sw. vom Gelbhankopf. Sie enthält in grauem, hellgelblichgrau anwitterndem Kalk als Bindemittel meist eckige Fragmente von Quarz, gelbem Dolomit, hellem Muskowitschiefer, hellgrünem Schiefer mit schwach serizitischem Glanz; ihre Durchmesser gehen im allgemeinen nicht über 2, kaum jemals über 5 mm hinaus. Diese Breccie wird begleitet von Mergeln, die an die Balderschwanger Mergelgruppe erinnern.

Diese Piesenkopfkalke können gewissermaßen als die eigentliche Heimat der Fukoiden bezeichnet werden; solche sind darin fast stets und meist in Menge vorhanden. Feinverästelte Formen herrschen vor. Sie liegen fast stets auf den Oberflächen der Kalkbänke. Auch Helminthoiden habe ich in ihnen (und zwar ausschließlich in ihnen) mehrfach gefunden, z. B. im Krineggbach oder am Weg von Obermaiselstein zum Oberen Heubat, bei etwa 1150 m.

Eigenartig ist das Vorkommen von Foraminiferenschiefeln in Verbindung mit diesen Kalken, auf der SO-Seite des Wannenkopfs, bei dem Worte »Eck-Schachen« der Karte. Es sind graue Mergelschiefer mit dunklen Pünktchen, an Leibodenmergel erinnernd — aber unreiner: feine Quarzkörnchen und Glimmerblätter sind schon mit freiem Auge zu erkennen. Im Dünnschliff beobachtet man minder reichliche Glaukonitkörner neben den scharfkantigen Quarzsplittern; dazu zahlreiche, aber meist schlecht erhaltene Foraminiferen. Neben Resten von Globigerina sp.

und Textularia sp. sind auch solche vorhanden, die sich mit *Discorbina canaliculata* vergleichen lassen; doch ist eine sichere Bestimmung nicht möglich.

Die Piesenkopfkalke bilden die Gipfelkappe des Piesenkopfs — daher der Name; aber auch sonst sind sie weit verbreitet. Im Balderschwanger Tal gehen sie nach oben aus dem Balderschwanger Kieselkalk ohne scharfe Grenze hervor; sie lassen sich so längs dem ganzen Tal durch verfolgen, wobei sie am Gelbhankopf zu großer Mächtigkeit (wohl > 500 m, aber in sich gefaltet!) anschwellen. Petrographisch ununterscheidbare Kalke finden sich aber auch dem Oberzollbrücker Sandstein vielfach (tektonisch?) eingeschaltet, sowohl im Westen (Biebersteinbach usw.) als im Osten (Bolgen-Riedberghorn) des Gebietes.

Ob diese verschiedenen Vorkommen unter sich stratigraphisch äquivalent sind, ist eine vorläufig nicht sicher zu entscheidende Frage (vgl. später); wahrscheinlich ist es nicht.

Von den typischen Piesenkopfkalken habe ich auf der Karte nicht unterschieden graue, zumeist feinkristalline Kalke mit brauner Anwitterung und gewöhnlich dickerer und weniger regelmäßiger Bankung, ebenfalls mit grauen Schieferzwischenlagen; die Fukoiden scheinen ihnen zu fehlen. Solche Kalke bilden die Flyschkappe über der Biechtalpenklippe; ähnliche kommen südlich unter der Klippe des Feuerstätter Kopfs und auf der Nordseite des Schönberger Achantals vor.

e) Schelpenkalke. Hierher zählen dunkle, vorwiegend mergelige, seltener sandige Kalke, gewöhnlich dicht, wie sie aus vielen Flyschgebieten bekannt sind. In meist ziemlich dicken, wulstigen oder knorrigen Bänken wechseln sie mit stets reichlich eingeschalteten, dunklen Tonschiefern; die Kalkbänke zeigen (im Gegensatz zu den feinen geraden Klüften der Piesenkopfkalke) reichlich unregelmäßig verlaufende, oft verästelte Kalzitadern. Einlagerungen von Sandstein sind sehr untergeordnet, abgesehen von einzelnen, mehrere Meter mächtigen Sandsteinzügen unter dem Hochschelpen, die ich für eingefaltet ansehe. Dagegen treten z. B. bei der Hochschelpenalpe größere Pakete von Schichten auf, die mehr den Charakter der Piesenkopfkalke zeigen. Auch eine Einlagerung von feiner Breccie mit Quarz, dunklem phyllitischem Schiefer, gelbem Dolomit, 60 bis 80 cm mächtig, findet sich im nördlichsten Zweig des Grabens, NW unter dem Hochschelpengipfel, knapp über dem bei 1320 m querenden Steig eingelagert. Auch am NW-Abhang des Hörnlein findet man gelegentlich feine polygene Breccien, die nur Einlagerungen dieser Kalke sein können. — Fukoiden sind im allgemeinen sehr selten, nur lokal (Seitenzweig des Stubengrabens unter der Roßschelpenalpe) in Menge vorhanden.

Zum Schelpenkalk gehört der größte Teil der Flyschunterlage der Klippen im Schelpenkamm (S der Schelpen-Nordklippe). Eine Abgrenzung gegenüber den Piesenkopfkalken habe ich auf der Karte nicht durchgeführt.

f) Balderschwanger Mergelgruppe. Mit diesem Namen bezeichne ich eine Schichtgruppe, die neben Kalken vom Piesenkopftypus und den zugehörigen Tonschiefern blaugraue, hell anwitternde Mergel umfaßt. Diese bilden Bänke von einigen Metern Mächtigkeit, die einen ganz kompakten Eindruck machen; beim Zerschlagen brechen sie jedoch teilweise nach einer feinen Schichtung, zum Teil aber auch unregelmäßig muscheligen. In dem Graben oberhalb Lappach (P. 1040) sieht man die Tonschiefer gegen unten überhandnehmen; ebendort finden sich einzelne Einlagerungen von sandig-glimmerigen Schiefeln sowie von grünen, glaukonitreichen Sandsteinen. — Fukoiden sind vielerorts häufig.

Die Balderschwanger Mergelgruppe ist von dem Westrand des Kartengebietes am Krineggbach bis zum Lappachtal zu verfolgen als durchlaufender Horizont von etwa 70 bis 100 m Mächtigkeit. Schon in dem zuletzt erwähnten Profil, in dem Graben S Lappach, stellt sich jedoch in den hangenden Partien eine Erscheinung ein, die weiter W

(vielleicht infolge von tektonischer Unterdrückung) fehlt: die Kieselkalke und Schiefer verschwinden, an ihre Stelle treten Sandsteinbänke, ununterscheidbar vom Oberzollbrücker Sandstein, mit denen die blaugrauen Mergel nun wechsellagern. Wohl 20—30fach beobachtet man diesen Wechsel auf der W-Seite des Lappachtales, zwischen Burst und Tiefgraben; er vermittelt einen Übergang zum hangenden Oberzollbrücker Sandstein.

g) »Schwarzer Flysch«. So nenne ich vorwiegend schwarzgraue, glänzende Tonschiefer (untergeordnet werden sie auch grünlich), die mit dunkelgrauen, feinkristallinen Kalklagen von höchstens einigen Zentimetern Mächtigkeit wechsellagern. Auf den Schichtflächen dieser letzteren sind Wurmröhren und allerlei Hieroglyphen häufig. Auch Fukoiden finden sich massenhaft.

Diesen »schwarzen Flysch« kenne ich nur aus dem Krineggbach, wo er mit Kalken vom Piesenkopftypus durch Übergänge verbunden ist; er stellt wohl nur eine lokale Ausbildung von diesen dar — freilich in der großen Mächtigkeit von mehr als 100 Metern.

h) Oberzollbrücker Sandstein nennt Richter (29) den mächtigen Sandsteinkomplex, der die Berge westlich der Iller zwischen Fischen und Sonthofen größtenteils aufbaut. Da es sich in meinem Aufnahmegebiet um dessen Fortsetzung handelt, kann der Name übernommen werden. Es sind quarz- und glimmerreiche Sandsteine mit kalkhaltigem Bindemittel, frisch blaugrau, verwittert braun, meist feinkörnig, doch nicht selten auch gröber, bis zum Übergang in feine Breccien und Konglomerate aus vorwiegend Quarz- und Glimmerschieferstückchen, sowie kleinen gelben Dolomit-, seltener grauen Kalkfragmenten. Die Größe der einzelnen Elemente steigt jedoch selten über $\frac{1}{2}$ cm Durchm. hinaus¹⁾. Meist bricht der Sandstein in dicken Bänken, von einem bis mehreren Metern Dicke; in schlechten Aufschlüssen, besonders wenn Verstärkung und Verrutschung hinzukommt, wie häufig in Gräben und Bachbetten, kann er infolgedessen den Eindruck hervorrufen, er sei überhaupt ungeschichtet. Doch finden sich

¹⁾ Das Auftreten solcher feiner Konglomerate kann demnach nicht, wie Richter (75 a, S. 156) möchte, als unterscheidendes Kennzeichen von ostalpinem »Reiselsberger Sandstein« gegenüber helvetischem Oberzollbrücker Sandstein gelten. Wenn Richter wegen dem Auftreten von »auffallend grobkörnigen bunten Sandsteinen, die nur Reiselsberger Sandstein sein können« (a. a. O. S. 173) in dem Flyschgebiet W der Iller das Vorkommen von Klippen ostalpinen Flyschs vermutet, so kann ich demgegenüber darauf verweisen, daß nach meiner vielfach wiederholten Erfahrung diese gröber klastischen Bildungen untrennbar mit den normalen feinkörnigen Sandsteinen verbunden sind; notiert habe ich sie u. a. vom P. 1463 (Feuerstätter Kopf), vom Riedberghorn-Südgrat, von der NW-Seite des gleichen Berges (am Steig, der vom Sattel 1502 her den Dreifahrenkopf westlich umgeht) — hier besonders wichtig, da stratigraphisch tief in dem Komplex des Oberzollbrücker Sandsteins! Irgendeinen Anlaß, den letzteren tektonisch entzweizuschneiden, habe ich aber nicht gefunden.

ab und zu auch dünngeschichtete, ja selbst schieferige Partien (z. B. auf der Südseite vom Ende der Feuerstätter Kopf-N-Klippe oberhalb Sibratsgfäll). Zwischenlagen von grauen oder grünlichen Tonschiefern treten gewöhnlich zurück. Nur in der Flyschauflöbung zwischen den beiden Feuerstätterkopf-Klippen und ihrer westlichen Verlängerung nehmen die Tonschiefer z. T. überhand, der Sandstein findet sich nur mehr in dünnen Bänken dazwischen. Auch am Ausgang des Bolgenachtales bei Sonderdorf stellen sich zwischen den tieferen Sandsteinbänken immer reichlichere Schieferzwischenlagen ein, dazu auch einzelne Bänke von kompaktem, dunklem Mergelkalk. Auf der Westseite des Lappachtales, unter Burst und zwischen Tiefgraben und Burst, wechsellagert der Sandstein in Annäherung an seine Untergrenze ganz regelmäßig mit den blaugrauen Mergeln, wie wir sie aus der Balderschwanger Mergelgruppe kennen (vgl. oben S. 60); ebensolche finden sich auch auf der Südseite von P. 1463 vereinzelt angelagert. Einlagerungen vom Charakter der Piesenkopfkalke sind häufig; ich habe sie auf der Karte überall, wo ich sie gefunden habe, ausgedehnt.

Fukoiden, wie sie aus dem Steinbruch von Oberzollbrücke bei Sonthofen bekannt geworden (77), habe ich im Oberzollbrücker Sandstein nie gefunden. Dagegen sind fast allgemein verbreitet verkohlte Holzstückchen, bis fingerlange Stengel und sonstiges Pflanzenhäcksel, das oft in Mengen die Schichtflächen bedeckt (besonders reichlich und grob in den basalen Sandsteinbänken der oben erwähnten Anrisse auf der Nordseite des Bolgenachtales bei Sonderdorf).

Der Oberzollbrücker Sandstein setzt, wohl bis an 1000 m mächtig, das Gebiet um Bolgen und Riedberghorn größtenteils zusammen. Westlich von dort geht er im Schelpenkamm plötzlich auf ganz minimale Mächtigkeit zurück (vgl. später Teil B). Östlich vom Lappachtal erscheint er fast ebenso unvermittelt wieder, wenigstens einige 100 m mächtig, und läßt sich nun bis Sibratsgfäll und weiter verfolgen. — Auch die kleinen Sandsteinvorkommen auf der Südseite der Klippen, vom Feuerstätter Kopf bis zum Schönberger Achantal, sind hier wohl anzuschließen, ebenso einige Reste im Rohrmooser und Hirschgundental; doch ist die Mächtigkeit all dieser zuletzt aufgezählten Vorkommnisse sehr gering, meist nicht mehr als einige Meter. Das entspricht indessen der starken Reduktion der gesamten Flyschzone unter dem Klippensüdrand (vgl. später).

Auffallend ist die Zusammensetzung des Oberzollbrücker Sandsteins aus feinem Detritus von vorwiegend kristallinen Gesteinen — denn nur solche können den reichlichen Quarz- und Glimmergehalt geliefert haben; und in den feinen Breccien sind ja auch noch nicht desaggregierte Trümmer von ihnen enthalten. Die Herkunft dieses Materials ist ein Problem, nicht minder als das der exotischen Blöcke im »Wildflysch«. Man wird erinnert an den bekannten Ausspruch von Schardt: »Toute la composition du flysch est d'ailleurs exotique«. Eine genaue Verfolgung der Vorkommen feiner Breccien über größere Gebiete wird es vielleicht einmal erlauben, die Herkunft des Materials festzustellen. (Fortsetzung folgt.)

1. ABHANDLUNGEN.

Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu.

(Mit 1 geologischen Spezialkarte 1:25 000, 1 Profiltafel, 13 Textfiguren.)

Von H. P. Cornelius, Wien.

(Fortsetzung von Heft 2, S. 61.)

Zur stratigraphischen (und tektonischen) Deutung der einzelnen Flyschglieder.

Der größte Teil des Flysches im Untersuchungsgebiet scheint der Scheinalpdecke anzugehören. Auf der Kreide der Bregenzer Wald-Decke liegt wahrscheinlich normal nur der Ofterschwanger Mergel im Gebiet der Schönberger Ache, und zwar bei Obermaiselstein anscheinend direkt auf Leibodenmergel (oder sogar auf Seewerkalk); ein lückenloses Profil kenne ich dort zwar nicht, aber der für Scheinalpmergel allenfalls verfügbare Raura ist überall sehr eng. Letztere stellen sich längs der Schönberger Ache gegen aufwärts ein, und zugleich nimmt die Mächtigkeit des Ofterschwanger Mergels stark ab (vgl. besonders das Profil in dem tiefen Graben westlich Lenzenberg, F 68). Es ist also durchaus möglich, daß auch Ofterschwanger Mergel und Scheinalpmergel gleichalterig sind und sich faziell vertreten, der letztere mithin noch zur obersten Kreide gehört. Richter (29) betrachtet ihn als Äquivalent seiner Flyschkalkzone (Mittel-Obereozän). Ein Beweis dafür ist in meinem Untersuchungsgebiet nicht zu erbringen.

Anderwärts liegt auf der Kreide der Bregenzer Wald-Decke, als Trennung von der Scheinalpdecke, Sandstein, z. B. im Rohrmooser Tobel (vgl. ζ , S. 59); noch mehr reduziert auf der Südseite des Hörnlein: in dem Graben bei der westlichen Hütte der Rindbachalpen ist er 10 m mächtig und wird überlagert von 6 bis 8 m Kalk vom Piesenkopftypus. Ich wage nicht zu entscheiden, angesichts der offenbar sehr starken tektonischen Reduktion dieser Profile, ob dieser Sandstein normal auf den Scheinalpmergeln liegt, und auch nicht, ob er wirklich dem Oberzollbrücker Sandstein äquivalent ist, mit dessen Farbe bzw. Signatur ich ihn in Karte und Profile eingetragen habe.

Auch der »Wildflysch« liegt z. T. zwischen die Kreide der Bregenzer Wald- und der Scheinalpdecke eingeklemmt (α , wohl auch γ der Zusammenstellung S. 58 f.). Ob er nicht der letzteren zuzuteilen ist als verkehrtes Glied, ist nicht zu entscheiden. Sicher ist seine Zugehörigkeit zur Scheinalpdecke bei den anderen Vorkommen (β , δ , ζ); jenes im Ränkertobel (ϵ) bildet einen Schubfetzen für sich und kann hier außer Betracht bleiben. Dabei wird sein Liegendes gebildet in β von Scheinalpmergeln, in ζ von Couches rouges (in δ ist es unsichtbar). Die Wildflyschfazies scheint also in verschiedenem stratigraphischen Niveau zu beginnen: im Rohrmooser Tal (ζ) bereits in Vertretung der Scheinalpmergel, also im Oberseanon; sonst (β , auch α und γ) in deren Hangendem — wobei es unentschieden bleiben muß, ob die Grenze jener von Kreide und Tertiär entspricht oder ob auch dort der »Wildflysch« noch die alleroberste Kreide mitumfaßt. Es scheint demnach auch in unserem Gebiet die Wildflyschfazies im SO früher eingesetzt zu haben als weiter NW. Voraussetzung dabei ist die Lückenlosigkeit der Profile (besonders ζ); indessen harmonisiert das Ergebnis gut mit den bei Oberstdorf (29) wie in der NO-Schweiz gewonnenen.

Den Verband von Ofterschwanger Mergeln und Oberzollbrücker Sandstein hat Richter (29, 37) als normal be-

trachtet. Am Ausgang des Bolgennachtales bei Obermaiselstein legen tatsächlich die gegen unten stark zunehmenden Mergelschiefer- und Kalkeinlagerungen im Oberzollbrücker Sandstein den Gedanken an einen stratigraphischen Übergang nahe. Allein weiter südlich, im Tal der Schönberger Ache, schieben sich im Hangenden des Ofterschwanger Mergels Fetzen von Scheinalpmergeln und Couches rouges ein (bei P. 1196; vgl. Teil B); und über diesen erst folgen die höheren Flyschglieder: Piesenkopfkalk und darüber Sandsteine, die trotz ihrer verhältnismäßig sehr geringen Mächtigkeit dem Oberzollbrücker Sandstein äquivalent sein dürften. Zwischen ihnen und dem Ofterschwanger Mergel muß jedenfalls im Tal der Schönberger Ache überall eine tektonische Trennung durchgehen — auch wo keine Kreide dazwischen existiert; und das macht es wahrscheinlich, daß auch N vom Klippenzug ein gleiches der Fall ist. Dafür spricht auch die Auflagerung des Oberzollbrücker Sandsteins auf die Kreideantiklinale des Ostertales, N vom Rande unserer Karte (vgl. 39). Diese Kreide gehört aller Wahrscheinlichkeit nach zur Scheinalpdecke — also auch der Oberzollbrücker Sandstein; mithin ist er von den Ofterschwanger Mergeln tektonisch zu trennen. — Im Tal der Schönberger Ache liegen endlich zu oberst, über dem Oberzollbrücker Sandstein, überall jene feinkristallinen blaugrauen Kieselkalke, die S. 60 im Anschluß an die Piesenkopfkalk Erwähnung fanden.

Die Profile auf der Südseite des Feuerstätter Kopfes zeigen im Prinzip ähnliche Verhältnisse wie jene an der Schönberger Ache: zunächst über den Scheinalpmergeln meist Kieselkalk, darüber Sandstein und zu oberst z. T. nochmals Kieselkalk; der Ofterschwanger Mergel fehlt hier, da er ja einer tieferen Decke angehört. Diese jedenfalls auch tektonisch stark verstümmelten Profile sind vorerst jedoch nur mit Vorbehalt in gleichem Sinne zu deuten wie jene an der Schönberger Ache.

Denn dazwischen schiebt sich am Hörnlein eine abweichende Region, dem Herrschaftsbereich des Schelpenkalks angehörig. Dieser folgt im allgemeinen unmittelbar über der Kreide. Im Schaffitzerbach liegt jedoch zunächst über den Scheinalpmergeln eine Sandsteinbank von einigen Metern, mit Anzeichen tektonischer Kontakte (starke Zerquetschung des Liegenden!); es ist das wohl nur eine lokale Komplikation. Jedenfalls aber sieht man, daß auch an der Flyschbasis bereits Sandsteine normal (?) auftreten können. — Auf der Schelpen-Ostseite liegt ebenfalls der Schelpenkalk auf der Kreide auf, und zwar auf verschiedenen Gliedern: zumeist auf Scheinalpmergel, in der Gegend der Schelpenalpe jedoch auf Couches rouges; zwischen Schelpen- und Hochschelpenalpe ist die Auflagerung ganz deutlich zu sehen (am Waldrand bei 1420 m, bei dem südlichsten der dort hinabziehenden Gräben). Auch auf der NO-Seite des Hörnlein treten in Scheinalpmergel eingefaltete Couches rouges in fast unmittelbare Berührung mit dem Flysch, und auf der Südseite stecken Späne von ihnen in dem letzteren, ohne Begleitung von Scheinalpmergeln (am Abhang über den Rindbachalpen bei ca. 1375 m). Sollte

hier eine primäre Transgressionsdiskordanz vorliegen? Fast möchte man es meinen. Die im großen anzunehmende tektonische Abschürfung des Flysches von der Kreide (vgl. später, Teil B) spricht indessen fast mehr für die tektonische Natur auch dieser Diskordanz, und die Aufschlüsse lassen keine Entscheidung der Frage zu. Zu erinnern ist daran, daß Arn. Heim sich auf der Westseite des Rheins vor ganz dieselbe Alternative gestellt sieht (62, S. 26).

Weiter NW ist die Auflagerung auf die Kreide nirgends mehr zu sehen. Im Lappachtal ist das tiefste aufgeschlossene Element der S. 59 unter δ beschriebene »Wildflysch«. Auf ihn folgen auf der Westseite unter der Alpe Burst Andeutungen der Balderschwanger Mergelgruppe, darauf unter vielfacher Wechsellagerung Oberzollbrücker Sandstein. Ohne Zweifel ist dies eine primäre stratigraphische Folge. Das gleiche gilt von den Profilen auf der Südseite des Balderschwanger Tales, westlich von Lappach, wenigstens von der Mergelgruppe nach abwärts. Unter ihr liegt jedoch dort nicht »Wildflysch«, sondern Piesenkopfkalk und weiter Balderschwanger Kieselkalk, und zwar in gleichfalls primärem, durch lithologische Übergänge gekennzeichnetem Verbands. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß diese Glieder im Lappachtal durch den »Wildflysch« faziell vertreten werden. Der Verband der Mergelgruppe mit dem hangenden Sandstein ist jedoch in der Gegend des Bieberstein- und Krineggbaches durch eine Gleitfläche gestört; doch kann dieser — eben wegen des Überganges beider Glieder im Lappachtale — nur eine lokale Bedeutung zukommen (vgl. S. 118).

Das Profil des Krineggbaches enthält noch ein Problem: die Stellung des »Schwarzen Flysches« und der nochmaligen Wiederholung der Piesenkopfkalk zwischen Mergelgruppe und Oberzollbrücker Sandstein. Gehören sie als normales Glied an diese Stelle oder bilden sie den Südfügel einer Synklinale, mit der Mergelgruppe als Kern, die vom Sandstein als andersartig bewegtem tektonischen Stockwerk überschoben wird? Daß dessen Untergrenze hier im Westen eine Gleitfläche bildet, wurde eben erwähnt. Die zweite angedeutete Lösung würde das stratigraphische Profil erheblich vereinfachen und mit dem aus der Gegend des Biebersteinbaches in bessere Übereinstimmung bringen. Die Entscheidung hängt ab von der weiteren Verfolgung nach Westen.

Gegen O ist jenseits vom Lappachtal die Mergelgruppe verschwunden; sie dürfte am Gelbhanskopf durch die hier zu großer Mächtigkeit angeschwollenen Piesenkopfkalk mit vertreten werden. Südwärts gehen sie wohl in den Schelpenkalk über, doch lassen die äußerst mangelhaften Aufschlüsse auf der Westseite des Gelbhanskopfs nichts Sicheres erkennen. Allem Anschein nach vertritt der Schelpenkalk den ganzen Flysch unter dem Oberzollbrücker Sandstein. Dieser zeigt am ganzen Schelpenkamm eine hochgradige Reduktion, auf deren mutmaßliche Ursachen später, Teil B, eingegangen wird.

Ein letztes hier zu besprechendes Problem bilden die Einschaltungen von Piesenkopfkalken, die sich vielerorts zwischen den Oberzollbrücker Sandsteinen finden (siehe Karte). Drei Möglichkeiten sind denkbar: 1. gleichalterige, stratigraphische Einlagerung; 2. Einfaltung einer älteren Schicht, von unten; 3. Einfaltung einer jüngeren Schicht, von oben. Der zweite Fall scheint auf den ersten Blick am einfachsten, da wir ja die Piesenkopfkalken in tieferem Niveau finden, und mithin am wahrscheinlichsten — ist es aber tatsächlich nicht; denn eine Einfaltung von unten sollte in der Gegend SW Balderschwang in erster Linie die Mergelgruppe emporbringen, die dort zwischen Piesenkopfkalken und Oberzollbrücker Sandstein liegt. Und im Bolgengebiet fehlt, wie wir sahen, im Liegenden des Sandsteins teilweise überhaupt jegliche Kalkablagerung. Dagegen spricht dort die Anhäufung der Kalke an und in der Nähe der Klippengrenze dafür, daß sie jünger sind als der Sandstein. Auch die starke Detailfaltung vieler dieser Kalkzüge würde gut zu einer Einfaltung stimmen. Beides schließt freilich die erste Möglichkeit, einer stratigraphischen Einlagerung, nicht aus — wobei jene starke Detailfaltung wieder als durch die Materialverschiedenheit bedingte abweichende Reaktion aufzufassen wäre.

Auf jeden Fall scheint mir somit eine Einfaltung aus dem Liegenden unwahrscheinlich, vielmehr eine stratigraphische Wiederholung der Piesenkopfkalk vorzuliegen — mögen sie nun dem Oberzollbrücker Sandstein eingelagert oder jünger sein. Trifft diese letztere Annahme zu, so wäre ein Gegensatz überbrückt zwischen der Flyschstratigraphie von Richter (29) und jener von Arnold Heim: der erstere stellt seine Kalkzone unter den Oberzollbrücker Sandstein, während Heim (63) die umgekehrte Folge annimmt. Tatsächlich dürfte beides richtig sein, da eben zwei Kalkbildungen existieren. Wir wollen sie hier als »unteren« und »oberen« Piesenkopfkalk auseinanderhalten. Eine Unterscheidung auf Karte und Profilen habe ich jedoch noch nicht für angebracht gehalten.

Die untenstehende Tabelle gibt Übersicht über die mutmaßliche Parallelisierung einiger Flyschprofile.

Jedenfalls ersieht man aus dieser Zusammenstellung, daß wir im Flysch mit beträchtlichen Änderungen der Profile auf kurze Distanz zu rechnen haben.

Die Frage einer Einordnung der Flyschbildungen in das stratigraphische Schema sei hier nur ganz kurz berührt. Daß der »Wildflysch« ziemlich sicher, vielleicht auch der Ofterschwanger Mergel, noch in der Oberkreide beginnt, wurde bereits erwähnt. Die übrigen Glieder müssen im wesentlichen dem Eozän angehören; aber welche Stufen sie vertreten und ob sie etwa noch bis ins Oligozän hinaufreichen, wie Richter (29) vom Oberzollbrücker Sandstein annimmt, sind Fragen, für deren Beantwortung derzeit noch die notwendigsten Anhaltspunkte fehlen.

| Krineggbach | Östlich Biebersteinbach | Lappachtal W-Seite | Gelbhanskopf N-Seite | Schelpen | Riedberghorn—Bolgen |
|---|------------------------------|---------------------------|--|--------------|------------------------------------|
| Oberer Piesenkopfkalk | Oberer Piesenkopfkalk | Oberer Piesenkopfkalk | Fehlt | | Oberer Piesenkopfkalk |
| Oberzollbrücker Sandstein | Oberzollbrücker Sandstein | Oberzollbrücker Sandstein | Oberzollbrücker Sandstein (sehr reduziert) | | Oberzollbrücker Sandstein |
| Piesenkopfkalk } Schwarzer Flysch } tektonisch eingeschaltet? | Wechsellagerung | | Unterer Piesenkopfkalk | Schelpenkalk | Unterer Piesenkopfkalk |
| | Balderschwanger Mergelgruppe | | | | Wahrscheinlich tektonische Grenze! |
| Unterer Piesenkopfkalk | »Wildflysch« | | ? | ? | Ofterschwanger Mergel |
| Balderschwanger Kieselkalk | | | | | |

Eine mögliche Parallelisierung sei indessen wenigstens noch kurz angedeutet: In der ultrahelvetischen Decke des Gebiets zwischen Vierwaldstätter und Briener See entwickelt sich aus dem »Wildflysch« gegen oben eine Serie blaugrauer, plattiger Mergel, die mit Sandsteinbänken wechsellagern und auf diese Weise zu der gewaltigen Masse des Schlierensandsteins überleiten (vgl. z. B. 84). Sollte diesem etwa der Oberzollbrücker Sandstein gleichzusetzen sein? Das Profil auf der Westseite des Lappachtales ist dem obigen überraschend ähnlich, und die analoge tektonische Stellung beider legt eine solche Vergleichung nahe. Der Schlierensandstein ist durch Nummulitenfunde als obereozän bestimmt; sollte etwa dies auch das Alter des Oberzollbrücker Sandsteins sein? Vielleicht bringen einmal entsprechende Funde eine Bestätigung.

III. Quartärbildungen und Oberflächengestaltung.

Der Quartärgeologie und Morphologie habe ich bei meinen Aufnahmen nur nebenbei Beachtung geschenkt. Sie böten zwar genug der interessanten Fragen; allein für deren Bearbeitung ist die Abgrenzung meines Untersuchungsgebietes nicht günstig. Ein weiterer Rahmen wäre dafür erforderlich; und einen solchen herzustellen, reicht meine Kenntnis der Nachbargebiete, insbesondere im NW, nicht aus. So muß ich mich auf die Wiedergabe einiger Beobachtungen und die Andeutung einiger Probleme beschränken.

1. Moränen.

Die Moränenbedeckung unseres Gebietes ist sehr beträchtlich, wie schon ein Blick auf die Karte zeigt. Es handelt sich dabei jedoch ausschließlich um die Moränen von Lokalglatschern: eines, der das Balderschwanger Tal, eines zweiten, der den Kessel von Sibratsgfall erfüllte, sowie der Zuflüsse des Illergletschers im Tal der Bolgenach und der Schönberger Achen. Insbesondere der letztere hat die Gesteine seines Einzugsgebietes — Schrattenkalk, Feuerstätter Sandstein und kristalline Blöcke des Bolgenkonglomerats — bis hinab zum Ostfuß der Bolgenkette überall zurückgelassen; Erratum des Illergletschers — ostalpine Triasgesteine! — suchte ich dort vergeblich. — Die eben genannten Gesteine sind auch für die Moränen des Balderschwanger und Hirschgunder Gletschers bezeichnend; dazu kommt noch z. T. Aptychenkalk, feine Breccien der Jung-hansensichten sowie Flyschsandsteine und -kalke. Auch das Eis dieser Gletscher stammte mindestens zum überwiegenden Teile aus dem Gebiet selbst. Nur der Balderschwanger Gletscher erhielt vielleicht einen kleinen Zufluß aus dem Illergebiet, über Rohrmoos und die Senke der Dinigörgenalpe. Bei dieser finden sich nämlich in den Moränen Flyschsandsteine, die aus der Nachbarschaft schwer abzuleiten sind; sie weisen wohl auf das Walsertal als Heimatgebiet hin.

Die Schneegrenze der Würmeiszeit lag im Allgäu sehr tief; Penck (69, S. 198) gibt sie für den Alpenrand zu nicht viel über 1000 m an. Das entspräche durchaus dem allgemeinen Parallelismus zwischen eiszeitlicher und heutiger Schneegrenze. Denn wenn diese im Allgäuer Hochgebirge auch bei 2500 m Höhe liegt, so ist doch zu erwarten, daß sie im Flyschgebiet an der Vorarlberger Grenze noch ein gutes Stück tiefer herabsteigt, wenn sie auch wegen des Fehlens entsprechend hoher Berge nicht zur Beobachtung kommt. Denn an Niederschlagsmenge übertrifft heute Balderschwang das schon reich gesegnete Illergebiet noch beträchtlich — es dürfte mit seinen rund 2500 mm Jahresmittel einen der niederschlagsreichsten Punkte der Alpen überhaupt darstellen, speziell auch einen der schneereichsten: 1923 lagen am 31. Mai noch Reste von Winterschnee an schattigen Stellen der Talsohle!

Setzen wir diese Lage der eiszeitlichen Schneegrenze voraus, so fällt mein ganzes Kartengebiet mit geringen Ausnahmen in ihren Bereich, d. h. fast das ganze Gebiet kommt als Gletschernährgebiet in Betracht.

Es ist also nicht zu verwundern, daß es eine ansehnliche Lokalvergletscherung trug.

Eine Bestimmung der oberen Gletschergrenze aus der Höhe der obersten Moränen ist schwierig, da der Mangel von typischem erraticen Material es unmöglich macht, die im engsten Sinne lokalen Moränen als solche zu erkennen. Am Gelbhanskopf scheinen Moränen des Balderschwanger Talgletschers bis auf 1400 m hinaufzugehen. — Auf Grund der Gipfformen möchte man nur den verhältnismäßig scharfen Kämmen des Feuerstätterkopfes (1647 m) und des gezackten Beslers (1653,6 m) Eisfreiheit zuerkennen, allenfalls auch dem Hörlein, wegen des schroffen Abbruchs seines Südgipfels (1545,6 m) — der indessen auch postglazial, durch Unterwaschung des von leicht erodierbaren Flysch- und Senongesteinen unterlagerten Gipfelquarzits, zustande gekommen sein könnte. Man möchte demnach die obere Gletschergrenze bei etwa 1500 bis 1600 m annehmen. Doch können die nicht bis zu dieser Linie aufragenden Gipfel, z. B. des Schelpenkammes, ihre sanften Formen auch ohne Mitwirkung darüberströmenden fremden Eises erhalten haben. Sicher ist dies der Fall bei den z. T. erheblich jene Höhe überschreitenden Flyschbergen der Riedberghorngegend, die zweifellos ganz von eigenem Eise verhüllt waren.

Hier ist noch eine eigentümliche Erscheinung zu erwähnen. Auf der Südseite des Balderschwanger Tales liegen mehrfach Blöcke von unverkennbarer Molasse-Nagelfluh, wie sie anstehend nur in den Bergen der Nordseite vorkommt. Einen solchen fand ich im Bett der Ache bei Lenzen — mehr als 1 km von der Molasse-Südgrenze entfernt; einen zweiten bei Lappach in dem großen, vom Gelbhanskopf herabziehenden Graben; und einen dritten, von ca. 2 cbm Inhalt, im Biebersteinbach bei 1020 m Höhe. Daß diese isolierten Blöcke durch irgendeine rezente Schuttbewegung an ihre heutigen Fundorte gelangt seien, darf wohl als ausgeschlossen gelten. Vielleicht kann man sich vorstellen, daß gelegentlich größere Felsstürze von der Nordseite auf den schon im Rückzug begriffenen Gletscher niedergingen, von denen einzelne Blöcke bis über die Gletschermitte hinaus sprangen; beim Schwinden des Gletschers wurden sie in den Moränen der Südseite deponiert, aus denen sie heute wieder herausgewaschen vorliegen.

Wallmoränen sind von den Hochständen der Vergletscherung naturgemäß nicht zu erwarten. Aber auch solche von Rückzugsstadien sind auffallend spärlich entwickelt: keines der größeren Täler — auch nicht der größeren Zweiggräben (z. B. Lappachtal) — zeigt eine solche.

Zur Zeit des Bühlstadiums lag nach Penck und Brückner (69, S. 346) die Schneegrenze etwa 200 bis 300 m über der des Höchststandes der Würmeiszeit — in unserem Gebiet also wenig über 1200 bis 1300 m. Das läßt erwarten, daß die größeren Täler desselben noch von Eiströmen erfüllt waren. Moränen sind aber nicht zu sehen, die sich mit Sicherheit hierher stellen ließen. — Dem auf das Bühlstadium folgenden Eisrückzug dürften manche Lokalmoränen entsprechen, so die vielfach wiederholten verwaschenen Wälle, die auf der Südseite des Feuerstätterkopfes die Kessel der Riesalpe und der Neualpe füllen; ebenso auf der Südseite des Riesenkopfs, in dem Kessel bei der Hütte (P. 1291) der Waldalpen; endlich das mächtige Haufwerk von Flyschblöcken, das auf der Nordseite des nördlichen Ausläufers (P. 1566) des Feuerstätterkopfes das Gehänge bis auf die Terrasse von Lappach hinab überdeckt. Das sind Rückzugsmoränen eines kleinen Gletschers mit winzigem Firnbecken nördlich unter P. 1566.

Für das Gschnitzstadium geben Penck und Brückner die Lage der Schneegrenze zu ca. 600 m über der des Höchststandes an; das macht für unser Gebiet rund 1600 m. Demnach müßte das ganze Gebiet bereits eisfrei gewesen sein, bis auf einzelne Gipfel: Feuerstätterkopf, Piesenkopf, Riedberghorn-Wannenkopf; an ihnen sind Reste von Lokalmoränen dieses Stadiums zu erwarten. Tatsächlich liegen unter dem Feuerstätterkopf, sowohl auf der NO-

wie auf der NW-Seite, kleine Wälle, die nicht viel unter 1400 m hinabreichen. Die Südseite dürfte gleichzeitig schon eisfrei gewesen sein — denn die dortigen, oben erwähnten Moränen sind viel zu mächtig und reichen zu tief hinab — bis auf 1200 m — um mit jenen kleinen, noch dazu in orographisch begünstigter Lage gebildeten Wällen gleichgesetzt werden zu können. Dagegen ist wohl ein kleiner Wall nordöstlich unter dem Hörnlein hierherzustellen, obwohl dieser Gipfel die 1600-m-Linie nicht erreicht. — Am Piesenkopf ist als gleichalterig wohl die ziemlich ausgedehnte, z. T. verwaschene Wälle bildende Moränenbedeckung SO der Alten Piesenalpe zu betrachten; es sind die letzten Reste eines ausgedehnten Plateaufirns, die sich hierher, unter die schützende Nordostflanke des Piesenkopfs zurückgezogen hatten. — Am stärksten noch war die Vergletscherung an den höchsten Gipfeln des Gebiets, Riedberghorn und Wannenkopf. Ersteres ragte noch fast 200 m über die angenommene Schneegrenze empor und dürfte noch allseitig überfirnt gewesen sein. Auf seiner Südwestseite liegen ansehnliche Moränenwälle über der Oberen Mittelalpe, bei etwa 1400 m. Merkwürdigerweise bietet die SO-Seite nichts Entsprechendes; erst im innersten Winkel des Tals liegt eine Moränenanhäufung unter dem Riedberghorn, die nicht viel unter 1500 m hinabreicht. Die Wälle nördlich der Grasgerenalpe stammen vom Bolgen. Die Nordseite des Riedberghorns fällt nicht mehr in mein Kartengebiet. Der Bolgen-Wannenkopf endlich bot vor allem in der geschützten Mulde auf der Nordseite die Bedingungen für die Existenz eines kleinen Hängegletschers, dessen Moränen auf Hinterbolgen bis unter 1400 m hinab zu verfolgen sind. Kleine Wälle auf dem Südabhang bei etwa 1500 m gehören wohl zum selben Stadium; ebenso die bereits erwähnten auf der Westseite bei der Grasgerenalpe.

Der Erhaltung aller dieser Moränenwälle ist weder die leichte Verwitterbarkeit eines Teils ihrer Gesteine, noch das niederschlagsreiche Klima der Gegend günstig gewesen; sie zeigen alle stark verwaschene Formen und reichliche Vegetationsbedeckung.

Moränen noch jüngerer Stadien fehlen in Anbetracht der geringen absoluten Höhen des Gebirges.

2. Seeablagerungen.

Südlich von Balderschwang treten im Bett der Bolgenach eigentümliche Bändertone auf, die sich von dort weithin talabwärts bis über die Grenze des Kartengebiets hinaus verfolgen lassen, bald auf dem südlichen, bald auf dem nördlichen Ufer. Es sind sehr feine graue Tone, mit einer regelmäßigen Schichtung in Abständen von einigen Millimetern; sie läßt den Gedanken an eine Jahres-schichtung aufkommen. Ihre Lage ist vollkommen horizontal. Sichtbar ist sie freilich nur an frischen Anrissen; denn das Material neigt stark zum Verrutschen in Gestalt von Schlammströmen. — In dem Lappachtal reichen die Tone bis zu dem Steg bei 1013 m; dort werden sie un-mittelbar über der Talsohle bedeckt von groben, fast horizontal geschichteten Schottern, mit Sandlagen wechselnd; sie stehen auf der Ostseite wohl 20 m mächtig an. — Unmittelbar östlich von der Einmündung des Lappachtales werden die Tone stark sandig und nehmen Gerölle auf, sowohl einzelne, meist ganz kleine, in unregelmäßiger Verstreueung, als auch ganze Lagen, deren Material etwas gröber (bis fast faustgroß) werden kann. Ich fand darunter ziemlich reichlich deutlich gekritzte Kalkgeschiebe. Es handelt sich also jedenfalls um verschwemmten Moränenschutt, wohl aus dem Lappachtal. Darauf deutet die Stelle des Vorkommens — denn weiter ostwärts verschwindet das gröber klastische Material wieder, der Ton wird wieder gleichmäßig fein.

Die größte beobachtete Mächtigkeit — etwa 30 m — dieser Tone findet sich etwas westlich von der Mündung des Lappachtales. Auf der Lappacher Terrasse folgen darüber ziemlich ansehnliche (Grund-?) Moränen; es läßt sich aber

kaum sicher entscheiden, ob sie primär dem Ton auflagern oder nachträglich darüber verschwemmt und verrutscht sind.

Diese Tone sind zweifellos in einem See abgelagert. Sein Spiegel stand auf wenigstens 1030 m Höhe und reichte nach O mindestens bis südlich der Kirche von Balderschwang; doch ist es nicht wahrscheinlich, daß dies schon sein oberes Ende war, denn gerade am sichtbaren Ostende fehlt jede Spur eines Bolgenachdeltas. Ein solches ist erst weiter aufwärts zu suchen, begraben unter dem massenhaften Schutt der von N kommenden Wildbäche. Auch das untere Ende ist einstweilen unbekannt.

Das Alter dieses Sees möchte man zunächst für interglazial halten, wegen der scheinbaren Überlagerung der Bändertone durch Moräne. Allein erstens ist diese, wie erwähnt, vielleicht nicht primär, und zweitens könnte sie auch nur einem unbedeutenden Vorstoß entsprechen, der noch über diese Seeablagerungen hinweggegangen ist. Denn daß noch eine ganze Eiszeit darübergegangen wäre, ohne daß diese äußerst wenig widerstandsfähigen Schichten wieder ausgeräumt worden wären, ist recht unwahrscheinlich. Somit liegt die Annahme eines spätglazialen Alters wohl näher.

Eine interessante und schwierige Frage ist die nach dem Hindernis, das diesen Balderschwanger Talsee gestaut haben mag. Denn nirgends kenne ich ein solches in dem weiteren Verlauf des Tales nach abwärts. Der Durchbruch der Bolgenach durch die südlichste Molassekette oberhalb Hittisau erfolgt in einem verhältnismäßig breiten Tal, das zweifellos zur letzten Eiszeit schon vorhanden war. Die zweite Molassekette überwindet der Fluß wohl in enger Schlucht, die vielleicht erst jüngerer Entstehung ist; aber vor dem Eintritt in diese durchströmt er den breiten Talboden von Hittisau — und dieser bricht unvermittelt zu dem 100 m tiefer eingeschnittenen Bett der Subersach ab. Und längs diesem gibt es nirgends mehr eine Schwelle von der erforderlichen Höhe. Eine Lösung des Problems muß ich der Zukunft überlassen.

Auch an der Subersach treten unterhalb Sibratsgfall ähnliche graue Tone auf, die wohl in einem See abgelagert sein dürften; doch habe ich sie dort nur in verrutschtem Zustande gesehen und nicht weiter verfolgt — befinden sie sich doch bereits außerhalb des Bereiches meiner Karte.

3. Bergstürze.

Nennenswerte Bergstürze sind im Balderschwanger Tal niedergegangen, dort wo es bei der Unteren Mittelalpe die Schelpen-N-Klippe durchbricht. Insbesondere auf der Westseite liegt ein mächtiges Haufwerk von Feuerstätter Sandstein; es bildet einen bewaldeten Rücken. Die Abrißnische ist in der Felswand nördlich der Jagdhütte bei ca. 1200 m erhalten; das Losbrechen wurde durch die wasserundurchlässige Unterlage von Junghansenschichten befördert. Die Masse des losgebrochenen Materials kann auf einige 100 000 cbm veranschlagt werden. Unterlagerung durch Moränen ist wahrscheinlich, jedoch nicht unmittelbar aufgeschlossen.

Wesentlich unbedeutender sind die Felsstürze der gegenüberliegenden Talseite, im Stelzenwald. Auch sie bestehen aus Haufwerken von z. T. mächtigen Blöcken von Feuerstätter Sandstein; deutliche Abrißnischen existieren jedoch nicht, im Gegenteil ist eine Abgrenzung gegen das oberflächlich gleichfalls z. T. in Blöcke aufgelöste anstehende Gestein darüber schwer zu ziehen. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß es sich um eine Folge von kleineren und nicht um große einheitliche Abbrüche gehandelt hat. Dementsprechend haben sie auch das Gehänge nicht bis zur Talsohle hinab überschüttet.

Recht ansehnlich ist auch ein Bergsturz auf der Nordseite des Schönberger Achentales, gleichfalls im wesentlichen aus Feuerstätter Sandstein bestehend. Dort, wo dies Gestein südlich vom Sulzbach eine Strecke weit die Kammhöhe bildet, ist eine Partie davon abgerutscht — offenbar auch hier durch Schlüpfgrüben der unter-

lagernden Junghansenschichten in Bewegung geraten — und hat das Gehänge bis tief hinab mit einem beträchtlichen Blockstrom überschüttet. Auch hier ist das Volumen der bewegten Masse auf ein paar 100000 cbm zu veranschlagen.

Weiter finden sich größere Bergstürze noch an der Piesenkopfkette. In der karähnlichen Mulde SW unter dem Riesenkopf liegen riesige Schollen von roten und grauen Couches rouges, die z. T. ganz den Eindruck von anstehendem Gestein machen; doch liegen sie so bunt durcheinander und zeigen eine so regellos hügelige Oberfläche, daß ich sie nur als Bergsturz deuten kann. Die Abrißnische bildet die Karwand unter dem Riesenkopf; südliches Einfallen der Schichten und die wasserundurchlässige Unterlage von Scheienalpmergeln begünstigten das Abgleiten. Die Höhe des Sturzes war gering — rund 100 m; und da er auf einen flachen Karboden erfolgte, blieben die abgestürzten Massen beisammen, anstatt sich in einen weit hinlaufenden Trümmerstrom aufzulösen. Deren Volumen ist auf rund $\frac{1}{2}$ Million cbm zu schätzen; ohne eine kleinere Masse, die unter der südlichen Fortsetzung der Abrißwand in ganz ähnlicher Weise liegt und offenbar einem gleichartigen Sturz ihr Dasein verdankt. Gegen abwärts gehen die Bergsturmassen scheinbar ohne scharfe Grenze über in die Moränenhügellandschaft der Waldalpen. Vermutlich ist ihr Abbruch dem Schwinden des Gletschers ziemlich unmittelbar nachgefolgt. Die steile Rückwand seines Firnbeckens, das ja in eben jenem Kar gelegen hatte, stürzte zusammen.

Ein ganz ähnlicher Bergsturz liegt auf der Südseite des Piesenkopfgipfels. Er besteht aus Flyschkalken, ebenso wie die steile Südwand des Piesenkopfes, die seine Abrißfläche bildet. An ihrem Fuß liegt er als mächtiges Haufwerk von verstürzten Schollen, das gegen unten, um die Neue Piesenalpe, in ein welliges Hügelland übergeht, das auch aus Moränen bestehen könnte. Die Sturzhöhe war hier noch geringer als am Riesenkopf — kaum 50 m; dagegen sind die abgestürzten Massen wohl noch bedeutender. Auch hier dürfte der Sturz in ähnlicher Weise durch das Schwinden des Gletschers vorbereitet worden sein.

Ein größerer Bergsturz ist auch im Hirschgundental, über der Einmündung des Großen Grabens, in das Kartengebiet hinein erfolgt; jenseits von dessen Südgrenze ist sein Abrißgebiet zu suchen, auf dem Gehänge unter dem Westende der Unteren Gottesackerwände.

Außerdem sind noch verschiedene kleinere Felsstürze, z. B. unter den Gauchen- und Scheienwänden, auf der Südseite des Hörnleins u. a. erfolgt.

Das Alter aller dieser Bergstürze ist sicher spät- bis postglazial.

4. Schuttrutschungen.

An die Bergstürze anschließend sind die Schuttrutschungen zu erwähnen. Solche sind bekanntlich auf wasserundurchlässiger Unterlage häufig; der Flysch ist für sie klassischer Boden. Junghansenschichten und Scheienalpmergel stehen ihm aber nicht nach.

Größere kartierbare Rutschungen habe ich auf der Westseite des Schelpenkammes, sowie bei der Lenzenbergalpe und auf der Nordseite der Gauchenwände eingetragen. Auch westlich Hugen durchquert die Straße ein ansehnliches Rutschgebiet. Die Zahl der kleineren entzieht sich jeder Schätzung. Besonders die Gehänge unter dem Weg Schönbergalpe—Obere Mittelalpe sind reich daran; ebenso die Abhänge auf der Nordseite des Fugenbaches. Aber auch anderwärts sind sie gar nicht selten.

5. Zur Talgeschichte.

Es kann hier nur von einzelnen Momenten aus der Geschichte des Balderschwanger Tals die Rede sein, da mir die anderen Täler zu sehr bloß bruchstückweise genauer bekannt sind.

Ein ältester Talboden beginnt in der Gegend des Piesenkopfes mit ansehnlichen Verebnungen in Höhe von etwas über 1400 m. Besonders um die Weißensteinalpe (1417 m) sind sie durch Verkarstung wohl erhalten. Eine Wasserscheide gegen S scheint dort nirgends vorhanden gewesen zu sein; es ist vielmehr anzunehmen, daß Äste dieses alten Tales beiderseits am Piesenkopf vorbei nach S gegriffen haben und ihre Wurzeln erst am Abfall der Gottesackerwände fanden; vielleicht ist sogar ein Zufluß östlich um diese herum aus dem Walsertal in Betracht zu ziehen.

Als untere Fortsetzung wird man die Terrassenreste unter der Schelpenalpe (Rückfallkuppe P. 1370 m) und die ungefähr gleichhohen auf der gegenüberliegenden Talseite, S der Oberen Mittelalpe, heranziehen. Beide liegen an der Stelle, wo das Tal die Schelpen-N-Klippe durchbricht; deren Aptychenkalk und Feuerstätter Sandstein waren zur Bewahrung alter Formen geeigneter als die wenig widerstandsfähigen Senon- und Flyschgesteine der Umgebung. Auch eine Verflachung N unter der Schwarzenbergalpe, bei etwa 1360 m, darf man wohl hierher rechnen. Weiter abwärts sind deutliche Gesimse erst wieder nördlich Balderschwang am Abfall der Molassekette zu erkennen, etwas über 1300 m. Vielleicht entspricht ihnen auf der Südseite die kleine Verebnung bei P. 1303 am Ende des Rückens zwischen Bieberstein- und Krineggbach.

Aus diesen Zahlen berechnet sich für die geschilderte Strecke des alten Tales ein Gefälle von 11,4 vT, gegenüber einem solchen der heutigen Bolgenach von 20 vT auf der gleichen Strecke. Aber diese ist ein streckenweise lebhaft erodierender Fluß, während die Breite jenes alten Tales darauf schließen läßt, daß keine nennenswerte Tiefenerosion mehr stattfand. Das geringere Gefälle erscheint demnach ganz plausibel.

Auch im Lappachtal sind Reste eines entsprechenden Talbodens erhalten — ebenfalls dort wo es die Schelpen-N-Klippe quert: auf der Ostseite, über der Unterschelpenalpe bei etwa 1360 m; gegenüber auf der Westseite in etwas größerer Höhe. In das Haupttal dürfte es ziemlich gleichsollig eingemündet haben.

Den nächst jüngeren Talboden treffen wir bei der Dinigörgenalpe (1280 m) in die hügelige Verebnungsfläche um den Piesenkopf eingeschnitten. Dort ist das Tal noch vollkommen erhalten, als mäßig breite Mulde zwischen dem Ausläufer der Gauchenwände einerseits, dem Schafkopfbesler und Toniskopf andererseits; zwischen diesen beiden mündet ein ähnlich geformtes Seitental von O her ein. Das Haupttal wird nur von einem kümmerlichen Bächlein durchflossen, das aus einem Weiher unter der Kindsbangetalpe entspringt. Dort ist heute eine Talwasserscheide — die südliche Fortsetzung des Tals ist rückläufig geworden, vom Rohrmooser Tobel angezapft. — Geht man von der Dinigörgenalpe nach N, so sieht man den Bach sich in enger Klamm in den alten Talboden einsägen, bis dieser mit 70 m hoher Steilstufe aus Schratzenkalk unvermittelt abbricht. Eine Fortsetzung scheint wieder dort angedeutet, wo das Balderschwanger Tal die Schelpen-N-Klippe durchbricht: Terrassenreste sind im Stelzenwald bei etwa 1250 m, gegenüber nördlich der Jagdhütte bei etwa 1260 m erhalten. Weiter nördlich gehört dahin vielleicht die stark mit Moränen überkleisterte Terrasse der Sala Möser (P. 1248). Endlich dürften die Stufenmündungen des Lappach-, Biebersteiner und Krineggtales dem gleichen Niveau entsprechen.

Die Verhältnisse bei der Dinigörgenalpe sind wohl so zu erklären: beim Einschneiden unter diesen Talboden traf der Fluß auf den Schratzenkalk der Klause, der die Erosion in solchem Maße behinderte, daß die Tieferlegung im obersten Talabschnitt nicht nachkommen konnte. So war er hier im Konkurrenzkampf benachteiligt gegenüber der zur Iller strömenden Starzlach, zumal deren Tiefer schneiden in den leicht erodierbaren Scheienalpmergeln und Flyschgesteinen der Rohrmooser Mulde verhältnismäßig schnell erfolgen konnte. So konnte diese das ver-

mutete Einzugsgebiet der Bolgenach an sich reißen; jenes Talstück bei der Dinigörgenalpe blieb als Torso übrig.

Der nächst jüngere Talboden ist die Felssohle des heutigen Tales. Sie liegt überall in unbekannter Tiefe unter mächtigen spät- und postglazialen Ablagerungen — den S. 112 besprochenen Seesedimenten und den rezenten Wildbachschottern. In diese schneidet sich die Bolgenach heute wieder ein. Da sie aber durch die gewaltigen Schuttkegel, die von der Nordseite, von der Molassekette herabkommen, stark nach Süden abgedrängt wird, hat sie an zwei Stellen den Felsuntergrund der südlichen Talflanke getroffen: bei P. 1036 südlich Balderschwang sowie bei der Mündung des Krineggbaches. Auf diese Weise — durch Epigenese — sind diese beiden wunderlichen kleinen Seitensprünge des Flusses, aus dem Schutt und Bänderthon in den anstehenden Fels, zu erklären.

Eine Einordnung dieser einzelnen Talböden in die verschiedenen Phasen, welche heute in der Geschichte der größeren Alpentäler unterschieden werden, dürfte erst dann möglich werden, wenn ihre Verfolgung längs der Bolgenach alpenauswärts durchgeführt sein wird. Bemerkenswert sei, daß dort noch sehr interessante Probleme der Lösung harren — z. B. bei Hittisau, wo sich die Bolgenach auf flachem Talboden der ca. 200 m tiefer eingeschnittenen Subersach auf ca. 1½ km nähert, um dann, plötzlich scharf nördlich abbiegend, durch die Molasse der Hochgratkette durchzubrechen.

B. Tektonik.

I. Tektonische Einzelbeschreibung.

1. Der Feuerstätterkopf.

a) Die Feuerstätterkopf-Hauptklippe und ihre Unterlage. Die einfachsten und klarsten Verhältnisse unter den Klippenbergen des Untersuchungsgebietes bietet — trotz nur sehr teilweise schöner Aufschlüsse — der Feuerstätterkopf; es sei daher mit ihm begonnen. Er trägt zwei Klippen, deren eine, die Hauptklippe, den Hauptgipfel bildet, während die andere, die Nordklippe, vom Nordgipfel gegen Sibratsgfall streicht.

Der Hauptklippe gehört das größte Aptychenkalkvorkommen des Gebietes an: es umfaßt zwar nicht den Gipfel, aber den SO- und SW-Kamm des Berges mit über 100 m noch erhaltener Mächtigkeit. Die Schichten fallen meist südlich mit sehr wechselnder Neigung und sind fast überall in zickzackförmige, gegen N schauende Falten gelegt (A 11, 15, 19). Die höchsten Schichten des Aptychenkalks, durch graue Schiefer, Sandkalke und feine Breccien gekennzeichnet, liegen jedoch überall zu unterst, wo die Auflagerung auf tiefere Schichtglieder zu sehen; so längs dem NW-Abfall und am Ende des SO-Grats. Die Lagerung ist also verkehrt. Das schließt nicht aus, daß stellenweise (z. B. SW-Seite) auch die tieferen roten Kalkschichten sehr nahe an die Basis heranreichen, und daß sich überhaupt höhere und tiefere Schichten öfters wiederholen. In sich selbst ist der Aptychenkalk eben in krauser Weise zusammengestaucht.

Indessen ist in dieser südfallenden Juraplatte auch noch eine größere, steile Synklinale, von oben eingefaltet, erhalten; freilich nur mehr ein letzter kümmerlicher Rest. Auf der Ostseite des Rückens, der vom östlichen Vorgipfel des Berges (P. 1621) gegen S hinabzieht, erkennt man schon aus der Ferne, knapp unter einer grasbewachsenen Einsattelung bei ca. 1500 m Meereshöhe, einen Streifen dunklen Gesteins. Es ist der bereits (S. 6) beschriebene Aufschluß von Junghansenschichten, auf den hier nicht nochmals näher zurückgekommen werden muß.

Diese Synklinale ist die einzige Stelle, die sicher auf normale Lagerung eines Teils des Aptychenkalks hinweist; der sonst im wesentlichen verkehrten entspricht die seiner Unterlage. Diese ist am besten zu studieren auf der N- und NW-Seite des Berges. Steile, z. T. grasbewachsene

Felsplanken in deren unterem Teil bestehen aus Feuerstätter Sandstein. Zwischen ihm und dem gleichfalls zum Teil wandbildenden Aptychenkalk ziehen die Junghansenschichten aufwärts; zweimal gehen sie auf schmale, schuttbedeckte Bänder zusammen, dazwischen gewinnen sie wieder ansehnliche Breite. Denn die Grenze gegen den Sandstein ist in größere Falten gelegt, während die gegen den Aptychenkalk nahezu eben verläuft — in auffallendem Gegensatz zu der Zickzackfaltung in diesem selbst (A 11). — Gegen unten schwellen die Junghansenschichten zu besonderer Mächtigkeit an; stark in sich gefaltet, streichen sie auf das zur Riesalpe abfallende Gehänge hinüber, wo sie unter Moränen verschwinden. Auch der liegende Feuerstätter Sandstein überquert die Kammhöhe, auf der man den Flysch (Schiefer mit Sandsteinlagen) der Unterlage darunter einfallen sieht.

Gegen O steigt der Feuerstätter Sandstein in die Höhe und bildet den Gipfel des Berges selbst, steil S-fallend (A 16); die Junghansenschichten streichen wenig unterhalb auf die Südseite hinüber. Steigt man jedoch vom Gipfel über den Nordgrat hinab, so sieht man unter dem Sandstein nochmals Junghansenschichten mit 20 bis 25 m abgeschlossener Mächtigkeit auf dem Gehänge gegen W anstehen. Der unterste, steilere Absatz des Grates besteht wieder aus Feuerstätter Sandstein; leider ist seine Auflagerung auf den Flysch nicht sichtbar, der über den Sattel zwischen Haupt- und Nordgipfel streicht.

Hier ist also unter der verkehrten Schichtfolge der Hauptklippe noch eine zweite, ebenfalls verkehrte Schuppe aus Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein vorhanden. Doch handelt es sich nur um eine lokale, nicht viel weiter zu verfolgende Komplikation. Nur an der Rippe, die beim Ostende der Sandsteinfelsen des Gipfels gegen NO hinabzieht, sind ihre Junghansenschichten nochmals zu sehen; sie streichen dort 70° O und fallen mit 35—40° (unten noch steiler) südwärts unter den Sandstein.

Oberhalb dieser Stelle tritt von S her der Aptychenkalk wieder auf die Grathöhe. Eine kleine Komplikation ist dort sichtbar: ein Keil von Feuerstätter Sandstein, an dem der Aptychenkalk längs einer 40° O streichenden, aber steilen Scherfläche fast unmittelbar abstößt. Zwischen dem »Keil« und der Hauptmasse des Sandsteins aber ziehen die Junghansenschichten in steiler Rinne nochmals zum Grat hinauf (A 16a).

Weiter östlich verhüllt Schutt auf bedeutende Erstreckung das Liegende des Aptychenkalks. Einzig N unter dem Ostgipfel (P. 1621) kommen Spuren von Junghansenschichten darunter ans Tageslicht. Zusammenhängende Aufschlüsse gibt es erst wieder bei der Einsattelung P. 1438, zwischen Feuerstätterkopf und Hörnlein. Dort werden auf der Nordseite des Kamms die Junghansenschichten unmittelbar von wechselnd S fallendem (auf der Kammhöhe selbst fast horizontalem) Flysch unterlagert; der Feuerstätter Sandstein ist ausgefallen. Etwas östlich der tiefsten Einsattelung aber trägt der Kamm noch eine kleine isolierte Kappe von Aptychenkalk, in deren Liegendem nun die Junghansenschichten auskeilen, während der Feuerstätter Sandstein wieder einsetzt: von O unterlagert er diesen Aptychenkalk direkt. — An dem Steig vom Sattel 1438 zur Grämpelalpe (SO unter P. 1621; nicht verzeichnet auf der Karte, die in dieser Gegend überhaupt sehr mangelhaft) geht man durch meist S-fallenden Aptychenkalk mit reichlichen Breccienlagen; am Gehänge darunter kommen Junghansenschichten, noch tiefer Feuerstätter Sandstein hervor — beide dem verkehrten Schenkel angehörig, aber sehr schlecht aufgeschlossen. Bei der Alpe selbst liegt ebenfalls Feuerstätter Sandstein in losen Stücken; am Gehänge darunter Flyschsandstein. Das Profil, das Tornquist (16, Fig. 4) von hier gibt, ist in der Unterlage des Aptychenkalks gänzlich verfehlt. Von diskordant schräg unter der Klippe durchstreichenden Flyschzügen ist keine Spur zu sehen.

Von großer Wichtigkeit sind die Aufschlüsse auf der Südseite des Feuerstätterkopfs. Freilich sind sie im allgemeinen sehr mangelhaft und unübersichtlich; das Panorama bei Tornquist (16, Tafel IV) gibt davon einen Begriff. Aus der Ferne sieht man auf dem ganzen Abhang überhaupt so gut wie nichts als Wald und Wiesen; erst bei genauester Begehung gibt der Abhang seinen Aufbau zu erkennen. Der breite Rücken, der von P. 1621 gegen S hinabzieht, besteht von etwa 1380 m (dort, auf der Ostseite, ein kleiner Aufschluß in flach N-fallendem Aptychenkalk, rot und grau!) abwärts aus Junghansenschichten, die in einzelnen Einrissen anstehend, mit wechselndem, vorwiegend flachem Einfallen sichtbar sind. Bei etwa 1330 m läuft eine Konglomeratzone über den Rücken; bei 1300 m tritt Flyschsandstein in Lesesteinen auf, der Klippenunterlage angehört (A 16).

In dem tiefen Graben westlich des eben genannten Rückens beobachtet man die letztere bei etwa 1300 m, ebenfalls in Gestalt von Flyschsandstein und grauem Mergel mit fast horizontaler Lagerung. Darüber ist zwar im Graben selbst zunächst nichts zu sehen, wohl aber beiderseits auf dem Gehänge. Aus dem östlichen tritt eine scharfe Waldrippe hervor; sie besteht (A 13) aus Feuerstätter Sandstein, unterlagert von polygenem Konglomerat, wie massenhaft umherliegende kristalline Blöcke anzeigen; ob es einer unterlagernden Schuppe von Junghansenschichten angehört oder dem Feuerstätter Sandstein selbst, bleibt unentscheidbar, doch ist mir ersteres viel wahrscheinlicher. Ganz übereinstimmend sind die Aufschlüsse auf dem Gehänge westlich des Grabens; und dort sieht man auch, bei etwa 1380 m, den Feuerstätter Sandstein von Junghansenschichten überlagert (die auf der Ostseite nur durch einzelne Lesesteine angedeutet sind). Wenig höher wird zwar alles von Moränen bedeckt; dafür aber gelangt man in dem zuvor genannten Graben selbst bei etwa 1400 m an eine kleine Steilstufe, die von fast horizontalliegenden Junghansenschichten (vorwiegend dunkle dünnplattige Quarzite) gebildet wird. An ihrem oberen Rand ist eine 1 bis 2 m mächtige Konglomeratbank eingelagert; und fast unmittelbar darüber steht Aptychenkalk an (Sommer 1921 war er unter einem großen Wurzelstock etwas über 1 m mächtig aufgeschlossen) gleichfalls horizontal (A 16). Gegen W setzt er an einigen aus dem Gehänge heraustretenden Felsen fort. Rings um diese letzten Aufschlüsse dehnen sich die Wiesenflächen der Neualpe, die nirgends einen Einblick in den Untergrund gestatten.

Die beschriebenen Aufschlüsse zeigen zur Genüge, daß auch auf der Südseite des Feuerstätterkopfs der Aptychenkalk jüngeren Bildungen der Klippenserie (in größtenteils verkehrter Stellung) aufliegt und diese ihrerseits dem Flysch, und zwar flach. Die Behauptung Mylius', daß hier überall der Flysch auf den Jura aufgeschoben sei (23, S. 76, 96), steht mit der Wirklichkeit in diametralem Widerspruch.

Weiter gegen W werden die Aufschlüsse weniger klar; es stellen sich lokale Komplikationen ein, die jedoch nur zu einem Bruchteil entzifferbar sind. In einem westlichen Seitengraben des zuvor genannten (auf der Karte nicht verzeichnet, die hier überhaupt sehr ungenau!) steht bei 1350 m grauer Aptychenkalk an (A 12), senkrecht mit NO-Streichen; darunter liegt reichlich Schutt von Feuerstätter Sandstein — und darüber ebenfalls. Einer der nächst westlichen Gräben zeigt (bereits nahe unter dem S-Ende des vom Feuerstätterkopf gegen SW ziehenden Rückens) unter 1300 m steil SO-fallenden Flyschkalk. Auf der Wiese westlich von dort liegt Schutt von Junghansenschichten, und darüber bildet Feuerstätter Sandstein ein kleines bewaldetes Felsriff (A 11).

Geht man von dieser Stelle dem Gehänge entlang gegen W, so trifft man alsbald einen Rücken von Flyschgesteinen; stellenweise ist W-Fallen sichtbar. NW darüber bildet Feuerstätter Sandstein ein ca. 20 m mächtiges Riff: im Walde z. T. dünnplattig, mit NO-Fall; gegen W, wo er

aus dem Walde heraustritt, ganz massig. Dort streicht seinem SW-Rand entlang eine nur wenige Meter mächtige Zone von Junghansenschichten (Streichen 50° W, senkrecht). Sie sind sehr verdrückt, wie auch der Sandstein stark tektonisch zertrümmert ist. Gegen SW schließen sich gleichfalls sehr steil stehende Flyschsandsteine an, und bedecken eine Strecke weit das Gehänge. Über dem Westende des Feuerstätter Sandsteins und gegen ihn einfallend, stehen aber nochmals NW-streichende Junghansenschichten an. Diese Verhältnisse sind in Abb. 6 dargestellt. (Profil A 10, das hier sehr spitzwinkelig zum Streichen verläuft, gibt sie nicht richtig wieder!) Gegen oben folgt nach Schuttunterbrechung Aptychenkalk.

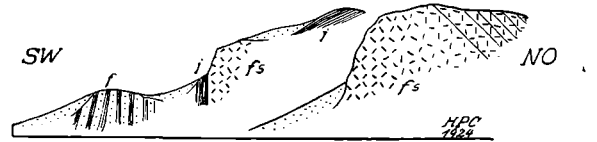


Abb. 6. Profil östlich der Riesalpe; ca. 1:1500.
fs = Feuerstätter Sandstein, j = Junghansenschichten, f = Flyschsandstein und -Schiefer.

Auch westlich vom eben beschriebenen Aufschluß trifft man diesen alsbald: SO der Riesalpe ragen einige Schichtköpfe aus dem Moränenboden, mit Streichen 55° O, senkrecht oder steil NW-fallend. Nur ein kurzer schuttverhüllter Zwischenraum trennt sie von dem zuvor erwähnten Flyschsandstein. Und wenig weiter westlich, bei der Riesalpe selbst, bildet flachliegender Aptychenkalk eine ca. 40 m hohe Felswand (A 8). Sein Liegendes ist nicht sichtbar; erst etwa 100 m tiefer sieht man Junghansenschichten reichlich als Schutt. Sie bilden wohl die undurchlässige Unterlage, auf der die in der Karte verzeichneten Quellen austreten.

Auch westlich der Riesalpe trifft man die Junghansenschichten im Walde (A 6); darunter liegt Feuerstätter Sandstein — beide die Fortsetzung der von der NW-Seite des Feuerstätterkopfs herüberziehenden verkehrten Schichtfolge. Besonders der Sandstein nimmt S der Hoheggalpe eine ansehnliche, waldbestandene Fläche ein, ist aber fast nur in Gestalt von Blöcken zu sehen. Nahe dem westlichen Waldrand trifft man darauf, am Rande eines Steilabfalls, nochmals reichlich Schutt von Junghansenschichten und, damit verknüpft, auch noch etwas Aptychenkalk; eine große, $35\text{--}40^\circ$ NW-fallende Platte von diesem steht sicher an. Unmittelbar S darunter liegt wieder Feuerstätter Sandstein, zu Blöcken zerfallen. Die Darstellung dieser Stelle im Profil A 2 beruht jedoch teilweise auf Hypothese, da die Aufschlüsse bei weitem nicht ausreichen. — Von W her fällt in der Gegend der Hoheggalpe Flyschsandstein unter den Feuerstätter Sandstein ein; doch sind auch hier die Aufschlüsse sehr spärlich.

Gegen S reicht der Feuerstätter Sandstein bis hinab an die Straße Sibratsgfäll—Hirschgund; in mehreren Gräben sieht man ihn anstehen, auch bei Rindberg selbst — das Kirchlein steht darauf — und an der Straße westlich davon. Er zeigt hier z. T. hochgradige Zerrüttung. Riesige Moränenmassen und üppige Wiesen verhüllen alles rings um diese sporadischen Aufschlüsse. Allein in dem Graben östlich der Häusergruppe Tieftobel (der Name fehlt auf der Karte!) steht bei 900 bis 950 m Scheienalpmergel an, in ansehnlichen Felsen; z. T. stark zerdrückt und gefaltet, streicht er NO und fällt im ganzen steil SO. Auch in dem nächst östlichen Graben findet man Spuren dieses Gesteins (A 1). Kein Zweifel, daß hier die Unterlage des Feuerstätter Sandsteins zutage tritt. Ebendahin gehört der Flyschsandstein, der als Schutt auf der Ostseite des von der Hoheggalpe herabziehenden Grabens liegt, bei 1020 bis 1040 m (A 1).

Es bleibt hier noch übrig, das tiefere Gehänge auf der Südseite des Feuerstätterkopfs zu betrachten — bis auf

den Fugenbach selbst, der erst später (B, I, 3) nachzuholen ist. — Der große Graben im Wald östlich Rindberg (dessen östlicher Ast weiter oben die S. 115 beschriebenen Aufschlüsse zeigt) erschließt an mehreren Stellen seines Laufes Flyschgesteine. Dagegen liegen auf dem Waldgehänge östlich davon in großer Verbreitung Felsmassen von Feuerstätter Sandstein, von manchmal ziemlich beträchtlichem Umfang. Sie machen z. T. ganz den Eindruck verrutschter Massen; für die tieferen — an und unter dem Weg nach Hugen — ist diese Auffassung unbestreitbar, aber auch die höheren betrachte ich nicht als anstehend. Es handelt sich hier um Material, dessen Heimat in der verkehrten Schichtfolge der Klippe zu suchen ist, wenn auch die Felspartie, der es entstammt, heute gänzlich verschwunden ist: sie muß die südliche Fortsetzung des S. 114 erwähnten Feuerstätter Sandsteins gebildet haben.

Bei Hugen treffen wir wieder anstehendes Gestein. Aber hier ist es bereits ultrahelvetische Oberkreide, die in bedeutender Mächtigkeit unter dem Rutschgebiet hervorkommt. Oberhalb des westlichsten Hauses stehen hellgraue Couches rouges an, 20—25° SO-fallend (A 11). Weiter östlich bilden sie ansehnliche Anrisse und sind weithin am Gehänge verfolgbar; ein kleines Lager steckt auch noch unter der Hauptmasse, in Scheienalpmergel eingefaltet (A 13). Im allgemeinen fallen sie mäßig S, im einzelnen mit vielfachem Wechsel; über dem östlichsten, frei auf einem Bergvorsprung stehenden Haus von Hugen sieht man sie senkrecht, mit 80° O-Streichen. In dem Graben östlich dieses Hauses liegt an der Basis der Aufschlüsse ein 2 m mächtiger Fetzen von Seewerkalk. Gleich S von dem Haus aber trifft man stark in sich gefaltete Bänke von grünlichem Quarzit — vermutlich dem S. 56 erwähnten Grenzhorizont der Scheienalpmergel angehörig. Am Fuße des Bergvorsprungs jedoch, auf dem jenes Haus steht, schneidet der Weg zu den Rindbachalpen den auf S. 58 unter (a) beschriebenen »Wildflysch« an. Er dürfte hier die Trennung zwischen der Scheienalpdecke und der tieferen helvetischen Unterlage anzeigen (A 16).

Im Hangenden tragen die Couches rouges über Hugen den bereits erwähnten Flysch (blaugrauer Kieselkalk, darüber Sandstein), auf dem die Junghansenschichten des Rückens S P. 1621 liegen. In beiden Flanken des Rückens sieht man die Flyschgesteine nahe horizontal anstehen (eine genauere Kennzeichnung der Aufschlüsse scheidert an dem unübersichtlichen Waldgehänge und der unzulänglichen topographischen Unterlage!); in seinem Südfall schalten sich darunter noch Scheienalpmergel ein, darüber nochmals eine dünne Lamelle von Couches rouges, auf die anscheinend direkt der Flyschsandstein folgt.

Die Oberkreide von Hugen ist gegen O zunächst nur an Hand zusammenhangsloser Aufschlüsse zu verfolgen. Erst am Schaffitzerbach gibt es wieder fortlaufende Profile. Hier sind vor allem die Scheienalpmergel herrschend geworden. Couches rouges sind darin eingeschaltet, in dreimaliger Wiederholung je ca. 6 bis 8 m mächtige, bis zur Einmündung des nordwestlichen Seitengrabens bei P. 1244. In diesem aufwärts folgt noch eine vierte Einschaltung, mit Scheienalpmergeln verfaltet — vermutlich dieselbe, von der auch auf dem Gehänge westlich des Baches Spuren sichtbar. Wenig darüber sieht man bereits grüngrauer Schiefer mit dünnen grauen Kalkbänken, wohl schon dem Flysch angehörig. Es folgt eine längere Schuttunterbrechung; dann schwarze zerquetschte Schiefer mit Linsen und eckigen Trümmern von dunklem Kieselkalk (ca. 2 m) und darüber nochmals hellgraue Couches rouges (ca. 4 m). Bis hierher lag alles mehr oder minder flach. Der nun folgende dickbankige Oberzollbrücker Sandstein zeigt dagegen zuerst gar keine erkennbare Lagerung, weiterhin zuerst steilen S-Fall, dann saigere Stellung mit O-W-Streichen; er hält wohl 25 bis 30 m an. Durch einige wieder flach liegende Bänke, von grauem Kieselkalk davon getrennt, erscheinen plötzlich massige Felsen von Feuerstätter Sandstein. Aber darüber steht nochmals Flyschsandstein an;

an einer Stelle mit meßbarem Streichen (40° O) senkrecht. (Die Einzelheiten dieses Profils konnten in A 20 wegen Platzmangels nur zum Teil dargestellt werden!)

Ergänzt wird dies Profil durch die Aufschlüsse einiger Zweigräben. In einem östlichen sieht man über dem unteren, steilstehenden Flyschsandstein feines polygenes Konglomerat, darüber flachliegenden Aptychenkalk, 4 bis 5 m mächtig, mit Einschluß einer Zwischenlage von blaugrauem Mergelschiefer; die obere Aptychenkalkbank stößt gegen N an ebensolchem ab. Weiter aufwärts folgt Schutt von Junghansenschichten, dann die Fortsetzung des oben erwähnten Feuerstätter Sandsteins. — Ein anderer Zweigraben mündet nahe der Untergrenze des tieferen Flyschsandsteins von NW, gabelt sich jedoch wenige Meter höher nochmals. Im östlichen Zweig ist fast nichts zu sehen; im westlichen liegt über dem Sandstein wieder der oben erwähnte Kieselkalk, hier gewaltig zerquetscht und in Linsen zerrissen, darüber flach muldenförmig gelagerte Junghansenschichten und etwas Feuerstätter Sandstein; endlich wieder Flyschsandstein in losen Stücken.

Diese Aufschlüsse lassen sich so deuten, daß hier eine dünne Platte von Klippengesteinen in den Flyschsandstein verspießt: diskordant über die Unterlage geschoben ist, wobei sie Fetzen von Flyschkalken an ihrer Basis mitgeschleppt hat. Das ganze Paket dürfte als Schubfetzen unter der Feuerstätterkopf-Hauptklippe anzusprechen sein.

Diese Erscheinungen finden weiter SW noch eine Fortsetzung (A 19). Dort steht auf dem Gehänge westlich des Schaffitzerbaches bei etwa 1250 m eine neugebaute Hütte (fehlt auf der Karte!), am Wege zur Grämplalpe. Etwa 50 m über ihr bildet das Gehänge eine Stufe. Wo sie der W jener Hütte herabziehende Graben quert, liegen massenhaft Bruchstücke von grauem und rotem Aptychenkalk. Im Graben folgen, ebenfalls nur als Lesesteine, Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein. Der Aptychenkalk ist beiderseits am Gehänge ein Stück weit verfolgbar; im O liegen darunter wieder Junghansenschichten als schmale Zone von Lesesteinen. Gleich darunter stehen Couches rouges an, SO mit dem Gehänge fallend. Auch hier scheint demnach der Einschub dieses Klippenfetzens diskordant zur Unterlage erfolgt zu sein. — Steigt man von dort etwa 40 bis 50 m höher, so trifft man an einem scharfen Vorsprung des Gehänges, unterhalb der Grämplalpe massenhaft Blöcke — z. T. cbm-groß — von Glimmerschiefer und Gneis. Dort dürfte also Bolgenkonglomerat anstehen; es gehört jedenfalls derselben Zone von Schubfetzen an wie die zuvor besprochenen Aufschlüsse (in A 19 ist die Stelle nicht geschnitten). Etwas höher auf der W-Seite jenes Gehängevorsprungs steht Flyschsandstein an, mit steilem WNW-Fall. Er gehört zu dem Flysch, der die (wenig höher beginnende) Hauptklippe von diesen Schubfetzen trennt.

Für die letzteren ist ebenso wie für den begleitenden Flysch z. T. stark in NO- bis NNO-Richtung verdrehtes Streichen charakteristisch.

b) Die Feuerstätterkopf-Nordklippe. Der Nordgipfel des Feuerstätterkopfs (P. 1622) besteht wieder aus Aptychenkalk. Als solcher durch einen weithin leuchtenden hellen Abbruch auf der Westseite gekennzeichnet, wurde er doch erst von Mylius entdeckt; Tornquist hat ihn unbegreiflicherweise nicht beachtet. — Während der Westabfall nur steilgestellte Schichten zeigt, sieht man sie auf der Ostseite deutlich eine muldenförmige Umbiegung beschreiben (A 16, wo die Aufschlüsse der Ostseite vor allem berücksichtigt sind). Es liegt jedoch auch hier tatsächlich ein verkehrtes Gewölbe vor; denn die jüngsten Schichten des Aptychenkalks, mit reichlichen Sandkalk- und Breccien-einlagerungen, liegen wieder zu unterst. Und auch hier wird der Aptychenkalk umhüllt von einer verkehrten Schichtfolge: Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein. Die ersteren sind nur auf der Ostseite gut sichtbar: im S-Flügel als ansehnliche, wenn auch verdrückte Linse erhalten, scheinen sie in der (verkehrten) Gewölbebiegung

ganz weggequetscht; im N-Flügel setzen sie wieder, ca. 10 m mächtig, zum Grat hinauf. Diese Verhältnisse lassen darauf schließen, daß hier nicht eine wirkliche, tauchende Stirnfalte vorliegt — denn in diesem Falle sollte ein leicht bewegliches, dünngeschichtetes Glied, wie die Junghansenschichten, in der Umbiegung vielmehr zu größerer Mächtigkeit angeschoppt sein —, sondern das verkehrte Gewölbe ist zu deuten als Einfaltung einer verkehrten Schichtreihe, wie sie auch die Hauptklippe bildet. Der Feuerstätter Sandstein ist auf der Ostseite zusammenhängend sichtbar, in beträchtlicher Mächtigkeit; er bildet die Kuppen N und S der höchsten Erhebung.

Wie auf der Nordseite des Hauptgipfels (vgl. S. 114), so ist auch hier am N-Gipfel noch eine tiefere, gleichfalls verkehrt liegende Schuppe vorhanden. Zwar auf der Südseite besteht sie bloß aus Junghansenschichten, die nach unten auskeilen — unter der Umbiegung sind sie verschwunden. Auf der Nordseite dagegen sind die Junghansenschichten auf einer flachen Einsattelung des Grates, der Feuerstätter Sandstein an dem steileren Abfall darunter sichtbar — freilich beide nur in Gestalt von losen Stücken.

Erwähnt wurde bereits (S. 114) der Flysch, der die Hauptklippe nördlich unterteilt. Er streicht über den Sattel zwischen Haupt- und N-Gipfel, in meist steiler Stellung. Auf der Ostseite steht mittelsteil N-fallender Flyschsandstein in gleicher Höhe mit der horizontalen Umbiegung des Aptychenkalks an, nur ca. 40 m S von dieser, und läßt sich gegen N ein Stück am Gehänge hinab verfolgen, unter die Klippe hinein. Sonst sieht man deren Umhüllung durch Flysch nicht unmittelbar, da ihr Fuß von ansehnlicher Schuttbedeckung verhüllt ist. Aber in der streichenden W-Fortsetzung der Klippen-N-Hälfte liegt unter der Ursulagehalpe (die neue Hütte, gerade W unter P. 1622; die alte, bei der auf der Karte der Name steht, ist zerstört) wieder Flyschsandstein in Bruchstücken (A 14).

Gegen O hebt sich diese Klippe nach oben aus; dementsprechend senkt sie sich gegen W tief ein: im obersten Biebersteiner Tal ist nirgends mehr etwas von der Umbiegung sichtbar — überall nur steilstehende Schichten. Ein kleines Vorkommen von Feuerstätter Sandstein, S der Ursulagehalpe, läßt keine Lagerung erkennen; dagegen steht in dem Graben zwischen der neuen und der zerstörten Hütte Aptychenkalk an, senkrecht, mit 65°-O-Streichen; südlich davon eine schmale Zone Junghansenschichten (als Schutt) und Feuerstätter Sandstein, dann Flysch (A 11). Weiter abwärts in demselben Graben folgt eine längere Strecke ohne Aufschlüsse, dann, kurz vor Einmündung in den Biebersteinbach, Junghansenschichten und Quarzit des Nordflügels; das Streichen ist hier mehr nach NO gedreht.

In den südlichen Verzweigungen des Biebersteinbaches trifft man von N nach S (A 9): zuerst sehr steil S-fallende Junghansenschichten (der tieferen Schuppe am N-Gipfel entsprechend); dann etwa 20 m Feuerstätter Sandstein, 15 m Junghansenschichten, endlich den Aptychenkalk, 30 m mächtig (Streichen 75° O, senkrecht; weiter aufwärts S-fallend). Gegen S wird er von einer auffallend mächtigen (7 bis 8 m) Bank feiner Breccie begrenzt; darauf folgen wieder Junghansenschichten, die sich bald wieder seiger stellen. Sie verschwinden bald unter Schuttbedeckung, sind jedoch über die Wiesen hinauf zum Sattel P. 1367 zu verfolgen, wo sie seiger, in stark angeschwollener Mächtigkeit anstehen. Auf dem Gehänge steckt darin ein kleiner Splitter von Feuerstätter Sandstein.

Am Weg, der von der Hütte bei P. 1367 gegen N führt (am O-Abfall von P. 1463), trifft man den Aptychenkalk wieder, 20 m mächtig (Streichen 60° O, senkrecht). An der Grathöhe ist er auf wohl 100 m angeschwollen; er bildet die waldbewachsene SO-Schulter von P. 1463 (Tornquists Photographie Tafel VIII in 16, auf der indessen nur Wald zu sehen ist). Vom Nordflügel sind hier jedoch nur mehr Junghansenschichten und die in äußerst reduzierter Mächtigkeit vorhanden — auf der Kammhöhe nur

in spärlichsten Spuren. Den Gipfel von P. 1463 bildet Oberzollbrücker Sandstein.

Auf der Südseite von P. 1463 quert ein schmales Steiglein gleichfalls den Aptychenkalk. Sein N-Rand ist dort, NW vor dem Waldrand, in einer Runse aufgeschlossen; er enthält reichliche Mergelschieferzwischenlagen und feines polygenes Konglomerat an der Grenze. Junghansenschichten folgen, nur 2 m mächtig; auch ein kopfgroßes Gneisgerölle fand ich dort. Weiterhin steht wieder Flysch an (A 6).

Der Flysch, der die Nord- von der Hauptklippe trennt, streicht SO von P. 1367 vorbei. Er zeigt deutlich gewölbeartige Lagerung (A 9). Am Kontakt mit der N-Klippe steht er senkrecht, nimmt dann, wenn man dem Kamm folgt, N-Fall an, weiter wird er horizontal und fällt schließlich S unter die Hauptklippe. — Auf dem Gehänge gegen Sibratsgfäll hinab sieht man wohl auch noch den Flyschsandstein anstehen, aber zu vereinzelt, um die Lagerung sicher feststellen zu können.

Die weitere westliche Fortsetzung der Klippe ist nur mangelhaft aufgeschlossen. Gerade S unter P. 1463 beobachtet man (A 4) am oberen Rand eines steileren, bewaldeten Gehängestücks einzelne Felsen von Feuerstätter Sandstein, wenig darunter Aptychenkalk in zahlreichen Lesesteinen (dazwischen anzunehmende Junghansenschichten sind nicht sichtbar, nur ein Gneisblock von ca. 30 cm Durchmesser, der auf Bolgenkonglomerat deutet). Weiter abwärts steht nochmals Feuerstätter Sandstein an, in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung, und unter ihm folgt nochmals eine Zone von Aptychenkalkblöcken, die wohl nicht von oben verstimmt sind. Da auch der Feuerstätter Sandstein keine Schichtung zeigt, sind die Lagerungsverhältnisse nicht weiter feststellbar. — Der obere Aptychenkalk läßt sich ein Stück weit durch den Wald verfolgen. Nahe an dessen W-Rand steht wieder Feuerstätter Sandstein an, und darunter liegen Junghansenschichten als Schutt. — Hier ist aber bemerkenswert, daß der Flysch sowohl im Hangenden (Sandstein, nahe dem oberen Waldrand, NO vom eben genannten Feuerstätter Sandstein) als auch im Liegenden (dünnbankiger Sandstein und Schiefer unter den zuletzt genannten Junghansenschichten; blaugrauer Kieselkalk östlich davon) der höchstens 40 m mächtigen Klippengesteine ganz flach nach N bzw. NO einfällt! Es ist also wohl wahrscheinlich, daß mit der Klippe selbst — deren Material keine Lagerung erkennen läßt — ein gleiches der Fall; daß sie einheitlich mit dem im allgemeinen konkordant umhüllenden Flysch verbogen ist (A 3).

Gegen W folgt nun wieder eine Unterbrechung der Aufschlüsse bis zu einem waldbestandenen Hügel, unter dem auf der SW-Seite ein Gehöft auf einer Wiesenterrasse steht. Dieser Hügel besteht aus Aptychenkalk mit flach südlichem Einfallen; an der Basis auf der N-Seite liegen die Schichten horizontal. Er liegt wiederum verkehrt, wie feine Breccien an der Basis zeigen, und wird fast ringum von jüngeren Schichten unterlagert: das Waldgehänge S und W jenes Gehöftes ist ganz bedeckt mit Schutt von Feuerstätter Sandstein, und an einzelnen Stellen sieht man ihn dort auch anstehen. Auch auf der NW-Seite greift er, mit mittelsteil S-fallender Bankung, unter den Aptychenkalk (unter dem Steiglein an der W-Ecke); sonst aber scheinen dort Junghansenschichten anzustehen. Auf dem steilen Waldhang unter den Aptychenkalkfelsen findet man sie freilich nur spärlich in Lesesteinen; allein in der Senke NW unter dem Hügel sieht man ihre Schichten steil S fallen (Streichen 65—70° O; Aufschlüsse an einem Weg nahe dem unteren Waldrand und W von dort an einem Wasserriß). Ihre Gesamtmächtigkeit dürfte hier 50 bis 100 m betragen. N von ihnen folgt nochmals Feuerstätter Sandstein, anstehend am östlichen Waldrand in einem ca. 30 m langen Felsriff; weiter SW findet man nur noch einzelne Lesesteine (A 2).

Dies ist das westliche Ende der Feuerstätterkopf-N-Klippe (und zugleich der ganzen Klippenzone): In der

streichenden Verlängerung trifft man keine Fortsetzung mehr, nur mächtige Blöcke von Oberzollbrücker Sandstein in dem Graben NO Sibratsgfäll; er steht dort jedenfalls an (A 1). Sonst ist alles ringsum von Moränen und aufschlußlosem Wiesengelände verhüllt.

Es sticht diese Klippe also, wie gegen O, so auch an ihrem W-Ende in die Luft hinaus — hier zwar nicht als regelmäßiges verkehrtes Gewölbe, aber doch immerhin in der Weise, daß der Aptychenkalk zu oberst bleibt, gegen unten von jüngeren Schichten umschlossen.

c) Die nördliche Flyschunterlage. Die Abhänge auf der Nordseite der Nordklippe bestehen ganz aus Flysch, bis zur Sohle des Balderschwanger Tales. Der Aufbau scheint im großen verhältnismäßig einfach, wie insbesondere das besterschlossene Profil dieser Gegend, das des Krineggbaches, zeigt (A 5; vgl. auch S. 110). Regelmäßig folgen die einzelnen Schichtgruppen aufeinander: Balderschwanger Kieselkalk, unterer Piesenkopfkalk, Balderschwanger Mergelgruppe. An dem Ausgang des Krineggtales ist eine flache Antiklinale angedeutet, deren Bedeutung nicht feststeht; denn eine Fortsetzung ist mir nicht bekannt. Im Krineggbach aufwärts wird das Fallen bald steiler, schließlich um die Vertikale schwankend; Detailfaltung ist nur wenig wahrnehmbar. Erst mit dem Beginn des »Schwarzen Flyschs« gewinnt sie Bedeutung; dort wird auch das allgemeine Fallen wieder mittelsteil, später, wo Piesenkopfkalk aufliegt, flach S. Auf dem Kamm zwischen P. 1374 und 1414 jedoch treffen wir das Profil »Schwarzer Flysch«-Piesenkopfkalk-Oberzollbrücker Sandstein in nahe senkrechter Stellung (A 4); und diese hält auch auf der Südseite des Kammes an, soweit die spärlichen Aufschlüsse (z. B. in dem von P. 1374 gegen Sibratsgfäll hinabziehenden Graben) ein Urteil erlauben. Bei der Quelle südlich P. 1374 erscheint etwas (oberer?) Piesenkopfkalk, vermutlich eingefaltet, in Lesesteinen (A 2).

Es wurde bereits früher (S. 110) die Möglichkeit angedeutet, daß das Profil des Krineggbaches als Synklinale aufzufassen ist mit der Mergelgruppe im Kern, an die sich der »Schwarze Flysch« und die Wiederholung des Piesenkopfkalkes als Antiklinale anschließt. Es wurde gezeigt, daß diese Annahme das stratigraphische Profil wesentlich vereinfacht; freilich hängt das endgültige Urteil darüber von der weiteren Verfolgung nach W ab, die einstweilen aussteht.

Die östliche Fortsetzung jedenfalls läßt sich gut mit der obigen Annahme in Einklang bringen. Auffallenderweise ist nämlich auf dem Rücken zwischen Krinegg- und Biebersteinbach kein »Schwarzer Flysch« mehr sichtbar — vielmehr liegt hier überall Oberzollbrücker Sandstein, bis an die Schulter bei P. 1303, und zwar recht flach. In manchen der Gräben auf der Westseite sieht man nun seine Auflagerung, im N auf die Mergelgruppe, weiter S auf »Schwarzen Flysch«; und zwar ist überall, wo er aufgeschlossen, der Kontakt anomal: die obersten 10 bis 20 m der Unterlage sind mehr oder minder zerquetscht. Eine unmittelbare Diskordanz ist freilich nicht sichtbar — das dürfte aber auf sekundärer Ausglättung bei der Schubbewegung beruhen; denn im großen, zwischen den steilen Schichten im Krineggbach und dem flachgelagerten Sandstein des Kammes, besteht die Diskordanz ganz augenfällig (A 5 u. 6).

Es scheint also nach dem Gesagten der Oberzollbrücker Sandstein den Schichten des Krineggbachprofils aufgeschoben, wobei er die im letzteren angenommenen Falten diskordant abschneidet. Vermutlich handelt es sich hierbei um tektonische Stockwerkbildung in ursprünglich einheitlicher Schichtfolge (denn im Lappachtal ist die primäre Verknüpfung des Sandsteins mit seiner Unterlage zweifellos; vgl. S. 61): die Faltung der Unterlage ist als durch den Materialunterschied bedingte Kompensation der Sandsteinüberschiebung aufzufassen. Der Betrag der letzteren kann nicht groß sein; $\frac{1}{2}$ km dürfte er schwerlich wesentlich übersteigen (vgl. später).

Gegen S stellt sich auch auf dem erwähnten Rücken der Sandstein steil, und verharrt in dieser Lage bis zum Kontakt mit der N-Klippe, südlich P. 1463. Nördlich von diesem enthalt er zwei Einschaltungen von Piesenkopfkalk (A 6).

Das Tal des Biebersteinbaches bietet keine zusammenhängenden Aufschlüsse, abgesehen von der untersten, in steil S-fallenden Kieselkalk eingeschnittenen Klamm. Dagegen bieten die Seitengräben guten Einblick in eine Zone von oberen Piesenkopfkalken — vermutlich dieselbe, die wir schon S P. 1374 getroffen haben. Von den Wegen, die beiderseits des Kammes nördlich P. 1463 entlang führen, wird sie in bereits beträchtlich gesteigerter Mächtigkeit angeschnitten. In dem Graben, der O von P. 1419 zum Biebersteinbach hinabzieht, setzen die Kalke hinab, mit 55—60° O-Streichen und fast senkrechtem Einfallen. Aber erst in den östlichen Seitengräben des Biebersteinbaches erreicht diese Kalkzone das Maximum ihrer Entwicklung. Die Details ihres Auftretens sind außerordentlich kompliziert, ihre ausführliche Beschreibung würde Seiten füllen; ich muß mich begnügen mit dem Hinweis auf die stark schematisierte Darstellung dieser Zone in Karte und Profilen (A 11, 14). Gegen O ist sie an Hand von Lesesteinen ein Stück weit am Gehänge zu verfolgen (A 16). Auf die Möglichkeiten der Auffassung dieser Zone — Einfaltung von oben oder tektonische Umgestaltung einer gleichalterigen Einlagerung — wurde bereits früher (S. 110) hingewiesen. — Den Rest einer ähnlichen Kalkeinschaltung beobachtet man auch höher oben, am nördlichsten Kopf des vom Feuerstätterkopf nordwärts ziehenden Kammes, in flach N-fallender Lagerung konkordant zwischen Sandstein (A 16).

An dem gegen das Balderschwanger Tal gekehrten Gehänge setzt sich östlich vom Biebersteinbach zunächst die Schichtfolge: (unterer) Piesenkopfkalk-Mergelgruppe-Oberzollbrücker Sandstein fort, mit gegen oben abnehmendem S-Fall; wobei an der Basis des letzteren auch hier eine Quetschzone, in mehreren Gräben aufgeschlossen, auf mechanischen Kontakt weist. Weiter östlich liegen mächtige Lokalmoränenmassen (vgl. S. 111), die alles verhüllen. Östlich von diesen, in dem Profil des bei P. 1040 (Lappach) herabziehenden Grabens (C 24) beobachtet man im wesentlichen dieselbe Schichtfolge; manche lokale Faltungen und Verdrehungen des Streichens machen sich dort bemerklich. Die Untergrenze des Oberzollbrücker Sandsteins liegt dort, verhüllt durch Schutt, auf der Terrasse bei ca. 1200 m; doch stellen sich hier zwischen den Schichten seiner Basis Mergelbänke ein, die denen der Balderschwanger Mergelgruppe vollkommen gleichen. Das spricht dafür, daß hier der Verband mit der Unterlage durch keine größere Verschiebung mehr gestört ist.

d) Das Lappachtal (W-Seite). Schwer mit den vorigen in Einklang zu bringen ist das Profil des unteren Lappachtales (C 25). Es beginnt etwas unter dem Steg bei 1050 m mit steilgestelltem Piesenkopfkalk. Darauf folgt nach kurzer Schuttunterbrechung Oberzollbrücker Sandstein in gleicher Lagerung. Er liegt bereits im Streichen der Mergelgruppe des oben besprochenen Profils C 24, und in einem zwischenliegenden Graben sieht man ihn nördlich von Schichten der Mergelgruppe anstehen. Bildet er den Kern einer nach O axial rasch sich vertiefenden Synklinale? Weiter S folgt in der Talschlucht ein nur 20 bis 30 m mächtiges Paket von in sich gefaltetem Piesenkopflysch mit stark in den Vordergrund tretender Schieferbeteiligung; darauf eine zweite Sandsteinpartie von 40 bis 50 m; und endlich nach einer weiteren, stark in sich gefalteten Piesenkopfkalkmasse noch ein dritter Sandstein. An ihn schließen sich nach S äußerst verdrückte schwarze Schiefer in senkrechter Stellung. Sie gehören wohl schon dem »Wildflysch« an, der weiterhin mit mittlerem und flachem N-Fallen folgt. Hier im N trennt ihn eine — wohl nur lokale — Dislokation von dem Sandstein; im W (unter der Alpe Burst) überlagert ihn dieser mit Zwischenschaltung der Mergelgruppe, mit der er durch vielfache Wechsellagerung untrennbar verknüpft ist (vgl. S. 61). Von einer Über-

schiebung an der Basis des Sandsteins ist also nicht mehr die Rede; das zeigt auch, daß weiter NW, wo er auf teilweise gleicher Unterlage mit anormalem Kontakt liegt, der Verschiebungsbetrag nicht groß sein kann (vgl. S. 110 u. 118).

In der Gegend von Burst liegt der Sandstein recht flach. Gegen S richtet er sich zu steilem N-Fallen auf: eine steile Auffaltung bringt in dem Graben N Tiefgraben seine Basisschichten mit den Mergel einschaltungen hoch empor. Ebenso stehen die Sandsteinbänke im S-Flügel dieser Auffaltung ganz steil, wie man in den Gräben südlich Tiefgraben (nicht auf der Talsohle) sieht.

N von der Stelle, wo gegenüber von der Unterschelpen- alpe ein Graben in den Lappbach einmündet, erscheint plötzlich in diesem typischer Feuerstätter Sandstein, 20 bis 30 m mächtig, mit mäßigem N-Fallen. Er begleitet den genannten Graben aufwärts, wobei er sich bald steiler stellt; bei einer Biegung steckt darin eine Einkeilung von typischen Junghansenschichten, 8 bis 10 m mächtig. Ob sie nach oben oder unten zu verbinden, ist nicht klar erkennbar. S davon liegen nur mehr einige Meter Feuerstätter Sandstein; dann folgt, streckenweise im Graben selbst aufgeschlossen, der Kontakt gegen gewaltig zerquetschten Flysch vom Typus des Schelpenkalkes.

Das ist die Basis einer weiteren Klippe, der wir späterhin am Schelpenkamm wieder begegnen werden: der Schelpen-N-Klippe. Sie reicht hier mit ihrem westlichsten Ausläufer noch an den Feuerstätterkopf herüber.

Weiter aufwärts in demselben Graben wird der Feuerstätter Sandstein von mächtigen Junghansenschichten bedeckt (C 24). Daß beide nicht eine zusammengehörige verkehrte Schichtfolge bilden, sondern der Sandstein einer tieferen Schuppe angehört, ergibt sich aus der Verfolgung der Grenze nach aufwärts. Jener bildet dort mit beträchtlich angeschwollener Mächtigkeit einen auffallenden kegelförmigen Felsvorsprung an dem Gehänge unterhalb der Alphütte bei P. 1429. Er zeigt etwa 45°-N-fallende Plattung; die Junghansenschichten liegen konkordant darüber. Aber am N-Fuß jenes Felsvorsprungs schiebt sich an der Grenze ein wenige Meter mächtiger Fetzen von Aptychenkalk dazwischen, greift auch gegen S auf einige Meter diskordant über den Feuerstätter Sandstein hinweg. In dem nördlichen Zweige des Grabens aber sieht man den Aptychenkalk, von geringen Spuren von Junghansenschichten begleitet, in den Sandstein hineingezwängt, der, soweit ersichtlich, von S darüber hinweggefällt ist.

Die Junghansenschichten bilden gegen N in meist sehr steiler Stellung das Gehänge — wenn auch nur vereinzelt aufgeschlossen — bis zu dem nächsten bedeutenden Graben. In diesem scheint ihre Nordgrenze hinabzuziehen; denn längs seiner ganzen Erstreckung herrscht furchtbare Zerquetschung: die schwarzen Schiefer zerfallen zumeist in ganz kleine, von spiegelnden Rutschflächen begrenzte Stücke. Auch beobachtet man in mehrfacher Wiederholung bald grüne und schwarze Quarzite, bald graue Mergel und dunkle Kieselkalke, alle stark zertrümmert, in Linsen zerrissen und als tektonische Gerölle. Das läßt auf gegenseitige Verquetschung von Junghansenschichten und Flysch schließen. Weiter nördlich folgt alsbald der oben erwähnte Flyschsandstein (C 24).

Leider verhüllt die aufschlußlose Terrasse bei P. 1429 das Westende der Klippe. Es ist nur zu erkennen, daß sie in die Lücke zwischen N- und Hauptklippe des Feuerstätterkopfes hineinzielt. Von beiden bleibt sie jedoch offenbar getrennt durch Flysch; auch zeigt sie beiden gegenüber so stark abweichenden Bau, daß an einen unmittelbaren Zusammenhang gar nicht zu denken ist. Wahrscheinlich hebt die Schelpen-N-Klippe gegen W sehr steil nach oben aus.

Im Liegenden dieser Klippe treten noch bemerkenswerte Schubfetzen auf. Folgt man dem Lappbach weiter aufwärts, so trifft man nach einigen 100 m Flysch wieder Feuerstätter Sandstein, etwas S von der Einmündung des vom Hochschelpen herabziehenden Grabens (C 25). Er fällt mittel N und wird unterlagert von ein paar Metern

äußerst zerdrückter schwarzer Schiefer (Junghansenschichten) mit einer 2 m mächtigen Linse von polygenem Konglomerat. Genau die gleiche Gesteinsfolge ist auch in dem erwähnten Graben der östlichen Talseite festzustellen (D 26). Gegen S folgen wieder Flyschgesteine. Es handelt sich also um einen vollständig in diese eingewickelten Klippenfetzen. Aber auch weiter oben auf dem Gehänge W des Tals findet dieser ein Analogon. Folgt man dem Graben, der wenig über der zuletzt beschriebenen Stelle von SW her einmündet, so durchquert man Flysch bis etwa 1350 m Höhe. Dort aber (C 24) liegt auf der S-Seite des Grabens polygenes Konglomerat, 7 bis 8 m mächtig; im N wird es begleitet von etwa 3 m eines eigentümlichen brecciösen grauen Tonschiefers, den ich an keiner anderen Stelle des Klippengebietes gesehen habe, in senkrechter Stellung; im S schließen sich Spuren von Quarziten und Schiefen der Junghansenschichten an. Es handelt sich auch hier um einen Schubfetzen von Klippengesteinen; er liegt genau im Streichen jenes zuvor erwähnten in der Tiefe des Lappachtals.

c) Zusammenfassung. Aus dem Gesagten ergibt sich: Der Feuerstätterkopf trägt zwei Klippen der Feuerstätterdecke: die mit im ganzen mäßigem S-Fallen aufliegende Haupt- und die steil eingefaltete N-Klippe. Beide bestehen im wesentlichen aus einer verkehrten Schichtfolge von Aptychenkalk, Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein. Die Hauptklippe bildet eine im ganzen mäßig S-fallende Platte, die nur am N-Rand steil aufgebogen ist; die Nordklippe ist dagegen steil von oben her in den Flysch eingefaltet. An der Basis beider Klippen liegen lokal noch Reste einer tieferen Schuppe, aus den gleichen Gesteinen, doch ohne Aptychenkalk, ebenfalls verkehrt gelagert. Die Unterlage besteht im S aus helvetischer Kreide mit geringer Flyschbedeckung; innerhalb der ersteren ist durch lokale Flyschzwischenlagen die ganz aus Senon (und Flysch) bestehende Scheinalpdecke abgelrennt, die selbst wieder stark in sich geschuppt ist. Auf der Klippen-N-Seite besteht die Unterlage ganz aus mächtigem Flysch. Eine Überschiebung innerhalb des letzteren hat nur lokale Bedeutung; keinesfalls ist sie etwa als die von Richter (29, S. 68) geforderte Trennung seiner Bregenzer Wald- und Hüttenbergdecke anzusprechen; eine solche ist innerhalb des Kartengebiets nicht nachweisbar. Von O her greift über das Lappachtal noch der Ausläufer einer dritten Klippe, der Schelpen-N-Klippe herüber. Auch sie ist steil und tief in den Flysch eingefaltet, besteht aber im Gegensatz zu den vorigen aus einer normalen Schichtfolge von Aptychenkalk und Junghansenschichten, darunter einer tieferen Schuppe aus Feuerstätter Sandstein. Schubfetzen aus Klippengesteinen sind in ihrem Liegenden, wie in dem der Feuerstätterkopf-Hauptklippe (SO-Seite) in den Flysch eingewickelt.

2. Der Schelpenkamm.

a) Die Hörnleinklippe und ihre Unterlage. Das Hörnlein, der südliche Eckpunkt des Schelpenkammes, bildet die Fortsetzung der Feuerstätterkopf-Hauptklippe; allein, obwohl eine unmittelbare Verbindung zwischen beiden anscheinend besteht (auf dem aufschlußlosen Waldgehänge freilich nur durch wenige Lesesteine von Feuerstätter Sandstein nachweisbar), ist der tektonische Bau doch sehr wesentlich verschieden.

Der Bau der Hörnleinklippe ist im wesentlichen an zwei Profilen zu studieren. Das eine folgt dem Schaffitzerbach (A 21/22). Ein kleiner Steig quert ihn bei etwa 1380 m. Dort stehen — der Kontakt gegen die südlich folgenden Flyschgesteine ist durch Schutt verhüllt — Junghansenschichten an, mit steilem, wechselndem Einfallen. Wenig höher sieht man die feine Hangendbreccie des Aptychenkalks, überlagert von diesem selbst (1) eine flache Gewölbebiegung am Gehänge beschreiben; gleich darauf setzt die Breccie, sodann der Kalk, hier über 20 m mächtig, über den Bach, im N wieder von Breccie eingefalßt; das Ein-

fallen ist steil N. Es folgen 5 bis 6 m stark verquetschte Junghansenschichten, darauf nochmals die feine Breccie und Aptychenkalk (2), wieder steil N-fallend, jedoch nur 1½ m aufgeschlossen. Unmittelbar darüber quert wieder ein Steig den Bach. Weiterhin fehlen Aufschlüsse; doch beobachtet man noch reichlich die feine Breccie in Blöcken. Bei 1460 m bildet Feuerstätter Sandstein massige Felsen, auf etwa 20 m Erstreckung; gleich darüber ist nochmals Aptychenkalk (3) an losen Stücken zu erkennen. Noch höher findet man nur noch Schutt von Flyschkalcken.

Der unterste Aptychenkalk (1) dürfte sich mit (2) oben herum direkt verbinden. Gegen W ist er am Gehänge ein Stück weit verfolgt.

Von diesem Profil durch einige hundert Meter aufschlußlosen Waldgeländes getrennt ist das zweite, das dem Hörnlein-Gipfelgrat folgt (A 23 bzw. B 32). Es beginnt auf dessen Südabfall mit großen Anrissen in größtenteils hellgrauen Couches rouges und Scheienalpmergeln, von denen später noch zu reden ist (s. unten). Einige Meter Flyschkalcke und Sandstein, mit reichlichen Tonschiefern wechselnd, trennen von ihnen die Klippe. Sie beginnt mit 15 bis 20 m N-fallender Junghansenschichten, über denen sich mit schroffem Abbruch der S-Gipfel des Hörnlein (»Auf der Höhe«, 1545,6 m) erhebt. Nördlich folgt ganz wenig mächtig Aptychenkalk (oberste Schichten mit Schieferzwischenlagen); dann Junghansenschichten mit einer durch einzelne Gneisblöcke angedeuteten Konglomeratlage; einige Meter Feuerstätter Sandstein, ebensoviel Junghansenschichten und nochmals Feuerstätter Sandstein — alles, soweit erkennbar, O-W-streichend und sehr steil. In gleicher Stellung folgt Aptychenkalk, die jüngsten Schichten (graue Schiefer, feine Breccien) nach S gekehrt, auf dem nördlichen Hörnleingipfel. Auch er ist nur ein paar Meter mächtig, und wird im N durch ebenfalls wenige Meter Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein vom Flysch geschieden.

Es ist wohl keine Frage, daß der südliche Aptychenkalk des Hörnleinprofils mit (1+2) des Schaffitzerbachs, der nördliche mit (3) verbunden werden muß. Aber darüber hinaus sind verschiedene Auslegungen möglich: es kann sich um eine Reihe von parallelen, senkrecht eintauchenden Falten handeln, oder es kann ein einziger, scharf ausgewalzter und in Linsen zerrissener Aptychenkalkkeil sekundär U-förmig verbogen sein; in diesem Falle wären nur die geringfügigen Schichten von Klippengesteinen, die außerhalb der beiden Aptychenkalkzüge liegen, als verkehrter Schenkel zu deuten — alles zwischen diesen als normales Hangendes des Aptychenkalks (und ev. eingewinkelte höhere Schuppen). Die nebenstehenden Schemen (Abb. 7 a u. b) veranschaulichen diese beiden Möglichkeiten, von denen mir die zweite (b) mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben scheint.

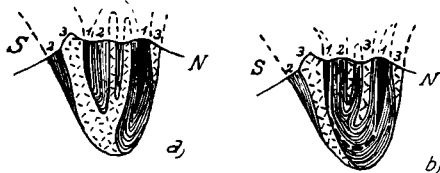


Abb. 7. Faltungsschema der Hörnleinklippe.

1 = Aptychenkalk, 2 = Junghansenschichten, 3 = Feuerstätter Sandstein.

Leider lassen die recht mangelhaften Aufschlüsse auf der Ostseite des Hörnleins keine Entscheidung dieser Frage zu. Man sieht dort, an dem Steig, der zwischen Hörnlein und Rehköpf gegen N zur Roßschelpenalpe führt, auf beträchtliche Erstreckung Schutt von Junghansenschichten; gegen N folgt darauf Feuerstätter Sandstein, der mit jenem des Hörnlein-S-Gipfels in Zusammenhang zu stehen scheint (sicher ist das aber nicht!). Nach ca. 10 m Schutt von Junghansenschichten steht auf der Westseite des Weges wieder Feuerstätter Sandstein an, der sich (ebensowenig

sicher) mit jenem S vom nördlichen Hörnleingipfel zu verbinden scheint; damit enden hier die Aufschlüsse.

Die eben erwähnten südlichen Junghansenschichten sieht man anstehend auf der SW-Seite des Rehköpfls, in steil SO-fallenden Platten. Sie streichen gerade auf die Kuppe des Rehköpfls zu, von der sie vielleicht durch eine Verwerfung getrennt bleiben. Denn diese selbst besteht aus Feuerstätter Sandstein — jedenfalls einer tiefsten Schuppe der Hörnleinklippe angehörig (B 33). Jüngere Schichten fallen von N, O und S unter das Rehköpf ein; von ihnen soll später (S. 121) die Rede sein.

Hier sei zunächst die Betrachtung der Hörnleinsüdseite nachgeholt. Das Schuppensystem von Hugen, aus »couches rouges« und Scheienalpmergeln, wurde (S. 116) bis an den Schaffitzerbach verfolgt. Auf dessen Ostseite steigt es zunächst langsam an dem Gehänge über den Rindbachalpen aufwärts. Es ist zwar in einer Reihe von größeren Anrissen aufgeschlossen, allein doch nicht hinreichend zusammenhängend, daß man die einzelnen, in ihrer Mächtigkeit sehr rasch wechselnden Schuppen mit Sicherheit über größere Strecken verfolgen könnte. Eine Beschreibung von Spezialprofilen muß aus Raumrücksichten unterbleiben; nur auf einzelne Punkte sei hingewiesen. In dem Graben gleich östlich von dem westlichen Haus der Rindbachalpen (das auffällig auf einem Bergvorsprung steht), tritt plötzlich bei ca. 1250 m über einem kreuzenden Weg zwischen jenen Kreideschichten Flysch auf: ca. 10 m Sandstein unten, 7 bis 8 m dunkelgrauer Kieselkalk mit Schieferzwischenlagen oben. Diese Gesteine liegen flach, wie das Senon im Hangenden und Liegenden; die Kontakte gegen dieses sind von Schutt verhüllt. Man wird in diesen Flysch die Untergränze der Scheienalpdecke verlegen müssen; leider ist eine Fortsetzung hier nirgends sichtbar. Hinzuweisen ist ferner noch auf die Verhältnisse an der Obergrenze des Schuppensystems; Flysch (Schelpenkalk) liegt dort im allgemeinen auf Scheienalpmergeln, z. T. (im O) aber auch auf »Couches rouges«; und ein dünner Splitter von solchen steckt noch im ersteren wenig über der Grenze gegen Scheienalpmergel. Es wurde bereits S. 109 auf diese Verhältnisse hingewiesen, die vielleicht auf eine primär diskordante Auflagerung des Flysches schließen lassen. Für eine Entscheidung dieser Frage sind jedoch die Aufschlüsse hier viel zu schlecht.

SW unter dem Hörnlein unterbrechen große Schuttströme den Zusammenhang dieses Schuppensystems. Seine Fortsetzung gegen O bilden zweifellos jene Scheienalpmergel mit zwei Einschaltungen von »Couches rouges«, die S vom Gipfel in großen Anrissen zum Vorschein kommen (B 32; vgl. auch oben). Diese Schichten liegen hier jedoch reichliche 100 m höher als im W, und zwar im ganzen so flach, daß an einen ungestörten Zusammenhang über die Schuttströme hinweg nicht zu denken ist. Es muß — durch diese verdeckt — eine Art Querflexur angenommen werden, um diesen Höhenunterschied zu erklären. Die auflagernde Hörnleinklippe wird jedoch von dieser nicht mitbetroffen; die Folge ist, daß der Flysch in ihrer Unterlage von über 100 m am Schaffitzerbach auf 10 bis 20 m unter dem Hörnlein zusammenschumpft.

Dieser Flysch birgt jedoch W der hypothetischen Querflexur noch manche fremden Einschiebsel in sich. Vor allem den Diabas auf dem Südabfall des vom Hörnlein nach SW ziehenden Rückens, dessen Lagerungsverhältnisse bereits S. 51 beschrieben wurden. Er bildet samt den begleitenden Konglomeraten und sandigen Kalken ein vollkommen fremdes Element in seiner heutigen Umgebung — aller Wahrscheinlichkeit nach einen Schubsetzen von anderer Herkunft als die Feuerstätter Decke (vgl. auch später); aber leider ist ringsum als Abgrenzung nur aufschlußloses Gelände zu sehen. Daß im Liegenden Flysch ansteht, geht aus Lesesteinen im Walde unter den Diabasaufschlüssen hervor. Aber dort gibt es noch eine weitere Überraschung: nicht weit über dem unteren Waldrand, bei nicht ganz

1400 m, steht plötzlich Aptychenkalk (*a* in nachstehender Abb. 8; in Profilserie A ist die Stelle verdeckt) an, vorwiegend grau, doch auch z. T. rot, bis gegen 10 m mächtig. Er fällt im W steil NW, gegen O legt er sich flacher. Konkordante Überlagerung durch Flyschsandstein (*f* in Abb. 8) ist sichtbar; dieser ist 6 bis 8 m mächtig und wird bedeckt durch einige Meter »Couches rouges« (*s*). Sie sind gegen O an einer kleinen Runse — offenbar einer Verwerfung entsprechend (*x—x* in Abb. 8) — scharf abgeschnitten; in der Fortsetzung liegen schwarze Kalke mit schwarzen Schieferzwischenlagen (*k*) ein Typus, wie er im Flysch der Umgebung nicht vorzukommen pflegt, und dessen Deutung unsicher bleibt. — Im Liegenden des Aptychenkalks folgt noch etwas Flyschsandstein, dann gleich die »Couches rouges«, mit denen hier die Senonschuppen der Scheienalpdecke gegen oben abschließen. Der Aptychenkalk ist also hart an der Basis des Flysches eingeschuppt — ganz ebenso wie jene Schubsetzen von Klippengesteinen auf der NW-Seite des Schafflitzerbachs, deren — wenn auch abgerissene — Fortsetzung er darstellen dürfte.

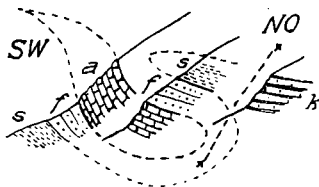


Abb. 8. Schubsetzen südlich unter der Hörnleinklippe; ca. 1:1,500, (Erklärung im Text.)

b) Die Klippenunterlage auf der Ostseite des Schelpenkammes und die Hochschelpenklippe. Die Senonschuppen der Scheienalpdecke setzen über den Sattel NW P. 1448 auf die Ostseite des Hörnlein fort. In dem Tälchen S vom Rehköpf sieht man die »Couches rouges« steil nach N einschließen; von dem Feuerstätter Sandstein des Rehköpfls (vgl. S. 120 und B 33) scheidet sie eine schmale Zone von Flysch: Sandstein steht bei 1430 m Höhe steil N-fallend an, grauer Kieselkalk liegt massenhaft in Blöcken in dem Bachbett unmittelbar auf der S-Seite des Rehköpfls. Weiter abwärts in diesem erscheinen Scheienalmmergel, in denen Couches rouges noch als verquetschte Fetzen auftreten; sie fallen wechselnd steil N.

Fast spiegelbildlich hierzu sieht man in dem Graben auf der N-Seite des Rehköpfls bei 1420 m (Mündung eines kleinen Seitengrabens) grauen Flysch-Kieselkalk in dicken Bänken S fallen — unterlagert wiederum von Scheienalmmergeln mit Fetzen von Couches rouges, die gleichfalls S fallen. Gegen O vereinigen sich die beiden Bäche — und die beiderseitigen Scheienalmmergel; das Rehköpf und damit die Hörnleinklippe sticht darüber in die Luft hinaus. Diese Klippe liegt in einer Synklinale der Unterlage (B 33—35).

An dieser Synklinale beteiligen sich auch noch tiefere Teile der Scheienalpdecke, welche hier überall aus mehreren z. T. stark ausgewalzten Couches rouges-Kernen mit Hülle von Scheienalmmergeln besteht. — Im Südast des Stubengrabens (zu dem sich die beiden erwähnten Gräben vereinigen) sieht man die z. T. dunkelroten Couches rouges des tieferen und mächtigsten Faltenkerns, die in großer Mächtigkeit die Scheienalmmergel unterlagern, steil N fallen; bei der Vereinigung mit dem N-Ast liegen sie flach und in diesem aufwärts nehmen sie wechselnd steiles S-Fallen an. Die Grenze beider Gesteine, welcher der nördliche Grabenast auf längere Erstreckung folgt, ist dort mit allen Merkmalen eines tektonischen Kontaktes ausgestattet: die Gesteine sind z. T. ganz kraus verquetscht und ineinander verknetet — grau, grün, schwarz, rot geflammte tektonische Mischgesteine, sowie tektonische Gerölle und Linsen aus härteren Schichten beobachtet man reichlich. Trotzdem ist nicht anzunehmen, daß diesem tektonischen Kontakt eine mehr

als lokale Bedeutung zukommt. — Im Liegenden der »Couches rouges« sind auf dem Gehänge S vom südlichen Grabenast, nochmals konkordant N-fallende Scheienalmmergel (wenn auch schlecht) aufgeschlossen.

N vom Hörnlein setzen die hangenden Scheienalmmergel des Stubenbachs in vorwiegend steiler Stellung zum Grat hinauf (B 32); auch hier umschließen sie mehrfach Fetzen von Couches rouges. Ein schmaler Streifen von Flyschkalke schiebt sich zwischen sie und die Hörnleinklippe. Auf der Westseite des Kammes jedoch ließ sich keine Fortsetzung jener Kreideschichten mehr finden; zunächst freilich werden sie von Wald und Wiesen ohne Aufschlüsse verhüllt; aber auch die tiefen Gräben auf der Ostseite des Lappachtales entblößen nur Flyschgesteine. Es ist also wohl zu vermuten, daß jene hypothetische Querflexur (vgl. S. 120) von der S-Seite des Hörnleins hierher fortsetzt — vielleicht sogar mit noch gesteigerter Intensität — und die Kreide gegen W rasch in die Tiefe versinken macht.

Kehren wir zur Ostseite zurück! Dort reißt das kilometerbreite, gänzlich aufschlußlose Gehänge des Äußeren Scheienwaldes eine große Lücke in den Zusammenhang der Scheienalpdecke; doch spricht gerade sein gleichmäßiger Humusboden, in dem auch an Wegeinschnitten und entwurzelten Bäumen kein Stein zu finden, dafür, daß unter ihm im wesentlichen die leicht und gleichmäßig verwitternden Scheienalmmergel und Couches rouges — daneben sind allerdings auch Flyschgesteine zu erwarten (vgl. S. 122) — durchziehen. In dem tiefen Graben am N-Rand des Waldes — dem »Südlichen Schelpengraben« — stehen die erstgenannten wieder zusammenhängend an: unten mit flachem SO-Fall, aufwärts steiler, z. T. senkrecht, mit Streichen 60—65° O. Lokale Quetschzonen zeigen starke Tektonisierung des Gesteins, wobei eingelagerte Kalk- und Quarzitbänke zu Linsen zerrissen und zu »tektonischen Geröllen« abgeschliffen werden. Zwei kleine südliche Seitengräben zeigen nichts Besonderes. Aber über der nächsten Verzweigung, über 1300 m, trifft man im Haupt- wie im nördlichen Seitengraben stark verquetschte Fetzen von Couches rouges; der südliche (der in B 39 allein dargestellt) bis 12 bis 15 m, der nördliche 7 bis 8 m mächtig; beide in steiler Stellung. Der südliche endet spitz auskeilend gegen unten, der nördliche gegen oben; dieser ist gegen unten durch eine Scherfläche diskordant abgeschnitten — vielleicht die abgescherte Fortsetzung des südlichen? — Im südlichen Hauptzweig des Grabens werden bei 1420 m die Scheienalmmergel von Flysch überlagert (siehe unten). Im Einzugsgebiet des nördlichen Astes läßt ein Riegel zwei fast horizontale Lagen von Couches rouges erkennen, die durch gegen 20 m Scheienalmmergel (mit zu oberst 1 m massigen Glaukonitmergels) getrennt sind (B 35); weiter aufwärts fehlen Aufschlüsse.

Der Rücken zwischen den beiden Schelpengräben trägt auf seiner S-Abdachung mächtige Moränenbedeckung. An der Kante gegen den nördlichen Graben kommen darunter zusammenhängend hellgraue Couches rouges zum Vorschein, meist mittelsteil S- bis SO-fallend; die vereinzelt Aufschlüsse, die weiter S existieren (z. B. an dem Jagdsteig, den die Karte verzeichnet), zeigen aber, daß sich gegen S sehr bald flaches O- und NO-Fallen einstellt. Es besteht also eine flache Synklinale, und deren Herabstreichen über das ganze Gehänge deutet auf ein beträchtliches Axialgefälle gegen O hin.

Als Unterlage dieser Couches rouges sind im Nördlichen Schelpengraben wieder zusammenhängend Scheienalmmergel sichtbar. Die ersteren stellen sich gegen O senkrecht und ziehen in den Graben hinab; nach längerer Schuttunterbrechung sind sie nahe seiner Ausmündung wieder sichtbar mit mittlerem S-Fallen und stark mit überlagernden Scheienalmmergeln verquetscht (B 43). — Jene liegenden Scheienalmmergel nehmen grabenaufwärts die Lagerung eines mehrfach geteilten Gewölbes an (B 35 u. 37), über das sich die (z. T. leuchtend roten) Couches

rouges spannen. In den südlichen Zweigen des Grabens sind sie mit den Scheienalmmergeln in kaum entwirrbarer Weise verschuppt (in B 35 nur durch eine Einschuppung angedeutet); im N biegen sie (z. T. mit Zwischenlage von Glaukonitmergel; vgl. S. 57) steil, schließlich überkippt ab, wie an der Gehängekante S der Schelpenalpe vorzüglich zu sehen. Diese letztere steht auf den meist steil S-fallenden »Couches rouges«, die hier auf beträchtliche Erstreckung in allen Wasserrissen anstehen.

Hier im Gebiete der Schelpenalpe werden die Couches rouges unmittelbar überlagert von Flysch (Schelpenkalk), ohne Zwischenlage von Scheienalmmergeln; Aufschluß am südlichsten Graben SO der Alpe (vgl. S. 119). N von dieser ist der Flysch nur durch lose Blöcke vertreten.

Weiter südlich liegt der Flysch auf Scheienalmmergel auf. Im Südlichen Schelpengraben ist dies schlecht aufgeschlossen (vgl. S. 121; besser erst S vom Äußeren Scheienwald, im N-Seitenzweig des Stubengrabens. Dort streicht der Flyschkalk 70° O und fällt meist steil N; die Scheienalmmergel hingegen liegen unmittelbar am Kontakt (der selbst nicht direkt sichtbar) zumeist flach und stellen sich erst weiter abwärts steil. Über dem aufschlußlosen Scheienwald bedeckt der Flysch den ganzen SO- und NO-Abhang des Hochschelpengipfels. Einzelne Sandsteinzüge lassen sich zwischen dem vorherrschenden Schelpenkalk erkennen; doch ist deren Darstellung auf Karte und Profil (B 32) teilweise hypothetisch. Ihre z. T. steile Stellung weist ebenso wie die der Scheienalmmergel im südlichen Schelpengraben auf die Existenz einer Synklinale im Scheienwald hin.

Auf dem Gipfel des Hochschelpen selbst liegt ein Klippenrest von freilich heute nicht mehr großer Ausdehnung: die Hochschelpenklippe. Viel läßt das Wiesengelände davon nicht sehen: am besten noch das Bolgenkonglomerat, dort wo es etwas über der Einsattelung S des Gipfels den Kamm quert. Aber auch wenig unter dem Gipfel auf der O- und etwas tiefer auf der W-Seite trifft man seine kristallinen Gerölle. Auch schwarze Schiefer und Quarzite der Junghansschichten bemerkt man am Grat, aber nur als Schutt. Nach der Verteilung der Gesteine scheint die Klippe als flache Kappe etwas schief (gegen W geneigt) auf dem Flysch zu sitzen. Am N-Rand steckt noch ein kleiner Splitter von Feuerstätter Sandstein (gleich W der Grathöhe) in der Wiese. — Zahlreiche Blöcke von feiner polygener Breccie, die auf dem NO-Abhang des Hochschelpen in den Gräben liegen, sowie gerollte Gneisblöcke von z. T. riesigen Dimensionen (der größte von ca. 3 cbm), die man im Südlichen Schelpengraben immer wieder antrifft, dürften dieser Klippe entstammen.

N unter der letzteren steht auf dem W-Gehänge schon bei 1500 m Flyschkalk in großen Anrissen an. Aber am Grat östlich über ihnen trifft man, N der Hochschelpenklippe, nochmals eine kleine Felspartie von grünem Feuerstätter Sandstein, die auf der Ostseite hinunterreicht bis an den Weg, der von der Hochschelpenalpe zur Kammhöhe emporführt. Sie steckt als Splitter in Flyschsandstein.

c) Die Schelpen-Nordklippe. Der Aptychenkalk von P. 1370, den Tornquist und Mylius als Schelpenklippe bezeichnen, ist nur ein winziges Bruchstück einer sehr ausgedehnten und kompliziert gebauten Klippe, die im Gegensatz zu der zuvor besprochenen Hochschelpenklippe als Schelpen-Nordklippe bezeichnet sei.

Ihrem Westende sind wir bereits auf der Westseite des Lappachtales begegnet (S. 119). Es ist indessen fraglich, ob der Zusammenhang über dies Tal hinweg ein ununterbrochener ist. Wohl reicht der Feuerstätter Sandstein von W her bis zum Lappbach hinab (vgl. S. 119); allein auf der Ostseite treffen wir in seiner Verlängerung, nördlich des vom Roten Gschlif herabziehenden Grabens, unter dem Weg grauen Flyschkalk in nahezu horizontaler Lage anstehend; in dem Graben selbst Mergelschiefer mit Fukoiden und auf seiner Südseite mächtige N-fallende Sandsteinbänke — alles Flysch. Wenn auch S von dort noch ein (durch Schutt verhüllter) Zusammenhang bestehen kann,

so ist doch der dafür verfügbare Raum sehr schmal; jedenfalls ist nach dem Kartenbild irgendeine Querstörung anzunehmen, wenn auch nicht genauer zu erkennen.

Oberhalb des erwähnten Flysches liegt am Weg eine beträchtliche Masse von Schutt des Feuerstätter Sandsteins, der über dem Weg in massigen Felsen beiderseits des zuvor genannten Grabens ansteht (D 26 und Abb. 9a). Gegen O scheint er von einer steilen Querverschiebung abgeschnitten; denn es folgen im Graben 80°-W-streichende Junghansschichten, steilgestellt, mit einer Einlagerung von Bolgenkonglomerat (auf der S-Seite bei 1250 m; D 27). Nach Schuttunterbrechung kommen sie abermals zum Vorschein, bis nahe 1300 m ist auch das Konglomerat wieder sichtbar, ca. 2 m mächtig. Nicht viel höher sieht man auf dem Nordufer typischen obersten Aptychenkalk darunter einfallen (D 28).

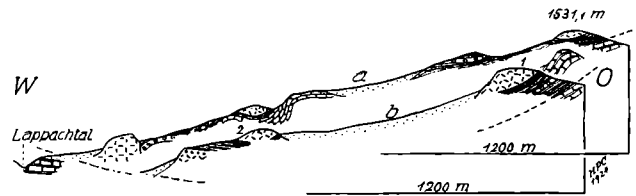


Abb. 9. Längsprofile durch den W-Abschnitt der Schelpen-Nordklippe; 1:20,000.

1 = Buckel N vom Roten Gschlif,
2 = Kuppe NO der Unterschelpen-Alpe.

Gegen S lassen sich die Junghansschichten auf dem größtenteils dicht bewaldeten Gehänge verfolgen. Sie spannen sich flach gewölbeförmig über ebenso gelagerten Feuerstätter Sandstein (mit einer Konglomerateinschaltung im oberen Teil; D 27 und Abb. 9b). Man erreicht diesen auf dem Steig, der von der Unterschelpenalpe horizontal nach N führt. Oberhalb der Unterschelpenalpe steht jedoch nochmals Feuerstätter Sandstein an (D 28), von dem vorigen durch die Junghansschichten getrennt, die hier freilich nur durch Lesesteine angezeigt werden. Der Feuerstätter Sandstein — der das Gehänge N der Alpe bis tief hinab mit Blöcken überschüttet hat — läßt sich verfolgen zum Gipfel des Hügels NO der Alpe und — in Gestalt von riesigem Blockwerk — auf dessen N-Abhang hinab bis zum zuvor verlassenem Graben, wenig über dem oben genannten Aptychenkalk. Dieser ist fast zusammenhängend verfolgbar längs dem N-Ufer des Grabens; auf dessen Sohle schalten sich, aber nur wenige Meter mächtig, Junghansschichten ein, S unter den Feuerstätter Sandstein einfallend. Der letztere scheint hier, als N-schauende falsche Antiklinale, von den älteren Schichten umschlossen zu sein.

Etwas weiter östlich aufwärts, nach einer kurzen schuttverhüllten Strecke, sieht man den Aptychenkalk ansehnliche Felsen bilden (D 29 und Abb. 9a). Der Graben durchbricht sie in einem steilen Durchlaß, wo er sein Wasser zumeist gänzlich verliert. Dort herrscht — bei wirrer Lagerung im Detail — NO- oder sogar N-S-Streichen und steiles Westfallen bis nahezu seigerer Stellung. Weiter aufwärts aber legt sich der Jurakalk bald flach: so streicht er an der gegen N gekehrten Kante des Hügels N vom Graben (bei ca. 1380 m) aus. — S vom Aptychenkalk liegt eine kleine Torffläche; an ihrem NW- und SW-Rand trifft man wieder Junghansschichten im Schutt, auch einzelne kristalline Brocken.

Die Deutung dieser Aufschlüsse im einzelnen ist ungemein erschwert durch ihre vielfache Unzulänglichkeit; und die Darstellung in der Profilersie D kann daher z. T. nur als hypothetisch gelten. Eines ist jedoch sicher: das N-S-Streichen des fast senkrechten Aptychenkalkes zeigt, daß der sonst O-W-streichende Klippenzug noch eine quere Verbiegung erfahren hat. Sie liegt in der nördlichen Verlängerung jener unter dem Hörnlein anzunehmenden Querflexur, wodurch ein Zusammenhang mit dieser wahrschein-

lich wird. Während aber dort nur die Unterlage quer-
verbogen ist, ist hier die Klippe selbst mitbetroffen.

Nördlich des zuvor verfolgten Grabens liegt, namentlich N vom oberen Aptychenkalk, auf ansehnliche Erstreckung aufschlußloses Gebiet. Es dürfte in der Hauptsache Jung-
hansenschichten verhüllen: weiter gegen N treten sie, nach Lesesteinen zu schließen, in größerer Ausdehnung zutage, und in der streichenden Fortsetzung gegen P. 1531,1 aufwärts, sieht man sie mehrfach, meist mit steilem N-Fallen, anstehen (D 31). Auch eine Zone von Bolgenkonglomerat läßt sich hier verfolgen; besonders reichlich sind die kristallinen Gerölle auf der SO- und W-Seite eines Hügels westlich P. 1531,1. — An der N-Grenze gegen den Flysch schaltet sich eine dünne Lamelle von Feuerstätter Sandstein ein, doch nur in losen Blöcken zu sehen. Ein Haufwerk seiner Blöcke, von Fichten bestanden, liegt auch N vom zusammenhängenden Klippenrand und durch einen Graben von ihm getrennt in den Wiesen, umgeben von Flyschsandstein, der auch sonst meist am Kontakt mit der Klippe in dieser Gegend auftritt (D 30). Seine Mächtigkeit beträgt jedoch höchstens einige Meter; weiterhin herrschen im Flysch Kalke vom Piesenkopftypus.

Sehr eigentümliche Verhältnisse herrschen am Südrand des beschriebenen Klippenabschnittes. In dem Graben, der unmittelbar S der Unterschelpenalpe emporzieht, steht Flyschkalk an bis oberhalb der Alphütte, unten flach, gegen oben steiler N-fallend. Er ist vielfach stark laminiert, die Kalkbänke zu Linsen und tektonischen Geröllen umgeformt. Bei 1290 m liegt dazwischen auch eine Breccie von helleren und dunkleren Kalkbrocken in braunen, ganz zerdrückten Schiefen; auch sie macht den Eindruck einer mylonitischen Bildung. Bei 1325 m legen sich (D 28) konkordant auf den Flysch ebenfalls äußerst zerdrückte, grüne, weiterhin dunkelrote Schiefer: Rot-Gschliefschiefer! Sie bilden hier also die Basis der Klippe. Sie ziehen in dem Graben aufwärts bis 1360 m, wobei sie sich bald senkrecht stellen. Weiterhin folgt nach kurzer Schuttunterbrechung ein kleiner Aufschluß von braungrauen Schiefen mit einer dunkelgrünen Ölquarzitbank, wohl den Junghansenschichten angehörig; sie streichen 65° O und stehen senkrecht (D 29). Das ist das letzte anstehende Gestein in diesem Graben.

Dagegen setzen die Rot-Gschliefschiefer im nächsten Graben — in dem weiter abwärts das vorher (S. 122) besprochene Klippenprofil ansteht — fort (D 30) und erscheinen nach längerer Schuttunterbrechung im Roten Gschlief selbst wieder (D 31). Dort liegen sie jedoch nicht mehr an der Klippenbasis; vielmehr stellen sich S von ihnen (wie das ja z. T. auch schon weiter W angedeutet; vgl. oben) Junghansenschichten in beträchtlicher Breite ein. Am besten sind sie auf der Ostseite des Kammes zu sehen, wo man mäßiges N-Fallen feststellen kann. Dort sind auch kristalline Blöcke reichlich vorhanden, die auf eine Konglomerateinlagerung hinweisen. An der Grathöhe beobachtet man, an der Grenze gegen den liegenden Flysch, eine geringfügige Einschaltung von Feuerstätter Sandstein. Eine weitere solche, am Abhang N der Hochschelpenalpe, etwa 4 m mächtig, steckt anscheinend zwischen den Junghansenschichten selbst als eingekneteter Fetzen (B 32).

Auch der liegende Flysch ist am besten auf der Ostseite zu studieren. Bei der Hochschelpenalpe stehen dünnbankige Kieselkalke (mehr Piesenkopf- als Schelpentypus) an; sie fallen flach N, unmittelbar S der Alphütte in einem großen Aufschluß liegen sie fast horizontal, um noch weiter südlich zu steilem S-Fall abzubiegen. Das unmittelbare Liegende der Klippe bildet aber auch hier wie auf der N-Seite (vgl. oben) eine wenige Meter mächtige Sandsteinlage. Am Weg N der Alphütte scheinen jedoch Junghansenschichten anzustehen, während am Gehänge darüber noch Flysch liegt. Vermutlich handelt es sich um einen aus dem Zusammenhang gerissenen, im Flysch eingewickelten Fetzen (B 32).

Nördlich vom Roten Gschlief bildet Feuerstätter Sandstein auf der Westseite des Grats einen ansehnlichen Felsvorsprung (D 31), dessen Fuß weithin vom eigenen Schutt umlagert ist. Gegen O reicht er jedoch nur bis auf die Grathöhe; auf der Ostseite (B 32) biegen die Rot-Gschliefschiefer darunter ein, wie die rote Farbe des Bodens erkennen läßt. Das oben bereits genannte Bolgenkonglomerat ist unter ihnen durch zu verfolgen; N vom Feuerstätter Sandstein erreicht es, von Schiefen der Junghansenschichten begleitet, die Kammhöhe; die Rot-Gschliefschiefer sind jedoch dort ausgekilt. Hier liegt also eine ganz klare Mulde vor, mit Feuerstätter Sandstein im Kern; sein Ausheben gegen O zeigt ein beträchtliches Achsenfallen gegen W an. Das stimmt gut zu dem auch sonst häufigen W-Fallen tektonischer Elemente am Schelpenkamm (vgl. S. 122, sowie unten, u. a.). Sehr auffallend aber ist, daß gegen W nicht nur Muldenkern und N-Flügel, sondern auch die Junghansenschichten aus dem S-Flügel verschwinden, so daß schließlich nur ein Span von Rot-Gschliefschiefern übrigbleibt (vgl. oben und D 28 bis 31).

Zwischen dieser Klippensynklinale und P. 1531,1 reicht der Flysch wieder bis auf den Grat. Man sieht ihn dort an einer Stelle mit 40°-N-Fallen anstehen (was aber kaum dem wohl erheblich steileren Durchschnittswert entspricht); auf dem W-Gehänge aber streichen seine Platten plötzlich 10—20° O und schießen sehr steil nach W ein — wieder ein Fall von Deformation im Längsprofil! Infolge dieses steilen W-Fallens verschwindet dieser Flysch gegen W bald, zunächst unter Schutt, aber wo dieser endet, muß er bereits unter Junghansenschichten der Klippe untergetaucht sein.

Dieser Flysch bildet einen schmalen Keil zwischen der »Rot-Gschlief-Schuppe« und der Hauptmasse der Klippe, zu der P. 1531,1 gehört. Auch diese Kuppe besteht aus Feuerstätter Sandstein. Aber an seinem S-Rand dringt von W noch ein schmaler Zug älterer Gesteine herein (in D 31 weit übertrieben gezeichnet); hart an der Grathöhe steht ein winziger Fetzen Aptychenkalk an, der auf dem W-Gehänge einige Meter hinabreicht; im O jedoch liegt Feuerstätter Sandstein in seiner Fortsetzung. Dieser Aptychenkalk bildet anscheinend eine allseitig abgerissene Linse an der Klippenbasis; sie bezeichnet die Verbindung zwischen dem Vorkommen N der Unterschelpenalpe (vgl. S. 122). und jenem des Schelpen-N-Gipfels (vgl. S. 124). — N unter P. 1531,1 wird der Feuerstätter Sandstein wieder von (sehr schlecht aufgeschlossenen) Junghansenschichten unterlagert; Rot-Gschliefschiefer an ihrer Basis sind, flach SW-fallend, sichtbar an dem Grat zwischen P. 1531,1 und dem Schelpen-N-Gipfel (B 32 und Abb. 9a). Vielleicht bilden diese einen verschleppten Fetzen, der Rot-Gschlief-Schuppe gleichzuordnen — denn in einem normalen Profil sollten sie an der Basis des Feuerstätter Sandsteins liegen. Unter ihnen liegt nochmals Flysch, der hier wiederum den Grat überschreitet und N P. 1531,1 in größerer Ausdehnung ansteht, in flacher Lagerung.

Ebenso wie der Flysch S P. 1531,1 bildet auch dieser einen von unten in die Klippe eindringenden Keil. Das ist auf der O-Seite offenkundig, wo er mit der Klippenunterlage bei der Schelpenalpe in Verbindung steht (B 32). Auf der NW-Seite freilich bleiben die Verhältnisse unklar: der Flysch verschwindet hier gegen N unter Schuttbedeckung. — Auf der Grathöhe folgt gegen NO, mit Fetzen von Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein an der Basis, der Aptychenkalk des Schelpen-N-Gipfels (B 35). Auch er zeigt deutlich Verbiegungen in zwei Richtungen, welche die räumliche Vorstellung sehr erschweren: während er zumeist 70° O streicht, dreht er auf dem W-Gehänge zu NNO- bis N-S-Streichen, seine Platten fallen dort steil W, mit dem Abhang. Auf der Grathöhe ist eine Verkeilung mit den liegenden Schichten zu beobachten — jedoch in so kleinem Maßstabe, daß die Darstellung in B 35 nicht möglich war. Auch die synklinale Einspitzung von normal dem Aptychenkalk auflagernden Junghansenschichten (vgl. S. 6) ist dort weit übertrieben gezeichnet. — Der Aptychenkalk

nimmt gegen unten flaches (im einzelnen sehr wechselndes) Einfallen an; bei der Schwarzenbergalpe kommen darunter die Junghansenschichten zum Vorschein, und W von dort am Weg verraten einzelne kristalline Gerölle das Ausstreichen des Bolgenkonglomerats.

Auf der Westseite des Schelpen-N-Gipfels klafft in den Aufschlüssen eine 200 bis 300 m breite Lücke. Jenseits von ihr fällt etwas oberhalb des vom Lappachtal herüberführenden Steigleins eine kleine helle Felswand auf. Sie zeigt die Fortsetzung des Aptychenkalks vom N-Gipfel, auf etwa 20 m aufgeschlossener Mächtigkeit reduziert (B 32), unten fast horizontal, oben mäßig bergewärts fallend; die ältesten (roten) Schichten liegen in der Mitte, die jüngsten, mit Fleckenkalk und grauen Schiefen, zu oberst. Junghansenschichten folgen darüber; und etwas östlich aufwärts trifft man in Mengen Feuerstätter Sandstein im Schutt, der jedenfalls auch hier ansteht — im Liegenden des Flysches unter P. 1531,1 (B 32). — Unter dem Aptychenkalk steht wieder Feuerstätter Sandstein an, am W-Ende des Aufschlusses fast unmittelbar; in ihn scheint auf der W-Seite Flysch horizontal hineinzugreifen: knapp über dem erwähnten Steiglein steht er an, während unter ihm der Feuerstätter Sandstein ein Stück weit entlang zieht.

Der Aptychenkalk und die ihn begleitenden anderen Klippengesteine scheinen demnach in Gestalt einer nach N geöffneten Synklinale zwischen zwei Flyschkeile eingefaltet zu sein. Gegen W hebt sie jedoch rasch aus: an dem zum Gelbhansekopf ziehenden Kamm erscheint sie nicht mehr, nur Flysch liegt dort in ihrer Fortsetzung. Er wird südlich überlagert von S-fallenden Junghansenschichten, die den Grat bis P. 1531,1 bilden (wenn auch sehr schlecht aufgeschlossen); am Kontakt schaltet sich eine Lamelle von Feuerstätter Sandstein dazwischen.

Der liegende Flyschkeil erscheint am Gehänge N unter der Schwarzenbergalpe wieder in Gestalt von einige Meter mächtigen Sandsteinfelsen (B 36). Ebensolche sind auch östlich unter dieser Alpe eine Strecke weit verfolgbar; ein Stück weit aber scheint der Zusammenhang abgerissen: Feuerstätter Sandstein der Klippenserie, der sonst den Flyschkeil unmittelbar zu unterlagern pflegt, überbrückt jedoch diese Lücke.

Hier bedeutet dieser Flyschkeil eine viel ansehnlichere Einwicklung des liegenden Klippenteils als im W, wo wir ihn zuerst getroffen; während dort ihr Ausmaß sich nur auf wenige Meter belaufen dürfte, beträgt es hier, in N-S-Richtung gemessen, etwa 600 m. Darunter folgt nun eine entsetzlich verfaltete und verschuppte Zone — dabei leider so mangelhaft aufgeschlossen, daß ihre Entzifferung nur sehr bruchstückweise möglich ist; die Darstellung der Profile (B 36 u. 37) ist daher teilweise hypothetisch. — Östlich der Schwarzenbergalpe durch einen Wasserriß absteigend, trifft man unter dem bereits genannten, den Flyschkeil unterlagernden Feuerstätter Sandstein dunkle, glimmerig-sandige Mergel (bei 1375 m); sie stimmen mit Scheienalpmergeln gut überein. Vermutlich handelt es sich um eine zum Flyschkeil parallele Einschuppung; doch beobachtet man N-S-Streichen und fast senkrechte Stellung, was auf lokale Querverbiegung hinweist. Etwas tiefer, bei 1365 m, liegt der S. 12 erwähnte Spatkalk in Blöcken — leider ohne erkennbare Lagerung. Wenig tiefer zeigen kristalline Blöcke (einer darunter von einigen cbm Inhalt) das Bolgenkonglomerat an, und fast unmittelbar darunter liegt Feuerstätter Sandstein. Es ist wohl anzunehmen, daß zwischen allen den genannten Gesteinen noch leichter verwitternde Schiefer usw. der Junghansenschichten durchziehen; zu sehen ist jedoch nichts davon.

(Fortsetzung folgt.)

1. ABHANDLUNGEN.

Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu.

(Mit 1 geologischen Spezialkarte 1:25 000, 1 Profiltafel, 13 Textfiguren.)

Von H. P. Cornelius, Wien.

(Fortsetzung von Heft 3, S. 124.)

Im nächst südlichen Graben, zwischen Schwarzenberg- und Schelpenalpe, ist die Klippengrenze unsichtbar. Das eben erwähnte Konglomerat ist durchzuverfolgen, und auch in seinem Hangenden ist Feuerstätter Sandstein sichtbar — vermutlich geht über ihm jener Flyschkeil hindurch.

Das schönste und vollständigste Profil in dieser Gegend aber zeigt der Graben, der unmittelbar N von der Schelpenalpe beginnt. Bis etwa 1350 m abwärts durchzieht er graue Couches rouges, meist steil S-fallend. Dort aber trifft man mit gleichem Einfallen eine Quetschzone von dunklem Flyschkieselkalk; er ist zu Linsen und tektonischen Geröllen deformiert, die von verdrückten Schiefeln umflossen werden; aber auch solche von grünem Quarzit, wohl der Junghansenschichten, sind eingeknetet. Nach Unterbrechung von einigen Metern steht Feuerstätter Sandstein an, mit dem die Klippenserie beginnt. — Die Fortsetzung des Profils soll später (S. 154) besprochen werden.

Von diesem Graben nach O bis hinab ins Balderschwanger Tal gibt es keinen Aufschluß der Klippengrenze mehr. In dem Graben, der W P. 1370 zum Nördlichen Schelpengraben hinabzieht, steht bis 1380 m Scheienalmmergel an; weiter aufwärts liegen noch reichlich Blöcke von Flyschkalk, der jedenfalls auch hier ansteht (in Profilsérie B nicht geschnitten). Aber weiterhin folgt aufschlußloser Sumpfboden. Und das steile Aptychenkalkriff von P. 1370 hat das ganze Waldgehänge unter sich mit Trümmern überschüttet. — Dieser Aptychenkalk bildet eine große Linse an (oder doch nahe an) der hier wieder steilstehenden Klippenbasis. Gegen N folgt ihm Feuerstätter Sandstein fast unmittelbar; am NO-Ende (der einzigen Stelle, wo der Kontakt sichtbar) der Kalkfelsen sind in steiler Rinne zwischen beiden Bildungen Schiefer der Junghansenschichten, nur etwa 5 m mächtig, sichtbar (Streichen WNW, sehr steil N-fallend, unten fast senkrecht; B 39). Der Feuerstätter Sandstein N P. 1370 ist außergewöhnlich mächtig; er bedeckt ein ausgedehntes waldbeständenes Hügelland — freilich vielfach nur in Blöcken. Auf seiner S-Seite findet man, östlich vom Ende des Aptychenkalkes, Junghansenschichten in Bruchstücken, in einem Wasserriß scheinbar auch anstehend. Auch kristalline Gerölle fehlen nicht. Es ist nicht sicher, ob hier die verbreiterte Fortsetzung jener schmalen Zone zwischen Aptychenkalk und Feuerstätter Sandstein vorliegt oder eine verkehrte Schichtfolge S von (d. h. tektonisch unter) dem ersteren, der selbst hier jedenfalls ausgekilt ist. Weiter östlich, bei der Jagdhütte (B 42), findet man die gleichen Gesteine wieder im Schutt, insbesondere viele kristalline Gerölle; N darüber die Fortsetzung des Feuerstätter Sandsteins in Gestalt einer langgezogenen Felswand. Von ihr ist der S. 112 erwähnte Bergsturz losgebrochen, der den Zusammenhang der Aufschlüsse verhüllt. Jenseits seines N-Randes sieht man wieder das Liegende des Feuerstätter Sandsteins: flach N-fallende Junghansenschichten, wenige Meter mächtig, darunter Aptychenkalk in gleicher Lagerung (B 43). Er setzt hier ca. 20 m mächtig ein; gegen N biegt er senkrecht hinab

und schwillt auf mehr als das Doppelte an. In seinem Liegenden sind nochmals Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein sichtbar, also eine verkehrte Serie, beide nur wenige Meter mächtig. Der letztere bildet einen kleinen Felskopf und scheint auch weiter abwärts (in einem Graben unter der Kehre des zur Jagdhütte führenden Steigs) nochmals anzustehen. — Der Aptychenkalk ist in einem Graben zusammenhängend bis zur Talsohle zu verfolgen; er streicht O-W. Im nächst nördlichen, etwa 20 m entfernten Parallelgraben setzen auch die Junghansenschichten (mit zahlreichen Breccien- und hier auch Kalklagen; vgl. S. 9) mit gleichem Streichen senkrecht hinab. Unmittelbar N folgt Feuerstätter Sandstein als Kern einer gegen N offenen Synklinale: bei 1160 m biegen die Junghansenschichten flach über ihn hinweg, und längs der Bolgenach sieht man ihn von solchen unterlagert. Sie lassen sich am Ufer (z. T. nur bei niederem Wasserstande begehbar!) in flacher Lagerung, doch vielfach in sich verbogen, entlang verfolgen. Gegen N verzahnen sie sich, heftig zerdrückt und vergriffelt, mit dem Feuerstätter Sandstein, der nun bis ans Wasser hinabreicht. Aber etwas weiter N greift in ihn hinein nochmals eine schmale Zunge von Junghansenschichten, wenig über der Talsohle in einem kleinen Graben aufgeschlossen; sie streichen 70° O und fallen steil S. N davon läßt sich der Feuerstätter Sandstein wieder in einzelnen Felspartien hart am Ufer weiter verfolgen, bis fast ans Ende des steilen Gehänges SO von Junghansen (B 43).

Dieses Gehänge ist bedeckt vom Schutte des Feuerstätter Sandsteins, der an seinem oberen Rand überall zutage tritt. Er steht gegen S mit der erwähnten, gegen N geöffneten Synklinale in Verbindung. Auch die ihn bedeckenden Junghansenschichten sind ohne Unterbrechung durchzuverfolgen. Eine ansehnliche Einlagerung von Bolgenkonglomerat dagegen keilt gegen S aus. Auf der Terrasse S Junghansen über den steilen Felsen des Sandsteins bedeckt er diesen fast unmittelbar (B 43); hart an ihrem Rande scheint der letztere durch einen kleinen Bruch in die Höhe gerückt, auch gegen W wird er durch einen solchen abgeschnitten.

Das eben genannte Konglomerat läßt sich gegen W an dem steilen Gehänge über dem südlichen Junghansengraben ununterbrochen verfolgen, bis es diesen bei Einmündung eines kleinen Seitengrabens erreicht. Dort bildet es eine 10 bis 12 m hohe verwitterte Felswand. Nördlich von ihm im Graben stehen die Junghansenschichten gleichfalls zusammenhängend an, in vorwiegend steiler Stellung; ebenso südlich vom Konglomerat, wo sie in einem Seitengraben bis hart an den Feuerstätter Sandstein N P. 1370 heranreichen (B 39).

Der letztere scheint somit den Kern einer steilen, normalen Synklinale in Junghansenschichten zu bilden, während das gleiche Gestein bei Junghansen in deren Liegendes, an die Basis der Klippe zu verweisen ist, wie wir gleich sehen werden. Die auffallende Konsequenz daraus ist, daß der ganze nördlich folgende komplizierte Faltenkomplex (den wir weiterhin kennen-

lernen werden; vgl. unten) gewissermaßen an dem schmalen, zwischen diesen beiden Synklinalen eingezwängten Stil hängt.

Die Klippenbasis ist am Ausgang des südlichen Junghansengrabens auf der Nordseite aufgeschlossen. Dort zieht Bolgenkonglomerat, einige Meter mächtig, mit steilem S-Fall das Gehänge herab. Einige Meter ohne Aufschluß (wohl Junghansenschichten) trennen es vom Feuerstätter Sandstein, der noch mindestens 20 m mächtig von der südlichen Grabenseite herüberzusetzen scheint. Nördlich davon im Wald trifft man kleine Felsstufen aus grauem Kieselkalk mit Schieferzwischenlagen — unverkennbarem Flysch; er fällt ca. 45° S (B 42).

Hier kommt also zweifellos die Klippenunterlage wieder zum Vorschein! Aber nur als schmale Aufwölbung; denn am nächsten nördlichen Graben in gleicher Höhe stehen schon wieder Junghansenschichten an (B 39).

Zunächst aber seien die Aufschlüsse im südlichen Junghansengraben weiter verfolgt. Parallel dem Konglomeratzug der Südseite streicht dort ein langer Keil von Feuerstätter Sandstein aus. Er beginnt gegenüber der oben genannten Konglomeratwand, verläuft zuerst auf der N-Seite des Grabens, tritt dann auf die S-Seite über, schließlich an einer kleinen Transversalverschiebung (deren ihn noch mehrere unbedeutende durchsetzen) wieder auf die N-Seite. Stets bleibt er nur durch eine geringe, wegen starker innerer Faltung wechselnde Mächtigkeit von Junghansenschichten getrennt vom Konglomerat. Dieses verharrt in vorwiegend steiler Stellung bis über die erste größere Grabengabelung; weiterhin legt es sich nördlich mit immer noch ziemlich steilem S-Fall über den Feuerstätter Sandstein. Die Mächtigkeit des Konglomerats ist — im südlichen Zweiggraben — ungewöhnlich groß, vielleicht infolge innerer Zusammenstauchung an der Abbeugungsstelle? Etwas höher im südlichen Zweiggraben trifft man abermals Bolgenkonglomerat, jedoch nur wenige Meter mächtig. Dreimal quert es hier den Graben; es scheint in eine S-förmige Falte gelegt. In ihrem Kern tritt von S her Feuerstätter Sandstein an den Graben heran (B 37). Solcher folgt auch über dem obersten Konglomerataufschluß; Junghansenschichten trennen ihn von einem dritten, letzten Feuerstätter Sandstein, über dem der S. 153 beschriebene Kontakt mit dem eingewickelten Flysch erreicht wird. — Die zuletzt erwähnten drei Zungen von Feuerstätter Sandstein — jede nur einige Meter mächtig — oder wenigstens die untere und mittlere sind sicherlich Ausläufer der großen Sandsteinsynklinale N P. 1370, die durch die Flysch-einwicklung gegen oben verquetscht und wahrscheinlich ganz abgesichert ist.

Die symmetrisch beiderseits von Feuerstätter Sandstein umschlossenen und von Bolgenkonglomerat begleiteten Junghansenschichten des südlichen Junghansengrabens ist man versucht als Antiklinale anzusprechen. Allein eine Schwierigkeit für diese Auffassung bilden zwei Splitter von Feuerstätter Sandstein, im nördlichen Zweiggraben. Man kann sie vielleicht so erklären, daß die Antiklinale eben keinen Boden hat, sondern teilweise mit anormalem Kontakt der südlich folgenden Sandsteinsynklinale angeschoben ist; jene Splitter könnten demgemäß als von jener Sandsteinmasse losgelöste und in den Antiklinalkern gewissermaßen eingesogene Bruchstücke gedeutet werden, oder wenn man lieber will als Ergebnis einer sekundären Verschuppung des Sandsteins mit der nördlich angeschobenen Schieferantiklinale. — Der südliche Konglomeratzug läßt sich bis unter die Schwarzenbergalpe (vgl. S. 124), der nördliche bis auf den Rücken N von ihr, ja bis auf das zum Lenzengraben abfallende Gehänge verfolgen. Eine verbindende Antiklinalbiegung ist auf jenem Waldgehänge natürlich nicht zu sehen.

Ebensowenig ist die nördlich anschließende, durch den oben erwähnten Keil von Feuerstätter Sandstein als solche gekennzeichnete Synklinale (B 36 u. 39) durch eine Muldenbiegung im Konglomerat geschlossen: wo eine solche zu

erwarten wäre, zerschneiden die kleinen Brüche am Grabenausgang den Zusammenhang. Jener Feuerstätter Sandstein setzt vom südlichen Junghansengraben, wo wir ihn verließen, am Gehänge gegen NW fort: als mächtiger Wall von Sandsteinblöcken erscheint er am Ursprung der südlichen Zuflüsse des Mittleren Junghansengrabens, deren einer als prächtige Quelle daraus hervortritt. Die weitere Verfolgung zum Rücken NO der Schwarzenbergalpe gelingt nur mittels Lesesteinen; nur im Mittleren Junghansengraben selbst sind brauchbare Aufschlüsse: die Mächtigkeit beträgt dort ca. 10 m, das Einfallen 45° S. Die darunter liegenden Junghansenschichten sind im gleichen Graben fast ununterbrochen gut und in großer Mächtigkeit aufgeschlossen. Sie fallen zumeist steil S. In den anderen Gräben sieht man nur gelegentlich Spuren davon. Dagegen ist das ihnen eingelagerte Bolgenkonglomerat in allen gut aufgeschlossen. Es ist jener Zug, den wir bereits am Ausgang des Südlichen Junghansengrabens auf der N-Seite getroffen haben (vgl. oben); der mittlere Graben schneidet ihn bei 1280 m in etwa 8 m Mächtigkeit an, aber auch auf dem Zwischengelände zwischen diesen (und auch den weiteren) Gräben ist er fast überall durch zahlreiche kristalline Lesesteine gekennzeichnet, bis auf den Rücken NO der Schwarzenbergalpe. Dies Konglomerat gehört dem N-Schenkel unserer Synklinale an — er ist viel mächtiger als der überkippte S-Schenkel — und zugleich dem S-Schenkel des nächstnördlichen Gewölbes.

Dessen Kern besteht ganz aus Junghansenschichten. Der Mittlere Junghansengraben durchschneidet sie von 1280 m abwärts zusammenhängend mit meist ziemlich steilem S-Fallen. Gegen unten wird er flacher, am unteren Ende der Aufschlüsse, bei 1130 m, fast horizontal. Sollte hier der Graben spitzwinklig zum Faltenstreichen verlaufend, bereits in die nördlich anschließende Muldenbiegung getreten sein? Aber in diesem Fall sollte der Übergang über Steilstellung und N-Fall erfolgen und nicht durch allmähliches Flacherwerden. — Im Nördlichen Junghansengraben treffen wir am unteren Ende der Aufschlüsse bereits den N-Schenkel dieses Gewölbes: einen steil S-fallenden Konglomeratzug. Er ist über das Gehänge aufwärts zu verfolgen bis zum nächst nördlichen Graben, den er bei 1260 m quert: er ist bis 15 m mächtig. Weiterhin scheint er — obwohl sichere Anzeichen auf größere Strecken fehlen — an den Rücken NO der Schwarzenbergalpe hinaufzusetzen und sich dort mit dem vorigen Zug zu vereinigen, so daß hier die Antiklinale im Konglomerat geschlossen wäre (B 36). Sicherheit ist jedoch in Anbetracht der hier im Wald höchst spärlichen Aufschlüsse nicht zu erlangen.

N vom Nördlichen Junghansengraben stehen im Wald Junghansenschichten unter dem Konglomerat an; sie streichen ca. 50° O und fallen steil SO, ebenso in dem nördlich folgenden Graben. Dort sieht man das Einfallen sich nach abwärts schnell verflachen. Bei 1240 m etwa trifft man flachgelagerte Rot-Gschliefschiefer, etwa 25 m mächtig (B 39), die ungefähr dem innersten entblößten Kern der Synklinale angehören dürften, die sich an die vorerwähnte Antiklinale anschließt; sie werden wieder von Junghansenschichten unterlagert, in denen nochmals einige rote Schiefer Spuren sichtbar sind. Die Lagerung bleibt nahezu horizontal bis ans untere Ende der Aufschlüsse, wo nochmals kristalline Blöcke das Bolgenkonglomerat andeuten, bei 1200 m. Vermutlich liegt hier noch eine sekundäre Gewölbebiegung vor (B 39).

Der nächst nördliche größere Graben schneidet nur steil (z. T. sehr steil) S-fallende Junghansenschichten an, von 1180 bis 1240 m, unten 50° O, oben O-W-streichend. — Das tiefere Gehänge ist hier überall mit einer undurchdringlichen Moränendecke verkleistert, die Auflagerung der Klippe N von Junghansen nirgends mehr erschlossen.

Nördlich ist dieser Masse von Junghansenschichten noch eine Schuppe von Feuerstätter Sandstein vorgelagert. Folgt man von Lenzen dem in der Karte verzeichneten Steig zur Schwarzenbergalpe und steigt in dem Graben,

den er bei 1200 m (bei einem kleinen Stadel) überquert, ein paar Schritte hinab, so trifft man gerade die Grenze zwischen dem Sandstein und den mit steilem S-Fallen aufgelagerten dunklen Schiefen und feinen Konglomerateinschlüssen, die wohl schon den Junghansenschichten angehören; ihre typischen Gesteine trifft man in einem südlicheren Zweig desselben Grabens als Schutt. — Gegen abwärts bildet der Graben eine Strecke weit die Grenze zwischen Feuerstätter Sandstein und feinem Konglomerat; an einer kleinen Querstörung erscheint dieses horizontal über die Schichtköpfe des hier dünnbankigen Sandsteins vorgeschleppt. Diesem letzteren ist weiter abwärts ein Konglomerat eingelagert (vgl. S. 10), 6 bis 8 m mächtig. Das Streichen beträgt 65° O, bei sehr steilem S-Fallen. — Feuerstätter Sandstein und Konglomerat setzen auch in den nächst südlichen (nicht auf der Karte stehenden) Graben in gleicher Lagerung fort und sind dort bis 1100 m abwärts zu verfolgen (B 39).

Unmittelbar N von diesem Feuerstätter Sandstein ist die Auflagerungsfläche der Klippe zu erwarten. Zu sehen ist jedoch nichts davon — Schutt und Wald verhüllen alles. In dem Wasserriß, der unmittelbar östlich vom Ausgang des Lenzengrabens herabkommt, steht Flysch (Piesenkopfkalk) zusammenhängend an bis etwa 1180 m aufwärts, wechselnd steil S-fallend; allein von der Klippe bleibt auch er durch einen aufschlußlosen Zwischenraum geschieden (B 39).

Die westliche Fortsetzung des beschriebenen N-Abchnittes der Klippe ist durch den tiefen Lenzengraben und seine Verzweigungen zerschnitten. Trotzdem sind auch dort die Aufschlüsse vielfach keineswegs genügend. Und wider Erwarten sind die tektonischen Verhältnisse recht abweichend und nur schwer mit den auf dem Ostgehänge beobachteten in Einklang zu bringen.

Der Ausgang des Lenzengrabens liegt in stark gefaltetem Flyschkalk, mit sehr rasch wechselndem Streichen und Fallen; weiter stellt er sich senkrecht und streicht 70° W. Wenig höher sieht man auf dem Ostufer einen mächtigen Klotz von hellgrünem, schichtungslosem Feuerstätter Sandstein. Soviel man sehen kann, setzt er unter dem Bach durch; das spricht dafür, daß er tatsächlich ansteht. Aber sein tektonischer Zusammenhang ist sehr unklar. Auf der NW-Seite des Grabens sind von hier an zusammenhängend Glimmersandsteine zu verfolgen, die sicher noch der Flyschunterlage angehören. Dagegen stehen im Bachbett bei 1130 m stark zerquetschte schwarze Schiefer und schwarze, z. T. glimmerreiche Quarzitbänke an, die am meisten an Junghansenschichten erinnern; gleich darüber auf der SO-Seite ähnliche Schiefer mit dunklem Kieselkalk, gleichfalls stark verquetscht — stark an »Wildflysch« gemahnend; sie fallen flach bergewärts. Schutt von schwarzen Schiefen, schwarzen und grünen Quarziten, daneben aber auch von typischen Flyschkalcken — alle häufig mit Anzeichen starker tektonischer Mißhandlung — bedeckt im wesentlichen das SO-Gehänge. Bei 1150 m steht am NW-Ufer schwarzer Quetschschiefer an, gleich darauf im Bachbett Flyschsandstein, mit Schiefen und grauem Kieselkalk in senkrechter Stellung (Streichen 65° W), ebenfalls z. T. stark verquetscht und von Scherflächen durchsetzt. Über dieser Stelle streichen auf der SO-Seite, wenig über der Grabensohle, unverkennbare Junghansenschichten aus (schwarze Schiefer, grüne Schiefer mit dunklen Flecken, dunkelgrüner und gebänderter Quarzit; Streichen 60—70° O mit mäßigem S-Fall). In Profilsreihe B konnten diese Beobachtungen größtenteils nicht aufgenommen werden.

Leider sind die beschriebenen Aufschlüsse zu mangelhaft, um ihnen eine zweifelsfreie Deutung unterlegen zu können. Man könnte an eine Querverschiebung als Grenze zwischen dem Flyschsandstein und den (z. T. recht diskordant dazu liegenden) Klippengesteinen der anderen Grabenseite denken. Davon ist aber nichts zu sehen; auch jene Quetschgesteine auf der Grabensohle sind nicht in solchem Sinne zu deuten, da sie sonst im Sinne der anzu-

nehmenden Verschiebung orientiert sein müßten. Und geradezu unvereinbar mit einer solchen sind die Verhältnisse am Grabenausgang, wo die Piesenkopfkalke vollkommen unbestellt dem Ost- wie dem Westflügel der »Querverschiebung« einheitlich vorgelagert sind, und die Sandsteine im Ostflügel fehlen, die dort doch nach N vorgeückt sein müßten. Auch die Annahme eines lokalen starken östlichen Achsenfallens, vielleicht gar einer Querverfaltung findet in den geschilderten Verhältnissen keine Stütze. Sollte die Klippe hier auf eine ungleichmäßig erodierte Flyschunterlage vorgeschoben sein? Diese Frage soll später noch genauer erörtert werden.

Von P. 1194 aufwärts ist der Lenzengraben ganz in die Klippengesteine eingeschnitten; die Grenze gegen den Flyschsandstein verläuft auf dem nördlich begleitenden Rücken, ist aber nicht aufgeschlossen. Etwas höher gabelt sich der Graben. Im östlichen Ast gelangt man alsbald an eine Einpressung von Flyschkalk und -sandstein der Unterlage (Streichen 80° O, sehr steiles S-Fallen); und etwas höher an eine zweite, die besonders in ihrer S-Grenze weniger steil S fällt (B 35). Beide sind von Junghansenschichten umschlossen; sie lassen sich gegen O in einigen kleinen Seitengraben verfolgen, die über das steile Gehänge hinabziehen (B 36). Eine intensive Verfaltung oder Verschuppung des nördlichen Klippenrandes mit dem Flyschuntergrund wird dadurch angezeigt. Etwas höher teilt sich der Graben wieder; dort bildet Feuerstätter Sandstein eine flachliegende, N-schauende Umbiegung, die von Junghansenschichten umhüllt wird. Auch dieser Sandstein stammt jedenfalls von der Klippenbasis; er dürfte einer verkehrten Serie entsprechen.

Über dieser Stelle streicht von O her ein Konglomeratzug an das Gehänge über dem Lenzengraben. Er läßt sich, einige Meter mächtig und anscheinend mit flachem S-Fallen, bis zum nächst östlichen kleinen Graben verfolgen, längs dem Rand einer kleinen Wiesenterrasse. In diesem Graben sind darunter einige Meter Feuerstätter Sandstein aufgeschlossen. — Bei 1305 m setzt über den östlichsten Zweig des Lenzengrabens ein weiterer Konglomeratzug, der ebenfalls gegen O als kleine Steilstufe zu verfolgen ist, und auf dem Rücken NO der Schwarzenbergalpe mit der nördlichen Antiklinale von Junghansen in Verbindung zu stehen scheint. Von einer Antiklinale ist hier freilich nichts mehr zu sehen. Wohl aber ist auf der NW-Seite jenes Rückens Feuerstätter Sandstein durch zahlreiche Lesesteine angedeutet.

Wenig über der zuletzt erwähnten Gabelung des Grabens streicht durch dessen mittleren (unter Einrechnung des zuvor schon abgezweigten nordwestlichen!) Ast ebenfalls Konglomerat, kaum viel mehr als 2 m mächtig. Auch im westlichen Seitengraben ist es nachgewiesen, und seine Verbindung mit dem höheren der beiden von O hereinstreichenden Züge ist wahrscheinlich, wenn auch keineswegs sicher. Im Mittelast (B 35) wird es auf dem O-Gehänge, knapp unter der Einmündung eines östlichen Seitengrabens (der auf der Karte fälschlich zum Ostast gezogen ist!), überlagert von ½ m Spatkalk (vgl. S. 12). Was weiter folgt, ließ sich nicht sicher feststellen; jedenfalls liegt schon etwa 10 m über dem Konglomerat Feuerstätter Sandstein. Dieser nimmt den größten Raum ein im Gebiet des oberen Lenzengrabens. Im ganzen bildet er eine N-fallende Platte über z. T. stark zerknitterten Junghansenschichten, die in einem kleinen Fenster im östlichen Seitenzweig des Mittelastes zum Vorschein kommen. Aber widerspruchsvoll sind die Verhältnisse am Ostrande dieser Platte. Durch die beiden Verzweigungen des östlichen Grabenastes setzt nämlich ein Zug von ca. 45°-N-fallendem, vorwiegend dünnbankigem Feuerstätter Sandstein, isoklinal zwischen Junghansenschichten eingefaltet; ob er mit dem Feuerstätter Sandsteinkern der großen Synklinale bei Junghansen zusammenhängt, ist fraglich — deren Fortsetzung liegt wahrscheinlich erst höher oben vor, in einzelnen Felsen des gleichen Gesteins auf dem Gehänge N der Schwar-

zenbergalpe. Unterhalb jenes Sandsteinzuges nun liegt die erwähnte Platte entschieden auf den Junghansenschichten; oberhalb dagegen scheint sie (bei 1350 bis 1360 m, im westlichen Zweig des O-Astes) sehr steil östlich unter sie einzufallen. Wahrscheinlich sind hier wieder kleine Querverbiegungen im Spiel; aber eine befriedigende Deutung der Verhältnisse erlauben die Aufschlüsse nicht. — Auch am Westrand unserer Sandsteinplatte herrscht keineswegs Klarheit. Zu erwarten wäre, daß sie dort nach W aufwärts in die Luft biegt; aber zu sehen ist es nicht, auch nicht die Unterlagerung durch Junghansenschichten. Dagegen steht im 2. und 3. (von N gezählt; der erste fehlt auf der Karte!) Zweig des mittleren Grabenastes, bald nachdem der Feuerstätter Sandstein verschwunden, bei 1350 bis 1360 m Flysch an: stark verquetschter Kieselkalk und Schiefer, senkrecht, 55—65° O-streichend. Er gehört jedenfalls bereits der Klippenunterlage an. Darüber folgen grabenaufwärts Junghansenschichten (z. T. noch mit zwischengeschalteten Fetzen von Feuerstätter Sandstein), so weit erkennbar flachliegend — also wohl diskordant. Im 3. Graben steckt darin nochmals eine anscheinend flache Einquetschung von Flyschsandstein. Im ersten (nördlichsten) dieser Zweiggräben aber sieht man die Junghansenschichten steil und unendlich zerquetscht — vielleicht auch z. T. tektonisch mit Flysch gemischt — in die Tiefe biegen (B 32).

Die westliche Grenze der Junghansenschichten liegt verborgen unter sumpfigen Wiesen und Waldboden. Am Grat S vom Gelbhanseckopf steht Flysch an — Kieselkalk mit zwei (tektonischen?) Sandsteineinschaltungen, stets mäßig N-fallend und so ruhig gelagert, als ob er nie von einem größeren tektonischen Ereignis betroffen worden wäre (B 32a).

Im NW-Ast des Lenzengrabens stehen meist Junghansenschichten an; im unteren Teil senkrecht; etwas unter 1300 m steckt darin Flysch-Sandstein, Kalk und Schiefer — wohl die Fortsetzung eines der Flyschkeile, die wir weiter O getroffen (vgl. S. 155). Über dieser Stelle teilt sich der Graben; im S-Zweig beobachtet man fast zusammenhängend Junghansenschichten, meist mäßig steil (unten vorwiegend N, oben mehr S) einfallend. Im N-Zweig findet sich Flysch bei 1350 m (äußerst verquetschte Schiefer und Sandsteine), doch darunter wie darüber Junghansenschichten, meist steil, doch mit sehr wechselndem Streichen. Ihre N-Grenze muß hier unmittelbar benachbart sein; bereits am Rücken N vom Graben findet man nur mehr Flyschsandstein.

Die Junghansenschichten setzen sich fort auf den Gelbhanseckopf, dessen Gipfel sie zusammensetzen scheinen (spärliche Lesesteine). An der nordöstlich vorgelagerten Kuppe reicht der Flyschsandstein herauf, der den Lenzengraben nördlich begleitet, scheint aber dort auszukeilen: Am steilen Gehänge unter der Oberen Hanseköpflealpe und am Weg östlich von ihr steht nur Piesenkopfkalk an (im Durchschnitt mäßig SSO-fallend), während am Rücken über der Alpe die Junghansenschichten zu beginnen scheinen. Noch schwerer ist am Gelbhanseckopf die südliche Klippengrenze genau zu ziehen. Nördlich P. 1436,3 wird die Lagerung des Flyschkalks fast horizontal (die Hügel auf der W-Seite des Grats bestehen z. T. aus abgerutschten Flyschmassen); dann ist nichts mehr sichtbar. Dagegen ist auf der W-Seite, südlich einer bewaldeten Rippe, die Auflagerung der Junghansenschichten bei etwa 1430 m feststellbar — freilich auch nur vermittelt Lesesteinen. Aber N dieser Rippe, bei 1415 m, steht dunkler Flysch-Kieselkalk an, in dicken horizontalen Bänken (Quelle!) und gleich darunter wieder ein feinschichtiger Quarzit der Junghansenschichten. Der Flysch ist hier also als horizontaler Keil von S in die Klippe eingefaltet (B 32a). Die Junghansenschichten darunter sind längs des Weges zur Schelpenalpe in Spuren verfolgbar; zum letztenmal stehen sie (etwas N der oberen Hütte) in einem Wasserriß an, fast horizontal

und kaum über 10 m mächtig. Weiter südwärts sind sie nicht mehr zu sehen.

Noch ein flüchtiger Blick sei auf das nördliche Flyschgehänge geworfen. Es steht dort fast nur Piesenkopfkalk an; in dem Graben, der von der Oberen Hanseköpflealpe nach Lappach hinabzieht, sieht man ihn bis 1080 m abwärts fast lückenlos aufgeschlossen, stark in sich gefaltet; ebenso in den Gräben, die von der Terrasse der Sala Möser zur Bolgenach streben (B 32a). Für die dortige starke Kleinfaltung charakteristisch ist außerordentlich wechselndes Streichen der Faltenachsen; öfters dreht es auf kurze Distanz um 90°. Auch lokale Quetschzonen mit starker Zermalmung des Gesteins sind nicht selten. Längs der Balderschwanger Ache sind die gleichen Kalke wieder ruhiger gelagert, mit meist ziemlich steilem S-Fallen; bei P. 1036 greifen sie auch auf das N-Ufer über. — Etwas andere Verhältnisse bietet nur der Graben W von Lenzen; dort sieht man dickbankigen Glimmersandstein heftig mit den Kalken veraltet (B 36). Von irgendeiner größeren tektonischen Trennung innerhalb dieser Flyschmasse ist jedenfalls nicht die Rede.

Auch auf dem Westabhang des Gelbhanseckopfs scheinen größtenteils gleichartige Kalke anzustehen. Unter den Schelpenalpen liegt ein großer Rutsch, in dem auch Material der Junghansenschichten eine ziemlich bedeutende Rolle spielt — offenbar jenem eingewickelten Keil auf der SW-Seite des Gelbhanseckopfes (siehe oben) entstammend. S findet man auch Sandstein — aber nur im Schutt, besonders am Weg ins Lappachtal in Mengen, wenig N des Klippen-Nordrandes. Eine Feststellung seiner Lagerungsverhältnisse ist leider unmöglich.

d) Zusammenfassung. Der Schelpenkamm trägt drei Klippen der Feuerstätter Decke. Die südlichste, die Hörnleinklippe, ist die Fortsetzung der Feuerstätterkopfhauptklippe; im Gegensatz zu deren recht großzügigem Aufbau (siehe S. 114 f.) zeigt sie jedoch einen kleinteiligen Schuppenbau mit scharfer Mächtigkeitsreduktion aller Schichten. Sie steckt steil eingefaltet in einer Synklinale der Scheienalpedecke; in deren Flysch ist auf der S-Seite die Fortsetzung der Schubfetzen unter dem Feuerstätterkopfe eingewickelt, sowie der Diabas mit seinen Begleitgesteinen als verschleppter Fetzen einer fremden tektonischen Einheit. Die Scheienalpedecke ist eine bloß aus »Couches rouges« und Scheienalpergeln sowie Flysch bestehende, vielfach in sich zusammengestauchte oder geschuppte Deckfalte; sie ist von der S-Seite des Feuerstätterkopfs bis auf die Ostseite des Hörnleins und Schelpen verfolgbar, allerdings hier auf der Ostseite nirgends gut abtrennbar von der Unterlage, da man die Auflagerung nirgends beobachten kann. Die Scheienalpedecke macht als Ganzes die Hörnleinsynklinale mit. Gegen W taucht alle helvetische Kreide, offenbar infolge einer (nicht sichtbaren) Querflexur, sehr rasch unter; im Lappachtal besteht die Klippenunterlage nur mehr aus Flysch.

Die zweite Klippe, die Hochschelpenklippe, ist räumlich wenig ausgedehnt; sie besteht nur aus einer schiefe dem Flysch aufgesetzten Kappe von Junghansenschichten auf dem Hochschelpengipfel.

Die Schelpen-Nordklippe endlich ist die ausgedehnteste und komplizierteste von allen. Ihr Westende trafen wir bereits jenseits des Lappachtals (S. 118 u. 119). Hier am Schelpenkamm ist sie charakterisiert durch eine Perlenschnur von Jurakalklinsen (Abhang zum Lappachtal — S P. 1531,1 — Schelpen-N-Gipfel — P. 1370 — SW Untere Mittelalpe), eine verkehrte Schichtfolge unter ihnen spielt keine große Rolle, die Hauptmasse der jüngeren Schichten gehört einem normalen Schenkel an. Die Klippe ist als Ganzes in der Unterlage tief eingebettet, dort wo die Kreide der Scheienalpe steil (sogar überkippt) nach N hinabbiegt; im einzelnen ist sie mit ihr aufs heftigste veraltet: Flyschkeile SW vom Schelpen-N-Gipfel, unter der Schwarzenbergalpe, im Lenzengraben und am Gelbhanseckopf; Auffaltung des Flyschs bei Junghansen. Aber auch

in sich selbst ist die Klippe sehr stark gestört. Auf dem Ostgehänge folgt auf den Aptychenkalk zuerst eine große, gegen oben wahrscheinlich abgescherte Synklinale von Feuerstätter Sandstein; die trennenden Junghansenschichten sind fast gänzlich weggequetscht. Gegen N schließen sich zwei Antiklinalen an, die ganz aus Junghansenschichten bestehen; in der Synklinale dazwischen steckt noch ein Keil von Feuerstätter Sandstein. Sie sind weggeschoben über die liegende Synklinale von Feuerstätter Sandstein an der Klippenbasis S Junghansen, die wieder fast bis an den Aptychenkalk reicht. Man darf wohl annehmen, daß die hier und N P. 1370 fehlenden Junghansenschichten in den Falten W Junghansen zusammengeschoben vorliegen.

Im Streichen gehen W ändert sich diese Struktur stark, doch sind dort, im Lenzengraben, die Verhältnisse in den Einzelheiten nicht entzifferbar.

Die meisten Falten und Verbiegungen der Klippe streichen O-W bis ONO. Aber auch Andeutungen querer Verbiegungen sind vorhanden, besonders in dem westlichen, ins Lappachtal hinabsteigenden Ausläufer. Dagegen sind die höchst komplizierten, leider sehr mangelhaft erschlossenen Verhältnisse im unteren Lenzengraben vielleicht eher mit Überschiebung über ein Erosionsrelief zu erklären (siehe später).

Schuppen an der Basis der Klippe liegen vor am S-Rand in der Gegend vom Roten Gschlif; die dortige Synklinale aus Junghansenschichten-Feuerstätter Sandstein läuft gegen W in einen einfachen Span aus Rot-Gschliefchiefern aus; ferner wahrscheinlich in dem Feuerstätter Sandstein SO von Lenzen.

Die Flyschunterlage im N ist zwar heftig in sich detailgefaltet, läßt aber nirgends eine größere tektonische Trennung erkennen.

3. Die Piesenkopfkette.

a) Die Gauchenwändefalte. Als hell-schimmernde Mauer, Sockel und Zinnen von dunklen Wäldern geschmückt, erheben sich die Gauchen- und Scheienwände über den grünen Wiesenboden der Scheienalpe — das eindrucksvollste Landschaftsbild des Balderschwanger Tales. Der erste Blick sagt dem Geologen, daß er hier vor etwas anderem steht, als in den vorgelagerten Flysch- und Klippenbergen: es ist die tiefere helvetische Kreide, die hier zutage tritt.

Die Falte der Gauchenwände beginnt am Ostrande des Kartengebiets, bei der Dinigörgenalpe, als normale, aufrecht stehende Falte (B 53), freilich stark zerrhackt durch kleine Längs- und Querbrüche. Der N-Flügel bleibt zunächst bedeckt von Seewerkalk und Gault, die mit dem steilen, von üppigem Stauden- und Buschwerk bestandenen Gehänge einfallen. Der S-Flügel ist am O-Ende zunächst etwa ebenso steil: sein Gault und Seewerkalk ragen als teilweise felsiger Steilhang über eine aufschlußarme, von Leibodenmergeln eingenommene Wiesenfläche auf. Den vielfach verkarreten höchsten Rücken bildet Schrattekalk des Gewölbekerns, von etwa 1340 m aufwärts, wo ihn ein kleiner NNO-streichender Querbruch abschneidet (steile Schrattekalkwand, an die sich Seewerkalk und Leibodenmergel lehnen). Östlich gerichtetes Achsenfallen ist deutlich ausgeprägt. Folgt man aber dem Kamm bis über die erste Kuppe, so steht man plötzlich vor einem steilen Abbruch, und W unter diesem reicht der Gault bis auf die Kammhöhe: es ist ein kleiner Querbruch, der den Gewölbescheitel um mindestens 20 bis 30 m absenkt. Ein ähnlicher, ebenfalls morphologisch deutlich ausgeprägter Bruch rückt aber sogleich den Schrattekalk wieder in die Höhe; die beiden schließen einen kleinen Quergraben ein.

Jenseits von diesem hat die Falte bereits etwas schärfere Form angenommen. Der N-Flügel ist steiler geworden, doch wird das Gehänge immer noch wesentlich von Gault und Seewerkalk gebildet; östlich P. 1462 kommt letzterer bis auf die Kammhöhe. Gegen S bricht der Schrattekalk des Gewölbekerns hier fast durchgehend mit steiler Wand ab,

die das Gehänge an deren Fuß mit Schutt zugedeckt hat. Auf den vorgelagerten Wiesen kommen jedoch Scheienalpmergel zum Vorschein, die Schrattekalkwand entspricht aller Wahrscheinlichkeit nach einem Längsbruch (B 52).

In dem bisher betrachteten östlichsten Faltenabschnitt ist auch der weitere Abfall des Südschenkels bis auf den Schrattekalk hinab entblößt. Er bildet eine im ganzen leicht S geneigte Platte, sanft gewellt und von einer Reihe kleiner Längsbrüche staffelweise gesenkt (B 52 u. 53). Ein solcher verläuft in dem Tälchen N der Kindsbangetalpe, m O weniger ausgeprägt als im W, wo unter einer Mauer von Schrattekalk in einem Tälchen Leist- und Leibodenmergel liegen, z. T. in Form eines kleinen Grabens eingesenkt. Auch die nächst-südliche Schrattekalkwand entspricht wohl einem kleinen, gegen O ausklingenden Bruch, wenn sich dies auch nicht direkt nachweisen läßt, da Aufschlüsse jüngerer Schichten an ihrem Fuße fehlen. Ein letzter Längsbruch endlich verläuft längs dem westlichen Ast des Rohrmooser Tobels, wo eine S-geneigte Schichtfolge aus Schrattekalk, Gault, Seewerkalk an stark geschleppten Scheienalpmergeln abstößt. Auch in seinem östlichen Ast sind (S. der Kindsbangetalpe) kleine Verwerfungen sichtbar, deren Verfolgung im Streichen jedoch nicht möglich war. Auch dort bricht die tiefere Kreide schließlich mit einer recht bedeutenden Verwerfung — wohl der Fortsetzung der obigen — gegen Scheienalpmergel ab (B 53). — Gegen W taucht die ganze tiefere Kreide normal unter die Scheienalpmergel hinein, die das Waldgelände des Gauchenwände-S-Abfalls aufbauen, in riesiger Mächtigkeit. Diese ist jedoch teilweise tektonisch bedingt: das beweisen die Fetzen von Leibodenmergel, die darin am Gehänge N P. 1342 sowie bei P. 1472,9 stecken. Ich vermute, daß es sich hier um lokale Aufschürfungen des Untergrunds handelt und noch nicht um die Scheienalpedecke.

Kehren wir zurück zum Falten Scheitel! Diesen erniedrigt abermals ein Querbruch, W P. 1462, gleichfalls im Gelände als steile Schrattekalkwand sichtbar, unter der Seewerkalk und Gault über die Kammhöhe ziehen. Aber sehr rasch steigt der Falten Scheitel wieder an — und zugleich prägt sich die Falte abermals schärfer aus: sie nimmt hier die Spitzbogenform an (B 51), die man von NW (z. B. vom Hochschelpen) so deutlich an den Gauchenwänden ausgeprägt sieht. Der N-Schenkel steht seiger und streicht 60° W: auf über 1 km Erstreckung besteht die Wand aus senkrechten Schrattekalkplatten, an deren Fuß sich der Gault in gleicher Stellung anlehnt. Die jüngeren Schichten sind meist von Schutt bedeckt; nur W von dem riesigen Blockwerk eines kleinen Bergsturzes sieht man an einer Stelle Seewerkalk und Leibodenmergel in verkehrter Lagerung flach unter den Gault einfallen (B 50). — Der Südschenkel ist N P. 1472,9 noch einmal mit vollständiger, mittelsteil S-fallender Schichtfolge zu sehen. Weiter W stößt Schrattekalk — soweit die Aufschlüsse erkennen lassen — unmittelbar an Scheienalpmergel: das bedeutet einen Längsbruch von mindestens 30 m Sprunghöhe. — Mit Annäherung an den »Wasserfallgraben« wird die Falte breiter und flacher: das Fallen der Schrattekalkplatten des N-Schenkels reduziert sich auf 50—60°, zugleich dreht das Streichen in O-W-Richtung; auf dem sich verbreiternden Rücken stellt sich als Bedeckung des flach SW-fallenden Schrattekalks Gault ein, der aber auch durch Brüche von den S folgenden Scheienalpmergeln getrennt bleibt (B 48).

Im Wasserfallgraben erreichen wir die bedeutendste Querstörung, die die Gauchenwändefalte durchsetzt. Es ist eine 45° O streichende Blattverschiebung, die den O-gegen den W-Flügel um reichlich 150 m nach N verschoben hat. Sie hat dem Durchbruch des von der Alten Piesenalpe kommenden Baches durch den Schrattekalk den Weg gewiesen: als prächtiger Wasserfall ergießt er sich über dessen hohe Felswand. Unmittelbar östlich vom Wasserfall sieht man (von N her) die Verschiebung als scharfen Schnitt schräg durch die Schrattekalkwand hinabziehen. Weiter NO hat die Verschiebung selbst die Gestalt der

NW-schauenden Steilwand vorgezeichnet: bis hart an deren Fuß reichen die Leiboden- und Scheienalmmergel; und an einer Stelle sieht man ein ca. 1½ m mächtiges Klemmpaket von Gault am Fuß des Schrattenkalks. — Oberhalb vom Wasserfall ist die Verschiebungsfläche mit gleichem Streichen aufgeschlossen: man verfolgt sie aus dem Bach auf die W darüber gelegene Terrasse, zwischen Schrattenkalk und dem ihn bedeckenden Gault und Seewerkalk im NW, Scheienalmmergeln im SO und Aptychenkalk, von dem später die Rede sein soll (S. 160). Auch der südliche Längsbruch, der mit NW-Streichen in das Bachbett hineinzieht und dort Scheienalp- und darunter Leibodenmergel am Schrattenkalk abstoßen läßt, wird von der Querverschiebung abgeschnitten.

Westlich von dieser ändert sich der Charakter der Gauchenwändefalte: stand sie bisher aufrecht, so beginnt sie nun ausgesprochen gegen N überzuliegen. Westlich des Wasserfalls beobachtet man bereits eine steile überkippte Schichtfolge am Fuße der Wand, deren höhere Teile ziemlich flach liegenden Schrattenkalk zeigen: also eine knieförmige Falte (vgl. Prof. II aus meiner vorläufigen Mitteilung (28); in B 43, 44 ist die Stelle verdeckt!). Ihr Streichen nähert sich der O-W-Richtung. Gegen W kommen flachgelagerte Drusbergschichten als Gewölbekern zum Vorschein (B 39; vgl. auch S. 52); stellenweise sind Teile der Gewölbefugung sichtbar: steil nordwärts hinabliegender und überkippter, unter die Drusbergschichten einfallender Schrattenkalk. Dieser ist stark zerrüttet, streckenweise bis zum Verlust jeder Schichtung (z. B. über der großen Schuttquelle am Weg oberhalb der Unteren Gauchtalpe). Noch weiter W aber nehmen die Drusbergschichten und der verkehrte Schrattenkalk flaches N-Gefälle an, so daß im westlichen Teil der Scheienwände eine vollkommen liegende Falte gegeben ist. In dieser Stellung streichen Drusbergschichten und verkehrter Schrattenkalk gegen W in von Schutt und undurchdringlichem Buschwerk bedecktes Gelände aus und entziehen sich damit weiterer Beobachtung. Nur der normale hangende Schrattenkalk bleibt über den Übergang¹⁾ zur Weißensteinalpe hinaus sichtbar; er bildet den felsigen Abfall des nächst westlichen bewaldeten Buckels (B 35). Auf dessen Höhe liegen ihm Gault und Seewerkalk auf; ein beträchtliches Axialgefälle gegen W macht sich hier geltend, das weiterhin durch einige kleine gleichsinnige Brüche noch unterstützt wird. NO unter P. 1448 sieht man in den Wiesen die letzten, mäßig N-fallenden Seewerkalkplatten. Am P. 1448 schließen sich die Scheienalmmergel darüber (B 33). So versinkt die Gauchenwändefalte gegen W. Leider ist das Untertauchen ihrer Stirnbiegung selbst nicht sichtbar; aber es ist wohl anzunehmen, daß sie hier im W zu aufrechter Stellung zurückkehrt.

Auf dem S-Gehänge von P. 1448 sieht man in flachgeneigter Lagerung eine nur wenige Meter mächtige Zone von typischem Flyschsandstein durchziehen. Scheienalmmergel liegen darunter wie darüber, ohne daß ein zusammenhängendes Profil erschlossen wäre. Es handelt sich hier wieder um den trennenden Flysch zwischen Bregenzerwald- und Scheienalpdecke.

Vom Südschenkel der Gauchenwändefalte sieht man SO P. 1448 in einem Graben mäßig SSW-fallende Leibodenmergel; östlich davon im Wald ebenso gelagerten Seewerkalk. Weiterhin unterbrechen Moränen und aufschlußloses Waldgelände den Zusammenhang bis zum Plateau der Weißensteinalpe. Dieses entspricht einer nur leicht verbogenen Schichtplatte, jedoch zerstückelt durch zahllose Brüche. Der Farbkontrast des saftiggrün bewachsenen Gaults gegenüber dem Schratten- und Seewerkalk sowie

die geringe Mächtigkeit von Gault und Seewerkalk läßt die Brüche, auch bei geringer Sprunghöhe, stets deutlich in die Erscheinung treten. Sie alle im einzelnen zu beschreiben, ist hier unmöglich. — Gleich dort, wo man von der Nordseite her aufs Plateau heraufkommt, sieht man Schrattenkalk und Gault gegen O an Leiboden- und Scheienalmmergel abstoßen; einige tiefe Karstschlote lassen den Verlauf des Bruches erkennen. Gegen O folgen einige an nahe N-S-streichenden Brüchen verschobene Schollen. Ein ganz schmaler, 10—15° W-streichender Graben läuft gleich bei der Weißensteinalpe vorbei, gut sichtbar besonders, wo Gault zwischen Schrattenkalk eingesunken; jedoch ist er noch stark in sich zerstückelt. Von da gegen SO folgt ein ganzes Feld von meist NW-streichenden Brüchen, die eine im Gelände sehr auffällige, vielfache Wiederholung schmaler Streifen von Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk, z. T. auch Leibodenmergel bedingen. Doch greifen auch Brüche anderer Richtung dazwischen; am schönsten an der kleinen ebenen Wiesenfläche (ausgefüllte Doline?) bei »ss« des Wortes »Weissenstein« der Karte. Dort läuft ein Bächlein gerade auf ein vorspringendes, gegen O wie gegen S von Verwerfungen begrenztes Eck von Schrattenkalk zu und versinkt dort. — Auffälligerweise sind jedoch nur wenige von allen diesen Verwerfungen gegen N in den Steilabsturz der Scheienwände hinaus zu verfolgen: nur einige kleine Sprünge verstellen dort die Grenze Drusbergschichten-Schrattenkalk um Beträge von ein paar Metern. Die Mehrzahl aber muß vorher erlöschen oder sich gegenseitig ausgleichen.

Im N-Teil dieses Bruchfeldes herrscht im allgemeinen nahe horizontale Schichtlage, die gegen S in nicht unbedeutliches S-Fallen übergeht; schließlich legen sich dort Scheienalmmergel über die älteren Kreidglieder, die alle tektonischen Details verschleiern. Dazu trägt auch eine reichliche Schuttbedeckung das ihrige bei.

b) Das nördliche Vorland der Gauchen- und Scheienwände. Sein Aufbau wird trefflich erschlossen durch den tiefeingerissenen »Wasserfallgraben« (B 47). Die Leibodenmergel fallen zunächst am Kontakt noch unter die oben beschriebene überliegende Falte der älteren Kreide ein; gegen N aber richten sie sich senkrecht auf, und konkordant schließen sich daran die Scheienalmmergel. An der Grenze sind jedoch die Gesteine stark zerquetscht, und Fetzen der Leibodenmergel liegen in den Scheienalmmergeln eingebettet. Das veranlaßte mich zuerst (28), hier eine große tektonische Grenze durchzuziehen; nachdem ich mich aber überzeugt habe, daß die Scheienalmmergel stratigraphisch auf die Leibodenmergel folgen (vgl. S. 55), kann es sich nur um eine Gleitung untergeordneten Ranges handeln. — Weiter abwärts folgt eine aufschlußlose Strecke; dann erscheinen die Scheienalmmergel wieder, z. T. heftig gefaltet, und bei 1180 m folgen wieder ganz konkordant graue Couches rouges. Sie streichen O-W und fallen sehr steil N. Die Bänke von Glaukonitquarzit an der Grenze (vgl. S. 56) beweisen, daß der Kontakt normal ist; gleichwohl liegt nicht eine einfache Auffaltung aus dem Untergrund vor, sondern eine tauchende Überfaltung der Couches rouges. Denn weiter abwärts, bei 1150 m, kommen darunter in einer kleinen fensterartigen Aufwölbung die Scheienalmmergel nochmals zum Vorschein. Es sind dieselben überfalteten Couches rouges, die wir bereits von S um das Hörnlein herum bis auf die Ostseite des Hochschelpens verfolgt haben: die Scheienalpdecke. Die Trennung muß in der genannten aufschlußlosen Strecke liegen. In die gleichen Schichten bleibt der Graben eingeschnitten, bis zu seiner Vereinigung mit dem Stuben-graben bei P. 1134.

Geht man im letzteren aufwärts, so beobachtet man bei der Einmündung des nächsten kleinen Seitengrabens der O-Seite wieder die nahe senkrechte Grenze gegen die Scheienalmmergel, mit gegenseitiger Verfaltung beider Gesteine (B 43). Wenig höher mündet ein kleiner Graben von W (fehlt auf der Karte!); in ihm sieht man die grauen

¹⁾ Der auf der Karte eingetragene Steig von der Unteren Gaucht- zur Weißensteinalpe ist aufgegeben und dürfte in wenigen Jahren bis zur Unkenntlichkeit verwachsen sein. Orts- und Gebirgsunkundige seien vor seiner Begehung (namentlich im Abstieg) gewarnt!

Couches rouges bei 1180 m horizontal über den Scheienalpmergeln.

Im Stubengraben aufwärts sind die letzteren noch ein Stück weit zu verfolgen; auch am Weg zur Unteren Gauchtalpe sieht man sie anstehen; dann folgt Moränenbedeckung. Aber in dem kleinen Graben gleich W der Unteren Gauchtalpe gibt es eine Überraschung: wenig über seiner Einmündung in den Hauptgraben stehen graue dichte Kalke an, in dünnen Bänken mit schwarzen tonigen Schiefen wechselnd; auch eine Breccienbank ist eingelagert. Das ist Flysch (B 40; vgl. auch S. 59, γ)! Er dürfte einer trennenden Zone an der Basis der Scheienalpdecke angehören — wenn auch sein flaches S-Fallen zunächst nicht in die Tektonik der Umgebung hineinpaßt. Leider ist er nicht weiter zu verfolgen; nur klotziger, blaugrauer, feinsandiger Kalk an der Mündung des nächst-westlichen Seitengrabens gehört wohl noch dazu, trotz abweichender petrographischer Ausbildung. — Von hier westlich aufwärts bis auf die N-Seite von P. 1448 fehlt unter den Scheienwänden jeglicher Aufschluß.

Unter P. 1134 ist auf der Ostseite des Baches noch ein vereinzelter Aufschluß gegenüber der Mündung des Südlichen Schelpengrabens: ein ca. 100 m langer steiler Anriß zeigt Scheienalpmergel, meist steil S-fallend, und darin konkordant eingefaltet und nach S durch Übergänge verbunden (vgl. S. 56) ca. 20 m graue Couches rouges, die wohl einer wieder auftauchenden Verzweigung der Scheienalpdecke entsprechen (B 47).

O vom Wasserfallgraben lassen sich die überfalteten Couches rouges noch durch einige Gräben verfolgen, in meist wenig geneigter Lagerung. Die Grenze gegen die Scheienalpmergel ist nur in einem von ihnen erschlossen (vgl. Karte und B 50); sie fallen dort lokal S unter diese hinein. Daß aber auch hier die Couches rouges im allgemeinen obenauf liegen, wird durch die Gesteinsverteilung an der Oberfläche wahrscheinlich: im O, wo das Gehänge sich senkt, werden die Scheienalpmergel allein herrschend.

Erst N unter P. 1462 stehen Leibodenmergel an; mäßig S-fallend bilden sie eine kleine bewaldete Steilstufe oberhalb des Weges zur Dinigörgenalpe. Aber sie dürften nicht mehr mit den Couches rouges der Scheienalpdecke zusammenhängen, sondern das erste Anzeichen eines neuen helvetischen Gewölbes darstellen, das nördlich von der Gauchenwändefalte hervortritt. In der Klause, NW der Dinigörgenalpe, erscheint es im Schrattekalk geschlossen: W des prächtigen Wasserfalls, der über ihn herabstürzt, ist der 70° O streichende, senkrechte bis überkippte N-Schenkel sehr schön sichtbar — der Gault zieht als begrünzte steile Rinne zwischen Schratte- und Seewerkalk empor (B 53). Unter dem Wasserfall folgt der Bach einer 20° O streichenden Querverschiebung, deren O-Flügel um etwa 50 m gegen N vorgeschoben ist; horizontale Rutschstreifen und -Kehlen sind auf dem Schrattekalk schön zu sehen. — Der S-Schenkel liegt hier noch fast ganz flach, wie man in der Schlucht oberhalb des Wasserfalls sieht; zahllose kleine Brüche setzen dort hindurch, die in die Karte nicht aufgenommen werden konnten. Aber gegen O beginnt der Sattel sich sehr bald stärker herauszuheben; mit starkem westlichen Axialgefälle steigt er, auch hier durch mehrere kleine Brüche zerstückelt, zum Besler an — daher sei ihm der Name Besler-Gewölbe beigelegt. Doch habe ich mich mit seiner weiteren Verfolgung nicht mehr beschäftigt.

c) Das Toniskopf-Gewölbe reicht ebenso wie das Besler-Gewölbe nur eben noch in das untersuchte Gebiet hinein; der Toniskopf, nach dem ich es benenne, liegt bereits außerhalb seiner Grenzen. Im Rohrmooser Tobel sieht man es sich südlich an die Gauchenwändefalte anschließen; während diese nach O abklingt, senkt sich das Toniskopf-Gewölbe gegen W unter die Scheienalpmergel, die gleich W jenes Tobels über seinem Scheitel zusammenschließen. Er ist dort zerstückelt durch eine Anzahl kleiner

streichender Brüche; der bedeutendste von ihnen bedingt die Bildung der Steilstufe, über die der Rohrmooser Wasserfall stürzt. Scheienalp- und Leibodenmergel stoßen dort an Schrattekalk. — Beachtung verdient auch der eigentümliche kleine Horst aus Gault und Seewerkalk, der zwischen Toniskopf- und Gauchenwände-Gewölbe, beiderseits von Verwerfungen begrenzt, stehen geblieben ist; man quert ihn bei Begehung des östlichen Tobelastes (B 53). Die Scheienalpmergel sind dort in augenfälliger Weise mit steilem Einfallen über die Kluftwände heruntergeschleppt.

Im S-Flügel des Kreidengewölbes folgen gegen Rohrmoos zu Scheienalpmergel, die bald senkrechte Stellung annehmen; weiter Flyschsandstein. Das weitere Profil wurde bereits S. 59 besprochen (vgl. auch Abb. 5); es umfaßt graue Couches rouges und »Wildflysch« der Scheienalpdecke.

d) Die Fugenbachfalte. Am unteren Fugenbach kommen nochmals helvetische Kreideschichten bis zum Schrattekalk abwärts hervor, wie schon auf Gumbels Karte zu sehen. Sie bilden ein aufrecht stehendes, etwas einseitiges Gewölbe. Auf der Straße Hirschgund-Sibratsgfall sieht man die ersten Aufschlüsse etwas N der Hinternen Allershauser Wieselpe: Schrattekalk von Gault bedeckt, ca. 25° SW fallend (A 7). Etwas weiter N sieht man aber an der Straße wieder Gault anstehen. Eine genauere Betrachtung lehrt, daß er an mehreren im ganzen steil W einfallenden Brüchen abgesunken und nur oberflächlich dem Schrattekalk aufgeklebt ist. N vom Gault steckt auch noch ein kleiner Fetzen sehr steil S-fallenden Seewerkalkes. Ganz klären lassen sich diese Verhältnisse nicht; jedenfalls ist es eine Zone starker Zersplitterung durch Brüche, die hier gerade in den Gewölbescheitel eingreift. Denn N davon sieht man den Gault wieder über den Schrattekalk herabsteigen; gerade beim Übergang über den Fugenbach steht er an der Straße an. Dieser hat sich eine enge und wilde Klamm in den Schrattekalk eingesägt. Allein nicht weit unterhalb der Brücke erscheint — infolge starken westlichen Achsenfallens — der Gault auch unten am Bach; Seewerkalk und Leibodenmergel bedecken ihn normal. Bachabwärts scheint noch eine größere Verwerfung durchzulaufen; denn auf dem W-Ufer schaut, gleich S der Leibodenmergel, ein ansehnlicher und scheinbar anstehender Schrattekalkklotz aus den Moränen (ausgeschlossen ist indessen seine erratische Herkunft nicht!). Vielleicht setzt N von ihm die Fortsetzung jener Verwerfungszone durch, die wir östlich von dort an der Straße getroffen haben.

Dem Fugenbach aufwärts folgend (die Schlucht selbst ist nicht gangbar!), gelangt man bald in den steilen, von zahlreichen Querbrüchen zerhackten N-Schenkel des Gewölbes. Das jähe Waldgehänge S des Baches besteht auf längere Erstreckung aus den steil hinabschießenden Platten des Seewerkalkes (A 8, 11). Weiter aufwärts folgen (A 15) ganz normal Leiboden- und Scheienalpmergel mit mehr oder minder steilem, N-Gefälle. Die letzteren sind auf der S-Seite des Fugen- und Scheienbaches fortlaufend entblößt, in großen, durch ihre dunkle Farbe weithin auffallenden Anrissen.

Der Gewölbescheitel folgt ungefähr dem (übrigens meist moränenbedeckten) Rücken S vom Fugenbach. Das anfänglich starke axiale Ansteigen gegen O hält aufwärts nicht weit an, so daß bei etwa 1100 m der Seewerkalk fast horizontal gelagert den Kamm überschreitet. Weiter aufwärts fehlen weithin alle Aufschlüsse.

Der S-Schenkel des Gewölbes fällt zuerst sanft vom Scheitel ab. Am Kreuzbach (A 8) sieht man seinen Seewerkalk, von Leibodenmergeln überlagert, etwa 30° S einfallen. Kleine, nahe N-S-streichende Brüche durchsetzen ihn. Gegen S verschwindet alles unter den Scheienalpmergeln, die in gewaltiger Anhäufung das ganze Gehänge bis Hirschgund aufbauen.

Wahrscheinlich sind noch weitere Brüche vorhanden; die starke Wald- und Moränenbedeckung verhindert jedoch ihre Feststellung.

Diese Fugenbachfalte ist jedoch nicht die Fortsetzung der Gauchenwändefalte. Denn dem N-Fallen auf dem S-Gehänge des Fugenbaches steht auf dem N-Gehänge ein vorwiegend südliches gegenüber (vgl. S. 120); das Tal dieses Baches folgt also einer Synklinale. Die Stirn der Scheienwände aber streicht unter das nördliche Gehänge hinein: das Fugenbachgewölbe gehört einer ablösenden, südlicheren Falte an.

Die trennende Synklinale prägt sich bachaufwärts noch viel schärfer aus (A 23). Oberhalb P. 1231 stehen im Bachbett noch mittelsteil S-fallende Scheienalpmergel an. Nach Schuttunterbrechung aber folgt eine Zone von sehr steil gestellten und vielfach stark zerquetschtem »Wildfysch« (vgl. S. 58); er setzt längs dem nördlichen Ast des Baches hinauf und wird dort südlich überlagert von gleichfalls stark zerquetschten Scheienalpmergeln. S von diesen wiederholt sich, in dem südlichen Hauptast des Scheienbaches der »Wildfysch«. Wir haben es hier anscheinend mit einer doppelten, enggepreßten Synklinale zu tun. Oder liegt etwa eine einheitliche Synklinale vor, in die Scheienalpmergel der Scheienalpdecke (zwischen den beiden Fyschzügen) mit eingefaltet sind? Leider ist die Fortsetzung im Streichen nach beiden Richtungen von Schutt verhüllt, und an der Basis des Piesenkopfes herrschen ganz andersartige Verhältnisse. So muß diese Frage vorläufig ungelöst bleiben.

e) Die Piesenkopfkuppe. Mit großem Erstaunen sah ich im Juni 1921 bei meiner ersten Exkursion auf der Nordseite der Scheienwände im Schutt Bruchstücke von Aptychenkalk und Feuerstätter Sandstein, von Quarziten der Junghansenschichten und kristallinen Blöcken des Bolgenkonglomerats — kurz, von allen charakteristischen Gesteinen der Klippen. Diese Bruchstücke konnten nur über die Scheienwände herabgekommen sein. Es mußte also dort noch eine bisher unbekannte Klippe vorhanden sein. Ich ging hin, suchte und fand.

Über dem östlichen Abschnitt der Scheienwände ragt eine teilweise bewaldete, etwa 1440 m hohe Kuppe auf, mit hellem Felsabbruch auf der N-Seite, der aber durch seine mehr ins Gelbliche spielende Farbe wie seine dünne Schichtung in deutlichem Gegensatz zu der bläulichweißen, klotzigen Schratzenkalkmasse darunter steht. Diese Kuppe besteht aus Aptychenkalk. Alle seine typischen roten, grünlichen, grauen Abänderungen sind hier zu finden, nicht minder seine Hornsteinlagen und grauen Mergelschiefer. Er ist ziemlich stark in sich gefaltet. Auf der N-Seite fällt er flach S und liegt mit deutlichem tektonischen Kontakt auf der helvetischen Kreide. Deren tiefere Schichten, bis zum Seewerkalk, sind vollkommen unbeeinflusst; die Leiboden- und Scheienalpmergel aber sind sehr stark, z. T. bis auf 2 bis 3 m Mächtigkeit, reduziert und streifenweise in undefinierbare, schwarze Quetschschiefer verwandelt. Die Überschiebung ist an dem jähem Gehänge (Vorsicht!) über den Scheienwänden trefflich zu verfolgen (B 43).

Südlich gliedert sich der eben genannten eine weitere, grasbewachsene Kuppe an, die auch noch aus Aptychenkalk besteht; er zeigt dort ziemlich flach gewölbeförmige Lagerung. Weiter S folgt ein wenige Meter breiter Grasstreifen, der vermutlich Junghansenschichten verdeckt; aufgeschlossen sind sie dort aber nirgends. Er bildet die Grenze gegen Feuerstätter Sandstein, der nun in z. T. anstehenden Felsen bis über den Weg zur Alten Piesenalpe hinaufreicht; gerade unterhalb von diesem bildet er schöne rundgeschliffene Buckel. In der ganzen Gegend ist er fast stets stark in sich zertrümmert, zu einer endogenen Breccie umgeformt. Kristalline Gerölle in diesem Sandsteingebiet, nicht weit der Nordgrenze, entstammen wohl dem Konglomerathorizont im Feuerstätter Sandstein. — Westlich von diesem stehen am Weg Junghansenschichten an, zuerst flach SW-fallend, dann senkrecht mit O-W- bis WNW-Streichen.

NW unter diesen Junghansenschichten, wenn auch durch eine aufschlußlose Wiesenmulde von ihnen getrennt, läßt sich ein Ausläufer jenes Aptychenkalks von N herein verfolgen. Man trifft ihn anstehend in dem Graben, der sich in die genannte Wiesenmulde steil einschneidet (auf seiner W-Seite): hellgrau, enorm zerdrückt und kalzitisiert. Er liegt horizontal, nur wenige Meter mächtig, auf mäßig steil SO fallenden Scheienalpmergeln; unter diesen folgt W, wohl durch eine kleine Verwerfung getrennt, Seewerkalk, der somit nur durch einen ganz geringen Zwischenraum von dem sehr ähnlich aussehenden Aptychenkalk getrennt bleibt.

N von dieser Stelle ist die Auflagerung der Klippe nicht mehr aufgeschlossen bis zum Abfall der Scheienwände. Gegen S scheint der Aptychenkalk ebendort auszuweichen. Die Junghansenschichten aber ziehen weiter, gar nicht weit von den äußersten Felsen der helvetischen Kreidekalke vorbei, von denen sie z. T. nur durch wenige Meter Scheienalpmergel getrennt sind. Die zahlreichen Verwerfungen, welche die helvetische Kreide durchziehen (vgl. S. 158), beeinflussen die Klippengrenze nicht im geringsten, so viel zu sehen ist. — Am Weg zur Alten Piesenalpe und in den Gräben S von ihm ist sie gekennzeichnet durch stark zerblätterte, z. T. dunkelrote Couches rouges, die flach SO unter die (hier nur als Schutt vorliegenden) Junghansenschichten einfallen. Diese Couches rouges liegen als Fetzen an der Klippenbasis — oder zur Klippe selbst gehörig (vgl. S. 11) — über den Scheienalpmergeln der normalen helvetischen Serie. An dem Riegel, der vom Piesenkopf gegen WNW ausstrahlt, lassen sie sich jedoch nicht abgrenzen gegen normale hellgraue Leibodenmergel, die dort in ansehnlicher Mächtigkeit liegen und gegen W mit einem steilstehenden Zug in der südlichen Verzweigung des Scheienbaches, S von dem S. 58 erwähnten »Wildfysch«, zusammenzuhängen scheinen. Die Bedeutung dieses Vorkommens ist nicht klar. (Diese Strecke ist in Profilsérie B verdeckt.)

Auf der Ostseite jener Kuppe aus Aptychenkalk ist dessen Auflagerung entblößt an der Kante einer vorgelegerten aufschlußlosen Terrasse gegen die obere Fortsetzung des »Wasserfallgrabens«; Scheienalpmergel bilden die Unterlage. Darunter aber kommt nochmals Aptychenkalk zum Vorschein; stark in sich gefaltet, läßt er sich durch mehrere Runsen verfolgen bis hart an die Querverschiebung am Scheienwasserfall, die ihn abschneidet (vgl. S. 158). Er ist maximal etwa 5 m mächtig, keilt aber gegen S aus. Die Unterlage bilden wieder horizontale Scheienalpmergel (B 44). Es handelt sich vermutlich um einen in diese eingewickelten Fetzen, doch ist auch noch eine andere Deutung möglich: daß die Verdoppelung der Gesteinsfolge durch eine etwa NNW-streichende, senkrechte Verwerfung bedingt ist, die über dem tieferen Aptychenkalk durchziehen müßte.¹⁾ Eine sichere Entscheidung ist wegen der mangelhaften Aufschlüsse nicht möglich.

Die Scheienalpmergel sind im Wasserfallgraben aufwärts zusammenhängend zu verfolgen; auch ein Fetzen von roten Couches rouges steckt darin, bereits der Scheienalpdecke zugehörig. Dort herrscht sehr steiles SW-Fallen; sonst ist es meist flacher, nach S bis SW gerichtet. Der Kontakt mit den Klippengesteinen W über dem Graben bleibt verhüllt. Aber bei nicht ganz 1400 m quert plötzlich, mit Zeichen starker tektonischer Beanspruchung, ein etwa 40 m mächtiger Zug von Junghansenschichten den Graben, flach SW fallend (B 45). Darüber folgen wieder Scheienalpmergel mit gleichem Einfallen. Es handelt sich hier um eine kleine lokale Einwickelung der Klippenbasis. Weiter aufwärts wird die Lagerung noch flacher; wo die Aufschlüsse enden, O von der Alten Piesenalpe, liegt auf dem östlichen Grabenrand grobes Bolgenkonglomerat, NW

¹⁾ Auf der Karte habe ich dieser zweiten Deutung, die mir im Laufe der Zeit die wahrscheinlichere geworden, Ausdruck gegeben.

gegenüber eine Felsmasse von Feuerstätter Sandstein — beide über Scheienalpmergeln und zur Klippenbasis gehörig.

Bei der Alten Piesenalpe trifft man Junghansenschichten als Schutt; im Graben S dieser Hütte steht auch einmal eine feine polygene Breccie an, die ihnen angehören dürfte. NW der Alpe am Weg stehen die Junghansenschichten deutlich an; sie fallen dort NW unter den Feuerstätter Sandstein am Piesenkopf-N-Grat hinein.

Wir sehen somit N vom Piesenkopf eine beträchtliche Verbreitung von Klippengesteinen, welche helvetische Kreide fast überall flach unterlagert. Mylius' (23, Fig. 23) Profil durch den Piesenkopf, das anscheinend dem Wasserfallgraben folgen soll, enthält von jenen nichts. Aber auch sonst sind seine Angaben ganz phantastisch: das ganze kuppelförmige Flyschgewölbe, das am Piesenkopf selbst gezeichnet ist, existiert nicht. Tatsächlich gestalten sich dort die Verhältnisse sehr merkwürdig (B 43). Steigen wir W von dem mehrfach genannten Feuerstätter Sandsteinrücken auf der N-Seite gegen den Gipfel an, so sehen wir überall die Junghansenschichten bis ca. 1500 m aufwärts; auch kristalline Brocken liegen stellenweise massenhaft in den Gräben, doch lassen sie das Ausstreichen eines Bolgenkonglomeratzuges nur angelehnt fixieren. Bei 1500 m liegen NW vom Gipfel große Klötze von Feuerstätter Sandstein; er muß hier ebenfalls anstehen. Aber von dieser Höhe aufwärts treffen wir überall flachgelagerten hellen Flyschkalk! Aus ihm treten auf der N-Seite schöne Quellen hervor; aber die Grenze selbst ist hier nicht aufgeschlossen. — In den Gräben auf der Ostseite, über der Alten Piesenalpe, beobachtet man die gleiche Überlagerung, nur weniger deutlich; in dem Graben S der südöstlichen Hütte liegt, ca. 150 m von dieser, ein schwarzer Quetschschiefer, der vermutlich der Grenze entspricht.

Die ganze Gipfelkappe des Piesenkopfs besteht aus dem gleichen Flyschkalk in nahezu horizontaler Lagerung. Auf der S-Seite ist er in steiler Wand entblößt. Die Gesteine der Feuerstätter Decke aber streichen als schmales Band ringsherum aus; freilich sind gute Aufschlüsse darin recht spärlich.

Die bemerkenswertesten finden sich an der SW-Ecke des Piesenkopfs (B 43). Der Flysch des Gipfels reicht dort — wenn auch anstehend nicht sichtbar — hinab bis etwas über 1500 m, wo eine ebene Terrasse beginnt. Sie ist bedeckt mit Schutt von Junghansenschichten, die auch auf den südöstlich benachbarten Rücken hinüberreichen. Im trennenden Tälchen liegen einzelne kristalline Gerölle — Spuren einer Konglomerateinschaltung; auch ein Stück von rotem, stark innerlich zertrümmertem Spatkalk wurde hier gefunden (vgl. S. 3), der vielleicht auch aus Bolgenkonglomerat, vielleicht aber auch aus einer anstehenden Linse von Liaskalk stammt; zu finden war indessen keines von beiden. — In eben diesem Tälchen steht der Aptychenkalk an, fast horizontal; auch über den südöstlichen Nachbarrücken — dort in etlichen tiefen Spalten gut aufgeschlossen — ist er zu verfolgen; auf dessen S-Seite nimmt er S-Fallen an (innere Faltung?), gegen W mäßiges N-Fallen. Seine Mächtigkeit beläuft sich hier auf kaum mehr als 20 m; die Schichtfolge ist die gewöhnliche (vgl. S. 4). In der unteren Fortsetzung des genannten Tälchens ist der rote Kalk an seiner Basis noch ca. 80 cm aufgeschlossen, stark verdrückt, und darunter, gleichfalls sehr zerdrückt, roter und grüner Hornstein (vgl. S. 3), kaum 1 m mächtig. — Das unmittelbare Legende ist hier nicht sichtbar; aber wenig weiter W befindet sich ein großer Anriß in horizontalen Scheienalpmergeln, mit S-fallendem Clivage; und weiter abwärts, z. B. am Weg W der Neuen Piesenalpe, sieht man solche ebenfalls anstehen.

Auf der W-Seite des Piesenkopfs (in Profilserie B verdeckt!) ist es mit Aufschlüssen N von dem beschriebenen viel schlechter bestellt. In dem Graben NW unter der oben genannten Terrasse (bei ca. 1500 m, über die die

Junghansenschichten ziehen) beobachtet man folgendes Profil (Abb. 10): Zu unterst Scheienalpmergel (s); darin, wenig über einem querenden Steig eine Einkeilung von hellem Aptychenkalk (m_1), 4 bis 5 m mächtig; Streichen NNO mit ziemlich steilem OSO-Fallen. Die Scheienalpmergel darüber sind gewaltig verdrückt, ebenso ein darin eingeschlossener Fetzen von $1\frac{1}{2}$ m Amdener Schichten (a). Weiter aufwärts steht wenig unter dem Terrassenrand, auf dem die Junghansenschichten (j) liegen, nochmals Aptychenkalk an (m_2), als nur 80 cm mächtige Linse in Scheienalpmergeln. — Auch am Plateaurand selbst scheint gleich N von diesem Graben noch Aptychenkalk zu liegen, nach verstürzten Blöcken zu schließen; aber anstehend ist er dort nicht sichtbar. Jedenfalls aber sieht man, daß sich der Aptychenkalk der Klippenbasis hier auf der W-Seite in Linsen auflöst, die z. T. in die Unterlage eingeknetet sind.

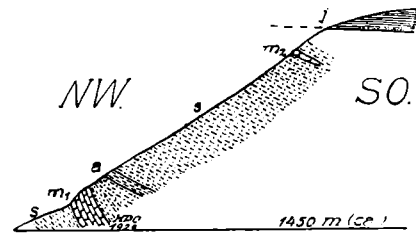


Abb. 10. (Ca. 1:1,500.)

Weiter N folgen zwei nahe benachbarte Gräben (ca. 100 m S von einem gegen WNW ziehenden Rücken, auf dem eine Stange steht). Dort liegt viel Feuerstätter Sandstein im Schutt, auch reichlich kristalline Gerölle im S-Graben. Deren Anstehendes ist nicht zu ermitteln; ebensowenig das von ein paar großen Kalkblöcken, die am oberen Ende dieser Gräben liegen. Diese sind nur zum Teil dem normalen Aptychenkalk ähnlich (vgl. S. 5/6). — Bei 1480 m stehen im nördlichen von diesen Gräben Couches rouges an, z. T. dunkelrot; sie sind etwa 2 bis 3 m mächtig aufgeschlossen, stark zerdrückt und fallen ziemlich steil S. Darunter liegen Scheienalpmergel, die, meist flach S-fallend, auch in den anderen Gräben dieses Gehänges anstehen.

Noch mehr lassen die Aufschlüsse auf der S-Seite des Berges zu wünschen übrig. Um die Neue Piesenalpe ist weithin alles von Bergsturz und Moränen bedeckt (vgl. S. 112 f.). An der östlich begrenzenden, ausgeprägten Rippe sind Scheienalpmergel zusammenhängend zu verfolgen. Wenig unter 1500 m stecken darin hellgraue Amdener Schichten (B 46), und damit zusammen einige Meter hellgrauen Kalkes, der nach darin enthaltenen Foraminiferen wohl Seewer- und nicht Aptychenkalk ist (vgl. S. 55). Darüber, dort wo die Klippengesteine zu erwarten wären, fehlen auch in diesem Profil Aufschlüsse.

Spuren von diesen sind erst noch etwas weiter O, an dem Steilabfall über den Kuhhöden, wieder zu treffen (B 48): Feuerstätter Sandstein und kristalline Blöcke, darunter Scheienalpmergel, darüber Flyschkalk — also genau die Lagerungsverhältnisse wie auch sonst am Piesenkopf. Nur ist die Mächtigkeit der Klippengesteine hier auf ein Minimum — es kann sich nur um einige Meter handeln — zusammengeschrumpft. Ebenso läßt sich der Feuerstätter Sandstein in einzelnen Lesesteinen stets in ungefähr gleicher Höhe, über den O-Ausläufer des Piesenkopfs hinweg verfolgen (B 49). Dort, am Rücken W P. 1477,5 liegen darunter graue Couches rouges, wohl 15 bis 20 m mächtig, und erst unter diesen die Scheienalpmergel. — N P. 1550 scheint lokal das Klippenband auszusetzen; man sieht dort eine kleine Felswand von flach S-fallenden Amdener Schichten, und wenig östlich von ihr reicht der hangende Flysch bis in gleiche Höhe hinab, in einem Wasserriß aufgeschlossen. Allein wenig weiter W liegt wieder Feuerstätter Sandstein reichlich als Schutt am oberen Rand der großen aufschlußlosen Terrassenfläche, die sich zur Alten Piesenalpe hinzieht.

Außer diesem Feuerstätter Sandsteinband existiert hier, auf der Ostseite des Piesenkopfs jedoch noch eine weitere Vertretung der Klippenserie. Am unteren Rand der genannten Terrasse, bei nicht ganz 1500 m, führt ein (auf der Karte nicht eingetragener) Steig entlang. An ihm stehen Junghansenschichten an, SO von dem 3. (von S gezählt) der auf der Karte verzeichneten Gräben; sie fallen flach S, mit heftiger Kleinfaltung. N davon liegen am Weg reichlich kristalline Trümmer aus Bolgenkonglomerat. Auch in den Nachbargräben sind die Junghansenschichten z. T. sichtbar. Ihre Mächtigkeit scheint nicht wesentlich über 10 m hinauszugehen. Es scheint demnach hier die Piesenkopfkuppe gegen S in zwei Züge auszufließen: die Junghansenschichten bilden den unteren, der zuvor genannte Feuerstätter Sandstein den oberen; die Fortsetzung der Amdener Schichten vom Kamm östlich P. 1550 ist dazwischen — wenn auch hier nirgends mehr aufgeschlossen — als trennender Keil zu denken (B 48/49). — Die Unterlage der Junghansenschichten bilden fast horizontale Scheienalmmergel, worin zwei Lagen von Amdener Schichten eingeschuppt sind; die verschiedenen zum NW-Ast des Rohrmooser Tobels hinabziehenden Gräben zeigen dies aufs klarste. Wahrscheinlich gehört dies ganze Schuppenpaket zur Scheienalmdecke. Deren Trennung von der Unterlage wird möglicherweise angedeutet durch einen dickbankigen Sandstein, der in dem nördlichsten der eben genannten Gräben, dort wo er gegen SO umschwenkt, unter den Scheienalmmergeln hervorkommt; er ist mit dünnbankigem grauem Kalk und an der Basis einer feinen Breccie verknüpft (B 50). Nach dem petrographischen Charakter möchte man diese Gesteine für Flysch ansehen. Auch am Weg zur Alten Piesenalpe, dort wo er SW P. 1472,9 von der Sumpfwiese emporführt, stehen flyschartige Kalke an, sehr steil S-fallend (B 49); vielleicht gehören sie mit den zuvor genannten tektonisch zusammen.

f) Der Riesenkopf und die Biechtalpenklippe. Den Kamm westlich vom Piesenkopf bilden zunächst Scheienalmmergel. Auf seinem S-Abhang stellt sich jedoch schon wenig W der unbenannten Hütte eine Einschaltung von Couches rouges S-fallend dazwischen ein (B 41), die rasch an Mächtigkeit zunimmt und, soweit sich erkennen läßt, das Waldgehänge auf der Südseite des Piesenkopfs größtenteils aufbaut. Ein anderer Zug von Couches rouges läuft durch den steilen N-Abfall des Kamms; am W-Abfall des Riesenkopfs spitzen die trennenden Scheienalmmergel nach S aus, die Couches rouges vereinigen sich zu einer einheitlichen Masse von 50 bis 60 m Mächtigkeit, deren weiße und rote Farben weithin über das dunkle Waldgehänge leuchten (B 38). Dies dürften die »Seewermegel« sein, die Mylius (23, Fig. 23) in den Kern seines Piesenkopfgewölbes hineinprojiziert hat — irrtümlicherweise, denn dazwischen zieht die Klippe durch! — SW unter dem Riesenkopf liegen über ansehnliche Erstreckung die abgestürzten Massen des S. 113 beschriebenen Bergsturzes.

Von S legen sich auf die Couches rouges wieder Scheienalmmergel, gegen unten ca. 30° S fallend (oben flacher). Allein weiter abwärts ist in einigen Gräben noch ein weiterer Zug von Couches rouges, wenn auch mangelhaft, aufgeschlossen. Wie mir scheint, bilden sie mit den vorigen zusammen eine in sich S-förmig zusammengebogene Falte.

All dies gehört höchst wahrscheinlich zur Scheienalmdecke (siehe auch später), jedenfalls aber zur Unterlage der Klippen. Allein auch von solchen finden sich Reste. S P. 1494,8 zieht ein teilweise bewaldeter Rücken hinab. Er besteht aus einem Blockwerk von Feuerstätter Sandstein (B 41); auch Spuren von Junghansenschichten und einzelne kristalline Gerölle finden sich im Schutt. Die Scheienalmmergel ziehen, mit dem Gehänge fallend, darunter durch. Ein ganz gleichartiges, nur weniger ausgedehntes Blockhaufwerk bildet einen Hügel O davon; und darüber, kaum 50 m W jener namenlosen Alphütte, steckt mitten im Scheienalmmergel ein mehrere Kubikmeter großer Block von Feuerstätter Sandstein mit unregelmäßig

eingestreuten kristallinen Brocken (vgl. S. 10). Er ist wohl der Klippenbasis entnommen und tektonisch der Unterlage eingeknetet.

W vom Riesenkopf dehnt sich das höchst aufschlußarme Gebiet der Waldalpen aus. Es scheint größtenteils aus Scheienalmmergeln zu bestehen. Ein Anriß an der W vom Riesenkopf nach S herabziehenden Rippe zeigt eine Einkeilung von Amdener Schichten. Etwas N wie S davon steckt im Scheienalmmergel je eine Bank von Glaukonitmergel. — W von dort breitet sich S unter dem Kamm ein sumpfiges Wiesengelände aus. Der Graben, der es entwässert, durchbricht zuerst einen Wall aus horizontalen, z. T. roten Couches rouges; die unterlagernden Scheienalmmergel stellen sich weiter abwärts alsbald steil; sie enthalten eine (wohl stratigraphische) Einlagerung von hellgrünem Glaukonitsandstein, 1 m mächtig. Wenig darunter stehen wieder 2 bis 3 m Couches rouges an, gleichfalls steil.

Über diesen Wiesen erhebt sich westlich der bewaldete Grasbuckel, dessen SO-Abfall die Biechtalpe trägt. Hier treffen wir wieder eigenartige Verhältnisse, die sich weitgehend mit jenen am Piesenkopf vergleichen lassen; doch sind hier die Aufschlüsse noch viel dürftiger als dort (A 19). Der genannte Buckel besteht nämlich aus dunklem Flyschkalk. Am steilen N-Gehänge sieht man ihn anstehen, nicht weit von seinem O-Ende, bei dem Weg, der O der Biechtalpe über den Grat führt; er fällt dort flach O. Die Scheienalmmergel gehen W darunter hinein, in stark verquetschtem Zustande. Zwischen beiden besteht eine augenfällige Diskordanz; daß sie tektonischen Ursprungs ist, ergibt sich vor allem auch daraus, daß an fast allen anderen Stellen rings um den Buckel noch Klippengesteine dazwischen liegen. So treffen wir an dem gegen NW hinabziehenden Rücken massenhaft Schutt von Feuerstätter Sandstein über steilstehenden Scheienalmmergeln; NW der Biechtalpe bedeckt jener weithin die Kammhöhe (W der Flyschkappe), und von der Biechtalpe bis zu jener S herabziehenden Rippe des Flyschkopfs treffen wir ihn wieder. Darunter liegen dort, am Weg, Junghansenschichten, und auf der Ostseite jener Rippe Bolgenkonglomerat. »Anstehend« im strengen Sinne des Wortes sind freilich diese Gesteine alle nicht zu sehen; doch ist ihre Art und Menge derart, daß an ihrem tatsächlichen Anstehen nicht zu zweifeln ist; zumal auch nicht einzusehen wäre, wie sie in solchen Massen hierher kommen sollten.

Jener Buckel NO der Biechtalpe besteht also — gerade wie der Piesenkopf — aus einer höchst laminierten Platte von Klippengesteinen; sie ist wohl nirgends über 10 bis 20 m mächtig, keilt aber stellenweise ganz aus; auf ihr sitzt ihrerseits mit leichter Diskordanz die wohl überschobene Flyschkappe, die mit jener des Piesenkopfs tektonisch gleichzustellen sein dürfte. Ich fasse sie beide zusammen als »Piesenkopfdecke«, ohne damit über ihre Herkunft zunächst etwas auszusagen.

Bei der Biechtalpe liegen die S. 57 beschriebenen Glaukonitkalke und -mergel, die schon der Unterlage angehören. Sonst besteht diese größtenteils aus Scheienalmmergeln. Wo die Klippe gegen W endet, steht am Kamm eine Einschaltung von Amdener Schichten an, einige Meter mächtig, von einer feinen polygenen Breccie begleitet. Auf der N-Seite sind ebensolche Einkeilungen in dem steilen Anriß oberhalb der Schwandalpe sichtbar (A 17): eine untere Lage von 5 bis 6 m und eine obere von 4 m, durch Scheienalmmergel getrennt; eine Zunge von solchen ist auch in die oberen Amdener Schichten von S her eingefaltet, mit deutlicher Umbiegung gegen N, an der die Schieferung der Amdener Schichten z. T. diskordant abstößt. Alle diese Vorkommnisse gehören wohl der Scheienalmdecke an.

g) Die Rohrmooser Klippe und ihre Umgebung. Wir haben das Profil des Rohrmooser Tobels verfolgt (S. 59) bis zu dem »Wildflysch«, mit dem die Aufschlüsse

im Tobel selbst aufhören. An derselben Stelle wurde gesagt, daß jener in dem nächst westlichen Graben wieder zu sehen ist; und dort läßt sich das Profil gegen S fortsetzen (B 53). Von Rohrmoos in diesem Graben aufsteigend, bekommt man gleich einen sehr wichtigen Aufschluß zu Gesicht; ein etwas verwachsener Anriß auf der W-Seite zeigt einen Felsen von hellgrauem Aptychenkalk, enorm verflasert und kalzitisiert — manche Partien (die nördlichsten Bänke fast ausnahmslos) bestehen nur mehr aus grobkristallinem weißem Kalzit mit schwarzen Tonfasern, ohne jeden Rest von gesundem Kalk! Er ist ca. 2 m mächtig, streicht 75—80° O und steht fast senkrecht. Mit gleicher Schichtstellung folgt gegen S ziemlich dickbankiger, dunkelgrüner Quarzit, etwa ½ m aufgeschlossen; er dürfte den Junghansschichten angehören. — N vom Aptychenkalk steht Flyschschiefer mit Kieselkalklagen an, z. T. stark verdrückt. Gegen unten nimmt er flacheres S-Fallen an und schneidet die zuvor genannten Gesteine — ohne daß jedoch ein Kontakt sichtbar wäre — gegen unten ab.

Im nächst südlichen Graben liegt alles voll von z. T. sehr großen Flyschsandsteinblöcken — kein Zweifel, daß dies Gestein dort ansteht; aber unmittelbar sichtbar ist dies nicht und das in B 53 eingetragene N-Fallen folglich hypothetisch. — Gegen S folgen wieder Flyschkalke, zunächst als Lesesteine in den Wiesen; am S-Abfall des Hügels, der SW Rohrmoos das Tal einengt, sieht man sie in einem kleinen Wasserriß flach N-fallend anstehen. Konkordant darunter folgen Leibodenmergel und (im Bachbett) Seewerkalk.

Der Aufschluß W Rohrmoos zeigt uns das stark laminierte O-Ende einer südlichsten Klippe unseres Gebietes: der Rohrmooser Klippe. Sie ist von dort in langem Zuge längs dem Rohrmooser- und Hirschgundental zu verfolgen; leider ist das Gehänge stark verwachsen und verrutscht, so daß Aufschlüsse fast nur in den Gräben und auch da selten zusammenhängend zu finden sind.

Bereits im nächsten Graben W jener Talenge trifft man gleich zu unterst Junghansschichten, wenn auch nur als Schutt (B 52). In dem größeren Graben, der sich von W her mit dem vorigen vereinigt, stehen sie bei etwa 1150 m am SW-Rand an, in enorm verquetschtem Zustande; sie fallen flach SW; auch weiter abwärts scheinen sie sich dort noch fortzusetzen, doch ist keine vollkommene Sicherheit darüber zu erlangen. Bei 1110 m jedenfalls läuft eine Bank von Flyschsandstein über den Graben (B 51). — Weiter aufwärts stehen in diesen Gräben Scheienalpmergel an, meist flach S-fallend; darin steckt in der Steilstufe über dem Jägerwinkel eine Schuppe von Amdener Schichten, die wohl zur Scheienalpdecke gehört. Sie läßt sich gegen N mit abnehmender Mächtigkeit bis in den Ostabfall von P. 1477,5 verfolgen.

Auffallenderweise treffen wir die Junghansschichten fast genau S von ihrem zuletzt genannten Vorkommen nochmals: in den kleinen Gräben bei P. 1078,5 — freilich zumeist als Schutt; nur im östlichsten von ihnen meint man anstehende Quarzitbänke mit steilem NW-Fallen vor sich zu haben, während schwarze Schiefer etwas darüber flacher liegen. Weiter aufwärts folgen spärliche Lesesteine von Feuerstätter Sandstein. Diesen sieht man jedoch weiter W in dem Graben, der W von P. 1392 herabzieht, in massigen Felsen anstehen; auch einen Gneisblock fand ich dort. Etwas darunter, wenig über 1100 m, steht auf der O-Seite Flyschsandstein an, mäßig SO-fallend. — Weiter W werden die Klippenspurten zunächst ganz spärlich; nur in einem der Gräben über dem Möser-Hag (auf der Karte über dem »ö« dieses Wortes) findet man Schutt von Junghansschichten. — Nördlich folgen Scheienalpmergel; östlich vom Sperberwinkel steckt darin eine Einschaltung von Amdener Schichten (B 49), die meist flaches W-SW-Fallen erkennen läßt; auch jene höhere, vom Jägerwinkel herüberziehende Zone senkt sich westlich bis über den Sperberwinkel. Es läßt sich vermuten, daß diese beiden

Züge gegen W bogenförmig zusammenschließen. — Weiter aufwärts aber folgt eine Überraschung: in dem östlichsten Hauptgraben des Sperberwinkels steht bei 1350 m unverkennbarer Flysch (nicht unterscheidbar von jenem des Piesenkopfgipfels) an, mit meist flachem N- bis NW-Fallen. Gegen W ist er, sich senkend und mit abnehmender Mächtigkeit, bis zum westlichen Hauptgraben des Sperberwinkels zu verfolgen. Aber es kommt noch besser: in dem zuerst genannten Graben liegen über dem Flysch schwarze Schiefer, Öl- und Bänderquarzite, zuerst nur als Schutt, dann nach einer Zwischenlage von Scheienalpmergeln auch anstehend sichtbar — Gesteine, wie ich sie ringsum einzig aus den Junghansschichten kenne (B 48)! Sie sind nur einige Meter mächtig. Auch in dem östlich benachbarten Graben liegen NW P. 1392, am unteren Rande der sumpfigen Wiesenterrasse unter den Kühböden, gleichartige Gesteine im Schutt und am Waldgehänge zwischen beiden Gräben Blöcke von Feuerstätter Sandstein. Gegen W kenne ich keine sichere Fortsetzung dieser Klippengesteine mehr; wohl aber beginnen die Scheienalpmergel (die überall wieder darüber folgen) im westlichsten dieser Gräben mit einer wilden Quetschzone, in der Blöcke von grünem Quarzit und feinen polygenen Breccien von schwarzen Schiefen umflasert liegen; vielleicht daß darin noch tektonische Aufarbeitungsprodukte von jenen stecken. — Eine Deutung dieser Verhältnisse scheint mir nur in einem Sinne möglich: es handelt sich um ein tektonisches Äquivalent des Flyschs vom Piesenkopfgipfel und des laminierten Klippenausläufers darunter; beide sind hier zusammen mit der Unterlage von Scheienalpmergeln in eine nach S geöffnete Synklinale gelegt! Man mag sich nur ungern zu einer solchen Annahme entschließen — aber jedem anderen Erklärungsversuche (etwa als gegen N offene Synklinale, wie in 28, Prof. II angedeutet, oder als Trennung zwischen zwei Schuppen der Scheienalpmergel) steht das erwähnte Vorkommen der Klippengesteine im Wege.

Nun zurück zur Rohrmooser Klippe! In dem Graben N P. 1120,2 (B 46) liegen zu unterst, bei 1130 m, Rote Gschliefschiefer horizontal, etwa 2 m aufgeschlossen; darüber folgen im Schutt Spuren von Junghansschichten (feine polygene Breccien!) und bei 1150 m flach W-fallender Aptychenkalk, stark verquetscht und kalzitisiert, aber unverkennbar; aufgeschlossen ist er nur 1 m mächtig. Etwa 10 m höher steht dunkelgrauer Kieselkalk des Flysch an, mit flachem N-Fallen. — Diese Aufschlüsse sind zwar sehr fragmentarisch, doch kann ich mir nicht denken, daß es sich da nur um ein zufälliges Nebeneinander von verrutschten und verschleppten Massen handelt; schon die hier allgemein ziemlich gleiche, nämlich flache Lagerung macht dies sehr unwahrscheinlich. — Auf der südlichen Talseite stehen Scheienalpmergel an.

Im nächst westlichen kleinen Graben fehlen Aufschlüsse; doch weist massenhafter Schutt von Feuerstätter Sandstein an der Mündung auf sein Anstehen hin. Weiter aufwärts liegt Flyschschutt, der vermutlich vom Piesenkopf stammt.

Der kleine Graben O der Aibealpe bietet dagegen wieder bessere Aufschlüsse. Bei 1150 m stehen dunkle Mergelkalke an, die wohl dem Flysch angehören, 30° N-fallend; auch etwas weiter aufwärts sind sie noch im Schutt zu finden, ebenso Scheienalpmergel und Junghansschichten, die hier wohl von oben her verrutscht sind. Bei 1180 m aber stehen auf der O-Seite hellgraue Mergel an, die vollkommen Amdener Schichten gleichen; vielleicht handelt es sich um Oberkreide der Feuerstätter Decke (vgl. S. 11), deren typische Gesteine nun folgen: zunächst Feuerstätter Sandstein, zu Blöcken zerfallen; an seinem oberen Rand auf der Ostseite kristalline Gerölle, bis faustgroß — wohl aus einer Konglomeratlage im Sandstein; endlich bei 1200 m Rote-Gschliefschiefer. Damit enden die Aufschlüsse. Im ganzen scheint flaches Ostfallen zu herrschen.

Im wesentlichen ähnlich, aber zusammenhängender, sind die Aufschlüsse im nächsten größeren Graben, der gleich hinter der Aibealpe ausmündet (B 43). Bei 1150 m steht dort Flyschkalk und -Schiefer an, horizontal; wenig weiter aufwärts fällt er steil berg ein, stark in sich gefaltet. Bei 1190 m ziehen wieder die grauen ? Oberkreidemergel durch (Streichen 40° O, Fallen 50° NW); wenig darüber folgt Feuerstätter Sandstein, dünnbankig, erst mittel, dann sehr steil berg einwärts fallend; sein Streichen schwankt um die O-W-Richtung. Weiter aufwärts gelangt man in Junghansenschichten, doch sind sie nur auf kurze Strecke sicher zu erkennen, da bald verrutschte Scheienalmmergel alles verdecken. Hier finden auch die Blöcke polygener Breccien und kristalliner Gesteine ein Ende, die der Graben in seinem ganzen tieferen Verlauf in ziemlicher Menge führt; man darf also wohl annehmen, daß diese aus den Junghansenschichten der Rohrmooser Klippe stammen. Die Scheienalmmergel trifft man sicher anstehend etwas unter dem Jagdsteig, der bei 1300 m den Graben quert. Bei 1320 bis 1350 m ziehen wieder Flyschkalke vom Piesenkopftypus durch, meist flach N-fallend, aber stark in sich gefaltet — ganz ebenso wie über dem Sperberwinkel; vermutlich die Fortsetzung der dortigen, aber in etwas höherer Lage als deren W-Ende, was auf irgendeine noch unbekannt Querstörung dazwischen schließen läßt. — Der westliche Zweig dieses Grabens durchschneidet gleichfalls Feuerstätter Sandstein und auf längerer Strecke die Junghansenschichten, deren feine Breccien, kristalline Blöcke usw. in Menge umherliegen; aber wirklich anstehend sieht man nur bei 1275 m schwarze, sehr verdrückte Schiefer. Weiter folgt auf längere Erstreckung Schutt. Bei ca. 1300 m liegen massenhaft Blöcke von dunklem, klotzigem Flysch-Kieselkalk und bei 1320 m solche von grünem, massigem Quarzit, von feineren und größeren polygenen Breccien und Konglomeraten; wenn auch nicht beweisbar, so ist ihr Anstehen hier doch sehr wahrscheinlich. Vermutlich handelt es sich wieder um jene Einfaltung vom Sperberwinkel — wenn auch die Gesteinsbeschaffenheit des Flyschkalks hier stark abweicht.

Der kleine westliche Nachbargraben bietet keine Aufschlüsse; desto bessere aber wieder der Galtgraben (B 41). Blaugraue zähe Sandkalke des Flysch, auf der Ostseite bei 1120 m, scheinen anzustehen. Nach einer Unterbrechung folgt Feuerstätter Sandstein bei 1150 m, zunächst in ziemlich flacher Lagerung mit wechselndem Einfallen, dann senkrecht mit Streichen 65° O; eine Konglomerateinschaltung bei 1200 m (vgl. S. 10) streicht 75° O. Von 1225 m bis 1325 m stehen Junghansenschichten gelegentlich an, in sehr wechselnder Lagerung; kristalline Blöcke liegen häufig im Graben, ohne daß die Stelle ihres Anstehens zu ermitteln wäre. Eine feine polygene Breccie scheint die obere Grenze zu bezeichnen. Kleinere Massen von Feuerstätter Sandstein, keil- oder linsenförmig eingeschaltet, beobachtet man auf den Grabenrändern bei ca. 1375 und 1290 m. Bei Höhe 1300 m scheint ein Zug von Rote-Gschliefschiefern durchzugehen. — Von 1325 m aufwärts folgen Scheienalmmergel, nun fast zusammenhängend sichtbar bis unter den Piesenkopf; von jener Flysch- und Klippeneinfaltung (vgl. S. 163 u. oben) ist hier nichts mehr zu bemerken.

Der nächste Graben ist wieder frei von Aufschlüssen. Dagegen zeigt W von ihm ausnahmsweise ein Anriß auf dem Gehänge zu Blöcken zerfallenen Feuerstätter Sandstein.

Nun gelangen wir zum »Großen Graben« (B 38). Seine Mündung befindet sich im Bereich von S hereingestürzter Bergsturzmassen. Etwas darüber liegt auf der W-Seite der S. 51 erwähnte Augengneis (vgl. auch 36, S. 261); dem auf der Grabensohle Gehenden verrät er sich durch das Feld riesiger Gneisblöcke, die seinen Fuß umhüllen. Wenig höher steht im Graben selbst dunkelgrauer Flyschkalk mit schwarzen Schiefeln an, senkrecht und z. T. stark verdrückt. Er ist in Lesesteinen am Gehänge gegen O ein Stück weit verfolgbare; S davon findet

man dort Flyschsandstein in den Wiesen. — Weiter aufwärts sind die Grabengehänge zumeist von schwarzen Schlammströmen überdeckt. Sie führen, z. T. deutlich erkennbar, Material der Junghansenschichten mit sich, und spärliche anstehende Partien im Graben zeigen, daß diese auf weite Erstreckung das Gehänge zusammensetzen. In dem großen östlichen Seitengraben sieht man sie ebenfalls nur ganz vereinzelt, bei 1200 und 1240 m, anstehen. Bei 1260 m aber scheint dort dunkelgrauer Flysch-Sandkalk anzustehen, ca. 30° N-fallend; auch Flyschsandsteinblöcke liegen dort und weiter abwärts im Graben. Weiter aufwärts ist weder hier noch im Hauptgraben noch etwas zu sehen, bis zu den Couches rouges und Scheienalmmergeln des Riesenkopf-S-Abfalls (vgl. S. 162).

Im nächst westlichen Graben, der oberhalb P. 994,9 ausmündet, findet sich noch eine letzte Spur der Rohrmooser Klippe: zu Schutt zerfallene Junghansenschichten bei 1080 m. In die Art ihres W-Endes verhindert leider dichte Bewachsung jeden Einblick. — Weiter aufwärts sind in diesem Graben nur spärliche Spuren von Scheienalmmergeln zu treffen.

Auch in den weiter W folgenden Gräben sind die Aufschlüsse zumeist äußerst dürftig. Hervorzuheben ist das Auftreten von Amdener Schichten an dem Gehänge der Oberen Schrine (A 18) in S-fallenden Platten. Sie sind zu verfolgen bis zur Grabengabelung W P. 1229, wo sie flach N-fallen; Scheienalmmergel liegen hier darüber. Es handelt sich hier jedenfalls um die — wenn auch abgerissene — Fortsetzung des Riesenkopfs, also um einen Teil der Scheienalpdecke. Da ist es nun von großem Interesse, daß unter diesen Amdener Schichten im Graben Flysch auftritt: graue kieselige Kalke und dunkle Schiefer — freilich nur als Schutt. Gegen unten grenzt daran dunkler Glaukonitmergel und (untergeordnet) -Kalk mit Nummuliten (vgl. S. 57), von 1115 bis 1140 m in mächtigen Blöcken die Grabenwände bedeckend; Lagerung ist nicht erkennbar. Weiter abwärts folgt Scheienalmmergel (A 17).

Eine westliche Fortsetzung dieses Flyschs ist gegeben im Hauptast des bei P. 961,4 herabziehenden Grabens — leider wieder nur als Haufwerk von Blöcken (A 15). Weiter abwärts treten dort mittel S-fallende Amdener Schichten, S davon dunkle dünnschieferige (wohl Scheienalp-) Mergel zutage.

Man kann in diesem Flysch die untere Grenze der Scheienalpdecke erblicken. Da er gegen N bzw. oben verschwindet, ist dort in den einförmigen und aufschlußarmen Scheienalmmergeln eine solche nicht mehr festzustellen.

Bei dem Graben oberhalb P. 961,4 liegen hart an der Straße Haufwerke von Amdener Schichten — wohl ebenfalls jenen der Scheienalpdecke als äußerste hier erhaltene Fortsetzung angehörend.

Sonst ist in der Nachbarschaft der Talsohle alles durch Schutt und Moränen verhüllt. — In dem bei Hirschgund herabkommenden Graben liegt massenhaft Schutt von Feuerstätter Sandstein — wohl von der Biechtalpenklippe herrührend; auch die mächtigen Platten dortselbst, bei ca. 1075 m, dürften nicht anstehen.

h) Übersicht. Das Gebiet des Piesenkopfs ist fast allseitig eingerahmt von Falten der tieferen helvetischen Kreide. Im W ist es die Fugenbachfalte; am N-Rand jene der Gauchenwände, die im O von dem nördlich von ihr hervortretenden Beslergewölbe abgelöst wird. Ein südliches Parallelgewölbe dazu, das des Toniskopfes, versinkt gegen W am Rohrmooser Tobel. Den S-Rand endlich bilden die hier nicht mehr untersuchten, liegenden Falten des Ifenstockes. Das Gebiet dazwischen wird nun größtenteils von Scheienalmmergeln eingenommen. Aber diese sind tektonisch nicht einheitlich, wie die zwar vielfach aussetzenden, anderwärts mehrfach übereinandergestapelten Lamellen von Amdener Schichten bzw. Couches rouges zeigen, die ihrem oberen Teil eingelagert sind. Sie gehören der Scheienalpdecke an, der wir bereits im

Gebiete des Feuerstätterkopfes und des Hörnlein-Schelpen begegnet sind; wir können sie hier bis in das Hirschgunden- bzw. Rohrmooser Tal hinab verfolgen. (Auf der Strecke Großer Graben—Sperberwinkel sieht man das Hinabtauchen der Amdener Schichten nicht, weil dort höhere Glieder darüber liegen!) — Ein von der Unterlage trennendes Flyschband ist auch hier nur sehr lokal zu verfolgen. — Gegen N ist die Scheienalpdecke über die Stirnbiegung der Gauchenwändefalte herabgefaltet und baut zum größten Teil deren Vorland in der Umgebung der Scheienalpe auf.

Das nächst höhere tektonische Element bilden die Klippen der Feuerstätter Decke. Es sind ihrer drei (von kleineren Resten abgesehen): 1. die Piesenkopfklippe, deren Aptychenkalk über den Scheienwänden fast unmittelbar der tieferen helvetischen Kreide aufsitzt, ist weiter S als meist äußerst laminiertes Band über der Scheienalpdecke um den Piesenkopfgipfel herum zu verfolgen. 2. Die Biechtalpenklippe bildet ein ähnliches Band rings um den Buckel NO der Biechtalpe. 3. Die Rohrmooser Klippe, aus Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein bestehend, mit Spuren von Aptychenkalk, bildet im Gegensatz zu jenen beiden einen langen schmalen Zug längs dem Rohrmooser- und Hirschgundental; sie ist in die tiefe Rohrmooser Synklinale mit eingefaltet, die die helvetischen Falten des Ifenstockes von der Gesamtheit der nördlicheren scheidet und meist durch geringmächtigen Flysch von der helvetischen Kreide trennt. — Hinzuweisen ist hier auch auf die eigentümliche S-förmige Krümmung im Ausstreichen der Rohrmooser Klippe (siehe Kartel), über deren Bedingtheit jedoch angesichts der mangelhaften Aufschlüsse kaum etwas gesagt werden kann.

Als (lokal) oberstes tektonisches Glied kommt noch hinzu die »Piesenkopfdecke«: der Flysch des Piesenkopfgipfels, der das ausgewalzte Klippenband überlagert, und der analoge bei der Biechtalpe. Ein eigentümlicher Zug von Flyschkalk auf dem S-Gehänge, von geringmächtigen Junghansenschichten usw. überlagert, ist vermutlich ebenfalls hierher zu stellen; er dürfte mitsamt jenem ausgewalzten Klippenband nachträglich in die Scheienalpmergelunterlage eingefaltet worden sein.

4. Das Riedberghorn-Bolengebiet.

a) Die Gegend der Oberen Mittelalpe und Hörnlealpe. Am Gehänge unterhalb der Oberen Mittelalpe setzt sich die Schelpen-Nordklippe gegen O fort. Ihre N-Grenze muß dort in der Nähe des Grabens verlaufen, der über P. 1220 hinabzieht; zu sehen ist sie nirgends, da riesige Moränenmassen alles verhüllen. Nur an wenigen Punkten kommen Junghansenschichten darunter zum Vorschein, in dem nächst südlichen Graben und an dem Weg zur Oberen Mittelalpe; sie lassen z. T. heftige Faltung erkennen (E 54—56).

Gegen S, im Stelzenwald, werden die Aufschlüsse etwas besser. Der Graben am nördlichen Waldrand zeigt noch vorwiegend steile Junghansenschichten auf längere Erstreckung. Aber nicht weit südlich folgt Aptychenkalk, angeschnitten bei ca. 1240 m von dem Jagdsteig, der durch den Stelzenwald empor führt. Er ist grau und rot gefärbt, etwa 40 m mächtig, streicht O—W und steht größtenteils sehr steil (E 55). Gegen O zieht er, durch untergeordnete Störungen gelegentlich verstellt, an der Gehängeriippe aufwärts zum Hügel S der Oberen Mittelalpe. Dort biegt er knieförmig nach S zurück; auf dem N-Gehänge des Hügels streicht er in flacher Lagerung aus. Junghansenschichten überlagern ihn, nur wenig mächtig; weiter Feuerstätter Sandstein, der den Gipfel des Hügels bildet. Sein Schutt verhüllt den ganzen W-Abfall des Hügels; trotzdem zieht hier der Aptychenkalk ohne jeden Zweifel durch. Am S-Abfall sieht man ihn wieder, über 20 m mächtig, mit mäßigem N-Fallen; die Junghansenschichten darüber sind durch Lesesteine angedeutet, auch polygene Breccien liegen in großen Blöcken am Fuße des

Hügels. Der Aptychenkalk aber ist gegen W abwärts noch eine längere Strecke zu verfolgen, längs einer aus Wald- und Sumpfgelände hervortretenden Kante, er liegt flach, soweit sich erkennen läßt (E 56).

Dieser Aptychenkalk bildet zweifellos die Fortsetzung von jenem, den wir auf der gegenüberliegenden Talseite im Walde S Junghansen getroffen haben (vgl. S. 153); beide entsprechen sich genau im Streichen. Auch die knieförmige Abbiegung gegen S wiederholt sich hier; nur ist sie, anderthalb Kilometer weiter O, um ca. 130 m in die Höhe gerückt; dies gibt ein Maß für das hier bestehende westliche Achsenfallen. — Aus dem Zusammenhang dieses Aptychenkalks folgt nun aber weiter, daß anstatt der ganzen, über 1 km mächtigen Faltenzone der Schelpen-NO-Seite hier, 1 bis 2 km weiter O, nur der maximal etwa 300 m breite Streifen Junghansenschichten N vom Aptychenkalk vorhanden ist — ein charakteristisches Beispiel für die Schnelligkeit, mit der sich das tektonische Bild der Klippen im Streichen ändert.

S vom Aptychenkalk treffen wir dagegen Elemente, von denen W des Tales z. T. nichts zu sehen war. Junghansenschichten sind, gleich S von ihm, am oben genannten Jagdsteig schlecht aufgeschlossen. W darunter aber liegt ein breiter Klotz von Feuerstätter Sandstein, der die Terrasse bei ca. 1200 m bildet; ihr steiler W-Abfall hat das unterliegende Gehänge mit Bergsturzmaterial überschüttet. Im südlichen Teil des Waldes kommt jedoch, wenngleich sehr schlecht aufgeschlossen, noch eine kleine, vom Feuerstätter Sandstein überwölbte, aufrecht stehende Falte zum Vorschein, aus Junghansenschichten mit Kern von Aptychenkalk. Diesen sieht man in Bruchstücken bei der Quelle am oberen Ende des kleinen Grabens S der Unteren Mittelalpe, und gleich darüber steht er auch an. Vielleicht gehören zu diesen Junghansenschichten auch die mächtigen Klötze feiner Breccien am Wege zur Vorderen Scheienalpe, bei der Brücke P. 1090,4; doch ist es fraglich, ob sie wirklich anstehen (E 54). — Alle diese Gesteine gehören zu einer Schuppe südlich, d. h. tektonisch unter jenem nördlichen Aptychenkalkzug. Doch reicht der Feuerstätter Sandstein gegen N bis in dessen streichende Fortsetzung; es dürfte da wohl noch eine kleine Querverschiebung im Spiel sein.

Im Graben am südlichen Waldrand treffen wir bereits die Klippenunterlage — hier, ebenfalls in Übereinstimmung mit der anderen Talseite, mit steilgestellter oder sogar überkippter Grenze. Von 1180 m aufwärts stehen steil S-fallende Flyschkalke und -Schiefer an, meist furchtbar verdrückt; die Kalkbänke sind z. T. umgeformt zu tektonischen Geröllen, aber auch grüner Quarzit liefert solche. Auch in einen nördlichen Zweiggraben reicht der Flysch hinein. Bei 1220 m folgen darüber dunkelrote, z. T. auch graue und grüne Tonschiefer (E 55), gleichfalls gewaltig verquetscht. Sie entsprechen lithologisch vollkommen den Rote-Gschliefsschiefern, liegen hier aber konkordant zwischen Flyschgesteinen — grabenaufwärts liegen ihnen wieder solche auf —, so daß man auf den Gedanken kommen könnte, es handle sich um eine stratigraphische Einschaltung im Flysch. Doch entsprechen sie — im großen betrachtet — in ihrer tektonischen Situation vollkommen der Schuppe des Roten Gschlief, und wir erinnern uns, daß diese gegen das Lappachtal auch ihren ganzen Schichtbestand außer den Rote-Gschliefsschiefern verloren hat; man wird also auch hier wohl eine Fortsetzung dieser Schuppe annehmen dürfen. — Weiter aufwärts erscheinen die roten Schiefer wieder zu beiden Seiten der Quelle des vorher genannten Zweiggrabens, stark zerknittert; und östlich von dort scheinen sie in direkte Berührung mit dem Aptychenkalk zu treten (E 56).

Südlich folgt mehrere 100 m breit aufschlußloses Sumpfwiesen- und Waldgelände; Blöcke von Oberzollbrücker Sandstein, die reichlich umherliegen, stammen sicher vom Riedberghorn. Auch in dem Graben, der bei P. 1108,3 herabkommt, fehlen Aufschlüsse; massenhafter

Schutt von roten und grauen Couches rouges läßt bei 1210 bis 1230 m deren Anstehen vermuten. Weiter aufwärts sieht man sie bei 1300 m in den Wiesen anstehen, vor allem aber an der bewaldeten Rippe unterhalb des Weges Obere Mittelalpe (E 57)—Schönbergalpe, wo ansehnliche Anrisse mit weißen und rötlichen Farben schon weithin auffallen; dort erwähnt auch Mylius schon die »Seewenschichten«. Es herrscht dort recht wirre Lagerung, im ganzen aber S-Fallen. — S von der zuerst erwähnten Stelle folgen Scheienalmmergel (E 56), auf größere Erstreckung aufgeschlossen in mehreren Gräben, sowie an einem Jagdsteig im Wald; sie fallen meist mäßig S, zu unterst liegen sie sehr flach.

Diese Gesteine entsprechen zweifellos der Scheienalpedecke auf der Ostseite des Schelpenkammes, jedoch in viel schwächerer Entwicklung. Wie dort, so liegen sie auch hier in einer Aufwölbung des Klippenuntergrundes, hier aber nicht nur von einzelnen Fragmenten, sondern von einem geschlossenen Bogen der Feuerstätter Decke überdacht; die Überschiebung selbst ist aber fast nirgends unmittelbar aufgeschlossen. — Von der Oberen Mittelalpe südwärts durchquert man zuerst die hier sehr schlecht sichtbare nördliche Junghansenschichtenzone; unterhalb des Weges bleibt jener Feuerstätter Sandstein über dem horizontalen Aptychenkalk (s. S. 165), der hier ein hügeliges Plateau bildet. Er ist vermutlich ein Äquivalent der Synklinale N P. 1370 (auf der anderen Talseite) und wie diese nach oben abgequetscht; aber Sicheres ist nicht festzustellen. Mit dem Feuerstätter Sandstein, der oberhalb des Weges wieder ansteht, als bewaldete Felsrippe, die das Gehänge weit hinab mit Blöcken übersät hat — mit diesem hat er jedenfalls nichts zu tun; dort handelt es sich vermutlich um eine selbständige kleine Teilsynklinale (oder -Schuppe; E 57, 59).

Wenig weiter S schneidet der Weg das Bolgenkonglomerat an, und S davon Schiefer und Quarzit der Junghansenschichten, unter die die oben erwähnten Couches rouges hineinziehen (E 57; Feuerstätter Sandsteinblöcke, die hier in Menge umherliegen, stammen von weiter oben!). Das Konglomerat läßt sich gewölbeförmig fast lückenlos über sie hinweg verfolgen; an einer steilen bewaldeten Rippe biegt es wieder zum Weg hinab, hier auf wohl 30 bis 40 m Mächtigkeit angeschwollen; die in seinem Liegenden anzunehmenden Junghansenschichten sind nicht sichtbar. An das Gewölbe schließt sich südlich eine Mulde — in ihrem sehr steilen S-Schenkel läßt sich das Konglomerat weit über das Waldgehänge aufwärts verfolgen; in ihrem Kern ist auch Feuerstätter Sandstein anzutreffen (E 59). Die Muldenbiegung scheint gerade vom Weg durchschnitten zu werden, an dem massenhaft auswitternde Blöcke kristalliner Gesteine das Konglomerat anzeigen. Wenige Schritte weiter S gelangt man jedoch wieder in Feuerstätter Sandstein (E 58): eine ansehnliche Felsmasse unmittelbar über dem Weg, von mehreren großen Rutschflächen durchschnitten. Ihre Basis ist von mächtigen Blockmassen verhüllt; doch schneidet der Weg darunter schwarze und grüne, stark zerblätterte Schiefer an, mit einer dünnen Bank von feiner polygener Breccie (Junghansenschichten?), denen südlich graue blättrige, gleichfalls stark zerdrückte Mergelschiefer mit feinen Sandsteinlagen folgen — wohl schon dem Flysch angehörend. — Dieser Feuerstätter Sandstein gehört einer basalen Schuppe an, wie wir sie auch z. B. im Stelzenwald kennenlernten.

Südlich folgt aufschlußloses Wiesengelände. Steigt man jedoch darüber bis gegen 1500 m aufwärts, so trifft man einen Rücken aus mächtigen Flyschblöcken, der zunächst ganz den Eindruck einer Moräne macht; jedoch findet man neben vorwaltendem Sandstein auch dunklen Kieselkalk, wie ich ihn anstehend am Riedberghorn (woher das Material als Gletscherschutt gekommen sein müßte) nicht kenne; auch scheint eine steil N-fallende Platte auf dem N-Abfall, flach S-fallende auf dem Scheitel des Rückens tatsächlich anzustehen. Demgemäß scheint hier der Flysch

wirklich ein steiles falsches Gewölbe zu bilden (E 61), von Junghansenschichten ummantelt. Es muß also auch auf dem aufschlußlosen Gelände unterhalb der Flysch durchziehen.

Dieser Flyschzug trennt von dem eben besprochenen ein Gebiet von wesentlich abweichender Tektonik: die Faltenregion der Hörnlealpe (E 57—62). Sie beginnt im Hangenden des oben erwähnten Scheienalmmergels mit einem Haufwerk z. T. riesiger Blöcke von Feuerstätter Sandstein, beiderseits des von der Hütte P. 1386 hinabziehenden Grabens, bei ca. 1300 m. Darüber liegt Schutt von Junghansenschichten und weiter eine Zone von Aptychenkalkblöcken (E 58), die gleich N vom Graben endet. Geger O dagegen sind beide zu verfolgen, der Aptychenkalk als Gehängekante, die zu einem auffälligen, von drei Fichten gekrönten Hügel führt. Dort wird er von dünnplattigem Flyschkalk unterlagert (an einer Stelle anstehend, nahe horizontal); die Junghansenschichten scheinen auszuweichen. Dagegen trifft man sie wieder im Hangenden des Aptychenkalkes: am Gipfel des 3-Fichtenhügels und auf der kleinen Verebnung N davon sowie in dem zuvor erwähnten Graben. Rote-Gschliefeschiefer sind dazwischen im Schutt häufig kenntlich, ohne daß sich ihr Anstehen genau lokalisieren ließe. — Diese Junghansenschichten bilden eine liegende Synklinale im Aptychenkalk: denn solcher findet sich wieder an der Gehängestufe über der erwähnten Verebnung, knapp unter dem Weg Schönbergalpe—Obere Mittelalpe; und im N-Zweig des mehrfach genannten Grabens ist er sogar anstehend sichtbar, ebenfalls knapp unter dem Weg. Etwas über diesem endet er gegen N; etwas Feuerstätter Sandstein, dort wenig darunter, gehört in den Kern der erwähnten Synklinale. Diese schließt sich gegen S, indem der hangende Aptychenkalk mit dem liegenden östlich vom 3-Fichtenhügel zusammenläuft; von dort ist er gegen O über den Weg (hier scheinbar anstehend!) hinauf verfolgbar. — Darüber folgen nun abermals Junghansenschichten, auch Rote-Gschliefeschiefer und mehrfach Linsen von Feuerstätter Sandstein: NW der Hütte P. 1386 trifft man diesen in Bruchstücken, S von ihr bildet er einen ansehnlichen anstehenden Felsklotz, und über dem O-Ende des Aptychenkalks, NW einer neuen, nicht auf der Karte eingetragenen Hütte, steht er ebenfalls an, durch einen kleinen Steinbruch erschlossen; eine feine Konglomeratlage an der Hangendgrenze fällt hier auf (das ist die bei Reiser 30 erwähnte Stelle!). Fast unmittelbar über den beiden letzten Vorkommnissen liegt ein dritter Aptychenkalk, und darüber, durch Junghansenschichten getrennt, auf dem Rücken SO der Hütte P. 1386, ein vierter. Dann folgt gegen O, wie um die Hütte P. 1386, aufschlußloses Gelände (E 59, 60).

Alles dieses ist, mit wenigen, jeweils ausdrücklich erwähnten Ausnahmen, nur an Hand von Lesesteinen feststellbar; allein deren Verteilung in einzelnen, der Gesteinsart nach recht scharf getrennten Zonen ist so überzeugend, daß eine genaue Begehung des Geländes kaum Zweifel an ihrem tatsächlichen Anstehen aufkommen läßt. Auch müßte Moränenmaterial, aus der Gegend von P. 1602,4 stammend, — der erste flüchtige Eindruck ist der von Moränenschutt — wenig Aptychenkalk, aber viel Feuerstätter Sandstein enthalten, und der tritt in der beschriebenen Gegend gerade stark zurück. Man ist also genötigt, die Gesteinsverteilung, so wie es hier geschieht, auf mehrfach übereinanderliegende, stark ausgewalzte Falten mit Kernen von Aptychenkalk (meist nur 10 bis 20 m mächtig) zurückzuführen. — Daneben lassen freilich die mangelhaften Aufschlüsse auch noch die Möglichkeit offen, daß es sich um größere verrutschte Massen handelt, die so weit ihren Zusammenhang bewahrt haben, daß die einzelnen Gesteinszonen darin verfolgbar geblieben sind. Für die Vereinfachung der Tektonik wäre damit nicht viel gewonnen: die untersten drei Falten wären zwar gestrichen, aber die vier noch folgenden, ganz analogen sind nun einmal nicht wegzudisputieren.

Denn weiter aufwärts sehen wir sie tatsächlich zusammenhängend anstehen. Am Waldgehänge N über der Hütte P. 1386 tritt Aptychenkalk in ansehnlicher Ausdehnung, N-fallend, zutage; ob er dem obigen 3. oder 4. entspricht, läßt das zwischenliegende aufschlußlose Gehänge nicht erkennen. Folgt man ihm gegen NW, so sieht man ihn (SO von den Wiesen, über die der S. 166 erwähnte Flyschzug setzen muß) sich plötzlich senkrecht aufbäumen, heftig in sich gefaltet (E 60). Nahe 1500 m schließt er ab mit NNO schauender, ca. 60° W streichender Stirnbiegung, durch einen weithin sichtbaren hellen Felsanriß aufgeschlossen (vgl. S. 6). Junghansenschichten umhüllen sie und sind auch weiter SO im Wald durch Lesesteine als Hangendes nachzuweisen. Dort folgt alsbald darüber Feuerstätter Sandstein, der wahrscheinlich auch weiter aufwärts unter Schuttbedeckung fortsetzt; anstehend ist er aber erst wieder sichtbar an der Kante W der kleinen Sumpfebene S P. 1602,4 (bei dem Worte Hörnlealpe der Karte); ein Ausläufer davon greift aber auch NO über die Aptychenkalkstirn hinunter. Ob er in Verbindung steht mit dem Feuerstätter Sandstein, der N davon in den Wiesen einige Felsköpfe bildet, erscheint zweifelhaft. Dieser gehört vielleicht an die Klippenbasis als Äquivalent der mächtigen Basisschuppe in E 58.

Gehen wir von dem erwähnten 4. Aptychenkalk, östlich P. 1386, weiter aufwärts, so treffen wir jenseits aufschlußloser Wiesen etwas Feuerstätter Sandstein, darüber Junghansenschichten in ganz geringfügiger Mächtigkeit, endlich einen 5. Aptychenkalk in flacher Lagerung — alles anstehend und durchschnitten von dem Graben, der die erwähnte Sumpfwiese S P. 1602,4 entwässert. Der Aptychenkalk ist gegen NW am Gehänge entlang zu verfolgen, wo er sich schließlich, mit ganz wenig Junghansenschichten als Zwischenlage, in jenen Feuerstätter Sandstein auf der W-Seite der »Sumpfwiese« hineinzubohren scheint (E 61). Die Schwelle S der letzteren besteht aus einem 6. Aptychenkalk, der vom vorigen durch wenig Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein getrennt ist. Der letztere gewinnt jedoch gegen O erheblich an Mächtigkeit; auf der W-Seite des östlich benachbarten Grates (zwischen Hörnle- und Grasgerenalpe) bildet er bis über 20 m hohe Felsabbrüche. Der Aptychenkalk liegt ihm dort fast unmittelbar auf und läßt sich mit abnehmender Mächtigkeit noch etwas nach S verfolgen, keilt aber bald aus (E 62). In seinem Hangenden sind Junghansenschichten ziemlich mächtig, mit einer Einlagerung von Bolgenkonglomerat; sie verbreiten sich gegen N über die Umrandung der Sumpfebene und scheinen den Feuerstätter Sandstein an deren W-Rand zu bedecken. Am vorhin erwähnten Grat liegt ihnen wiederum solcher auf, um von S bei einer kleinen Einsattelung von einem 7. Aptychenkalk überlagert zu werden, mit Zwischenlage von ganz wenig Junghansenschichten. Hier herrscht steiles S-Fallen. Der Aptychenkalk, am Grat wenige Meter mächtig, läßt sich am westlichen Gehänge abwärts ein gutes Stück verfolgen; dort nimmt er bedeutend zu. Feuerstätter Sandstein liegt ihm S fast unmittelbar auf; er bildet den S-Eckpunkt des Grates. Auf dem S-Gehänge darunter schließen sich Junghansenschichten an, nur durch Lesesteine zu verfolgen, endlich ein letzter 8. Aptychenkalk. Auf dessen östliche Fortsetzung werden wir später noch zurückkommen. Aber auch nach W ist er ein Stück weit zu verfolgen, am S-Rand eines kleinen Alluvialbodens (NO über der neuen, auf der Karte nicht verzeichneten Hütte). S darunter liegen dort gedoppelt Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein, der kleine bewaldete Felsriffel bildet (E 62).

Dieser letzte, streng O-W-streichende Aptychenkalk (8) dürfte aufzufassen sein als steil herabtauchender »Stil«, an dem die zuvor beschriebenen, scharf ausgewalzten Aptychenkalkfalten hängen. Die Auffassung der gesamten, auf den letzten Seiten beschriebenen Aufschlüsse veranschaulicht das zustehende Schema (Abb. 11).

Weiter S folgen nur spärliche Aufschlüsse inmitten gewaltiger Moränen. Am Weg zur Schönbergalpe steht, nahe P. 1417, dickbankiger Flyschsandstein an; etwas W von dort in einem Wasserriß zerdrückte graue Schiefer, steil S-fallend, auch grauer Kieselkalk liegt dort umher. Folgt man diesem Wasserriß abwärts, so trifft man bei 1375 m eine kleine Stufe von hellgrünem Sandstein, von Feuerstätter Sandstein nicht zu unterscheiden (E 62). Sollte hier noch ein in den Flysch eingekneteter Klippenfetzen vorliegen? Einige Gneisblöcke im nächst östlichen Graben könnten auch aus einem solchen stammen (vielleicht aber auch nur aus den Moränen). — Unter jenem Sandstein liegen zerdrückte schwarze Schiefer (aber wohl nicht Junghansenschichten!), fast horizontal, die sich weiter abwärts über dem Steiglein bei 1340 m wiederholen. Im Profil E 62 wurden sie zusammengezogen mit dem darunter folgenden Flyschkieselkalk, der sie im östlichen Graben teilweise im Streichen abzulösen scheint. — Auf der W-Seite des Bergvorsprungs, von dem diese Gräben herabziehen, steht Flysch (Schelpenkalk) an; lokal senkrecht, Streichen 75° W. Etwas N von dort, jenseits eines kleinen Grabens, ragt jedoch ein kleiner Fels aus der Wiese, der durchaus Scheienalpmergel gleicht. Dessen Anstehen hier ist freilich schwer zu erklären. Erst etwa 100 m tiefer in diesen Gräben treffen wir die Scheienalpmergel (und Spuren von Amdener Schichten), wieder flach unterlagert von Flyschkalk und -Schiefer (E 61). Wahrscheinlich haben wir es hier wieder mit der Scheienalpedecke zu tun; ihre Mächtigkeit ist aber gegenüber der Gegend 1 bis 2 km weiter NW (vgl. S. 166) noch weiter zurückgegangen.

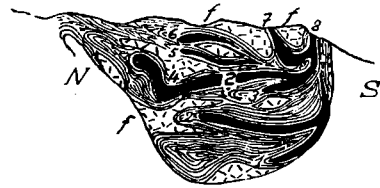


Abb. 11. Faltenschema der Hörnlealpe.
Die Ziffern beziehen sich auf die im Text erwähnten Vorkommen von Aptychenkalk. — f = Feuerstätter Sandstein.

Kehren wir nochmals zurück zum Grat zwischen Hörnle- und Grasgerenalpe! N der »Sumpfebene« ist ihm eine größere Masse Feuerstätter Sandstein aufgesetzt (E 62). Sie bildet, wie die Gräben der Ostseite erkennen lassen, den Kern einer wohl ausgebildeten Synklinale (in Profilserie E verdeckt): man sieht ihn dort gegen unten keilförmig enden, Junghansenschichten mit einer Einlagerung von Rote-Gschliefschiefern sowie von Bolgenkonglomerat schließen sich darunter von beiden Seiten zusammen. All das ist bis auf die Grathöhe verfolgbar — das Konglomerat des N-Schenkels streicht wenig unter P. 1602,4 durch (E 61); aber auffallenderweise war es mir trotz mehrfach wiederholten Suchens unmöglich, auf der W-Seite eine Fortsetzung zu entdecken; was man dort auf dem an sich aufschlußarmen Gehänge findet, sind nur Junghansenschichten. Ich möchte vermuten, daß hier eine größere SO-NW-streichende Querstörung durchzieht, deren SW-Flügel um einige 100 m gegen N vorgeschoben ist; unserer Synklinale würde dann als Fortsetzung jene SO der Oberen Mittelalpe entsprechen (vgl. S. 166). Damit stimmt auch überein, daß die eine wie die andere auf der S-Seite von einer Flysch-einkeilung begleitet ist (vgl. S. 166 u. später).

Und auch der Verlauf der Klippen-N-Grenze scheint noch durch unsere Querverschiebung beeinflusst. Am Sattel N P. 1602,4 sieht man auf den seigerstehenden Junghansenschichten gegen N konkordant Piesenkopfkalke (obere; vgl. S. 110) folgen, 20 bis 30 m mächtig, und weiterhin den Oberzollbrücker Sandstein des Riedberghorns. Die Grenze läßt sich mit nahezu O-W-Streichen einerseits zur Grasgerenalpe hinabverfolgen, andererseits bis zu einem

Gehängevorsprung auf der W-Seite (ca. 1550 m). Von da ab läßt zwar Schutt- und Vegetationsbedeckung keinen Einblick mehr zu; allein es ist auffällig, daß bei der Oberen Mittelalpe die Junghansenschichten erheblich über die Verlängerung jener Linie nach N reichen. Da nun unterhalb jenes Gehängevorsprungs die angenommene Querverschiebung durchgehen muß, so kann sie die angegebenen Verhältnisse sehr gut erklären.

Man könnte auch noch daran denken, diese Verschiebung auf der O-Seite des Grates zu verlängern. Es ist sehr

auffallend, daß dort von den Aptychenkalkfalten der Hörnlealpe nichts mehr zu sehen ist; freilich sind die Aufschlüsse elend, der Hang mit Erlengestrüppe überwachsen. Aber auch eine verschobene Fortsetzung jener Falten ist nicht auffindbar, und der Aptychenkalk (8) streicht im Ränkertobel ohne Ablenkung weiter (vgl. später). So ist es wohl eher anzunehmen, daß diese Falten gegen O rasch zurückschwenken; das WNW-Streichen der einzigen beobachteten Stirnbiegung (vgl. S. 167) läßt an eine solche Möglichkeit denken.
(Fortsetzung folgt.)

1. ABHANDLUNGEN.

Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu.

(Mit 1 geologischen Spezialkarte 1:25 000, 1 Profiltafel, 13 Textfiguren.)

Von H. P. Cornelius, Wien.

(Schluß von Heft 4, S. 168.)

b) Das Profil des Ränkertobels (E 63). Der tiefe Einschnitt des Ränkertobels bietet fast ununterbrochen vorzügliche Aufschlüsse, die z. T. aus den Arbeiten von Tornquist und Mylius und der anschließenden Diskussion bereits in weiteren Kreisen bekannt sind (16, 23—27)

Von der Schönbergalpe gelangt man durch einen Zweiggraben östlich absteigend in den Ränkertobel hinab, durch Scheienalmmergel, die vermutlich noch zur normalen Hülle des südlich aufsteigenden Beslergewölbes gehören. Etwas weiter N sieht man sie mit ziemlich steilem N-Fallen anstehen, überlagert von hellgrauem, stark verflasertem Kalk, mit allen Merkmalen des Seewerkalks; gegen N legt er sich flach. Man kann in ihm die Vertretung der Scheienalpedecke vermuten. Sein Hangendes ist leider zunächst verhüllt; wo es sichtbar wird, besteht es aus Flyschkalken vom Piesenkopftypus, die im ganzen flach N fallen, mit heftiger Faltung im Detail. Bei 1315 m setzt eine Quetschzone hindurch, aus schwarzen mulmigen Schiefen mit tektonischen Geröllen von Kieselkalk; darüber liegt der S. 59 kurz beschriebene »Wildflysch«, zunächst flach, dann steiler N-fallend bis senkrecht, mit vielfach starker innerer Faltung. Wieder durch Schutt getrennt, folgen von neuem Flyschkalke, 8 bis 10 m, nahezu senkrecht. Mit dem »Wildflysch« zusammen gehören sie wohl einem höchsten helvetischen Schubfetzen an, der vielleicht auf dem westlich anschließenden Gehänge eine Fortsetzung (vgl. S. 167), sonst aber im Klippengebiet kein Analogon findet. — N schließt sich daran eine Zone schwarzer, stark verquetschter Schiefer mit Linsen und tektonischen Geröllen von Flysch-Kieselkalk, nahe der Nordgrenze auch von grünen Quarziten und feinen polygenen Breccien. Wahrscheinlich liegt hier eine Quetsch- und Mischungszone aus Flysch und Junghansenschichten vor. Sie zieht in senkrechter Stellung gegen O als Runse am Gehänge hinauf.

Nun folgt der Aptychenkalk mit regelmäßig antiklinalem Bau: im S die obersten Schichten mit reichlichen Breccien- und Schiefereinlagerungen (vgl. S. 4); dann gewöhnlicher grauer, hierauf roter Kalk als älteste Schicht; gegen N folgt symmetrisch wieder der graue Kalk und endlich die grauen Mergelschiefer (hier ohne Breccien) der jüngsten Schichten. Im ganzen 60 bis 70 m mächtig, bildet der Aptychenkalk eine Stilstufe, über die der Bach als Wasserfall herabstürzt. Die Schichten stehen senkrecht, mit vielen untergeordneten Verbiegungen und streichen nahe O-W. Somit ist es sicher, daß dieser Aufschluß die Fortsetzung des Aptychenkalkes (8) der Hörnlealpe bildet (vgl. S. 167) — des »Faltenstiels«, der genau in der streichenden Fortsetzung liegt; und da dieser keine Fortsetzung nach der Tiefe zeigt, vielmehr von oben eingefaltet ist, so muß ich auch den Ränkertobel-Aptychenkalk als tauchende Antiklinale auffassen. Zu erwähnen ist noch, daß die Einbettung isolierter Aptychenkalkklötze in den »Flysch« am S-Kontakt nicht besteht, die Tornquist (16, Fig. 6) zeichnet, und ebensowenig die gleichfalls von Tornquist behauptete Diskordanz auf der N-Seite; lokale Divergenzen im Streichen können in einem so verwickelten Gebiet nicht zur Annahme einer solchen berechtigen. Es folgen vielmehr

ganz normal, wenn auch stark reduziert, Junghansenschichten mit einer feinen Konglomeratbank; dann Feuerstätter Sandstein, 30 bis 40 m mächtig und wieder Junghansenschichten mit einer groben Konglomeratlinse (auf der Ostseite gleich N vom Sandstein; ihr zunächst sehr steiles Einfallen wird gegen N bald flacher. Wo der Graben sich gabelt, sieht man sie im W-Ast (im östlichen sind die Aufschlüsse viel schlechter), samt einer Einlagerung von Bolgenkonglomerat, an steil N-fallendem Feuerstätter Sandstein mit lokaler Diskordanz abstoßen. Er ist ca. 30 m mächtig aufgeschlossen und enthält das S. 10 erwähnte grobe Konglomerat eingelagert; gegen N wird er ganz dünnbankig. Im östlichen Ast sieht man ihn wieder übergehen in Junghansenschichten, die hier auch eine Einlagerung von Rote-Gschliesschichten und (in einem östlichen Seitengraben sichtbar) von Bolgenkonglomerat enthalten. Gleich über der Mündung des nächsten Seitengrabens aber quert eine Einkeilung von Flysch (Sandstein mit verkohlten Pflanzenresten, nördlich davon Kieselkalk und Schiefer, zusammen ca. 20 m mächtig); Streichen O-W, senkrecht. Es folgen Junghansenschichten in gleicher Stellung mit einer feinen Konglomeratbank; dann nach kurzer Schuttunterbrechung eine zweite Einkeilung der gleichen Flyschgesteine, auch mit feinen Breccien verknüpft (vgl. S. 60), 25 bis 30 m mächtig und z. T. furchtbar verdrückt. Auch sie stehen senkrecht und streichen O-W; in einem westlichen Seitengraben sind sie zu verfolgen bis S unter die Synklinale am Grat S P. 1602,4; wahrscheinlich bilden sie die durch eine Querverschiebung verstellte Fortsetzung des Flyschkeils SO der Oberen Mittelalpe (vgl. S. 167). — Im Hauptgraben folgen N wieder Junghansenschichten, großenteils stark verquetscht und anscheinend auch noch teilweise tektonisch mit Flysch gemischt. Die tektonische Grenze gegen den N folgenden, zunächst ca. 45° N fallenden Flyschkalk ist knapp oberhalb der Fuge, wo der Weg von der Schönberg zur Graserenalpe den Tobel quert, durch schwarze Quetschschiefer angedeutet. Nach dem Kartenbild zu schließen, muß dieser Kontakt nahezu senkrecht mit O-W-Streichen durchziehen.

c) Die Klippe am Bolgen-S-Abhang sei kurz die Bolgenklippe genannt. Sie ist zwar mit der Schelpen-Nordklippe untrennbar verbunden; doch ist eine solche getrennte Bezeichnung in mancher Hinsicht nützlich.

Vom Ränkertobel ostwärts sind zunächst die Aufschlüsse durch Schutt unterbrochen, und ihre Fortsetzung an der Begrenzungsrippe des Graserenalpkessels ist nur mühsam größtenteils mit Hilfe von Lesesteinen zu entziffern. E 63 und 64 veranschaulichen den Zusammenhang, soweit er sich erkennen läßt.

Der auffälligste Punkt jener Rippe ist der »Steinhausen«: ein Haufwerk von Blöcken des Feuerstätter Sandsteins. Er bildet anscheinend eine isolierte Linse in Junghansenschichten, die N davon (etwas W unter der Kammhöhe) anstehen, fast senkrecht und 60° O-streichend. Wenn das nicht nur eine lokale Abweichung des Streichens ist (was die Aufschlüsse nicht entscheiden lassen), so wird es unter spitzem Winkel geschnitten von der Grenze gegen

den wenig weiter N folgenden Flysch, die fast genau O-W streicht. — Dem Feuerstätter Sandstein des Steinhaufens entspricht, wahrscheinlich als davon abgerissene Linse, ein weiteres Vorkommen am Fuße des Gehänges, etwas S von dem kleinen Stadel bei der Grasgerenalpe. S folgen wieder Junghansenschichten, vereinzelt am Gehänge anstehend sichtbar, in steiler Stellung. Aber alsbald trifft man auf der Kammhöhe massenhaften Flyschsandstein, der westlich etwas darunter in steilen O-W-streichenden Platten ansteht. Es ist die Fortsetzung des nördlichen Flyschkeils im Ränkertobel (vgl. S. 193), mithin vermutlich auch jenes SO der Oberen Mittelalpe. Gegen S folgen wieder Junghansenschichten sowie jene, z. T. mehrere Kubikmeter großen Orthogneisblöcke, die Mylius (23, S. 87) für einen anstehenden »Granit« gehalten hat. Sie liegen indessen auch hier in Gesellschaft von zahlreichen anderen kristallinen Trümmern — kein Zweifel, daß hier ein Zug von Bolgenkonglomerat durchgeht, dem auch jene entstammen. Nicht weit S folgt wieder Feuerstätter Sandstein, am N-Rand mit Spuren polygenen Konglomerats verknüpft. Es scheint jedoch nicht bis zur Kammhöhe fortzusetzen, sondern liegt wenig unter ihr noch als gänzlich isolierter, abgerissener Klotz mit N-fallender Plattung, um den sich das Bolgenkonglomerat, so wie in Karte und Profil angedeutet, im N bogenförmig herumschlingt. Weiter S liegen wieder ausschließlich Junghansenschichten im Schutt; aber etwas N von einer kleinen Verebnung des Kamms ragt ein Fels von Feuerstätter Sandstein heraus, für den ein Zusammenhang kaum anzugeben ist. Über diese Verebnung selbst (etwas über 1500 m, auf dem ersten Buckel über dem Waldrand) zieht abermals das Bolgenkonglomerat, an herausgewitterten, z. T. riesigen Blöcken zu erkennen; es scheint mit mäßigem S-Fallen auf dem W-Gehänge hinabzusetzen, nach Lesesteinen vor dem nördlichen Waldrand zu schließen. Auf der Kammhöhe erscheint auch N vom Waldrand wieder Feuerstätter Sandstein als Blockmeer; seine Lagerung ist dort und auf dem W-Abfall nicht zu erkennen, wohl dagegen auf der Ostseite: am Abfall zur Hütte bei P. 1473 streicht er 80° O und fällt unten 55° S, oben flacher. Junghansenschichten legen sich dort darüber. Gneisblöcke auf der Rippe am oberen Waldrand scheinen einer Einlagerung im Sandstein (vgl. S. 10) zu entsprechen; andere, am S-Rand des Waldes bei ca. 1460 m, entstammen dagegen jedenfalls wieder einem Zug von Bolgenkonglomerat im Hangenden der S-fallenden Sandsteinplatte. Ein weiteres Konglomerat ist angeschnitten durch einen Entwässerungsgraben auf der Wiese darunter, der auch sonst Material der Junghansenschichten auswirft. Etwas tiefer folgt nochmals Feuerstätter Sandstein an einer kleinen Gehängestufe; die aufschlußlosen Sumpfwiesen darunter dürften Flysch verhalten.

Der Teil dieses Profils S vom Flyschkeil ist nicht in allen Einzelheiten sicher zu deuten; es scheint eine Reihe von Schuppen aus Feuerstätter Sandstein und Junghansenschichten vorzuliegen. Im südlichsten Abschnitt aber scheinen diese Gesteine eine tauchende Antiklinale zu bilden — und zwar genau in der streichenden Fortsetzung des Aptychenkalks vom Ränkertobel. Diesen kann man also auffassen als tauchenden Gewölbekern, der gegen O so rasch in die Höhe geht, daß er in dem beschriebenen Profil nicht mehr angeschnitten ist.

Diese Auffassung wird durch die weiter O folgenden Aufschlüsse bestätigt. N Lenzenberg, an der vom Bolgen gegen SSO herabziehenden Rippe, sowie in den Gräben W davon sieht man überall Flyschkalke fast horizontal überlagert von Feuerstätter Sandstein, der z. T. kleine Wandstufen bildet (F 67—69). Junghansenschichten folgen konkordant, meist mit flachem S-Fallen; im westlichsten jener Gräben sieht man eine kleine Komplikation in Gestalt einer gegen N offenen »falschen« Synklinale (F 68). Nach wenigen Metern bereits folgt das Bolgenkonglomerat in gleicher Lage. Gegen W zieht es am Abhang unter der Hütte P. 1473 durch — hier von 35° S-fallenden Schiefer-

platten (Junghansenschichten!) unterlagert; im Wald über dieser Hütte (der Wiesenboden, auf dem sie steht, ist ganz mit kristallinen Geröllen überschüttet) bildet er, gleichfalls S mit dem Gehänge fallend, eine weithin verfolgbare Steilstufe. Das ist die direkte Fortsetzung des N-Flügels der eben erwähnten verkehrten Antiklinale, die hier allein davon erhalten ist. An der vorhin genannten Rippe (F 69) aber sieht man, auf der O-Seite, den Feuerstätter Sandstein sich noch gegen N senken (auf-fällige Felsen bei ca. 1420 m, stark in sich zertrümmert und anscheinend gegen W durch eine kleine Verwerfung begrenzt). Die Junghansenschichten darüber sind ebenfalls besonders auf der O-Seite sichtbar. Auf ihnen liegt auf der Höhe der Rippe bei etwa 1470 m ein winziger Rest (wenige Quadratmeter Oberfläche) von Aptychenkalk, den Mylius bereits entdeckt hat (23, S. 93; auf dem O-Abhang liegen nur lose Blöcke des Kalks, wie im Gegensatz zu Mylius' Angabe bemerkt sein mag). Er zeigt synklinale Lagerung, und die feine Breccie, die so oft an der Hangendgrenze des Aptychenkalks auftritt, fehlt auch hier nicht. An seiner Einfaltung von oben ist so wenig zu zweifeln wie an dem normalen Verband mit den Junghansenschichten: es ist der nochmals bis zur Sichtbarkeit herabtauchende Jurakern unserer verkehrten Antiklinale — die Fortsetzung des Aptychenkalks vom Ränkertobel. Mit diesem hat ihn bereits Mylius im Prinzip richtig verbunden; die riesigen Spalten freilich, an denen er ihn durch den Flysch heraufschiebt, sind, wie auch anderwärts, reine Phantasiegebilde — hier liegen die Verhältnisse so weit klar, daß man sagen kann, es ist keine Spur von solchen Spalten zu sehen. — Im N-Schenkel des verkehrten Gewölbes tritt, N unter dem Aptychenkalk, auch Bolgenkonglomerat auf; im S-Schenkel scheint es hier zu fehlen. Es entspricht jenem, das durch die W benachbarten Gräben nach dem Waldhang N P. 1473 zieht (vgl. oben).

In diesen Gräben kommt N darunter, durch wenige Meter Junghansenschichten vom Konglomerat getrennt, Feuerstätter Sandstein hervor, im östlichsten als beträchtliche Masse, die gegen W jedoch auf ein schmales und meist schlecht aufgeschlossenes Band zusammenschmilzt. Es scheint gegen W mit jenem des Nordflügels unserer Pseudosynklinale zusammenzuhängen; jedenfalls bildet er deren Trennung von einer nördlicheren Schuppe. An der Rippe, auf der der Aptychenkalk liegt, ist er durch Moräne verhüllt; auf deren O-Seite aber kommt er überhaupt nicht mehr zutage — meist flach S-fallende Junghansenschichten herrschen dort.

Hier liegt, sowohl auf der O-Abdachung jener Rippe als auch in den Gräben auf deren W-Seite, jener S. 11 beschriebene Nummulitenkalk anscheinend transgressiv auf den verkehrten Schichten des N-Schenkels unseres tauchenden Gewölbes. Wegen der Einzelheiten der Lagerung sei auf S. 11 hingewiesen.

Die erwähnte, N auf das verkehrte Gewölbe folgende Schuppe besteht aus mittel S-fallenden Junghansenschichten mit Bolgenkonglomerat, das durch die Gräben über dem Nummulitenkalk als schmaler Zug zu verfolgen, östlich davon plötzlich zu großer Mächtigkeit (wohl 40 bis 50 m) anschwillt. Es steigt dort als wohl ausgeprägte Rippe am Bergabhang hinauf und bildet bei ca. 1600 m, östlich vom »Steinhaufen«, jenen waldbestandenen Wall aus teilweise riesigen Blöcken, der als Fundort des »Bolgengranits« berühmt geworden ist (F 68). Seine genauere Beschreibung ist an anderer Stelle erfolgt (36). Gegen O sieht man die Konglomeratrippe wieder sich senken, unterlagert von mittelsteil S-fallenden Junghansenschichten. Solche stehen auch im westlichsten der genannten Gräben an.

Dort erscheint, N von ihnen, plötzlich Flyschsandstein — die Fortsetzung des S vom »Steinhaufen« herüberquerenden Keils (vgl. oben). An seiner N-Grenze sieht man einen grauen Kalk flach N fallen, von Junghansenschichten konkordant bedeckt, die sich hier wohl über dem Flysch zusammenzuschließen beginnen. Im östlichsten

dieser Gräben ist er untergetaucht: die große Konglomeratmasse (siehe oben) legt sich darüber (vgl. F 66—68).

Lesesteine lassen auch den Feuerstätter Sandstein vom »Steinhaufen« nach O verfolgen, bis er gleichfalls unter der großen Konglomeratmasse verschwindet, die sich als höhere Schuppe darüber deckt (vielleicht diskordant). — Von der nördlichen Klippengrenze ist jedoch in dieser ganzen Gegend nichts zu sehen — unter Wald und sumpfigen Wiesen bleibt sie der Beobachtung entzogen.

Der große Graben, der vom Bolgen zur Herzenberglalpe hinabzieht, ist auf seine ganze Erstreckung begleitet von Rutschgelände und Sumpfwiesen ohne Aufschlüsse. Man trifft an ihm z. T. ganz ansehnliche Massen von Feuerstätter Sandstein, die jedoch nicht als anstehend zu betrachten sind; dasselbe gilt von den kristallinen Blöcken, die der Graben reichlich führt und die Tornquist veranlaßt haben dürften, dort in der Nähe des Schönberger Achantals ein tatsächlich nicht existierendes Konglomeratlager einzutragen. Diese Blöcke stammen vielmehr von der schon erwähnten Konglomeratmasse unter dem Bolgen.

Jenseits dieser Unterbrechung der Aufschlüsse ist die Tektonik der Klippe ganz anders, anscheinend sehr einfach geworden. Alle Tauchfallen u. dgl. sind verschwunden; man sieht nur eine meist flach nördlich geneigte, durch kleine Brüche zerstückelte Platte von Feuerstätter Sandstein an der Basis, überlagert von ca. 50 bis 60 m mächtigen Junghansenschichten in gleicher Lagerung (F 70—73). Beide bilden zweifellos eine einheitliche, verkehrte Schichtfolge; das beweist der lithologische Übergang, den man an dem Bach W P. 1347 beobachtet, sowie die Einlagerung von Rote-Gschliefschiefern über dem O-Ende der Sandsteinwand (S Sulzbach). — Deren Auflagerung auf den Flysch der S-Seite sieht man NO P. 1347 (F 73): dort entblößt ein großer Anriß Flysch-Mergelschiefer mit einzelnen Sandstein- und dicken Kieselkalkbänken, überlagert von einer polygenen Breccie (80 cm); darüber liegt nach einigen Metern Schuttunterbrechung der Feuerstätter Sandstein. Die mäßig ONO fallende Breccie gehört vermutlich zu einer kleinen Basisschuppe aus Junghansenschichten; sie liegt diskordant auf dem horizontalen Flysch, doch nimmt dieser weiter abwärts ungefähr gleiches Fallen an. — Auch in dem Graben W P. 1347 sieht man die Unterlagerung des Feuerstätter Sandsteins durch mächtige, bergwärts fallende Flyschschiefer; doch ist der Kontakt selbst durch Schutt verhüllt (F 71).

Eine kleine Komplikation ist erschlossen an der Wand über dem Wiesenboden bei P. 1347: ein spitzer, steil mit 70° W-Streichen von oben in den Feuerstätter Sandstein eingreifender Keil von Junghansenschichten (F 71). — S vom Sulzbach wird das Eintreten lokal steiler. Der basale Sandstein keilt dort aus: oberhalb P. 1196 ist er nicht mehr auffindbar — Flyschsandstein reicht dort (nach Lesesteinen) bis an die Junghansenschichten.

In dieser Gegend besteht die obere Kante des steilen, von letzteren Schichten gebildeten Gehänges aus Bolgenkonglomerat, das flach N-fallend die sanfte Böschung zum Sulzbach bedecken dürfte (F 74; zu sehen ist hier freilich fast nichts außer losen Blöcken), und diesen auf längere Erstreckung mit mannigfaltigen kristallinen Geröllen erfüllt. Auf der Kante S vom Bach sieht man das Konglomerat wieder bedeckt von schwarzen Schiefen der Junghansenschichten, und auf sie legt sich alsbald Feuerstätter Sandstein, als gleichfalls flach zum Sulzbach abfallende Platte (F 75 u. 76). Dieser Bach läßt NO darunter die Junghansenschichten mit dem Konglomerat wieder zutage treten, und auch am W-Rand des Sandsteins sind sie im Bach sichtbar, an einer kleinen senkrechten, NW-streichenden Verwerfung herausgehoben. Gegen S bricht letzterer mit steiler Wand ab — der Abriß Brand des S. 112 erwähnten Bergsturzes, der weit hinab das Gehänge bedeckt. O von diesem sind die liegenden Junghansenschichten der S-Seite nicht mehr auffindbar. Flyschgesteine lassen sich — in Lesesteinen — bis hart an die Sandsteinriffe verfolgen.

Aber etwas weiter O sind auch diese plötzlich verschwunden (F 77). Sehr möglich, daß hier etwas bedeutendere Verwerfungen im Spiel sind (wie in Karte und Profil hypothetisch eingetragen); nachweisen lassen sie die ungenügenden Aufschlüsse nicht. Jedenfalls setzt der Feuerstätter Sandstein wenig weiter O wieder ein; über dem Weg zum »Oberen Heubat« bildet er wieder eine längere Reihe von Felsriffen (F 78), genau wie weiter W durch kleine Verwerfungen zerstückelt; an ihnen ist er intensiv breccios zertrümmert. S darunter ist Flysch spurenweise anzutreffen; aber N folgt aufschlußloser Wald. Durch solchen zieht auch die weitere Fortsetzung des Feuerstätter Sandsteins (F 79, 80); kleine Felspartien und Anhäufungen von Blockwerk reihen sich in NO-Richtung aneinander — vielleicht entsprechend dem N-Fallen der hier von dem O geneigten Gehänge geschnittenen Sandsteinplatte? Bei 1000 m etwa überschreiten sie den Sulzbach und finden auf der Wiese N von ihm ihr Ende.

Auch in dem Graben, der unmittelbar S vom Sulzbach in die Schönberger Ache mündet, glaubt man bei 940 m, wo ihn ein kleiner Steig überquert, Feuerstätter Sandstein anstehen zu sehen, wohl 10 bis 15 m mächtig. N davon in der Wiese liegen Trümmer von Junghansenschichten (Quarzite und schwarze Schiefer). Die Lagerung ist nicht erkennbar (in F 81 ganz hypothetisch), der Zusammenhang ringsum verhüllt. Sicher ist nur die Unterlagerung durch Flysch, der östlich im Tal der Schönberger Ache darunter durchzieht.

Ganz unklar sind die Verhältnisse am ganzen N-Rand der Bolgenklippe, O vom Steinhaufen. Dort fanden wir eine senkrechte Grenze gegen den Flysch (vgl. S. 193); aber weiterhin fehlen alle Anhaltspunkte zur Bestimmung ihrer Lage. Von der großen Konglomeratmasse am Bolgen S-Abhang bis zum oberen Sulzbach bildet die Obergrenze der mäßig N geneigten Junghansenschichten die Kante einer Terrasse, über der in anscheinend gleicher Lagerung der Flysch zu folgen scheint; doch ist der Kontakt selbst nicht sichtbar (F 70—73). Dabei verläuft die Grenze auf dieser Strecke genau in O-W-Richtung. Am Sulzbach aber greifen die Klippengesteine über diese Linie nach N hinaus. Wir haben bereits (vgl. oben u. F 76) die Feuerstätter Sandsteinplatte am Sulzbach kennengelernt. Eine Zunge des gleichen Gesteins greift in die Junghansenschichten ihrer Unterlage von N hinein, spitzt im Sulzbach gegen S aus, schwillt dagegen N-wärts beträchtlich an und bildet als etwa 25 m hohe Felswand den Sockel des steilen Gehänges über der Burgstallhütte. Unergründliche Moränen umgeben sie im N, O und W auf weite Erstreckung. — Weiter abwärts springt auf der S-Seite des Sulzbaches ein Sporn gegen O vor. Auf ihm beobachtet man einen weiteren Keil von Feuerstätter Sandstein, 4 bis 5 m mächtig, zwischen Junghansenschichten (die hier reichlich die S. 9 erwähnten blaugrauen Kalke enthalten); und noch einmal am O-Fuß des Sporns ist Feuerstätter Sandstein, etwa 15 m mächtig aufgeschlossen (F 77). Die Furche S des Sporns scheint einer Verwerfung zu entsprechen; denn S von ihr ist Feuerstätter Sandstein erst in noch tieferer Lage anzutreffen. Gegen S scheint auch er in Junghansenschichten auszuweichen, die das ganze Gehänge bilden. Rotgschiefschiefer fallen in Spuren auf im Wald bei ca. 1160 m. In den tiefen Aufschlüssen im Sulzbach herrscht vielfach beträchtliche Zerquetschung der Schichten — entsprechend der mehrfachen Verschuppung, vielleicht auch bedingt durch die Nähe der Auflagerungsfläche der ganzen Klippe. — Deren N-Grenze ist auch hier nirgends sichtbar; wenn auch weiter abwärts im Sulzbach an mehreren Stellen wohl dem Flysch zuzurechnende Schiefer auftreten, einmal, noch oberhalb des oben erwähnten Feuerstätter Sandsteins, sogar anstehend mit flachem S-Fallen (F 79). Aber ihre Beziehungen zu der Klippe sind nirgends erkennbar.

Sicher ist in diesem östlichen Abschnitt der Bolgenklippe jedenfalls zweierlei: es liegt eine Reihe von recht flach gelagerten Schuppen vor (im W nur eine einzige);

und zweitens: dieser innere Bau der Klippe kann mit der äußeren Umgrenzung nicht übereinstimmen. Denn wie immer man sich die letztere auch vorstellen mag — man kommt teilweise auf steilstehende Flächen, denen keine Umbiegungen der Klippengesteine entsprechen. Teilweise (am S-Rand) lassen sie sich vielleicht als Verwerfungen deuten. Am N-Rand aber ist es schwer möglich, eine solche zu konstruieren — man müßte denn eine gehobene Klippenfortsetzung hoch über den Gipfeln des Bolgen in der Luft annehmen wollen. Wenn eine solche auch grundsätzlich wohl möglich ist, so sollte man doch irgendwo in der streichenden Fortsetzung etwas von jener Verwerfung sehen; davon ist aber bisher nichts bekannt. Es ist also eher anzunehmen, daß diese nicht existiert — daß die anzunehmende diskordante Klippenbegrenzung primärer Art ist. Daß auch an der Klippenbasis hier z. T. Diskordanz herrscht, zeigt das Verhalten des Feuerstätter Sandsteins NO P. 1347 (vgl. S. 195).

d) Die Klippenunterlage im Tale der Schönberger Ache. Der Lauf der Schönberger Ache folgt auf langer Strecke sehr genau der Grenze der tieferen helvetischen Kreide. Nur im obersten Stück stehen beiderseits Scheienalmmergel an; S der Hansenmoosalpe erscheint auf der S-Seite Gault (Seewerkalk fehlt hier, vgl. S. 53) und begleitet weiterhin den Bach. Er gehört dem steil N-fallenden N-Schenkel des Beslergewölbes an. Wo sich N von diesem das Schwarzenberggewölbe herauszuheben beginnt, unterhalb der Herzenbergalpe, sägt sich der Bach streckenweise in enger Klamm in den Gault und Schrattekalk ein. Einige kleine Querbrüche sind festzustellen. Gegen O wird das N-Fallen immer steiler, schließlich senkrecht — entsprechend dem allmählichen Aufsteigen des Gewölbes gegen O. N folgt, soweit überhaupt ein Urteil möglich ist, unmittelbar Flysch; doch sieht man seine Schiefer und Kalke nur in Gestalt von Schutt auf der N-Seite der Ache. — Dort wo diese zum zweitenmal aus W-O-Richtung nach NO umbiegt, sind Schrattekalk und Gault an steil S-fallender Fläche auf Scheienalmmergel überschoben (F 78). Diese ganz lokale Komplikation hat schon Rothpletz richtig beobachtet, aber zu der irrigen Konstruktion seines großen Längsbruches Säntis—Dornbirn—Langenwang mißbraucht (12, S. 34). Tatsächlich kann von der Existenz eines Bruches von regionaler Bedeutung im Schönberger Achtal keine Rede sein — auch nicht in der von Mylius (23, S. 65 f.) abgeänderten Form. — Weiter abwärts tritt die Ache in den heftig gefalteten Ofterschwanger Mergel ein; die Scheienalmmergel dürften zusammen mit der tieferen Kreide darunter hinabtauchen — soweit sie nicht seitlich in diesen Flysch, als teilweise altersgleiches Äquivalent, übergehen (vgl. S. 109).

Am Gehänge weiter aufwärts bis zum Klippenrande folgen nur vereinzelte Aufschlüsse von anderen Flyschgesteinen: Kalken und Sandstein (siehe Karte). Die auf den Profilen F 77 u. 78 scheinbar diskordante Lagerung ist direkt nicht zu beobachten, sondern nur durch die Art der gewählten Signaturen bedingt. Immerhin besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß diese Grenze einer tektonischen Trennung entspricht: denn unter P. 1196 stehen am steilen Waldgehänge, W von dem S. 112 erwähnten Bergsturz, Scheienalmmergel an, flach östlich einfallend und unterlagert von einigen Metern Amdener Schichten. Ich fasse diesen rings von Flysch umgebenen Kreidefetzen auf als eine letzte, östlichste Spur der Scheienalpdecke; die notwendige Konsequenz ist, daß auch die oberen Teile des Flysch dieser Decke angehören (vgl. S. 109).

Zu sehen ist davon natürlich nichts, sind doch die Aufschlüsse im Flysch dieser Gegend ganz unzureichend. Ein einigermaßen zusammenhängendes Profil bietet nur der große Graben N P. 1218 (F 68). Im unteren Teil durchzieht er stark in sich gefaltete Scheienalmmergel (in einem westlichen Seitengraben Einlagerung von Glaukonitmergel); darüber folgen ohne sichtbaren Kontakt Flyschschiefer, weiter gleichfalls nach Schuttunterbrechung Sandstein,

endlich Kieselkalk, unter der Klippe. Wenigstens die beiden letzten Glieder dürften zur Scheienalpdecke gehören, ihre Auflagerung liegt freilich auch hier unter dem Schutt. Ebenfalls zur Scheienalpdecke gehört ein kleines Vorkommen von Amdener Schichten auf dem Gehänge der Ränkalpe (F 65), nicht mehr weit von dem Seewerkalk im Ränkertobel, den wir oben gleichfalls als wahrscheinliche Vertretung der Scheienalpdecke bezeichnet haben.

e) Das Flyschgebiet von Riedberghorn und Bolgen wird größtenteils von Oberzollbrücker Sandstein aufgebaut, der hier, im Gegensatz zum Schelpenkamm, plötzlich wieder in großer Mächtigkeit vorhanden ist. Die untergeordneten Vorkommen von Kieselkalcken betrachte ich als wahrscheinlich jüngere Einfaltungen (Obere Piesenkopfkalke; vgl. S. 110).

Solche treten zunächst hart am Klippenrande auf: von der W-Seite des Riedberghorn-S-Grates in den Kessel der Grasgerenalpe, weiter über den westlichen Bolgen-gipfel (P. 1687,1) bis auf die SO-Seite des Wannenkopfes sind sie zu verfolgen — im O namentlich mehrfach mit dem Sandstein verzahnt, ohne daß jedoch über das Wie? aus der größtenteils auf Lesesteinen basierten Kartierung Genaueres zu entnehmen wäre.

Das Einfallen ist in dieser Zone nur in dem Abschnitt vom Riedberghorn-S-Grat bis zum Bolgen-W-Gipfel (vorwiegend) konkordant zur Klippengrenze, d. h. um die Vertikale schwankend. Weiter W ist es teils (W-Fuß des Riedberghorns) flach auf die Klippe zu, teils (NO Obere Mittelalpe) steil von ihr weg gerichtet. Ebenso herrscht weiter O flaches (Aufschlüsse NO vom großen Konglomeratvorkommen, F 69) oder etwas steileres (großer Anriß am Eckschachen, F 71) Bergeinwärtsfallen.

Weiter N folgt eine große, einheitliche Sandsteinmasse, der die Gipfel des Riedberghorns und Wannenkopfs angehören; nur am Grat, der vom Bolgen gegen das Riedberghorn zieht, sind noch an einer Stelle Spuren von Kieselkalk zu finden (E 64), und entsprechend in der Fortsetzung am S-Grat des Riedberghorns (E 69). Das Einfallen ist in dieser Zone überall (soweit überhaupt erkennbar) steil, aber mit wechselndem Betrag. — Auf der N-Seite des Riedberghorns ist es allgemein gegen S bis SO gerichtet; und dort erscheinen (E 59, 56) auch wieder zwei Bänder von Kieselkalcken, deren höheres am N-Vorgipfel des Riedberghorns (P. 1755,0) vorbei ins Tal der Bolgenach (N vom Bolgen) zu verfolgen ist; dort schwillt es, in sich heftig gefaltet, am N-Fuß des Wannenkopfs zu fast $\frac{1}{2}$ km Mächtigkeit an.

Außerordentlich mangelhaft sind die Aufschlüsse auf der NO-Seite des Wannenkopfs: in den von mir begangenen Gräben war der Sandstein nur in großen Blöcken sichtbar, die keine Lagerung erkennen lassen (in F 73, 74 hypothetisch!). Weiter O bedecken Moränen das ganze Gehänge S der Bolgenach und die Talsohle. Erst in der Enge bei P. 1096 erscheint anstehender Oberzollbrücker Sandstein mit steil westlichem Einfallen (in F 77 parallel zum Streichen geschnitten!). Talabwärts bildet er steile Felshänge auf der Nordseite. Er enthält hier die S. 61 erwähnten Kalk- und Schiefereinschaltungen. In der Talsohle darunter ziehen die Ofterschwanger Mergel durch, stark gefaltet; gegen W nehmen sie ebenso wie der Sandstein steiles W-Fallen an. Zwischen beide Bildungen verlege ich die Grenze zwischen Bregenzerwald- und Scheienalpdecke; doch ist der Kontakt auch hier nicht sichtbar.

f) Die Gegend von Obermaiselstein. Oben wurde die Bolgenklippe verfolgt bis zu dem S-N verlaufenden Abschnitt des Schönberger Achantals. Damit ist jedoch ihr Ende noch nicht erreicht. Denn folgt man von Obermaiselstein dem Weg in dieses Tal, so trifft man noch auf seiner O-Seite gleich hinter den letzten Häusern anstehenden Feuerstätter Sandstein: einen mächtigen Felsklotz, der gegen N steil zur Weiler Ache abfällt (F 82). Er dürfte identisch sein mit dem »Gault«, den Mylius dort erwähnt (23, S. 63, 93). Indessen übertrifft seine Mächtigkeit die

des helvetischen Gault in unserem Gebiet um ein Mehrfaches, und es kommen in diesem Sandsteine des gleichen Typus erst weiter S vor. Aus beiden Gründen ist das Vorkommen als Feuerstätter Sandstein zu betrachten; auch Reiser hat es als solchen (in seiner Auffassung Flyschsandstein) angesehen (30, S. 22 Anmerkung 4).

Und tektonisch ist es durchaus getrennt von der helvetischen Kreide¹⁾. Denn ringsherum steht Flysch an: im S bereits dort, wo der Weg ins Tal der Schönberger Ache hinabsteigt; im O am Terrassenabfall N unter den Häusern von Obermaiselstein, flach S-fallend (F 83), ebenso gegenüber N der Weiler Ache; im NW, heftig gefaltet, bei P. 910 (F 81). Überall sind es die gleichen Ofterschwanger Mergelschiefer, und es ist keine Frage, daß wir die einzelnen Vorkommen über die kurzen trennenden Alluvial- und Moränenstrecken hinweg verbinden dürfen. O Obermaiselstein finden wir sie wieder an den Abfällen rings um den plateauartigen Hügel auf der O-Seite der Straße. Und erst unter diesen taucht östlich das flache Kreidegewölbe von Maderhalm²⁾ hervor (F 84). Es beginnt 800 m O von jenem östlichsten Feuerstätter Sandstein, genau in der streichenden Verlängerung der Bolgenklippe — kein Zweifel, daß es unter diese hineinstreicht.

So ist deren Auflagerung auf Flysch und helvetische Kreide hier am O-Ende noch einmal ganz deutlich.

g) Zusammenfassung. Die Schelpen-Nordklippe setzt O vom Balderschwanger Tal fort — ihr S-Teil mit dem Aptychenkalk in fast unveränderter Weise; der nördliche dagegen sehr reduziert. Reste von zwei tieferen Schuppen liegen an der Basis, deren untere mit jener vom Roten Gschlif identisch sein dürfte. — Gegen S überdacht die Klippe die Fortsetzung der aufgewölbten Unterlage des Hochschelpen; dabei ist aber ein geringmächtiger Flyschkeil (gegen O bis auf die S-Seite des Bolgen verfolgbar) hoch in jene hinaufgefaltet. S von ihm folgt die recht abweichend gebaute Faltenregion der Hörnlealpe: Scharf ausgewalzte Falten mit Kernen von Aptychenkalk, gegen N größtenteils flach liegend, im S an einem steil von oben hereintauchenden Stiel hängend. Dessen Fortsetzung ist der Aptychenkalk im Ränkertobel (die Falten sind hier zurückgeschwenkt); weiter O sticht er in die Luft und ist nur auf der SO-Rippe des Bolgen noch in einem winzigen Rest erhalten. N an diese Tauchfalte schließt sich im Ränkertobel und weiter O ein kompliziertes Falten- und Schuppensystem aus Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein; in diesem steckt auch der berühmte »Bolgengranit« als Block im Bolgenkonglomerat. — Weiter O bleibt zunächst nur eine verkehrte Schuppe übrig; erst am Sulzbach treten wieder weitere hinzu. Die S-Grenze der Klippe ist auf dieser östlichen Strecke meist durch flache Auflagerung auf den Flysch gekennzeichnet; die N-Grenze scheint steil und vielfach diskordant zu verlaufen, ist aber nirgends direkt sichtbar. Das östliche Ende der Klippe bildet der Feuerstätter Sandstein bei Obermaiselstein, unter den von drei Seiten der Flysch einfällt.

N von der Klippe und anscheinend vielfach (tektonisch) diskordant zu ihr baut größtenteils Oberröllbrücker Sandstein die Gipfel des Riedberghorns und Bolgen auf, mit einzelnen Einfaltungen von (oberem?) Piesenkopfkalk; er gehört zur Scheienalpdecke. — Im S bildet die tiefere helvetische Kreide drei Gewölbe: das Besler-, Schwarzenberg- und das Gewölbe von Maderhalm, von denen jeweils

das nördlichere weiter im O beginnt (wie das auch im Gebiet des Piesenkopfs der Fall ist); das zuletzt genannte tritt O unter dem Klippenende hervor. Über dem Senon- und Flyschmantel dieser Kreidefalten liegt die Scheienalpdecke mit Seewerkalk (lokal), Couches rouges und Scheienalpmergeln sowie Flyschsandstein und -kalk. In stark reduzierter (gegenüber dem Schelpen- und Piesenkopfgelbiet) Entwicklung reicht sie in die Aufwölbung der Klippenunterlage, W der Hörnlealpe, hinein; weiter im O geht die Reduktion noch weiter, dort ist sie nur mehr durch einzelne Kreidefetzen (neben Flysch) vertreten. — Noch einen höheren Schubfetzen, unmittelbar unter der Klippenbasis, bildet der »Wildflysch« im Ränkertobel.

II. Tektonische Zusammenhänge.

1. Die helvetische Tektonik.

In der helvetischen Tektonik ist streng zu unterscheiden zwischen den Falten der »tieferen« Kreide auf der einen Seite — auf der andern den weitgehend selbständig bewegten Senon- und Flyschbildungen.

a) Die Falten der tieferen Kreide gehören jener tektonischen Einheit an, die von Richter als Bregenzerwalddecke bezeichnet wird. Nach E. Blumer (43), dessen Darstellung neuerdings von Arn. Heim (63) bestätigt wird, entsprächen sie dem südlichsten Gewölbe des Säntis-Faltenbündels, das im O immer weiter nach N über die anderen Säntisfalten übergreift, sich als Teildecke — Hochkastendecke — von der Säntisdecke abzweigend; ihre im O an Selbständigkeit zunehmenden Detailfalten seien die Vorarlberger Kreidefalten.

Von einer deckenförmigen Überschiebung der Vorarlberger Kreide ist nun freilich in dem untersuchten Gebiet wie überhaupt östlich des Rheins nichts zu sehen. Nichtsdestoweniger ist sie nicht zu bezweifeln: es ist undenkbar, daß die Fortsetzung der gleichen Kreide, die in der Schweiz 45 km weit aus S herübergeschoben ist, hier in Vorarlberg plötzlich autochthon sein soll. Dagegen besteht keine Notwendigkeit, die Beträge der Überschiebung ebenso groß anzunehmen. Es ist vielmehr bereits in den tieferen helvetischen Decken O der Linth eine erheblich stärkere östliche Schubkomponente zu erkennen als weiter im W (41). Das läßt sich so deuten, daß die helvetische Wurzelzone am Rhein — ob primär oder sekundär, ist eine Frage für sich — nach NO abgebogen ist: daß sie, mit andern Worten, die große Alpenbeugung mitmacht. Teilweise scheint das ja nach St. Müller (68) auch bezüglich der Kreidefalten der Fall zu sein, wenn ich auch der Auffassung bis jetzt nicht zustimmen kann, daß die nördliche Flyschzone Vorarlbergs der Wildhauser Mulde, mithin die Gesamtheit der Vorarlberger Kreidefalten der Alviergruppe entspreche.

Indessen kann hier auf diese Fragen nicht weiter eingegangen werden; wesentlich ist für uns nur, daß die helvetische Kreide des Untersuchungsgebiets als ortfremde Decke aufgefaßt werden muß. Darüber dürfte ja heute unter der großen Mehrzahl der Alpengeologen Einmütigkeit herrschen.

Innerhalb dieser Bregenzerwalddecke lassen sich die helvetischen Falten unseres Gebietes unter sich zu einer engeren Gruppe — gewissermaßen einer Falte höherer Ordnung — zusammenschließen. Nicht ein Deckenkontakt, sondern eine aufrechte, tief eingefaltete Synklinale: die Rohrmooser Mulde (vgl. S. 165) trennt sie von den südlich anschließenden Falten des Ifenstockes, die ebenfalls unter sich zu einer »Falte höherer Ordnung« vereinigt sind. Diese letzteren sind meist ausgesprochen unsymmetrische bis scharf nach N übergelegte Gewölbe. Der Steilabfall der Gottesackerwände gegen das Hirschgundental erschließt sie in großartiger Weise — er bietet eines der eindrucksvollsten geologischen Bilder, die mir aus den Alpen überhaupt bekannt sind. Doch fällt ihre nähere Untersuchung außer-

¹⁾ Den von Mylius a. a. O. angegebenen Schrattekalk auf dem Rücken S unseres Vorkommens konnte ich nicht finden; vielleicht hat er Blöcke in den dortigen Moränen für anstehend betrachtet.

²⁾ Dieser Name scheint mir für das in Rede stehende Gewölbe geeigneter als der von Richter (37, S. 41) gebrauchte: »Gewölbe von Obermaiselstein-Schöllanger Burg«; denn erstens ist dieser zu langatmig und zweitens liegt der Ort Obermaiselstein schon nicht mehr auf dem Kreidegewölbe.

halb des Rahmens dieser Arbeit; sie wäre eine in mancher Hinsicht äußerst dankbare Aufgabe für sich.

Die nördliche »Falte höherer Ordnung« umfaßt — innerhalb des untersuchten Gebietes bzw. an dessen Rande — die folgenden Faltengewölbe: 1. Das Fugenbachgewölbe; 2. das — in den Scheinwänden deutlich nordwärts überliegende — Gauchenwändegewölbe; 3. das Beslergewölbe; 4. das Schwarzenberggewölbe; 5. das Gewölbe von Maderhalm; 6. das Toniskopfgewölbe. Mit Ausnahme des letztgenannten befinden sich alle am sichtbaren N-Rand der helvetischen Kreide, und zwar in der Weise gestaffelt, daß jeweils das östlichere Gewölbe sich nördlich an das vorhergehende anschließt, bzw. es ablöst (vgl. S. 160 u. 196). Auch außerhalb unseres Gebiets scheint sich die Reihe noch in gleicher Weise verlängern zu lassen: Das Gewölbe von Rubach (S Sibratsgfäll) scheint südlich die dort verschwundene Fugenbachfalte abzulösen (falls es sich nicht noch als deren unmittelbare Fortsetzung herausstellen sollte); und wenn man will, kann man auch im NO den Grünten als weiteres, freilich durch einen großen Sprung getrenntes Glied anschließen — womit freilich dessen fazielle Entwicklung nicht harmoniert, die vielmehr auf südlichere Herkunft zu weisen scheint (vgl. 61).

Die einzelnen Gewölbe stehen aufrecht, meist mit schwacher Asymmetrie: die N-Schenkel sind die steileren. Nur bei der Gauchenwändefalte verstärkt sich diese bis zum ausgesprochenen Überliegen gegen N, an den Scheinwänden (vgl. S. 158). Sie streichen in der Hauptsache O-W mit nur geringen Abweichungen. Die weitaus größte bietet wiederum die Gauchenwändefalte, die in ihrem östlichen Teil bis zu 60° W-Streichen aus der allgemeinen Richtung herausgedreht ist (vgl. S. 157).

Dieses O-W-Streichen der einzelnen Falten — auch die Rohrmooser Synklinale wird von ihm beherrscht — steht in auffälliger Divergenz zu dem gegen NO abweichenden Verlauf des (sichtbaren) Kreide-N-Randes. Sie bedingt, daß unsere nördliche »Falte höherer Ordnung« gegen O immer breiter wird, sich in immer mehr Einzelgewölbe auflöst: im W umfaßt sie nur das einzige Fugenbachgewölbe, während gegen das Illertal vier Gewölbe ausstreichen.

Noch größer ist die Divergenz gegenüber der ONO-streichenden Flysch-Molassegrenze.

Die Dimensionen unserer Kreidefalten sind verhältnismäßig gering. Der Krümmungsradius des Gauchenwändegewölbes beträgt zwischen 50 und 200 m, des Fugenbachgewölbes ungefähr 250 m (die anderen dürften ähnliche Zahlen liefern, sind aber im Bereiche ihrer vollen Entwicklung nicht hinreichend untersucht). Demgegenüber können z. B. an den südlichen Säntisfalten (nach den Profilen in 56) Krümmungsradien von 300 bis 400, ja 600 m gemessen werden. Man wird diese Differenz wohl mit der in unserem Falle erheblich geringeren Mächtigkeit der faltentragenden Schicht: des Schrattekalks, in Verbindung bringen dürfen (Sanders Regel der Stauchfaltengröße!).

Aber auch im Streichen ist die Ausdauer der Falten z. T. verhältnismäßig gering. Die Gauchenwändefalte ist wenig über 3 km O von der Stelle ihrer stärksten Ausprägung (Scheinwände) bereits fast ganz ausgeklungen. Das Gewölbe von Maderhalm ist eine Aufbuckelung, deren Längserstreckung noch nicht das Doppelte des Querdurchmessers erreicht; auch für die Fugenbachfalte scheint Ähnliches zu gelten, doch sind hier wegen der starken Eindeckung mit jüngeren Schichten die Dimensionen nicht sicher festzustellen. — Ich möchte vermuten, daß auch für diese geringe Längserstreckung der Falten die gleiche Ursache verantwortlich zu machen ist: die geringe Mächtigkeit des Schrattekalks.

Im Prinzip aber gleicht unsere Kreidetektonik weitgehend der schweizerischen. Der steife, spröde Schrattekalk macht dieselben (relativ) bruchlosen Umbiegungen wie dort (z. B. Gauchenwände); und Profile wie etwa jenes der »Faltenkaskade« des Ifenstocks (vgl. Abb. 12) können ohne weiteres verglichen werden mit analogen

Faltenbildern vom Vierwaldstätter See. Man ersieht daraus, daß für deren Zustandekommen das Übersteigen einer hohen Schwelle: des Aarmassivs; nicht erforderlich ist; denn in unserem Falle ist eine solche nicht zu erkennen, im Gegenteil steigt die Kreide des Ifenstocks von S aus einer tiefen Versenkung unter den ostalpinen Decken hervor. Auch zu einem Aufbränden in der Stirnregion kommt es hier nicht — aus dem einfachen Grunde, weil die Brengenerwalddecke nicht weit genug nach N vorgerückt ist, um an der Molasse emporbränden zu können. Weiter NO, im Grünten, geschieht dies wieder in schönster Weise.

Im übrigen ist jedenfalls anzunehmen, daß die Entstehungsbedingungen unserer helvetischen Falten analoge waren wie in der Schweiz: daß vor allem eine ansehnliche Belastung dabei mitwirkte (vgl. S. 207 f.); ohne sie wäre die weitgehende Falbarkeit eines so spröden Gesteins wie der Schrattekalk nicht denkbar.

Nicht im Widerspruch mit dem zuvor Gesagten steht die Existenz zahlreicher Brüche, die ganz ebenso wie in der Schweiz die Kreidefalten durchsetzen; aber ebenso, wie es dort die Regel, ist ihre Bedeutung zumeist eine sehr untergeordnete. Sehr viele verdanken es nur der geringen Mächtigkeit von Gault und Seewerkalk, wenn sie überhaupt zur Beobachtung kommen.

Die bedeutenderen Brüche lassen sich in mehrere Gruppen ordnen:

a) Querbrüche. Dahin gehören die verschiedenen kleinen Brüche im O-Abschnitt des Gauchenwändegewölbes, die im wesentlichen eine vertikale Verstellung des Gewölbescheitels zur Folge haben, an einer Stelle in Gestalt eines kleinen grabenförmigen Einbruches (vgl. S. 157). Sie sind aufzufassen als Ergebnis eines Zuges in der Streichrichtung, der wohl im Zusammenhang mit der bogenförmigen Krümmung der Falte aufgetreten ist — wie das ja auch in ähnlichen Fällen von den Schweizer Geologen angenommen worden ist. Sie wären demnach gleichzeitig mit der Faltung entstanden. Das ist auch theoretisch gut denkbar, da die Zerreißfestigkeit der Gesteine um ein Mehrfaches unter der Druckfestigkeit bleibt; es konnte also sehr wohl gleichzeitig bruchlose Zusammenbiegung und Zerreißung in der Richtung quer dazu stattfinden.

β) Blattverschiebungen sind auf ungleiche Vorwärtsbewegung verschiedener Teile der Falte (ev. wegen ungleichen Widerstandes) zurückzuführen. Das bedeutendste Beispiel in unserem Falle ist jene am Scheinalpwasserfall (vgl. S. 157); sie schiebt den östlichen Teil des Gauchenwändegewölbes gegenüber dem westlichen um ca. 150 m gegen NO vor. An ihr läßt sich die Gleichzeitigkeit wenigstens ihrer ersten Anlage mit der Faltung gut nachweisen; denn deren Charakter verändert sich gerade an jener Stelle in auffälliger Weise: östlich von ihr steht die Falte aufrecht und streicht WNW, westlich liegt sie gegen N über und streicht O-W (vgl. S. 158).

γ) Längsbrüche treten in größerer Anzahl auf im S-Schenkel der Gauchenwändefalte in deren O-Hälfte. Besonders bedeutsam sind die Sprünge, die ihren Scheitel südlich fast unmittelbar begleiten und das merkwürdige Profil der Falte bedingen: sie sieht aus, als ob ihr gewissermaßen der Rücken von einer schweren Last eingedrückt worden wäre (vgl. B 50). An der Blattverschiebung beim Wasserfall scheinen diese Sprünge ihr Ende zu finden — sie sind also gleich alt oder jünger als jene. Parallel dazu läuft eine Anzahl weiterer Verwerfungen (besonders B 52); sie bedingen im ganzen ein staffelweises Absinken des Südschenkels. Doch kommt es auch zur Bildung kleiner Gräben (B 52). Dahin gehört insbesondere auch das merkwürdige Bild in B 53, wo zwischen Gauchenwände- und Toniskopfgewölbe ein schmaler Keil zwischen zwei grabenförmigen Einsenkungen stehengeblieben ist — ein typisches Zerrgrabenprofil¹⁾. Solche Beispiele zeigen klar, daß diese

¹⁾ Vgl. H. Quiring, Die Entstehung der Schollengebirge. Zt. deutsch. geol. Ges. 65, 1913, S. 442.

Brüche ebenfalls auf Zerrung zurückgeführt werden müssen — aber diesmal in der Richtung des Querprofils. Das schließt aus, daß sie mit der Zusammenbiegung der Gauchenwändefalte gleichzeitig entstanden sind — Druck und Zug in der gleichen Richtung sind nicht gleichzeitig denkbar. Wohl aber nacheinander, und so möchte ich als das Wahrscheinlichste annehmen, daß diese Längsbrüche entstanden sind als die Aufbiegung der Gauchenwändefalte selbst bereits zum Stillstand gekommen war, während in der Tiefe noch Bewegung gegen N weiterdauerte. Die nicht mehr selbständig bewegten Deckschichten wurden als starre Scholle mitgeschleppt wie Eisschollen auf dem Wasser; und man kann es leicht verstehen, wenn sie hierbei in Stücke brachen. Dabei wird man sich aber das Ausmaß dieser letzten Bewegung gar nicht groß vorzustellen haben; ist doch auch der Betrag der Zerrung, wie sie in den verschiedenen Längsbrüchen zum Ausdruck kommt, recht bescheiden, ziffernmäßig höchstens in Zehnern von Metern auszudrücken.

δ) Das Bruchfeld der Weißensteinalpe (vgl. S. 158) setzt sich zusammen aus Brüchen verschiedenster Richtung, die zu der Faltung in keinerlei Beziehung stehen. Das geht schon daraus hervor, daß sie in der Richtung gegen den Faltenscheitel ausklingen. Die auch hier mehrfach auftretenden schmalen Gräben machen Entstehung unter Zerrung wahrscheinlich. Näheres läßt sich jedoch mit Sicherheit nicht sagen. Vielleicht ist auch dieses Bruchfeld das Ergebnis einer Bewegungsphase jünger als die Bildung der Falte, ähnlich wie das oben unter γ ausgeführt wurde.

An den bisher besprochenen Kridefalten beteiligt sich außer der »tieferen« Kreide auch Senon und Flysch, jedoch nur als ein geringmächtiger Mantel. Der größte Teil der Senonschichten unseres Gebietes steht nicht in direktem stratigraphischem Verband mit der tieferen Kreide; sie bilden vielmehr eine selbständige Decke.

b) Die Scheienalpdecke. Sie besteht nur aus Senon (Couches rouges und Scheienalpmergel) und lokal geringen Spuren von Seewerkalk sowie Flyschgesteinen (besonders Piesenkopf- und Schelpenkalke und Oberzollbrücker Sandstein). Ihr Bau ist der einer stark laminierten Deckfalte: Das (im allgemeinen) älteste vorhandene Glied, die Couches rouges liegen im Kern, unter- wie überlagert von Scheienalpmergeln. Dabei sind die ersteren vielfach im Streichen abgerissen, an anderen Stellen dagegen wiederholen sie sich mehrfach (bis viermal; Gegend des Schaffitzerbaches). Diese Wiederholungen sind wenigstens teilweise auf S-förmige Zusammenstauchung zurückzuführen (Riesenkopf), zum Teil vielleicht auch auf Schuppung. Im ganzen aber zeigt die Scheienalpdecke ausgesprochene »Walztektonik«, deren Entstehung durch das fast durchweg hochplastische, mergelig-schieferige Material in hohem Grade begünstigt war.

Die trennende Flyschzone an der Basis der Scheienalpdecke besteht nur aus einer Reihe von Linsen: Untere Gauchtalpe, S P. 1448, Rindbachalpen, Hugen, Oberer Scheienbach?, Unter der Schwandalpe, Gräben östlich Hirschgund? Noch zusammenhangloser ist die entsprechende Reihe im O: O Untere Hörnlealpe, NW P. 1342?, Rohrmooser Tobel. Nur im Tal der Schönberger Ache wäre jener Flysch zusammenhängend sichtbar, dafür reduziert sich dort die Kreide der Scheienalpdecke auf einzelne Linsen. Auf den zwischenliegenden, an Länge weit überwiegenden Strecken ist direkt keine Grenze zu ziehen, da Scheienalpmergel auf Scheienalpmergel zu liegen kommen und die zu erwartenden Quetschzonen (dergleichen es aber auch an vielen anderen Stellen, sowohl innerhalb der Scheienalpdecke wie der Unterlage gibt!) nur selten aufgeschlossen sind. Die Existenz der Scheienalpdecke ist aber auch auf diesen Strecken gesichert durch das Fortstreichen ihrer Couches-rouges-Kerne über Scheienalpmergeln.

Die Scheienalpdecke ist nach S bis in das Rohrmooser Tal zu verfolgen. Sie taucht dort nördlich unter der Rohrmooser Klippe hervor. Gegen N übersteigt sie die nördliche »Falte höherer Ordnung« — wobei sie aber über dem

Scheitel der Gauchenwändefalte auf Null reduziert wird (vgl. später S. 208). N über deren Stirn herabgefaltet, ist sie auf der O-Seite des Schelpenkammes in bedeutende Falten gelegt. Sie endet dort an der Einfaltung der Schelpen-N-Klippe. Gegen W taucht sie rasch — anscheinend mit einer Art Querflexur (vgl. S. 120 f.) — unter Flysch, so daß im Lappachtal keine Kreide mehr zum Vorschein kommt. — O vom Balderschwanger Tal setzt sie mit abnehmender Mächtigkeit fort; im Tal der Schönberger Ache ist sie nur mehr in Gestalt von geringmächtigen Fetzen nachweisbar.

Es wurde bereits einleitend darauf hingewiesen, daß die Scheienalpdecke nicht, wie ich ursprünglich glaubte, unterostalpinen, sondern helvetischen Ursprungs ist. Es erhebt sich nunmehr die Frage: ist sie eine aus der Rohrmooser Mulde herausgeschürfte obere Verzweigung der Bregenzerwalddecke, oder ist sie eine selbständige Decke südlicheren, ultrahelvetischen (55) Ursprungs?

Eine vorläufige Antwort auf diese Frage wurde bereits an anderer Stelle (39) im zweiten Sinne gegeben: die Couches-rouges-Fazies des Senons tritt auch weiter S; im Walsertal, in einer höheren, durch Flysch von der Bregenzerwaldkreide geschiedenen Serie auf (ebenso nach Arnold Heim (63) an der Hohen Kugel). Es liegt am nächsten, sie mit unserer faziell gleichartigen Scheienalpdecke zu verbinden. Eine endgültige Entscheidung darüber kann freilich wohl erst die Neuuntersuchung des Ifenstockes vielleicht erbringen.

c) Das nördliche Flyschgebiet. Sowohl die Bregenzerwalddecke als die Scheienalpdecke tragen innerhalb des Untersuchungsgebiets über ihrer Kreide nur minimale Mächtigkeiten von Flysch. Ausnahmen sind nur im Schönberger Achtental sowie in der Gegend des westlichen Untertauchens der Scheienalpdecke festzustellen. Die Hauptmasse des Flyschs aber liegt in riesiger, viele Hunderte, ja wohl Tausende von Metern betragender Mächtigkeit im N ohne sichtbare Kreideunterlage. Erst N der Kartengrenze, im Ostertal, kommt diese zum Vorschein; sie und damit auch die Hauptmasse des Flyschs gehört der Scheienalpdecke an (vgl. 39).

Eine Erklärung dieser Verhältnisse, insbesondere des enormen Mächtigkeitsunterschiedes, kann erst später, im Anschluß an die Klippentektonik, versucht werden (S. 208). Hier seien nur einige Worte der inneren Tektonik des Flyschgebietes gewidmet.

Dieselbe läßt in vorzüglicher Weise den Einfluß von Materialunterschieden erkennen: Wo die dünnschichtigen Piesenkopfkalke usw. herrschen, ist heftigste Faltung an der Tagesordnung, während der steife, dickbankige Oberzollbrücker Sandstein ruhige, großzügige Lagerung zeigt. Auch die Entstehung der bedeutendsten Scherfläche innerhalb des Flyschgebietes, im Krineggatal usw. (vgl. S. 118) wurde auf diesen Gegensatz zurückgeführt und als Ablösung eines Faltenstockwerks aufgefaßt. Keinesfalls hat sie die Bedeutung einer Deckengrenze, da sie gegen O ausklingt; eine solche ist in dem kartierten Abschnitt des Flyschgebietes überhaupt nirgends mehr nachweisbar.

Auf die problematische tektonische Bedeutung der verschiedenen Züge von »Oberem« Piesenkopfkalken im Oberzollbrücker Sandstein wurde bereits hingewiesen (S. 110). Wahrscheinlich handelt es sich um zerdrückte und meist heftigst in sich gestörte synklinale Einfaltungen.

Die Nordgrenze des Flyschs gegen die Molasse ist weder innerhalb des Kartengebietes, noch in seiner Nachbarschaft irgendwo unmittelbar aufgeschlossen. Im ersteren liegt sie unter den riesigen Alluvialbildungen des Balderschwanger Tales. Wie ihr Verlauf im großen zeigt, kann es sich nur um eine sehr steil geneigte Aufschiebungsfläche handeln.

2. Die Tektonik der Klippen.

Im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, welche im Bregenzer Wald nur die Vorkommen von Aptychenkalk als Klippen gelten ließ (nur Mylius (23) macht eine Ausnahme, vgl. später S. 205), habe ich deren Umfang wesent-

lich erweitert durch Zuweisung der vom Flysch abgegliederten Junghansenschichten und des Feuerstätter Sandsteins. Eine große tektonische Trennungsfläche verläuft zwischen ihnen und dem helvetischen Flysch mit (im großen) beiderseitiger tektonischer Diskordanz: von der einen Seite treten bald Aptychenkalk, bald Junghansenschichten, bald Feuerstätter Sandstein an diese Grenze heran, von der anderen ganz verschiedene Flyschglieder, lokal auch helvetisches Senon. Das zeigt, daß hier keine normale Auflagerungsgrenze bestehen kann — ganz unabhängig von der Altersstellung, die man den einzelnen Schichtgliedern sowohl der Klippen als des Flyschs zuerkennt. Im einzelnen Aufschluß herrscht wohl zumeist Konkordanz; allein nichts widerspricht der Auffassung, daß dieselbe sekundär, durch Umstellung der Schichtflächen in die Gleitrichtung zustande gekommen ist. Im Gegenteil steht mit dieser Auffassung in vollem Einklang die Tatsache, daß überall, wo diese Grenzfläche hinreichend aufgeschlossen ist, Quetschzonen von oft großartiger Entwicklung ihren Verlauf kennzeichnen. Es sei diesbezüglich nur an die oben beschriebenen Erscheinungen auf der Westseite des Lappachtales (S. 119) im Lenzengraben (S. 156), im Ränkertobel (S. 193) u. a. erinnert.

die von mir (39) als lokal aufgefaßten Quetschzonen an der Basis des Oberzollbrücker Sandsteins im Ostertal als Grenze gegen die helvetische Unterlage zu betrachten wären. — Im Gebiete des Feuerstätterkopfs hingegen sind die tatsächlichen Befunde in grellem Widerspruch mit der hier diskutierten Hypothese: wenn man auch allenfalls die Sandsteine im Liegenden der Klippen an deren verkehrte Schichtfolge als weiteres Glied anschließen könnte, so bleibt doch immer die unauflösliche Verbindung des Sandsteins mit der Balderschwanger Mergelgruppe (im Lappachtal; vgl. S. 61) ein unüberwindliches Hindernis — man müßte denn auch die letztere noch an die Klippen anschließen, womit glücklich der gesamte Flysch ostalpin wäre! — Ist somit jene Hypothese für das Gebiet des Feuerstätterkopfes ab absurdum geführt, so wäre sie für das Riedberghorn-Bolgenregebiet nur aufrechtzuhalten, wenn man annimmt, daß der Oberzollbrücker Sandstein beiderorts nicht das gleiche wäre — eine zu unwahrscheinliche Annahme, als daß sie ernsthaft in Betracht kommen könnte.

Unsere Klippen liegen, wie aus der Detailbeschreibung hervorgeht (vgl. auch das Sammelprofil Abb. 12), teils über den Kreidefalten der Bregenzerwaldecke (Rohrmooser-, Biechtalpen-, Piesenkopfklipe), zum größeren Teil liegen sie vor deren N-Rand, ja teilweise auch vor jenem der Kreide

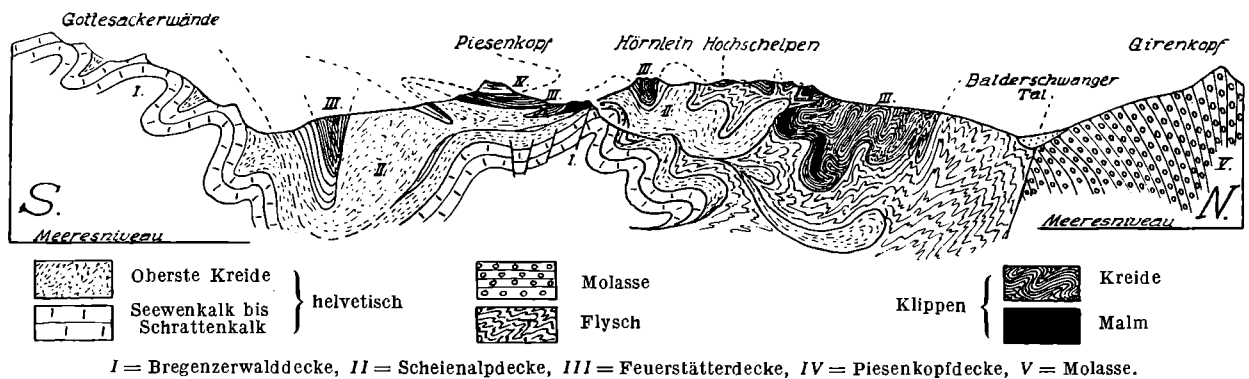


Abb. 12. Sammelprofil durch die Balderschwanger Klippenzone, theoretisch ergänzt. 1:70 000 ca.

Die Zusammenfassung von Junghansenschichten und Feuerstätter Sandstein mit dem Aptychenkalk zu einer tektonisch einheitlichen Serie und ihre Abtrennung vom Flysch ist demnach gerechtfertigt und bleibt bestehen, auch wenn Fossilfunde die hier angenommene Altersstellung jener Schichtglieder als irrtümlich erweisen sollten.

In Erwägung zu ziehen ist jedoch noch folgende Möglichkeit. Richter trennt den Oberzollbrücker Sandstein als helvetischen Flysch von den Flyschsandsteinen (»Reiselsberger Sandstein«) des östlichen Allgäus und Oberbayerns, die er als ostalpin betrachtet. Nun scheint mir auf Grund der Beschreibung, die Richter von dem Reiselsberger Sandstein gibt, ein lithologischer Unterschied nicht zu bestehen; und es ist mir noch recht fraglich, ob jene Trennung zu Recht besteht (Richter selbst vermutet ja auch das Vorkommen von Klippen seines Reiselsberger Sandsteins W der Iller; vgl. dazu oben S. 61). Wie wäre es nun, wenn (auch im Gegensatz zu Richters Annahme) auch unser Oberzollbrücker Sandstein ostalpin wäre? Östlich der Bolgenach wäre der Fall ganz gut denkbar: der Oberzollbrücker Sandstein (samt seinen Einschaltungen von Oberen Piesenkopfkalken) würde zum stratigraphischen Hangenden der Bolgenklippe; allerdings müßte man wohl eine Diskordanz an seiner Basis annehmen. Tatsächlich scheint ja auf der Strecke vom S-Abfall des Wannenkopfs bis nördlich vom Sulzbach der Oberzollbrücker Sandstein die Gesteine der Klippenzone zu überlagern (vgl. oben S. 196 und Profilserie F), wenn auch gerade hier der Kontakt nirgends zu sehen ist. Die Quetschzonen zwischen Junghansenschichten und Oberzollbrücker Sandstein im Ränkertobel (vgl. S. 193) wären dann nur von lokaler Bedeutung, während umgekehrt

der Scheienalpdecke und damit N von aller helvetischen Kreide überhaupt. Bis auf kaum mehr als 1 km Abstand von der Molassegrenze rücken sie (am Gelbhansekopf) nach N vor. In dieser Lage finden sie sobald kein Analogon in den Alpen. Denn der lange Klippenbogen, der den schweizerischen Alpenrand begleitet, hält sich durchaus innerhalb der äußersten Kreidekette; nur dem lokalen Versinken und wahrscheinlich Längsreißen der letzteren zwischen Auberger und Rigihochfluh ist es zuzuschreiben, wenn N von den Mythen keine helvetische Kreide mehr sichtbar ist. Erst wieder W vom Thuner See dringen die romanischen Decken der Freiburger Alpen — die ja eine Klippe in vergrößerten Ausmaßen darstellen — bis an den Alpen-N-Rand vor, so wie es im kleinen unsere Klippen tun.

Es wurde vorhin gezeigt (S. 198), daß das im allgemeinen ostwestliche Streichen der helvetischen Kreidefalten in ausgesprochenem Gegensatz steht zu dem ONO gerichteten des Alpenrandes. Bemerkenswerterweise finden sich nun in den Klippen beide Streichrichtungen vertreten: Die Feuerstätterkopf-N-Klippe streicht 70° O, während in der Bolgen-Schelpen-N-Klippe, ebenso in der Rohrmooser und Hörnleinklippe, O-W-Streichen im ganzen herrscht (in den andern Klippen kann von einem generellen Streichen nicht gesprochen werden).

Geht man nun in der Richtung dieses — gerade im O (Bolgen!) sehr gut ausgeprägten — O-W-Streichens gegen O weiter, so trifft man den oberostalpinen Überschiebungsrand, und zwar gerade an einer sehr merkwürdigen Stelle: nämlich dort, wo die Schubsetzen der Retterschwangdecke unter ihn hineinstecken. Ihnen wurden bereits von Rothpletz (12) unsere Klippen an die Seite gestellt.

Daß tatsächlich, auch abgesehen von dem zu jener Zeit allein bekannten Aptychenkalk, zwischen den beiderseitigen sedimentären Schichtfolgen manche Anklänge bestehen, wurde bereits ausgeführt (vgl. S. 14); und auch die vorhandenen Unterschiede sind nicht derart, daß sie ein ernstliches Hindernis für die Annahme eines nahen Zusammenhanges bedeuten würden. Wir sind also wohl berechtigt, Feuerstätterdecke und Retterschwangdecke, wenn vielleicht auch nicht gerade für tektonisch identisch, so doch jedenfalls für gleicher Abstammung zu erklären.

Nach Gumbels Karte (6) schien als verbindendes Glied zwischen beiden Teilen noch ein kleines Vorkommen von Aptychenkalk auf dem Westabfall des Entschenkopfes zu existieren. Ich habe dasselbe einen Tag lang vergeblich gesucht. Reisers seither erschienene Arbeit (30) klärt den Fall auf: es handelt sich um eine Verwechslung von roten Flyschschiefern mit Aptychenkalk.

Daß auch weiter SW am Ostalpenrand in einzelnen Aptychenkalkvorkommen noch Reste der Retterschwangdecke vorliegen dürften, wurde bereits früher erwähnt. Aber auch andere Gesteine sind möglicherweise dahin zu stellen. So erwähnt Richter (37, S. 44; 75a, S. 760) unterostalpine Schubfazies aus dem Warmatsgundtal; »mächtige schwarze Schiefer unsicherer Stellung (Kreide?)« legen den Verdacht auf Junghansenschichten nahe. Ferner stehen im Faltenbachtobel bei Oberstdorf über Richters (29) Flyschkalkzone schwarze sehr verdrückte Schiefer an, in horizontaler Lage; der unmittelbare Kontakt ist durch Moräne verhüllt. Diese Schiefer enthalten einzelne Einlagerungen von braunen, dünnblättrigen, sandig-glimmerigen Schiefen sowie von dunkelgrünen Quarziten in dünnen Bänken. Das Ganze erinnert sehr an Junghansenschichten, die keine gröber klastischen Einschwemmungen erhalten haben. Darüber liegt hellgrüner, quarzitischer Sandstein in dicken massigen Bänken — ununterscheidbar von Feuerstätter Sandstein. Auf der S-Seite des Tobels sieht man noch höher, knapp unter dem überschobenen Hauptdolomit, braunen Glimmersandstein in massigen Felsen, rings von Schutt umgeben. — Ähnliche grüne Quarzitsandsteine sind auch am Gehänge N des Faltenbachtobels als auffällige Leiste bei etwa 1100 m entlang zu verfolgen. Oberhalb Breitenberg stehen darüber in einem Graben wieder schwarze und grüne, z. T. gefleckte Schiefer an, wie sie ganz ebenso auch in den Junghansenschichten vorkommen; auch einzelne Quarziteinlagerungen fehlen nicht. Stellenweise sind sie ganz zerdrückt, von zahlreichen Rutschflächen durchsetzt. Ihre Mächtigkeit beträgt 60 bis 70 m; darüber folgt nochmals der grüne Quarzitsandstein. — Der Verdacht liegt nahe, daß in den erwähnten Gesteinen (abgesehen wohl von jenem Glimmersandstein, der als einwickelnder Oberzollbrücker Sandstein aufgefaßt werden könnte) nochmals Feuerstätterdecke vorliegt. Allerdings soll nicht verschwiegen werden, daß ähnliche Quarzitsandsteine nicht nur als exotische Blöcke, sondern auch als regelmäßig eingeschaltete Bänke einen untergeordneten Bestandteil des liegenden Flysch im Faltenbachtobel (und auch anderwärts) bilden, so daß die Möglichkeit nicht auszuschließen ist, daß auch jene kompakten Massen solcher Gesteine mit diesem Flysch stratigraphisch und tektonisch verknüpft sind (mit den mächtigen, gutgebankten dunklen Quarziten im Flysch des Reichenbachtobels haben sie dagegen keine Ähnlichkeit!). Nur ganz genaue Detailaufnahmen in großem Maßstabe werden zu einer Entscheidung dieser und mancher anderen Frage führen.

Daß auch in ähnlichen, von Reiser (30) erwähnten Glaukonitsandsteinen und -quarziten am ostalpinen Rand in der Hindelanger Gegend möglicherweise nochmals Gesteine unserer Klippen vorliegen, habe ich an anderer Stelle (36, S. 275) bereits betont; ebendort wurde auch ein Vorkommen von (vermutlich) Bolgenkonglomerat aus der gleichen Gegend kurz besprochen. Jetzt ist noch ein östlicherer Fund hinzuzufügen: Richter (75a) hat südlich der Vils (W der Bläsimühle) zwischen ostalpinem Cenoman

und Reisersberger Sandstein »mittelkörnige quarzitisches Glaukonitsandsteine« gefunden, die er »am liebsten für helvetischen Brisandstein« halten möchte. Wenn aber der Gesteinscharakter mit dem des Brisandsteins übereinstimmt, so ist in bezug auf den Feuerstätter Sandstein ein gleiches der Fall (vgl. oben S. 9); und es liegt hier am Ostalpenrande viel näher eine Einschuppung von solchem anzunehmen als von Brisandstein, da in diesem Fall die Abwesenheit anderer stratigraphisch höherer helvetischer Gesteine Schwierigkeiten macht.

Die innere Tektonik der Klippen läßt wenig durchgreifende Gesetzmäßigkeiten erkennen. Teils herrscht verkehrte Lagerung auf größere Erstreckung (Feuerstätterkopf-Hauptklippe S. 114f.) und mehr oder minder regelmäßige Tauchfalten (Feuerstätterkopf-N-Klippe, S. 116; Ränker-tobel, S. 193), teils normale, wenn auch kompliziert in sich und mit der Umgebung verfaltete Schichtfolgen (Schelpen-N, S. 122 f.; Piesenkopfklippe, S. 160 f.), teils verhältnismäßig großzügig verbogene Schichtplatten (Feuerstätterkopf-Hauptklippe), teils vielfach übereinandergetürmte, scharf ausgewalzte Falten (Hörnlealpe, S. 165 f.) oder Schuppenpakete (Bolgenzug, S. 194f.). Vielfach sind laminierte Schuppen an der Basis vorhanden, die auch wieder normal (Rotes Gschlif, S. 123; Stelzenwald, S. 165) oder verkehrt (Feuerstätterkopf, S. 114, 116 u. a.) gelagert sein können. Die innere Tektonik kann in Harmonie sein mit der äußeren Begrenzung der Klippe (Hörnlein, S. 120) oder nicht (Bolgenzug, S. 195 f.).

Man kann demnach sagen: Die wichtigste Gesetzmäßigkeit, die den inneren Bau der Klippen beherrscht, ist der rasche Wechsel der Bauart. Es war bereits mehrfach Gelegenheit, auf die Schnelligkeit hinzuweisen, mit der dieser Wechsel im Streichen erfolgt (Feuerstätterkopf—Hörnlein, S. 119; Schelpen-NO-Seite—Obere Mittelalpe, S. 165), ohne daß es zumeist festzustellen wäre, wie er sich im einzelnen vollzieht.

Dieser rasche Wechsel macht es sehr schwierig, einzelne Bauelemente über größere Strecken zu verfolgen, zumal in Verbindung mit der starken erosiven Zerstückelung und den vielfach unzulänglichen Aufschlüssen. Eine Fortsetzung der nördlichen Feuerstätterkopfklippe nach O existiert überhaupt nicht, eine solche der Hauptklippe ist im Hörnlein nicht mehr nachzuweisen. Über das Balder-schwanger Tal hinweg ist von der Schelpen-N-Klippe vor allem das Baselement verfolgbar: die Perlschnur von Aptychenkalkklinsen, die von der W-Seite des Lappachtales auf die O-Seite des Schelpenkammes herüberzieht, setzt auch noch im Stelzenwald fort (S. 165). Auch die basale Rote Gschlif-Schuppe haben wir dort wahrscheinlich fortsetzend angetroffen (S. 165). Aber weitere Zusammenhänge quer über dieses Tal sind nicht feststellbar. Möglich ist, daß eine westliche Fortsetzung der Hörnlealpe-Falten im Hörnlein enthalten ist: es zeigt dieselben scharf ausgewalzten Aptychenkalkkerne, und eine gewisse Analogie des beiderseitigen Baues kann, namentlich wenn man für das Hörnlein die S. 120 unter b) angedeutete Verknüpfung vorzieht, wohl behauptet werden. Doch korrespondieren Hörnlein und Hörnlealpe nicht im Streichen, das beiderseits sehr nahe O—W ist; die Annahme eines Zusammenhangs macht also auch die einer Transversalverschiebung von über 1 km in dem heute abgetragenen Verbindungsstück notwendig. Und auffallend wäre das enge Zusammen-rücken der Hörnlealpe-Falten mit dem Aptychenkalk des Stelzenwaldes, wenn deren Äquivalente am Schelpenkamm (Hörnlein—Schelpen-NO-Gipfel) 1½ km auseinanderliegen. Unter solchen Umständen kann man wohl ebensogut annehmen, daß die W-Fortsetzung der Hörnlealpe-Falten in der Verlängerung ihres Streichens, also in der Luft über dem Hochschelpengipfel, zu suchen ist. — Daß die Hörnlealpe-Falten gegen O anscheinend zurückgeschwenken und, auf eine einfache Tauchfalte reduziert, bis zur Bolgen-SO-Rippe zu verfolgen sind, wurde schon erwähnt (S. 193 f.) ebenso die bedeutende Erstreckung, über die die verkehrte

Hauptschuppe des Bolgenzuges bis fast zum Klippen-O-Ende weiterstreicht.

Ebenfalls sehr erschwert ist durch den erwähnten raschen Wechsel die Konstruktion von Sammelpfeilen. Dem in Abb. 12 wiedergegebenen liegen hauptsächlich die Aufschlüsse der O-Seite zugrunde; jene der W-Seite würden für den Schelpenkamm in seinem N-Teil ein sehr wesentlich verschiedenes Bild ergeben.

Die ursprüngliche Verbindung der Schichten in der Richtung des Querprofils, von einer Klippe zur andern, ist aus den gleichen Gründen nur schwer rekonstruierbar. Auf den engen Zusammenhang, der zwischen der Feuerstätterkopf-Nord- und Hauptklippe anzunehmen ist, wurde oben (S. 117) hingewiesen. Nun schiebt sich aber von O her zwischen diese beiden Klippen die Schelpen-Nordklippe ein. Es ist unmöglich, daß die Sedimente der drei Klippen diese Lage zueinander primär, im Sedimentationsraum, besessen haben können. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Schelpen-Nordklippe den nördlichsten und — dies geht aus der verkehrten Lagerung der beiden Feuerstätterkopf-Klippen hervor — die nördliche von ihnen den südlichsten Ursprung besitze; daß also, wenn wir die ursprüngliche Aufeinanderfolge von N nach S mit den Ziffern 1, 2, 3 andeuten, jetzt die Reihenfolge 3, 1, 2 vorliegt. Die Klippen des Schelpenkammes dürften die ursprüngliche Aufeinanderfolge gewahrt haben. Wie sich dagegen in dieser Hinsicht die Piesenkopf- und Rohrmooser Klippe zur Bolgenklippe verhalten, ist schwerer zu beurteilen. Die erstgenannte scheint ihre Lagebeziehung zu dieser ungefähr beibehalten zu haben, während mir für die Rohrmooser Klippe eine primär sehr nördliche Lage wahrscheinlich ist, wegen des Vorkommens der Rote Gschlif-Schichten. Vielleicht hat sie den nördlichsten Ursprung von allen Klippen.

Ein durchgreifender Charakterzug ist auch die starke mechanische Beanspruchung der Gesteine. Im Aptychenkalk macht sie sich — auch dort, wo die Lagerung im großen ruhig zu sein scheint, wie am Feuerstätterkopf — durch heftige Zickzackfaltung bemerklich; bei weitgehender Auswälzung kommt es zu linsiger Zerquetschung, Verflaserung und Ersetzung durch kristallinen Kalzit. Einen extremen Fall der Art bietet das O-Ende der Rohrmooser Klippe (vgl. S. 163). Auch in den Junghansschichten ist starke Kleinfaltung die Regel. An Quetschzonen, wie sie hauptsächlich an den Kontakten mit dem Flysch auftreten, beobachtet man dagegen meist vollständige Zermalmung, wobei die härteren Einlagerungen (Quarzite, Kieselkalke, Breccien) in Linsen zerrissen und zu tektonischen Geröllen abgeschliffen werden. Wesentlich anders verhält sich der Feuerstätter Sandstein; er zeigt im Gegensatz zu den schönen Faltenformen der älteren Gesteine häufig Zerstückelung durch zahlreiche kleine Brüche, und auch im kleinen ist er, wo stark tektonisch mißhandelt, durch seine ganze Masse hindurch zertrümmert, in eine endogene Breccie verwandelt. Auf diese Eigentümlichkeit ist es wohl zurückzuführen, wenn dies sonst mit Vorliebe wandbildende Gestein in der stark laminierten Piesenkopfklippe fast nur, in der analogen Biechtalpenklippe überhaupt nur in Lesesteinen bekannt ist (vgl. S. 162): durch die weitgehende Auswälzung hat es seinen inneren Zusammenhalt total verloren, und zerfällt folglich unter dem Einfluß der Verwitterung schnell zu Schutt.

Im ganzen betrachtet aber ist der Charakter der Tektonik immer noch ein verhältnismäßig stetiger, wenigstens solange man die wohlausgeprägten Falten des Aptychenkalks und der Junghansschichten betrachtet. Beides sind ja auch Gesteine von ausgezeichneter Faltbarkeit.

3. Fremde Schubfetzen.

a) Der »Wildflysch« im Ränkertobel (S. 59) und seine mutmaßliche westliche Fortsetzung (S. 167) bildet einen Schubfetzen noch über der Scheienalpdecke, von der ihn ein scharfer tektonischer Kontakt trennt (S. 193), ebenso wie

von der darüber folgenden Feuerstätterdecke. Die Herkunft dieses Schubfetzens ist dunkel. Im helvetischen (einschl. ultrahelvetischen) Flysch der Umgebung gibt es nichts unmittelbar Vergleichbares. Das schließt freilich eine Verschleppung aus dem S-Teil des ultrahelvetischen Gebietes, noch S von dem Ursprungsgebiet der Scheienalpdecke keineswegs aus.

Anders steht es mit dem

b) Diabas des Hörnlein (S. 51 f.). Er schließt sich an die Reihe der schon länger bekannten Hindelanger und Oberstdorfer Diabase. Wie diese an der Sohle der ostalpinen Decken, so liegt er unter der Hörnleinklippe. Von all jenen Vorkommen aber unterscheidet er sich durch die Verknüpfung mit zweifellos auf ihm abgelagerten sedimentären Bildungen von Flyschcharakter. Das widerlegt die Möglichkeit, daß er auf der Überschiebungsfäche zur Intrusion gelangt wäre. Damit ist auch für die andern Allgäuer Diabasvorkommen ein neues Argument gegen diese mehrfach, zuletzt von Mylius (23), ausgesprochene Annahme beigebracht.

Dagegen bleibt noch die Möglichkeit zu erörtern, daß unser Diabas noch vor den großen tektonischen Umwälzungen im Flyschgebiet zur Effusion gelangt sei. Er läge alsdann heute noch in mehr oder minder ursprünglichem Verband, normal eingeschaltet zwischen den hangenden und den liegenden Flysch — die Auflagerung auf diesen ist ja nicht unmittelbar sichtbar. Eine solche Annahme stände im Einklang mit der Hypothese von Boden (45, 46) bezüglich der Herkunft des Diabasmaterials seiner Dürnbachbreccien im Tegernseer und Schlierseer Gebiet — denen sich unser diabasführendes Konglomerat (vgl. S. 51) in gewissem Sinne an die Seite stellen läßt —, das er von verborgenen Effusivmassen des nördlichen Alpenrandgebietes herleiten möchte. Daß in der Flyschzone tatsächlich (wenigstens viel weiter östlich) basische Durchbrüche vorkommen, scheint sich aus den Mitteilungen von Grengg (54) zu ergeben (von der Richterschen Trennung einer ostalpinen von einer helvetischen Flyschzone muß man freilich absehen, wenn man sich in unserer Frage auf jenes Vorkommen beruft!).

Der Auffassung des Hörnleindiabases als an Ort und Stelle gebildeter Effusivdecke widerspricht indessen einmal das Fehlen jeglicher Zufuhrkanäle durch Flyschzone und helvetische Kreide, die sich doch irgendwo finden müßten (vgl. dazu 14), und andererseits die bereits berührte Analogie zu den übrigen Allgäuer Diabasen bezüglich der Lagerung unmittelbar an der Basis des ostalpinen Deckenkomplexes. Daß diese alle tektonisch verschleppte Schubfetzen sind — mitsamt etwa begleitenden kontaktmetamorphen Gesteinen —, ist nicht mehr zweifelhaft. Sie tragen auch alle die Spuren jenes Vorganges deutlich genug aufgeprägt; am schönsten der Diabas der Gaisalpe bei Oberstdorf. Ihn fand ich (in der Umgebung des südlichsten und zugleich tiefsten Punktes, wo er ansteht) mit den umgebenden (Flysch-) Schieferungen zu einer Quetschzone verarbeitet, in der er in Gestalt von Gleitlinsen und tektonischen Geröllen auftritt (neben solchen von dunklem Kalk).

Steht somit die tektonische Verschleppung der Diabase wohl fest, so erhebt sich die Frage, ob sie nicht etwa bloß aus südlicher gelegenen Teilen der Flyschzone stammen könnten? Sie wäre verneint, wenn sich irgendwo ein unzweifelhafter Eruptivkontakt mit einem der Flyschzone primär sicher fremden Gestein finden ließe, etwa mit Aptychenkalk oder Radiolarit. Nun gibt Richter tatsächlich das Zusammenvorkommen mit solchen Gesteinen von dem Diabas des Wildbachtobels bei Hindelang (29) wie der Gaisalpe (37) an; von beiden Orten kann ich es bestätigen. Allein es handelt sich dort nicht um zweifellose Primärkontakte, sondern nur um Schollen, die sich — a priori ist das denkbar — auch bloß zufällig auf dem tektonischen Transport mit denen des Diabases zusammengefunden haben könnten. Eine solche Annahme wäre hin-

fällig, wenn sich beweisen ließe, daß die S. 51 erwähnten Einschlüsse von rotem Kalk im Diabas des Hörnlein tatsächlich Aptychenkalk sind.

Läßt sich somit vorläufig ein ganz strenger Beweis für die Herkunft der Allgäuer Diabase aus größerer Ferne nicht führen, so wird sie doch aufs höchste wahrscheinlich gemacht dadurch, daß nicht viel weiter S, im Rhätikon, gleichartige Gesteine in ganz gleichartiger Situation wieder auftreten. Einen Trennungsstrich zwischen beiden Gruppen von Vorkommnissen zu ziehen, wäre ein naturwidriges Unterfangen. Dazu kommt noch die Analogie mit den Vorkommnissen der Iberger Klippen und der Freiburger Alpen, die auch fern aus Süden hergeleitet werden müssen (vgl. 14).

So scheint mir eine Anknüpfung der Allgäuer Diabase (mithin auch der unsrigen vom Hörnlein) an jene des Rhätikon und damit an die »Aroscher Schuppenzone« Graubündens so gut wie unzweifelhaft.

4. Die Piesenkopfdecke.

Mit anomalem Kontakt liegt über der laminierten Piesenkopfklippe noch ein ganz aus Flysch bestehender Erosionsrest (S. 161 f.). Ein ganz analoger krönt die Klippe der Biechtalpe (S. 162). Ich fasse beide als Piesenkopfdecke zusammen. Ihr gehört auch wahrscheinlich jenes merkwürdige Flyschvorkommen auf dem S-Abfall des Piesenkopfes an (vgl. S. 163), von dem später nochmals die Rede sein wird (S. 209).

Der Flysch der Piesenkopfdecke unterscheidet sich in nichts von den Flyschkalken, wie sie in dem helvetischen Flysch des Kartengebiets und seiner Umgebung immer wieder vorkommen. Es liegt daher kein Grund vor, für die Piesenkopfdecke eine Herkunft aus größerer Ferne anzunehmen. Ich suche ihre Heimat wenig weiter S in der helvetischen Zone. Vielleicht steht sie mit einer der liegenden Falten des Ifenstockes in näheren Beziehungen; vielleicht ist sie von noch weiter S, aus dem ultrahelvetischen Gebiet, herzuleiten. Ihre Auflagerung auf die Klippen der Feuerstätterdecke ist demnach, im einen wie im andern Falle, in die Kategorie der Einwicklungen zu stellen.

5. Faltenstatistik.

Vor einigen Jahren habe ich den Versuch gemacht, auf statistischem Wege die Bewegungsrichtung der Allgäuer Überschiebungsdecken zu bestimmen durch Messung des Streichens einer größeren Anzahl von Kleinfalten: vor allem aus dem Liegenden der Schubflächen, wo sie als mechanisches Nebenprodukt des Überschiebungsvorganges betrachtet werden müssen; in zweiter Linie auch aus den Schubdecken selbst (50). Für einen gleichartigen Versuch im Klippengebiet habe ich auch hier das Streichen zahlreicher Faltenbiegungen gemessen, und zwar:

I. Aus der Unterlage der Klippen (größtenteils Scheienalpdecke; wegen der Unsicherheit von deren Abgrenzung im Flyschgebiet S Balderschwang muß ich auf eine weitergehende Sonderung verzichten, was jedoch um so eher erlaubt, als die Bewegung der Scheienalpdecke jedenfalls nicht selbständig erfolgt ist; vgl. S. 209), und zwar aus

Offerschwanger Mergeln:

1. NW Schönberger Alpe . . . 70° O
2. Schönberger Achental . . . 70—75° O
- » » . . . 85° O

Aus Piesenkopf- und Schelpenkalk:

3. S Gelbhänskopf 20° W
4. Köpflalpe 55° O
- » 70° O
5. N Lenzengraben O—W (mehrere Falten)
6. N Sala Möser 35° O
7. S Köpflalpe 75° O

8. Graben S Lenzen 40° O
- » 20° W
- » 15° W
- » 5° O
- » O—W
- » 35° O
- » 20° O
- » 5° W
9. Lappachtal 80° O
- » 70° O (mehrere Falten)
10. Östlich Biebersteinbach . . . 45—65° O (mehrere Falten)
11. Westlich Biebersteinbach . . . O—W (mehrere Falten)
- » » 80° O
12. Lenzengraben 35° W
- » 40° W
- » 50° W
- » 55° W
- » 10° W
- » 65° W
13. Krineggbach O—W
- » 85° O
- » 70° O
14. Hörnlein NW-Seite 45° W
15. Schelpen W-Seite 60° W
16. Ränkertobel 65° W

Aus »Schwarzem Flysch«:

17. Krineggbach 75° O
18. N P. 1374 75° O

Aus Flyschsandstein:

19. Schelpen W-Seite 50° W

Aus Couches rouges:

20. Bei Hugen 80° O

II. Aus der Feuerstätterdecke selbst, und zwar aus Aptychenkalk:

21. Feuerstätterkopf SO-Seite . . . 75° O (mehrere Falten)
- » » 70° O
22. » O-Seite 70° O
23. » W-Seite 80° W
- » » 75° W
- » » 60° W
24. Untere Ursulagehalpe 55° O
25. Schelpen W-Seite 85° O
26. Über den Scheienwänden 65—70° W (mehrere Falten)
27. Hörnlealpe 60° O
- » 65° O
- » 65° W
- » 85° O

Aus Junghansenschichten:

28. Lenzengraben 65° W
29. Gräben bei Junghansen 80° O
- » » » 85° W
30. Gehänge S Junghansen 70° O
31. O Untere Mittelalpe 75° O
32. Über P. 1347 (Bolgen) 70° W
33. Wasserfallgraben bei Alte Piesenalpe 40° W
- Derselbe 60° W
- Derselbe 50° W (2 Falten)

Aus Feuerstätter Sandstein:

34. Lenzengraben 60—65° W

Dieses Verzeichnis wäre noch leicht zu vermehren gewesen, wenn ich mich nicht an den Stellen gehäufte Kleinfalten meist auf wenige Messungen beschränkt hätte, um ihnen in der Statistik nicht ungebührliche Bedeutung zu geben — schwankt doch erfahrungsgemäß an solchen Stellen zumeist das Faltenstreichen nur verhältnismäßig wenig. Eine Ausnahme machte ich nur bei den Flyschfalten der Gegend von Lenzen, wegen ihres auffallend rasch wechseln-

den Streichens. — Wo ich »mehrere Falten« notiert habe, sind im folgenden stets nur zwei gerechnet.

Bei dieser Zählungsweise umfaßt also das vorstehende Verzeichnis 68 Falten.

Von ihnen fällt das Streichen von 34, also genau der Hälfte, in den Oktanten zwischen der O-W- und der NO-Richtung: diese stimmen also mit dem Streichen der Großelemente, sowohl der Klippen wie der helvetischen Falten und der Flysch-Molassegrenze vollkommen überein.

Gering ist die Dichte der Falten in den beiden Oktanten zwischen der N-Richtung einerseits und der NO- bzw. NW-Richtung andererseits (insgesamt $14 = 20,6$ vH), während der Oktant zwischen der NW- und der OW-Richtung wieder eine größere Anzahl ($20 = 29,4$ vH) enthält.

Um diese Verhältnisse anschaulicher zu machen, habe ich sie in einem Diagramm dargestellt (Abb. 13). Es wurden die gemessenen Streichrichtungen von 10 zu 10° berechnet und von einem Punkt aus als Radien aufgetragen. Die Verbindungslinie ihrer Endpunkte ergibt sodann die im Diagramm stark ausgezogene Linie¹⁾.

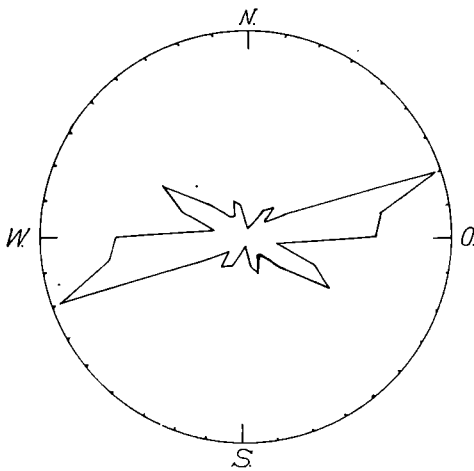


Abb. 13.

Dieselbe zeigt auf den ersten Blick die maximale Häufigkeit des Faltenstreichens in der Richtung O-W bis ONO, das Minimum ungefähr in der N-S- bis NNO-Richtung. Außerdem ist ein ziemlich kräftiges sekundäres Maximum in NW- bis WNW-Richtung zu erkennen.

Nun sind aber freilich meine Messungen kaum zahlreich genug, um eine Entscheidung darüber zuzulassen, ob dieses sekundäre Maximum wirklich selbständig oder vielmehr einfach als Verbreiterung des Hauptmaximums (ganz oder teilweise) aufzufassen ist. Für letzteres spricht der Umstand, daß ja auch in den großen Falten sowohl des helvetischen Baues (Gauchewände!) wie der Klippen (Hörnlealpe) die WNW-Richtung vorkommt.

Das Maximum um die O-W-Richtung würde noch stärker zum Ausdruck kommen ohne die S. 203 erwähnte, bei der Messung der Falten getroffene Auswahl.

Das Maximum im Streichen der Kleinfalten steht also im Einklang mit der Streichrichtung der größeren Falten,

¹⁾ Ähnliche Diagramme lassen sich für die verschiedensten Erscheinungen der Tektonik, sowohl großen als kleinsten Maßstabes, entwerfen. Man vergleiche diejenigen von W. Schmidt (78), welche die Lage der kristallographischen Achsen von Mineralien in bezug auf die Schieferungsebene in kristallinen Schiefen darstellen; von J. Pia (70, 71), in welchen die Beobachtungen des Schichtenfallens innerhalb bestimmter Gebiete verwertet werden, sowie die von der Salomonschen Schule angewandten Darstellungen für das Streichen von Klüften und Rutschstreifen (z. B. F. Müllerried, Klüfte, Harnische und Tektonik des Dinkelbergs und des Basler Tafeljuras; Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg 1921; dort auch weitere Literatur!).

die ebenfalls um die O-W-Richtung schwankt, mit Abweichungen bis etwa 30° nach beiden Seiten. Die Schubbewegungen, auf welche beide Arten von Falten zurückzuführen sind, sind also in ungefähr meridionaler Richtung erfolgt.

Einige Worte bleiben noch zu sagen über die Falten, deren Streichen außerhalb des Maximums liegt. Ihre Anzahl ist eine immerhin nicht ganz zu vernachlässigende: $14 = 20,6$ vH der Gesamtanzahl wurden in dem NNO- und NNW-Oktanten gemessen. Sie sind auf eine N-S-Bewegung nicht gut zurückführbar. Kontrolliert man jedoch in der oben gegebenen Liste die räumliche Verteilung dieser Falten aberranter Richtung, so findet man, daß sie fast ausnahmslos auf einem engumgrenzten Gebiet auftreten, nämlich im Flysch des Schelpenkammes. (Das gleiche gilt übrigens auch für eine ganze Reihe von Falten von WNW—NW-Richtung.) Das Ereignis, dem sie ihre Entstehung verdanken, ist also offenbar ein solches von lokal engbegrenzter Bedeutung gewesen. Und wir erinnern uns bei dieser Gelegenheit, daß wir gerade am Schelpenkamm tektonische Elemente von N-S-Verlauf getroffen haben (Querflexur, vgl. S. 120; Einsenkung der Feuerstätterdecke ins Lappachtal, s. S. 122). Über ihre Bedeutung ist ein endgültiges Urteil noch kaum möglich. Indessen ist das Zusammentreffen sicher kein zufälliges; und wir dürfen demnach die Entstehung der genannten aberranten Falten mit diesen auf eine lokale Querbewegung deutenden Erscheinungen in Zusammenhang bringen. Sie mit einer Bewegung größeren Ausmaßes, etwa dem Aufschub der Feuerstätterdecke, in Beziehung zu bringen, verbietet eben dies lokal beschränkte Auftreten.

6. Die Herkunft der Klippen.

Die alten Aufnahmogeologen, wie Gümbel (7), Richtshofen (8) und Vacek (9) betrachteten die Klippen als eingefaltet aus dem Untergrund. Eine andere Möglichkeit kam zu ihrer Zeit ja überhaupt nicht in Frage. 1909 hat Ampferer (17) noch eine ähnliche Anschauung vertreten, und in etwas abgeänderter Form finden wir sie auch bei Mylius (23) wieder: er nimmt an, die Klippen seien an Verwerfungsspalten oder steilen Schubflächen aus dem Untergrunde heraufgeführt.

Gegenüber diesen Vorstellungen von der Autochthonie der Klippen hat zum erstenmal Rothpletz (12) auf die Möglichkeit hingewiesen, sie mit dem überschobenen ostalpinen Gebirge in Verbindung zu bringen. Steinmann (14, S. 12) setzt sie in Parallele mit der Graubündener »Aufbruchzone«, die er als leontinisches Deckensystem auffaßt; Seidlitz (22) vertritt für den als anstehend angesehenen Bolgengneis eine ähnliche Auffassung: er angeht ihn mit den kristallinen »Überschiebungsapophysen« an der ostalpinen Basis im Rhätikon. In entschiedener Weise hat Tornquist (15, 16) von dem Standpunkt der Deckentheorie aus den Gedanken von dem Fernschub der Klippen verfochten. Doch boten seine Ausführungen — insbesondere auch wegen der unglücklichen Verknüpfung mit gekünstelten mechanischen Erklärungsversuchen — der Kritik viele Angriffspunkte, die in lebhaften Debatten zuerst mit Ampferer (17—20), dann mit Mylius (23—27) zur Geltung kamen.

Eine dritte Erklärungsweise wurde kürzlich von Richter (29) versucht: die Jurakalkvorkommen unseres Gebietes seien gar nicht anstehende Klippen, sondern große in den Flysch eingesedimentierte exotische Blöcke. Eine Reihe von Gegenargumenten wurde an anderer Stelle zusammengestellt (33). Heute hat Richter diese Auffassung selbst verlassen (34), so daß sich ein weiteres Eingehen darauf erübrigt.

Aber auch die sämtlichen zuvor genannten Beobachter leiteten ihre Ergebnisse aus falschen Grundlagen ab: keiner von ihnen hat den wahren Umfang der Klippen erkannt. Als solche wurden nur die Jurakalkvorkommen gewertet, höchstens noch der für anstehend gehaltene »Granit« des

Bolgen; alles andere galt als »Flysch«. Einzig Mylius hat die Begleitung der Juraklippen durch verschiedene Kreidebildungen erkannt: fraglichen Grünsandstein des Gault (= Feuerstätter Sandstein), »Gosaukonglomerat« (= Bolgenkonglomerat?), »Seewerschichten«. Näher studiert hat er aber das Auftreten und die Verhältnisse dieser Schichtglieder nicht, sondern, wie alle seine Vorgänger, auf der Karte nur die Jurakalke als Klippen eingetragen mit der Begründung, daß an ihren Grenzen gewöhnlich die größten Verschiebungen erfolgt seien (23, S. 79). Es ist klar, daß Mylius mit diesem durchaus willkürlichen Verfahren auf keinen grünen Zweig kommen konnte.

Nach dem Gesagten erscheint es nicht geboten, auf alle von meinen Vorgängern vorgebrachten Punkte im einzelnen einzugehen. Viele von ihnen wurden bereits bei Gelegenheit der tektonischen Detailbeschreibung richtiggestellt. Hier sei nur erörtert, was sich auf Grund des heute vorliegenden Tatsachenmaterials für oder gegen die verschiedenen Auffassungen vorbringen läßt.

Die erste Frage ist also: Sind die Klippen auf ihre Unterlage überschoben oder wurzeln sie an Ort und Stelle?

Die Antwort auf diese Frage ist aus der vorausgegangenen Detailbeschreibung leicht zu geben: Ein »Schwimmen« ist ohne weiteres ersichtlich bei der Feuerstätterkopfhauptklippe, bei der Piesenkopf-, Biechtalpen- und Hochschelpenklippe; sie alle liegen mehr oder minder flach auf ihrer Unterlage auf, deren Schichten von allen Seiten unter die Klippen hineinziehen. Die Hörnleinklippe schwimmt ebenso deutlich, steil eingefaltet in eine Synklinale der Unterlage. Nicht ganz so klar liegen die Verhältnisse bei den anderen Klippen: Die Rohrmooser-, Feuerstätterkopfnord- und Schelpen-Nord-Bolgenklippe stecken tief eingekelt in der Unterlage. Allein die erste zeigt an ihrem östlichen, die zweite an beiden Enden deutlich das Ausheben nach oben im Streichen. Dasselbe gilt vom O-Ende der Schelpen-N-Bolgenklippe, der größten und kompliziertesten von allen; aber diese läßt auch noch an einer Reihe von anderen Stellen deutlich ihre Auflagerung auf den Flysch erkennen: so auf der S-Seite des Wannenkopfes und in der Gegend der Hörnlealpe auf weitere Erstreckung, ebenso am Schelpen-N-Gipfel und auf der W-Seite des Gelbhanskopfes; und endlich — besonders wichtig, da ohne sichtbaren Zusammenhang mit dem die Klippe umgebenden Flysch — in dem kleinen Fenster bei Junghansen (vgl. S. 154).

Diese Tatsachen machen es unmöglich, selbst nur auf die letztgenannte Klippe das Myliussche Schema anzuwenden, sie an steilen Schubflächen aus der Tiefe heraufzubeziehen. Ganz abgesehen davon, daß solche Dislokationen nirgends nachgewiesen sind — nicht nur dort, wo sie Mylius willkürlich durchzieht, sondern auch nicht an den tatsächlichen Klippenenden. Insbesondere dem O-Ende liegt das ganz ungestörte, flache Gewölbe von Maderhalm vor — das hätte von den anzunehmenden Schubflächen zerschnitten werden müssen, die doch nicht auf weniger als 1 km im Streichen ausklingen können. — Von der Feuerstätterkopfnordklippe gilt ähnliches, und bei den flachgelagerten Klippen versagt jenes Schema natürlich erst recht. Einzig bei der Rohrmooser Klippe könnte man allenfalls seine Anwendung versuchen, da die mangelhaften Aufschlüsse hier gar viele Konstruktionen erlauben; zu sehen ist jedoch auch hier nichts von solchen Verwerfungen.

Ein weiteres Argument zugunsten des Schwimmens bietet die Tatsache, daß innerhalb der Klippenserie deren ältestes Glied, der Aptychenkalk, fast überall in der Höhe bleibt; gegen unten pflegen ihn jüngere Schichten zu umhüllen und vom Flysch zu trennen. Dies Verhältnis ist wieder besonders klar ausgesprochen am Feuerstätterkopf, sowohl in der Hauptklippe als auch nicht minder an beiden Enden der Nordklippe; desgleichen auch am Hörnlein und in der Schelpen-N-Klippe, sowohl im Lappachtal, am Schelpen-N-Gipfel und P. 1370, wie in den Falten der Hörnlealpe. Diese sind zugleich beweisend für

ihre östliche Fortsetzung, den Aptychenkalk des Ränkertobels — der ja, für sich allein betrachtet, die in Rede stehende Art der Lagerung nicht zeigt. An dem östlich anschließenden kleinen Vorkommen auf der SO-Rippe des Bolgen ist sie dagegen wieder sehr deutlich. Es bleibt noch der bis auf die Talsohle hinabsetzende Aptychenkalk S der Unteren Mittelalpe, zu beiden Seiten des Balderschwangetals, bei dem sich nicht direkt beweisen läßt, daß er nicht in die Tiefe fortsetzt. Allein er ist, wie Karte und Profile zeigen, nur ein Glied in der Perlenschnur auseinandergerissener Jurakalklinsen, die sich aus dem Lappachtal über den Schelpen-N-Gipfel bis zu den Falten der Hörnlealpe spannt; es ist mithin anzunehmen, daß auch er eine ebensolche Linse darstellt und nur ein Zufall, wenn er bis zur Talsohle hinabreicht. Einzig das kleine Vorkommen im Stelzenwald, S von dem eben erwähnten, das den Kern einer aufrechten Antiklinale bildet und nach unserer Auffassung einer basalen Schuppe angehört (vgl. S. 165) sowie das ebenfalls winzige Vorkommen der Rohrmooser Klippe in dem Graben N der »Wasserscheide« (vgl. S. 163) könnten somit noch als Gegenbeispiele ins Feld geführt werden; bei ihnen ist weder direkt noch in der streichenden Fortsetzung das Liegende festzustellen. Stellt man diesen beiden jedoch die viel größere Anzahl der Vorkommen gegenüber, die nachweislich nicht nach der Tiefe fortsetzen, so erscheint der Analogieschluß zwingend, daß dies auch bei ihnen nicht der Fall sein kann.

Ein weiterer Punkt ist gegeben in der vielfach sehr weitgehenden Lamination der Klippengesteine: sie ist — zumal im Gegensatz zu dem regelmäßigen Faltenbau und der im allgemeinen geringen mechanischen Beanspruchung der helvetischen Kreide — nicht vereinbar mit dem Gedanken einer autochthonen Auffaltung. Dies Argument hat mit Recht schon Tornquist (24) gegenüber Mylius hervorgekehrt; heute läßt es sich mit noch weit mehr Berechtigung gebrauchen, da sich ergeben hat, daß die Lamination der Klippengesteine ungleich viel weiter geht als Tornquist wußte. Man vergleiche etwa Profile wie jene der Hörnlealfalten (E 57—62) mit ihren bis auf wenige Meter ausgewalzenen Aptychenkalkkernen und gleichfalls auf wenige Meter ausgedünnten Junghansenschichten; oder die analogen vom Hörnlein, vom Schelpen-NO-Abhang, vom Piesenkopf usw.

Endlich ist auch die Beweiskraft des Faziesarguments heute weitaus stärker als damals, da von der Schichtfolge der Klippen einzig der Aptychenkalk bekannt war. Denn es ließ sich immerhin die Ansicht im strengsten Sinne des Wortes nicht widerlegen, daß hier, N der helvetischen Kreide, der Jura des Untergrundes nochmals in ostalpiner Fazies entwickelt sein könnte — so unverstänlich auch vom paläogeographisch-genetischen Standpunkte aus eine solche Faziesverteilung erscheinen mochte, und das Fehlen der meisten Kreidehorizonte schien mit einer langen Festlandszeit, wie wir sie aus Jura und Aarmassiv kennen, trefflich im Einklang zu stehen (Kockel, 32, S. 97). Heute wissen wir, daß sich an den ostalpinen Jura eine Entwicklung der unteren und wahrscheinlich mittleren Kreide anschließt, die viele Anknüpfungspunkte an alpineinwärts gelegene Gegenden bietet (vgl. S. 49), insbesondere, ebenso wie in jenen, in Gestalt starker orogener Beeinflussung — eine Entwicklung, die sich himmelweit unterscheidet von der regelmäßig zyklisch gegliederten helvetischen Schelfmeerfazies mit ihrem von Arnold Heim verfolgten regelmäßigen Ausklingen gegen die nördliche Küste. Auch die wahrscheinliche Vertretung des Gault, der Feuerstätter Sandstein, ist mit dem benachbarten helvetischen Gault keineswegs zusammenzuwerfen: gerade das ähnlichste helvetische Glied, der Brisisandstein, findet ja weiter S bereits seine N-Grenze (vgl. S. 57). Einzig das Senon, wenn solches den Klippen wirklich angehört, wäre beiden Gebieten gemeinsam. Da es sich aber in ganz nahe verwandter Fazies (Amdener Schichten — Couches rouges — Nierentaler Schichten — Scaglia) über die ganzen Alpen erstreckt,

wobei nur die teilweise Rotfärbung der primär südlicher abgelagerten Schichten sekundäre Unterschiede bedingt, so ist jene Übereinstimmung für die Herkunft der Klippen ohne Belang. — Und diese beiden Fazies, die helvetische und die der Klippen, stehen sich aufs schroffste, ohne jeden vermittelnden Übergang, auf ganz kurze Distanz gegenüber, sowohl in der Richtung des Streichens (Bolgenklippe — Gewölbe von Maderhalm) als quer dazu (die beiden Seiten des Schönberger Achentales) und endlich in direkter Überlagerung (Piesenkopf); ja in der Richtung des Querprofils wiederholt sich dieser schroffe Wechsel mehrmals hintereinander im heutigen Kartenbilde!

Alle die aufgeführten Gründe schließen eine Herleitung der Klippen aus dem Untergrunde mit absoluter Sicherheit aus.

Nun könnte zunächst einer von jenen Geologen, die prinzipiell nur für möglichst kurze Schübe zu haben sind, auf einen Mittelweg verfallen: auf die Annahme, daß wohl vom Piesenkopf gegen N sämtliche Klippen schwimmen bzw. in den Flysch eintauchen, daß dagegen unsere Rohrmooser Klippe keine solche sei, sondern die Wurzel der anderen, die mithin einer über nur etwa 6 km vorgeschobenen Decke angehören würden.

Tatsächlich sind ja die Aufschlüsse der Rohrmooser Klippe so mangelhaft, daß sich von ihr gar manches behaupten ließe. Allein das Ausheben gegen oben ist immerhin wenigstens an ihrem O-Ende sichergestellt (S. 163). Und was diese Hypothese von vornherein aussichtslos macht — ganz abgesehen von dem Faziesgegensatz, der gegen sie gerade so ins Feld geführt werden kann wie gegen die Annahme der Autochthonie — das ist die allgemeine tektonische Situation der Rohrmooser Klippe. Denn diese liegt in einer helvetischen Synklinale, deren Kern weiter O, im Starzlachtal, als jüngstes Glied nur mehr Scheienalpmergel enthält. Es ist nun zwar wohl denkbar, daß aus einer Synklinale die jüngsten Schichten herausgepreßt werden — nicht aber die ältesten. Und der weit nach O fortziehenden Bolgenklippe stünde nicht einmal ein solcher Wurzelstiel mehr zur Verfügung — denn O Rohrmoos ist die Rohrmooser Klippe ja nicht mehr vorhanden.

Diese Hypothese erscheint bei genauerer Prüfung der Tatsachen geradeso unmöglich wie die autochthone Wurzelung.

Die Klippen müssen also aus größerer Ferne herangewandert sein, und es erhebt sich nun die Frage woher?

Für ihre Beantwortung sind zunächst die Anzeichen maßgebend, die auf die Bewegungsrichtung schließen lassen: vor allem also das Streichen der Falten. Oben (S. 203 f.) wurde gezeigt, daß das Streichen sowohl der größeren Falten, als auch der Kleinfalten im Durchschnitt sehr nahe O-W bis ONO verläuft; die wesentlichen Abweichungen von dieser Richtung wurden als lokal bedingt erkannt. Auch das durchschnittlich ost-westliche Streichen mancher nicht als Falten erkennbarer Klippen (Rohrmooser-, Bolgenklippe) könnte man hier anfügen, wenn es nicht zu offenkundig abhängig von dem gleichgerichteten Streichen der helvetischen Falten, mithin durch die helvetische Bewegung bedingt wäre (vgl. später S. 209).

Es kann hier jedoch die Frage aufgeworfen werden, ob nicht etwa auch jene anderen nahe O-W streichenden Falten erst das Werk der helvetischen Bewegung seien; als Ergebnis des jüngsten großen tektonischen Vorganges könnten sie ja immerhin besonders zahlreich und auffällig erhalten sein gegenüber solchen, die mit dem vorausgegangenen Aufschub auf die helvetische Unterlage verknüpft wären, und dieser könnte alsdann aus irgendeiner andern Richtung, z. B. aus O (entsprechend Rothpletz' Hypothese) erfolgt sein.

Demgegenüber ist vor allem hinzuweisen auf die WNW streichende Umbiegung im Aptychenkalk der 4. Hörnlealpe-Falte. Solche scharf laminierte Falten sind nur als Begleiterscheinung einer weit ausholenden Schubbewegung denkbar — in einer passiv auf dem

Rücken einer tieferen Decke verfrachteten Scholle können sie niemals entstehen. Und dasselbe gilt von den zahlreichen Zickzackfalten, die aus dem Aptychenkalk der Hörnlealpe-Falten ebenso wie des Feuerstätter- und Piesenkopfs gemessen wurden (z. B. Nr. 21 der Zusammenstellung S. 203): auch sie sind nur zu verstehen als Begleiterscheinung einer großen, die Gesteine intensiv durchknetenden Bewegung. Daß dies nun nicht gerade jener letzte (von der helvetischen Bewegung abgesehen) Bewegungsakt war, welcher die Klippen an ihren heutigen Platz setzte, ist freilich recht wahrscheinlich; aber sicher war es eine Phase jenes Bewegungsvorgangs, der die Klippen herbeischaffte — und in dieser Phase ist die Bewegung aus S erfolgt: das zeigt das W-O-Streichen jener Falten.

Nun beherrscht aber dieses Streichen die Kleinfalten nicht nur der Klippen selbst sondern auch ihrer Unterlage; dort dürfen wir sie aber als durch die darüber gleitende Decke erzeugt, mithin ebenfalls als Hinweis auf deren Bewegungsrichtung ansehen. Häufung abweichender Streichrichtungen bildet demgegenüber den lokal begrenzten Ausnahmefall (vgl. S. 204) und ist demgemäß mit lokalen Ursachen zu erklären. Besonders beweisend scheinen mir jene schmalen, von unten in die Klippe eingepreßten Flyschkeile im Lenzengraben (S. 155) und Ränkertobel usw. (S. 193 u. a.), die ebenfalls sämtlich nahe O-W streichen. Sie sind wohl nicht als Ergebnis einer nachträglichen Verfaltung der Unterlage mit der bereits aufgeschobenen Klippe zu betrachten — vielmehr als solches einer Aufschürfung bei dem Vorgang des Aufschiebens. Demnach ist anzunehmen, daß auch dieses selbst annähernd senkrecht zum Streichen der Keile, also aus S-Richtung erfolgt ist.

Daß die Bewegung aus S und nicht aus N erfolgte (was an Hand des Faltenstreichens allein nicht zu entscheiden wäre), zeigt die N-schauende Umbiegung der Hörnlealpe; auch die übrigen Falten dortselbst liegen in der gleichen Richtung über. Außerdem ist im N nirgends ein Heimatgebiet für unsere Klippen vorhanden. Und ganz allgemein widerspricht die Annahme eines größeren N-Schubes hier am Außenrande der Alpen zu sehr dem allgemeinen Bewegungsbild, als daß er heute überhaupt noch ernsthaft in Betracht gezogen werden könnte.

Unsere Klippen sind also aus S gekommen, und es gilt nun, die Gegend ihrer Herkunft genauer zu bestimmen. Dabei sind die faziellen Verhältnisse maßgebend. Sie leiten uns über die helvetische Kreide des Ifenstockes und die südliche Flyschzone hinüber zum Erosionsrand der darauf liegenden oberostalpinen Decken. Von diesen wollte Tornquist die Klippen ableiten: sie sollten die obersten Schichten der Allgäuer Decke enthalten, die durch das Darübergleiten der höheren Lechtaldecke losgeschürft und in den Flysch gestoßen worden wären (16, S. 105 f.). Auf die Mechanik in dieser Auffassung sei hier nicht eingegangen. Sie wird schon widerlegt durch die Tatsache, daß es auf der Allgäuer Decke keine Junghansenschichten, kein Bolgenkonglomerat und keinen Feuerstätter Sandstein gibt. Und auch der Aptychenkalk stimmt nicht durchwegs mit jenem der Allgäuer Decke überein. Auf die dunkler gefärbten »helvetischen« (Mylius) Partien möchte ich dabei weniger Gewicht legen als auf die Einlagerungen von Sandkalen und polygenen Breccien im oberen Teil. Die Breccien-einlagerungen, die Boden (44) längs dem oberbayerischen Alpenrand verfolgt und Richter (75) im östlichen Allgäu mehrfach nachgewiesen hat, sind ganz anders zusammengesetzt: es fehlt ihnen das kristalline Material. Sie können deshalb nicht ohne weiteres mit den unseren verglichen werden.

Man könnte nun versuchen, sich über diese stratigraphischen Differenzen hinwegzusetzen mit der Annahme verhältnismäßig rascher fazieller Änderungen im Streichen — einer Annahme, die ja schon bezüglich der wahrscheinlichen Verbindung Feuerstätterdecke—Retterschwangdecke (vgl. S. 14) nicht zu umgehen ist (vgl. S. 201): und man

könnte demgemäß unsere Klippen als Fortsetzung der (oberostalpinen) nördlichen Randschuppen der Allgäudecke betrachten wollen. Bezüglich der Retterschwangdecke wurde eine solche Auffassung ja von Richter (75) geäußert; dort läßt sich u. a. dagegen einwenden, daß das Juraprofil gerade mit dem für die Randschuppen typischen gar nicht übereinstimmt (vgl. auch 36, Anm. 39 auf S. 279). Für unser Klippengebiet aber lassen sich tektonische Bedenken gegen eine solche Parallelisierung geltend machen. Nicht so sehr, daß sie zu einer Verlängerung des Ostalpenrandes noch über die Balderschwanger Klippen hinaus, bis wenigstens zur Grabser Klippe im Rheintal, mit Notwendigkeit führt — denn der Annahme einer einstigen oberostalpinen Bedeckung des ganzen Vorarlberger Kreidegebietes ist vielleicht überhaupt nicht auszuweichen (vgl. 52 sowie später S. 209). Aber die Balderschwanger Klippen zeigen eine Erscheinung, die dem oberostalpinen Gebiet gänzlich fremd ist: die starke Verfaltung mit der helvetischen Unterlage — die ja einst Mylius als Argument gegen ihren Klippencharakter überhaupt gebrauchen wollte (23, S. 76f.). Eine solche Änderung des tektonischen Charakters im Streichen ist nicht wohl anzunehmen — wäre sie doch nur als Ergebnis einer zeitlichen Umkehrung in der Bewegungsfolge zu denken.

Sehen wir uns nun um nach einer Heimat der Feuerstätterdecke im unterostalpinen Bereich (im weiteren Sinne, einschließlich mittelostalpin)! Er bietet in der Tat in vieler Hinsicht Analogien, wenn auch die ganze Schichtfolge unserer Klippen nirgends unverändert wiederzufinden ist. Im einzelnen wurde die Vergleichung bereits an früherer Stelle durchgeführt (s. S. 49f.). Sie ergibt die nächsten Anknüpfungspunkte — abgesehen von der räumlich benachbarten Grabser Klippe — einerseits im Falknis (Malm-breccien, Feuerstätter Sandstein), andererseits in der Errdecke (Junghansenschichten = Saluverschiefer); inwieweit diese beiden selbst untereinander tektonisch gleichzusetzen sind, kann hier nicht untersucht werden.

Ein großes Hindernis für eine Parallelisierung mit einer dieser Einheiten ist aber die Ausbildung des Malm: das Profil Hornstein unten, Aptychenkalk oben, das sich in Graubünden in keinem nördlicheren Element als in der mittelostalpinen Campodecke findet. Die umgekehrte Aufeinanderfolge: Aptychenkalk unten, Radiolarit oben ist vielmehr schon von der Unterlage der Errdecke durch diese selbst und bis in die Berninadecke so konstant, daß es schwer fallen dürfte, dazwischen eine Gegend mit gerade der entgegengesetzten Aufeinanderfolge der Schichten unterzubringen. (Nebenbei bemerkt ist diese Konstanz auch ein gewichtiges Argument gegen die sonst durch gute Gründe stützbares Herleitung der Falknis- und Sulzfluhschichten mit ihrem ganz abweichenden Oberjura von jenen unterostalpinen Gliedern!) Und es ist kein Zweifel, daß diesem höchst stabilen stratigraphischen Merkmal ein höherer Wert für die tektonische Parallelisierung zukommt, als der orogen viel stärker beeinflussten Kreide, deren Ausbildung ja auch innerhalb der Falknisdecke selbst (und ebenso von der Feuerstätter- zur Retterschwangdecke, die sicherlich dem Ursprung nach sehr nahe verwandt, wenn nicht identisch sind; vgl. S. 202) stark wechselt.

Demnach ist für die Einreihung der Feuerstätterdecke kein Platz verfügbar von der Berninadecke gegen N: weder in der Falknis- und Sulzfluhschichten noch in der Errdecke. Und auch die Stelle wird unmöglich, die Cadisch (31) ihr kürzlich angewiesen hat: als Verbindungsglied zwischen Falknis-Sulzfluhschichten und Aroser Schuppenzone. Gegen die Brauchbarkeit des Gedankens, all diese unterostalpinen Deckenelemente als Glieder einer großen, stark laminierten und vielfach in sich geschuppten ursprünglichen Einheit zu betrachten — gegen die Brauchbarkeit dieses Gedankens an sich ist damit natürlich nichts ausgesagt.

Daß die Falknisdecke primär wahrscheinlich nie so weit nach N gereicht hat, daher auch in dem ganzen westalpinen Klippenbogen nicht vertreten ist, hat kürzlich Staub ausgeführt (38, S. 159).

Wohl aber besteht die Möglichkeit — und mir scheint dies die wahrscheinlichste Lösung — daß die Feuerstätterdecke abgeschürfte Sedimente aus dem Südteil der Berninadecke enthält. (Immerhin wäre auch eine Abstammung von der Campodecke selbst vielleicht nicht ausgeschlossen. Von Schichten höher als Malm sind dort freilich nur Spuren von Couches rouges bekannt (sofern man von dem stratigraphisch nicht eindeutigen Salsalboprofil absieht).

Da ist es nun von Wichtigkeit, daß die exotischen Gerölle des Bolgenkonglomerats ihre Heimat am ehesten in der Berninadecke oder ihrer Nachbarschaft zu besitzen scheinen (36). Daß sie nicht weit transportiert sein können, ist sicher; ihre Ablagerung dürfte also, wenn nicht auf dem Berninamassiv selbst, so doch in seiner nächsten Umgebung erfolgt sein. Daß ihr Hertransport aus N geschehen ist, wurde oben wahrscheinlich gemacht (vgl. S. 13).

Auch dieser Weg führt uns also zu dem gleichen Heimatgebiet der Feuerstätterdecke wie die Faziesvergleichung: nämlich zum Südabfall des Berninamassivs. Im Gegensatz dazu steht für die klastischen Komponenten im Malm der Falknisdecke Herkunft aus S fest (nach Trümper, 83). Da nun gewisse Anzeichen auf (im ganzen) gleiches Ursprungsgebiet des klastischen Materials hinweisen (vgl. 36, S. 258), so müßte der Absatzbereich der Falknisdecke nördlich, der Feuerstätterdecke südlich von jenem gesucht werden. Das führt uns wieder — vorausgesetzt, daß die bei den Schweizer Geologen gebräuchliche Verknüpfung von Falknis- und Errdecke richtig ist — zu dem gleichen Ursprungsgebiet für die Feuerstätterdecke: dem Südabfall der Engadiner Massive.

Mit dieser unterostalpinen Abkunft im Einklang steht die oben (S. 202) besprochene, wahrscheinliche weitere Ausdehnung der Feuerstätterdecke im Allgäu. Ihre vermutlichen Äquivalente gehen überall unter die oberostalpine Allgäuer Decke hinein, wie das für die Retterschwangdecke bereits anderwärts (51) gezeigt wurde.

Endlich ist hier nochmals auf den Diabas des Hörnlein hinzuweisen. Stammt er, wie auch die anderen Allgäuer Diabase, von der Aroser Schuppenzone ab, so ist es klar, daß auch die Feuerstätterdecke, die ihn herbeigeschleppt hat, aus gleicher Richtung, also aus S gekommen sein muß. Und ihre Lagerung über dem Diabas entspricht aufs beste dem Platz, den wir ihr bereits angewiesen in der ursprünglichen Reihenfolge der Absatzgebiete: noch S von der Errdecke; denn diese liegt im Oberhalbstein auf der Fortsetzung der Aroser Schuppenzone (wenngleich immerhin hier am Alpenrande auch mit weitgehenden Umkehrungen ursprünglicher Deckenfolgen gerechnet werden muß).

Von den Beziehungen der Balderschwanger Klippen zu dem westalpinen Klippenbogen soll später noch kurz die Rede sein (vgl. S. 210).

7. Beziehungen zwischen Klippen und Unterlage. Tektonische Phasen.

Ein Blick auf das Sammelprofil (Abb. 12, S. 200) lehrt bereits, daß die Klippen vielfach tief in die helvetischen Falten einbezogen sind. Die Rohrmooser Klippe steckt in der gleichbenannten Synklinale; die Hörnlein-klippe in einer solchen vor der Stirn der Gauchenwändelfalte, und vor dem N-Rand der helvetischen Kreide überhaupt ist die Schelpen-Nord-Bolgenklippe tief eingefaltet. So ist in diesen Fällen etwas Wahres an der Angabe von Mylius, daß die Klippen tief im Flysch verkeilt sind; freilich liegen die Verhältnisse ganz anders, als er meinte (vgl. Teil B, I). Diese zeigen vielmehr klar, daß die Klippen schon vor Abschluß der helvetischen Bewegungen überschoben waren: daß sie von diesen miterfaßt und mitgefaltet wurden, als hätten sie das normale Hangende der helvetischen Schichtreihe gebildet.

Noch manche Einzelheiten unterstützen diese Auffassung. An der Blattverschiebung des Scheienwasserfalls

ist jene basale Aptychenkalklamelle unter der Piesenkopfklipe (S. 160) mit abgeschnitten. Nun steht diese Verschiebung in ursächlichem Zusammenhang mit der bogenförmigen Vortreibung der Gauchenwändefalte; ja sie ist als ein verhältnismäßig alter Zug in deren Ausbildung zu betrachten, da letztere ja beiderseits der Verschiebung in verschiedener Weise erfolgt ist (vgl. S. 157 f.). Es muß also die Ausgestaltung der Gauchenwändefalte bereits unter der Last der übergeschobenen Feuerstätterdecke erfolgt sein.

Andererseits ist sehr auffällig der verschiedene Schichtbestand in verschiedenen Teilen der Unterlage der Klippen. Im N liegen diese überall einige 100 bis über 1000 m mächtigem Flysch auf. Sowie aber helvetische Kreide in der Unterlage sichtbar wird, da schrumpft alsbald der ganze Flysch, der jene doch normal überlagert, auf wenige Meter Mächtigkeit zusammen. Das vollzieht sich nicht nur in N-S-Richtung über die Bolgen- und Schelpen-N-Klippe oder über die Klippe des Feuerstätterkopfs hinweg (vgl. die Profile), sondern ebenso in W-O-Richtung quer über den Schelpenkamm. Und soweit Klippen erhalten sind: gegen S also bis in die Rohrmooser Synklinale, bleibt diese reduzierte Flyschmächtigkeit im Hangenden der Kreide bestehen. Erst S vom Ifenstock ist der Flysch wieder mächtig entwickelt.

Noch auffälliger sind die lokalen Verhältnisse an den Scheinwänden. Dort wo das Gauchenwände-Gewölbe die größte Höhe erreicht (abgesehen von jener Strecke an den Gauchenwänden selbst, wo der Faltscheitel abgewittert, also auch über seine einstige Bedeckung kein Urteil mehr möglich ist), sitzt ihm die Klippe des Piesenkopfs auf, und unter ihr verschwindet nicht nur der Flysch vollständig sondern auch die obersten Kreideschichten: Leiboden- und Scheinalpmergel, fast ganz — 2 bis 3 m dieser Gesteine haben wir, in ganz verquetschtem Zustand, unter dem N-Abfall der Klippe noch angetroffen (vgl. S. 160), von denen schwer zu sagen ist, ob sie ganz der normalen Bedeckung des Gauchenwände-Gewölbes oder teilweise auch der Scheinalpdecke angehören; sicher ist, daß beide aufs äußerste reduziert sind. Wo aber gegen W der Faltscheitel absinkt, da stellt sich auch über ihm sowohl die normale Bedeckung mit Senon, als auch die Scheinalpdecke wieder in bedeutender Mächtigkeit ein.

Es muß also an der Stelle jener höchsten Aufwölbung der Gauchenwändefalte bereits die helvetische Kreide höher gelegen haben als in der Umgebung zu dem Zeitpunkt, da die Feuerstätterdecke daraufgeschoben wurde: auf andere Weise ist die starke Reduktion der hangendsten Kreideschichten, die (fast) vollständige Ausquetschung der Scheinalpdecke an dieser Stelle nicht erklärbar. Und die einfachste Annahme zur Erklärung jener größeren Höhenlage ist die, daß die Falte bereits in ihren Anfängen vorhanden war.

Es erhebt sich aber die Frage: ist diese Reduktion des normalen Hangenden — bezüglich der selbst überschobenen Scheinalpdecke ist ja ein Zweifel in dieser Hinsicht nicht möglich — ist die Reduktion rein auf tektonischem Wege erfolgt oder sind dabei primär geringere Mächtigkeit oder erosive Abtragung vor dem Aufschub der Feuerstätterdecke ebenfalls (oder auch allein) beteiligt? Und die gleiche Frage ist auch hinsichtlich des zuvor erwähnten Falles der wechselnden Flyschmächtigkeiten zu stellen.

Was zunächst diesen letzteren betrifft, so ist da auf jene Schubketten von Klippengesteinen im Lappachtal (S. 119), auf der SO-Seite des Feuerstätterkopfs (S. 116) und S-Seite des Hörnleins (S. 121) hingewiesen, die eingewickelt im Flysch stecken. Sie zeigen, daß eine weitgehende Abhebung und selbständige Bewegung des Flyschs ohne Zweifel stattgefunden hat; ohne solche wäre die tiefe Einwicklung der Schubketten — sie liegen z. T. unmittelbar auf Senon der Scheinalpdecke (vgl. S. 116, 121) — nicht denkbar. Wir werden also einen weitgehenden Abschub der einstigen

Flyschbedeckung jedenfalls annehmen dürfen. Gegen einen stärkeren Erosionsabtrag über große Flächen vor der Überschiebung spricht neben theoretischen Bedenken (es scheint mir unmöglich, daß eine Überschiebung auf längere Strecken über eine Oberfläche vorwärtsgleitet, ohne daß diese selbst tektonisch radikal umgestaltet würde, so radikal, daß man sehr bald schon nicht mehr wird sagen können, die Überschiebung sei an der Oberfläche erfolgt) auch die Tatsache, daß die Reduktion des Flyschs der Scheinalpdecke sich im Liegenden der Klippen stets auf zwei Stufen bezieht: graue Kalke unten und (wahrscheinlich Oberzollbrücker) Sandstein oben; Reduktion durch Erosionsabtrag könnte nur den letzteren, als das stratigraphisch höhere Glied, betroffen haben. Dagegen ist gegen die Annahme bereits primär geringerer Flyschmächtigkeit im S wohl nichts Tatsächliches einzuwenden, ohne daß sie indessen zu beweisen wäre; denkbar ist sie auf alle Fälle neben der tektonischen Abschürfung.

Im Falle jener Aufwölbung unter der Piesenkopfklipe möchte ich ebenfalls im wesentlichen tektonische Bedingtheit des Schichtenausfalls annehmen — nicht nur wegen der nachweislichen Ausquetschung der Scheinalpdecke und der Reduktion auch eines relativ tieferen Gliedes (Leibodenmergel) der Bregenzerwaldecke neben dem obersten, noch erhaltenen (Scheinalmmergel), sondern auch wegen der Raschheit, mit der sich mit dem Untertauchen der Falte gegen W die Schichtfolge wieder ergänzt; das spricht speziell gegen primäre Reduktion der Mächtigkeiten.

Dagegen erscheint mir in einem weiteren Falle die Annahme von Erosion vor Aufschub der Klippen unerlässlich: im N-Abschnitt des Schelpenkammes. Dort ist, wie früher gezeigt (S. 110), aus der Flyschunterlage das oberste Glied (Oberer Piesenkopfkalk) ganz, das darunter folgende, der Oberzollbrücker Sandstein, bis auf geringe Reste verschwunden — obwohl dieser letztere gleich westlich am Feuerstätterkopf sicher mehrere 100, O über dem Baldereschwangental gar an die 1000 m mächtig ist. Und gerade in dieser Gegend stärkster Reduktion der hangenden Flyschpartien ist die Schelpen-N-Klippe um mehr als 1 km weiter nach N vorgestoßen als in der Nachbarschaft! Ja, die Harmonie zwischen Flyschreduktion und Vordringen der Klippe scheint noch weiter, bis in Einzelheiten verfolgbar. Auf der NW-Seite des Lenzengrabens steht Flyschsandstein an; auf der SO-Seite ist er verschwunden — dort scheinen Klippengesteine nach N zu reichen bis an den Piesenkopfkalk, der im N auch jenen Sandstein begrenzt. Man möchte vermuten, daß dieser hier durch Erosion vollständig entfernt und das Loch durch vorgestoßene Klippengesteine ausgefüllt wurde. Längs dem Lenzengraben muß die Grenze verlaufen; aber leider sind die Aufschlüsse dort viel zu wenig zusammenhängend zu genauerer Erkenntnis (S. 155). — In diesem Beispiel fallen jene Bedenken gegen Erosion vor der Überschiebung weg; muß doch der ursprüngliche N-Rand der Feuerstätterdecke in nächster Nähe gelegen haben, so daß deren Bewegung als im Erlahmen begriffen zu betrachten ist: die Decke war also nicht mehr imstande, rein nach ihren Bedürfnissen die Unterlage umzugestalten (teilweise ist dies doch geschehen; vgl. unten), sondern gezwungen, sich deren Unebenheiten anzupassen. Andererseits ist die Breite der fraglichen Zone so gering, daß ein primär stratigraphisches Fehlen des Oberzollbrücker Sandsteins usw. nicht in Betracht gezogen werden kann. Und eine tektonische Wegschürfung ist kaum denkbar, da hier — hart an der Molassegrenze — kein Unterkommen für große weggeschürfte Massen mehr zu finden ist, und auch keine Ursache für die tektonische Ausschürfung einer derartigen Furche zu ersehen wäre.

Demnach komme ich zu der Auffassung, daß die Schelpen-Nordklippe in ihrem N-Teil in eine Erosionsfurche im Flysch eingeschoben liegt (vgl. dazu die von Ampferer (40) besprochenen Fälle von Überschiebung über ein Erosionsrelief). Gleichwohl gilt jedoch auch hier die Einschränkung, daß die Fläche,

der die Klippe aufliegt, keineswegs identisch ist mit der Landoberfläche vor der Überschiebung.

Für ihre tiefgehende Umgestaltung bei dem Aufschiebungsvorgang zeugen vor allem jene in die Klippe verspießten Flyschkeile im Lenzengraben (S. 155). Und die gesamte Flyschzone wurde ja nach N vorgeschürft (S. 208) und mit der Klippe zusammengefaltet (S. 155 u. a.). Die heutige Auflagerungsfläche der letzteren spiegelt nur in ganz roher Annäherung jene alte Erosionsform wieder.

Die dem Aufschub der Klippen vorausgehende Faltung der helvetischen Zone hatte also in deren Süden, dem Absatzgebiet der Scheienalpedecke, bereits bis zum Auftauchen geführt in solchem Ausmaß, daß das Einschneiden beträchtlicher Täler vor sich gehen konnte¹⁾.

Andererseits hat auch die Feuerstätterdecke einen großen Teil ihrer heutigen Innentektonik bereits mitgebracht. So scharf ausgewalzte Falten wie jene der Hörnlealpe können nicht erst am Orte, wo sie sich heute vorfinden, entstanden sein: sie setzen einen weiten Transport und eine schwere Belastung voraus als Bedingungen ihrer Bildung. Und die Unstimmigkeiten, die sich manchmal (Bolgenklippe!) zwischen innerem Bau und äußerer Umgrenzung finden: flachgelagerte, z. T. nachweislich verkehrt liegende Schuppen, gegen außen von steilstehenden Flächen abgeschnitten, ohne daß sich diese als jüngere Verwerfungen erweisen ließen (S. 195 f.) — diese Unstimmigkeiten sind am besten ebenfalls zu erklären unter Annahme einer älteren Tektonik, welche die Klippen bereits (vielleicht mit teilweisem Erosionszuschnitt?) mitbrachten. Zu verwundern ist eigentlich nur, daß sich solche Unstimmigkeiten nicht noch viel reichlicher finden; aber manche Klippen sind ganz frei davon (Feuerstätterkopf-Hauptklippe), ihre Schichten liegen im ganzen mehr oder minder parallel zur äußeren Begrenzung.

Dabei verdient noch folgendes Beachtung: A. a. O. (52) wurde darauf hingewiesen, daß sichere Klippengerölle in den Molassekonglomeraten der alpennächsten Zone zu fehlen scheinen, während oberostalpinisches Material in ihnen so gut wie ausschließlich herrscht. Man kann daraus als wahrscheinlich folgern, daß zur Zeit der Bildung jener Konglomerate nicht nur die helvetische Zone sondern auch die Klippen von oberostalpinischen Decken verhüllt gewesen seien. Es liegt nahe, die letzteren für die Auswalzung der Hörnlealpe-Falten verantwortlich zu machen — ebenso wie für die Retterschwangdecke Verwalzung durch oberostalpine Decken anzunehmen ist (51). Dort ist sicheres Senon von diesem Vorgang betroffen; in der Feuerstätterdecke kommt als jüngstes Glied der Nummulitenkalk in Betracht. Andererseits scheint es (vgl. S. 273), daß die Feuerstätterdecke Material in den vermutlich obersenen Wildflysch und die Scheienalpmergel geliefert hat. Unter der Voraussetzung, daß die Zuordnung jenes Nummulitenkalks zum Obersenon zu Recht besteht (vgl. S. 12), können wir somit schließen: eine Aufschiebung oberostalpinischer Decken auf die Feuerstätterdecke kann erst nach dem Obersenon erfolgt sein²⁾. Von diesem Zeitpunkt an wären beide tektonischen Komplexe gemeinsam bewegt worden. Unmittelbare Spuren jenes Vorgangs sind jedoch im Klippengebiet nicht erkennbar, und da er auf teilweise hypothetische Grundlagen hin gefolgert wurde, mag er aus der weiteren Betrachtung ausgespart bleiben.

¹⁾ Einen weitgehend analogen Fall beschreibt Vonderschmitt (84, S. 37) von den Giswilerklippen: auch diese sind auf eine schon durchtaltete Oberfläche des (gleichfalls ultrahelvetischen!) Schlierensandsteins überschoben.

²⁾ Das Obenstehende wurde geschrieben unter dem Eindruck der Veröffentlichungen von Rollier (96) und Arn. Heim (62) über die Zuweisung der NO-Schweizer Nummulitenkalke zum Obersenon. Die seither erfolgte Kritik hat fast allgemeine Ablehnung dieser Ansicht zum Ausdruck gebracht; demgemäß wäre hier und im Folgenden statt »Obersenon« zu lesen »Mittelozen«.

Einen Teil ihrer tektonischen Geschichte haben Klippen und helvetische Zone sodann gemeinsam durchgemacht. Für die letztere war das der bei weitem bedeutungsvollere Teil. Das beweisen die tiefen Synklinale, wovon die Klippen miteingefaltet sind; vor allem die Rohrmooser Synklinale. Ihre Ausbildung kann im wesentlichen erst erfolgt sein, als die Feuerstätterdecke bereits an Ort und Stelle angelangt war: anders wäre deren konkordante Einfaltung unmöglich. Andererseits ist es jedoch wohl denkbar, daß eine erste Anlage der Rohrmooser Synklinale bereits vorhanden war; damit wäre erklärt, daß hier ein verhältnismäßig nördlicher Teil der Feuerstätterdecke (falls die Rohrmooserklippe wirklich einen solchen darstellt; vgl. S. 202) zurückgeblieben ist. Die Rohrmooser Synklinale ist aber die weit-aus größte in der helvetischen Kreide des Kartengebiets überhaupt.

Ähnliches gilt von den Verhältnissen vor der Stirn der Gauchenwändefalte. Unter sie ist die Scheienalpedecke eingewickelt, und in eine große, die Scheienalpedecke als ganzes betreffende Synklinale ist wiederum — wohl in Zusammenhang mit dieser Einwicklung — die Feuerstätterdecke in Gestalt der Hörnleinklippe eingefaltet. Die Scheienalpedecke ist aber keinesfalls eine selbständig bewegte tektonische Einheit, sondern selbst nur ein beim Vormarsch der Feuerstätterdecke losgeschürfter Fetzen — wenn auch von sehr bedeutenden Dimensionen; ihre Einwicklung unter die Stirn der Gauchenwändefalte kann also auch nicht vor dem Aufschub von jener erfolgt sein.

Ähnlich verhält es sich mit der Einwicklung der Schelpen-Nordklippe vor der Stirn der Scheienalpedecke und der Einfaltung der Feuerstätterkopf-Nordklippe in den Flysch.

Endlich gehört in dieselbe Gruppe von Erscheinungen auch die Aufschiebung der Piesenkopfpedecke. Für sie einen anderen als helvetischen Ursprung anzunehmen, liegt kein Anlaß vor (S. 203). Ihre Aufschiebung auf die Feuerstätterdecke zählt daher zu der Kategorie der Einwicklungen. Daß deren Betrag nicht ganz unbeträchtlich sein dürfte, zeigt die starke Laminierung des eingewickelten Teiles der Feuerstätterdecke.

Alle diese Ereignisse dürften älter oder höchstens gleichzeitig sein mit dem Aufschub der helvetischen Decken auf die Molasse.

Eine letzte tektonische Phase endlich ist gegeben, wenn meine Auffassung richtig ist, durch jene seltsame Einfaltung der Piesenkopf- mitsamt der laminierten Feuerstätterdecke in die Unterlage auf der S-Seite des Piesenkopfes. Dadurch, daß sie eine gegen S offene Synklinale geschaffen, fügt sie sich nicht dem allgemeinen Bewegungsbild der Gegend ein, das durchwegs auf Drängen gegen N eingestellt ist. Man wird für ihre Entstehung wesentlich geänderte Bedingungen voraussetzen dürfen — vielleicht die Einwirkung einer tief einschneidenden Erosionskerbe an der Stelle des heutigen Rohrmooser Tales, die ein Ausweichen der höheren Gebirgstelle gegen S ermöglichte.

Die Reihenfolge der tektonischen Ereignisse ist demnach folgendermaßen anzunehmen (ohne Rücksicht auf die tektonischen Vorphasen, wie sie die Breccien- und Konglomeratbildungen in Malm und Kreide bekunden; vgl. S. 12 f.):

I. Vorschub der Feuerstätterdecke, innere Verfallung, Verschuppung und Lamination. Damit gleichzeitig Beginn der Auffaltung der helvetischen Kreide; Erosion in ihrer Flyschbedeckung.

II. Aufschub der Feuerstätterdecke auf die helvetische Kreide; Vorschürfung eines Teiles der Senonbedeckung (Scheienalpedecke) und des Flysches. Erosion in den ost-alpinen Decken; Ablagerung der Molasse.

III. Vorwärtsbewegung der helvetischen Decken zusammen mit der Feuerstätterdecke; Einfaltung in helvetische Synklinale. — Gleichzeitig (mehr oder minder) Auffaltung und Erosion im Molassegebiet (Arn. Heim).

IV. Aufschub der helvetischen Decken mit den passiv verfrachteten Klippen auf die Molasse. — Tiefe Erosion im Klippengebiet.

V. Rückfaltung am Piesenkopf.

Hierbei ist zu warnen vor dem Mißverständnis, daß notwendigerweise alle diese tektonischen Phasen durch längere Pausen voneinander getrennt sein müßten. Es ist wohl anzunehmen, daß sich solche eingeschaltet haben; allein es muß nicht gerade in all den Momenten sein, die sich als Phasengrenzen zu erkennen geben. Es ist vielmehr sehr wohl denkbar, daß z. B. Ankunft der Feuerstätterdecke und Aufschub aufs Helvetische, hierauf die gemeinsame Wanderung in einem Zuge erfolgt ist.

Eine Einordnung der verschiedenen Ereignisse in die geologische Zeitskala möchte ich vorläufig nur in ganz summarischer Weise vornehmen. Die stratigraphische Stellung der einzelnen Flyschglieder ist hierfür noch nicht genau genug bestimmbar; die Zuordnung der orogenen Molassesedimente zu bestimmten tektonischen Phasen zu wenig erforscht. Daher muß ich nicht nur gegenüber dem Schema Tornquists, sondern ebenso gegenüber demjenigen Richters (29) mein Mißtrauen zum Ausdruck bringen.

Hervorheben möchte ich nur folgende Punkte. Erstens ist ein Teil der inneren Klippentektonik offenbar schon älter als die Nummulitenkalke am Bolgen: diese scheinen diskordant auf die Schichten der Feuerstätterdecke zu transgredieren (vgl. S. 12). Nun läßt die strittig gewordene Altersstellung der Nummulitenschichten leider zurzeit keine Entscheidung darüber zu, ob das vorsehen oder vormalteozän ist; jedenfalls aber stammen schon beträchtliche Komplikationen aus jener Zeit — ist es doch eine verkehrte Schichtfolge auf der Südseite des Bolgen, auf welche jene Kalke transgredieren! Gleichwohl kann es sich nur um einen verhältnismäßig geringen Teil der gesamten Klippentektonik handeln; denn die gleichen Nummulitenkalke sind ja anderwärts in diese einbezogen. Die Transgression fällt aber sicher noch in die obige Phase I hinein — früher als die Ankunft der Feuerstätterdecke im helvetischen Gebiet. Denn sie liegt hier ja auf Flyschbildungen überschoben, welche wahrscheinlich auch noch das höhere Eozän umfassen, sicher aber — das beweisen zahlreiche Schweizer Profile aufs deutlichste — jünger sind als die Nummulitenkalke des »Lutétien«.

Damit kommen wir zum zweiten Punkt: Der Aufschub der Feuerstätterdecke und damit der größte Teil der tektonischen Vorgänge im Klippengebiet — einschließlich der helvetischen Unterlage — ist erst nach Ablagerung des gesamten Flysches erfolgt. Das bezieht sich schon auf die zweite Hälfte von Phase I des obigen Schemas und alle späteren. Mit andern Worten: die erkennbare Tektonik der Klippenregion ist zum weitaus größten Teil mindestens spät- oder nacheozänen Alters.

Und endlich drittens zeigt die Zusammensetzung der bunten Molassenagelfluh (vgl. 52), an der sozusagen ausschließlich oberostalpinen Material teilnimmt, daß zur Zeit ihrer Ablagerung das helvetische Gebiet der Erosion nicht zugänglich gewesen sein kann; das läßt vermuten, daß es mit ostalpinen Decken verhüllt war. Nun ist jene bunte Nagelfluh von Kraus (67) als aquitanisch bestimmt worden. Wir werden also dazu geführt, die Ankunft der ostalpinen Decken in die Zeit vor bis mit dem Aquitan zu versetzen. Damit ist dies Ereignis in relativ enge Zeitgrenzen eingeschlossen: Obereozän bis Oberoligozän. Für die weiteren Vorgänge III bis V des obigen Schemas bleibt die Zeit des mittleren und jüngeren Tertiärs verfügbar.

8. Ausblick auf den westalpinen Klippenbogen.

Es wurde oben (S. 14) hingewiesen auf die stratigraphischen Beziehungen, welche die Balderschwanger Klippen mit der nächstgelegenen unter den schweizerischen verbinden: mit der kleinen Grabser Klippe im Rheintal. Wenn nun diese letztere auch nicht vor dem helvetischen

Stirnrand liegt, sondern eingesenkt in die große Wildhauser Mulde (zwischen Säntis und Alviergruppe), so entspricht sich doch auch die tektonische Stellung beider Teile hinreichend¹⁾, um beide als Fragmente der nämlichen Decke, der Feuerstätterdecke, aufzufassen.

Damit sind die Balderschwanger Klippen als letztes, östlichstes Glied an den westalpinen Klippenbogen angeschlossen. Aber ihre Stellung in diesem bekanntlich recht komplexen (aus Relikten von 3 bis 4 Decken bestehenden) Gebilde bedarf noch der Erörterung.

Die Grabser Klippe wurde bisher zumeist (56, 83), vor allem wegen ihres brecciösen Malms, mit der Falknisdecke parallelisiert. Es wurde bereits oben (S. 207) gezeigt, daß eine derartige Abstammung für die Feuerstätterdecke und mithin auch für die Grabser Klippe nicht in Betracht kommt. Ebenso wenig kann sie mit der Klippen-(Sulzfluh-) Decke zusammengehängt werden; auf die faziellen Unterschiede wurde bereits S. 49 hingewiesen. Auch ist zu beachten, daß die Klippendecke bei Iberg wie in der Westschweiz stets unter den Ophioliten liegt, ganz ebenso wie die Sulzfluhdecke im Rhätikon unter der Aroser Schuppenzone; wogegen der mit der Aroser Schuppenzone gleichzustellende Diabas des Hörnlein von der Feuerstätterdecke überdeckt wird. Die Äquivalente der letzteren sind vielmehr noch höher zu suchen; und da fallen unsere Blicke (nachdem eine Vergleichung mit der gänzlich anders zusammengesetzten, auch östlich der Aare überhaupt nicht mehr bekannten Brecciendecke sich erübrigt) auf die merkwürdigen, einst der rhätischen, heute der Simmendecke zugeteilten, leider höchst fragmentären Reste des höchsten tektonischen Gliedes der Westschweiz.

Denn diese Simmendecke besteht tatsächlich aus zwei Zonen von recht abweichender Zusammensetzung (vgl. 56, S. 652): eine südliche, tiefere, bestehend vor allem aus in den Flysch eingewickelten und mit wenigen Ausnahmen eng an den Rand der Brecciendecke gebundenen basischen Eruptivgesteinen — als ihr Äquivalent wäre der Diabas des Hörnlein zu betrachten, — und aus einer nördlichen, höheren, ohne Eruptiva, aber mit einer sedimentären Schichtfolge von Lias bis Oberkreide. Daß in dieser zum erstmal wieder die Aufeinanderfolge Radiolarit—Aptychenkalk auftritt wie in der Feuerstätterdecke, wurde bereits (S. 49) erwähnt; höher aufwärts stimmt die Schichtfolge freilich nicht mehr überein, worauf jedoch angesichts der weiten Entfernung, des orogenen Charakters der Sedimentation der Junghansschichten und der Transgression der Oberkreide in der Simmendecke nicht allzuviel Gewicht gelegt werden muß. Zu erwägen wäre immerhin, ob nicht das brecciöse Cenoman und die Globigerinenmergel des Simmentals (56, S. 629) der Glimmerschieferbreccie des Retterschwangtales und den Couches rouges ebensogut entsprechen könnten wie oberostalpinen Gosauschichten. Ein besonderes Vergleichsmoment sind endlich noch die altkristallinen Gesteine von der Basis der Simmendecke, die im Chablais (Les Gets; vgl. 67a) wegen ihrer ansehnlichen Massen (bis 1200 m lang!) ebenso als tektonisch verschleppte Grundschollen gedeutet werden müssen wie im Retterschwangtal und wahrscheinlich auch am Kühberg bei Oberstdorf und im Hirschgundental.

Die Sedimente der Simmendecke möchte auch Staub (38, S. 162) von den Ophiolithen trennen und von der Campo- oder Silvrettadecke herleiten. Erstere Abstammung würde sich mit der hier für die Feuerstätterdecke angenommenen sehr nahe berühren.

Wie nun aber auch die Frage der Parallelisierung schließlich entschieden werden mag: die Balderschwanger Klippen sind das Glied, das den Anschluß des westalpinen Klippenbogens an die Ostalpen

¹⁾ Nach St. Müller (68), der die Fortsetzung der Wildhauser Mulde in der nördlichen Flyschzone Voralbergs sucht, würden sich beide Klippenvorkommen in ihrer Lage sogar unmittelbar entsprechen.

räumlich vermittelt. Ein Grund mehr für ihn — wenigstens teilweise — ostalpinen Ursprung anzunehmen! Darauf weisen ja auch die faziellen Beziehungen, wenigstens der Klippen- und Simmendecke, mit aller Schärfe; und darauf deutet nicht minder eindringlich die Unmöglichkeit, diese beiden Decken aus irgendeiner anderen Zone herzuleiten, als fern von S über die penninische Region hinweg. Schardt und C. Schmidt, V. Uhlig u. a. haben wohl einst den Ursprung der gesamten Decken der Freiburger Alpen usw. in der Zone des Briançonnais bzw. in der Rhein-Rhonetalnarbe gesucht. Heute, auf Grund besserer Kenntnis, ist diese Ansicht von den Schweizer Geologen mit Recht verlassen; denn wenn sich auch die ultrahelveticischen Decken aus der Unterlage der eigentlichen Préalpes (mit denen sie einst zu Unrecht in nähere Beziehung gebracht wurden) bis hinab ins Rhonetal zurückverfolgen lassen — wenn auch für die Niesen- und wohl ebenso für die Breccien-decke die Möglichkeit penninischer Herkunft besteht: für die Klippen- wie für die Simmendecke (s. str.; vgl. 38 a. a. O.) trifft keines von beiden zu. Weder die ostalpine Trias oder der Tithonkalk der Klippendecke, noch gar der Radiolarit und Aptychenkalk oder die Cenomanbreccie der Simmendecke finden sich im Rhonetal oder seiner südlichen Nachbarschaft wieder. Wer sich über diesen Mangel (von anderen Schwierigkeiten abgesehen) hinwegsetzen und gleichwohl die Heimat auch dieser Decken in einer »Rhonetalnarbe« suchen will, der gewinnt zwar den Vorteil einer wesentlich geringeren Schubweite, verliert dagegen den sicheren Boden der Tatsachen unter den Füßen, und er darf es jedenfalls der Deckentheorie nicht zum Vorwurf machen, wenn in den von manchem ihrer Vertreter angenommenen Verbindungen gelegentlich auch etwas nicht stimmt. Dagegen läßt sich gegen die Herleitung der Klippen- und Simmendecke aus der ostalpinen »Wurzelschicht« auf der Südseite der Alpen nichts einwenden — sofern wir nur zugeben, daß wir unsere Anschauungen über mögliche Schublängen nicht nach theoretischen Bedenken zustutzen dürfen, sondern eben »nach der Decke strecken« müssen¹⁾.

Der Klippenbogen vom Allgäu bis Savoyen, fremd wie er seiner helvetischen Unterlage (und teilweise nicht minder dem penninischen Hinterland) gegenübersteht, bietet zwar im einzelnen noch genug der Probleme, im ganzen aber ist er heute kein unlösbares Rätsel mehr: die Deckenlehre hat die Lösung gebracht. Und wie sie von ihm ihren Ausgang genommen, so ist auch heute noch dieser Klippenzug vielleicht ihre stärkste Stütze.

Nachwort.

Seit dem Abschluß des Manuskripts zu dieser Arbeit (Januar 1925) bis jetzt, da sie fertig vorliegt, sind 2 ½ Jahre verflossen. In dieser Zeit sind eine ganze Reihe von Veröffentlichungen erschienen, die hier behandelte Fragen gleichfalls berühren (Richter, Schaad, Meesmann u. a.). Ich bedauere dieselben an dieser Stelle nicht mehr berücksichtigen zu können und behalte mir vor bei späterer Gelegenheit auf sie einzugehen.

Literatur.

a) Das Kartengebiet betreffend.

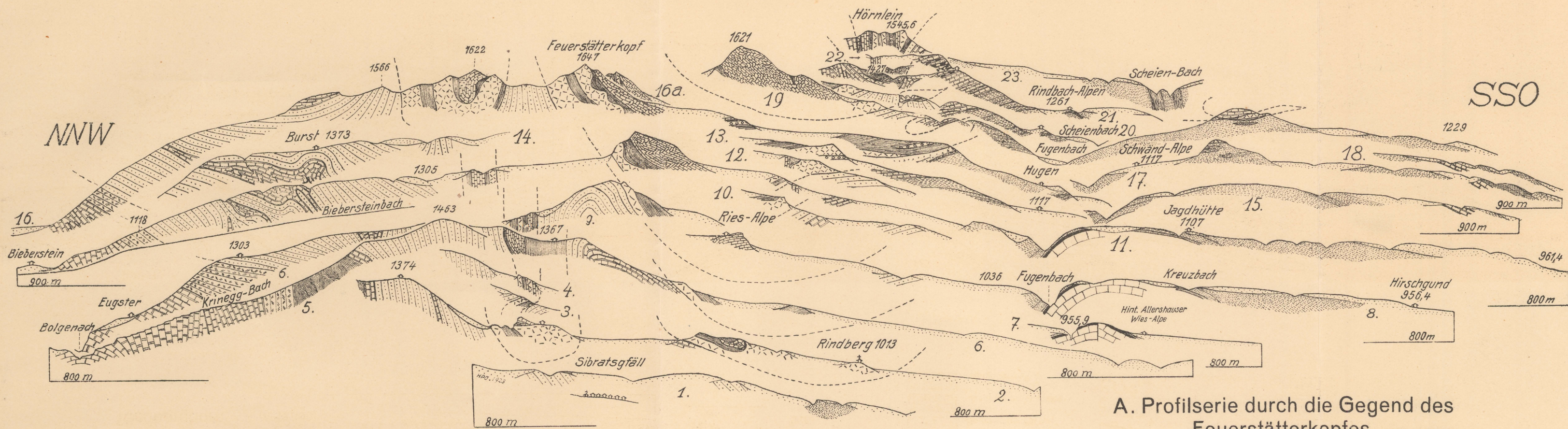
1. F. v. Lupin, Mineralogische Briefe, geschrieben auf einer Reise durch Schwaben und Tirol im Sommer 1805. Alpina IV, 1809, S. 74.
2. Uttinger, Das bergigte Land des Allgaus, geognostisch betrachtet, II. Taschenbuch f. d. gesammte Mineralogie VII, 2, 1813, S. 341.
3. A. Sedgwick and R. Murchison, A Sketch of the Structure of the Eastern Alps. Transactions Geol. Soc. London, 2. ser. III, 1829, S. 301.
4. R. Murchison, Über den Gebirgsbau in den Alpen, Appenninen und Karpathen (übers. von Leonhard), Stuttgart 1850.
5. B. Studer, Geologie der Schweiz II. Bern und Zürich 1851.
6. C. W. v. Gümbel, Geolog. Karte von Bayern 1:100000, Blatt Sonthofen (1858).
7. — Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges. Gotha 1861.
8. F. v. Richthofen, Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol II. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1861/62, S. 87.
9. M. Vacek, Über Vorarlberger Kreide. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1879.
- 9a. C. W. v. Gümbel, Geologie von Bayern II. Kassel 1894.
10. J. Blaas, Geolog. Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902.
11. A. Rothpletz, Geologischer Führer durch die Alpen I. Bornträgers Sammlung geologischer Führer, Berlin 1902.
12. — Geologische Alpenforschungen II. München 1905.
13. A. Rösch, Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. Landeskundl. Forschungen, herausgeg. v. d. Geogr. Ges. in München 1905.
14. G. Steinmann, Geolog. Beobachtungen in den Alpen. II. Die Schardtsche Überfaltungstheorie u. d. geolog. Bedeutung der Tiefseeabsätze u. d. ophiolithischen Massengesteine. Berichte naturf. Ges. Freiburg i. B. 1906, S. 18.
15. A. Tornquist, Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitzungsber. preuß. Akad. d. Wiss. 30, 1907.
16. — Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. N. J. f. Min. 1908, I, S. 63.
17. O. Ampferer, Bemerkungen zu den von A. Heim und A. Tornquist entworfenen Erklärungen der Flysch- und Molassebildungen am Nordsaum der Alpen. Verh. Geol. Reichsanst. 1908.
18. A. Tornquist, Noch einmal die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und der submarine Einschub ihrer Klippenzone. Verh. Geol. Reichsanst. 1908.
19. — Die Annahme der submarinen Erhebung des Alpenzuges. Sitzungsber. preuß. Akad. d. Wiss. 1909.
20. O. Ampferer, Entgegnung an A. Tornquist. Verh. Geol. Reichsanst. 1909.
21. E. Suess, Das Antlitz der Erde III, 2. Leipzig u. Wien 1909.
22. W. v. Seidlitz, Sur les granites écrasés (mylonites) des Grisons, du Vorarlberg et de l'Allgäu. CR. Acad. de sc. Paris 1910.
23. H. Mylius, Geolog. Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. München 1912.
24. A. Tornquist, Eine Kritik der von Mylius geäußerten neuen Ansichten über die Herkunft der Juraklippen in der Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Centralbl. f. Min. 1912.
25. H. Mylius, Entgegnung an A. Tornquist. Centralbl. f. Min. 1912.
26. A. Tornquist, Zur Kritik der von H. Mylius gegen mich gerichteten Entgegnung. Centralbl. f. Min. 1912.
27. H. Mylius, Entgegnung an Tornquist. Centralbl. f. Min. 1913.
28. H. P. Cornelius, Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippenzone. Verh. Geol. Bundesanst. 1921.
29. M. Richter, Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 1922, S. 49.
30. K. A. Reiser, Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu II. Geognost. Jahreshefte XXXV, 1922, S. 1.

¹⁾ Dabei muß natürlich in diesem Falle nicht an einen aktiven Schub über die ganze genannte Strecke gedacht werden (vgl. Jeannet in 56, S. 669).

31. J. Cadisch, Zur Geologie des zentralen Plessur-gebirges. *Ecl. geol. Helv.* 1923, S. 493.
32. C. W. Kockel, Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. *Mitt. Geol. Ges. Wien* 1922, S. 63.
33. H. P. Cornelius, Zur Deutung der Allgäuer und Vorarlberger Juraklippen. *Verh. Geol. Bundesanst.* 1923.
34. M. Richter, Die Stellung der nördlichen Flyschzone des Bregenzerwaldes. *Verh. Geol. Bundesanst.* 1923.
35. L. Kober, Bau und Entstehung der Alpen. Berlin 1923 (S. 142).
36. H. P. Cornelius, Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im »Flysch« des Allgäu. *Jahrb. Geol. Bundesanst.* 1924.
37. M. Richter, Geolog. Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. (Sammlung geologischer Führer XXIV), Berlin 1924.
38. R. Staub, Der Bau der Alpen. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 52, 1924.
39. H. P. Cornelius, Über die Kreideantiklinale des Ostertales und die Stellung der Couches rouges im Allgäu. *Verh. Geol. Bundesanst.* 1925.
- b) Sonstige angeführte Literatur.
40. O. Ampferer, Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen. *Jahrb. Geol. Bundesanst.* 1923; I. Fortsetzung ebendort 1924.
41. P. Arbenz, Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz; *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich* 1913.
42. — Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung i. d. Alpen. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich* 1919, S. 266.
43. E. Blumer, Östlicher Teil des Säntisgebirges; *Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz, Neue Folge* 16/III, 1905.
44. K. Boden, Geolog. Untersuchungen am Geigerstein und Fockenstein bei Lenggries. *Geognost. Jahresh.* 1915.
45. — Geolog. Beobachtungen am Nordrande des Tegernseer Flysches. *Geognost. Jahresh.* XXXIII, 1920.
46. — Der Flysch im Gebiete des Schliersees. *Geognost. Jahresh.* XXV, 1922.
47. J. Cadisch, Geologie der Weißfluhgruppe zwischen Klosters und Langwies. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 49/I, 1921.
48. P. Christ, Geolog. Beschreibung des Klippengebietes Stanserhorn—Arvirat. *Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz, Neue Folge* 12, 1920.
49. H. P. Cornelius, Über d. Stratigraphie u. Tektonik der sedimentären Zone von Samaden. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 45/II, 1914.
50. — Zur Frage der Bewegungsrichtung der Allgäuer Überschiebungsdecken. *Verh. Geol. Reichsanst.* 1919.
51. — Die kristallinen Schollen im Retterschwangtal (Allgäu) und ihre Umgebung. *Mitt. Geol. Ges. Wien* 1921, S. 1.
52. — Beobachtungen üb. d. Gerölleführung der Molasse am Allgäuer Alpenrande. *Verh. Geol. Bundesanst. Wien* 1923.
53. J. G. Egger, Die Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. *Sitzgsb. Bayr. Akad. d. Wissensch. München* 1909, Nr. 11.
54. R. Grengg, Über einen Lagergang von Pikrit im Flysch beim Steinhof (Wien XIII). *Verh. Geol. Reichsanst.* 1914, S. 265.
55. Alb. Heim, Das Säntisgebirge. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 16, 1905.
56. — Geologie der Schweiz II. Leipzig 1922. Darin: Arn. Heim, Das helvetische Deckengebirge, S. 259f. A. Jeannot, Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen, S. 589.
57. Arnold Heim, Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich* 1906.
58. — Über den Berglitenstein u. die Grabser Klippe. *Ecl. geol. Helv.* 1907.
59. — Monographie der Churfürsten-Mattstockgruppe. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 20, 1910—1916.
60. — Geolog. Karte d. Alviergruppe. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Spez.-Karte Nr.* 80, 1917.
61. — Zur Geologie des Grünten im Allgäu. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich (Heim-Festschrift)* 1919.
62. — Der Alpenrand zwischen Appenzel u. Rheintal u. das Problem d. Kreide-Nummuliten. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 53/I, 1923.
63. — Beobachtungen in den Vorarlberger Kreideketten (vorl. Mitt.). *Ecl. geol. Helv.* 18, 1923.
64. — Über submarine Denudation und chemische Sedimente. *Geol. Rdschau* 15, 1924, S. 1.
65. F. Heritsch, Die Grundlagen der alpinen Tektonik, Berlin 1923.
66. L. Kober, Über Bau und Entstehung der Ostalpen, *Mitt. Geol. Ges. Wien* 1913.
67. E. Kraus, Sedimentationsrhythmus im Molassetrog des bayrischen Allgäu. *Abh. naturf. Ges. Danzig* I, 1923.
- 67a. M. Lugeon, La région de la Brèche du Chablais. *Bull. carte géol. France* VII, 1895.
68. St. Müller, Über den Zusammenhang des Gebirges beiderseits des Rheins. *Verh. Geol. Bundesanst. Wien* 1924.
69. A. Penck u. E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter.
70. J. Pia, Untersuchungen über die Tektonik der Lessinischen Alpen u. üb. die Verwendung statistischer Methoden in der Tektonik. *Denkschr. naturhist. Museum Wien* 1923.
71. — Über einen neuen Versuch zur Anwendung statistischer Methoden in der Tektonik. *Geol. Rundschau* 1924, S. 123.
72. E. C. Quereau, Die Klippenregion von Iberg. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 3, 1893.
73. F. Rabowski, Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal I. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 35, 1913.
74. K. A. Reiser, Die Eruptivgesteine des Allgäu. *Tschermaks Min.-petr. Mitt.* 1889.
75. M. Richter, Beobachtungen am Nordrand d. oberostalpinen Decke im Allgäu. *Verh. geol. Bundesanst.* 1923.
- 75a. — Kreide und Flysch im östlichen Allgäu zwischen Wertach und Halblech. *Jahrb. Geol. Bundesanst.* 1924, S. 135.
76. L. Rollier, Supracrétacique et Nummulitique dans les Alpes suisses orientales. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge* 53/II, 1923.
77. A. Rothpletz, Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. *Jahresb. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver.* 1916.
78. W. Schmidt, Statistische Methoden beim Gefügestudium kristalliner Schiefer. *Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien* 1917.
79. A. Spitz u. G. Dyhrenfurth, Geolog. Monographie der Engadiner Dolomiten. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 44, 1916.
80. R. Staub, Über Faziesverteilung u. Orogenese in d. südöstl. Schweizeralpen. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 46/III, 1917.
81. — Zur Geologie des Sassalbo im Puschlav. *Ecl. geol. Helv.* 1920.
82. R. Staub u. J. Cadisch, Zur Tektonik d. Unterengadiner Fensters. *Ecl. geol. Helv.* 1921.
83. D. Trümpy, Geolog. Unters. im westl. Rhätikon. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 46/II, 1917.
84. L. Vonderschmitt, Die Giswyler Klippen und ihre Unterlage. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge* 50/I, 1923.
85. E. Wepfer, Die nördliche Flyschzone im Bregenzerwald. *N. J. f. Min. Beil.-Bd.* I, 1909.
86. K. Zoeppritz, Geolog. Untersuchungen im Oberengadin zwischen Albulapaß und Livigno. *Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B.* 1906, S. 164.

Inhaltsübersicht.

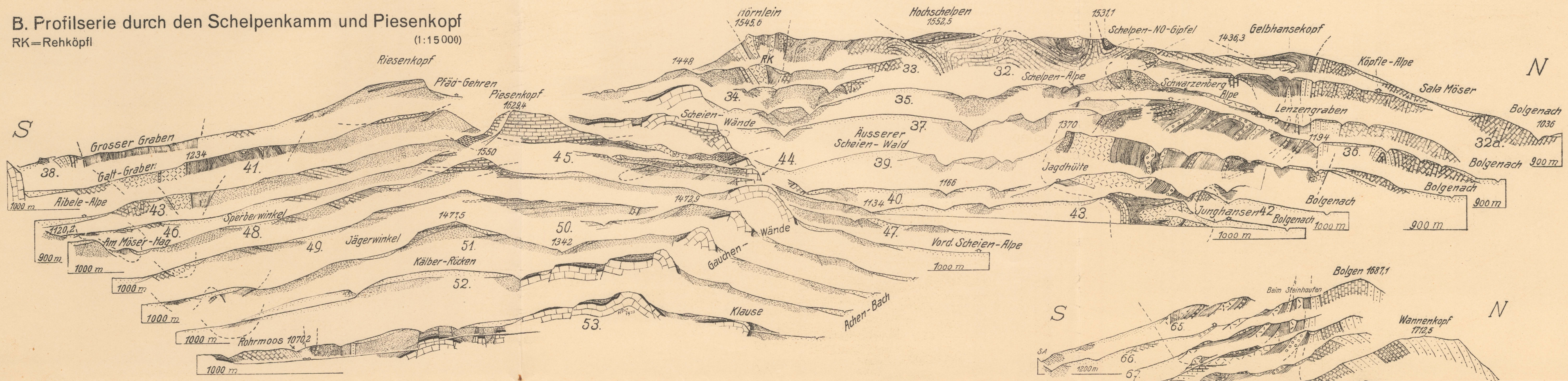
| | | | |
|---|-------|--|---------|
| Einleitung | 1 | b) Die Feuerstätterkopf-Nordklippe | 116 |
| Überblick über die tektonische Gliederung | 3 | c) Die nördliche Flyschunterlage | 118 |
| A. Stratigraphie | 3 | d) Das Lappachtal (W-Seite) | 118 |
| I. Die Schichtfolge der Klippen | 3 | e) Zusammenfassung | 119 |
| 1. Jura | 3 | 2. Der Schelpenkamm | 119 |
| a) Bunter Hornstein | 3 | a) Die Hörnleinklippe und ihre Unterlage | 119 |
| b) Aptychenkalk | 3 | b) Die Klippenunterlage auf der Ostseite des Schelpenkammes und die Hochschelpenklippe | 121 |
| 2. Kreide | 6 | c) Die Schelpen-Nordklippe | 122/153 |
| a) Junghansenschichten | 6 | d) Zusammenfassung | 156 |
| b) Feuerstätter Sandstein | 9 | 3. Die Piesenkopfkette | 157 |
| c) Senonmergel | 11 | a) Die Gauchenwände-Falte | 157 |
| d) Nummulitenkalk | 11 | b) Das nördliche Vorland der Gauchen- und Scheienwände | 158 |
| Zur Frage der Bildungsbedingungen der Klippenserie | 12 | c) Das Toniskopfgewölbe | 159 |
| Versuch einer faziellen Vergleichung | 13/49 | d) Die Fugenbachfalte | 159 |
| Anhang: Kristalline Schubsetzen | 51 | e) Die Piesenkopfklippe | 160 |
| 1. Der Gneis vom Großen Graben | 51 | f) Der Riesenkopf und die Biechtalpenklippe | 162 |
| 2. Der Diabas vom Hörnlein und seine Begleitgesteine | 51 | g) Die Rohrmooser Klippe und ihre Umgebung | 162 |
| II. Die Schichtfolge der Unterlage | 52 | h) Übersicht | 164 |
| 1. Die helvetische Kreide | 52 | 4. Das Riedberghorn-Bolgenregebiet | 165 |
| a) Die Drusbergsschichten | 52 | a) Die Gegend der Oberen Mittelalpe und Hörnlealpe | 165 |
| b) Der Schratzenkalk | 52 | b) Das Profil des Ränkertobels | 193 |
| c) Der Gault | 52 | c) Die Klippe am Bolgen-Südabhang | 193 |
| d) Der Seewerkalk | 53 | d) Die Klippenunterlage im Tale der Schönberger Ache | 196 |
| e) Die Leibodenmergel | 53 | e) Das Flyschgebiet von Riedberghorn und Bolgen | 196 |
| f) Die Couches rouges | 54 | f) Die Gegend von Obermaiselstein | 196 |
| g) Die Scheienalpmergel | 55 | g) Zusammenfassung | 197 |
| h) Glaukonitsandstein | 56 | II. Tektonische Zusammenhänge | 197 |
| Faziesstellung der helvetischen Kreide | 57 | 1. Die helvetische Tektonik | 197 |
| 2. Der Flysch | 58 | a) Die Falten der tieferen Kreide | 197 |
| a) Der »Wildflysch« | 58 | b) Die Scheienalpdecke | 199 |
| b) Ofterschwanger Mergel | 59 | c) Das nördliche Flyschgebiet | 199 |
| c) Balderschwanger Kieselkalk | 59 | 2. Die Tektonik der Klippen | 199 |
| d) Piesenkopfkalke | 60 | 3. Fremde Schubsetzen | 202 |
| e) Schelpenkalke | 60 | a) Der »Wildflysch« im Ränkertobel | 202 |
| f) Balderschwanger Mergelgruppe | 60 | b) Der Diabas des Hörnlein | 202 |
| g) »Schwarzer Flysch« | 61 | 4. Die Piesenkopfdecke | 203 |
| h) Oberzollbrücker Sandstein | 61 | 5. Faltenstatistik | 203 |
| Zur stratigraphischen Deutung der einzelnen Flyschglieder | 109 | 6. Die Herkunft der Klippen | 204 |
| III. Quartärbildungen und Oberflächengestaltung | 111 | 7. Beziehungen zwischen Klippen und Unterlage; tektonische Phasen | 207 |
| 1. Moränen | 111 | 8. Ausblick auf den westalpinen Klippenbogen | 210 |
| 2. Seeablagerungen | 112 | Literatur | 211 |
| 3. Bergstürze | 112 | a) Das Kartengebiet betreffend | 211 |
| 4. Schuttrutschungen | 113 | b) Sonstige angeführte Literatur | 212 |
| 5. Zur Talgeschichte | 113 | | |
| B. Tektonik | 114 | | |
| I. Tektonische Einzelbeschreibung | 114 | | |
| 1. Der Feuerstätterkopf | 114 | | |
| a) Die Feuerstätterkopf-Hauptklippe und ihre Unterlage | 114 | | |



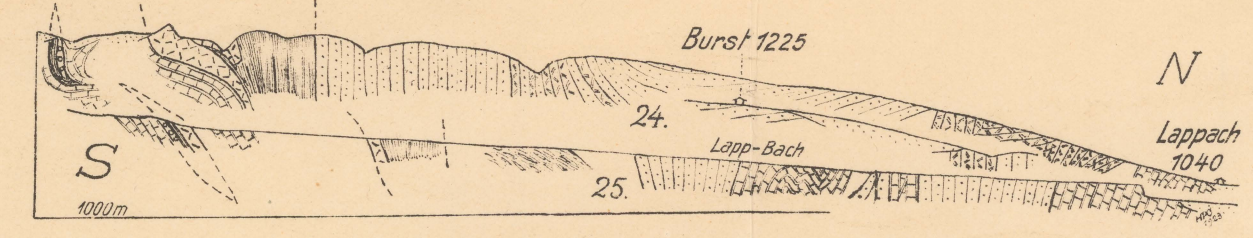
Tafel I
zu H.P. Cornelius, Balderschwanger Klippen.

A. Profilserie durch die Gegend des Feuerstätterkopfes (1:15000)

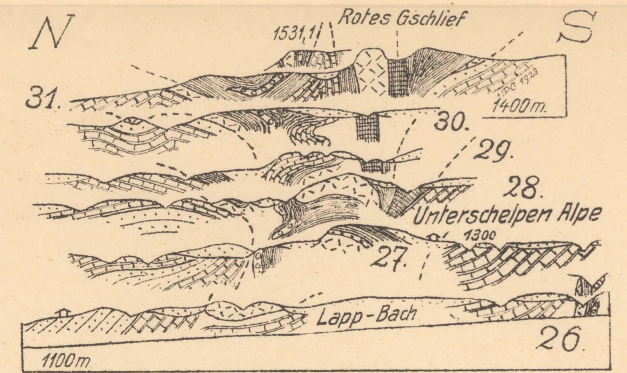
B. Profilserie durch den Schelpenkamm und Piesenkopf (1:15000)
RK=Rehköpfl



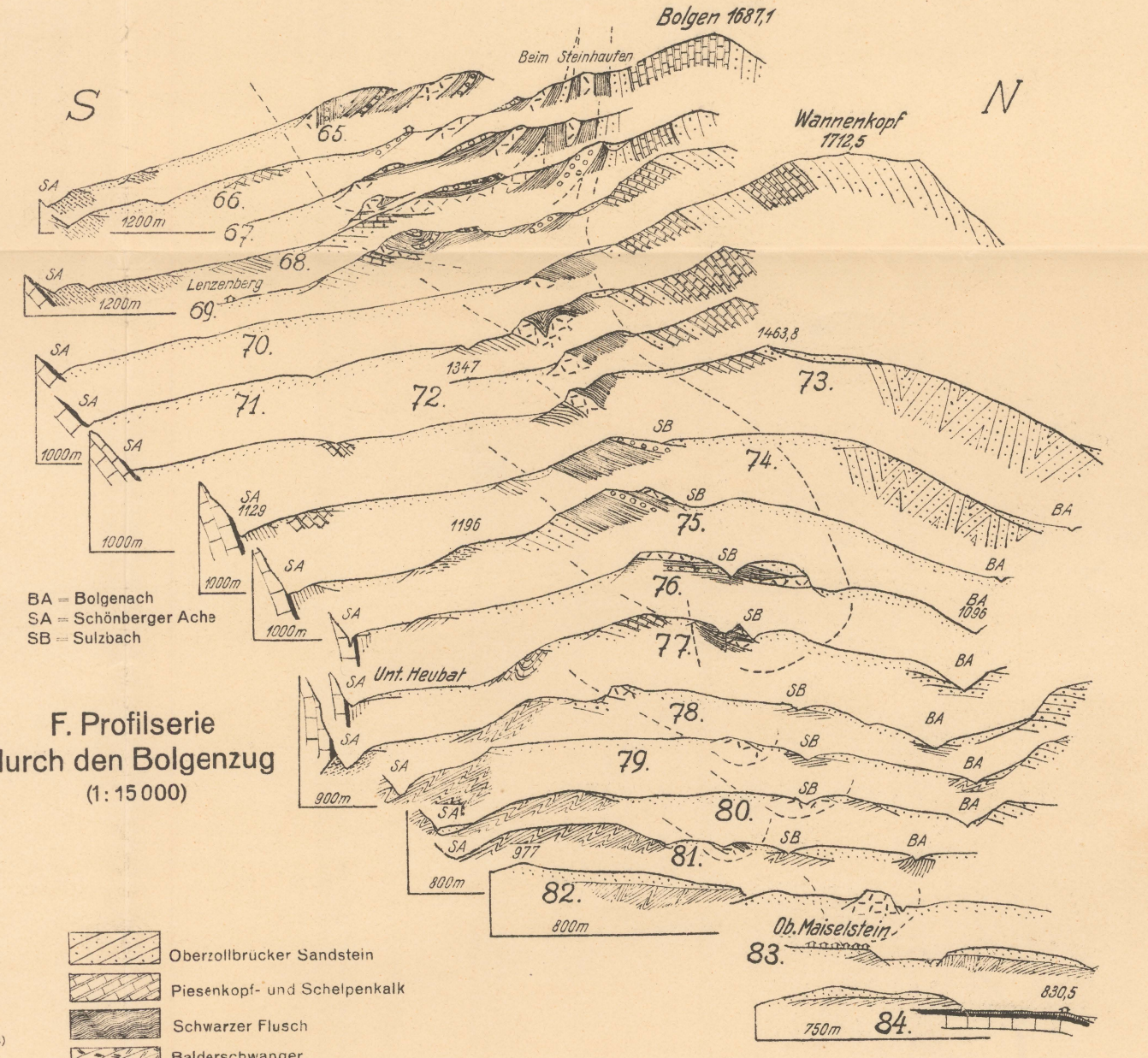
C. Profil auf der Westseite des Lappachtales (1:15000)



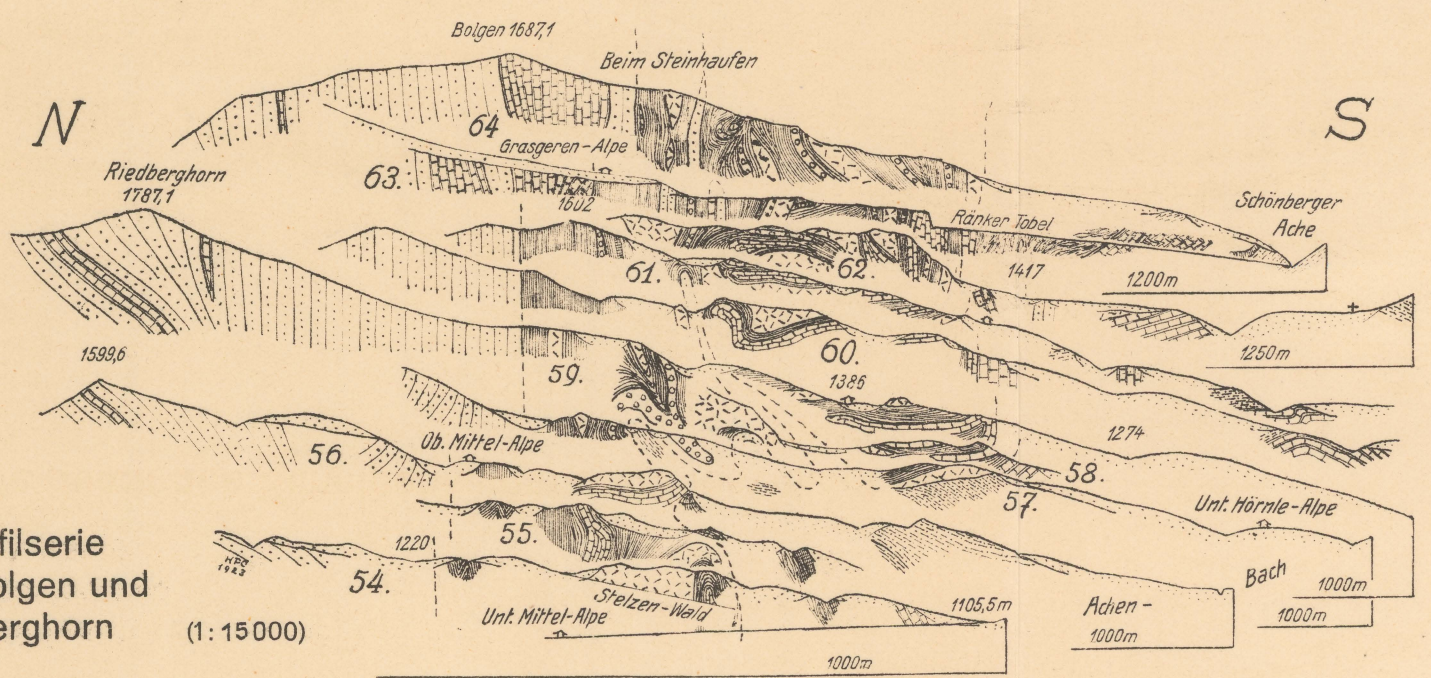
D. Profilserie auf der Ostseite des Lappachtales (1:15000)



F. Profilserie durch den Bolgenzug (1:15000)



E. Profilserie durch Bolgen und Riedberghorn (1:15000)



- | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|------------------------------|
| | Bunter Hornstein | | Scheienalmpergel | | Oberzollbrucker Sandstein |
| | Augengneis | | Glaukonitsandstein | | Piesenkopf- und Schelpenkalk |
| | Diabas | | Leibodenmergel (bezw. Couches rouges) | | Schwarzer Fluschn |
| | Nummulitenkalk | | Seewenkalk | | Balderschwanger Mergelgruppe |
| | Konglomerat im Feuerstätter Sandstein | | Gault | | Balderschwanger Kieselkalk |
| | Feuerstättersandstein | | Schratenkalk | | Olterschwanger Mergel |
| | Rote Gschlif-Schichten | | Drusbergschichten | | Wildfluschn |
| | Bolgenkonglomerat | | | | |
| | Junghansenschichten | | | | |
| | Aptychenkalk | | | | |

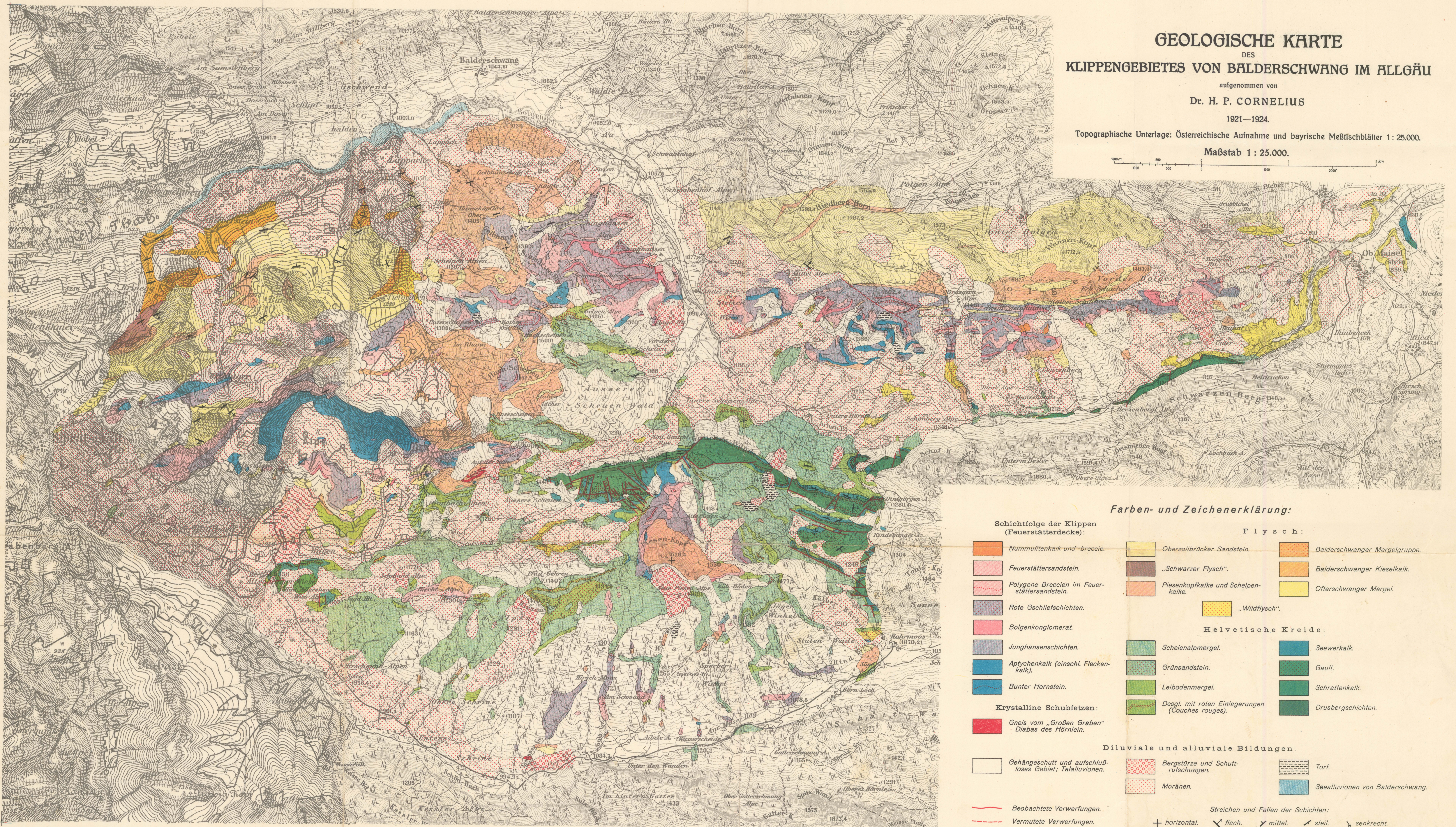
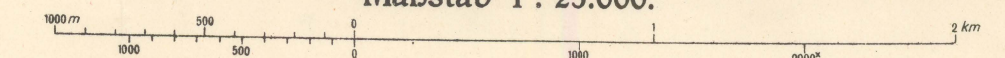
GEOLOGISCHE KARTE DES KLIPPENGEBIETES VON BALDERSCHWANG IM ALLGÄU

aufgenommen von
Dr. H. P. CORNELIUS

1921—1924.

Topographische Unterlage: Österreichische Aufnahme und bayrische Meßtischblätter 1:25.000.

Maßstab 1:25.000.



Farben- und Zeichenerklärung:

- | | | | |
|---|--|-------------------------------|---------|
| Schichtfolge der Klippen (Feuerstätterdecke): | | Flysch: | |
| Nummulitenkalk und -breccie. | Oberzollbrücker Sandstein. | Balderschwanger Mergelgruppe. | |
| Feuerstättersandstein. | „Schwarzer Flysch“. | Balderschwanger Kieseikalk. | |
| Polygene Breccien im Feuerstättersandstein. | Piesenkopfkalke und Schelpenkalke. | Ofterschwanger Mergel. | |
| Rote Gschliefschichten. | „Wildflysch“. | | |
| Bolgenkonglomerat. | Helvetische Kreide: | | |
| Junghansschichten. | Scheienalmmergel. | Seewerkalk. | |
| Aptychenkalk (einschl. Fleckenkalk). | Grünsandstein. | Gault. | |
| Bunter Hornstein. | Leibodenmergel. | Schrattekalk. | |
| Krystalline Schubsetzen: | Desgl. mit roten Einlagerungen (Couches rouges). | Drusbergsschichten. | |
| Gneis vom „Großen Graben“ Diabas des Hörnlein. | Diluviale und alluviale Bildungen: | | |
| Gehängeschutt und aufschlußloses Gebiet; Talalluvionen. | Bergstürze und Schuttrutschungen. | Torf. | |
| Moränen. | Seeealluvionen von Balderschwang. | | |
| Beobachtete Verwerfungen. | Streichen und Fallen der Schichten: | | |
| Vermutete Verwerfungen. | horizontal. | flach. | mittel. |
| | steil. | senkrecht. | |