

Geologische Beschreibung der Schlossbger-Spannortgruppe

Autor(en): **Ploeg, Pieter van der**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **12 (1912-1913)**

Heft 2

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-157271>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe

VON

PIETER VAN DER PLOEG, aus Leer

in Ostfriesland.

Einleitung.

Die *Schlossberg - Spannortgruppe* schliesst mit steiler, schwer ersteigbarer Südwand das *Erstfeldertal* nach Norden und Westen ab, bildet im Osten auf einer Strecke von 3 km die linke Talseite der *Reuss* und senkt sich in allmählicher Abdachung nach Norden zum *Waldnachter-* und hinteren *Engelbergertal* hinab.

Während die Schlossbergkette sich in einheitlicher 8 km langer Mauer in ostnordöstlicher Richtung hinzieht mit den aufeinanderfolgenden Gratgipfeln des *Schlossberges*, *Geissberges*, der *Sonnigstöcke* und des *Grigeler*, setzt sich die Spannortgruppe zusammen aus den einzelnstehenden Gipfeln des *Grossen-* und *Kleinen Spannorts*, *Zwächten* und *Krönten*, die in schroffen, klotzigen oder schlank aufstrebenden Türmen aus dem Gletscher des Erstfeldertales emporragen und ihn zirkusförmig umsäumen.

Alles dreitausender Gipfel, werden sie vom Grossen Spannort überragt, das mit seinen 3202 m weithin sichtbar, sofort an seiner zweigeteilten, wildverzackten Gestalt erkenntlich ist.

Geologisch orientiert befinden wir uns hier am Nordrand des *Aarmassivs*, wo die Schlossberg-Spannortgruppe einen Teil des autochthonen, ehemals wohl das ganze Massiv bedeckenden Sedimentmantels darstellt. Mit dem kristallinen Gebirge unter die vorgelagerten Decken untertauchend, haben sich hier die Sedimente erhalten können, während sie in den höheren Regionen von der allgemeinen Denudation ergriffen und abgetragen wurden.

Die ersten geologischen Aufzeichnungen über unser Gebiet stammen aus dem Jahre 1797 von HANS CONRAD ESCHER (2),

der in seiner Profilreise von Zürich bis an den Gotthard auch die kurz vor Erstfeld dem Urfels aufliegenden Kalkstein-Schieferschichten beschreibt und auf ihre diskordante Lagerung aufmerksam macht. Diese Diskordanz vom Mesozoikum zur kristallinen Unterlage wurde zuerst von DE SAUSSURE (1) im Berner Oberland aufgefunden und beschrieben und dann von ESCHER und andern Forschern an andern Orten nachgewiesen. Sie spielt seit ihrer Entdeckung bei den verschiedenen Versuchen zur Erklärung der Entstehung der Alpen eine wichtige Rolle.

Am Anfang des vorigen Jahrhunderts sind dann besonders die Arbeiten des Altdorfer Arztes K. F. LUSSEK zu erwähnen, der sich um die geologische Erforschung seiner engeren Heimat ausserordentlich verdient gemacht hat. Seine Beobachtungen sind von einer solchen Genauigkeit, dass sie bei den heutigen Aufnahmen noch verwendet werden.

Die von ihm hinterlassenen Aufzeichnungen im Archiv zu Altdorf wurden mir in zuvorkommenster Weise zur Einsicht überlassen. Es fällt hier besonders das schon von ARN. ESCHER VON DER LINTH in seinen Tagebüchern respektvoll erwähnte « 800 Fuss lange » Profil vom Gotthard bis Arth am Zugersee auf, das auch veröffentlicht worden ist, doch verkleinert und stark schematisiert (5). Einen Teil dieses Profils hat STUDER in seiner « Physikalischen Geographie » (11 Tab. III) übernommen. Das Original enthält viel mehr Einzelheiten und sucht jede im Terrain sichtbare Falte und Umbiegung wiederzugeben.

Es ist da die Windgällenfalte mit dem Porphyry im Kern bereits angegeben, der Kalkkeil von Färnigen als « merkwürdige Kalkbank » ebenfalls eingetragen. Das Mesozoikum gliedert er in « Niederschläge I., II., III. und IV. Art », hebt ihre Diskordanz zum Gneis hervor und deutet ihren Verlauf im Reusstal bereits richtig an.

1880 erscheint die Arbeit von A. BALTZER « Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberland », in der das Aufliegen und Verhalten des Mesozoikums zum Gneis des Aarmassivs vom Lauterbrunnental bis zum Reusstal einer eingehenden Untersuchung unterworfen wird. Zusammen mit der zwei Jahre vorher erschienenen Arbeit von ALB. HEIM « Ueber den Mechanismus der Gebirgsbildung » bildet dieses Werk wohl die Grundlage unserer heutigen Anschauung über die Entstehung der Alpen.

Das Uebergreifen von Gneis auf Kalkschichten zuerst von DE SAUSSURE (1) am Mettenberg, dann von HUGI (7 I. S. 183)

an der Jungfrau, am Gstellhorn und Pfaffenkopf entdeckt, war besonders durch STUDER (12 S. 183) weiter verfolgt und untersucht worden. Letzterer hatte entgegen den Anschauungen von ARN. ESCHER diese Erscheinung zugleich mit der Diskordanz des Gneises zu den aufliegenden Sedimenten als Folge eruptiver Tätigkeit aufgefasst, der er auch die Hebung des ganzen Massivs zuschreibt.

Diese noch weit verbreitete Ansicht wird nun von BALTZER gänzlich verworfen. Er erklärt den Gneis für älter als die aufliegenden Sedimente und mit diesen gefaltet, gehoben und gepresst durch seitlichen Druck. « Zur leichteren Erklärung der Diskordanz und weil die Oberfläche des Gneises etwas denudiert erscheint », nimmt er eine « etwelche Faltung schon vor Ablagerung des Verrucano » an (18 S. 240), die heute wohl allgemein anerkannte praetriasische Faltung.

Im Erstfeldertal hat BALTZER sich nur kurz aufgehalten und keine genaueren Studien gemacht. Er erwähnt und skizziert das zwei- bis dreimalige Uebereinanderlagern der Zwischenbildungen, als die man die Schichten von Trias bis Dogger dem Gneis und Hochgebirgskalk gegenüber zu bezeichnen pflegte. In der dem Werke beigegebenen Karte gibt er schematisch dieses Verhalten wieder, fügt jedoch hinzu, über den Verlauf dieser Zwischenbildungen nicht ganz im klaren zu sein. Die Spannörter, die in den Profilen von LUSSER noch als Gneisgipfel hervortreten, sind in dieser Karte, wenigstens zum Teil, bereits als Malm eingetragen.

Etwa um dieselbe Zeit studierte U. STÜTZ die Stratigraphie unseres Gebietes (17), wo er besonders den Liashorizont nachzuweisen und festzulegen suchte. Seine Studien wurden fortgesetzt und vervollständigt durch AUGUST TOBLER, der in seiner Arbeit « Ueber die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrande des Aarmassivs » (29) einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der alpinen Jurastratigraphie geliefert hat.

In den neunziger Jahren revidiert MOESCH, als Mitarbeiter der bald darauf erscheinenden geologischen Karte der Schweiz im Massstab 1 : 100 000, das Erstfeldertal und zeichnet den Verlauf der Zwischenbildungen schon etwas besser ein, ohne sich weiter darüber zu äussern. Auf der Nordseite der Schlossbergkette grenzt er das Eocän im grossen und ganzen richtig ab. Den Surenen-Pass sieht er noch ganz zeitgemäss als Eocänmulde an, indem er den Dogger unterhalb des Schlossberges mit dem Dogger des Hahnen bei Engelberg in Verbindung zu setzen sucht (27).

Zwächten und Krönte sind in dieser Karte wie in der von BALTZER noch als Gneis eingetragen. Der Malm des Zwächten wurde erst durch TOBLER entdeckt (29 S. 42), während der Hochgebirgskalk des Kröntengipfels meines Wissens zum ersten Mal im « Urner Führer » von Dr. A. SCHWEITZER erwähnt wird¹. In der vor zwei Jahren erschienenen geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aarmassivs von J. KOENIGSBERGER sind diese Malmgipfel zum ersten Mal kartiert worden. Die Sedimentbedeckung der Bärenzähne, westlich des Kleinen Spannorts ist hier ebenfalls angegeben, jedoch statt mit der Signatur der Trias fälschlicherweise mit der des Doggers. Auch die in der äussersten NW-Ecke der Karte eingetragenen Malmfetzen sind in Wirklichkeit zum grössten Teil Dogger- und Triasrelikte. Herr Prof. J. KOENIGSBERGER ersuchte mich in einer brieflichen Mitteilung (siehe S. 12), diese Druckfehler seiner Karte an seiner statt berichtigen zu wollen, welchem Wunsche ich mit Vergnügen entspreche.

Eine erste Beschreibung dieses Dolomitauftretens an den Bärenzähnen hat der vor zwei Jahren in den Bergen verunglückte junge Geologe R. NEUMANN gegeben und zwar in einem Briefe an Herrn Dr. A. BUXTORF in Basel, datiert vom 4. Mai 1907. Das Schreiben, das mir freundlichst zur Verfügung gestellt wurde, enthält u. a. folgende Mitteilung:

« Auf der BALTZER'schen Karte zu der Arbeit: « Der mechanische Kontakt von Gneis und Kalk im Berner Oberland », ist westlich vom Kleinspannort bis hinüber zum Wendenjoch unter der grossen Titliswand nichts von Sedimenten mehr eingetragen. Alle Bärenzähne und der ganze Grassengrat bestehen anscheinend aus Gneisen. Bei einer Traversierung der Bärenzähne (Kleinspannort-Bärengrube), die ich vergangenen Juli 1906 ausführte, ergab sich, dass die Punkte 2940 und 2900 der Siegfriedkarte westlich des Kleinspannorts eine Kappe von Rötidolomit und dunklen, glimmerreichen Schiefen (Opalinuston?) tragen. Der Rötidolomit zieht sich noch ein Stück weit nördlich hinunter zu den Felsen der Scheidegg. Weiter westlich gegen den Grassen hinüber (übrigens schwierige Kletterei) ist dann alles Gneis. Es handelt sich eben um ein bis zur Basis denudiertes Stück der Sedimentdecke. »

¹ Führer durch die Urner Alpen, verfasst vom A.A.C.Z., herausgegeben vom S.A.C. Bd. II., 1905, S. 237.

Stratigraphie.

Die Erstfelder Gneise.

Der kristalline Sockel, auf dem die autochthonen Sedimente aufruhend, wird gebildet vom sog. Erstfeldergneis, der in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten studiert worden ist. Ich verweise besonders auf die Arbeit von W. STAUB, der sich mit dieser nördlichen Randzone des Aarmassivs eingehend beschäftigt, sie auf die neueren Anschauungen untersucht und umgedeutet hat (51).

Da ich den Gneis weiter nicht in den Rahmen meiner Untersuchungen einbezogen habe, möchte ich kurz auf die von W. STAUB gefundenen Resultate eingehen.

Früher allgemein als Orthogneis, als ursprüngliches Eruptivgestein aufgefasst, gliedert A. SAUER den Erstfelder Gneis zum ersten Mal in zwei genetisch verschiedene Gruppen (30): einen mehr grobkörnigen, biotitreicheren Typus, den er für Eruptivgneis hält, und einen feinkörnigeren, biotitärmeren mit lokalen Kalkeinlagerungen, den er für Sedimentgneis ansehen möchte.

STAUB hält diese Trennung nicht für stichhaltig, da zwischen beiden Modifikationen, was Grösse des Kornes und Mengenverhältnis der Komponenten anbelangt, alle Uebergänge auftreten können, die er auf stärkere bis schwächere « Injektion » beruhen lässt. Der mikroskopisch und chemisch ähnliche Befund beider Typen führt ihn dazu, sie als Mischgestein, also als injizierte und vom intrusiven Magma teilweise modifizierte ursprüngliche Sedimentgesteine aufzufassen. Sie bilden den grössten Teil, der in der Zone des sog. Erstfeldergneises auftretenden Gesteine.

Die Injektion ist einem intrusiven Granit mit den von ihm ausstrahlenden Aplitgängen zuzuschreiben. Es gelang STAUB, bei Erstfeld zahlreiche solche Aplitgänge, wie auch einen Granitstock nachzuweisen.

Mehr gegen den Rand der Zone hin entdeckte er, allerdings untergeordnet, Kontaktgesteine in Form von Augithornfelsen und schliesslich noch reinen Sedimentgneis von ähnlicher chemischen Zusammensetzung, wie die schon lange für ursprüngliches Sedimentgestein angesehenen Sericitschiefer von Amsteg, in die der Erstfeldergneis allmählich übergeht.

Daneben kommen Quarzporphyrgänge vor, die den Granit und die Aplitgänge durchsetzen, also geringeren Alters sind.

Ausser diesen sauren Gesteinen fand STAUB in der Nähe von Erstfeld, allerdings nur als Blöcke im Gehängeschutt noch von basischen Eruptiva herrührende Amphibolite und Hornblendeschiefer. Ein Handstück dieser Amphibolite war von einem Aplitgang durchsetzt, so dass die basische Intrusion als die ältere aufzufassen ist.

So unterscheidet STAUB folgende genetische Serie der unter dem Namen Erstfeldergneis zusammengefassten Gesteine:

Sedimentgneis.

Derivate basischer Eruptiva.

Granitisch-aplitische Intrusionsgesteine, mit ihren Injektionen und Kontakterscheinungen.

Quarzporphyrgänge.

Carbon.

Von der Denudation, die nach der prätriasischen Faltung einsetzte, zum grössten Teil wieder abgetragen, ist das Carbon in den Alpen nur noch in einzelnen Zonen und Mulden erhalten geblieben.

TOBLER meinte in unserem Gebiet vom Zwächten aus « in der überaus steilen Gneiswand, welche den Rossfirn gegen Osten begrenzt » Anthracitschiefer gesichtet zu haben, « wie sie vom Wendenpässli... u. a. O. längst bekannt sind » (29). Da der Rötidolomit an dieser Stelle fehlt, machen diese schwarzen Schiefer allerdings von weitem diesen Eindruck, an Ort und Stelle jedoch fand ich Opalinuschiefer auf Triasquarzit, die dem Grat zwischen Zwächten und Bächlistock aufsitzen und zum Bächlifirn abfallen. Einsetzendes Schneewetter verhinderte die weitere Untersuchung nach dem Verlauf dieses merkwürdigen Doggerfetzen, der sich wahrscheinlich als Keil im Bächlistock verliert.

J. KOENIGSBERGER lässt die östliche Fortsetzung der Carbonconglomerate des Wendenjoches — Nordfuss des Titlis — unter den Schlossberg durchziehen (41 S. 882). Da ich bei einer Spannortbesteigung vergeblich nach diesem Carbon Umschau gehalten hatte, bat ich Herrn Prof. KOENIGSBERGER um genauere Angaben. Für die äusserst bereitwillige Auskunft, die ich daraufhin erhielt, spreche ich an dieser Stelle nochmals meinen herzlichen Dank aus. Nach dieser brieflichen Mitteilung zieht sich der Carbonzug des Wendenjoches am Rande des Grassengletschers entlang bis zu den beiden Bächen, die nach Niedersurenen hinunterfliessen.

Hier zerfasert der ganze Zug in zwei bis drei Keile. « Es

ist keine Mulde », wie KOENIGSBERGER betont, « die Gneise sind zu beiden Seiten etwas verschieden, an manchen Stellen sogar deutlich anders. Das Carbon keilt unstreitig nach unten aus, wie alle Sedimentzonen im Aare- und Gotthardmassiv. »

Herr Prof. KOENIGSBERGER gedenkt demnächst über diese Erscheinung und andere interessante Beobachtungen, die er vergangenen Sommer über Carbon in den Alpen machte, selber einiges zu publizieren.

In dem von mir aufgenommenen Gebiet ist also bis jetzt kein Carbon gefunden worden und auch sehr wahrscheinlich keins vorhanden.

Trias.

Buntsandstein.

Diskordant auf dem Gneis lagern Bänke von Quarzsandstein und grauen Schiefeln.

Der Kontakt ist im Erstfeldertal gut aufgeschlossen. Sehr schön zeigt sich die Ueberlagerung am linken Reussufer unterhalb der Hütten von Bockiberg. Hier sieht man schon von weitem den gelben Rötidolomit in einem kleinen Vorsprung aus dem Gebüsch hervortreten. Geht man dem Fusse dieses Felsens entlang hinunter, so erschliesst sich hier in steiler Wand ein noch verhältnismässig frisches Profil.

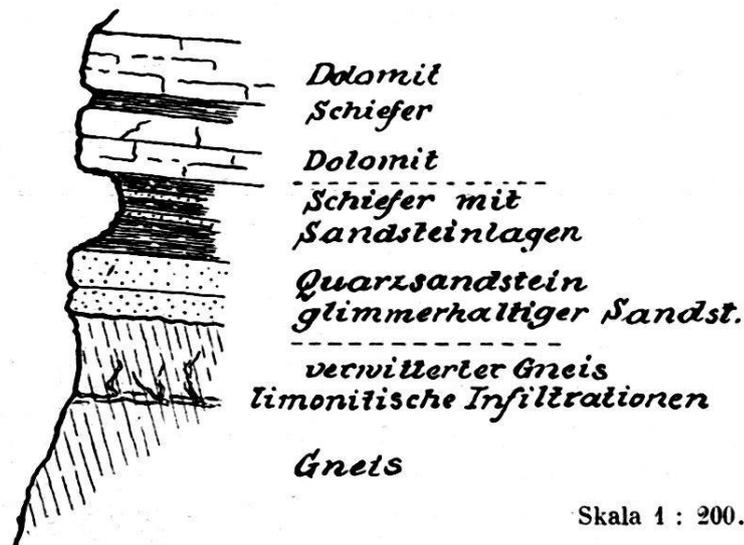


FIG. 1. — Profil unterhalb Bockiberg.

Der Gneis ist nach oben zu stark zersetzt. Ungefähr ein Meter unterhalb der Kontaktfläche ziehen sich ein bis zwei stark eisenschüssige Schlieren durch das Gestein hindurch

und zwar den Sedimenten parallel ausgeschieden, so dass man auf den ersten Blick hier den Kontakt annehmen möchte. Doch das Gestein darüber zeigt noch deutlich Gneistextur mit steil gestellter Glimmerlage und erst dort, wo sich in scharfer Grenze bräunlicher Quarzsandstein einstellt, haben wir den Kontakt vor uns. Die Gneisoberfläche stellt eine im Grossen und Ganzen nach Norden abfallende alte Denudationsfläche dar, worauf die stark verwitterte Unterlage und die ungefähr ein Meter tief den Gneis in Adern und Schlieren durchsetzenden eisenschüssigen Infiltrationen hindeuten.

Der überlagernde Sandstein ist feinkörnig, enthält Biotite und gerollte Quarzkörner, die verfrachteten Trümmer der abgewitterten Gneisunterlage. Es folgt eine hellere biotitarme Sandsteinbank und dann bis zum Dolomit und mit dessen untersten Bänken noch wechsellagernd, Schiefer mit dünnen Sandsteinzwischenlagen.

Mehr südlich, im Erstfeldertal, sind diese Schiefer von geringerer Mächtigkeit und bilden hier eher Zwischenlagen in den Sandsteinbänken. Unter Klein Spannort und Zwächten setzen sie stratigraphisch ganz aus. Die ganze Trias ist hier auf zwei bis drei Quarzitbänke beschränkt.

Oberhalb der *Börderen* im Erstfeldertal fand ich mitten in diesen Schichten eine Sandsteinbank mit grösseren, eckigen Dolomitbrocken, die mit Quarzkörnern durchspickt waren. W. STAUB (51 S. 23) und B. G. ESCHER (50 S. 163) erwähnen solche zerstreute Dolomitmäntel aus diesem Sandstein vom *Scheidnössli* an der Landstrasse zwischen Altdorf und Erstfeld. STAUB beschreibt von dort eine Dolomitbank von 4 m Länge und 40 cm Dicke mitten im Sandstein, die wohl nicht anders erklärt werden kann, als an Ort und Stelle abgelagert. Die vereinzelt Brocken scheinen mir abgeschlagene oder übriggebliebene Stücke solcher grösseren Bänke zu sein, die vielleicht bei einer vorübergehenden Hebung der nicht allzu fernen Küste wieder abradiert und in solchen Brocken in den Sand eingebettet wurden. Gegen die Auffassung als Konkretion oder Infiltration spricht ihre eckige Form und die scharfe Abgrenzung vom Sandstein.

Fossilien wurden in diesen Schichten nicht gefunden, doch die Wechsellagerung der Schiefer mit den unteren Dolomitbänken gestattet eine direkte Altersfolge dieser Ablagerungen anzunehmen. Gehört also der Rötidolomit dem Muschelkalk an, so sind diese unterlagernden Sandsteine und Schiefer dem Buntsandstein einzureihen.

Während TOBLER den früher allgemein für diese Sand-

steine benutzten Namen « Verrucano » zu umgehen sucht und höchstens noch von « Verrucano-Sandstein » oder « Verrucano ähnlichem Gestein » spricht, vermeide ich ihn ganz, da ich in dem von mir untersuchten Gebiet kein dem echten Verrucano ähnliches Gestein fand und er mir als Zeitbegriff nicht scheint verallgemeinert werden zu dürfen.

Der in letzter Zeit dafür viel angewendete Name Arkose wird, so bequem er ist, von E. TRUNINGER ebenfalls verworfen, indem er darauf hinweist, dass unserem Sandstein in der Regel jeder Feldspat- oder Kaolingegehalt fehlt, während allgemein die Definition unter Arkose einen feldspatreichen Sandstein versteht (52 S. 86).

Muschelkalk.

Das markanteste Glied der autochthonen Schichtserie bildet der Rötidolomit. Als vorspringende Bank mit seiner gelben bis gelbroten Anwitterungsfarbe zieht er sich von *Vättis* bis ins *Lötschental* dem ganzen Nordrand des Aarmassivs entlang, schon von weitem den Verlauf der Schichten anzeigend.

Im Erstfeldertal 12—15 m mächtig, reduziert sich seine Mächtigkeit unter den Spannörtern auf einige Meter, während er unter Zwächten und Krönten gänzlich aussetzt. Man hat also auch hier ein Auskeilen nach Süden anzunehmen, wie es schon W. STAUB östlich der Reuss nachweisen konnte, wo der Rötidolomit auch nach Süden zu abnimmt und im *Brusttal* bereits fehlt (51 S. 25). Allerdings tritt er weiter südlich im Meiental am Kalkkeil von *Färnigen* wieder auf.

Die untern Bänke werden in der Regel noch unterbrochen durch Tonschieferlagen, die bis 50 cm mächtig werden können. Während der Rötidolomit nach oben zu ausserordentlich homogen wird, enthalten die untern Schichten oft Quarzkörner und schwarze Kieselknollen, die das Gestein lagenweise durchsetzen.

Unter den Häusern von *Bockiberg* ist eine allerdings unzugängliche Stelle, wo der Rötidolomit, wahrscheinlich von Eisen infiltriert, durch und durch hellrot gefärbt ist. Im Schutt liegen Blöcke von dieser Stelle, die dunkelrote, radio-laritätähnliche Kieselimprägnationen enthalten, über deren Entstehung auch die mikroskopische Untersuchung keinen Aufschluss brachte.

Nach GERBERS und PAULCKES (49) Fossilfunden ist der Rötidolomit dem Muschelkalk einzureihen. STUTZ (22) fand im Erstfeldertal eine Stelle im sog. *Rotsteintal*, « wo die



Konglomerat von feinkörnigen Sandsteingeröllen im Keupersandstein

Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

oberste Lage des gelben Dolomits von unzähligen *Pholaden* angebohrt worden ist, von erhärtetem kohlschwarzen Mergel oder Kalk ausgefüllt. » Anstehend ist diese Stelle zwar nicht, doch liegt der Block mit den *Pholaden* gleich unterhalb der obern Grenze des Rötidolomits quer über dem Geisspfad, der hier durchführt. TOBLER stiess ebenfalls auf diesen Block und meint mit Recht, dass es sich hier nicht um Rötidolomitfossilien handeln kann. « Wenn es wirklich von Organismen erzeugte Bohrlöcher sein sollten, so müssten es jurassische, speziell liasische gewesen sein, da sämtliche Löcher an der obersten Schichtfläche des Rötidolomits ausmünden. »

Im Tobel des von den Waldnachter Alpen herunterkommenden Bockibaches fand ich oberhalb seines Ausflusses ins Reusstal eine mit Dolomit wieder verkittete Rötidolomitbreccie. Liessen schon die oben erwähnten Dolomitbrocken im Sandstein auf eine litorale Bildung des Rötidolomits schliessen, so kann diese Breccie unsere Annahme nur bestätigen.

Nach G. LINCK kommt Dolomit noch in unseren heutigen Meeren vor und soll sich dort ebenfalls in geringer Tiefe bilden.

Durch experimentelle Versuche gelang es ihm, nachzuweisen, dass sich Dolomit unter einem gewissen Ueberdruck aus den leichtlöslichen Calcium-Magnesiumsalzen durch chemische Umsetzung mit Verwesungsprodukten organischer Substanzen, namentlich Ammoniumkarbonat, den Gesetzen eines chemischen Gleichgewichts folgend, bilden kann ¹.

Keuper.

Dort wo der Malm mit den Zwischenbildungen in das Reusstal hinabsinkt und in steiler Fluh hart an die Reuss herantritt, schauen aus der mit Tannen bewachsenen Halde zwei braun angewitterte Rundhöcker hervor, die man auf den ersten Blick für Gneisbuckel ansehen möchte.

Kommt man jedoch vom *Hohweg* zum nördlichen dieser Buckel, so ändert man bald seine Ansicht. Schon die oberflächlich eingekritzten Namen lassen ein weiches Gestein vermuten und die nähere Untersuchung gibt dann auch einen feinkörnigen Sandstein zu erkennen, der in undeutlicher Lagerung steil nach NO einfällt.

¹ G. LINCK, Ueber die Entstehung der Dolomite. *Monatsberichte der deutschen geol. Ges.* 1909. Bd. 61. S. 230.

Die Unterlage dieses Sandsteins wird augenscheinlich gebildet von dem einige Meter weiter im zweiten Rundhöcker zu Tage tretenden Gneis.

Weiter südlich am *Bockibach* trifft man den selben rötlichen Verrucano-ähnlichen Sandstein wieder. Hier jedoch lagert er normal auf Rötidolomit, so dass kein Zweifel mehr besteht, dass wir es mit « Quartenschiefer » zu tun haben, wie er in der Axendecke gleich im Schächental in grosser Mächtigkeit entwickelt ist.

Es sind dünnbankige, feinkörnige, glimmerhaltige, rote und grüne Sandsteine von zirka 10 m Mächtigkeit.

Fossilien wurden in diesen Schichten keine gefunden; ihre Lagerung und Ausbildung gestattet jedoch die stratigraphische Gleichstellung mit dem Keuper Deutschlands.

Einige Schichten dieses Sandsteins zeichnen sich aus durch ihre konglomeratische Ausbildung. Die eingelagerten Sandsteingerölle unterscheiden sich von der Grundmasse nur durch ihre äusserst feinkörnige, tonig sandige Zusammensetzung. Die Gerölle sind entweder homogen sandig oder deutlich fein parallel geschichtet. Nach Lage und Grösse — ich fand solche bis zu 15 cm im Durchmesser — regellos im Gestein verteilt, sind sie parallel zur Schichtung des primären Gesteins mehr oder weniger ellipsoidisch verdrückt (Taf. I).

Die Bildung dieser Gerölle muss wohl während eines Unterbruchs in der Ablagerung des Sandsteins, noch vor seiner gänzlichen Verfestigung, stattgefunden haben.

Dass sich Gerölle aus noch unverfestigtem weichen Gestein bilden können, zeigen die Lehmufer unserer heutigen Seen.

C. SCHRÖTER und O. KIRCHNER geben in ihrer Arbeit über die Vegetation des Bodensees zwei von letzterem Autor aufgenommene Photographien, die die Entstehung solcher Gerölle sehr schön zur Darstellung bringen¹. Durch die freundliche Vermittlung von Herrn Prof. C. SCHRÖTER wurden mir die Clichés dieser Aufnahmen zur Verfügung gestellt und erhielt ich die Erlaubnis zu ihrer Veröffentlichung an dieser Stelle.

Durch den Anprall der bei hohem Wellengang gegen das Ufer anbrandenden Wogen brechen kleinere und grössere Brocken der unterhöhlten Lehmböschung ein, die, von den Wellen gerollt und gerundet, zu solchen weichen Geröllen umgeformt werden. Bei ruhigem Wasserspiegel kann man diese « Scheingerölle », wie sie nicht gerade sehr glücklich

¹ C. SCHRÖTER und O. KIRCHNER, Die Vegetation des Bodensees. *Bodenseeforschung*, 31, Lindau 1902. Bd. II.

Bildung von Lehmgeröllen am Westufer
des Bodensees.



Fig. 1. Am NW.-Ufer des «Rohrspitz».
Strand mit Lehmgeröllen.



Fig. 2. Auf der Leeseite des «Rohrspitz», bei ruhigem Wetter, aber
starkem Wellengang.

Ufer von der Brandung unterspült.

benannt werden, stellenweise in grossen Ansammlungen am Strand finden (Taf. II, Fig. 1 u. 2).

Auf ähnliche Art denke ich mir auch die tonig sandigen Gerölle unseres Keupers am Ufer eines seichten Sees entstanden, wo sie in den Sand eingebettet und nachträglich unter dem Druck der Sedimentation oder unter tektonischem Einfluss zu ellipsoidischen Formen zusammengepresst wurden.

Jura.

Lias.

STUTZ sah die auf dem Rötidolomit lagernden schwarzen Schiefer mit der über diesen Schiefeln liegenden Echinodermenbreccie als Lias an (17), gestützt auf Fossilien, die er in der Basis dieser Breccie fand und bestimmte als:

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Lima gigantea ¹ . | Pecten æquivalvis. |
| Lima punctata. | Rhynchonella variabilis. |
| Pecten textorius. | Terebratula numismalis. |

Später jedoch (22) findet er in den schwarzen Schiefeln im Engelberger- und Erstfeldertal Fossilien, nach denen er als sicher meint annehmen zu dürfen:

« dass unser Schieferkomplex wohl ziemlich genau dem freilich viel mächtigeren Schieferkomplex des Jura entspricht, der von den *Arietenkalken* bis zu den *Murschisonabänken* reicht, also die Opalinustone umschliesst. »

Die den Schiefeln aufliegende Echinodermenbank mit den früher darin gefundenen typischen Liasfossilien sieht er also jetzt für Dogger an, ohne sich weiter darüber auszulassen.

Offenbar hat nun TOBLER diese Fossilien aus der Echinodermenbank über den Schiefeln in der STUTZ'schen Sammlung wiedergefunden und gemeint, sie als Liasformen einer unter den Schiefeln vorhandenen Echinodermenbank im Erstfeldertal zuschreiben zu müssen, obschon ihm selbst eine solche von dort unbekannt war.

Er schreibt nämlich (29 S. 29).

« Im Engelbergertal sind durch SCHMIDT und STUTZ wenig mächtige Liaskalkbänke bekannt geworden, welche den Rötidolomit direkt überlagern. Im Profil des *Rotsteintales* (Talrunse im Erstfeldertal westlich von *Alpmatt*) fehlen dieselben. An einigen Punkten des Erstfeldertales scheinen sie aber doch vorhanden zu sein, was folgende Fossilien beweisen, die in

¹ Stutz gibt in der Regel den Autor nicht an.

der STUTZ'schen Sammlung unter der Bezeichnung « Erstfeldertal » lagen.

Rhynchonella variabilis Schloth. Pecten (Chlamys) priscus Schloth.
Rhynchonella calcicosta Qu. Cardinia cf. Listeri Sow.
Lima (Plagiostoma) punctata Ziet.

Ich habe nun das ganze Längsprofil des Erstfeldertales nach dieser Kalkbank zwischen Rötidolomit und untern Schiefer abgesehen, fand sie jedoch nirgends ausgebildet. Ueberall lagern direkt auf der Trias die schwarzen Schiefer. Entweder stammen also diese Fossilien nicht aus dem Erstfeldertal oder, was wahrscheinlicher ist, sie sind in der Echinodermenbreccie über den Schiefer gefunden worden und lassen sich in dem Falle wohl alle in Doggerformen umtaufen (S. 24), soweit sie es nicht schon sind.

Die schwarzen Schiefer verlegt TOBLER in ihrer Gesamtheit in die Opalinustone, so dass hier im Erstfeldertal auf Trias direkt Doggerablagerungen transgredieren und man hier wenigstens zur Liaszeit wohl Festlandperiode annehmen muss.

Die oben erwähnte Liaskalkbank unter diesen Schiefer im Engelbergertal und bei Innertkirchen (29 S. 52) ist, wie mir Herr Dr. P. ARBENZ mitteilte, nach seinen neuesten Untersuchungen auch noch als Dogger aufzufassen. Die Begründung zu dieser Auffassung wird seine demnächst erscheinende Monographie über die Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen bringen.

Es scheint demnach die alte STUDER'sche Ansicht, der Lias möchte am ganzen Nordrand des Aarmassivs fehlen (12 S. 38) wieder zu ihrem Recht zu gelangen.

Sicher nachgewiesener Lias im Autochthonen und zwar die *Toarcienstufe* ist vor kurzem durch K. TOLWINSKI bei *Vättis* bekannt geworden (47 S. 337).

An der *Sandalp* beim *Tödi* meint B. G. ESCHER Lias gefunden zu haben nach einer zweifelhaften *Cardinia*, die sich, wie er selber hinzufügt, auch mit einer *Coelastarte* aus dem Dogger vergleichen lässt (50 S. 145).

Sonst ist am ganzen Nordrand des Aarmassivs kein autochthoner Lias bekannt.

Dogger.

Der Dogger ist im Erstfeldertal westlich von der *Alpmatt* gut aufgeschlossen.

Vom *Bogli* oberhalb Erstfeld bis zum *Hohen Bühl* hinten im Tale führt ein verhältnismässig bequemer Geisspfad

immer dem Kontakt entlang, manchmal über, manchmal unter dem Rötidolomit, in den steilen Felsrunsen oft hart an den Felsen gedrängt unter der schroff vorstehenden gelben Bank hindurch.

In diesen ist das Profil am schönsten angeschnitten und auch der Untersuchung am besten zugänglich. Die erste Runse westlich von Alpmatt, das *Grosstal*, und zirka 100 m weiter westlich, das *Rotsteintal*, sind besonders durch die Arbeiten von STUTZ und TOBLER bekannt geworden. In der topographischen Karte sind sie nicht benannt.

An seinem Farben- und Schichtenwechsel lässt sich der Dogger schon von weitem, wie auch auf dem Panorama (Taf. IV) erkennen und deutlich gliedern in :

untere Schiefer, die sich als solche und durch ihre schwarze Farbe scharf abheben gegen den hellen Dolomit ;

harte dunkelbraune *Kalkbänke*, mit *unterm Eisenoolith* :
helle, graue *obere Schiefer* :

oberer Eisenoolith, als schmale Bank in der Basis der die Schiefer überlagernden steilen Wand, den Dogger abschliessend.

Der Dogger tritt im Erstfeldertal eine grosse Strecke weit mit dem Rötidolomit zusammen zweimal übereinander auf, worauf wir im tektonischen Teil noch zurückkommen werden.

Untere Schiefer.

Die im Erstfeldertal dem Rötidolomit direkt aufliegenden unteren Schiefer sind schwarze, glimmerführende Tonschiefer von 12—14 m normaler Mächtigkeit, die jedoch unter tektonischer Beeinflussung stark reduziert werden kann. Sie sind ausgezeichnet durch kalkige Toneisenstein-Konkretionen, die lagenweise parallel zur Schichtung angeordnet, den ganzen Komplex durchsetzen und mit ihren rostbraun anwitternden Bruchflächen ein typisches Merkmal dieser Schiefer bilden, an dem man sie auf den ersten Blick wiedererkennen kann.

Die Knollen können bis zu 20 cm im Durchmesser anwachsen und sind von ellipsoidischer Gestalt, wenn sie nicht, wie unter Krönten, Kleinem Spannort und südlich des Zwächten, unter starkem Druck linsenförmig gepresst worden sind.

Fossilien oder sonstige Einschlüsse wurden in diesen Konkretionen nicht gefunden, wie auch die Schiefer selber wenig Fossilien enthalten. Wo sie vorhanden sind, liegen sie in

der Regel nesterweise als Bruchstücke zusammengeschwemmt, die beim Herauspräparieren oft leicht zerbröckeln und gänzlich verloren gehen.

STUTZ zitiert von verschiedenen Lokalitäten aus diesem Horizont eine Anzahl Fossilien, die er fast alle als Liasarten bestimmt.

Aus dem *Rotsteintal* nennt er (22):

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Posidonomya Bronni. | Trigonia navis. |
| Nucula palmæ. | Astarte Amalthei. |
| Trigonia tuberculata. | Ammonites Taylori. |

TOBLER fand diese Fossilien in der STUTZ'schen Sammlung wieder, kann jedoch der Bestimmung nicht ganz beipflichten. (29 S. 86). Die *Posidonia Bronni* sieht er an für eine *Posidonia opalina* Qu. Es gelang auch ihm, die Muschel im *Rotsteintal* zu finden und zwar in der oberen Partie des Schieferkomplexes.

Die von STUTZ mit *Trigonia navis* verglichene Art ist in Schalenresten vorhanden, die TOBLER nicht für ausreichend hält, um eine sichere Bestimmung zuzulassen.

Er selber fand im *Rotsteintal* in den untern Partien dieser Schiefer:

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Pentacrinus Wuerttembergicus Opp. | Protocardium subtruncatum d'Orb. |
| Nucula Hausmanni Roem. | Astarte Voltzi Hoen. |
| Leda rostralis. d'Orb. | Pleurotomaria cf. Quenstedti. Gdf. |

wonach er meint, den ganzen Schieferkomplex als untersten Dogger auffassen und zwar den *Opalinustonen* des Juragebirges vergleichen zu dürfen.

Westlich vom *Rotsteintal* fand ich, ebenfalls im unteren Teil, eine:

Gervillia tortuosa Phil.; von Quenst. aus dem unteren Dogger von AALEN angeführt.

Ferner in gut erhaltenem Exemplar eine:

Astarte (Coelastarte) subtetragona Gdf.,

zitiert aus den sog. Liasmergeln bei *Bantz* im Koburgschen, die nach GÜMBEL¹ dem untern Dogger angehören, wo die

¹ GÜMBEL, Geogn. Beschreib. d. fränk. Alb. 1891, S. 83, 88.

Astarte subtetragona zusammen vorkommt mit *Am. opalinus*. Daneben zeigten sich Bruchstücke eines unbestimmbaren Ammoniten. Die äusserst feine Streifung der Schalenreste erinnert zwar an die Zeichnung eines *Lioceras opalinum*, doch fehlt jeder weitere Anhaltspunkt.

Demnach wird durch diese Funde die von TOBLER ausgesprochene Ansicht nur bestätigt, und hat die Bezeichnung *Opalinusschiefer* für diese im Autochthonen immer wiederkehrende Schiefergruppe noch stets ihre Berechtigung.

In dem verworrenen, tektonisch stark mitgenommenen Doggerprofil, südlich des *Hohwegs* sind in den Opalinusschiefern merkwürdige Gerölle eingeschlossen, für deren Herkunft ich keine Erklärung finde. Es sind über faustgrosse Gerölle von quarzreichem, glimmerhaltigen Sandstein mit dunkelm tonig-kalkigen Bindemittel. Dem Sandstein der untern Trias gleichen sie nicht sehr. Die kleinen rostfarbigen dolomitischen Tupfen, die das Gestein durchsetzen, verleihen ihnen das Aussehen mancher Liasquarzite, wie sie in den helv. Decken vorkommen, hier im Autochthonen jedoch unbekannt sind.

In fast 20 m steilem Absturz werden die Schiefer überlagert von sandig-kalkigen Bänken, die sich wieder gliedern lassen in

untere Echinodermenbreccie.
Kieselknauerbank.
obere Echinodermenbreccie.
Eisenoolith.

Untere Echinodermenbreccie.

Die untere Echinodermenbreccie besteht aus hartem, dunkelgrauen, grobkörnigen, spätigen Kalk. Sie erreicht im Erstfeldertal eine Mächtigkeit von 6—7 m.

In seiner unteren Partie, ungefähr 30—40 cm oberhalb der Basis, ist der Kalk eisenschüssig und enthält oft in einer schmalen Zone von zirka 10—15 cm in regelloser Verteilung grosse *Eisenoolithe* von kugelig und die grösseren von ellipsoidischer Gestalt. Ich sammelte solche Oolithe, die bis zu 10 cm Durchmesser erreichten. Von konzentrisch schaliger Struktur, umschliessen sie oft irgend einen Fremdkörper als Kern, wie Anhäufungen grober Quarzkörner oder Schalenfragmente. So zeigte sich beim Zerschlagen einer solchen Kugel im Innern der Querschnitt eines kleinen Ammoniten, der sich jedoch nicht näher bestimmen liess.

Diese *Makro-Oolithe* ziehen sich nicht einheitlich durch das ganze Tal hindurch. Stellenweise fehlen sie; manchmal sind sie so durch und durch mit der Kalkbank verschweisst, dass man Mühe hat, sie wiederzufinden; manchmal auch werden sie durch eine schmale Verwitterungskluft gegen oben abgegrenzt und sind dann besser mit Hammer und Meissel angreifbar.

Obgleich STUTZ diesen *untersten* Oolith erwähnt, ist er BALTZER und TOBLER entgangen. STUTZ beschreibt ihn nach Besprechung des Rötidolomits und der untern Schiefer kurz folgendermassen (17 S. 845):

« Die untere Seite des ganzen Kalkkomplexes zeigt stellenweise eine Lage von Toneisenstein, der in Bohnerz ähnlichen Knollen auswittert. Das wichtigste sind jedoch einige sicher bestimmbare Petrefakten, die gleich in der ersten tiefsten Schicht liegen. » Es sind die auf S. 18 bereits zitierten Zweischaler. « Daneben liegt noch ein wenig leitender *Mytilus*, ein *Trichites*, Schalen ähnlich den *Cardinien* (*Thalassiten*), ein *Pentacrinus*, vielleicht *tuberculatus* und ein ziemlich grosser *Gasteropod*, vielleicht *Melania Zinkeni*. Sehr wichtig und entscheidend ist der *Pecten*, welchen ich oben *aequalvis* nannte. Es ist der gleiche, breitrippige *Pecten*, der auf der *Hüetleren* (am Buochserhorn) und am *Holzswang* (Stanserhorn) mit *Ammonites maculatus* und *raricostatus* zusammenliegt. Mit seinen Genossen zusammen beweist er also jedenfalls, dass wir hier untern Lias vor uns haben. »

Wie wir bei der Besprechung des Lias gesehen haben, nimmt er später die Kalkbank mit diesen « sicher bestimmbaren Petrefakten » hinauf in den Dogger, ohne diese Fossilien weiter zu berücksichtigen. Diese bleiben dann unter der Bezeichnung « Erstfeldertal » als Liasarten etikettiert in der Sammlung liegen und führen lange Zeit zu der irrthümlichen Annahme, dass sich im Erstfeldertal irgendwo unter den Opalinusschiefern noch eine Liasbank befinden müsse. Wir werden nachher sehen, wie sie mit manchen von mir gefundenen Doggerarten wohl verglichen werden könnten. TOBLER gelang es nicht, Petrefakten aus der untern Echinodermenbreccie herauszuschlagen. Er fand jedoch in der STUTZschen Sammlung zwei trefflich erhaltene Exemplare von

Ludwigia Murchisonae

aus der *Keistenlamm* bei Innertkirchen, die nach seiner Meinung aus demselben Horizont stammen müssen. Er meint

daher die untere Echinodermenbreccie den *Murchisonae-schichten* zuzählen zu dürfen.

Die Basis der Breccie ist überaus reich an Fossilien, wie auch das Gestein, in das die Oolithe eingebettet sind, manchmal von Muschelschalen gänzlich durchspickt ist. Es fällt nur sehr schwer, aus dem ungemein harten Kalk bestimmbare Fossilien herauszuschlagen. Nach langem Klopfen gelang es mir schliesslich dennoch, eine kleine Zweischalerfauna zusammenzubringen und zu guterletzt wurde alle Mühe reichlich belohnt durch den Fund einer *Ludwigia* aus dem Niveau der Makro-Oolithe. Später fand ich dann zusammen mit Herrn Dr. ARBENZ bei der Spannorthütte, am Vorabend einer gemeinsamen Spannortbesteigung zwei weitere Exemplare und zwar in der Basis der Echinodermenbreccie.

Es zeigt diese *Ludwigia* viel Aehnlichkeit mit der *Ludw. Murchisonae*, hat jedoch eine schmalere, mehr abgerundete Externseite und ist identisch mit der

Ludwigia falcata Horn¹
= Am. *Murchisonae falcatus*. Quenst.

Es vertritt diese Form, nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. L. ROLLIER, in den Alpen fast immer die *Ludw. Murchisonae* und ist ebenfalls leitend für deren Zone.

Was ich sonst noch aus diesem Horizont im Erstfeldertal und bei der Spannorthütte sammelte, bestimmte Herr Prof. ROLLIER in liebenswürdiger Weise als :

Pecten (*Variamussium*) *pumilus* Lam.
= *P. personatus* Ziet. typisch für mittleres
Aalénien (50. S. 252).
Inoceramus fuscus. Quenst. } typ. f. Aalénien.
Pleuromya arenacea Ag. }
Pleuromya elongata z. Münst.
Trigonia acuminata Ag.
Pecten (*Chlamys*) *ambiguus* z. Münst.
Pecten (*Chlamys*) *Dewalquei* Opp.

Es sind dies wohl die beiden *Pecten*, die STUTZ für *P. textorius* und *aequalvis* ansah.

Pecten (*Entolium*) cf. *Silenus* d'Orb.
Pecten (*Camptonectes*) cf. *Saturnus* d'Orb.

¹ ERICH HORN, Die Harpoceraten der Murchisonae-Schichten des Donau-Rheinzuges (Wutach). *Inaug. Diss.* Heidelberg 1909.

Lima (Plagiostoma) cf. Greppini Roll. in fig. Grep.
mit mehr als 40 quadr. Rippen.

Lima (Plagiostoma) cf. Toarcensis Dumort.

entsprechen wahrscheinlich den von STUTZ bestimmten *L. gigantea* und *punctata*.

Lima (Plagiostoma) cf. Schimperi Branco.

Terebratula cf. subbuculenta. Ch. et Dew.

von STUTZ wohl für *T. numismalis* gehalten.

Terebratula aus der Gruppe der *Ter. perovalis*,
gestreift wie *Ter. ventricosa* Ziet. aber kleiner und
schmäler.

Bruchstücke von :

Pinna (Trichites) ampla Sow.

Diese Fossilienfunde beweisen also die Richtigkeit der Annahme von TOBLER, dass *die Basis der untern Echinodermenbreccie den Murchisonaehorizont enthalte*.

Dadurch findet die Bestimmung der unteren Schiefer als *Opalinusschiefer* wiederum ihre Bestätigung.

Ob nun die ganze « untere Echinodermenbreccie » den *Murchisonaeschichten* entspricht oder ob sie noch den *Sowerbyihorizont* einschliesst, darüber lässt sich vor der Hand noch kein sicheres Urteil abgeben. Der letztere Fall scheint mir der wahrscheinlichere. Einmal fand STAUB im Reusstal über der *Makro-Oolithbank* einen allerdings unvollkommenen Ammoniten, der jedoch eher einer *Sonninia* gleiche als einer *Ludwigia*. Und dann glaube ich eben in der überlagernden *Kieselknauerbank* eine höhere Zone annehmen zu müssen als die der *Sonninia Sowerbyi*.

Kieselknauerbank.

Scharf von der untern und obern Echinodermenbreccie abgeschnitten, tritt der *Kieselknauerhorizont* als merkwürdige, braun anwitternde Bank hervor. Merkwürdig, wegen ihres grossen Kieselgehaltes. In unregelmässig wildverzackten Formen durchsetzen grosse Kieselknollen das Gestein, die die sandig kalkige Grundmasse manchmal zu verdrängen scheinen, ohne sich jedoch mit ihr zu vermischen oder Uebergänge zu bilden.

Fossilien wurden in dieser Bank keine gefunden, ebenso

wenig wie Dünnschliffe aus den Kieselknauern über deren Entstehung Aufschluss zu geben vermochten.

Wenn ich dennoch in dieser Bank den *Sauzeihorizont* vermute, so führte mich dazu einmal die Ueberlagerung durch die obere Echinodermenbreccie, die den *Humphriesianuschichten* entspricht, dann die analoge Ausbildung dieses Horizonts im Jura, der nach ROLLIER durch sandig-kieselige Ablagerungen besonders in der Gegend von Arbois und Salin « de véritables chailles silicieuses et de concrétions de silex fort dures » ausgezeichnet ist.

Obere Echinodermenbreccie.

Auf die Kieselknauerbank folgt die *obere Echinodermenbreccie*, die sich von der untern nur wenig unterscheidet, vielleicht etwas feinkörniger ist. Sie geht in der Regel in eine Korallenbank über, die jedoch nicht überall gleichmässig ausgebildet ist, so dass ich den Ausdruck « *obere Echinodermenbreccie* » vorziehe vor der von TOBLER gebrauchten Bezeichnung « *Korallenhorizont* ».

Wie die untere Echinodermenbank enthält auch dieses Gestein eigenartige braune Flecken und verzackte kleine Adern, die wohl auf limonitische Infiltrationen zurückzuführen sind.

TOBLER findet die Breccie selber ausgezeichnet durch das Vorkommen von : (29 S. 33)

Pecten (Entolium) disciformis Schübl.

während die eigentliche Korallenbank

Pecten (Chlamys) ambiguus Mü.

beherbergen soll.

Er sammelte in der Nähe des *Bockli* verchiedene Petrefakten aus diesem Horizont und schreibt :

« Die Fossilliste wird die Bezeichnung *Humphriesianuschichten* für diese beiden Abteilungen rechtfertigen, obwohl *Steph. humphriesianum* Sow. naturgemäss in diesen korallogenen Bildungen sich nicht gezeigt hat :

| | |
|---------------------------------|---|
| Isastraea Bernardi d'Orb. | Pecten (Entolium) disciformis |
| Confusastraea Cotteau d'Orb. | Schübl. |
| Isastraea tenuistriata M'Coy. | Pecten (Chlamys) ambiguus z. |
| Pentacrinus cristagalli Qu. | Münst. |
| Cidaris cucumifera Ag. | Pleuromya sp. |
| Rhynchonella Pallas Ch. et Dew. | Homomya sp. |
| Heimia Meieri Choff. | Pseudomelania sp. |
| Pecten (Entolium) spatulatus | Belemnites (Megateuthis) giganteus Schloth. » |
| Rol. | |

Unterer Eisenoolith.

Der ganze Komplex von Echinodermenbreccie wird nach oben abgeschlossen durch einen *Eisenoolith* von kaum einem Meter Mächtigkeit. Das Gestein lässt sich mit dem des *oberen Eisenoolith* leicht verwechseln. Er ist etwas weniger eisenhaltig und daher auch einförmiger schwarz gefärbt mit brauner Anwitterungsfarbe.

TOBLER fand in diesem Oolith am Ausgang des *Genttales* neben einigen *Terebrateln* eine

Parkinsonia (Cosm.) baculata Qu.

und in der STUTZ'schen Sammlung unter der Bezeichnung « *Keistenlamm* »

Parkinsonia (Cosm.) garantiana d'Orb.
Parkinsonia (Cosm.) bifurcata Ziet.

wodurch die Benennung « *Bifurcaten-Oolith* » gut begründet ist.

Obere Schiefer.

Auf den unteren Eisenoolith legen sich grau anwitternde, kalkige *Tonschiefer* von 8—12 m Mächtigkeit. Sie enthalten einzelne Kalkbänke, die ich mit Herrn Dr. ARBENZ auch im Engelbergertal wiederfand und aus denen wir zahlreiche Fossilien sammelten, deren Bestimmung und Verwertung Herr Dr. ARBENZ übernehmen wird.

Im Erstfeldertal suchte ich vergeblich in diesem Komplex nach Fossilien.

STUTZ fand im *Grosstal* den oberen Teil der Schiefer « ganz erfüllt mit

Rhynchonella varians Schloth.

von allen Grössen und Formen. »

TOBLER fand in der STUTZ'schen Sammlung unter der Bezeichnung « *Grosstal* » folgende Fossilien :

| | |
|--|--------------------------------------|
| Rhynchonella varians Schlot. (30 Exempl.) | Lima (Plagiostoma) sp. |
| Terebratula globata Sow. | Pecten (glatte Art). |
| Zeilleria subbuculenta Dav. | Pecten (Chlamys) Bouchardi Opp. |
| Zeilleria ornithocephala Sow. | Ostrea Knorri Ziet. Var. planata Qu. |

Er selber fand diesen *Varianshorizont* nicht wieder, entdeckte dafür aber eine andere fossilführende Stelle im *Rotsteintal*, zirka 50 cm unter dem oberen Ende der Schiefer, die er als *Cerithienhorizont* bezeichnete und mit dem *Dentalienton* Schwabens vergleichen möchte.

Er sammelte und bestimmte daraus :

| | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Astarte depressa Qu. | Goniomya proboscidea Ag. |
| Limatula helvetica Opp. | Trochus bijugatus Qu. |
| Posidonia Parkinsoni Qu. | Trochus cf. duplicatus d'Orb. |
| Trigonia Kurri Opp. | Cerithium echinatum Qu. |
| Trigonia cf. angulata Sow. | Parkinsonia cf. ferruginea Opp. |
| Trigonia cf. impressa Sow. | Parkinsonia sp. |

Diese Fossilfunde und die Lage der Schiefer zwischen dem *Bifurcatenhorizont* und dem *Callovien* lassen ihr *Bathonienalter* als sehr wahrscheinlich erscheinen.

Oberer Eisenoolith.

Der wegen seines Eisengehalts und seiner weiten Verbreitung altbekannte *obere Eisenoolith* bildet das Schlussglied der ganzen Doggerserie. Vom *unteren Oolith* unterscheidet er sich durch stärkeren Eisengehalt, was sofort an der grössern Anhäufung von Oolithkörnern und der bunten grün bis violetten Oxydationsfarbe des eisenschüssigen Gesteins auffällt.

Lange Zeit war man über das Alter dieses obern Ooliths nicht recht im klaren. Neben *Perisphincten* traten in den Fossilisten immer wieder *Parkinsonier* auf, die sonst dem *Callovien* fehlen.

TOBLER glaubte jedoch diese *Parkinsonier* auf Verwechslungen mit dem untern Oolith oder auf Vermischung von echten *Callovienfossilien* mit solchen aus dem Liegenden zurückführen zu dürfen, wo diese *Bathonienformen* direkt unter dem Oolith auftreten. So fand er im *Rotsteintal* die untere Schichtfläche des oberen Eisenooliths « völlig gepflastert von grossen *Perisphincten* und wohl auch grossen *Parkinsoniern*. »

Er bestimmte daraus :

| | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Perisphinctes Orion Opp. | Belemnites (Belemnopsis) callo- |
| Perisphinctes funatus Opp. | viensis Opp. |
| Perisphinctes Moorei Opp. | |

Ich fand dieses Ammonitenpflaster nicht wieder, brachte auch nur wenig Fossilien aus dieser Zone zusammen, die nicht gerade sehr bezeichnend für *Callovien* sind.

Ein gut erhaltenes Exemplar von

Perisphinctes cf. *alligatus* Bean (Lockenby); zwischen Zone des *Oxycerites aspidoides* und Zone des *Macrocephalites macrocephalus*.

Perisphinctes cf. *Mosquensis* Fisch. (Am.).

Coeloceras cf. *Gowerianum* Sow. (Am.)

Ludwigia pseudopunctata Lahus. (Harp.)

Pecten (*Camptonectes*) *lens* Sow.

Belemnopsis (*Hastites*) *semihastata* de Blainv. (Beltes).

STUTZ bezeichnet die Kalkbänke in den obern Schiefen über seinen « *Variansschichten* » bereits als « *Macrocephalusbänke* », so dass er ein Callovien erhält von zirka 6 m Mächtigkeit. Dass er die Grenze jedoch entschieden zu tief annimmt, zeigen die in der gleich darauffolgenden Fossiliste aus diesem Komplex aufgezählten Ammoniten, die das Bathonien und Callovien vertreten.

Es werden da genannt (17):

| | |
|--|-----------------------------------|
| <i>Ammonites macrocephalus</i> . | <i>Amm. triplicatus funatus</i> . |
| <i>Amm. Parkinsoni depressus</i> (Parkinsoni). | » <i>convolutus</i> . |
| <i>Amm. Parkinsoni gigas</i> (Neufensis). | » <i>hecticus</i> . |
| <i>Amm. Parkinsoni dubius</i> (Garantianus). | » <i>punctatus</i> . |
| | » <i>fuscus</i> . |
| | » <i>anceps</i> . |

Aus der STUTZ'schen Sammlung erwähnt TOBLER noch Fossilien vom Rossfirn am Fuss des Zwächtenstockes

Perisphinctes curvicosta Opp.
Hecticoceras hecticum perlatum Qu.
Stephanoceras anceps ornati Qu.

Nach alledem scheint mir das *Callovienalter* des 2 m mächtigen oberen Eisenooliths als sicher festzustehen.

Gliederung des Dogger.

Nachdem wir bei der Besprechung des Doggers eine petrographisch-orographische Uebersicht innehielten, wollen wir jetzt versuchen, unser Profil an Hand der nachgewiesenen paläontologischen Zonen nach der allgemeinen Doggereintheilung zu gliedern. (Fig. 2.)

Als sicher nachgewiesene Horizonte ergeben sich in den « unteren Schiefern » die *Opalinustone* und in der Basis der « unteren Echinodermenbreccie » die *Murchisonaeschichten*, während sich in dem obern Teil dieser Breccie der *Sowerbyihorizont* vermuten lässt.

Die Grenze zwischen *Aalénien* und *Bajocien* würde demnach in der unteren Echinodermenbank verlaufen und orographisch nicht sehr hervortreten, wenn man, wie bis jetzt allgemein üblich war, das *Bajocien* mit der Zone der *Sonninia Sowerbyi* anfangen lässt.

TOBLER nahm aus diesem Grunde den *Murchisonaehorizont* noch ins *Bajocien* hinein und gliederte ihn von den unteren Schiefern durch ein « *Opalinien*¹ » ab. Mir scheint eine derartige willkürliche Verschiebung der Zonen zur besseren Anpassung an lokale Verhältnisse nicht dem Zweck eines allgemeinen stratigraphischen Systems zu entsprechen.

Anders verhält sich die Sache, wenn Veränderungen vorgenommen werden, die vergleichende Gesichtspunkte zur Grundlage haben, durch die die allgemeine paläontologische, stratigraphische oder orographische Gliederung besser zur Geltung kommen soll. Eine solche Änderung schlägt Prof. ROLLIER in seiner neuesten Arbeit vor: « Les facies du Dogger » (54).

Seine eingehenden Untersuchungen im Jura und vergleichende Studien der Doggerprofile benachbarter Gebiete führen ihn dazu, die obere Grenze des *Aalénien* zwischen die Zone der *Sonninia Sowerbyi* und die Zone des *Sphaeroceras Sauzei* zu verlegen. Mit *Sonninia* und *Witchellia* sind dann die hauptsächlichsten *Harpoceraten* des Doggers im *Aalénien* vereinigt gegenüber den *Sphaeroceratiden* und *Coeloceratiden* im *Bajocien*. Die orographische Begründung dieser Gliederung leuchtet sofort ein bei Betrachtung der Sammelprofile von S. 175—180 seiner Arbeit, auf die ich hier verweisen möchte.

Für die Gliederung des Doggers im Erstfeldertal ist diese Einteilung wie geschaffen und daher von mir auch angenommen worden.

Neben den Opalinusschiefern rechnen wir demnach noch die ganze « untere Echinodermenbreccie » zum Aalénien,

¹ Eine von RENEVIER zwischen *Aalénien* und *Toarcien* eingeführte ehemalige oberste Liasstufe, die er später selber wieder strich, da sie sich paläontologisch nicht begründen liess. — RENEVIER, Tableau des Terrains sédimentaires. Bull. soc. vaud. scient. nat. Vol. 30. 1874. Chronographe géologique. Compte rendu. Congr. géol. int. Lausanne, 1897.

während das Bajocien mit der Kieselknauerbank einsetzt, in der wir die Zone des *Sphaeroceras Sauzei* vermuten.

Zum Bajocien sind dann noch zu rechnen die « obere Echinodermenbreccie » als *Humphriesianushorizont* und der « untere Oolith » als Zone des *Cosmoceras bifurcatum*.

TOBLER will zwar aus paläontologischen Gründen den *Bifurcaten-Oolith* ins Bathonien hinaufnehmen. Da er jedoch

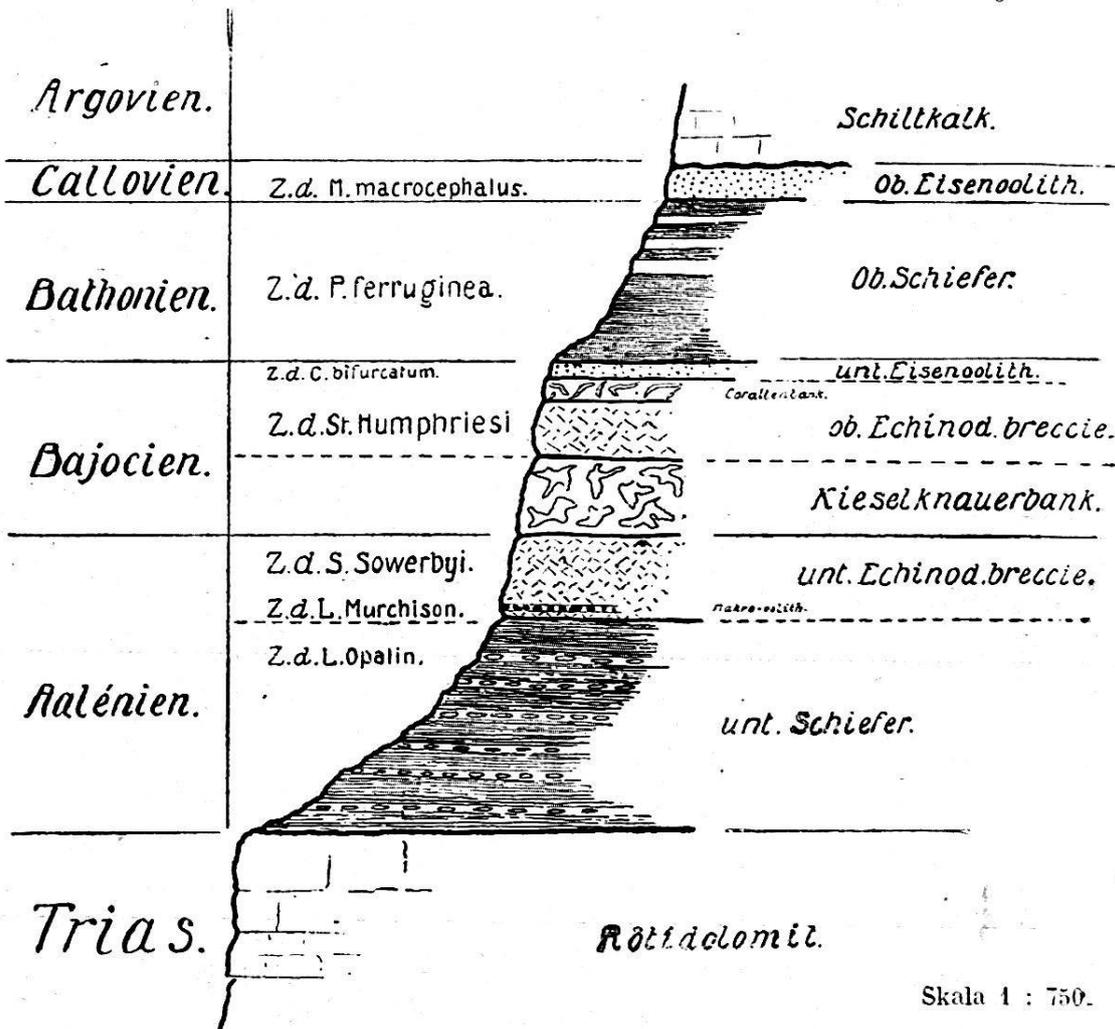


FIG. 2. — Gliederung im Doggerprofile des Erstfeldertales.

diese Begründung nicht weiter ausarbeitet und diese Abgrenzung in den klassischen Doggerprofilen des Jura niemals angenommen wurde, halte ich mich an die angenommene allgemeine Gliederung, nach der die Zone des *C. bifurcatum* noch dem Bajocien angehört.

Die « oberen Schiefer » sind als *Bathonien* aufzufassen. Eine weitere Gliederung, wie sie ROLLIER vorschlägt, lässt sich hier nicht vornehmen.

Das *Callovien* wird durch den « oberen Eisenoolith » vertreten.

Diese ausgezeichnete Gliederung des Doggers, wie sie sich im Erstfeldertal darbietet, lässt sich nicht überall am Nordrand des Aarmassivs durchführen.

Die *Opalinusschiefer* und der *Callovien-Eisenoolith* treten in fast allen Doggerprofilen von *Calanda* bis ins *Gasterntal* auf, wenn auch mit wechselnder Mächtigkeit. Wo sie fehlen, ist dieses in der Regel tektonisch bedingt. W. STAUB wies nach, dass die *Opalinusschiefer* im Reusstal und im hinteren Maderanertal nach Süden gegen den Scheitel des Massivs hin stratigraphisch auskeilen. Südlich vom Zwächten fanden wir sie noch ausgebildet.

Die *Kieselknauerbank* zieht sich vom Reusstal durch das Erstfeldertal und Gadmental hindurch und lässt sich bis ins Urbachtal verfolgen (29 S. 89). Bis hierher würde sie also eine Abgrenzung zwischen Aalénien und Bajocien ermöglichen.

Im Maderanertal findet STAUB am *Stüfelgletscher* eine Echinodermenbreccie mit weiss anwitternden Kieselknollen (51 S. 33) und bei der *Hüfihütte* über 4 m mächtigem Opalinusschiefer einen Eisensandstein mit schwarzen Kieseinschlüssen (S. 38), wie auch STUTZ eigentümlich geformte Kieselknauer aus dem Eisensandstein der *Sandalp* erwähnt, in denen sich vielleicht unser Kieselknauerhorizont wiedererkennen liesse (29 S. 89).

Während STAUB über die Bestimmung der unteren Schiefer als *Opalinusschiefer* noch im Zweifel ist (S. 27), scheint er über das Alter des 20—30 m mächtigen Eisensandsteins bei der *Hüfihütte* nicht im unklaren zu sein, wenn er schreibt: (S. 39)

« Die im *Evital* (Reusstal) auskeilenden untern Schiefer entsprechen möglicher Weise dem Eisensandstein am Hüfigletscher. Sollte sich aber an Fundstellen westlich vom Reusstal die Annahme von TOBLER bestätigen, und die untere Echinodermenbreccie mit der Oolithenbank wirklich den *Murchisonaeschichten* entsprechen, so wäre die untere Echinodermenbreccie des Reusstales dem oberen Teile des Eisensandsteins am Hüfigletscher gleichzustellen. »

Diese Annahme von TOBLER hat sich nun — wenigstens zum Teil — bestätigt, doch scheint mir für die Bestimmung des Eisensandsteins in seinem oberen Teil als *Murchisonaestufe* der Beweis noch zu fehlen. Soweit mir bekannt ist, wurden in diesem autochthonen Eisensandstein keine leitenden Fossilien gefunden. MOESCH fand die *Ludwigia Murchisonae* einigemal in den Decken, jedoch immer im Schutt, nur ein

einziges Mal, vom *Rosenlaubad*, zitiert er ein Exemplar aus den eisenschüssigen Bänken selber, ohne jedoch die Höhe anzugeben, in der sie lag (27 S. 189). Wenn also dieser 20—30 m mächtige Eisensandstein am Hüfigletscher zweifellos den *Murchisonaehorizont* enthalten wird, so scheint er mir doch noch höhere Zonen zu umschliessen und könnte wohl noch bis ins *Bajocien* hineinreichen.

Den *Bifurcatenoolith* konnte TOBLER vom Maderanertal bis nach Innertkirchen verfolgen (S. 94). Weiter östlich und westlich liess er sich nicht nachweisen.

Ueber die Verbreitung und Abgrenzung des *Bathonien* herrscht noch grösste Unklarheit.

Bei *Vättis* findet K. TOLWINSKI am *Kreuzbach* zwischen dem Eisensandstein und dem Callovieneisenoolith eine Echinodermenbreccie von 5 m, die man wohl für *Bajocien* ansehen muss (47 S. 340). ALB. HEIM erwähnt dagegen aus der *Ramozeschlucht* bei *Vättis* « dunkle Kalkschiefer mit einigen Belemniten Spuren zwischen der Hauptechinodermenbreccie und dem Blegieisenoolith », wonach das *Bathonien* hier vorhanden wäre (16 S. 63).

Ein merkwürdiges Profil gibt ALB. HEIM vom *Limmernboden*: « Zwischen den Eisensandstein und die ihm zugehörigen Echinodermenbreccienbänke einerseits und die Haupt-Echinodermenbreccie andererseits stellen sich im Hintergrund des *Limmernbodens* wohl 15 m Kalkthonschiefer ein, die vorne fehlen ». (16 S. 63) Diese Schiefer möchte man gar zu gerne ins *Bathonien* hinaufnehmen, doch die als Haupt-Echinodermenbreccie betitelte Schichtgruppe drückt sie vorläufig noch in tiefere Zonen hinab, in die sie sich zwar auch nicht recht unterbringen lassen.

Von der *Sandalp* beschreibt STUTZ « Knorzenschiefer » von 30 m Mächtigkeit (29 S. 95). Nach STAUB erscheinen sie wieder am *Stäfelgletscher* und am *oberen Furggeli* (51 S. 33, 34). Zwischen grosser und kleiner *Windgälle* findet ALB. HEIM zwischen unterem und oberem Eisenoolith eine Echinodermenbreccie, schwarze Schiefer und Kalkbänke mit *Rhynchonella varians* (16 S. 64).

Von der Reuss bis zur Aare ist das *Bathonien* nach TOBLER vorherrschend als Tonschiefer ausgebildet, während es westlich der Aare in oolithische Facies übergehen soll (29 S. 97). An der *Jungfrau* liegt das *Callovien* wieder auf dichtem Spatkalk, die MOESCH für *Bathonien* ansehen möchte¹.

¹ C. MOESCH, *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*. Lief. XXI, 1893. II, S. 30.

Spätere Untersuchungen werden zeigen, in wiefern sich diese Annahme begründen lässt. Wo der untere Eisenoolith nicht ausgebildet ist, lässt sich die untere Grenze des *Bathonien* schlecht feststellen, da die Echinodermenbänke im ganzen Dogger auftreten können und mir ebensowenig wie die korrallogenen Bildungen einen leitenden Horizont zu bilden scheinen.

Nach oben wird das *Bathonien* stets vom *Callovieneisenoolith* abgeschlossen, wenn auch nicht immer in scharfer Grenze.

Malm.

War der Dogger bei verhältnismässig geringer Mächtigkeit ausgezeichnet durch grossen Wechsel in seiner petrographischen und palaeontologischen Ausbildung, um so einförmiger und gleichmässiger bauen sich über im die schroffen Kalkwände des Malm auf. Eine scharf begrenzte Gliederung lässt sich hier kaum vornehmen. Es fehlt der auffallende plötzliche Facieswechsel, wie er den litoral-neritischen Bildungen des Doggers entspricht.

Mit dem Untertauchen des Meeresbodens in grössere Tiefen herrscht zur Malmzeit gleichmässiger Ablagerung. Der Sedimentationswechsel ist nicht mehr so ausgesprochen und findet erst in allmählichen Uebergängen statt. Gegen Schluss der Juraperiode hat sich das Gebiet dann von neuem gehoben. Es stellen sich wieder korrallogene Ablagerungen ein, weiter hinauf erscheinen wieder Echinodermentrümmern, und sogar vereinzelt Dolomitbänke können im oberen Malm auftreten.

Die Fossilfunde im Malm sind ausserordentlich spärlich. Einmal sind diese Kalkbänke an sich schon fossilarm, und dann bietet die Unzugänglichkeit der steilen Wände wenig Gelegenheit zu erfolgreichem Suchen.

Das *Oxford* (Divesien) ist im Autochthonen im allgemeinen nicht vorhanden und konnte auch im Erstfeldertal nicht nachgewiesen werden.

Ueber dem Eisenoolith und mit diesem eng verwachsen bildet ein grau und gelb gefleckter Kalk, der durch diese Färbung gekennzeichnete *Schiltkalk*, das unterste Glied des Malm. Er geht in mergelige Kalkbänke und Schiefer über, mit denen er zusammen als *Argovien* ausgeschieden wird.

An manchen Stellen, so unter den *Sonnigstöcken*, weisen diese unteren Malmschichten eine merkwürdige rote, gelb bis grünliche Färbung auf, wie sie auch in höheren Zonen und besonders im oberen Malm im Kontakt mit dem Eocän

auftreten kann. Wir werden weiter unten auf diese bunten Kalke noch zu sprechen kommen.

Aus den *Argovienschiefeln* entwickelt sich in allmählichem Uebergang der 300—400 m mächtige *Hochgebirgskalk*, der bekannte graue, dichte, homogene Alpenkalk. Er umfasst wahrscheinlich das *Séquanien*, *Kimmeridgien* und *Tithon*, wobei sich einzig die letztere Stufe noch ausscheiden lässt. Es sind dies korallogene Ablagerungen im oberen Teil des Hochgebirgskalkes, rauhe, harte Kalkbänke, die sich von weitem schon an ihrer hellen Farbe erkennen und vom *Griegeler* bis zum *Schlossberg* verfolgen lassen (siehe Panorama Taf. IV).

Sie werden nach oben manchmal dünnbankig und mergelig und gehen in wenig mächtige Schiefer über, wie östlich vom Schlossberg, wo sich auf diesen grauen Schiefeln noch eine Bank von hellem fein oolithischen Kalk mit vereinzelt Echinodermensplittern einstellt. P. ARBENZ beschreibt von der *Titliskette* als Abschluss des Hochgebirgskalkes einen ähnlichen oolithischen Kalk, den er noch in den obersten Malm stellt, « da keinerlei Beweise für ein cretacisches Alter z. B. *Berrias* (*Oehrlilkalk*) vorliegen » (40 S. 6).

Am *Kistenpass*, wo die autochthone Kreide noch vorhanden ist, findet ARN. HEIM den jurassischen Hochgebirgskalk in seinen oberen Lagen zum Teil oolithisch ausgebildet mit wenig Echinodermensplittern. Darüber liegen zirka 25 m mergelige Kalkschiefer, sog. *Zementsteinschichten* (oberer Tithon), dann eine wenig mächtige gelb angewitterte Kalkbank und darüber 50 m *Oehrlilkalk*, ein feinkörniger, grauer, zoogener Kalk, zum Teil mit Oolithen und Echinodermensplittern (46 S. 24).

Wenn es auch nicht unmöglich ist, dass die Oolithbank am Schlossberggrat dem Oehrlilkalk entspricht, so scheint mir diese lithologische Gleichstellung doch noch zu unsicher, um eine solche Altersbestimmung darauf stützen zu können. Ich betrachte daher diese Oolithbank, die in der Schlossbergkette nur an wenigen Stellen als Denudationsrelikt auftritt, vorläufig noch als obersten Malm.

Im allgemeinen schliesst der Malm in unserm Gebiet mit den Korallenkalken nach oben ab, indem die eocänen Ablagerungen über seine karrig angewitterte Oberfläche hinwegtransgredieren.

W. STAUB erwähnt aus dem Korallenkalk der Windgällenfalte eckige Einschlüsse von Rötidolomit, die das Gestein zahlreich erfüllen. Beim Aufstieg zu Punkt 2467 der Sieg-

friedkarte, westlich vom *Grigeler*, war ich überrascht, kurz unter dem Gipfel ebenfalls eine zirka 50 cm mächtige staubig gelb angewitterte Dolomithank anzutreffen, die sich im Kalk verliert. Das Gestein ist dem Rötidolomit zum Verwechseln ähnlich, lässt auch, mit Salzsäure betupft, diese nicht im geringsten aufbrausen. Es handelt sich hier zweifelsohne um an Ort und Stelle chemisch abgesetzten Dolomit.

Wie bereits erwähnt, sind diese Tithonkalke oft stark gebleicht, gelb und rot gefärbt. Besonders, wo sie durchdrungen sind von den eisenschüssigen Sanden und Tonen der Bohnerzformation, kann die Färbung eine überaus bunte werden. Das Gestein ist hier manchmal förmlich zu einer Breccie ausgebildet von hellgefärbten Kalkbrocken in grüner oder roter, von chamositischer oder limonitischer Substanz durchtränkter, toniger Grundmasse.

Man bezeichnet diese gefärbten und bunten Kalke von jeher ohne Unterschied als *Marmor*, obwohl es sich um dichte Kalke handelt, und auch in der Breccie der Kalk dicht ist und muscheligen Bruch zeigt. Vom eigentlichen Malmkalk, aus dem sie meistens hervorgegangen sind, unterscheiden sie sich makroskopisch oft nur durch ihre hellere oder bunte Färbung.

BALZER hat eine eingehende Beschreibung dieser Marmorlager gegeben (18 S. 51). Er führt ihre Entstehung auf « mechanische Metamorphose » zurück, glaubt jedoch, dass der Druck, der diese Metamorphose erzeugte, zugleich die Breccienbildung verursacht habe.

P. ARBENZ hat in seiner Beschreibung über die alpine Bohnerzformation dargetan, dass diese Breccienbildung mit der eocänen Transgression im engsten Zusammenhang steht und mit dem Prozess der Marmorisierung durchaus nichts zu tun hat. Es sind siderolitische Breccien (« Lockerungs-breccien »), die nachträglich bei der späteren Gebirgsfaltung teilweise metamorph umgewandelt wurden, wie der *Grindelwalder Marmor*, der als « marmorisierte siderolithische Breccie » zu bezeichnen ist (40 S. 25).

Diese Marmorisierung des Kalkes im Malm ist an keine Zonen gebunden. Sie erscheint zwar am häufigsten in seinem unteren und oberen Teil, kann jedoch auch mitten im Malm auftreten, wie zwischen Geissberg und Sonnigstöcken, am Rotschyen, unterhalb Punkt 2713 der Siegfriedkarte, dem sog. Rotschyehorn der Gemsjäger.

Kreide.

Wie wir weiter oben bereits gezeigt haben, konnten Kreideablagerungen in der Schlossbergkette nicht nachgewiesen werden.

ARN. HEIM fand am *Kistenpass* die autochthone Kreide bis zum Cenoman ausgebildet, darüber die *Complanataschichten* des Eocäns, die weiter nördlich über immer tiefere Kreidestufen transgredieren, bis sie bei Linthal auf *Berrias* zu liegen kommen (46 S. 29).

Das Vorhandensein und die Ausbildung dieser autochthonen Kreidesedimente im Osten des Aarmassivs lassen darauf schliessen, dass sie ehemals wohl das ganze Massiv bedeckten oder doch wenigstens an seinem Nordrande abgelagert waren. Während einer langandauernden Festlandszeit, die gegen Schluss der Kreidezeit einsetzte und bis ins Tertiär hineinreichte, wurden sie zum grössten Teil wieder abgetragen, wie in unserem Gebiet, wo die Denudation noch bis in den Malm hineingriff und die Spuren ihrer Tätigkeit hinterlassen hat.

Tertiär.

Die tertiären Ablagerungen senken sich mit den Malm-bänken in scheinbar konkordanter Lagerung von der Nordseite der Schlossbergkette ins Engelberger- und Waldnachertal hinunter und werden auf der jenseitigen Talseite wieder von jurassischen Kalken der Urirotstockdecke in umgekehrter Schichtfolge überlagert. Eine Kontaktfläche oder -zone zwischen überschobenen Massen und dem Autochthonen habe ich nicht nachweisen können. Allerdings waren meine Untersuchungen auf der Nordseite nur von kurzer Dauer, da ich mich eingehender mit der Schlossbergseite zu beschäftigen hatte, und die vorgerückte Jahreszeit eine genauere Erforschung der Flyschgruppe nach Norden hin nicht mehr zuliess.

Siderolithische Bildungen.

Dadurch, dass die ehemalige Denudationsfläche des Malm auf der Nordseite der Schlossbergkette wieder freigelegt worden ist, finden sich hier überall die Spuren der siderolithischen Einlagerungen wieder. Grüne und rote eisenschüssige Tone oder fein- bis grobkörnige Sande greifen in die karrig angewitterte Malmoberfläche hinein und durchdringen das

Gestein längs Schichtfugen, Klüften und feinsten Spalten, so dass der Kalk stellenweise schliesslich das Aussehen einer Breccie erhält, wie wir sie weiter oben bereits besprochen haben.

Limonitische Infiltrationen spielen dabei häufig eine hervorragende Rolle. Das Eisen ist besonders in Taschen und Schloten angereichert, und folgt von hier aus den Spalten und Fugen des Kalkes und ist in ihm oft nesterweise mit den siderolithischen Sanden und Tonen angehäuft. Der gelbliche bis rosafarbige Kalk ist im Kontakt mit diesen Bildungen vielfach mit einem Ueberzug von Brauneisen bedeckt und randlich noch von Eisen infiltriert, das nach innen, wahrscheinlich bei der Marmorisierung des Kalkes, in die grüne Reduktionsfarbe übergegangen ist.

Eine der grössten und schönsten dieser sog. Bohnerztaschen befindet sich am Nordwestfuss des Schlossberges. Von P. ARBENZ entdeckt, ist sie auch in seiner Abhandlung *über die Bohnerzformation in den Schweizeralpen* des öfters erwähnt (40). ARN. HEIM beschreibt sie ebenfalls in seinem Eocänerprofil vom Schlossberg (35 S. 20).

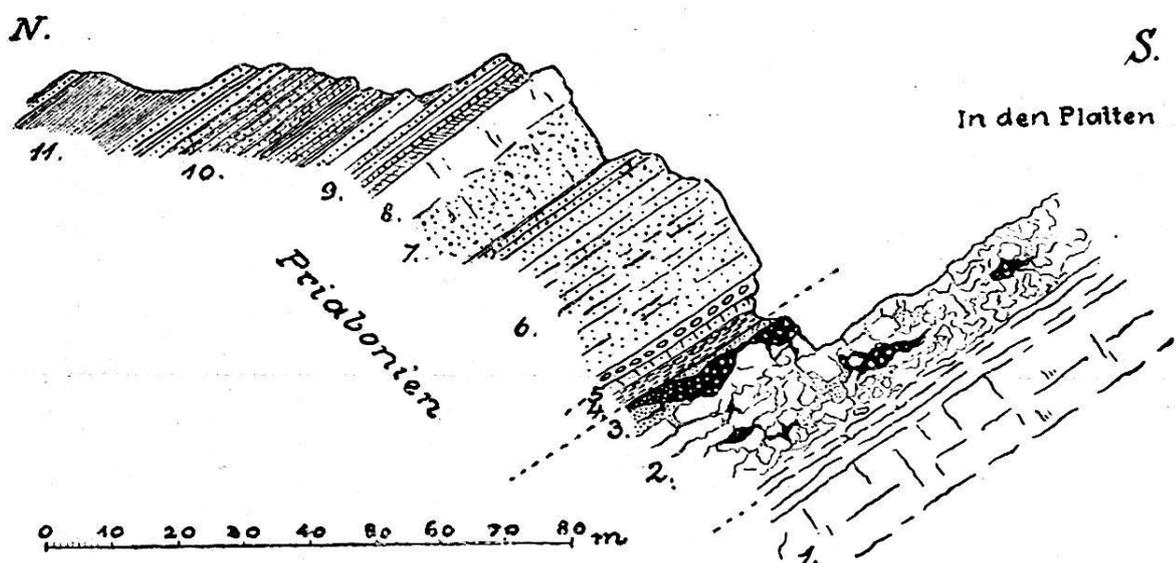
Auf der Höhe des *Stierenbachfalls*, westlich von der in der Siegfriedkarte mit *In den Platten* bezeichneten Stelle, am Ausgange einer vom Schlossberg herabkommenden schluchtförmigen Bachrunse lässt sich das dunkelbraun hervortretende Gestein inmitten der hellen Kalkbreccie unschwer wiedererkennen.

Es handelt sich hier um ein Trümmergestein. Die Grundmasse bildet ein eisenschüssiger toniger Quarzsand. Das mikroskopische Bild zeigt neben Limonit viel Chamosit, der wohl auch die grüne Farbe vieler dieser siderolithischen Bildungen bedingen mag und wahrscheinlich nachträglich im Gestein entstanden ist.

In dieser Grundmasse eingeschlossen finden sich zahlreiche kleinere eckige oder schwachgerundete Kalk- und Sandsteinbrocken, ebenfalls von Eisen imgräniert; daneben von Eisen rotgefärbte Quarzeinlagerungen, die man auf den ersten Blick wohl mit ARN. HEIM für Granittrümmer halten könnte (35 S. 20), doch lässt sich weder makroskopisch noch mikroskopisch Glimmer oder Feldspat darin nachweisen. P. ARBENZ möchte sie als Sekretionen ansehen, die an Stelle ausgelaugter Kalkfragmente getreten sind. Auch die hier auffallenden ziegelroten, eckigen Einschlüsse, die ARBENZ unter dem Mikroskop als schwach poröse Eisenkiesel erkannte, führt er auf Umwandlung aus Kalk zurück (40 S. 16).

Eigentliche Bohnerze, sog. Pisolithe, konzentrisch-schalige Eisenkonkretionen, den Eisenoolithen des Doggers oft zum Verwechseln ähnlich, erscheinen hier ebenfalls, wenn auch untergeordnet.

Meinte man früher die Herkunft des Eisens und die Entstehung dieser Pisolithe in den Bohnerztaschen aus eisen-schüssigen Quellen oder Thermen ableiten zu müssen, so betrachtet man gegenwärtig das Ganze wohl allgemein als eine « terra rossa » oder « Lateritbildung », deren Eisengehalt als Auflösungsrückstand abgetragener Kreideschichten aufzufassen ist. Wenn man sich auch dabei die Bildung der Pisolithe nicht recht erklären kann, so ist doch darauf hinzuweisen, dass im Laterit der Tropen Eisenkonkretionen und auch Oolithkörner auftreten können¹.



Nach Dr. ARN. HEIM.

FIG. 3. — Eocänprofil am Fusse des Schlossberges.

Nummulitenbänke.

Dem Fuss des Schlossberges entlang findet man die den siderolithischen Bildungen aufliegenden Nummulitenbänke der Reihe nach aufgeschlossen und der Untersuchung gut zugänglich.

ARN. HEIM hat dieses Profil eingehend untersucht und in seiner ausführlichen Weise beschrieben. Ich möchte es an dieser Stelle wiedergeben und halte mich zum Teil wörtlich an seine Ausführungen (35 S. 20). (Fig. 3.)

¹ JOH. WALTHER, Einleitung in die Geologie. Jena 1894. III, S. 805.

1. Oberer Malmkalk, geht über in
2. siderolithische Breccie;
3. stark eisenschüssiger Siderolithsandstein in taschenförmiger Anhäufung (Bohnerztasche), von feingeschichtetem grünen Siderolithsandstein überlagert. — Scharfe Grenze gegen (siehe ARN. HEIM, *loc. cit.*)

« 4. 1—2 m Thon und Mergelkalk; unten 0—1 m inwendig schwarzer, flaseriger, thoniger, dichter Kalk, oben schwarzgraue, weiche Mergelthone, schieferig, bituminös, die Finger schwärzend. Nach der mir sehr wertvollen Mitteilung von Herrn Dr. ARBENZ entspricht diese Schichtgruppe genau den brackischen *Cerithienschichten* der Gadmenflühe. — Scharfe Grenze gegen

« 5. 1,5 m massige, gelblich angewitterte Bank von feinkörnigem, klingendem, kalkhaltigem Quarzsandstein. — Scharfe Grenze.

« 6. 30—35 m massiger, grobbankiger Quarzsandstein, mehr oder weniger kalkhaltig; grau bis schwarzfleckig angewittert, inwendig grau bis grünlich; im unteren Teil auch konglomeratische Lagen mit milchweisen Quarzgeröllchen bis 1,5 cm. In einzelnen Lagen häufig schlanke, granuliert und glatte *Orthophragminen-Discocyclinen*, seltener kleine, megasphärische, granuliert *Nummulinen*, die auf polierter Fläche nicht bestimmbar sind. Trotz kaum merklichem Gesteinswechsel scharfe orographische Grenze gegen

« 7. 10 m grober, kalkiger Quarzsandstein; Oberfläche rau, sandig; Quarzkörner von 0,5 mm bis 1 mm, auch bis 2 mm, mit Glimmerschüppchen; enthält massenhaft *Orthophragminen*, auch kleine granuliert *Nummulinen* wie 6. Bei einem einzigen Exemplar konnte ich die Oberfläche sehen. — es schien mir das Netzwerk von *Nummulina Fabianii* (?) zu sein, — Uebergang 0,5 m bis 1 m in

« 8. 7 m Orthophragminenkalk mit *Lithothamnien*. Hell, bräunlichgrau bis hellgrau angewitterter, massiger organogener Kalk mit körnigem Bruch, z. T. mit spärlichem Sandgehalt; inwendig schwarzgrau, polierte Fläche glänzend schwarz, dicht; reich an *Lithothamnien*, die sich entweder als deutliche unregelmässige Knollen erkennen lassen, oder wie eine dichte fluidal-gallertartig aussehende Grundsubstanz die Foraminiferen umfliessen.

« *Orthophragminen* und zwar *Discocyclinen* herrschen vor; es scheinen mindestens 4 Arten zu sein: 1. eine schlanke,

glatte (*O. Pratti*); 2. eine schlanke gepfeilerte; 3. eine auffallend dick angeschwollene glatte, oder sehr schwach gepfeilerte megasphärische Form von nur 2 mm Durchmesser, sehr häufig; 4. eine Form mit mehreren Knoteranschwellungen auf dem Querschnitt (*Actinocyclus*?).

« *Nummulina contorta* Desh. (?), ein einziges Exemplar von 9 : 3 mm gefunden.

« *N. striata* Brug., nicht selten.

« *N. Heeri* var. *minor* de la Harpe, häufig und typisch; 3 mm Durchmesser (nicht *N. Tournoueri* oder *Boucheri* de la Harpe).

« *Serpula*-Röhren, genau wie *S. pilatana* May. aussehend, — Echinodermenstacheln.

« Uebergang in:

« 9. 7—10 m sandige Schichten (Grenzsandstein z. T., mit *Lecidea geographica* bewachsen:

« a) 2—3 m sandiger knorrig-schieferiger Mergel;

« b) 2—3 m Sandsteinbänke von 1—3 dm mit schieferigen Zwischenlagen. (Im Schutt, vermutlich aus diesen oder den nächsthöheren Schichten stammend, ein *Pecten*-Bruchstück — versandete Pectinitenschiefer);

« c) Rasenband entsprechend 3—4 m Mergelschichten.

« *Flyschgruppe* ».

« 10. Zirka 20 m Sandsteinbänke von 1—5 dm (zirka 2/3) reich an Muscovitglimmer, mit glattflächigen Schiefer-Zwischenlagen (zirka 1/3). — Uebergang in

« 11. zirka 12 m graue Mergelschiefer ohne Sandstein, mit Foraminiferen-Körnchen.

« 12. zirka 15 m gleiche Mergelschiefer, aber mit einzelnen glimmerhaltigen Sandsteinbänken.

« 13. zirka 30 m Sandsteinbänke mit Thonschieferlagen. —

« 14. *Taveyannazgruppe*.

« An der Basis 0,5 m grobkörniger Quarzitsandstein, breccios, geht über in feinkörnigen Sandstein, der auf der Anwitterungsfläche die für Taveyannazgestein typische Sprengung zeigt, jedoch ein Glimmerquarzsandstein ist, der auf frischem Bruch sich als « unechter » Taveyannazsandstein erweist, wie er so häufig mit dem « echten » vergesellschaftet ist (Glarnerland). Er bildet Bänke von 0,5 bis 2 m mit spärlichen Thonschieferzwischenlagen.

« Darüber folgen wieder Lagen von grauem Grobsand mit glasklaren und milchigen Quarzkörnern von 3 mm, etc. »

Diese « taveyannazartigen » Gesteine erreichen eine Mächtigkeit von zirka 150 m. Sie zeigen grosse Aehnlichkeit mit den Altdorfer Sandsteinen; in die sie auch direkt übergehen können, wie W. STAUB im Schächental nachwies (51 S. 49). Manchmal sind sie auffallend grobkörnig und enthalten grosse Feldspäte und Quarzkörner, die in weissen Flecken aus dem braun angewitterten Gestein hervortreten. Oberhalb *Attinghausen* werden diese Sandsteine in allmählichem Uebergang überlagert von

15. *Dachschiefer.*

Es sind schwarze, glimmerhaltige Tonschiefer mit einigen Sandsteinlagen, im ganzen zirka 100 m mächtig. Wie jetzt noch auf *Alp Fürren*, östlich von Engelberg, wurden sie ehemals auch hier ausgebeutet und zur Dachbedeckung verwendet. Sie gehen nach oben allmählich über in

16. *Altdorfersandstein.*

Ein feinkörniger, glimmerhaltiger, klingend harter dunkelgrauer Quarzsandstein, der oberhalb Altdorf die steilen, waldbehangenen Wände des Reusstales bildet und sich westlich unter den Giebelstöcken durch bis zum Angistock verfolgen lässt, wo sich die Kalkwände der Urirotstockdecke über ihm aufbauen.

Nach J. BOUSSAC treten am *Surenenpass* über diesem Sandstein noch sandige Schiefer von Wildflyschcharakter auf: « ils sont contournés, broyés, les bancs de grès qui y sont intercalés sont étirés et tordus » (44 S. 1274).

Diese kurze Uebersicht über die Flyschgruppe möge das stratigraphische Bild vervollständigen. Meine Untersuchungen auf der nördlichen Talseite waren von zu kurzer Dauer, als dass ich ausführlicher auf diese Bildungen eingehen könnte.

Einteilung des Tertiärs.

Die Armut an leitenden Fossilien, der häufige Wechsel lithologisch gleicher Schichten im Flysch und der tektonische Wirrwarr, der in diesen Sandstein- und Schieferbildungen herrscht, stellen von jeher der stratigraphischen Erforschung dieser Schichten grosse Schwierigkeiten entgegen. Und wenn auch in letzter Zeit das alpine Tertiär Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden ist, so ist man sich über die Alterseinteilung und über die stratigraphische Stellung seiner Stufen noch immer nicht im klaren.

ARN. HEIM hat von der üblichen paläontologischen Methode der Altersbestimmung abweichend durch lithologische Integration versucht, eine stratigraphische Uebersicht zu erhalten, kommt jedoch zu Resultaten, die mit denen anderer Forscher gänzlich im Widerspruch stehen.

Er betrachtet den grössten Teil der schweizerischen Nummuliten- und Flyschbildungen als mittleres Eocän, als *Lutétien*, und stützt sich dabei in der Hauptsache auf zwei Annahmen, die ich hier kurz andeute.

1. Am Kistenpass liegen in der Basis des Tertiärs die für Lutétien typischen *Complanataschichten* (Pilatusschichten). Am Schlossberg fehlen diese, dafür erscheinen hier Kleinforaminiferen, wie auch in der Titliskette, wo J. BOUSSAC die *N. Fabianii*, typisch für Priabonien, nachweisen konnte. ARN. HEIM findet jedoch sonst die Analogie mit dem Kistenpass so auffallend, dass er die Schichten mit den Kleinforaminiferen (*N. Fabianii*) der Schlossberg-Titliskette den *Complanataschichten* des Kistenpasses glaubt gleichstellen zu dürfen und sie ebenfalls als Lutétien betrachtet.

2. Der Glarner Wildflysch enthält primär eingelagerte Bänke mit *N. complanata* und andern Grossforaminiferen (Einsiedlerfauna), die daher auch als Lutétien aufzufassen sind. Da ARN. HEIM nun den Wildflysch für autochthon hält, sind für ihn die darunter liegenden Dachschiefer, die man bisher für Oligocän ansah, ebenfalls mittleres Eocän. Abgesehen von der Bohnerzformation im Liegenden und dem Altdorfer Sandstein im Hangenden, über deren Alter keine bestimmten Angaben gemacht werden, wäre somit das ganze Tertiär in den Schweizer-Alpen auf das Lutétien beschränkt.

Gegen diese Auffassung ist von verschiedenen Seiten Einsprache erhoben worden, besonders J. BOUSSAC hat ihr gegenüber Stellung genommen und versucht, an Hand der paläontologischen Funde eine stratigraphische Gliederung vorzunehmen, die den Verhältnissen besser entsprechen möchte.

BOUSSAC denkt sich eine allmähliche, stufenweise Transgression des Eocänmeeres von Osten nach Westen, ähnlich wie LUGEON sie für die Westalpen von N nach S nachweisen konnte.

Am Kistenpass tritt das Lutétien mit *Num. complanatus* und *atiricus* auf, nach Osten an Mächtigkeit zunehmend.

Nach Westen zu, im autochthonen Gebiet der Windgälle, erscheint als unterstes Eocän das Auversien mit *Num. striatus* und *Orthophragmina discus*.

In der Schlossberg-Titliskette gelangt das Eocän erst mit dem Priabonien zur Ablagerung mit *Cerith. diaboli*, *Num.*

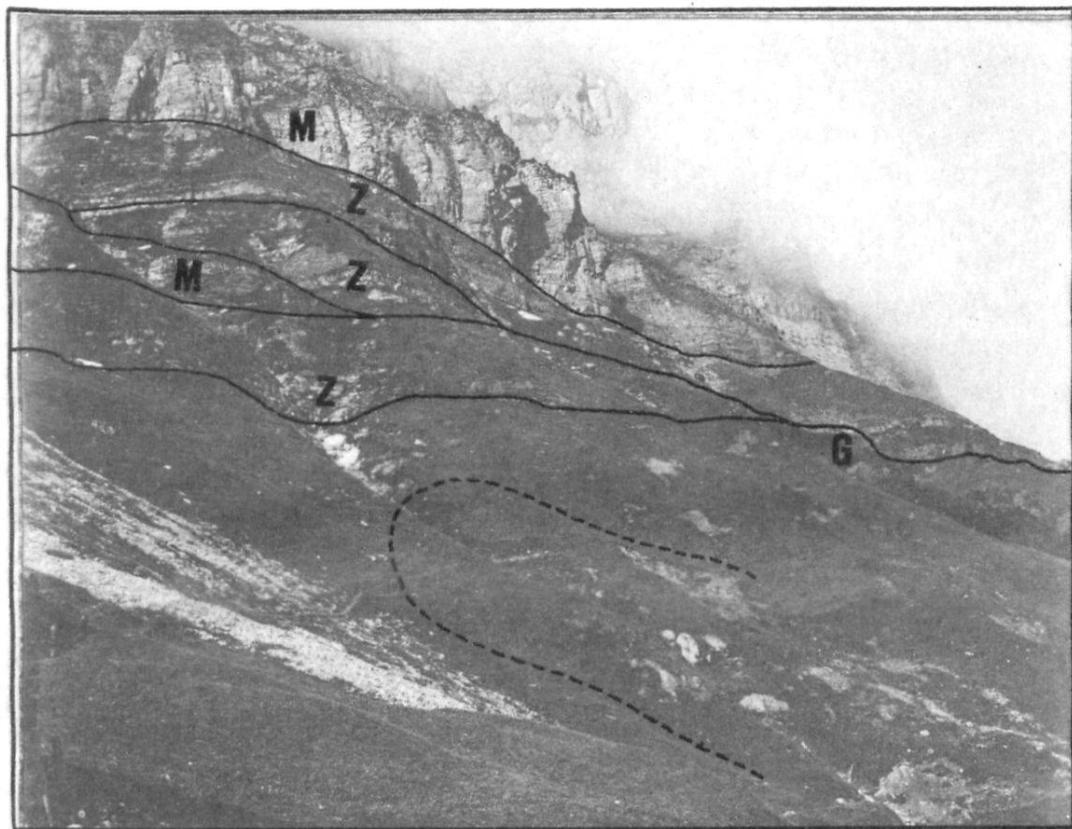


Fig. 1. Dreifache Wiederholung der Zwischenbildungen oberhalb der «Matt»
M = Malm, Z = Zwischenbildungen, G = Gneis, - - - abgerutschte Massen.

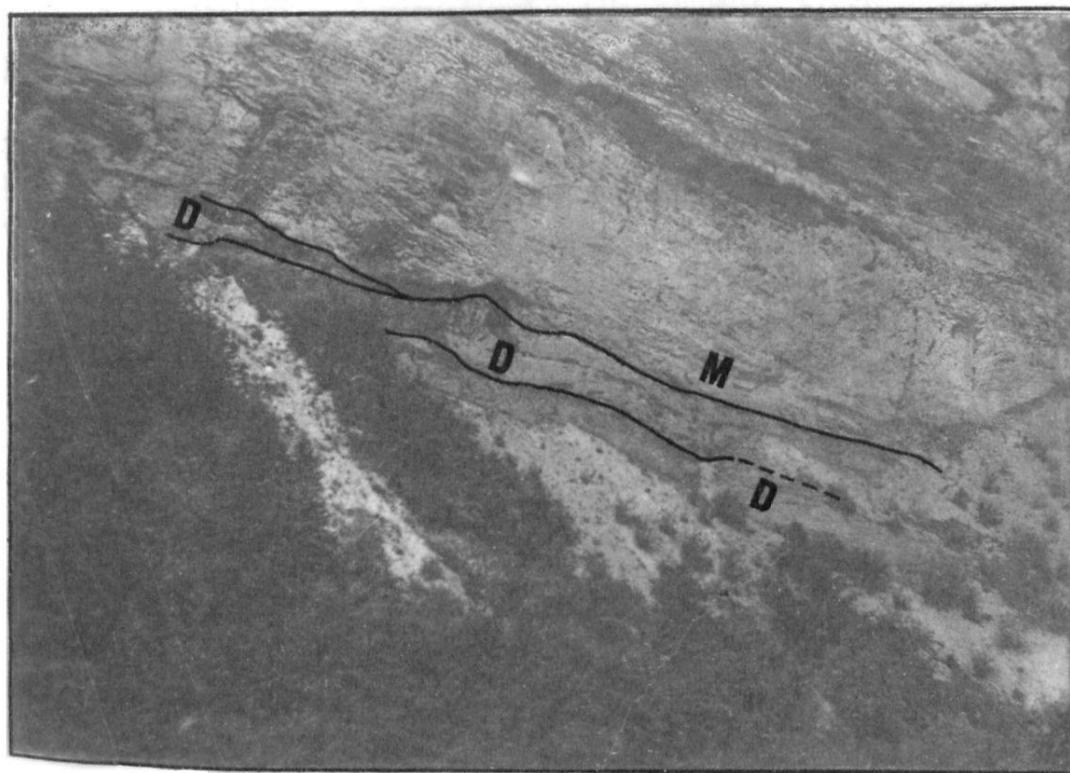
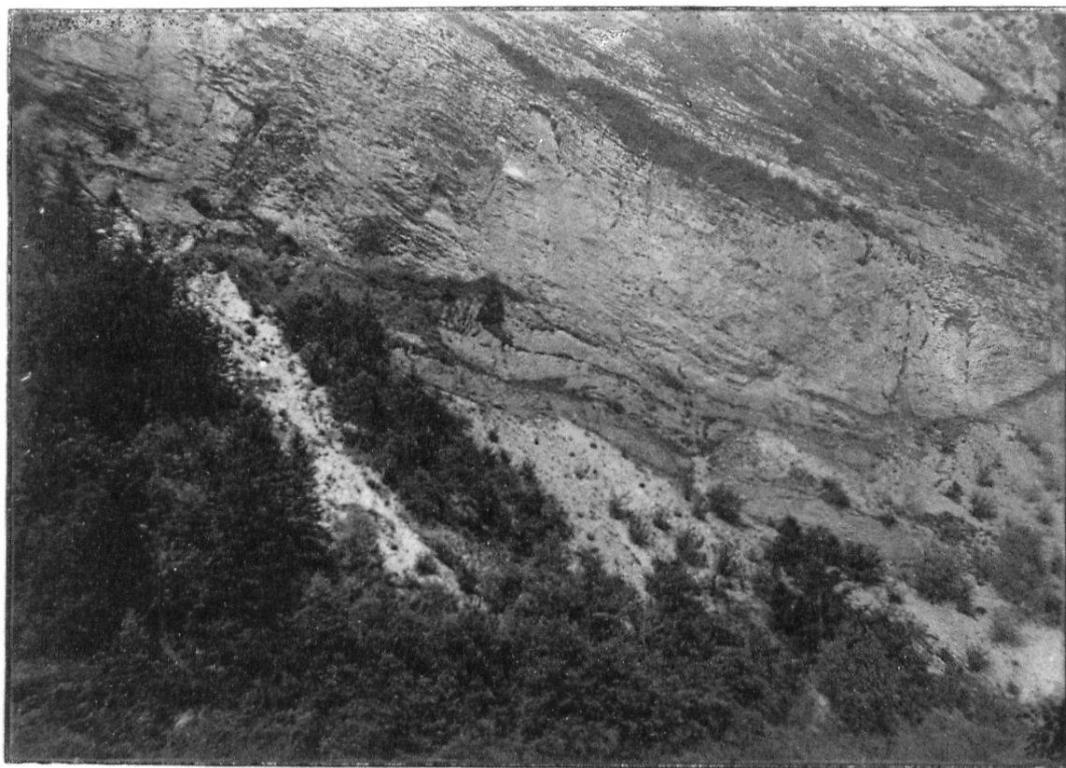
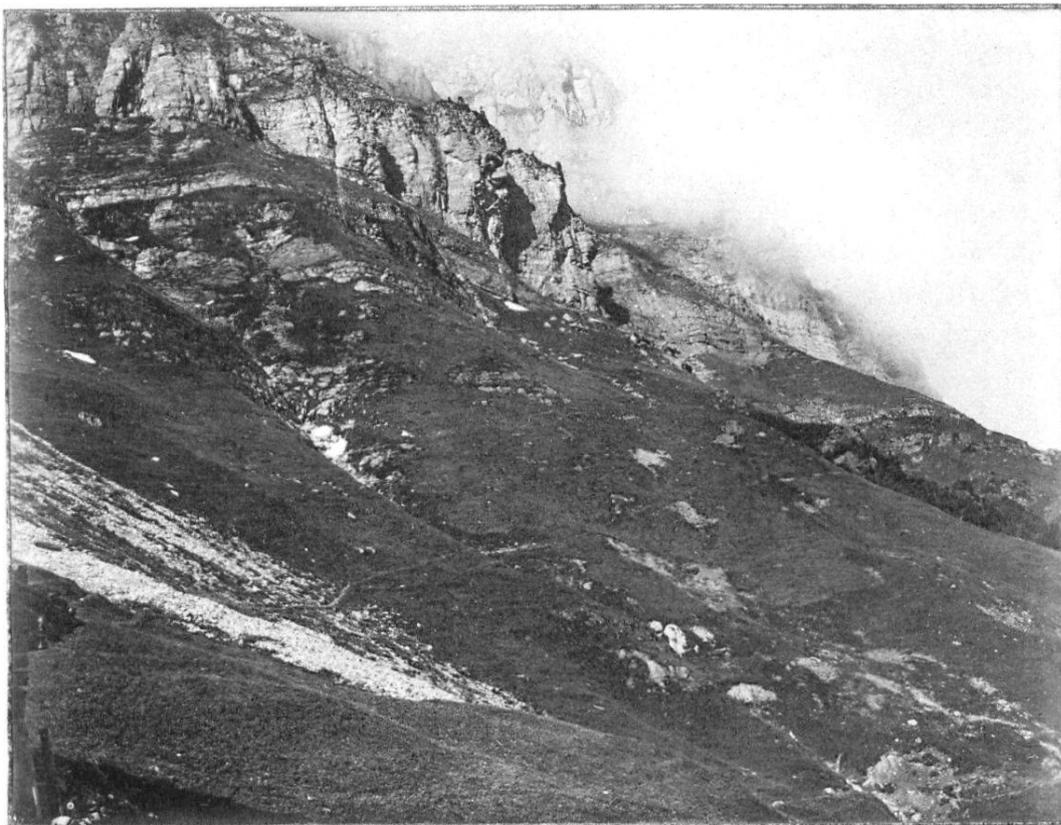


Fig. 2. Am «Hohweg».
D = Doggen, M = Malm, ~ ~ ~ Ueberschiebungsfläche



Fabiani, Orthophragminen und den Globigeriniden der untern Flyschschiefer (44 S. 1272).

Die Taveyannazgruppe betrachtet J. BOUSSAC wohl auf Grund ihrer scharfen Abgrenzung gegenüber dem Priabonien im Liegenden und ihrem engen Zusammenhang mit den oligocänen Dachschiefen (Fische von Elm) ebenfalls als Oligocän, was durch die von OSW. HEER beschriebene Flora zutreffend bestätigt wird¹.

Den Glarner Wildflysch bezeichnet er mit ARN. HEIM als Lutétien, hält ihn jedoch für überschoben auf Grund der Beobachtungen von P. ARBENZ am Jochpass, wo die Taveyannazgruppe von Auversien, Lutétien und Malm in verkehrter Schichtfolge überlagert wird (43).

Tektonik.

Die Schlossberg-Spannortgruppe ist autochthones, « an Ort und Stelle abgelagertes und gefaltetes » Gebiet. Die ehemals von Süden her überschobenen Decken sind hier nicht mehr vorhanden, entweder der Verwitterung anheimgefallen oder, vielleicht bei einer letzten Hebung des Massivs, nach Norden abgeglitten.

Der gewölbeförmigen Erhebung des kristallinen Massivs sich anpassend, liegen die mesozoischen Sedimente in der Spannortgruppe noch annähernd horizontal und sinken dann in der Schlossbergkette mit Streichen N. 65° O. unter zirka 35° wellenförmig nach NNW. ab. Diskordant, fast senkrecht dazu, fällt der Gneis steil nach SO.

Das doppelte Auftreten der Zwischenbildungen im Erstfeldertal.

Beim Anstieg ins Erstfeldertal fällt schon von weitem unter den Sonstigstöcken das zweimal, stellenweise dreimal übereinander sich wiederholende Auftreten des Rötidolomits in die Augen (siehe Panorama Taf. IV).

Bei der näheren Untersuchung dieser Verhältnisse finden wir im Hintergrund des Tales, vor dem Ende des sich der Wand entlangziehenden Gletschers, die Schichtfolge von Trias bis Malm noch normal ausgebildet.

Oberhalb « *Hohbühl* », wo die Erosion in der sonst steil anstrebenden Wand eine schuttbedeckte karförmige Nische

¹ OSW. HEER, Flora fossilis Helvetiae. 3. Lief. Zürich, 1877.

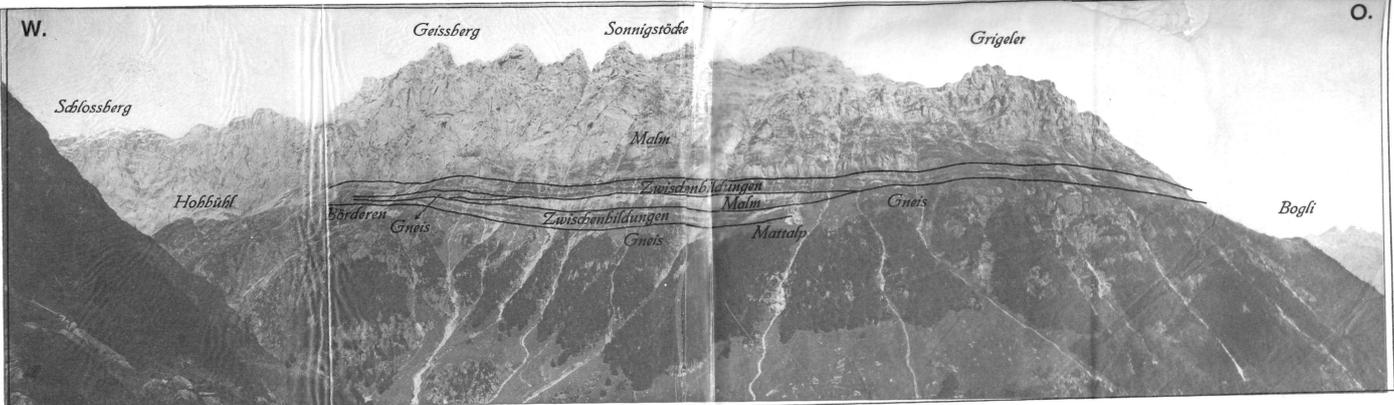
ausbrechen konnte, entwickelt sich über dem Schutt eine zweite normale Doggerserie, von der unteren durch etwa 30 m mächtigen Malm getrennt (Taf. V Prof. 2.). Zuerst erscheinen die oberen Stufen mit der Echinodermenbreccie auf Malm aufruhend. Dann schieben sich allmählich auch die Opalinusschiefer ein und, wo diese ihre volle Mächtigkeit erlangt haben, tritt unvermittelt der Rötidolomit auf. Der Malm im Liegenden hat dabei an Mächtigkeit abgenommen; er ist stark gepresst und geht im Kontakt mit dem Dolomit oberflächlich in eine von Calcit durchzogene Reibungsbreccie über. Schuttanhäufungen verdecken den weiteren Verlauf dieses Kontaktés. Bei einem Versuch, ihn in einer kleinen Runse mit dem Pickel nochmals freizulegen, stiess ich unter dem Dolomit auf Triassandstein, konnte jedoch nicht mehr bis zum Malm durchdringen.

Wir beobachten hier also eine allmähliche Ueberschiebung von Trias und Dogger auf unteren Malm. Eine Umbiegung der Schichten lässt sich nicht nachweisen.

Oberhalb der « *Börderen* » sind die Zwischenbildungen wieder in ihrer doppelten Lagerung aufgeschlossen. Der zwischenliegende Malm hat sich hier ganz ausgekeilt; dafür erscheint unter dem oberen Dolomit und dem Sandstein ungefähr 15 m Gneis mit flach südfallender Glimmerlage. Der Gneis ruht auf dem Bifurcatenoolith der unteren Doggerserie, manchmal noch durch eine dünne Schieferschicht getrennt, die stark verquetscht und mit dem Gneis verknetet oft schön ausgeprägte Rutschstreifen u. Spiegelung zeigt (Taf. V Prof. 3.).

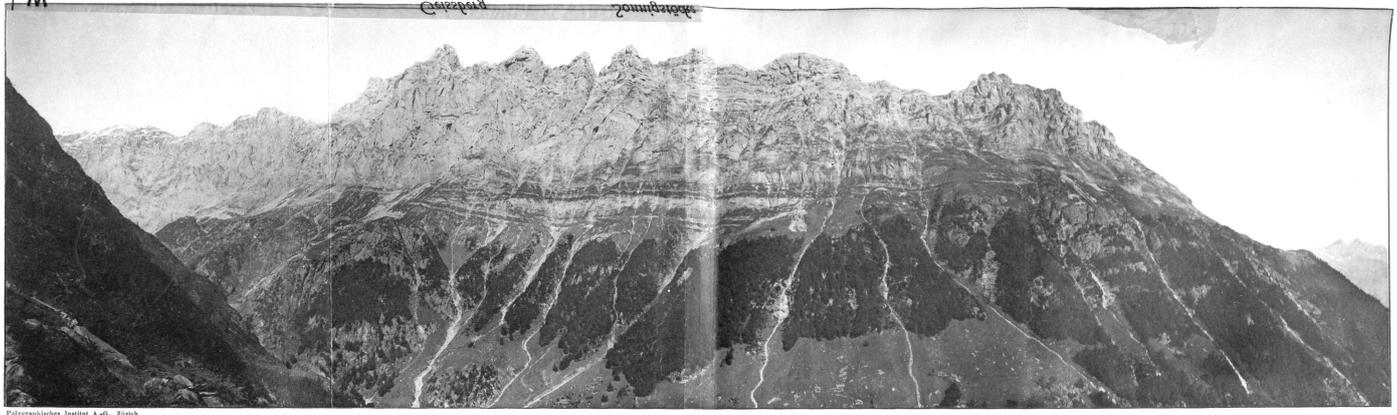
Oestlich vom nächsten Schuttkegel, etwa unterhalb Punkt 2496 der Siegfriedkarte, hat sich das Profil wieder einigermaßen geändert. In der oberen Doggerserie sind die Opalinusschiefer eine Strecke weit tektonisch ausgequetscht. Der eingekeilte Gneis hat an Mächtigkeit abgenommen. Zwischen ihn und die untere Doggerserie schiebt sich eine dritte normale Gruppe von Sandstein, Rötidolomit und Opalinusschiefer (Taf. V Prof. 4), deren Auftreten jedoch nur von kurzer Dauer ist. Auf der unteren Doggerserie stellt sich mit dem Callovien-Eisenoolith wieder der Malm ein, der den sich allmählich auskeilenden Gneis ersetzt und nun bis zur « *Matt* », ungefähr 50—60 m mächtig, die Unterlage des oberen Dolomits bildet (Taf. V Prof. 5).

Oestlich von der *Matt* keilt sich dieser Malm aus; an seine Stelle drängt sich wieder für kurze Zeit eine dritte Dolomit- und Doggergruppe (Taf. V Prof. 6). Darauf folgen Schutt und Grashalden, unter denen die untere Trias-Doggergruppe



Poligraphisches Institut A.-G., Zürich

Schlossbergkette
mit dem doppelten Δ kreten der Zwischenbildungen.



Polygraphisches Institut A.-G., Zürich

ihr Ende erreicht, so dass sich hier die Art des ganzen tektonischen Vorgangs nicht erkennen lässt (Taf. III Fig. 1).

Die obere Dolomit- und Doggerserie verläuft ungestört weiter, unterlagert von Sandstein und Gneis, wie es das in der nächstfolgenden Runse aufgeschlossene Profil erkennen lässt (Taf. V Prof. 7). In dieser einfachen Schichtfolge kann man die Zwischenbildungen bis zum « *Bogli* » am Ausgange des Tales verfolgen. Von hier aus biegen sie sich ins Reusstal hinab, zum grössten Teil jedoch von Schutt und Vegetation bedeckt.

Verweilen wir indessen noch einen Augenblick bei der *Matt*.

Gleich östlich von den Hütten findet man zu seiner Ueerraschung in einer schmalen Runse noch einmal Rötidolomit, von Dogger überlagert und auf rötlichem Sandstein und Gneis aufruhend. Der Gneis ist von einem Aplitgang durchsetzt, der die limonitische Färbung des Sandsteins bedingt. Die Schichtfolge ist so wenig gestört, dass man auf den ersten Blick anstehendes Gestein vor sich zu haben glaubt. Der ganze Komplex ist jedoch von Schutt umgeben; eine horizontale Verbreitung lässt sich nicht erkennen. Schon der ganze Boden der *Matt*, die wellige Oberfläche, vereinzelte Risse und frische Entblössungen in der lehmigen Halde deuten darauf hin, dass hier Rutschungen stattgefunden haben und noch stattfinden (Taf. III Fig. 1). Ungefähr 60 m unterhalb der Hütten tritt im Walde wiederum eine mehrere Meter lange Dolomitbank zu Tage, und dann abermals, etwas weiter westlich, an beiden Seiten des Grosstaes, gleich am Waldesrande. Hier jedoch ist die sekundäre Lagerung ohne Weiteres ersichtlich. Die Runse hat sich durch den Moränenschutt hindurch bis auf den Gneis eingeschnitten. Die Dolomitbank greift quer durch den Schutt hindurch und lehnt sich an den Gneis an, der selber ungestört bis zum Kontakt hinaufreicht.

Ueberblicken wir nun noch einmal den ganzen Verlauf der Zwischenbildungen im Erstfeldertal. Soweit wir die Verhältnisse bis jetzt verfolgen konnten, handelt es sich hier um eine Ueberschiebung, die durch die Südwand der Schlossbergkette in schrägem Längsprofil angeschnitten wird. Vom Ende des Gletschers bis zur *Matt* finden wir eine untere auf Gneis stehengebliebene Schichtserie von Trias bis unterem Malm; darauf überschoben eine zweite Trias-Dogger-Malmserie, der sich oberhalb der Börderen noch eine Partie Gneis anschliesst, die, den Malm verdrängend, sich direkt auf die untere Doggerserie legt. Eine stellenweise noch erscheinende

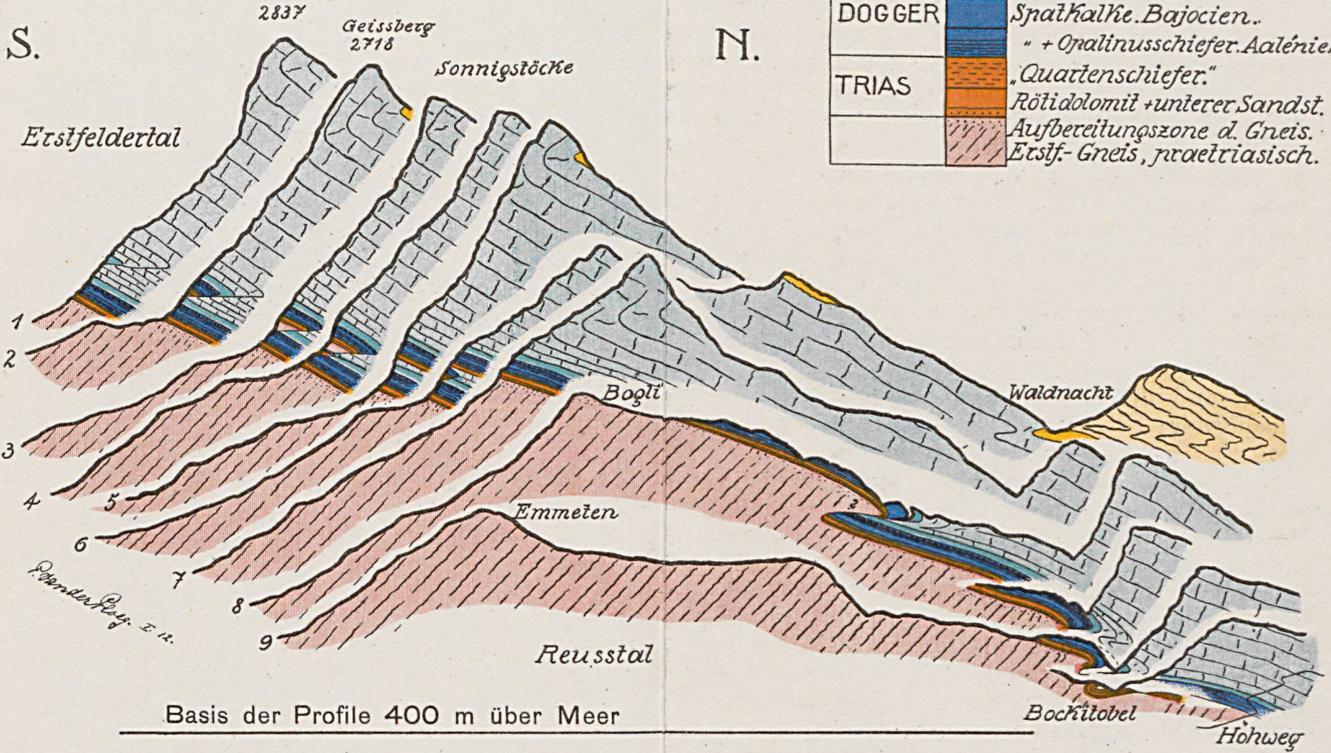
dritte Trias-Doggergruppe ist von untergeordneter Bedeutung und wohl als bei der Ueberschiebung mitgeschlepptes Bruchstück aufzufassen. Die Schichtfolge ist immer normal. Eine Umbiegung der Schichtenköpfe lässt sich weder bei *Hohbühl* noch bei der *Matt* nachweisen. Der überschobene Dogger dringt bei *Hohbühl* schräg in die Felswand hinein und lässt sich von da an ununterbrochen bis zum Ausgange des Tales verfolgen. Die Stirn der ganzen Ueberschiebung wird sich demnach unterhalb Geissberg und Sonstigstöcke hindurchziehen und wahrscheinlich im Reusstal wieder zu Tage treten.

Die weitere Untersuchung bestätigt diese Vermutung. Von Schutt und Vegetation bedeckt, sind die Zwischenbildungen im Reusstal weniger gut aufgeschlossen als im Erstfeldertal; doch geben zwei links und rechts vom « *Scheidweg* » herunterfliessende Bächlein genügend Aufschlüsse, um den Verlauf der Schichten feststellen zu können, und gerade die Stirn unserer Doggerüberschiebung lässt sich gleich nördlich dieser Bäche am Wege, der von Emmeten ins Waldnachtal hinüberführt, in einem Felsvorsprung deutlich wiedererkennen¹. Sie stellt hier ein liegendes Gewölbe dar, dessen Kern ein stark zusammengepresster Keil von Echinodermenbreccie bildet, um die sich die oberen Doggerschiefer, der Callovien-Eisenoolith und der Schiltkalk schmiegen. Der obere Schenkel der Falte ist an dieser Stelle bereits wieder abgetragen und die Erosion hat nun den Schiefem entlang eine sichelförmige Schlucht in die Felsen hineingefressen (Taf. V Prof. 8). Der Rötidolomit und die Opalinusschiefer reichen nicht mehr in den Aufschluss hinein und scheinen hinter der Umbiegung zurückgeblieben zu sein. Der Eisenoolith des Mittelschenkels lässt sich noch eine kurze Strecke dem Wege entlang verfolgen und wird dann vom Waldesboden bedeckt. Der weiter südlich herunterfliessende Bach schneidet am Wege Schiltkalk an, nachdem er zirka 20 m höher über normal gelagerten Rötidolomit geflossen ist. Etwa 100 m unterhalb des Weges erscheinen wieder obere Doggerschiefer, die der Bach bis zum « *Scheidweg* » durchquert, worauf er den Bathonien-Eisenoolith anschneidet und dann bis zum *Bockibach* fasst nur noch über Echinodermenbreccie fliesst.

¹ Die topographische Karte lässt uns hier mehrfach im Stich. Der nördlicher gelegene der beiden Bäche ist nicht eingetragen. Er entspringt südlich der aus dem Walde hervortretenden Felswand, die ebenfalls hätte angegeben werden können, vereinigt sich dann oberhalb *Bockiberg* mit der nördlich darauf folgenden, in der Karte eingetragenen Bachrunse, die sein Wasser dem *Bockibach* zuführt.

VERLAUF DER „ZWISCHENBILDUNGEN“ IN DER SCHLOSSBERGKETTE

| | | |
|--------|--|--|
| EOCÄN | | Flysch, z.T. Oligocän(?) Nümmulitenbild. Priabonien. |
| MALM | | Hochgeb.-Kalk, Sequ.-Tilhor. Schilfkalk + Schiefer. Argovien. |
| DOGGER | | Fe-oolith + Schiefer. Call.+Balth. Spalkalke. Bajocien. " + Opalinusschiefer. Aalénier. |
| TRIAS | | „Quartenschiefer.“ Rötiolomit + unterer Sandst. Aufbereitungszone d. Gneis. Ersif.-Gneis, praeliasisch. |



1 : 25 000

Wie weit der untere Schenkel der Falte zurückreicht, lässt sich nicht genau feststellen, doch tritt schon im nächstfolgenden Bach wieder Gneis zu Tage, so dass das Ausmass der Faltung kein sehr grosses sein kann.

Es scheint demnach, als ob die Ueberschiebung im Erstfeldertal nach Osten zu an Ausdehnung abgenommen hat und im Reusstal in dieser Falte im Ausklingen begriffen ist. Ursprünglich wird die ganze Bewegung mit einer kurz ausholenden Faltung eingesetzt haben; wo sie grössere Dimensionen annahm, kam es bei dem grossen Wechsel von harten Kalkbänken und weichen Schiefen zu einem Abbrechen des Mittelschenkels. *Der obere Schenkel glitt in Form einer Faltenverwerfung auf die Malm-stellenweise auf Doggerschiefer des unteren Schenkels weiter, während sich die Bewegung nach der Seite hin in einer allmählich schwächer werdenden Faltung auflöste.*

Die Verbindungslinie der Gewölbeumbiegung des Doggers im Reusstal mit der bei *Hohbühl* einsetzenden Ueberschiebung gibt die ungefähre Richtung an, in der die Stirn der ganzen Faltenverwerfung verläuft, nämlich N 63° O, das ist annähernd parallel zum allgemeinen Streichen in der Schlossbergkette.

Das hinterste Ende des stehengebliebenen Teils ist bei der *Matt* zu suchen, wo sich die untere Doggerserie auskeilt. Der Abstand von hier bis zur rekonstruierten Richtlinie der Stirn der Faltenverwerfung macht zirka 800 m aus, was dem Betrag der Ueberschiebung für diese Stelle entsprechen möchte.

Verlängern wir unsere Richtlinie über *Hohbühl* hinaus, so verlässt sie hier mit der oberen Doggerserie die Felswand, dringt jedoch am Fuss des Schlossberges noch einmal in die Felsen ein, wo wir auch die Spur unserer Ueberschiebung wiederfinden. Der Dogger ist vom Gletscher bedeckt, doch über diesem erscheint im Malm ein heller, langausgezogener Keil von Schiltkalk, der sich dem Gletscher entlang bis zur Schlossbergglücke hinzieht. (Taf. V Prof. 1). Hier in der Lücke tritt auch der Dogger noch einmal zu Tage und zwar ist er mitsamt dem Dolomit auf Opalinusschiefer überschoben, die ihrerseits wieder auf Dolomit aufruhet.

Weiter westlich leitet die Richtlinie unserer Ueberschiebung direkt zum Titlis hinüber und dem Südfuss der Gademmerflühe entlang. Hier haben nach der kürzlich erschienenen Karte der Gebirge zwischen Engelberg und Meiringen von P. ARBENZ Ueberschiebungen ganz derselben Art stattgefunden.

den, wie im Erstfeldertal. Wenn wir hier auch nicht ohne weiteres die Fortsetzung unserer Faltenverwerfung annehmen dürfen, so ist doch wohl der Schluss gerechtfertigt, dass sich hier auf der ganzen Linie zwischen Innertkirchen und Erstfeld dieselben Bewegungen im gleichen Sinne vollzogen haben. Nicht sehr verständlich ist mir aus diesem Grunde die Ansicht von J. KOENIGSBERGER, wenn er annimmt, dass östlich des *Wendenjoches* ein Abgleiten der Sedimentdecke nach Norden hin, westlich dagegen eine Stauchung nach rückwärts in den Gneis hinein stattgefunden habe, wobei das *Wendenjoch* « gewissermassen der Angelpunkt für die Bewegung der autochthonen Sedimentdecke auf ihrer Unterlage » gewesen sein soll (48 S. 33—34). Die Kalkkeile im Gneis am Gestellhorn — für mich sind es Gneiskeile im Kalk, — die er als Beispiel für die Stauchung nach Süden angibt, lassen sich nach meiner Meinung auf dieselbe nur viel intensivere Bewegung zurückführen, die die Faltungen und Ueberschiebungen im Gadmen- und Erstfeldertal nach Norden zur Folge hatten. Und wenn zwischen Titlis und Schlossberg die Sedimente nicht mehr vorhanden sind, so ist dieses nicht als tektonisches Abgleiten aufzufassen. Abrutschungen in grossem Masse haben hier zwar stattgefunden, doch erst nachdem die Engelberger *Aa* die Sedimente an ihrem Fusse unterhört hatte und diese bei der geneigten Unterlage auf den weichen Doggerschiefern keinen Halt mehr fanden. Dass dieser Prozess mit dem weiteren rückwärts Einschneiden der *Aa* fort dauert, zeigen die am Fuss des Schlossberges auf Rötidolomit und Dogger angehäuften Bergsturzmassen, über die der Weg zur Spannorthütte hinaufführt¹.

Der Gneiskeil im Bockitobel.

Wir haben auf der linken Reusstalseite den Dogger in spärlichen Aufschlüssen bis zum Bockibach hinunter verfolgen können. Unterhalb *Bockiberg* treffen wir wieder einen steilen Absturz an, und ähnlich wie die Umbiegung weiter oberhalb in einen Felsvorsprung zu Tage tritt, so erschliesst sich uns hier wieder eine liegende Falte von Dogger und Trias mit einem prächtigen Gneiskeil als Kern.

Im oberen Schenkel finden wir etwa 3 m untere Trias-Sandsteine und -Schiefer, zirka 12 m Rötidolomit, Opalinus-schiefer, Echinodermenbreccie und Kieselknauerbänke, die

¹ Der in der Siegfriedkarte eingezeichnete Weg über den *Geissrücken* wird gegenwärtig kaum noch benutzt.

sich im Querprofil unter zirka 20° nach Norden zum Bach hinabsenken. Kurz oberhalb desselben biegt der Rötidolomit um und fällt mit stark abnehmender Mächtigkeit eine Strecke weit flach nach Süden, wo er sich, kaum 1 m mächtig, im Schutt verliert. Der Dogger ist in der Umbiegung, vom Bach unterhöhlt, bereits abgeglitten und liegt in grossen Blöcken im Bachbett und an seinen südlichen Gehängen zerstreut umher.

Der untere Trias-Sandstein lässt sich in der Umbiegung noch nachweisen, im Mittelschenkel jedoch scheint er zu fehlen. Hier liegt direkt auf dem Dolomit ein stark gepresstes, kristallinisches Gestein, das man im Handstück nicht für Sandstein, aber auch nicht für Gneis ansehen würde; erst im Dünnschliff zeigt sich deutliche Gneisstruktur. Seine Glimmerlage verläuft parallel zur Schichtfläche des Dolomits. Der Gneis im Kern des Gewölbes ist auch kaum wiederzuerkennen. Seine ausgesprochene Parallellstruktur ist fast gänzlich verloren gegangen. Die Glimmerschüppchen sind stark verdrückt und vom Quarz aus ihrer Lage verdrängt. Eine Schichtung oder bestimmte Glimmerlage lässt sich hier nicht mehr feststellen. Etwas ausserhalb des Kernes jedoch, dort wo der Gneis unter der Trias aus dem Schutt zu Tage tritt, ist die Glimmerlage deutlich zu verfolgen. Sie fällt hier unter dem Kontakt (Fig. 1), von den Sedimenten diskordant überlagert, mit 78° nach Norden, richtet sich weiter unten immer steiler auf, biegt schliesslich nach Süden um und stellt sich wieder in die allgemein steil südfallende Gneislage ein.

Es scheint demnach als ob hier bereits eine schwache Anpassung an die Umbiegung stattgefunden habe, die darauf hinweist, dass der Gneis, wenn auch äusserst widerstrebend, die Faltung mitmachen musste. Im Gewölbekern drin wurde er dabei so stark zusammengepresst und geknetet, dass seine ursprüngliche Schichtung verloren ging und sich die Gneisstruktur nur noch im mikroskopischen Bilde nachweisen lässt. Eine ausgesprochene Transversalschieferung konnte ich nicht finden, sonst zeigen sich hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie BALTZER von den Gneiskeilen des *Gestellihorns* beschrieben hat (18 S. 114). Er fand die Schichtung in den Keilen ebenfalls stark verwischt, glaubt aber doch eine Faltung des Gneises annehmen zu müssen. « Anfangs wurde er gefältelt, dann aber ging er mehr und mehr in jenen eigenthümlichen gekneteten Zustand über, der für die Keile so charakteristisch ist. » (S. 231.)

Im Mittelschenkel sind die Opalinusschiefer, wenn auch stark reduziert, stellenweise noch unter dem Rötidolomit vor-

handen. Darunter senkt sich als Muldenkern eine steile etwa 40 m mächtige Wand von Echinodermenbreccie quer zum Bach hinab. Schichtung lässt sich in dem Gestein nicht mehr erkennen, ein schmaler Schieferstreifen deutet nur noch die Stelle der ausgequetschten oberen Doggerschiefer an.

Der weitere Verlauf der Schichten ist unter der Böschung verdeckt; doch tritt noch auf derselben Seite, mehr gegen den Ausgang des Baches zu, in einen kleinen schiefen Längsanschnitt die Muldenumbiegung des Rötidolomits zu Tage, von Quartenschiefern ausgefüllt, die hier ihr südlichstes Vorkommen erreichen. Unten im Bach wird die Trias wieder angeschnitten und ist dann auf der gegenüberliegenden Seite in normaler Lagerung und Mächtigkeit noch einmal gut abgeschlossen.

Dass auch der Malm an der Bewegung teilgenommen hat, zeigt die Kalkwand oberhalb des *Bockibaches*. Die ganze Faltung ist hier deutlich nachgezeichnet, wenn auch mit kürzerem Mittelschenkel, so dass die Schichten sich nach oben hin auszuglätten scheinen.

Die Achse der Faltung streicht ungefähr N 80° O und neigt mit zirka 20° ins Reusstal hinab, wo sie unter die Talsohle verschwindet.

Die Ueberschiebungen am Hohweg.

Nördlich vom Ausgang des *Bockibaches* stossen wir wohl auf die grösste tektonische Störung, der wir bis jetzt begegnet sind. Wir finden hier den Dogger beim *Hohweg* wieder abgeschlossen und zwar gleich in dreimaliger Ueberlagerung.

Ueber der Schutthalde tritt zuerst eine normale Gruppe von unterer Echinodermenbreccie, Kieselknauerbank und oberer Echinodermenbreccie hervor, die sich bis in die Reuss hinein verfolgen lässt.

Auf dieser oberen Echinodermenbreccie, teilweise noch durch unteren Eisenoolith und einen schmalen Streifen von Bathonianschiefer getrennt, sind Fetzen älterer Doggerschichten überschoben. Von Süden nach Norden treffen wir zuerst Opalinusschiefer an, mit den eigentümlichen, schon im stratigraphischen Teil erwähnten Quarzitgeröllen (S. 22). Ueber diesen Schiefen findet man zu seinem Erstaunen eine schmale Zone von stark ausgewalztem schuppigen Muskowitgneis, der durch eine Ueberschiebungsfläche vom Hangenden getrennt wird. Die Opalinusschiefer brechen ab gegen eine Bank von unterer Echinodermenbreccie, die sich hier in

scharfer Umbiegung aufrichtet und dann gleich darauf mit-
samt der sie überlagernden Kieselknauerbank von der Ueber-
schiebungsfläche erfasst und abgeschnitten wird.

Längs dieser Ueberschiebungsfläche ist nun noch einmal
Dogger überschoben, in Form von Bathonianschiefer und
Callovieneisenoolith, die sich jedoch zugleich mit dem stark
reduzierten Schiltkalk kurz vor der abgerissenen Doggerum-
biegung tektonisch auskeilen, so dass sich direkt auf der
Kieselknauerbank stark zerquetschte und von zahlreichen
Calcitadern durchzogene untere Malmschiefer einstellen.
(Taf. III, Fig. 2).

Weiterhin bleiben die Schichten unter Schutthalden ver-
borgten, so dass wir uns mit diesen Resultaten begnügen
müssen, die so viel zeigen, dass hier zwei schuppenförmige
Ueberschiebungen stattgefunden haben, denen wahrschein-
lich wieder eine Faltung vorangegangen ist, wie die zwischen
beiden eingeklemmte Muldenumbiegung und der auf Opali-
nusschiefer liegende Gneisfetzen andeuten.

G. KLEMM kommt in einem Bericht über Untersuchungen
an den sogen. « Gneissen » und metamorphen Schieferge-
steinen der Tessiner Alpen (31 S. 452) auch auf das Profil am
Bockitobel zu sprechen und glaubt auf der Nordseite des
Bockitales eine ausgezeichnete Ueberschiebungsfläche gefun-
den zu haben, « an der die Massen des Jurakalkes auf den Gra-
nit hinaufgeschoben worden sind unter stärkster dynamometam-
orpher Beeinflussung beider Teile. » Vermutet man im
ersten Augenblick, hier Hinweisungen auf die Ueberschie-
bungen am *Hohweg* zu finden, so zeigt es sich in der Folge,
dass eine angebliche Ueberschiebung zwischen Rötidolomit
und Gneis gleich am Ausgange des Bockibaches gemeint ist,
wobei der von uns beschriebene Triassandstein als Reibungs-
breccie aufgefasst wird. Gegen diese Ansicht hat vor kurzem
B. G. ESCHER bereits Stellung genommen, so dass wir nicht
weiter darauf einzugehen brauchen (50 S. 70). Der Malm
passt sich im allgemeinen in viel ruhigerem Verlauf den Fal-
tungen und Ueberschiebungen der Zwischenbildungen an.
Ein Ueberblick vom Reusstal aus lässt seinen ungefähren
Schichtenverlauf leicht erkennen.

Im Grigeler bildet der Malm eine scharfwinklige, nach
Norden überliegende Falte, deren muldenförmige Umbiegung
sich noch im Grat der Sonnegstöcke verfolgen lässt. Er zieht
sich dann wellenförmig durch das *Wanneli* hindurch und mit
einigen kleinen Fältelungen bis nach Attinghausen hinunter,
wo er unter der Talsohle verschwindet.

Im Grossen und Ganzen hat sich das Eocän seinen Bewegungen angepasst, scheint jedoch eine gewisse Selbstständigkeit beibehalten zu haben, indem es die einzelnen Faltungen seiner Unterlagen nicht immer mitmacht. So ist am Fuss des Schlossberges der Malm deutlich in Falten gelegt, während die Nummulitenbildungen mit den Cerithienschiefern diskordant darüber gleichmässig nach Norden abfallen. ARN. HEIM macht in einer Anmerkung auf diese Erscheinung bereits aufmerksam: « Das Mesozoikum bis zum Bohnerz scheint gefaltet zu sein und infolge von tektonischer Rutschung diskordant an den Pilatusschichten abzustossen. »

Die Flyschmassen, weniger spröde, sind dafür wieder um so stärker gestaut und besonders in ihren oberen Teilen stark gefaltet und zusammengeschoben.

Brüche und Verwerfungen sind in unserem Gebiet von untergeordneter Bedeutung.

Die Malmwand im Erstfeldertal ist unter den Sonningstöcken von einigen N-S streichenden Brüchen durchsetzt, die die Dogger- und Triasbänke jedoch nicht mehr durchschneiden, so dass sie wohl als Begleiterscheinungen der hier stattgefundenen Faltung und Ueberschiebung aufzufassen sind.

Brüche, zum Teil mit schwacher Verwerfung, zeigen sich dann noch im Gneis zwischen Zwächten und Klein Spannort, wo sie die hier noch vorhandenen Sedimente quer durchsetzen. Sie sind in der geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aarmassivs von J. KOENIGSBERGER bereits eingetragen (48).

Diluviale und recente Bildungen.

Die Spuren der ehemaligen Vergletscherung sind im Erstfeldertal noch gut erhalten. Der Gneis, der der Verwitterung besser Stand halten konnte als die Kalk- und Schiefergesteine, zeigt an vielen Stellen noch schöne *Rundhöcker*, so bei der *Kröntenhütte*, oberhalb *Kühplanggenalp*, dann am Ausgange des Tales bei *Emmeten* und noch oberhalb des *Bogli* bei 1537 m.

Moränenreste lassen sich sowohl im Talboden als auch an den Hängen bis zum Kontakt des Gneises mit den mesozoischen Sedimenten hinauf verfolgen. Aeltere Wallmoränen zeigen sich beim Anstieg zur *Kröntenhütte*. Der *Fulensee* mitsamt dem hinterliegenden Sumpfland ist durch eine Stirnmoräne gestaut. Eine ihr entsprechende blockreiche Rand-

moräne zieht sich an der Ostseite dieses kleinen, trogförmigen Seitentälchens zur Hühnergand hinunter.

Der oberhalb der Kröntenhütte liegende *Obersee* ist ein typischer Karsee. Ringsum von steilen Wänden halbkreisförmig eingeschlossen, wird er nach Norden hin durch einen sanft gerundeten Felsriegel abgedämmt¹. Seitdem das Kar firnfrei ist, haben sich hier mächtige Schuttkegel anhäufen können, die den kleinen See immer mehr zurückdrängen und gänzlich auszufüllen drohen.

Sehr schöne *Karbildungen* treten im Hintergrund des Engelbergertales auf. Es reihen sich hier drei Kare aneinander. Das hinterste enthält sogar noch ein kleines Nebekar mit einem von Schuttkegel wieder stark bedrohten kleinen See, der dem Anschein nach durch einen Riegel von anstehendem Gestein gestaut wird. Die beiden andern Kare, vom *Blackenstock*, *Wissigstock* und *Stotzigberggrat* umrahmt, sind bereits vollständig mit Schutt bedeckt. Sie werden durch einen breiten Moränenwall abgeschlossen, auf dem die Kapelle und die Hütten der *Blackenalp* stehen.

Ein prächtiges, gänzlich in Malm eingeschnittenes Kar ist das « *Wanneli* » oberhalb Erstfeld. Auch hier lagern sich am Fuss der Wände bereits starke Schuttanbäufungen an, doch ist der Boden des Kars zum grössten Teil noch unbedeckt und weist dabei die schönsten *Schrattenbildungen* auf. Unzählige Rinnen und Furchen ziehen sich im Sinne des Gefälles quer durch den Kalk hindurch, von breiten gerundeten Rücken oder schmalen Rippen mit messerscharfen, oft fein kannelierten Kämmen begleitet. Daneben zeigen sich tiefe Spalten und Trichter, in denen sich die Schneeanhäufungen des Winters bis spät in den Sommer hinein halten können.

In engster Beziehung zu diesem karförmig abgeschlossenen Karrenfeld steht die unterhalb des *Wanneli* ungefähr 300 m tiefer hervortretende *intermittierte Quelle*, die ein- oder zweimal im Jahre unvermittelt eine mächtige Wassermenge zu Tale fördert, um bald darauf zu versiegen und das verhältnismässig breite felsige Bachbett wieder austrocknen zu lassen.

Da die Sedimente nach Norden einfallen, ist die linke Seite des Erstfeldertales sehr arm an *Quellen*. Zwischen *Hoh-*

¹ In der topographischen Karte ist dieses Kar sehr schlecht eingetragen, wie überhaupt die Karte in höheren Regionen hier manche Ungenauigkeiten aufweist.

bühl und den *Börderen* treten einige Schuttquellen zu Tage, die jedoch im Hochsommer wieder versiegen.

Doch auch auf der Nordseite der Schlossbergkette treffen wir keine grossen Bäche an. Die atmosphärischen Wässer sickern sofort in den Malm ein; sie treten zwar zum Teil am Fusse der Kette in einigen Quellen wieder hervor, fliessen jedoch wahrscheinlich wohl zum grösseren Teil unterirdisch ab.

Bäche, die von undurchlässigen Schichten auf Malm herabfliessen, schneiden sich hier sofort tief in den Kalk hinein. So stürzt sich der von *Waldnacht* herunterkommende *Bockibach*, sobald er den Malm erreicht, in einem fast senkrechten Tobel ins Reusstal hinab. Ebenso bildet der *Stierenbach* unterhalb *Blackenalp*, im Moment, wo er das Eocän durchschnitten hat, einen prächtigen Wasserfall, den von Engelberg aus viel besuchten *Stäuber*.

Bergstürze haben besonders an den steilen Wänden des Erstfeldertales stattgefunden. Die Hütten von *Sulzwald* stehen mitten in einem solchen Chaos von gewaltigen Gneisblöcken, die von der rechten Talseite abgestürzt, hier auf einer mächtigen Moränenunterlage angehäuft sind. Ein weiterer Bergsturz, kurz unterhalb *Bodenberg*, hatte eine zeitweilige Stauung des Baches zur Folge, worauf das geringe Gefälle bei *Bodenberg* und die hier bei zufälligen Schürfungen zu Tage tretenden feinen Sande unterhalb der Geröll führenden Oberfläche hindeuten.

Rutschungen in mehr oder weniger zusammenhängenden Massen lassen sich auf der Nordseite der Schlossbergkette nachweisen, wo ganze Kalkbänke auf ihren Schichtflächen abgeglitten sind, wie am Eingang ins *Guggital* oder unterhalb der *Spannorthütte*, wo Doggerschiefer die Gleitfläche bildeten (siehe auch S. 49).

Literatur-Verzeichnis.

1. H. B. DE SAUSSURE. Voyages dans les Alpes. Bd. IV. § 1677. Neuchâtel, 1796.
2. H. C. ESCHER. Profilreise vom Fuss der Gotthardstrasse bis ins Urselertal. *Neues Bergm.-Journal*. 1799, und *Alpina*, herausg. von Salis & Steinmüller. Bd. II. 1808.
3. J. G. EBEL. Ueber den Bau der Erde in dem Alpengebirge. Zürich. 1808.
4. K. F. LUSSER. Das Uebergangsgebilde im untern Reusstal. *C. Leonhards Zeitschr. für Mineralogie*. Bd. I. 1828.
5. K. F. LUSSER. Geognostische Forschung und Darstellung des Alpen-durchschnittes vom St. Gotthard bis Arth am Zugersee. *Denkschr. der*

allg. schweiz. Ges. für die gesamte Naturwissenschaft. Bd. I. 1. S. 152. 1829.

6. K. F. LUSSEK. Manuskripte, aufbewahrt im Archiv zu Altdorf.

7. F. J. HUGL. Naturhistorische Alpenreisen. Solothurn, 1830.

8. B. STUDER. Ueber das geologische Alter der Kalkalpen von Uri. *Neues Jahrbuch für Mineralogie.* S. 328. 1836.

9. ARN. ESCHER v. D. LINTH. Tagebücher, aufbewahrt in der eidg. techn. Hochschule. 1841.

10. K. F. LUSSEK. Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpendurchschnittes vom St. Gotthard bis Arth am Zugersee. *Neue Denkschr. der allg. schweiz. Ges. für die gesamte Naturwissenschaft.* Bd. VI. S. 7. 1842.

11. B. STUDER. Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie. Bern, 1847.

12. B. STUDER. Geologie der Schweiz. Bern, Zürich, 1851.

13. B. STUDER und ARN. ESCHER. Carte géologique de la Suisse. 2. Edition. Luzern, 1867.

14. B. STUDER. Index der Petrographie und Stratigraphie. Bern, 1872.

15. B. STUDER. Gneis und Granit der Alpen. *Zeitschr. der deutsch. geol. Ges.* XXIV. S. 551. 1872.

16. ALB. HEIM. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel, 1878.

17. U. STUTZ. Ueber das Erstfeldertal. *Neues Jahrbuch für Mineralogie.* S. 842. 1879.

18. A. BALTZER. Der mechanische Kontakt von Gneis und Kalk im Berner Oberland. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XX. 1880.

19. CH. LORY. Sur les schistes cristallins des Alpes occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région. *Bulletin de la soc. géol. de France.* 3. série. T. 9. 1881.

20. CH. LORY. — A. BALTZER. Discussion sur le double pli glaronais. P. 28 et 32. — Interversion de superposition dans le canton de Glaris et l'Oberland bernois. *Comptes rend. Archives des sciences physiques et naturelles.* Genève, 1882.

21. F. M. STAPE. Geologische Uebersichtskarte der Gotthardtstrecke. Berlin, 1883.

22. U. STUTZ. Ueber den Lias der sog. Kontaktzone in den Alpen der Urtschweiz. *Neues Jahrbuch für Mineralogie.* Bd. II. S. 14. 1884.

23. A. BALTZER. Die weissen Bänder und der Marmor im Gadmental. *Mitteil. der naturf. Ges. Bern.* Heft 1. S. 30. 1885.

24. C. SCHMIDT. Geologische und petrographische Mitteilungen über einige Porphyre der Zentralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine. *Neues Jahrbuch für Mineralogie.* Beil. Bd. IV. S. 400. 1886.

25. A. BALTZER. Das Aarmassiv (mittlerer Teil). *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXIV. 1888.

26. ALB. HEIM. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXV. 1891.

27. G. MOESCH. Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kiental. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXIV. 1894.

28. C. SCHMIDT. Zentrale Alpen. Kap. VIII. in : Livret guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. *Congrès géol. intern. VI. à Zurich.* Lausanne 1894.

29. A. TOBLER. Ueber die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs, mit Benützung der Manuskripte von U. Stutz. *Verhandl. der naturf. Ges. Basel.* Bd. XII. S. 25. 1900.

30. A. SAUER. Ueber die Erstfelder Gneise am Nordrand des Aarmassivs. *Bericht über die Versamml. des oberrhein. geol. Vereins.* XXXVIII. Versamml. Konstanz, 1905.

31. G. KLEMM. Bericht über Untersuchungen an den sog. « Gneisen » und metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen. II. Teil. *Sitzungsbericht der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften.* Bd. XX. S. 442. 1905.

32. L. ROLLIER. Die Bohnerzformation oder das Bohnerz und seine Entstehungsweise. *Vierteljahresschr. der naturf. Ges. Zürich.* S. 151. Lausanne, 1905.

33. C. SCHMIDT. Bild und Bau der Schweizeralpen. Basel, 1907.

34. P. ARBENZ. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. *Ecl. géol. helv.* Vol. IX. S. 464. 1907.

35. ARN. HEIM. Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. *Abhandl. der schweiz. paläont. Ges.* Vol. XXXV. 1908.

36. J. BOUSSAC. Sur la distribution des niveaux et des faciès du méso-nummulitique dans les Alpes. *Comptes rend. de l'Académie des sc.* P. 1086. Novembre 1908.

37. ARN. HEIM. Sur le Nummulitique des Alpes suisses. *Bulletin de la soc. géol. de France.* P. 25. Paris, 1909.

38. J. BOUSSAC. Les méthodes stratigraphiques et le Nummulitique alpin. *Bulletin de la soc. géol. de France.* P. 31. 1909.

39. J. BOUSSAC. Observations sur le Nummulitique des Alpes suisses. *Bulletin de la soc. géol. de France.* P. 179. 1909.

40. P. ARBENZ. Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen. *Mitteil. der schweiz. geol. Kommission.* I. 1909.

41. J. KOENIGSBERGER. Einige Folgerungen aus geol. Beobachtungen im Aare-Gotthard- und Tessinermassiv. *Ecl. géol. helv.* X. 6. S. 852. 1909.

42. A. BUXTORF und E. TRUNINGER. Ueber die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. *Verhandl. der naturf. Ges. Basel.* Bd. XX. S. 135. 1909.

43. J. BOUSSAC. Interprétations tectoniques du Flysch dit autochtone de la Suisse centrale et orientale. *Comptes rend. de l'Académie des sc.* P. 1148. Paris, 2 mai 1910.

44. J. BOUSSAC. Distribution des niveaux et des faciès dans le Nummulitique dit autochtone de la Suisse orientale. *Comptes rend. de l'Académie des sc.* P. 1272. Paris, 17 mai 1910.

45. P. OPPENHEIM. Ueber die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen, im Anschluss an das gleichlautende Werk von Dr. Arn. Heim. *Centralblatt für Min., Geologie und Pal.* S. 243. 1910.

46. ARN. HEIM. Ueber die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXIV. 1910.

47. K. TOLWINSKI. Die Grauen Hörner. *Vierteljahresschr. der naturf. Ges. Zürich.* Jahrg. 55. Heft 3. und 4. S. 331. 1910.

48. J. KOENIGSBERGER. Erläuterungen zur geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aarmassivs von Disentis bis zum Spannort. Freiburg i. Br. und Leipzig, 1910.

49. W. PAULCKE. Fossilführender « Rötidolomit ». *Centralblatt für Min. und Pal.* 1. 1911.

50. B. G. ESCHER. Ueber die prätriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Tödi. *Inaug. Dissert. Zürich.* Amsterdam, 1911.

51. W. STAUB. Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXXII. 1911.

52. E. TRUNINGER. Geologisch-petrographische Studien am Gasternmassiv. *Inaug. Dissert.* Bern, 1911.

53. ARN. HEIM. Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz.* Liefg. XXXI. 1911.

54. L. ROLLIER. Les faciès du Dogger ou Oolithique. Zurich, 1911.

55. P. ARBENZ. Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Protokoll der Sitzung vom 4. Dez. 1911, der naturf. Ges. Zürich.*

Ueber die Vorgänge bei der Talbildung.

Von A. LUDWIG.

Der lange und hartnäckige Kampf der verschiedenen Meinungen über das Mass der Mitwirkung von Flusserosion und Glazialerosion bei der Bildung der Alpen- und Molassetäler scheint sich allmählig der Entscheidung zu nähern. Manche Anzeichen deuten darauf hin, dass der Sieg schliesslich der von Prof. HEIM energisch vertretenen Anschauung verbleiben wird, welche die Talbildung sozusagen ausschliesslich der Flusserosion zuschreibt und eine irgendwie nennenswerte Erosion durch Gletscher bestreitet. Die PENCK-BRÜCKNER'sche Glazialtheorie leidet an einem inneren Widerspruch. Sie lehrt einerseits die Polyglazialität, die durch Interglazialbildungen (Schieferkohlen, Höttingerbreccie etc.) bewiesen werden soll und anderseits die Glazialerosion, für welche die sogenannte « Uebertiefung » der Alpentäler ins Feld geführt wird. Interglazialbildungen und Glazialerosion sind aber zwei Dinge, die sich gegenseitig ausschliessen; denn talbildende Gletscher, die die Sohle der Täler um mehrere hundert Meter tiefer gelegt haben sollen, hätten auch die Interglazialbildungen