

Geologische Studien im fränkischen Ries.

Von

Ernst Koken in Tübingen.

Zweite Folge.

Mit Taf. VIII—XII.

1. Einleitung.

Im Laufe der drei Jahre, welche seit der Veröffentlichung meiner ersten geologischen Studien im fränkischen Ries vergangen sind, ist dieses Gebiet mehr und mehr in den Vordergrund des Interesses gerückt und Fragen von weittragender Bedeutung sind angeschnitten. Obwohl ich mein Ziel, mittelst geologischer Aufnahmen, für welche die topographische Karte von Bayern in 1 : 25 000 genügende Grundlagen bietet, eine umfassende und sachliche Darstellung des Gebiets zu geben, nicht aus den Augen verloren und beständig an der Durchführung dieses Planes gearbeitet habe, so bin ich doch von dem Abschluss dieser Arbeit noch weit entfernt. Da im Frühjahr 1903 die Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins auf Wunsch der Herren BRANCO und FRAAS in Nördlingen tagen wird, es aber unsicher ist, ob ich um diese Zeit von meiner Reise nach Indien schon zurückgekehrt bin und meine Auffassungen vertreten kann, so stelle ich hier wiederum einige Beobachtungen zusammen, welche mir für die Beurtheilung des Rieses von Wichtigkeit scheinen.

Ich bin der vollen Überzeugung, dass die eigenartige Geologie des Rieses noch in ferner Zeit das Interesse der Geologen wachhalten wird, während der Wettbewerb der im

Ries arbeitenden Parteien wahrscheinlich schon jetzt den Fachgenossen sehr gleichgültig ist. Es erschien mir daher angemessen, mich wesentlich auf das von mir gesammelte Material zu beschränken und über die Form der neueren Untersuchungen im Ries hinwegzusehen.

Jedes Eingehen auf eine Discussion über Vulcanismus, intrusive und extrusive Lakkolithen, Classification der Klippen, permisches Glacial oder Pseudoglacial liegt mir fern. Meine Aufgabe ist, zu untersuchen, ob qualitativ die Riesstörungen sich in mehrere Gruppen bringen lassen, ob den Dislocationen der mittelmiocänen Zeit noch spätere gefolgt sind, ob Anzeichen für die Wirkungen eines postmiocänen, nicht mit Vulcanismus verknüpften Schubes aus dem Ries nach aussen sich nachweisen lassen.

Die im Ries zu lösenden Aufgaben sind so complicirter Natur, dass es nöthig wird, den Standpunkt öfter zu wechseln und nicht nur von einer Seite aus an die Probleme heranzutreten. Keine der bisher aufgestellten Hypothesen ist allen Erscheinungen gerecht geworden, und in diesem Zustande der Gährung wird die Ries-Geologie auch so lange bleiben, als es nicht gelingt, die ineinander verschränkten Phänomene zu sondern und zeitlich zu classificiren. Darstellungen, welche von der zeitlichen Bestimmung und Sondierung der Dislocationen absehen, verzichten auf eines der werthvollsten Hilfsmittel. Das divide et impera, welches in der entstandenen Controverse zu meinem Wahlspruch gestempelt ist, war noch immer das Princip der naturwissenschaftlichen, analytischen Methode.

2. Das Riesproblem im Allgemeinen.

Im fränkischen Ries laufen nebeneinander her Erscheinungen, welche auf Senkung und solche, welche auf Hebung zurückzuführen sind.

Die Form des Rieskessels ist die eines Einsturzgebiets und in der That sehen wir vom Rande grosse Schollen der Malmdecke abgelöst, welche gegenüber dem Durchschnittsniveau des Jurazuges eingesunken sind. Unmittelbar daneben treffen wir aber auf Granit und andere Urgebirgsgesteine, welche auch in ihrer jetzigen Lage noch immer als gehobene

Massen bezeichnet werden müssen. Es ist unmöglich, ihre Existenz schon während der Ablagerung des Jura vorauszusetzen, da wenigstens Dogger und Malm in keiner Weise durch die Nähe von Urgebirgsküsten und Inseln in ihrer Ausbildung beeinflusst sind.

Rings um das Ries sind Eruptionspunkte liparitischer Massen bekannt; derselbe Vorgang, der zum Ausstossen vulcanischen Materials führte, kann für die Ursache der Hebung des Urgebirgs angesehen werden.

Schwieriger ist einzusehen, wie es zu einer Versenkung der Juraschollen an der Riesperipherie kommen konnte, solange das aufwärts getriebene Granitgebirge immer noch in höherem Niveau liegt als früher. Es ist das wohl nur möglich, wenn auch dieses durch Spalten zertheilt war und, nachdem die vulcanischen Kräfte sich erschöpft hatten, in so ungleichem Maasse zurücksinken konnte, dass kleine Versenkungsgebiete dicht neben gehobenen Partien sich gebildet haben.

Von vornherein muss die Frage nach dem Alter dieser Dislocationen erhoben werden.

Die obere Altersgrenze für die vulcanischen Vorgänge ist durch das Profil von Hainsfarth gegeben. Viel schwieriger ist die untere zu ermitteln und vorläufig lässt sich diese Frage überhaupt nicht genau beantworten. Weiterhin habe ich dargelegt, dass auch die Meeresmolasse, welche zeitlich nicht bedeutend von den *Sylvania*-Kalken getrennt ist, das Gebiet der Zerstörung schon antraf. Sie lagert auf den Breccienkalken von Zöschingen¹ und bisher habe ich keine Pholadenlöcher gesehen, welche etwa bei der Vergriesung des Jura mit verschoben und zerstückelt wären. Vielmehr sammelte ich bei Brunnsee unterhalb Harburg Stücke von Jurakalk, durch dessen brecciöse Rinde die Pholadenbohrungen glatt hindurchsetzen. Demnach hätten die Breccien auch zur mittelmiocänen Zeit schon existirt.

Die Ausläufer des Molassemeeres schieben sich bei Harburg bis auf 5 km (ja 2 km näher, wenn die Nagelfluhe von Harburg selbst noch zum marinen Tertiär gehört) an das Ries heran, bei Liezheim bis auf ca. 9 km.

¹ Anscheinend auch über dem Tuff am Zöschinger Friedhof.

Eine nach Süden convexe Linie, welche Harburg—Brünnsee mit Liezheim und Dischingen verbindet, bezeichnet ziemlich genau die Grenze des miocänen Meeres. Pholadenbauten finden wir hier überall; über diese Grenze hinaus ist nirgends Meeresmolasse bekannt und speciell im Ries liegt, soweit wir es kennen, oberes Süßwassertertiär direct dem zersetzten Untergrunde auf, der nicht den Eindruck macht, als ob jemals die Wellen eines transgredirenden Meeres ihn gefegt hätten. Da auch Süßwasserkalke der *Rugulosa*-Stufe durchaus fehlen, so scheint das eigenthümliche Senkungsfeld sich erst angelegt zu haben, nachdem das mittelmiocäne Meer nach Südosten abgedrängt war; geologische Phänomene, welche an die Senke oder an die von ihr ausgehenden oder ihr zustrebenden Thäler gebunden sind, müssen darum beträchtlich jünger sein als die mit den vulcanischen Vorgängen und der Aufpressung des Granits verbundenen Dislocationen.

Die Senke in ihrer jetzigen Gestalt entstand wiederum im Allgemeinen (das spätere diluviale Nachsinken hier abgerechnet) vor Ablagerung der obermiocänen Süßwasserkalke, denn diese zeigen eine bemerkenswerthe Abhängigkeit vom Riesrande.

Wir gehen einen Schritt weiter und untersuchen, welche geologische Qualitäten dem Rieskessel zukommen; die grossartigen Störungen am Riesrande haben den Blick etwas abgelenkt von dem Probleme, welches die Riesfläche selbst bietet. Leider sind die Anhaltspunkte in dieser von Diluvium stark eingedeckten Gegend nur wenige.

Die von O. FRAAS und DEFFNER herrührende Angabe, dass unter dem Tertiär überall das Grundgebirge lagere, gründet sich auf Bohrungen. Thatsächlich lassen deren Resultate eine Verallgemeinerung nicht zu, denn nur ein einziges der Bohrlöcher hat Granit erbohrt. Wir sehen zwar, dass die Basis der Inselberge meist aus Urgebirge besteht, aber es ist nicht immer der Fall und wir finden doch auch noch weit innerhalb des Riesrandes einzelne Malmklippen (so an der Lohmühle bei Nördlingen, am Hahnenberg bei Reimlingen, bei Bühl und am Metzlesberg zwischen Rudelstetten und Wemding, Keuper an der Wennenmühle); es ist möglich, dass die

centralen Theile des Rieses noch zahlreiche solcher Klippen verhüllen.

Das Deckgebirge ist also nicht restlos vom Grundgebirge entfernt, es ist keine völlige „Evacuierung“ des Jura mit der vulcanischen Katastrophe verbunden gewesen, aber es scheint allerdings verbürgt, dass die geschlossene Tafel der Trias- und Juraschichten hier nicht mehr existirt, auch nicht in zerschmettertem Zustande, sondern dass sie nur noch in fragmentären, zerstreuten Partien vorhanden ist.

Welchen Ursachen, fragen wir weiter, können wir diese Verminderung der sedimentären Schichten innerhalb der Riessenneke zuschreiben?

GÜMBEL dachte an eine Zersprengung durch den Paroxysmus seines grossen Riesvulcans, DEFFNER lässt sie in den sich öffnenden Spalten und Abgründen untertauchen, BRANCO von dem sich gewaltig hebenden Centrum auf die Umgebung abgleiten und bringt die Überschiebungen der Randzone damit in Verbindung.

Nach meiner Ansicht war ein grosser Theil schon durch Erosion entfernt, als die Hebungs- und Eruptionsperiode eintrat.

Durchaus im Gegensatz zu den Tuffen der Uracher Gegend, welche stets gespickt mit Jurakalk sind, führen die Riestuffe nur wenig von solchem Material, obwohl sie durchaus nicht arm an Einschlüssen sind und z. B. an der Himmelsburg bei Huisheim eine wahre Musterkarte subterranean Gebirgsarten enthalten.

Bei Holheim liegt ein vulcanischer Schlot zwischen Jura-bergen; der Mangel an Einschlüssen von Jurakalk (die jedenfalls zurücktreten) lässt sich hier dadurch erklären, dass in die aufbrechende Spalte zuerst Keuper und brauner Jura eingepresst wurde, durch welche schliesslich die Gase des liparitischen Magmas sich einen Weg forcirten. Der weisse Jura bildete dann auch nicht die Wand des Schlotes. Man wird ferner annehmen können, dass die nur langsam das Übergewicht gewinnende vulcanische Spannung, die sich zunächst in Hebungen und Aufpressung versuchte, das Material des Deckgebirges nicht zerschmetterte und zerstäubte, sondern in grössere Schollen zerlegte, welche in bunter Weise dis-

locirt wurden, ohne gerade viel an Material einzubüssen. Dennoch aber spricht die Allgemeinheit der Erscheinung, dass nämlich die vulcanischen Tuffe zwar reich an Inclusionen von Grundgebirge und Keuper, ärmer an Lias und Dogger, oft fast frei von weissem Jura sind, zu Gunsten der Annahme, dass eine ähnliche Abtragung, wie sie am Nordrande des Rieses jetzt herrscht, schon damals einen grossen Theil, wenigstens der Malmkalke, beseitigt hatte. Einige andere Gründe werde ich später anführen. Eine zusammenhängende Decke wie auf dem Juraplateau kann nicht existirt haben; einzelne Berge werden aber noch mit Resten dieser Decke gekrönt gewesen sein, dafür sprechen die verstürzten Malmklippen, welche im Norden und Osten aus den randlichen Theilen der Riesniederung noch aufragen.

Man kann vielleicht rein hypothetisch annehmen, dass zuerst allmähliche Schwellung des Ries erhöhte, während gleichzeitig die Denudation in der Höhe eingriff. So wurde selbst das Urgebirge an einzelnen Stellen aus seiner Hülle wieder herausgeschält. Die vulcanischen Kräfte haben dann den Boden zerrissen und erschüttert, es kam zu Aufpressungen besonders in den randlichen Partien, die sich local in Überschiebungen umsetzten, und dann zu einem Einsinken der so mannigfach bewegten Gegend.

Aber damit sind wir noch nicht am Ende, sondern es lässt sich zeigen, dass viele Profile auf das Eingreifen noch jüngerer Kräfte hindeuten. Da wir mit diesen Erscheinungen die Schwelle des Tertiärs überschreiten und eine Beziehung auf den Vulcanismus nicht mehr möglich ist, da andererseits in den geschliffenen Felsböden, den gekritzten Geschieben und der chaotischen Structur der Schuttmassen, welche gegen den Riesrand gewälzt und in seine Thäler injicirt sind, die wohlbekannten Merkmale des Gletscherschubs sich einstellen, so habe ich solche Profile als glaciale gedeutet.

3. Die Dislocationen an der Peripherie des Rieses.

Um zu zeigen, dass die als „Riesstörungen“ zusammengefassten Erscheinungen mannigfaltiger Natur sind, dass die an der Peripherie des Rieses im Süden auftretenden Dislocationen anders geartet sind als die im Norden beobachteten,

dass die Störungen in verschiedene Zeiten fallen und damit auch auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sind, werde ich eine kurze Übersicht der ganzen Umrandung des Rieses geben. Ich beginne mit den am wenigsten gestörten Gebieten in der Nähe des Hahnenkamms und des Hesselberges, isolirter Theile des fränkischen Jurazuges.

Der Hahnenkamm bildet ein langgezogenes Plateau, welches durch das Rohrachthal (Heidenheim—Polsing) im Westen fast genau in N.—S.-Richtung abgeschnitten wird. Eine Wanderung aus diesem Thal auf die von *Bimammatus*-Kalken und *Tenuilobatus*-Schichten gebildete Höhe überzeugt von der vollkommenen Regelmässigkeit der Schichtenfolge; dabei liegen die Werksteinkalke im Norden etwa 50 m höher als im Süden.

Westlich vom Rohrachthal ist die geschlossene Kalkplatte aufgelöst und die Denudation bis in den braunen Jura, in dem von Ostheim kommenden Mühlbachthal bis in den Lias, im Wörnitzthal bis in den Keuper vorgedrungen. Die einzelnen, mit Malm gekrönten Tafel- und Spitzberge, welche sich hier noch erhalten haben, bieten alle Zustände der Verwerrung. Der 632 m hohe Rechenberg westlich von Heidenheim ist noch genau nach dem Typus des nördlichen Hahnenkamms, von dem ihn nur ein tiefes Thal trennt, gebaut. Auch der Malm des Türtelbergs bei Ostheim und des Eiselbergs westlich Ober-Mögersheim ist über allem Zweifel in situ.

Dagegen liegen nördlich Hüssingen, am Hüssinger Berg (555 m), schon Störungen vor, indem die Malmdecke nach Norden geneigt und mit Lias in Berührung gebracht ist, während sie im Süden normal mit dem braunen Jura zusammenhängt. Ganz ähnlich ist der Hügel nördlich Dornstadt im Westen normal gebaut, während nach Osten (der Wörnitz zu) der Malm auf den Lias gekippt ist. Je mehr wir uns den Centren der vulcanischen Ausbrüche nähern, von denen eines bei Hainsfarth lag, desto verworrener wird die Lagerung; die Klippen des Malmkalkes sind meistens oberflächlich brecciös, nur im Innern noch gesund, und in ganz abnormen Stellungen. Ein gewaltiges Erdbeben, welches die Gegend erschütterte, musste, das kann man a priori folgern, ganz besonders die exponirten Kalkkuppen anfassen. Überschie-

bungsvorgänge wird man hier nicht construiren können, wohl aber gesellt sich zu der Form der um einen Drehpunkt erfolgten Verrutschung noch die aus der Tiefe kommende Aufpressung, welche die normale Stellung verändert und öfters ganz umwirft.

Wir erwähnten des Hüssinger Berges. Die Qualität der Störungen lässt sich hier sicher erkennen. Etwas südlicher beginnen dann schon die kleinen Tuffvorkommen, und sofort verschleiert sich das Bild. Eine der interessantesten Stellen ist der Hasenberg, am Wege von Steinhardt nach Mogesheim. Die Kuppe ist Tertiärkalk, der hier wie bei Trendel und Hainsfarth als gleichförmige Decke über einem sehr gestörten Untergrunde liegt. Der Sockel des Berges wird von Keuper umzogen, dann folgt Malm bis unter den Süßwasserkalk; an zwei Stellen, sowohl am Nord- wie am Südabhange, tritt vulcanischer Tuff auf. Der Malm liegt gegenüber dem östlich benachbarten Leitenbuck um 50 m, gegen den Hahnenkamm um 80—100 m zu tief, der Keuper um einen ansehnlichen Betrag zu hoch, nämlich im Niveau des oberen braunen Jura. Aufpressung, die gewiss mit den Liparitexplosionen in Beziehung zu bringen ist, vereinigt sich hier mit jener Form des Abgleitens der Malmfelsen, die wir eben kennen gelernt haben. Beide Vorgänge werden geologisch gleichzeitig genannt werden können, beide sind älter als das Obermiocän.

Aufpressungen sind in der ganzen Gegend weit verbreitet. Bei Polsingen hat der Bach Granit und vulcanischen Tuff angeschnitten, und von der Stahlmühle, ebenfalls am Rohrach, lässt sich ein Streifen von braunem Jura verfolgen, der bis über Döckingen hinaus auffallend in den unteren und mittleren weissen Jura einschneidet.

Hier setzen nun auch die kleinen Sporaden von braunem Jura ein, welche der im Allgemeinen aus Malm gebildeten Landschaft aufgestreut erscheinen. Dass ich nicht zu jedem dieser Fleckchen einen Durchbruch durch die feste Malmdecke construiren, brauche ich nicht zu betonen. Schon in meiner ersten Arbeit über das Ries habe ich für einige solche Vorkommen die Erklärung gegeben, dass es wohl meist Reste aufgespresster Massen sind, welche durch Erosion wurzellos

wurden und nun hier und dort am Gehänge gleichsam kleben. Ich habe nie bestritten, dass aufgedrückte Massen sich seitlich über jüngere Gebirgsglieder ausdehnen können, und E. FRAAS hat selbst in seiner Arbeit über Steinheim den Beweis geliefert, dass auch ein Theil dessen, was man jetzt „Überschiebungen“ nennt, in die Kategorie der Aufpressungserscheinungen gehört. Bei kleinen, lockeren Massen ist allerdings auch mit der Möglichkeit glacialer Verschleppung zu rechnen. Die erste Frage wird immer sein, ob sich eine Altersrelation zum Obermiocän feststellen lässt, welches für uns der sichere Markstein in der unruhigen Geschichte des Rieses ist.

Wenn wir von Wemding den Riesrand verfolgen, die eigenthümlichen Spuren schiebender Bewegung bei Wallfahrt, am Lerchenbühl, bei Mogesheim, dann im Wörnitzthal an der verstürzten Scholle von Auhausen, auf dem Lias von Wassertrüdingen betrachten, wenn wir ähnliche Beobachtungen an den kleinen Malminseln von Bühl machen können, wenn wir sie im unteren Wörnitzthal von Heroldingen bis Wörnitzstein verfolgen, sie wieder finden auf der Oberfläche der verstürzten Malmklippen von Hohenaltheim und Niederaltheim, so wird man wenigstens über eins nicht im Zweifel sein können, dass noch andere Sachen im Ries in Frage kommen, als Aufpressungen oder Überschiebungen vor Absatz der Süßwasserkalke.

Ich wende mich nun dem Hesselberg zu. Das Einfallen der Schichten ist in dem ganzen Gebiet, zu welchem der Hesselberg gehört, schwach südöstlich. Die Grenze zwischen Keuper und Lias liegt im Norden des Hesselbergs in 530 m (Schlierberg), senkt sich etwas gegen Osten, so dass sie in dem 9 km entfernten Dennenlohe auf 442 m fällt, und etwas stärker gegen Süden (428 m zwischen Gerolfingen und Wassertrüdingen), nämlich ca. 100 m auf 8 km.

Südlich von der Wörnitz heben sich die Schichten; schon bei Fürnheim liegt dieselbe Grenze in ca. 455, bei Eitersberg aber in 500 m. Gegen Westen steigt sie noch weiter bis auf 528 m bei Oggersberg.

Bei Fremdingen erreichen wir den Rand eines peripherischen Bruches, der sich dem Riesrand parallel weit nach Osten verfolgen lässt. Südlich von diesem liegen die

Schichten plötzlich tiefer und zugleich treten in seinem Verlauf zahlreiche Dislocationen des Randes der Südscholle auf. Es sind wohl mehrere Brüche verbunden; schon die Ausläufer der Öttinger Forst bei Eitersberg und Seeglohe sind um ca. 25 m abgesunken gegen den Hauptkamm.

Der Keuper lässt sich bis an den Riesrand verfolgen, aber in viel tieferem Niveau; bei Fremdingen in 450 m und ebenso weiter nördlich bei Bühlingen. Die Schopfloher Scholle ist wieder von der Hochaltinger isolirt und senkt sich gegen NW., so dass hier brauner Jura an Keuper stösst; eine Klippe von weissem Jura ist dabei auf die andere Seite der Verwerfung gerathen.

Nach der Karte v. GÜMBEL's, welche in grosser Ausdehnung Dogger über unterem Lias zeigt, könnte man vermuthen, dass die mittleren und oberen Stufen des Lias dadurch zum Verschwinden gekommen sind, dass die Doggerschichten für sich nach Norden bewegt sind, also auch in Form einer Überschiebung. Es mag sein, dass hie und da ein Doggerfetzen in solcher Weise über die Liasgegend hinausgestossen ist, aber ich möchte doch darauf hinweisen, dass der Lias in dieser Gegend recht reducirt ist und dass ich an sehr verschiedenen Stellen deutliche Spuren des mittleren und oberen Lias gefunden habe, wo ihn die GÜMBEL'sche Karte nicht angiebt. Das kartographische Bild dürfte sich überhaupt etwas verändern, besonders wenn die zahlreichen Verwerfungen eingetragen sind.

Bei Dornstadt ist die nördliche Doggerscholle mit ihrem Malmaufsatz nicht anders zu beurtheilen, wie die südliche des Mahlberges. Die letztere hängt aber am Buchgraben durch die verschiedenen Liasstufen und den Knollenmergel mit der fränkischen Keuperlandschaft zusammen und erweist sich somit als gekippt, aber nicht als verschleppt. Von der nördlichen könnte man nach der Karte annehmen, dass Dogger sammt Malm über unteren Lias hinausgeschoben sei. Die Lias-Keupergrenze liegt an dem Stöckenweiher in 440 m, 1 km nördlich aber in 490 m. Der Bruch führt auf Hausen (im Westen) zu und trennt die höhere Öttinger Forst vom Riesrande (im weiteren Sinne) ab. Zahlreiche Complicationen stellen sich ein. Die beiden Dornstädter Schollen

sind durch eine Spalte getrennt, welche Lias neben Stubensandstein bringt, und ebenso bezeichnet das Thal des Buchgrabens einen Bruch, der sich nach Westen umbiegt und den Lias und Keuper des „Grossen Schlages“ von dem mittlern Dogger des „Kappel Schlages“ abtrennt. Es scheint dies wieder die peripherische Hauptspalte zu sein, welche nördlich Hausen und Schopflohe auf Fremdingen zuläuft.

Eine radiale Spalte ist das Thal des Holzgrabens und Heigrabens von Schafhausen bis zum grossen Heidweiher. Verwerfung, Abstürzen einzelner Klippen und Aufpressung treten hier nebeneinander auf; das Tertiär breitet über das ganze bunte Bild seine flache, ebenmässige Decke.

Der mit der nördlichen Keuperlandschaft noch nachweisbar verbundene Knollenmergel reicht bis zum Heidweiher bei Erlbach und seine obere Grenze liegt auch hier in ca. 450 m. Südlich davon treffen wir im Thal die abgestürzte Malmklippe mit Spuren glacialer Bearbeitung, dann ein grosses Gebiet mit Reibungsbreccien, aufgepresstem Granit und Stubensandstein, der hier hart an den oberen Dogger¹ und an die Malmklippen herantritt, schliesslich liparitische Ausbrüche bei dem Schafhauser Hof².

Westlich vom Mauchthal zieht sich der fränkische Keuper am Rande der Liasflächen weit gegen das Ries, bis ihm das kleine Granitmassiv von Marktoffingen gleichsam den Weg verlegt. In diesem Zipfel zwischen Mauchthal, der Liasebene und dem durch Granit gebildeten Riesrande treten die Riesdislocationen in besonderer Form auf. Verwerfungen zwischen 25 und 50 m Sprunghöhe sind in dem Keupergelände nicht immer leicht festzustellen. Dagegen überrascht das Auftreten des braunen Jura in Schollen, welche anscheinend dem Keuper aufgelagert sind und der Unterlage des Lias entbehren. Am südlichen Riesrande lagert der Dogger gleichsam transgredirend über jüngerem Malmgestein, hier aber, im Norden, scheint er flach über den durch Keuper gebildeten Riesrand geschoben zu sein. Dennoch dürfte es sich auch hier vorwiegend um Verwerfungen handeln, wobei in dem

¹ Auf GÜMBEL's Karte nicht eingetragen.

² Von GÜMBEL angegeben.

mosaikartig zerspaltenem Terrain Senkungen und Hebungen oder Aufpressungen combinirt sein werden. Wir wollen wenigstens einige Stellen kurz besprechen.

Bei Riehlingstetten liegt die Keuper-Liasgrenze in 510 m, also etwa ebenso hoch als jenseits der Mauch bei Uttenstetten. Bei Raustetten endigt ein mit Lias bedeckter Sporn, an dem dieselbe Grenze noch in 495 m festzustellen ist. Unmittelbar südlich beginnt das Gebiet der Verwerfungen an einer Linie, die sich dem peripherischen Bruche Schopflohe-Fremdingen anschliesst.

Am Heckhau (südöstlich Raustetten) lagert der Lias-hochfläche¹ zerrütteter brauner Jura an, der nach Osten unmittelbar an oder auf Keuper zu liegen kommt. Klarer liegen die Verhältnisse an der Scholle von braunem Jura nördlich Enslingen; nach Westen ist sie durch eine nord-südliche Verwerfung scharf abgeschnitten, so dass wir auf der einen Seite des kleinen Trockenthales Keuper, auf der anderen oberen Dogger und Malm sehen. Auch im Norden stösst der braune Jura an Keuper (zugleich drängt der Granit sich hier in die Höhe), nach Osten aber ist die Scholle durch zwei Wurzeln mit dem im Liegenden befindlichen Keuper in Verbindung; in der Reihe kleiner Kuppen, welche nach Osten von Enslingen sich erstreckt, tritt unter dem oberen Dogger zunächst unterer Dogger, dann Lias, dann Knollenmergel heraus. Die Scholle ist demnach gegen die NS.-Spalte eingesunken. Dieselbe Erklärung findet die nächstbenachbarte Scholle westlich von Enslingen; sie gliedert sich nach Osten continuirlich dem Keuper an, nach Westen schneidet an einer NNO. streichenden Verwerfung oberer Dogger am Lias ab, und auch hier ist die Spalte von einer Granitsporade besetzt.

Der Granit von Offingen ist, obwohl er sicher nicht unbeträchtlich zurückgesunken ist, noch immer gegen seine Umgebung erhöht. Auch der Keuper an seiner Peripherie liegt in höherem Niveau als im Norden; die Strasse nach Markt-offingen quert eine Stubensandsteinstelle in ca. 475 m.

¹ Die ebenfalls südlich vom Ellrichsbronner Thal eingesenkt erscheint (Lias-Keuper-Grenze in 475).

Die Aufpressung des Granits steht mit der Bildung von Spalten im selben Zusammenhang, wie er für die Liparit- ausbrüche gilt; bei der Rücksenkung verstürzten die Schollen gegen diese Spalten, wobei einzelne Theile abgesprengt und ganz isolirt, in die Lage von „Klippen“ gerathen konnten. Bedeutende Horizontalverschiebungen der Schollen („Überschiebungen“) sind nirgends nachweisbar.

Wenn wir unsere Wanderung am westlichen Rande fortsetzen, so lösen sich auch hier die Complicationen am einfachsten unter der Annahme, dass einzelne Schollen einer schon tief erodirten und denudirten Landschaft in verschiedenen Richtungen gegeneinander gekippt und dislocirt sind, wobei besonders die Reste der Malmkalke vielfach verstürzten. Alles hat einen localen Charakter, das Ausmaass der Verschiebungen in horizontaler Richtung ist nie gross, und statt des einheitlich regierenden Lakkolithen werden wir zur Annahme einer ganzen Reihe von Kraftcentren geführt, welchen die Störungen ihre Intensität verdanken. Die Spalten, welche die einzelnen Schollen abgrenzen, sind oft noch nachweisbar.

Nördlich und westlich von Zipplingen herrscht mittlerer Lias als normal Anstehendes; im Osten ist aber durch die combinirten Eruptionen und Aufpressungen von Zipplingen und Marktöffingen ein chaotisches Mosaik zu Stande gekommen. Die eine Zipplinger Scholle neigt sich regelmässig gegen Westen, so dass unterer Malm gegen den anstehenden mittleren Lias zu liegen kommt, während unmittelbar südlich von der Malmklippe noch Keuper aufgepresst ist, der ebenso wie der liparitische Tuff z. Th. unter dem nach Westen überkippten Berg fortsetzen dürfte. Auf dem Weg nach Oberwilflingen passiren wir die normale Reihe der (schlecht erschlossenen) Schichten bis zum unteren Lias; dann beginnt mit Malm wiederum eine kleine Scholle mit westlichem Einfallen, während nördlich des Weges unterer Dogger an unteren Lias stösst. Bei Unterwilflingen ist die Weiherbergscholle nach NW. geneigt, so dass Malm gegen den in der Tiefe angeschnittenen Keuper stösst, und in Unterwilflingen selbst ist eine Malmklippe direct auf Keuper gerathen, im Süden sogar auf Urgebirge übersprungen. Von dieser Stelle nach Westen führt eine

Schichtenreihe, deren Vollständigkeit ich der GÜMBEL'schen Karte entnehme, da ich nicht alle Glieder anstehend finden konnte; sie reicht vom mittleren Keuper, der in Gruben erschlossen ist, bis zum oberen Lias und ist nach Westen geneigt; dann folgen oberer Dogger, unterer Dogger, schliesslich isolirte Malmklippen, welche an die ersterwähnte Zippinger Scholle, an unteren Lias stossen.

Im Einzelnen wird die Aufhellung des wunderlichen Bildes noch viele Schwierigkeiten machen; man versteht aber die Mechanik der Dislocationen, wenn man zunächst im Norden des Rieses mit den Studien beginnt und die Wirkung der Dislocationen an einzelstehenden Bergen mit Malmdecke untersucht. Immer haben wir an einer Seite gebundene Schichtenfolge, an der anderen infolge einer Verkippung oder Drehung Verwerfung.

Das gilt nun auch für die Beiburg¹, welche nicht, wie BRANCO und FRAAS angeben, überschoben ist, sondern im Westen ein normales Profil von weissem Jura α bis δ aufweist.

Doch wir wollen unsere Wanderung noch weiter fortsetzen.

Westlich einer durch den Lauf der Sechta bezeichneten Linie ist mit Ausnahme der Hügel zwischen Bopfingen und Lauchheim von Störungen ungewöhnlicher Art nichts bekannt, obwohl kleine Verwerfungen nicht selten sind. Auch zwischen Kirchheim und Wessingen, östlich der Sechta, herrschen noch zunächst einfache Verhältnisse. Von Nordosten gegen Wessingen folgen sich die Stufen des Lias, des Doggers, bis zum unteren Malm; der Unterbau ist zerstückelt, aber

¹ Am Buchberg. BRANCO und FRAAS behaupten, dass die Felsen der Beiburg als „überschoben“ aufgefasst werden müssen. Das war DEFFNER's Auffassung allerdings, aber ich glaubte diese längst berichtigt und habe deswegen auch nicht besonders auf diesem Punkt verweilt. Gegen das vom Härtsfeld scheidende Thal streckt der weisse Jura β seine harten Bänke gerade so heraus wie auf der Bopfingen zugewandten Seite; das ist der Berg selbst, keine Überschiebungsmasse. Über diesen β -Bänken liegen auf dem Buch die geschrammten Gerölle und der braune Jura. An der Beiburg schliesst sich aber an β concordant γ mit vielen Kragensplanulaten, dann unteres δ , welches nach oben gelockert ist, brecciös und dolomitisch wird.

er steht noch im Zusammenhange. Westlich Wessingen liegt Malmbreccie. Versprengte Breccienklippen liegen auch im Thal nach Benzenzimmern, häufen sich in der Gegend von Dirgenheim und schliessen sich zu einem breiten Streifen zusammen in der Senke des Goldbaches, welche in den braunen Jura eingelassen, zugleich aber von den vulcanischen Ausbrüchen vom Heerhof bis Pflaumloch durchschlagen ist.

Wenn BRANCO und FRAAS diese Breccien als „überschoben“ auffassen, so haben sie insofern Recht, als allem Anschein nach öfter die Malmgesteine ohne Vermittelung der unteren Stufen auf braunem Jura auflagern.

Indessen ist sehr unwahrscheinlich, dass diese Malmbreccien vom inneren Ries herzuleiten sind, da wenigstens an einigen Stellen sich nachweisen lässt, dass auch tiefe Malmhorizonte in ihnen enthalten sind, und dass der obere braune Jura diese wiederum mit dem Sockel in enge Verbindung setzt. Abgestürzte Partien sind dann auf tiefere Schichten gerathen, gelegentlich auch überschoben, aber immer von benachbarten Stellen her. Die Einwirkung einzelner kleinerer vulcanischer Centren und Aufbruchsgebiete ist sehr deutlich.

Für anstehend halte ich z. B. den Malm auf der Höhe des „Schönbergle“, südöstlich vom Heerhof, dem bekannten Vulcan. Der weisse Jura ist in der Nähe der Ausbruchsstelle z. Th. bis zur Unkenntlichkeit entstellt, weiter nach SO. quert er in steilen Schichten den Weg. Es ist hier nicht nur brecciöser Malm, wie GÜMBEL's Karte angiebt, oder Juraschutt vorhanden, sondern festes δ und γ , und weiter abwärts nach Trochtelfingen zu lassen sich dann die Oolithe des oberen braunen Jura nachweisen (am Leutenbergle). Abgestürzte Massen finden sich am Hang des Egerthales und füllen besonders das Goldbachthal, das einer alten Spalte entspricht. DEFFNER nahm an, dass hier der weisse Jura in eine während der Katastrophe klaffende Spalte gestürzt sei.

Am südlichen Riesrand, welcher sich an den unzerstückelten weissen Jura anschliesst, treffen wir besonders häufig die Dislocationen durch Aufpressung, häufig mit anknüpfender Überschiebung.

Dass die von mir auf Aufpressung zurückgeführten Dislocationen nicht einfache Überschiebungen resp. Abrutschungen

sein können, geht aus der jeder Regel spottenden Lagerungsweise hervor. Kamen auf dem Hange eines steilen Gebirges, vielleicht durch die Vibrationen von Erderschütterungen angeregt, die dem Granit resp. dem als „Schmiermittel“ dienenden Keuper aufgelagerten Schichten in das Gleiten, so konnten (den ganzen Mechanismus als möglich vorausgesetzt) wohl Absenkungen und Überschiebungen entstehen, doch aber nicht jene merkwürdigen Lagerungsverbände, wie sie bei Holheim, Schmähingen und vielen anderen Orten sichtbar sind.

Die Bedeutung des Jurazuges zwischen Lierheim und Schrattenhofen hat DEFFNER schon hervorgehoben; in einem schmalen Bande treten die zur Eger und Wörnitz steil einfallenden Kalke des unteren und mittleren Malm heraus¹, während in ihrem Rücken die Granitmasse von Appetshofen-Wörnitzostheim liegt, auf deren Basis die von horizontalem Tertiär gekrönten Inselberge aufgesetzt erscheinen. Kleine Partien von Keuper (Thiergarten) und braunem Jura sind zwischen den Granit im Norden und den weissen Jura im Süden eingeschoben.

In der Erklärung zu Blatt Bopfingen heisst es, nach kurzer Schilderung der Verhältnisse: „Man hat demnach hier ein Stück Juragebirg vor sich, dessen regelmässiger Aufbau später umgestürzt und verschoben wurde; im Norden dieser umgestürzten Masse ist aber nur krystallinisches Gestein vorhanden. Dies und der Umstand, dass die Schichten von diesem abwärts fallen, und die Schichtenfolge vom ältesten Gebilde des Braunjura β^2 an mit zunehmender Entfernung immer jüngere Etagen zeigt, schliesst jeden Zweifel darüber aus, dass es an dieser Stelle der Granit ist, welcher als das Medium angesehen werden muss, vermittelt dessen die unterirdischen Kräfte die Umwälzung der alten Schichtendecke vollführten.

Von einer eigentlichen Hebung aber, wie man sich die Wirkungsweise des Granits herkömmllicher Weise vorstellt,

¹ Bei Hoppingen, auf dem rechten Wörnitzufer, fallen die Kalke umgekehrt nach Norden.

² Weisse Keupersande scheinen für Braunjura gehalten zu sein; jedoch treten sie hier, wie in der Grandgrube von Appetshofen, mit Keupermergel in zweifellosem Verbands auf.

lassen sämtliche Beobachtungen nichts erkennen, vielmehr scheint am Südrande eine tiefe Versenkung stattgefunden zu haben, während im Norden der Granit sich erst durchdrängte und dann das geschichtete Gebirge durch horizontalen Seitendruck zusammenpresste, übereinander schob und gegen den am Rande entstandenen Abdruck drängte.“

Dies die Erklärung von DEFFNER und O. FRAAS, die mit einigen Abänderungen auch heute noch auf manche andere Stelle des südlichen Riesrandes passt. Hebung setzte sich in Seitenschub um, darüber ist kein Zweifel, aber alles dieses ereignete sich vor dem Absatz des Tertiärs, vor der Entstehung der Riessenke, zugleich mit den Äusserungen der vulcanischen Kräfte. Als das aktive Medium, welches die Störungen allerwärts veranlasste, „erscheinen“, so heisst es an einer anderen Stelle, „aufs deutlichste die Granite und Trachyte. Die beträchtlichsten Störungen sind stets in ihrer nächsten Nähe, ja man darf auch mit Recht erwarten, an Orten, welche sich durch Unregelmässigkeit der Lagerung auszeichnen, Granit an irgend einer Stelle, wenn nicht offen, so doch versteckt zu finden.“ Diese Coordinirung lässt sich gar nicht übersehen und sie spricht sehr deutlich für die Existenz von Aufpressungscentren, welche um die Peripherie des Rieses vertheilt liegen.

Eines der grossartigsten Profile dieser Art bot der Stollen der Nördlinger Wasserleitung. Hier erscheint der Typus der Aufpressung in Verbindung mit Liparit am reinsten ausgeprägt.

Nicht minder grossartig sind die wunderbaren Schichtenstörungen bei Gross-Sorheim. Hier geht die Aufpressung in eine mit Faltung und Verwerfung verbundene Überschiebung über, die an dem Wege nach Mauren in instructiver Weise, über 400 m lang, erschlossen ist (Taf. VIII Fig. 1).

Im Dorfe sind in einem grossen Steinbruche obere *Transversarius*-Schichten und die Werksteinbänke der *Bimammatus*-Stufe, nach NNW. einfallend, zu beobachten. Von dem auf GÜMBEL's Karte eingetragenen Liparittuff habe ich nichts gesehen, ausser einigen auf den Feldern zerstreuten Bruchstücken. Schlägt man unter dem Utzberge her die Strasse nach Mauren ein, so fällt schon von weitem eine im braunen

Jura angelegte Sandgrube in die Augen; da der weisse Jura auch die Unterlage des Utzberges bildet, so ist der braune Jura hier dem Malm aufgelagert. Die Verhältnisse compliciren sich aber, je weiter man kommt. Der braune Jura β , welcher eine Zeitlang die Strasse begleitet, wird nach oben bedeckt von unterem Malm (α), dann folgen die oberen Stufen des Doggers, alle nach NW. einfallend, bis zum weissen Jura α . In Schuppenstructur wiederholt sich dasselbe Profil bis zu der ersten Weggabel; da die Schichten versteinerungsreich sind, ist an der Deutung kein Zweifel. Schliesslich folgt nochmals eine Sandgrube in Doggersand, welche die Mulde bis zu den aus dem Rasen schauenden Klippen des oberen Malm fast auszufüllen scheint.

Dass der Liparit an dieser wie in einer Stirnfalte erfolgten Zusammenschiebung der Schichten theilhaftig ist, erscheint mir sicher. Der kleine Tertiäraufsatz auf dem Utzberg verweist die Dislocation in die liparitische Zeit.

Etwas Ähnliches bietet ein Profil südlich Kleinerdingen (Taf. VIII. Fig. 3).

Man steigt über weissen Jura β zu weissem Jura α auf, der in Hafnergruben entblösst ist, kommt durch oberen und mittleren braunen Jura (ζ , δ , γ und β nachweisbar), und dann wieder in weissen Jura α und β . Soweit beobachtbar, fallen die Schichten gegen den Berg. Eine kleine Keuperscholle ist noch zwischen dem braunen Jura β und dem weissen Jura α eingepresst. Auch diese eigenartige Lagerungsform scheint durch Zusammenschub zu Stande gekommen zu sein. Bei Herkheim ist nicht allein Granit aufgepresst, sondern auch liparitischer Tuff vorhanden. Besonderes Interesse hat das Profil noch dadurch, dass Conglomerate es an verschiedenen Stellen eindecken, Conglomerate, deren Gerölle eine grosse Ähnlichkeit mit Buchberggeschieben haben.

Der Zusammenhang zwischen vulcanischen Ausbrüchen, Aufpressung des Granits und Bildung von Reibungsbreccien tritt vielleicht kaum an einer anderen Stelle so drastisch hervor wie bei Schmähingen. Von Nördlingen kommend, über den Adlerberg und den Hahnenberg (der eine Malmklippe, kein Tertiär ist), steigt man durch Urgebirge, in dem einige schmale, zweifelhafte (? Tuff-)Gänge aufsetzen, zum Tertiär-

plateau herauf, wo überall Steinbrüche betrieben werden. Dann senkt sich der Weg wieder und man hat das Taf. VIII Fig. 2 skizzierte Profil. Eine Granitrippe hebt sich längs des Weges heraus, der ganzen Länge nach begleitet von vulcanischem Tuff mit Bomben. Beides ist überlagert von horizontalem Tertiär. Weiter unten ist der Granit in Gruben angeschnitten und von einer bunten Reibungsbreccie begleitet, in welcher fast ausschliesslich krystallinische Gesteine stecken. Auch Keuperfetzen sind mit heraufgerissen. Am Fusse der verstürzten Malmklippen schliessen sie sich zu zusammenhängenden Massen, die in Gruben herausgeholt werden.

Eine weitere Wanderung nach Süden bringt uns in eine äusserste Bruchzone des grossen Riesgebiets, welche durch eine relativ breite, horstartige Barre fast unversehrten Albkörpers vom Riesrand getrennt ist und orographisch sich recht deutlich markirt. In diese „Gürtelzone“ GÜMBEL'S sind die grössten trachytischen Ausbrüche eingereiht; häufige Aufpressungen von Granit und älteren Gesteinen bedingen wiederum eine recht complicirte Tektonik. Auch hier wieder fehlt es nicht an Schollen, welche dem Malm direct aufgelagert erscheinen, also „überschoben“ genannt werden können, aber auch hier sind dies locale, von einem nahegelegenen Aufbruchscentrum geleitete Dislocationen. Die Ausbrüche von Aufhausen, Ammerdingen, Ringingen, Magerbein, Thurneck und Mauren haben jeder für sich in die Schichtenstellung der Gegend eingegriffen und ältere Gesteine heraufgebracht und zerstreut. Es ist auch zu beachten, dass von diesen kleinen Centren zuweilen radiale Linien noch weiter ausstrahlen in den sich wieder zusammenschliessenden, zur Donau abfallenden Albkörperhinein (Ammerdingen—Kohlenberg—Kienling; Untermagerbein—Gaishardt; Thurneck—Bissingen); die äussersten Aus- und Aufbrüche erreichen fast genau den Rand des Gebiets, in dem die Meeresmolasse beginnt.

Man könnte auch weiter daran denken, z. B. mit der Linie Bissingen—Schafhausen auch die Reihe der in das Ries ausstrahlenden Inselberge Lierheim—Wenneberg in Verbindung zu bringen. Die Schnittpunkte der peripherischen und radialen Linien sind die Stellen erregtester Bewegung.

Nach Westen bilden die DEFFNER'schen Sporaden eine

abgeschwächte Fortsetzung dieser Zone; bei Zöschingen haben wir, schon im Gebiet der Meeresmolasse, einen letzten liparitischen Ausbruch, der Stücke von Urgebirge mit heraufgerissen hat. Wie immer auch die Lagerungsverhältnisse bei der grössten Sporade, Hertsfeldhausen, durch spätere Eingriffe complicirt sind, man wird daran festhalten können, dass auch hier, wie bei Steinheim, ursprünglich älteres Gestein aus der Tiefe heraufgedrängt ist.

Die Breccienbildungen des oberen Malms reichen noch weit über diese „Vorrieszone“ hinaus und berühren an manchen Stellen die Donauthalung und selbst das Brenzthal. Ihre gewaltigste Verbreitung haben sie im Südwesten des Aufhausen—Ammerdinger Ausbruchgebiets. Hier entstand auch die Vorstellung von „miocänem Juraschutt“, die uns in neuer Gewandung bei BRANCO entgegentritt¹. Zahllose Übergänge von festem, anstehendem Jura des Albplateaus in das brecciöse Gestein lehren, dass es nicht zu einer Überschiebungsdecke gehört, die sich auf die oberste Juraplatte gelegt hat, sondern dass die Breccien diese Juraplatte selbst sind, ein Product der letzten Schwingungen jener Kräfte, die im Ries und seinen Randzonen den Weg zur Oberfläche sich erzwanen.

Die grosse Zone des „Vorrieses“, wie BRANCO und FRAAS die Gürtelzone nennen, wird durch die Wörnitz-Enge nicht abgeschnitten; sie lässt sich über Sulzdorf, Itzingen, Flozheim, Otting, Wolfenstadt und noch weiter verfolgen, im Norden merklich abgeschwächt. Bei Sulzdorf ist ein kleinerer, bei Otting ein recht beträchtlicher Tuffgang zu verzeichnen, sonst

¹ Die Ansicht vom „miocänen Juraschutt“, die allerdings von DEFFNER und O. FRAAS, nachdem sie weitere Studien im Ries gemacht hatten, wieder verlassen ist, wurde 1870 von DEFFNER u. A. in folgender Weise formulirt: „Nach manchen Wandlungen unserer Ansichten gelangten wir im Jahre 1861 endlich zu der Überzeugung, dass das rings um das Ries sich findende Schuttgebirge das Product der im Ries thätig gewesenen Kräfte, in miocäner Zeit gebildet und im Wege der Überschiebung auf seine jetzige Stelle gelangt sei.“ An anderer Stelle heisst es: „Kräfte etc., welche die Juradecke desselben (des Rieses) zertrümmerten und auf die Seite schoben.“ Bekanntlich unterschied C. DEFFNER zwischen dem von Eis bewegten Braunjuraaufsatz des Buchbergs und dem „Griesaufsatz“, zu dem auch der Dolomit der Beiburg gerechnet wird. Der letztere war ihm „ein Rest der durch vulcanische Kraft auf den Rand überschobenen ehemaligen Riesdecke“.

handelt es sich meistens nur um das insulare Auftreten älterer Gesteine inmitten des Juraplateaus. Auch hier können wir, in radialer Richtung nach Osten schreitend, von diesen Interferenzstellen noch weithin die Spuren aufgepresster Gesteine und Breccienbildung verfolgen, von Otting bis Büttelbronn bei Langenalthem, von Flozheim über Monheim bis Warching, von Itzingen bis Blossenau. Der Zusammenhang dieser kleinen Sporaden mit einer Spalte oder einem Aufbruchsherde ist meist zerstört, jedoch sind die Doggerreste bei Bayersfeld noch von Riesbreccien begleitet.

Die Spuren des braunen Jura im Spitalholz sind die östlichen Ausläufer des Doggerzugs von Döckingen, dessen wir oben erwähnten, und damit betreten wir den nördlichen Theil der Ringzone, die in einem Abstand von 4–5 km noch jenseits des eigentlichen Riesrandes liegt. Die Störungen von Hüssingen, Auhausen, Dornstadt, Schopflohe gehören hierher; weiter im Westen ist eine Trennung dieser äussersten Störungszone vom Riesrande nicht mehr durchführbar.

Versuchen wir, die Summe dieser kurzen Übersicht zu ziehen.

Die Umwallung des centralen, fast eingebneten Senkungsfeldes ist von einem stark dislocirten Rande gebildet, in welchem die vulcanischen Ausbrüche die Stellen grösster Energie angeben. Sie sind selten und relativ unbedeutend im Norden, häufen sich im Süden. Im Norden haben wir vielfach die Erscheinung, dass die Malmkrönung der Berge abgestürzt ist; Verwerfungen spielen eine grosse Rolle und die bunte Ausgestaltung des Bildes ist auf die Einzelbewegungen zahlreicher kleiner Schollen an peripherischen und radialen Brüchen zurückzuführen. Aufpressungen und Überschiebungen sind häufiger im Süden, wo die meisten und grössten Tuffanhäufungen sich neben den grössten Urgebirgspartien finden, wo die Aufpressungen als Dislocation dominiren und häufig zu localen Überschiebungen¹ Anlass gegeben haben.

¹ Eine Erscheinung, die, wie so viele andere im Ries, noch ihrer Erklärung harret, ist das Auftreten ganz lockerer Massen von braunem Jura (auch anderen Materiales, doch fällt der braunroth gefärbte Jura am meisten auf) in unregelmässigen, ganz locker begrenzten Taschen des

4. Das Einsinken des Rieses.

Der mit vulcanischen Ausbrüchen verknüpften Hebung ist eine erste Senkung sehr bald gefolgt. Dann kamen die Tertiärkalke zum Absatz, welche, soweit sie limnischer Entstehung sind, wohl ein fast gleiches Niveau einnahmen, aber später ebenfalls durch Senkungen zerschnitten sind.

Es erfordert einige Sorgfalt, die Senkungserscheinungen zeitlich richtig zu sondern; sie sind auch häufig combinirt, indem auf die am Riesrande abgesunkenen Malmschollen sich Tertiär gelagert hat, welches in späterer Zeit nochmals dislocirt ist.

Vom eigentlichen Riesrand löst sich westlich von Harburg ein Höhenzug ab, der sich mehr und mehr in einzelne, in die Riesebene zerstreute Berge zertheilt (Guggenberg bei Gross-Sorheim, Kleiner Hühnerberg bei Klein-Sorheim, Jacobsberg und Mühlbuck, Lerchenberg bei Hohenaltheim). Bei Niederaltheim wird der Höhenzug wieder dem Riesrande angegliedert, während das Thal des Regenbaches eine neue Randkette abscheidet, welche westlich durch das „Himmelreich“ bis Utzmemmingen reicht, östlich ihre Fortsetzung in den Bergen von Heroldingen und Gosheim findet.

Die Sporadenberge von Bühl sind Reste eines nachweisbar gegen die Riesebene versunkenen Bogens. An peripherischen Brüchen sind hier beträchtliche Theile des Südrandes in die Tiefe gesunken, während die Urgebirgszüge Schmädingen—Nördlingen und Lierheim—Wenneberg stehengebliebene Pfeiler des alten Rieses selbst sind. Diese Senkungen sind jünger als

vergierten weissen Jura, z. B. im Himmelreich bei Holheim. Taf. IX Fig. 8 bringt die Skizze eines solchen Vorkommens, welches recht beträchtlich über dem Pass liegt, unter dem der Stollen der Nördlinger Wasserleitung die interessantesten Aufpressungen blosslegte und auf dessen Oberfläche, an der Landstrasse, die gekritzten Geschiebe in moränenartigem Schutt vorkommen. Die lockere Verknüpfung, in welcher hier das Erraticum mit dem Anstehenden erscheint, machen es fast unmöglich, hier an Überschiebung oder an glaciale Verschleppung zu denken. Der gewaltige Druck hätte wohl in beiden Fällen ganz anders gewirkt. Allenfalls kann man sich vorstellen, dass bei der Aufpressung, welche unter katastrophenartigen Erscheinungen vor sich ging, einzelne Fetzen bis auf die Höhe gedrängt oder geschleudert wurden und hier in die Klüfte des berstenden, halbzerschnetterten weissen Jura geriethen.

die Hebungen, welche den Granit zwischen den weissen Jura zwängten und an manchen Stellen in vulcanischen Ausbrüchen gipfelten.

Die aus oberstem weissen Jura gebildeten Höhenzüge sind um ca. 100 m gesenkt; in den centralen Theilen des Rieses machte die Senkung noch später Fortschritte und zog selbst die Tertiärkalke in die Ebene.

Beim Einsinken des Innenrandes sind die verstürzten Schollen nach sehr verschiedenen Richtungen geneigt. Nur wenig entfernt von der p. 452 näher charakterisirten Scholle von Mogesheim, welche deutlich nach Norden, also vom Ries nach aussen fällt, beobachtet man die entgegengesetzte Fallrichtung. Diese Neigungswinkel müssen schon vor der Eindeckung mit Tertiär vorhanden gewesen sein, denn die Süswasserkalke liegen alle in mehr weniger söhlicher Stellung. Die nachmiocänen Senkungen sind reine Verticalbewegungen. Demnach lässt aber auch die Fallrichtung der einzelnen Schollen am Riesrande noch Schlüsse auf die Qualität der älteren Dislocationen zu.

Das Tertiär kleidete die Senke aus; seine *Helix*- und *Cypris*-Kalke liegen am Riesrande noch heute in bemerkenswerth gleichem Niveau (Herblingen 495, Ehingen 497, Hainsfarth 493, Trendel 491—503, Polfingen 501, Ammerbach 498, Wending 495; am Südrande: Huisheim 512, Klein-Sorheim 512, Reimlingen 512, Holheim 503); auch einige Inselberge, wie der Wallerstein mit 497, markiren dasselbe Niveau. Man kann aber schon an dem Höhenzuge, der wie eine Felsrippe vom Riesrande auf Nördlingen zustrebt, ein allmähliches Absinken des Tertiärkalkes beobachten, der in Nördlingen selbst nur noch 450 m hoch liegt. Wenneberg (470 m), Schloss Allerheim (457 m), Hahnenberg bei Appetshofen (466 m) und Hahnenberg bei Balgheim (464 m) stehen nicht unbedeutend gegen den Spitzberg (496 m) zurück; eine SW.—NO. gerichtete Spalte¹ scheidet sie von dessen Granitsockel. Der Höhenzug Nördlingen—Reimlingen wird ebenfalls durch eine Verwerfung, die in SO.—NW. streicht, begrenzt; bei Unter-

¹ Diese Verwerfung ist durch noch jüngere Querverwerfungen weiter zerlegt. Zwischen Wenneberg und Schloss Allerheim tritt Tertiärkalk in 420 m auf.

Reimlingen sind die Tertiärkalke auf 440 m, bei Grosselfingen, wo sie dem Granit aufgesetzt sind, auf 433 m gesunken.

Es ist ersichtlich, dass gegenüber einer fast constanten tertiären Randumwallung die centralen Partien bis zu einem Betrage von ca. 80 m abgesunken sind.

Westlich von Trendel liegt an dem interessanten Lerchenbühl der Kalk nur noch in 430 m (gegen 503 m), und man kann einen inneren Kranz solcher Tertiärkalke verfolgen (Polsingerbach 444, Willingsmühle 429; dann wieder Listgraben bei Öttingen 420 u. a. m.). Die centrale Gegend zeigt wieder eine gewisse Constanz; die Zahlen liegen zwischen 420 und 430 (421 Dürrenzimmern, 426 Fuchsbrücke zwischen Nördlingen und Deiningen). Die tiefste Lage würde bei Wechingen sein, wo Tertiärkalk aus einem Brunnen geholt wurde (in ca. 415 m); Wechingen bezeichnet die Gegend der auch gegenwärtig tiefsten Depression des Rieses.

Ich habe diese Zahlen angeführt, um zu zeigen, dass in nachmiocäner Zeit eine nicht unbeträchtliche Vertiefung des Riesbodens stattgefunden hat, indem die centralen Theile an Spalten sich gesenkt haben.

Tertiäre Kalke liegen freilich im Süden noch bedeutend höher und steigen z. B. südlich Ebernheim bis zu 560 m, während die Gruben östlich Holheim bis 533 m gehen. Bei Deggingen liegt Süßwasserkalk am Lachholz zwischen 530 und 560 m, die braunkohlenführenden Tertiärschichten östlich Wending in ca. 550 m.

Hiernach könnte man annehmen, dass auch der Kranz von Süßwasserkalk, der das Ries, und zwar im Ganzen in gleicher Höhe (im Süden bis 512, im Norden etwas gesenkt, ca. 480 m), schon eine Senkung um ca. 50 m erlitten hat, eine Senkung, die sich gegen das Riescentrum so verschärft, dass die Höhendifferenz bis 120 m anwächst. Damit würden wir allerdings an der Vorstellung festhalten, dass alle Tertiärschichten in einem grossen See abgesetzt wurden, während manche Kalke als echte Sprudel- und Thermalabsätze nicht unbedingt an eine bestimmte Höhenlage gebunden zu sein brauchen. Indessen gehen die verschiedenen Facies seitlich ineinander über, z. B. die Conglomeratanhäufungen bei Utzmemmingen in echte Sinterkalke. Die ganze Frage ist nur

insofern von Bedeutung, als im einen Falle schon ein erstes Absinken der Randzone vorauszusetzen wäre, noch vor dem Absatz des Tertiärs, während im anderen Falle die sinkenden Schollen mit dem ihnen aufgesetzten Tertiär zur Tiefe gegangen wären. Das gilt für die centralen Theile auf alle Fälle.

Die nördlichen Riesegenden hatten ausserdem in toto eine stärkere Senkung erlitten, denn soweit mir bekannt, liegt hier nirgends *Sylvana-* oder *Cypris-* oder Sinterkalk in mehr als ca. 500 m Höhe. Noch weiter im Norden gleicht sich allerdings die Differenz bald wieder aus, wie ein Blick auf die dominirende Gestalt des von unterem Malm (β) gekrönten Hesselberges (675 m) lehrt. Die Übergangs- oder Randzone zwischen Ries und unverletztem Gebirge ist auch im Norden viel schmaler als im Süden, wo sie sich gleichsam duplicirt und noch durch Vorberge verstärkt ist.

Die Bedeutung der südlichen „Vorrieszone“ ist von BRANCO und FRAAS hervorgehoben, wenn auch nicht ganz in dem Sinne, in dem ich sie auffasse.

5. Beobachtungen über jüngere Dislocationen.

Es ist besonders aus der Lagerung der Süsswasserkalke nachweisbar, dass das Ries sich noch nach ihrer Bildung vertieft hat, und zwar um mindestens 100 m. Es ist ferner anzunehmen, dass der Durchbruch der Wörnitz bei Harburg jünger ist als obermiocän, weil sich sonst schwerlich in unmittelbarer Nähe des Entwässerungszuges in hoher Lage limnische Tertiärkalke hätten absetzen können. In der Riesebene selbst und in allen von ihr ausstrahlenden Thälern machen wir aber die Beobachtung, dass tief ab- und eingesunkene Klippen oberflächlich noch bearbeitet sind, sei es, dass sie mit durcheinander gearbeitetem Schutt überzogen, sei es, dass ihre Schichten gestaucht oder verschoben, sei es, dass sie polirt und abgeschliffen sind. Wenn man gegen die Selbständigkeit dieses Phänomens einen Einwurf machen will, so könnte es nur der sein, dass bei dem Einsturz auch eine alte Überschiebungsfläche in ein tiefes Niveau gerathen musste und dass es sich also nur um eine Complication einer und derselben Erscheinung handle. Dieses wird widerlegt durch mehrere klare Thatsachen.

1. Der bearbeitete Felsen und das aufgeschobene Schuttgebirge stehen in einem unberührten Verbande, wie er undenkbar ist, wenn Verwerfungen sowohl die Überschiebungsfläche wie das aufgewälzte Schuttgebirge betroffen haben. Wo die Neigung der Schliefflächen **gegen** das Ries ist, hat keine Absenkung der Schuttmassen stattgefunden, sondern wir sehen sie in der Lage, die ihrer **Aufwärts**bewegung über diese Ebene hinweg entspricht (Auhausen, Mogesheim etc.) Bei Harburg liegen die bearbeiteten, polirten Gerölle der Juranagelfluhe noch gegen die Schichtköpfe der S.-Platten gepresst.

2. Es kommt vor, dass eine aus der Ebene ziemlich steil aufsteigende, geschliffene Fläche in eine horizontale Fläche übergeht, bei Überschiebungsflächen wohl ein seltener Fall.

3. In dem moränenartigen Schuttgebirge kommt auch tertiärer Süßwasserkalk (Wallfahrt bei Wemding) und vulcanischer Tuff vor (Herkheim).

4. Bei Trendel kommen oberflächliche Stauchungen auch im obermiocänen Süßwasserkalk vor.

5. Die Höhenlage der entscheidendsten Punkte ist eine coordinirte (Auhausen, Bühl, Harburg z. B.).

Die Verschiebungen und Felsschliffe sind nach alle dem bedeutend jüngeren Alters als die bisher behandelten Dislocationen.

Von dem Gedanken geleitet, dass in die Eiszeit fallende und mit Glacialschub zusammenhängende Dislocationen und Schichtenstauchungen sich besonders in den vom Ries ausstrahlenden oder in die Niederung hineinführenden Thälern finden müssen, dass Klippen und Felssporne, welche in solche hineinragen, die Spuren solcher Vorgänge zeigen müssen, habe ich meinen Begehungen eine weite Ausdehnung sowohl nach Norden wie nach Osten gegeben.

Von den Beobachtungen im unteren Wörnitzthale sind mir die wichtigsten die bei Harburg. Die Schlieffläche liegt nur wenige Meter über der Wörnitz, während beiderseits das durchbrochene Juraplateau in hohen Wänden abfällt. In demselben Niveau finden wir die Schlieffläche südlich von Wörnitzstein, und auch bei Hoppingen, im Beginn des Wörnitzdurchbruches, liegen sie nicht hoch über der Thalsole.

Das Vorkommen der marinen Molasse reicht freilich bis Brunnsee und man könnte daraus folgern, dass das Thal ein mittelmioocänes Alter habe. Der Wörnitzdurchbruch folgt aber einem tektonischen Einbruch.

Das Juraplateau nördlich von Donauwörth endigt nach Westen in einem Steilabbruch, der fast genau von Norden nach Süden gerichtet ist und dem der kleine Ellerbach in einer oft sehr breiten Senke auf eine Länge von 7 km folgt. Die Höhendifferenz zwischen der Thalsole und dem Plateau (500—510 m) beträgt ca. 80 m. Der zwischen diesem Thal und der Station Harburg gelegene, ebenfalls aus dem obersten Malm aufgebaute Wöllwarth erreicht nur 484 m und sinkt gegen Marbach im Südosten auf viel geringere Höhe; zwischen seinem Fuss und der Wörnitz lagern die ζ -Schichten in ca. 410 m und mehrfach sind im Thal kleinere, eingestürzte Klippen zu sehen. Gegen Westen hebt sich der Jura wiederum in Stufen. Schon an den Stadelhöfen sind wir auf Weiss-Jura ϵ in ca. 500 m, und gewinnen, nach Westen schreitend, bald 550 und 570 m.

Das Alter dieses Einbruches ist allerdings schwer zu fixiren. Das marine Tertiär, welches ich noch bei Brunnsee unterhalb Harburg nachwies (es führt hier zahlreiche Ostreen und grosse, von Bohrmuscheln durchlöchernte Gerölle), könnte sich gleichsam in einen Fjord hineingezogen haben, aber beweisend für ein so hohes Alter des Thales ist es nicht, da seine tiefe Lage (410 m gegen 469 m nördlich von Donauwörth) auf Verwerfung deutet. Es könnte den Einbruch des Thales mitgemacht haben.

Andererseits lässt auch die hohe Lage der Tertiärkalke nordwestlich und nördlich von Harburg (Kl.-Hühnerberg u. a.) nicht ohne Weiteres den Schluss zu, dass damals das Thal noch nicht existirt haben könne, denn einer Entwässerung des tertiären Sees konnte ganz wohl durch einen Felsriegel vorgebeugt gewesen sein, der erst später durchnagt wurde. Das Einsturzgebiet Harburg—Donauwörth wäre dann erst später an das Ries direct angeschlossen und in einen Entwässerungszug desselben umgewandelt.

Wir haben es aber mit der Thatsache zu thun, dass die hier in Frage stehenden Erscheinungen sich in dem ganzen

Thalzuge finden, nördlich wie südlich Harburg, und offenbar durch eine solche hypothetische Barre nicht mehr behindert gewesen sind.

Ich erinnere auch daran, dass die Nagelfluhe bei Harburg so gegen die Schichtenköpfe der aus Weiss-Jura ζ bestehenden Thalwand gepresst ist, dass diese geglättet und gekritzelt sind, ebenso wie die tertiären Gerölle selbst. Jedenfalls war die Bewegung, welche das verursachte, also jünger als die Ablagerung der Juranagelfluh. Damit scheint aber auch das Alter der wenige Schritte davon am Wege aufgedeckten Schliifffläche, welche mit Schutt von braunem Jura und Geschieben bedeckt ist, dem Tertiär entrückt zu sein, obwohl ich den Zusammenhang zwischen der Schliifffläche und der zerquetschten Nagelfluh nicht positiv erweisen konnte.

Wenden wir uns nun dem nördlichen Wörnitzthale zu. Die Strecke zwischen Wassertrüdingen und Öttingen bezeichnet wiederum einen Durchbruch durch den Jura und im Thale liegen an einigen Stellen eingestürzte Malmklippen. Am Keller bei Auhausen sind Steinbrüche angelegt, deren wichtige Profile ich sofort schildern werde. Man wird mir zugeben, dass, wenn die Riessenke sich mit Eis füllte, dieses in das Wörnitzthal injicirt werden musste und glaciale Erscheinungen hier eigentlich vorauszusetzen sind.

Was ich hier verstürzte Klippen nenne, würden bei BRANCO und FRAAS Theile der überschobenen Massen sein müssen. Die von mir beobachteten Schriffe und Schuttanhäufungen finden sich nun an der Oberfläche dieser Klippen, im Hangenden, und zwar an der dem Ries zugewandten Seite.

Bei Auhausen, am Keller, liegt eine verstürzte Klippe von unterem weissen Jura (*Bimammatus*-Kalk), welche über eine Unterlage von Lias und braunem Jura herabgeglitten zu sein scheint. Sie ist vielleicht einer der wichtigsten Punkte für den Nachweis schiebender Bewegungen in jüngerer Zeit. Ich gebe zwei Profile. Im einen (Taf. X Fig. 8, 9) sieht man die Weiss-Juraschichten eingedeckt von einer Schuttmasse, welche grosse Schlieren von dunklem Thon (Lias), kleinere Schweife von braunem Jura und Geschiebe von weissem Jura enthält. Die Oberfläche des weissen Jura ist geschliffen und einzelne grosse Geschiebe von weissem Jura waren prachtvoll geschrämmt.

Eine zweite Etage desselben Profils zeigt, dass die moränenartige Schuttdecke sich über die ganze Oberfläche des Buckels ausdehnt. Im Abbau werden hier die Schichtenköpfe ausgehoben und es zeigt sich, dass die Schichtflächen Rutschstreifen haben, als seien sie aneinander bewegt. Eine Absenkung liegt aber nicht vor, sonst wäre das Schuttgebirge zerrissen und auf der geneigten Oberfläche wohl überhaupt abgeglitten. Es scheint vielmehr ein aus dem Ries wirkender Druck nicht nur die Schrammung der Oberfläche, sondern auch die Verschiebung der Schichten hervorgerufen zu haben. Die Richtung der Schrammen stimmt damit überein.

Die abgerutschte Malmklippe (*Bimammatus*-Schichten) von Auhausen gipfelt in 463 m; das ist die Höhe, in welcher etwas östlich die Oberkante des unteren Lias auftritt. Dass es sich um eine Verstärkung, nicht um eine Verwerfung handelt, ist hier ziemlich sicher, da die Knollenmergel des oberen Keuper an beiden Thalrändern in normaler Höhenlage auftreten, das Thal also eine Erosionsfurche ist und auf keiner tektonischen Dislocation beruht.

Für den Fall, dass die Dislocation der Malmklippe in die liparitische Zeit zurückreicht, also älter als die *Sylvana*-Kalke des Rieses ist, würde dadurch die Existenz eines Erosionstales schon zur Miocänzeit bewiesen.

Es ist aber wahrscheinlicher, dass die Klippe erst in späterer Zeit abgesunken ist, da an der Pforte des Wörnitzthales die *Cypris*-Kalke von Hainsfarth und Niederhofen in ca. 490—500 m abgelagert sind, wodurch die Existenz eines Seeabschlusses nach Norden angedeutet ist.

Es kann nun zwar das Wörnitzthal zu einer bestimmten Zeit ein Ausläufer des Rieses gewesen sein; dann müsste das Tertiär sich hineinziehen. Das Auftreten angeblich tertiärer Conglomerate zwischen dem Keller Auhausen und der Bahn¹; zweitens von Tertiärkalk an der weit entfernten Stelle bei Lentersheim, wo ich echten Sinterkalk (den auch die GÜMBEL'sche Karte hier angiebt) an zerrütteten Malmklippen angelagert fand, könnte dafür sprechen.

¹ Tertiären Süßwasserkalk (den die Karte angiebt) habe ich nicht gesehen, sondern nur ziemlich lockere Gerölle, hie und da am Wege erschlossen.

Die Geröllbildung bei Auhausen lagert in ca. 425 m, also auffallend niedrig im Vergleich zu den *Cypris*-Kalken von Hainsfarth (Differenz ca. 70 m), und auch der Kalk von Lentersheim in ca. 465 m erreicht bei Weitem nicht die normale Lage des Rieskalkes. Wir würden also immer zu der Annahme greifen müssen, dass, vorausgesetzt, die Gerölle von Auhausen und der Sinterkalk von Lentersheim sind im Connex mit dem randlichen Rieskalk abgelagert, sie ihr ursprüngliches Niveau verlassen haben.

Das würde rückwirkend sich auch auf die kleinen Hügel beziehen lassen, denen sie angelagert sind, und wir würden diese als postmiocäne Verstärkungen aufzufassen haben, die auf jeden Fall zeitlich weit getrennt sind von den liparitischen Dislocationen des Rieses. Noch jünger würden Vorgänge sein, die ihre Oberfläche bearbeitet und mit einer moränenartigen Masse überzogen haben.

Die hier durchgeführte Schlussfolge ist aber an sich nicht bindend. Das Tertiär von Auhausen kenne ich nicht, ich habe nur Gerölle gesehen, deren Alter auch diluvial sein kann, und der Sinterkalk von Lentersheim kann als Absatz einer Quelle sich in beliebiger Höhe abgelagert haben. Nur jene Tertiärkalke des Rieses eignen sich zu Höhendiscussionen, welche wie die *Cypris*-Kalke als Absätze im offenen Wasser gedeutet werden können. Eins aber bleibt bestehen: Der Klippenkalk von Auhausen mit seinen Spuren anscheinend glacialer Bearbeitung liegt in einem Erosionsthal, und errichten wir für diese Art der Bearbeitung nicht eine besondere Kategorie, sondern setzen wir sie in die Zeit der liparitischen Dislocationen und stellen wir sie diesen qualitativ gleich, so haben sich alle diese Vorgänge abgespielt in einer Landschaft, deren Thalformen und deren Erosionsbetrag sich nahe an die gegenwärtige anschliesst. Entkleidet man das Profil von Auhausen seiner Bedeutung für die Glacialgeologie, so wird es um so wichtiger für die Beurtheilung der älteren Vorgänge, insbesondere der Lakkolithenhypothese.

Bei Wassertrüdungen macht das Wörnitzthal die scharfe Biegung nach Westen. Am Keller, gleichsam an der Prallstelle, ragen am Ufer eines kleinen Teiches die rundgeschliffenen,

mit Localschutt bedeckten Schichten des sandigen, unteren Lias heraus. Obwohl das Material ungünstig ist, habe ich doch deutlich geschliffene und geschrammte Partien nachweisen können. Hier sind wir schon ausserhalb des Gebietes der eigentlichen Riesstörungen und doch reichen bis hierher noch die deutlichen Spuren eines dem Thale folgenden Schubes.

Bei Mogesheim treten ebenfalls in ziemlich tiefer Lage (470 m) kleine Malmklippen auf, deren Schichten theils dem Ries zu, theils entgegengesetzt einfallen. Nach aussen schliessen sich in schmalen Bändern brauner Jura und Keuper an, die Klippen selbst aber sind mit einem Schuttgebirge überzogen, das vom Ries aufsteigt, aus einem Gemisch von Malm, braunem Jura und Keuper besteht, und von diluvialen Wörnitzsand überlagert wird (Taf. X Fig. 10).

Bei Lerchenbühl sind Steinbrüche im Tertiärkalk. Ich beobachtete hier an einer Stelle die in Taf. X Fig. 7 skizzierte Verbiegung der Schichten. Auch hier macht Wörnitzsand den Abschluss nach oben, wenn auch nur in einzelnen Resten.

Die Verschiebungen und Schlißflächen in den Steinbrüchen von Wemding habe ich früher schon geschildert. Auf Taf. XI und XII sind photographische Bilder gegeben, welche die verschobenen grossen Schollen, die steil gebogene Schlißfläche und die Kluft mit Diluvium zeigen sollen.

Da die Gegend zwischen Ammerbach und Wemding auch reich an tektonischen Verschiebungen ist, so ist eine genaue Altersbestimmung hier ganz besonders erwünscht.

Die Erscheinungen verwickeln sich immer mehr, je mehr die Decke des weissen Jura sich zusammenschliesst, als habe sie durch Verzögerung der von der Tiefe aus wirkenden Störungen ihre Intensität nur gesteigert. Das Centrum bildet der Trachyttuff, an den sich westlich bis Ammerbach Urgebirge anschliesst; sammt den Keupervorkommen der nächsten Umgegend kann man dies in die Aufpressungskategorie rechnen. Das Plateau des weissen Jura besitzt im Osten von Wemding (wo kaum höhere Stufen als *Tenuilobatus*-Schichten vorkommen) ca. 550 m Durchschnittshöhe, bricht aber in mehreren Stufen gegen das Ries ab; diese Dislocationen sind älter als das

Obermiocän, denn der Süßwasserkalk hat hier seine normale Lage, während die *Tenuilobatus*-Schichten „Auf der Platte“ um ca. 50 m tiefer liegen, als 3 km weiter im Osten. Sie hängen wohl mit Senkungen zusammen, die allgemein den Eruptionsvorgängen folgten.

Das Thal, welches von Westen nach Osten gerichtet auf Erlachhöfe zuläuft und eine Reihe Stauweiher enthält, halte ich für tektonisch vorgezeichnet; auf seinem Wege und in seiner nächsten Nähe liegen eine Anzahl Keuperpunkte im Gebiete des weissen Jura, welche wohl eher durch Aufpressung als durch Verschleppung zu erklären sind. Z. Th. sind sie auch wohl als tertiär anzusprechen, d. h. als umgelagerte Sande und Thone ursprünglich jungtriassischen Alters.

Das Doggervorkommen vom Steinbühl bringe ich ebenfalls mit den Aufbrüchen von Ammerbach in Verbindung. Die wichtigste Frage ist nun, ob die von mir beschriebenen Verschiebungen und Schriffe bei Wemding mit diesen Dislocationen zusammenhängen oder jünger sind. Ich selbst habe darauf aufmerksam gemacht, dass die Schriffflächen von Klüften durchsetzt werden, in denen ein Schotter steckt, der sicher nicht jungdiluvial ist. Haben wir es mit Glacial zu thun, so gehört es einer alten Phase des Diluviums an. Ich will noch hinzufügen, dass die Schrifffläche auch auf der linken Seite des Thales auftritt, die Erosion des Baches sie also schon ziemlich tief durchnagt hat.

Andererseits ist in der lehmigen Masse, in welcher die überschobenen Gesteine stecken, auch dort, wo eine grosse Scholle Jurakalk (δ) fast unmittelbar auf der Schrifffläche ruht, tertiäres Material sicher verarbeitet. Da in der ganzen Gegend kein Tertiär von höherem als obermiocänem Alter bekannt ist, so wäre demnach auch diese Dislocation jüngerer Datums. Den Gehalt an groben Quarzkörnern in dem Lehm könnte man zwar auch auf Keuper oder braunen Jura zurückführen, nicht aber die wohlgerundeten Kalkgeschiebe, die nur aus tertiären Conglomeraten stammen können. Ich gebe jetzt noch das Bild einer Stelle an der Wallfahrtskirche, wo die moränenartige Masse, welche hier die Schichten des weissen Jura γ überzieht und wesentlich aus Malm, Dogger und Keuper besteht, auch geglättete Tertiärgerölle und grosse Klötze von

obermiocänem Süßwasserkalk enthält. Es ist ein Sprudelkalk, aber die Blöcke sind ganz isolirt, geglättet und stellenweise geschrammt, so dass man nicht daran denken kann, sie als autochthone Absätze aufzufassen, wie etwa die Sprudelkalke im weissen Jura vom Schafhauser Hofe (Taf. IX Fig. 2, 6).

Die Schichten des anstehenden Malm sind bei Wallfahrt etwas ausgefurcht, die Wände hie und da geglättet. Kleine Geschiebe sind gut gekritz.

An dieser Stelle ist der Beweis klar geführt, dass junges obermiocänes Tertiär in den Schubmassen verarbeitet ist; da aber der Punkt ca. 30 m tiefer liegt als die Schlißfläche bei der „äusseren Mühle“, so ist nicht ohne Weiteres erwiesen, dass beide gleichalterig sind. Die Form der Schlißfläche, welche an der „äusseren Mühle“ plötzlich sehr steil gegen das Thal abfällt, ist auch nicht leicht zu erklären. Ich nahm an, dass Eiszudrang gegen das Ries stattgefunden hätte und dass die Stelle eine Art roche moutonnée darstelle; ich bin im Allgemeinen jetzt zu meiner ersten Ansicht, dass die Bewegung immer vom Ries nach aussen gerichtet gewesen sei, zurückgekehrt. Hier will weder das eine noch das andere gut passen, ich bin aber nicht im Stande, eine andere Erklärung zu geben. Der Lakkolith kann uns hier auch schwerlich fördern.

Beobachtungen am Südrande.

Von der südlich Schmähingen gelegenen Ganzenmühle führt der Weg durch dislocirten braunen Jura und *Transversarius*-Schichten, welche in einem schmalen Streifen an der Flanke des aus wesentlich mittlerem, brecciösem Malm bestehenden Ganzenberges auftreten, in die eigenthümliche Senke westlich von Nieder- und Hohen-Altheim, in welche einzelne Schollen des oberen weissen Jura tief eingebrochen sind. Der Altebühl (ϵ) erreicht 521 m, der Unbühl (ϵ) nur 500 m Höhe, während 1 km im Süden die Hochfläche der Rauhen Wanne bis 618 m, der Wüstberg bis 580 m aufsteigt. Das am Altebühl in ca. 500 m auftretende Tertiär ist mit eingesunken, wenn wir es nach der Höhenlage bei Hürnheim beurtheilen, wo tertiäre Kalke bis 550 m hinaufgehen, während seine Höhe correspondirt mit jener der Tertiärberge gegen Nördlingen zu. Doch ist das eine Sache für sich. Eigenthümliche tertiäre

Conglomerate, welche einer Deltaaufschüttung entsprechen, sind dem Ganzenberg in ca. 485 m angelehnt; sie sind jedenfalls jünger als die dort beobachteten Dislocationen, und vielleicht äquivalent den Conglomeraten von Deggingen und Holheim, welche ich bisher als diluvial ansprach (Taf. X Fig. 1).

Ihnen gegenüber, durch das Thal getrennt, werden Steinbrüche in den ε -Kalken des Altenbühl betrieben, und gleich in dem ersten Steinbruch fallen Lagerungsstörungen auf, welche durchaus an die Profile von Wending erinnern. Vom Eingang links liegen über einer geschliffenen und geschrammten Fläche, deren Schrammen NO.—SW. bis N.—S. orientirt sind, wirre Massen von ε -Blöcken und Streifen und Nestern von braunem Jura. Weiter im Bruche sieht man grosse ε -Schollen von der Bewegung erfasst. Sie werden nur durch eine geringe lehmige Zwischenschicht, in der abgequetschte und gerundete ε -Knollen liegen, von dem Anstehenden getrennt (Taf. X Fig. 2).

In den Brüchen auf der Rückseite des Altebühl bemerkt man nur noch unregelmässige Verschiebungen, die sich in Wellenlinien an der Steinbruchwand projiciren (Taf. X Fig. 3).

Auf die älteren Riesstörungen führe ich diese Verhältnisse nicht zurück, weil es sich um die Bewegung oberflächlicher Schuttmassen handelt, welche durch eine Senke und gegen einen Hügel geführt sind, welcher Lage und Form erst der nachliparitischen Zeit verdankt. Die mit enormer Kraft gegen den Mantel des Hügels drückenden Schuttmassen haben noch einzelne grosse Blöcke von ihm abgezwängt, während tiefer im Innern die Bewegung gleichsam erstickt.

Die Schuttgruben am Unbühl, der wiederum durch ein Thal vom Altebühl getrennt ist, aber nach NNO. frei in die Riesniederung sieht, sind ebenfalls instructiv. Gemischter Schutt lagert überall über zerdrücktem und bearbeitetem weissen Jura. Über einer kleinen ε -Kuppe bot die Wand der Grube beistehendes Bild (Taf. X Fig. 4). Ausser dem Schutt verschiedener Malmhorizonte kommen Fragmente von Breccien, von Keuper und Dogger vor; an einer anderen Stelle fand ich ein vollkommen rundes Geschiebe, das dem Tertiär entstammen muss.

Etwas weiter nach NO. liegt der Schutt auf *Tenuilobatus*-Kalk. Die Oberfläche der thonigen Platten ist ganz zer-

splittert, darüber liegen in einer durch braunen Jura gefärbten lehmigen Masse grosse, z. Th. geschrämte ε -Geschiebe. Auch die grossen Brüche am Lindenberg zeigen ähnliche Schuttmassen über dem Anstehenden.

Wie immer die Frage der vulcanischen Ereignisse entschieden werden wird, so scheint mir doch sicher, dass Beobachtungen wie die beschriebenen nicht davon berührt werden.

Ein Wiederaufleben der vulcanischen Kräfte in jüngerer Zeit ist durch nichts wahrscheinlich gemacht. Die in der „Gürtelzone“ GÜMBEL'S (Vorriss bei BRANCO und FRAAS) angehäuften Tuffe sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach (Analyse bei GÜMBEL), sowie nach den untersuchten Dünnschliffen übereinstimmend mit den Tuffen des eigentlichen Riesrandes (Altenbürg, Holheim, Utzmemmingen, Pflaumloch). Aus ihrer Beziehung zu den Breccien des weissen Jura und dem marinen Tertiär der Donauthalung, die allerdings noch weiterer Klärung bedürfen, lässt sich ein jugendliches Alter nicht folgern. Wenn sie die Breccienfelsen auch gleichsam durchbrechen, so sind doch „Vergriesung“ und Eruption sicherlich zeitlich nicht weit getrennt. Mit den Erschütterungen des Bodens beginnt das gewaltige Phänomen, mit Eruptionen erreicht es seinen Höhepunkt. Die Breccien, welche wesentlich durch die Erschütterungen entstanden sind, sind von der marinen Molasse überlagert (Zöschingen); dass aber die Meeresmolasse die heftigen Schwingungen des Erdbodens nicht mitgemacht hat, geht aus ihrer ruhigen Lagerung über den Breccienfelsen und aus der intacten Beschaffenheit der in Breccien eingelassenen Pholadenlöcher hervor, soweit ich sie in der Nähe von Staufen in situ kennen gelernt habe. Nähere Untersuchungen wären wohl am Platz, ebenso über das Tuffvorkommen bei Zöschingen¹.

Die weiten Felder mit brecciösem Malm, welche von Kösing—Amerdingen bis in die Gegend von Giengen reichen, wurzeln im anstehenden Malm und gehen der Tiefe zu in

¹ Wie ich schon früher ausführte, konnte ich in der feinen Molasse keine Mineralien nachweisen, welche auf eine Aufbereitung vulcanischer Tuffe zu beziehen sind. Indessen kann der kleine Vulcanenschlot auch wohl keinen grossen Einfluss auf die Ablagerung des Sediments ausgeübt haben.

solchen über. Ihre Structur ist nicht entstanden durch den Transport bei einer Überschiebung, an welche DEFFNER und O. FRAAS anfänglich dachten („miocäner Juraschutt“), sondern durch heftige Erregung einer Schütterzone. Die starke „Vergriesung“ gerade in diesem peripherischen Gebiete mag damit zusammenhängen, dass von der Donauspalte zahlreiche Sprünge in das Juraplateau einschneiden, wie sich an der häufig verworfenen Lage der Meeresmolasse nachweisen lässt.

Die Druck- und Verschiebungserscheinungen im Wörnitzthale, bei Wemding, am Unbühl etc. sind einer jüngeren Zeit zuzuschreiben.

Zu den Gründen, die ich oben für das junge Alter dieser Schubphänomene geltend machte, tritt am Unbühl noch das Vorkommen von Malmbreccien und tertiären Geröllen als Erratica. Wenn man sich die Landschaft ansieht, so wird man auch den Eindruck bekommen, dass glaciale Erscheinungen gerade hier, wo auffallend breite, gegen das Ries offene Senken in das Gebirge hineinführen und kleine Buckel sich in den Weg stellten, eigentlich vorauszusetzen sind, wenn man glaciale Vorgänge im Ries überhaupt anerkennt.

6. Lauchheimer Tunnel, Buchberg und Hertsfeldhausen.

Die Störungen am Riesrande sind in den vorhergehenden Betrachtungen auf zwei ungleich alte Vorgänge zurückgeführt. Aufpressung, welche in seitlichen Schub übergehen kann, ist verbunden mit den vulcanischen Vorgängen der älteren Zeit. Das Profil von Holheim, wo ein vulcanischer Schlot die aufgepresste, vielleicht auch nach Süden verschobene Masse durchsetzt, ist nur eine Steigerung der Verhältnisse von Steinheim, wo die vulcanischen Kräfte den Durchbruch nicht erzwingen konnten und in der Dislocirung sich erschöpften.

Eine andere Kraft hat die Thäler und die in die Thäler eingestreuten Klippen bearbeitet, geschliffen, verschoben und mit Schutt überzogen. Ihre Wirkung ist jüngeren Datums als das obermiocäne Tertiär, das die Zerstörungsgebiete der vulcanischen Zeit eindeckt.

Es fragt sich nun, wie wir die altbekannten Profile des Buchbergs und Lauchheimer Tunnels, welche DEFFNER zuerst anregten, seiner Hypothese des Riesgletschers feste Gestalt zu geben, zu beurtheilen haben. Es ist ohne Discussion anzuerkennen, dass Hertfeldhausen mit dem Buchberg zusammen gehört, während am Lauchheimer Tunnel einige Züge dazu kommen, welche das Bild etwas ändern.

Sind diese, mit geschliffenen Felsböden und gekritzten Geschieben in Verbindung auftretenden Phänomene der älteren Zeit zuzurechnen, haben sie „ein tertiäres oder noch höheres Alter“¹, oder lässt sich nachweisen, dass sie jünger als das Miocän sind? Die Altersfrage muss auch hier unbedingt vorangestellt werden.

Der Lauchheimer Tunnel.

Für den Schub am Lauchheimer Tunnel sind mir folgende Beobachtungen maassgebend. Die Schlieffläche liegt auf anstehendem β -Kalk und die geschobenen Massen enthalten junges Tertiärgestein.

Aus der ersten Beobachtung folgt, dass die Lauchheimer Breccie und die Schlieffläche nicht durch Verwerfung in ihre jetzige Lage gekommen sind, sondern in der That in einer tiefen Erosionsfurche auftreten.

Die zweite Beobachtung rückt das Alter des Schubes in eine Zeit, welche weit von den vulcanischen Vorgängen im Ries getrennt ist. Zu den Angaben von DEFFNER und O. FRAAS, die ich nicht bezweifle, da niemand die tertiären Riesgesteine genauer gekannt hat als diese beiden zuverlässigen Geologen, füge ich die bestätigenden Aussagen von HILDENBRANDT, der die Gegend am Lauchheimer Tunnel aufgenommen hat. Meine eigenen Untersuchungen haben mir vom Lauchheimer Tunnel, dem ich alljährlich mindestens einen Besuch abgestattet habe, folgendes Bild geliefert.

Die geschliffenen β -Felsen sind zerklüftet und in den Klüften steckt ein verkitteter Sand, der wesentlich aus dem Keuper stammt, mit viel Kalkgeröllen. Dieser Sand überzieht auch die Schlieffläche, ist bei dem Schub verschoben, so dass

¹ v. KNEBEL, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1902. p. 80.

er an der Schrammung in erster Linie beteiligt ist, zuweilen auch mit abgeschliffen. Ich halte diesen Gerölle führenden Sand für Tertiär, welches in nachtertiärer Zeit in Bewegung gesetzt ist. Es mag nicht weit entfernt gelagert haben, es ist aber transportirt. Dabei wurden die eingebetteten Kalkgerölle geritzt; man findet sie in den verfestigten Sanden über der Schliifffläche.

Diese sandsteinartigen Partien finden sich im unteren Theil des Profiles; über sie hat sich dann die chaotische Masse des Schubes mit den grossen Blöcken von Granit und Gneiss, von Jurabreccien, von Keuper, Jurathonen, Süsswasserkalk und Braunkohlenthonen noch hinweg gewälzt.

Ausser den gerundeten und gekritzten Kalkgeschieben habe ich am Lauchheimer Tunnel von sicheren Tertiärgesteinen gesammelt: Jurabreccien (abgerundete Stücke), tertiären Sinterkalk, ein Stück Braunkohlenthon mit Braunkohle, mehrere Stücke röthliche pisolithische Kalke ohne Fossilien. Am Käsbühl, der nicht weit entfernt ist, fand ich porösen Obermiocänkalk und pisolithische, röthliche Kalke mit Schnecken. Diese Kalkgeschiebe gleichen ganz auffallend den obermiocänen pisolithischen Kalken vom Brunnenhau bei Bolheim, wo sie *Helix* sp. und *Clausilia grandis* enthalten. Es sind dies wohl ähnliche Gesteine wie die, welche BRANCO und FRAAS auf den Gedanken brachten, dass man es vielleicht mit Untermiocän resp. *Rugulosa*-Stufe zu thun habe, welche bisher im Ries unbekannt ist.

Die der Schliifffläche anhaftenden Sande können auf jeden Fall nur aus Tertiär der mittel- oder obermiocänen Stufe abgeleitet werden, sie sind durch Zerstörung solcher Ablagerungen entstanden, welche an anderen Orten die Breccien und vulcanischen Tuffe überlagern.

Von diesen habe ich die auf der Höhe des Barrenberges in wechselnden Gruben erschlossenen Sande und Gerölle getrennt und mit Goldshöfener Sanden verglichen.

Der Lauchheimer Einschnitt bietet noch immer Probleme, nur halte ich für gesichert, dass der Schub in nachmiocäner Zeit erfolgte. Die gekritzten Malmgeschiebe über der Schliifffläche weichen nicht ab von denen des Tonnenberges;

diese aber sind charakteristische Buchberggeschiebe. Demnach wäre der Lauchheimer Tunnel in die Gruppe Buchberg-Hertsfeldhausen zu stellen.

Nach anderer Richtung leiten die am westlichen Einschnitt und über dem Barrenberg auftretenden Sande. Die durch Brauneisenstein fuchsig gefärbten Lagen haben den Typus der quartären Goldshöfener Sande und bis zum Anschluss an die unbezweifelten Vorkommen bei Westheim ^{erhalten} lässt sich eine ganze Etappenstrasse von Aufschlüssen feststellen¹.

Da sie im Westen des Einschnitts auf den benachbarten Feldern nachweisbar sind, habe ich keine Bedenken, die von FRAAS und DEFFNER herrührende Angabe, dass der Lauchheimer Schutt hier die Sande überlagere, zu acceptiren.

Einige Bemerkungen über die „Buchberggeschiebe“.

Diese Bezeichnung, welche ich gelegentlich gebrauchte, um einen sich vielfach wiederholenden Typus häufig gekritzter, der Form nach abgerollter Geschiebe zu bezeichnen, ist auch in den Arbeiten von BRANCO, FRAAS und v. KNEBEL verwendet, obwohl sie vielleicht nicht ganz präzise war.

Während ich sie als Gerölle tertiären Ursprungs auffasse, welche von glacialen Bewegungen erfasst, verschleppt und gekritz sind, erblickt BRANCO in ihnen eine tertiäre Ablagerung (Juranagelfluhe), welche im Ganzen noch in situ sich befindet, aber durch die über sie hinweg gleitenden, von Lakkolithen abgestossenen Massen ein pseudoglaciales Gepräge bekommen hat.

Es ist nöthig, auf Vorkommen und Zusammensetzung dieser Gerölle etwas einzugehen.

Am Buchberg selbst überwiegen Gerölle von weissem Jura β ; dazu treten solche von braunem Jura und von charakteristischen Hornsteinen. Dass die Malmgerölle meist aus weissem Jura β stammen und nicht aus δ/ϵ , wie BRANCO und FRAAS angeben, folgere ich nicht nur aus dem feinen Korn und aus dem Bruch des Gesteins, sondern aus dem überaus

¹ Unter dem Königsbühl lagert noch ein kleiner Rest abgerundeter Malmgeschiebe in sandiger Packung, welche im Allgemeinen den Buchberggeschieben gleichen, nur nicht deutlich geritzt sind.

häufigen Vorkommen des sogen. *Fucus hechingensis*, welcher eine bekannte Grenzbank gegen den weissen Jura α bezeichnet.

Ich lege dieser Bestimmung nur deswegen eine gewisse Bedeutung bei, weil in einer Juranagelfluhe, welche einstmals auf der Höhe der Alb verbreitet war, ohne Zweifel die Gerölle der obersten Malmhorizonte (ϵ und ζ) überwiegen müssten. Demnach wären die Gerölle nicht eine externe, sondern eine interne Bildung des Riesbeckens, zeitlich und genetisch coordinirt den häufigen Conglomeraten des oberen Miocäns. Noch wichtiger ist, dass sich in diesen Gerölllagern, je nach der Örtlichkeit wechselnd, abgerollte Stücke von Granit, Gneiss oder allgemein Grundgebirgsgesteinen, von Keuper und braunem Jura finden.

Am Buchberge gesellen sich zu den Malmgeschieben besonders Stücke von braunem Jura, bei Hertsfeldhausen sind ebenfalls Doggergeschiebe häufig, am Tonnenberg stecken in derselben Gerölllage, welche die gekritzten Malmgeschiebe führt, auch zahlreiche abgerollte Granite.

Wenn die Gerölllager mit den „Buchberggeschieben“ eine auf der Alb am Strande des Meeres gebildete Juranagelfluh und älter als die Dislocationen sein sollen, so können sie nicht gut solche Gesteine führen, welche erst durch die Dislocationen auf die Alb kamen. Es zeigt sich in allen diesen Zügen, dass die Gerölle aus dem Ries stammen, und damit rückte ihr primäres Lager in eine Kategorie mit den obermiocänen Conglomeraten von Holheim und Utzmemmingen, und ist zeitlich von den trachytischen Ausbrüchen getrennt, denn diese sind eben von *Sylvana*-Kalk überlagert.

In diesen miocänen Conglomeraten liegen die Rollstücke von weissem Jura oft dicht angehäuft in einem Bindemittel, das bei der Verwitterung leicht zerfällt und nach Entfernung des kohlen-sauren Kalkes eine sandig-thonige Masse hinterlässt, je nach der Beimengung kieseliger Bestandtheile. Zuweilen sind die Gerölle nur lose durch tuffösen Kalk oder Sinter verkittet und fallen zu einem Haufwerk auseinander, wenn sie nur geringe Zeit exponirt waren, zuweilen bilden sie Werksteinbänke von bedeutender Festigkeit, aus denen sich

die Formen der Gerölle nur schwer herauslösen. Am Reitersbuck, südöstlich von Utzmemmingen, sind grosse runde Quarze reichlich beigemischt, offenbar dem Keuper entnommen, dagegen fehlen durchaus die charakteristischen Horn- und Feuersteine, welche in alten Schottern so verbreitet sind.

Alle Malmgerölle des Tertiärs haben eine zarte Oberfläche, wie geschliffener Lithographierstein, und es begreift sich leicht, wie sie selbst nach kurzem Transport in der Moräne mit Kritzen über und über bedeckt sein mussten. Ihre Form¹ ist dagegen kein Resultat dieses Transportes, sondern der Bewegung in und durch tertiäre Gewässer. Nur ausnahmsweise, wo sie direct auf der felsigen und dann geschrammten Unterlage bewegt wurden, sind Facetten angeschliffen (Buchberg). Bei Ringelesmühle und auch bei Holheim auf dem Kapf fanden sich auch grössere, wohl nicht aus dem Tertiär entnommene Klötze von weissem Jura ϵ , welche stark geschrammt waren.

Die erwähnten tertiären Conglomerate bilden eine Zone, welche am NO.-Gehänge des Reitersbuck (1,5 km südwestlich von Utzmemmingen) beginnt und in südöstlicher Richtung bis zu dem Punkt verfolgt werden konnte, wo die Landesgrenze die Strasse Nördlingen—Neresheim schneidet. Auch am Keller südlich Holheim sind dem Malm ähnliche Conglomerate angelagert, desgleichen zwischen Edernheim und Herkheim. Sonst treten sie nicht auf, wenigstens nicht mit den grossen, wohlgerundeten Geröllen. Für die Bestimmung der Schubrichtung ist dies wichtig.

Eine Dislocation, welche diese Gerölle verarbeitete, ist doch wohl nachmiocän².

¹ Abgesehen von den facettirten Geschieben. Auf das Vorkommen solcher Geschiebe habe ich früher aufmerksam gemacht. PENCK betonte bei der Durchsicht meines Materiales die Ähnlichkeit mit den permischen Geschieben des Südens, dagegen ist nach NOETLING diese Ähnlichkeit nur eine sehr entfernte. Die nähere Untersuchung des indischen Permoglaciales wird diese Frage wohl klären. Hier möchte ich aber darauf hinweisen, dass deutliche Facetten an den Buchberggeschieben immer zu den Ausnahmen gehören. Sie sind nicht „vielfach schwach facettirt“.

² Es ist klar, dass diese Ableitung der Buchberggeschiebe mit der BRANCO-FRAAS'schen Hypothese im Widerspruch steht und erklärlich, dass

Buchberg und Hertsfeldhausen.

Durch die Ausgrabung auf dem Buchberg ist festgestellt, dass die Scholle von braunem Jura überschoben ist und dass eine Lage von „Buchberggeschieben“ in grundmoränenartiger Packung sie vom Anstehenden, von der geschliffenen Felsoberfläche trennt. Nach meinen Untersuchungen treten aber ausserdem thonige Massen mit gekritzten Geschieben in der ganzen Umgebung des Buchberges auf, in Lagen, die z. Th. viel tiefer, z. Th. auch höher sind als die Überschiebungsfläche am Buchberg und die schwerlich einstmals unter einer Überschiebungsdecke begraben lagen.

In dem Thale, welches von der Heidmühle (jetzt Leimfabrik) gegen den Breitwang führt und welches den Buchberg vom Härdsfeld trennt, lassen sich auf beiden Seiten die Geschiebe nachweisen, und zwar von dem Gehänge über der Heidmühle an bis zur Höhe, wo man die Neresheimer Landstrasse wieder erreicht. Hier oben liegen sie, wo das Thal ausläuft, hart am Wege und auf dem Plateau höher als der Buchberg, bei der Heidmühle ca. 20 m unter der Überschiebungsfläche, an das aus anstehendem Gestein bestehende Gehänge angepresst.

Den Aufschluss an der Papierfabrik am Fusse des Buchbergs, wo ich gekritzte Geschiebe in einer moränenartigen Masse nachwies, erklären BRANCO und FRAAS für Gehängeschutt. Sie haben ihn vielleicht nicht frisch gesehen. Die oberste Lage war allerdings eine Art Gehängeschutt, locker, stark humos, und dunkel gefärbt. Hier fanden sich alluviale Säugethierreste, aber keine gekritzten Geschiebe. Diese steckten vielmehr viel tiefer in einer zähen, thonigen Masse, und es ist ja auch ganz sicher, dass Geschiebe, die vom Buchberg herabgeschwemmt wären, weder Politur noch Kritzten

man versucht, hier eine stärkere Demarcationslinie zu ziehen. „Ob diese Buchberggerölle aus demselben Material bestehen wie die festen, tertiären Conglomerate südlich von Utzmemmingen, wage ich nicht zu entscheiden,“ bemerkt Herr v. KNEBEL und fügt in Sperrschrift hinzu: „Äusserlich sind diese Buchberggerölle jetzt ganz zweifellos sehr wohl von den Geröllen jenes Conglomerates zu unterscheiden.“ Gewiss, so unterscheidet sich auch ein Orthocerenkalk aus dem Geschiebelehm von einer auf Öland gesammelten Probe.

mehr zeigen würden. Gekritzte Geschiebe, die nur wenige Wochen exponirt gelegen hatten (z. B. am Wegeinschnitt über Ringelesmühle) hatten ihr charakteristisches Aussehen längst eingebüsst.

Dem Buchberg gegenüber, auf der anderen Seite des Thales, liegen am Gehänge des Ipf, und zwar im Niveau genau mit der Papiermühle correspondirend, an braunen Jura δ/ϵ angeklebt, plastische Thone mit Geschieben. Die Stelle ist leider jetzt bepflanzt; ich fand sie auf einer mit den Herren RAU und WEISSERMEL zusammen ausgeführten Excursion im Jahre 1899, und mein Eintrag im Notizbuch lautet: „Keine Glacialspuren, nur an einer Böschung über den δ/ϵ -Aufschlüssen (kleine Quelle) ein zäher Thon mit polirten, gerundeten Kalkgeschieben.“

Zwischen Käsbühl und Lauchheimer Tunnel ist am Tonnenberg eine Terrasse mit gekritzten Geschieben auf Weissjura γ erhalten. Zwischen Holheim und Herkheim liegen die Geschiebe über dislocirten Schollen des braunen Jura.

Südlich von Holheim liegen gekritzte „Buchberggeschiebe“ nur in den oberflächlichen, wirt durcheinander gestauchten Schuttmassen, nicht in den vom Stolln durchfahrenen Schollen.

Bei der Thalmühle westlich Edernheim liegen sie wiederum in der Senke des Thales und an die dislocirten Schollen gepresst.

Das Auftreten der gekritzten Geschiebe um Bopfingen und Hertsfeldhausen zeigt zweierlei Charakter. Einmal liegen sie in der That unter grossen Schollen, dann aber wieder ganz frei und dem Relief der Thäler angeschmiegt. Ich verweise nochmals auf die von mir entdeckte Stelle im Rohrbachthal bei Hertsfeldhausen. Wir haben hier einen abgeschliffenen Felsboden wie am Buchberg, nur ist es weisser Jura δ , dort weisser Jura β . Dieser geschrammte Untergrund ist bedeckt mit einer mehrere Meter mächtigen Geschiebeformation. Eine lehmig-sandige Grundmasse ist erfüllt von zahllosen abgerundeten Geschieben, von denen alle kalkigen intensiv gekritz sind. Das Ganze bildet eine deutliche Terrasse.

Die Terrasse im Rohrbachthal ist so in die Augen fallend, dass ich nicht denken kann, die überschobenen Massen seien über den Geschieben durch Denudation zerstört, während diese selbst gar nicht berührt sind. Man muss aber auch berück-

sichtigen, dass im Walde gegenüber, der Wand des Anstehenden angepresst, an den „Sieben Brunnen“ sich mehrmals dieselben Geschiebemassen wiederholen, besonders deutlich in einem Hohlweg über der Rohrbachmühle, und dass, worauf ich in meiner früheren Arbeit aufmerksam machte, auch in dem Grunde des engen Thales unweit der Mühle sich die Spuren dieser merkwürdigen Formation nachweisen lassen.

Das jetzige enge Thal ist der Weg der „Überschiebung“; um so auffallender muthet die am Ausgang des Thales liegende, fast 1,5 km breite „Scholle“ von Hertsfeldhausen an. Ich habe sie mit Steinheim verglichen und halte noch heute an dem Vergleich fest.

Auch v. KNEBEL erkennt an, dass die „Überschiebungen“ einem noch heute geltenden Relief gefolgt sind. „Dass zur Zeit der Überschiebung in der Senke von Hertsfeldhausen bereits Thäler in derselben vorhanden waren, beweisen die alten Thalterrassen am Röhrbach im Osten vom Dorf, deren Boden durch die Überschiebung geschliffen ist¹.“ Damit ist aber für die Altersbeurtheilung ein äusserst wichtiger Anhalt gegeben, denn die Existenz dieses zum Ries entwässernden Thales, dessen Anfänge bei Hertsfeldhausen liegen, setzt eine Riessenke schon voraus. Die Bedeutung der Thatsache, dass die grundmoränenartigen Massen den Thälern folgen, habe ich stets hervorgehoben. Man geräth in grosse Schwierigkeiten, wenn man trotz dieser Thatsachen daran festhalten will, dass diese Überschiebungen in dieselbe Kategorie wie die Aufbrüche und Verschiebungen rings am Riesrande gehören und vor Ablagerung des Obermiocäns schon vollendet waren. Zur Einleitung des Ableitens bedarf man eines Berges und nicht einer Senke. Man kann aber auch nicht einmal annehmen, dass das Obermiocän sich in dieser Senke abgelagert hätte, wenn sie schon die heutige, am ganzen Rande durch Einschnitte geöffnete Form gehabt hätte. Diese Einschnitte und die mit ihnen in Verbindung stehenden Thäler sind jünger als Obermiocän. Dann sind aber auch die Überschiebungen, welche dem Lauf solcher Thäler folgen, jünger

¹ v. KNEBEL, l. c. p. 71. Es ist dies die von mir aufgefundene und beschriebene Localität.

als Obermiocän. Und damit fällt die ganze Construction v. KNEBEL'S. Seine Beweisführung beruht im Grunde darin, dass ältere, von Tertiär eingedeckte Dislocationen mit den Überschiebungen am Buchberg und bei Hertsfeldhausen in eine Gruppe gerechnet werden. Die Annahme, dass der Granit zwischen Ringelesmühle und Trochtelfingen seine Lage infolge einer sehr flachen Überschiebung erhalten habe und dass diese Überschiebungsfäche wie bei Bopfingen durch „Buchberggerölle“ markirt sei, stützt sich bisher doch auf zu geringes Beobachtungsmaterial und die Angaben fordern in mancher Beziehung zur Kritik auf¹. Nach meinen Untersuchungen ist auch hier die Lagerung des Grundgebirges ursächlich verknüpft mit den vulcanischen Ereignissen, über welche die Eruptionspunkte um Utzmemmingen sehr deutlich berichten. Andererseits ist das Auftreten der Buchberggerölle, was ja auch aus v. KNEBEL'S eigenen Berichten hervorgeht, gebunden an den Zug des Rohrbachthales und der mit ihm zusammenhängenden Senken. Am Kapf überschreiten sie die Passhöhe, befinden sich hier aber in ganz oberflächlicher Lage, noch über dem Keuper und Jura, statt unter dem Granit zu liegen.

Die indirecten Gründe für die Überschiebung des Granits sind nicht zwingend, da die angeführten Beobachtungen sich alle auch unter Voraussetzung eines glacialen Druckes erklären lassen, z. Th. auch wohl allzu stark betont sind.

Der Erhaltungszustand des Granits ist durchaus nicht überall derart, dass man ihn quasi als Dislocationsgrus bezeichnen könnte. Im Gegensatz zu v. KNEBEL'S Angabe habe

¹ Ich möchte hier auf eine im Übrigen nicht wesentliche Einzelheit aufmerksam machen. Die neue Kartenskizze bringt eine grosse Keuperscholle am Kapf zur Darstellung, wie dies auch auf der alten Karte geschieht. Die Verhältnisse sind hier aber buntscheckiger und der Keuper mehrfach zerrissen. Der Stubensandsteinaufschluss über Trochtelfingen, den schon DEFFNER kannte, den ich nochmals beschrieben habe, ist jetzt ganz ausgenommen. Man sieht in dem Loche nur noch ein Gemisch von braunem Jura, Malm und Keuper. Kieselhölzer sind häufig, seltener fanden sich gekritzte Geschiebe (nicht die Buchberggerölle, sondern gekritzte Doggergeoden etc.). Am Keller darunter scheint es ähnlich zu sein. Hier wurden neuerdings ausgeworfen: dunkler Thon, Malmschutt in hellem Thon, gekritzte Malmgeschiebe (keine Gerölle).

ich gerade bei Ringelesmühle die besten Handstücke festen, gesunden Granits geschlagen.

Die p. 73 beschriebenen Schichtenstörungen in der Überschiebungslage bei der Sägmühle am Rohrbach beziehen sich genau auf dieselbe Stelle, von der ich gesagt habe, dass der braune Jura hier an den weissen Jura stosse, ohne eine Druckwirkung ausgeübt zu haben¹.

Die Zerspaltung und Wiederverkittung der „Buchberggeschiebe“ ist ohne Bedeutung, da sie auch bei Annahme glacialer Vorgänge völlig verständlich ist.

Die Vergriesung des Malms im Rohrbachthal wird nicht auf vulcanische Erschütterungen zurückgeführt, weil vulcanische Thätigkeit erst bei Utzmemmingen beginne und weil die Reste braunen Juras, welche auf dem Malm lagern, es zweifellos machen, „dass dieselbe Kraft, welche den Braun-Jura dislocirte, auch den anstehenden Weiss-Jura ε zertrümmerte“.

Erstlich beginnen die vulcanischen Durchbruchsstellen schon südlich Ringelesmühle, zweitens ist es nicht nöthig, dass die Eruptionen perfect werden, sondern heftige Erschütterungen des Bodens können und werden sich einstellen auch bei den Ansätzen zum Ausbruch, drittens ist die Überlagerung durch braunen Jura nicht der geringste Beweis dafür, dass die Vergriesung von einer Überschiebung ausgegangen ist. Zu der Allgemeinheit der Griesbildung in der ganzen Gegend stehen die Überdeckungen mit braunem Jura vielmehr in auffallendem Missverhältniss.

¹ v. KNEBEL gibt an, dass thalaufwärts mehrere, allerdings weniger gut erkennbare Stellen, die für Druckwirkung durch überschobene Massen sprechen, vorkämen. Auch das ist von mir beobachtet; wichtiger ist aber, dass sie in Verbindung mit einer Geschiebeposition stehen, welche sich hier an die Thalwände (rechts wie links) anpresst. Aus Allen geht hervor, dass der Weg der Geschiebe, auch der auf der δ -Terrasse bei Hertfeldhausen lagernden, das in den anstehenden Fels erodirte Thal war. Es spricht sich hierin ein qualitativ verschiedenes Verhalten von jenen Flecken von braunem Jura aus, die ich als ursprünglich aufgepresst auffasse; aus diesem Grunde habe ich auch auf die lockere Anlagerung des braunen Jura an den weissen aufmerksam gemacht, welche verschieden ist von den Schrammungserscheinungen, welche überall die Geschiebeposition begleiten.

Wenn nun behauptet wird, „dass der Vulcanismus erst nach den tektonischen Ereignissen im Ries extrusiv geworden ist“, so klingt diese Scheidung viel schärfer, als der Natur der Sache entspricht.

Wir sehen davon ab, dass auch nach den vulcanischen Ausbrüchen noch tektonische Senkungen sich vollzogen haben. Alle älteren Dislocationen hängen mit dem Vulcanismus eng zusammen. Das Aufbrechen von Spalten, die Aufpressungen, die anknüpfenden Überschiebungen führen ebenso auf dieses Drängen aus der Tiefe zurück, wie die Erschütterungen des Bodens, welche „Vergriesung“ und Verstürzungen im Gefolge hatten.

Es liegt nun einmal in der Natur der Eruptionen, dass sie durchgreifende Lagerung schaffen. Der vulcanische Schlot von Holheim, welcher die zwischen den Malmklippen aufgedrängten Dogger- und Keuperschichten durchsetzt, ist zweifellos jünger als diese Lagerungsform, aber die Altersdifferenz ist, geologisch gesprochen, eine minimale. Der Durchbruch und Ausbruch ist nur der Abschluss einer und derselben Kraftäusserung.

Ich resumire: Nach meiner Überzeugung liegen auch zwischen Bopfingen und Hertfeldhausen zwei verschiedene Arten von Dislocationen gleichsam übereinander. Für die jüngeren scheidet der Vulcanismus als Kraftquelle aus; die einfachen Senkungen, welche in nachmiocäner Zeit bis in das Diluvium hinein den Boden des Rieses vertieft haben, können auch nicht für diese mit oft grossartigen horizontalen Verschiebungen verbundenen Störungen verantwortlich gemacht werden. Daher muss ich nach wie vor an dem glacialen Ursprung dieser Erscheinungen festhalten, denn nur das Eis kann in so später Zeit nochmals den Hebel angesetzt haben, kann als Gestein gewaltige Druckäusserungen entfalten und übertragen und später spurlos verschwinden.

Die Miocänzeit hatte den Boden zertrümmert und die Schollen gelockert, so dass die Kräfte eines grossen Eisfeldes hier auffallende Wirkungen hervorrufen konnten.

Für die älteren Dislocationen ergibt sich ein Gegensatz zwischen dem Nordrand des Rieses und dem Süden. Dort herrscht die einfache Form der Verwerfung und Verstürzung,

während im Süden Überschiebungen der aufgedrücktten Schollen eine oft beobachtete Erscheinung sind.

Es mag das z. Th. mit dem Relief der Landschaft zusammenhängen, welches im Norden tiefer ausgearbeitet war als im Süden, aber es scheint ausserdem eine Verschiebung der vulcanischen Kraftäusserung gegen Süden vorzuliegen, wo die Durchbruchsstellen sich anhäufen, während sie im Norden spärlich und kleiner sind.

Es ist nicht unmöglich, dass durch die im Norden einsetzenden Senkungen das Magma gegen Süden gedrängt wurde und hier ebensowohl die zahlreichen Ausbrüche wie die complicirten Schichtenstörungen veranlasste, welche durch ein dem Anfluthen folgendes Rücksinken noch verstärkt wurden. Da der südliche Rand der durch besonders starke Ausbrüche ausgezeichneten Gürtelzone GÜMBEL's nahezu mit der Nordgrenze des Molassemeeres zusammenfällt, ist eine Erregung der explosiven Thätigkeit durch eingedrungenes Wasser des allmählich über die durchlässige Karstfläche gegen Norden vordringenden Meeres nicht unwahrscheinlich.

Die Tafel-Erklärungen befinden sich umstehend.

Tafel-Erklärungen.

Tafel VIII.

Fig. 1. Profil bei Gross-Sorheim. Überschiebung von braunem Jura und unterem weissen Jura über weissen Jura in Schuppenstructur. Am Anfang des Profils tritt über dem unteren braunen Jura weisser Jura α auf, dessen Zusammenhang mit den darunter liegenden Theilen des Profils nicht klar ist. Die obersten Lagen enthalten Geschiebe von weissem Jura (? Gehängeschutt).

Im Hintergrunde oberer weisser Jura anstehend. Von den aus dem Rasen sehenden brecciösen Klippen (δ/ϵ) ist es zweifelhaft, ob sie schon zum Anstehenden gehören (vergl. p. 438).

- „ 2. Profil nordwestlich von Schmähingen (vergl. p. 439). T_e geschichtetes Tertiär mit Schnecken. Tr vulcanischer Tuff mit Bomben, Gr röthlicher Granit, Br Reibungsbreccie, Kp Keuper, M oberer weisser Jura, brecciös.
- „ 3. Profil südlich Klein-Erdlingen (vergl. p. 439). K Keuper.

Tafel IX.

Fig. 1. Tertiäres Conglomerat, angelagert an löcherige ϵ -Felsen. Reitersbuck bei Utzmemmingen.

- „ 2. Tertiärer Sprudelkalk, abgesetzt innerhalb einer zerrütteten Klippe von weissem Jura am Schafhauser Hof, westlich Öttingen. Der tertiäre Kalk (S) nach oben zerdrückt, überlagert von lockerem Algenkalk und Conglomerat (c). Nach oben Juraschutt (Br).
- „ 3. Profil bei Hainsfahrt. Unten Tuff mit Bomben (B) und Einschlüssen (E); darüber tertiärer, mit Tuff gemischter Kalk (T), noch höher eine Lage linsenförmiger Kalkknollen mit Hydrobien (H); wenige Schritt davon (rechte Seite des Bildes) folgen über dem Tuff: Hydrobienkalk, dann tertiäre Conglomerate.
- „ 4. Ein Profil an der Landstrasse Utzmemmingen—Hertsfeldhausen (über Ringelesmühle). Brecciöser Diorit, durchsetzt von Granit. Darüber eine Schuttbildung mit braunem Jura ($br. J.$), Keuper (Kp), Granitbrocken (Gr).
- „ 5. Klippe von unterem weissen Jura (Br , brecciös), eingeschlossen im Tuff der Altenbürg (T); die schraffirten Stellen bedeuten die dunkle Contactfläche.
- „ 6. Steinbruch bei Wallfahrt (Wemding), in *Tenuilobatus*-Bänken. In dem moränenartigen Schutt brauner Jura (D), Keuper (K), weisser Jura (M), tertiäre Gerölle (G) und tertiärer Sprudelkalk (T).
- „ 7. Kiesgrube von Appethofen. Die Sohle der Grube ist von Granit (Gr) gebildet. An den Seiten angepresst Keuper (K) und brauner Jura ($Br. J.$). Auf der linken Seite zahlreiche Gneissstücke (Gn), mit Keuper und braunem Jura vermischt.

- Fig. 8. Taschen im brecciösen oberen weissen Jura, südlich Holheim (Himmelreich). Sie sind von unregelmässigen, lockeren Wandungen begrenzt und enthalten braunen Jura, mit Malmschutt vermischt. Grössere Stücke vom oberen Malm sind mit ϵ bezeichnet.
- „ 9. Profil bei Herkheim. Unten dioritischer Gneiss (Gn), durchsetzt von einem Granitgange. Darüber eine Schuttmasse, welche Tertiär (T) und vulcanischen Tuff (V) enthält.

Tafel X.

- Fig. 1. Profil am Ganzenberg (vergl. p. 454). Oben die Malmklippen (M) des Ganzenberges, links angelagert tertiäre Conglomerate (T), rechts angepresst Dogger (D) und unterster Malm ($M\alpha$). An der Strasse Aufschluss in einem moränenartigen Schutt, mit Keuperresten (K), braunem Jura (D) und Geschieben von oberem Malm (ϵ).
- „ 2. Steinbruch im Altebühl. Oberer Malm mit Schlißfläche, überlagert von Schutt (S) mit Blöcken von weissem Jura und Schweifen von braunem Jura (D). (Vergl. p. 455.)
- „ 3. Steinbruch auf der Rückseite des Altebühl. Unregelmässig gebogene Verschiebungsfäche im oberen weissen Jura (ϵ); die Trennungskluft mit Letten gefüllt (L). (Vergl. p. 455.)
- „ 4. Aufschluss am Unbühl (vergl. p. 455). Moränenartiger Schutt über oberem weissen Jura (ϵ). K = Keuper, D = br. Jura, Br = Malmbreccie.
- „ 5. Aufschluss am Unbühl, über *Tenuilobatus*-Schichten (vergl. p. 455). S Schrammen auf einem ϵ -Geschiebe. L lehmige, mit braunem Jura durchsetzte Masse. M = *Tenuilobatus*-Schichten.
- „ 6. Überschobener, grosser Block (w. Jura ϵ) in dem Fig. 2 skizzirten Steinbruch. In der lettigen Zwischenmasse abgequetschte Geschiebe.
- „ 7. Gestauchter Tertiärkalk bei Lerchenbühl. S = gelbbrauner, diluvialer Wörnitzsand. T = massiger Tertiärkalk; oben sind die Schichten lockerer (vergl. p. 452).
- „ 8. Querprofil der Malmklippe bei Auhausen (vergl. p. 449). R = Harnische auf den Schichtflächen. Schutt mit gekritzten Geschieben auf geschrammter Unterlage (S).
- „ 9. Skizze aus demselben Aufschluss. *Bimammatus*-Kalk mit geschliffener Oberfläche (S), überlagert von Liasthon mit gekritzten Geschieben und einer moränenartigen Schuttmasse, in der brauner Jura (Br) und Geschiebe von weissem Jura vorherrschen. G = grosses gekritztes Geschiebe über der Schlißfläche.
- „ 10. Profil bei Mogesheim. Moränenartiger Schutt über weissem Jura. M = Malm, B = Dogger, Kp = Keuper, S = diluvialer Wörnitzsand (vergl. p. 452).

Tafel XI.

- Fig. 1. Steinbruch bei Wemding. Anstehender *Tenuilobatus*-Kalk, mit Schlißfläche, und überlagerndem moränenartigem Schutt. Rechts

eine mit diluvialen Schotter gefüllte Kluft. Über der Schlifffläche der Rückwand lagert ein Gemisch von weissem Jura, braunem Jura und Keuper, rechts überwiegt brecciöser Malm und Malmgeschiebe.

- Fig. 2. Die steil abfallende Schlifffläche in dem südlich benachbarten Bruche. Nach rechts setzt sie fast horizontal weiter (vergl. Taf. XII Fig. 1).

Tafel XII.

- Fig. 1. Profil aus dem südlicheren Bruche. Die Schlifffläche ist rechts überlagert von fast geschlossenen Malmschollen, im Hintergrunde von lockerem Schutt; sie liegt nur wenig tiefer als die Sohle der ausgeräumten Stelle (vergl. als Fortsetzung dieses Profiles nach links Taf. XI Fig. 2 mit der steil nach O. abfallenden Fläche).
- „ 2. Detail aus Fig. 1. Die hervorragende Ecke gehört zu der überschobenen Scholle und ist auf der Unterseite geschrammt. Weiter links schiebt sich eine lehmige, sand- und geschiebeführende Masse zwischen Anstehendes und überschobene Schollen ein.
-

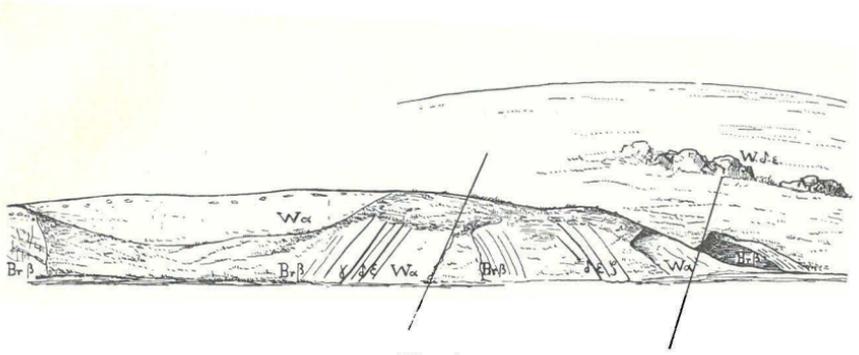


Fig. 1.

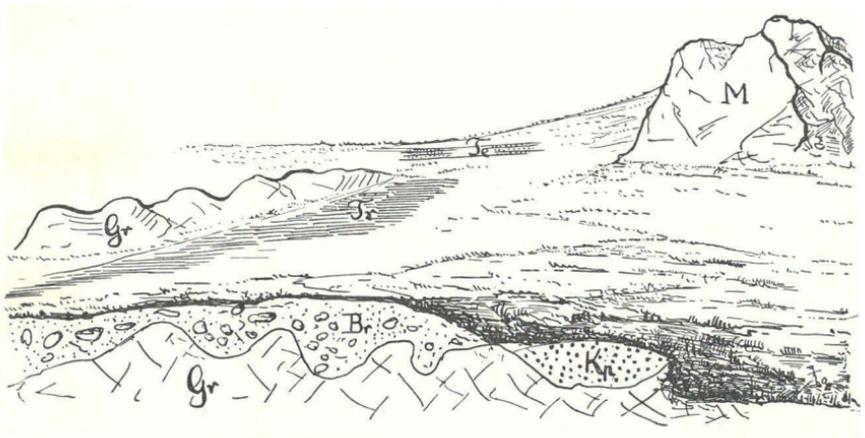


Fig. 2.

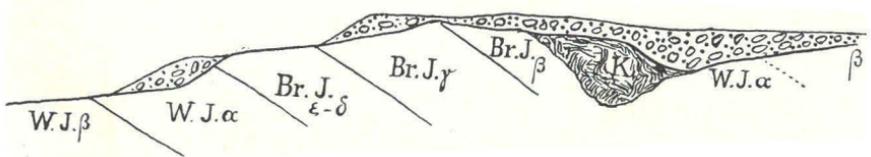


Fig. 3.

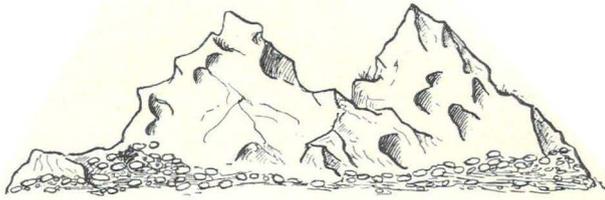


Fig. 1.

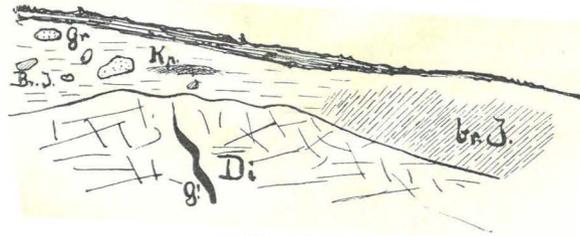


Fig. 4.

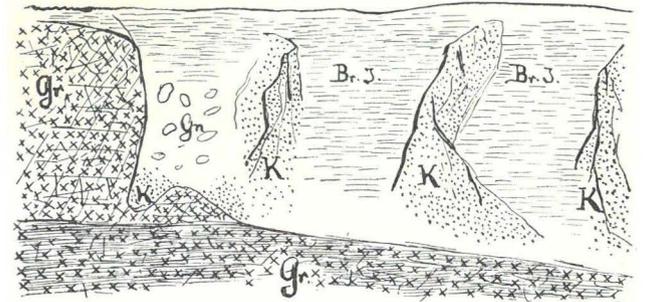


Fig. 7.

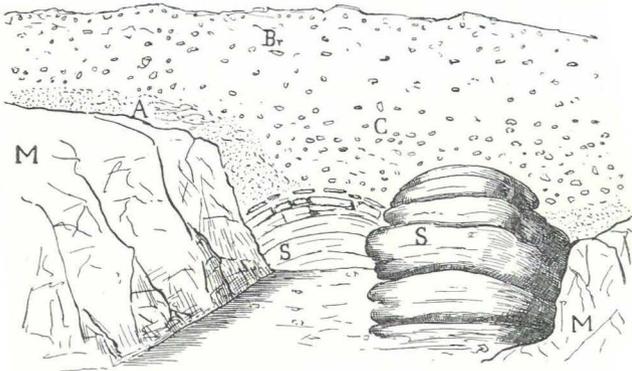


Fig. 2.

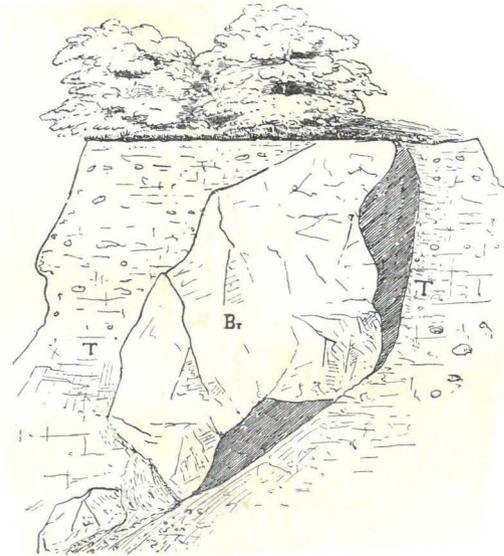


Fig. 5.

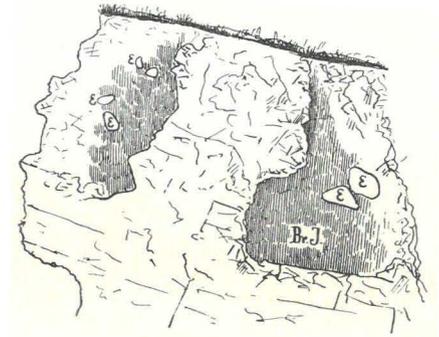


Fig. 8.

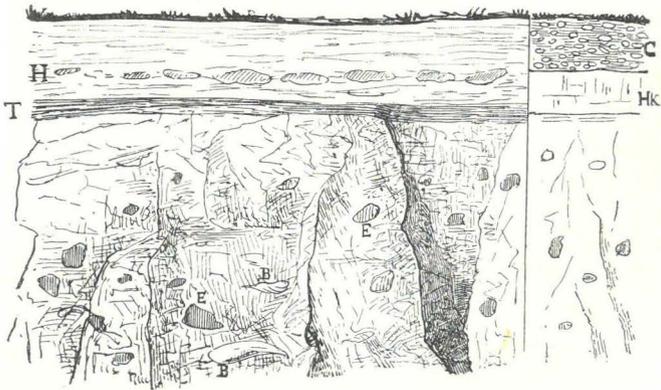


Fig. 3.

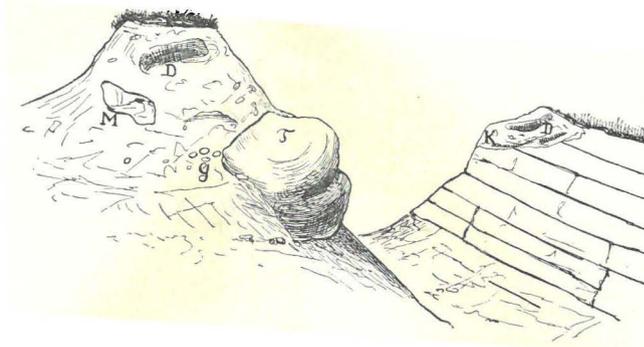


Fig. 6.

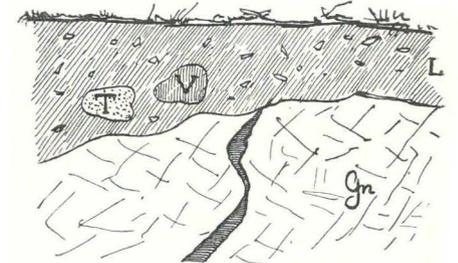


Fig. 9.

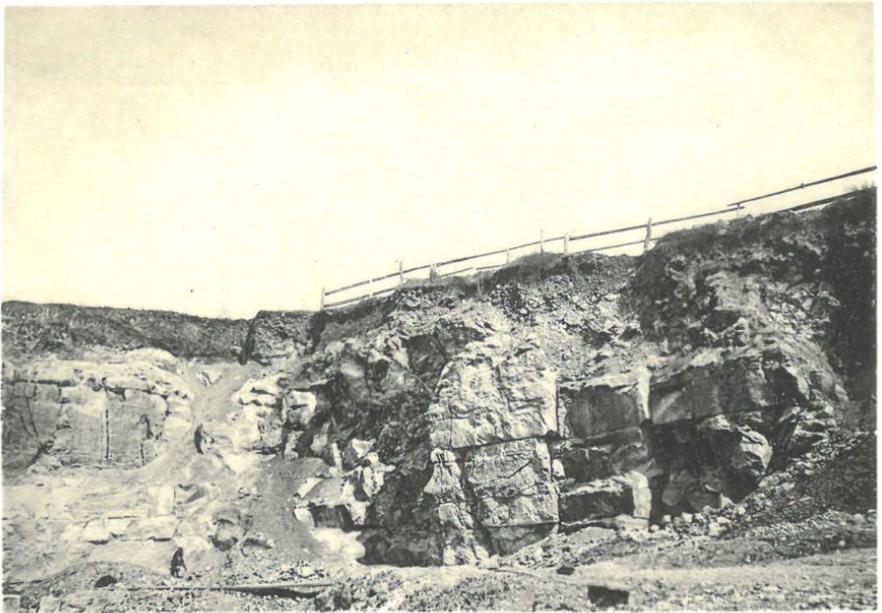


Fig. 1.

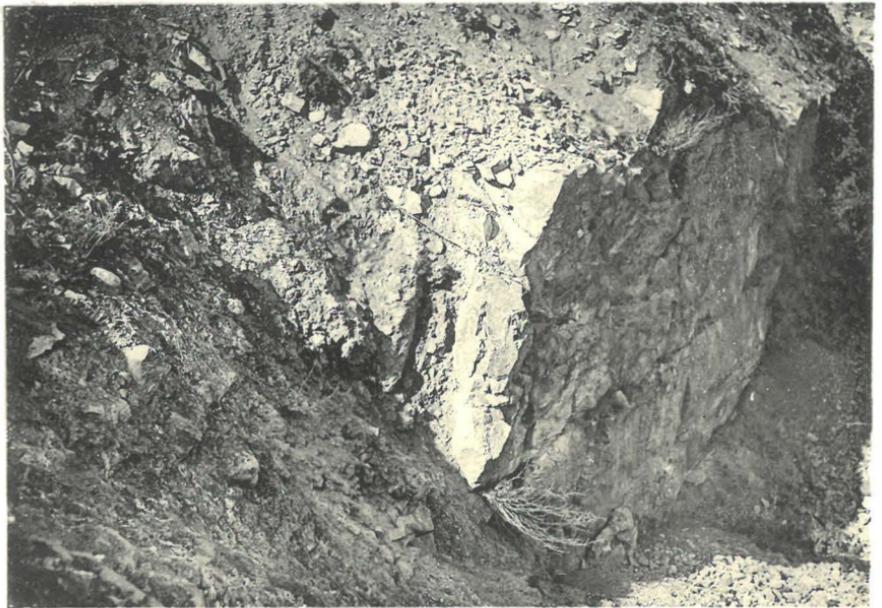


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.