

BEGLEITWORTE

zu der

Geol. Paläont. Inst. T. H. Stuttgart

Inv. Nr. 84002/13, 20/6

geognostischen Spezialkarte von Württemberg.

Atlasblatt Bopfingen.

Mit 10 Abbildungen.

Geognostisch aufgenommen von C. Deffner, Prof. Dr. O. Fraas und J. Hildenbrand (1877),
revidiert von Prof. Dr. E. Fraas 1901—1914.

Nach der I. Auflage (1877) von C. Deffner und Prof. Dr. O. Fraas
in der II. Auflage neu bearbeitet von

Prof. Dr. E. Fraas.

Herausgegeben

von dem

Statistischen Landesamt.

STUTTGART.
DRUCK VON W. KOHLHAMMER.
1919.

REPORT

THE REPORT OF THE

COMMISSIONER OF THE

LAND OFFICE

FOR THE YEAR 1900

AND THE

LAND OFFICE

FOR THE YEAR 1900

AND THE

LAND OFFICE

FOR THE YEAR 1900

AND

Vorwort.

In den Begleitworten zur ersten Auflage 1877 hat O. FRAAS die Geschichte der Aufnahme des geognostischen Atlasblattes Bopfingen zusammengestellt und seinem getreuen Freund und Mitarbeiter KARL DEFFNER warme Worte der Erinnerung und Anerkennung gewidmet. 20 Jahre lang hatte sich DEFFNER, der besonders für die Fragen der dynamischen Geologie und der Tektonik ein tiefgehendes Verständnis aufwies, mit dem Ries-Problem beschäftigt, war aber leider durch den Tod vor der Fertigstellung seines Werkes hinweggerissen worden. Wohl hatte der treffliche Hilfsgeologe HILDENBRAND die kartographische Detailarbeit, namentlich im Albgebiet, schon 1863 vollendet, aber trotzdem hatten sich die Differenzen in der Auffassung der Lagerungsverhältnisse im Ries zwischen DEFFNER und O. FRAAS auf der einen, QUENSTEDT und BACH auf der andern Seite auf das äußerste zugespitzt. Auch die vom Statistisch-Topographischen Bureau ernannte „Ries-Kommission“ konnte trotz mancher gemeinsamen Begehungen zu keiner Einigung kommen. Nur darüber war man sich doch einig geworden, daß eine Lösung der Frage über die Lagerungsverhältnisse, d. h. ob Überschiebung (DEFFNER-FRAAS) oder Spaltenaufpressung (QUENSTEDT und BACH) nur durch eine tiefgreifende Grabung zu erwarten war, und zwar schien hierfür der Buchberg bei Bopfingen besonders geeignet. Leider konnte aber die Grabung auf dem Buchberg nicht so ausgeführt werden, daß die Frage einwandfrei gelöst war, obgleich DEFFNER in seiner Arbeit über den Buchberg (Württ. naturw. Jahresh. XXVI. 1870 S. 95) die Richtigkeit seiner Annahme von Überschiebungen, welche er in die frühe Glazialzeit verlegte und auf Gletscher zurückzuführen suchte, mit großer Klarheit auseinandersetzte. 1877 starb DEFFNER inmitten seiner Arbeit über das Ries, welche allmählich weit über den Rahmen der Begleitworte hinausgewachsen war, und O. FRAAS war nun vor die Aufgabe gestellt, Karte und Begleitworte fertigzustellen. Wo es möglich war, übernahm er schon aus Pietät für den verstorbenen Freund und Forscher die Notizen DEFFNERS im Wortlaut, selbst wenn er zuweilen eine andere Fassung für richtiger gehalten hätte. 1877 konnte endlich Karte und Text ausgegeben werden.

Wohl war damit ein gewisser Abschluß der Riesarbeiten erreicht, aber es war kein voll befriedigender, wie ich aus dem Munde meines Vaters selbst weiß, mit dem ich so manches Mal am Riesrand stand, wo er mich selbst auf zahlreiche ungelöste Probleme und Mängel der Karte aufmerksam machte. Die trefflichen Schlußworte DEFFNERS in seiner Buchberg-Arbeit: „Das Ries ist eine tief im Sand und Schlamm versunkene Sphinx und gibt dem Forscher Rätsel auf, die nur durch lange, anhaltende Bemühungen und nicht in kurzem Siegeslauf zu lösen sind,“ blieben immer noch zu Recht bestehen.

Eine mehr als 20jährige Pause trat ein; die alten Forscher im Ries A. FRICKHINGER, DEFFNER, QUENSTEDT, O. FRAAS und GÜMBEL waren gestorben und eine neue Generation an ihre Stelle getreten. Heftiger denn je begann mit der Wende des Jahrhunderts der wissenschaftliche Streit und die Fragen über die Riesbildung traten in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses der weitesten geologischen Kreise, denn es wurden damit fundamentale, bisher noch wenig erörterte Fragen der dynamischen Geologie verbunden. W. BRANCO, KOKEN, v. KNEBEL, SAUER, E. FRAAS, W. KRANZ und noch viele andere haben sich an diesen Arbeiten betätigt, auf welche später noch in dem Kapitel über Riesbildung eingegangen werden wird. Ebenso wird erst dort Gelegenheit genommen werden, die verschiedenen Kontroversen und Theorien zu besprechen.

Hier möge nur erwähnt sein, daß sich durch die neuere, von BRANCO und mir vertretene Auffassung, der sich wohl die meisten Geologen angeschlossen haben, das Kartenbild am Riesrand nicht unwesentlich verändert hat. In Erkenntnis, daß eine Menge der Schichtengesteine am Ries nicht anstehend sind, sondern nur mehr oder minder große Schollen darstellen, welche bei der Riesbildung radial hinausgeschoben wurden, mußte davon abgesehen werden, diese Schubmassen wie auf der alten Karte mit denselben Farbentönen darzustellen wie das unverritzte anstehende Gebirge. Es wurde hierdurch eine wesentliche Klärung des Kartenbildes gewonnen, da sich nun scharf das anstehende Gebirge von den Überschiebungsmassen abhebt. Natürlich haben die zahlreichen Begehungen der verschiedenen Forscher im Laufe der Jahre ebenso wie gelegentliche neue Aufschlüsse auch noch manche Verlegungen der Schichtgrenzen auf der Karte herbeigeführt, ebenso wie die Revisionsarbeiten von 1913 und 14 noch einige Änderungen mit sich brachten. So soll die neue Ausgabe des Atlasblattes Bopfingen den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse zum Ausdruck bringen. Daß es sich auch hier nur um einen Versuch handelt, das schwierige Riesproblem darzustellen, bin ich mir wohl bewußt und weit entfernt von der Selbstüberhebung, daß damit ein Abschluß und eine vollständige Klärung geschaffen sei. Hierzu wäre vor allem eine Neuaufnahme auf besserer topographischer Unterlage notwendig, aber leider stehen in unserem ganzen Gebiete noch die Kartenblätter 1 : 25 000 aus; eine Feldaufnahme und Darstellung der zuweilen so überaus verwickelten geologischen Verhältnisse ist aber auf der topographischen Karte 1 : 50 000 oft mit dem besten Willen nicht zu ermöglichen.

Stuttgart, Dezember 1914.

E. Fraas.

Nachwort.

Gegen Ende der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde im Rahmen der ersten systematischen geologischen Landesaufnahme Württembergs auch sofort das Gebiet des Nördlinger Ries, das Atlasblatt Bopfingen, in Angriff genommen. C. DEFFNER und O. FRAAS führten im Jahre 1857 die ersten Begehungen aus. Doch bald stellte es sich heraus, daß mit der Deutung des Ries, zumal bei dem damaligen Stande der zur Vertüfung stehenden Untersuchungsmethoden, schier unüberwindliche Schwierigkeiten sich entgegenstellten, die zu wachsen schienen in dem Maße, je mehr man sich in die Riesgeologie vertiefte. Nur so erklärt es sich, daß rund 20 Jahre darüber hingingen, bis die geologische Aufnahme von C. DEFFNER für die Veröffentlichung reif wurde. Im Jahre 1877 legte dieser die letzte Hand an die druckfertig gewordene Karte. Da ereilte ihn der Tod und OSKAR FRAAS übernahm die Abfassung der Begleitworte mit Hilfe der von C. DEFFNER hinterlassenen Notizen.

Vermochte auch diese erste Aufnahme von Blatt Bopfingen, eine an sich höchst anerkennenswerte, ja, vorbildliche Leistung, eine Lösung des Riesproblems nicht herbeizuführen, so lieferte sie doch in der kartographischen Darstellung zum ersten Male ein dem Maßstabe der Karte entsprechend recht zuverlässiges Bild dieses einzigartigen geologischen Paradoxons im Herzen Europas. Selbst für DEFFNER war das Ries bis zuletzt nach seinen eigenen Worten eine „in Sand und Schlamm versunkene Sphinx“ geblieben.

Mit der fertigen Karte ruhten die eigentlichen Forschungsarbeiten im Ries auf schwäbischer Seite zunächst für längere Zeit. Auch die tüchtigen Untersuchungen C. W. GÜMBELS im bayrischen Anteil haben keine namhafteren Fortschritte gebracht. Erst mit Beginn des neuen Jahrhunderts wurden mit BRANCOS überraschenden Untersuchungen im Uracher Vulkangebiet neue Impulse auch für das vulkanische Ries gewonnen. Unter Führung von BRANCO und E. FRAAS setzt nunmehr ein neuer Abschnitt erfolgreich fortschreitender Erkenntnis in der Riesgeologie ein. Das Buchbergproblem, schon seit den Untersuchungen von C. DEFFNER und O. FRAAS ein Dreh- und Angelpunkt der rätselvollen Riesgeologie, wird von EBERHARD FRAAS glänzend gelöst. Damit war ein großer Schritt vorwärts gewonnen. Verschiedene andere Forscher lieferten wertvolle Beiträge. In diesem Zeichen lebendigen Fortschritts der Riesgeologie steht die von EBERHARD FRAAS revidierte neue Auflage von Blatt Bopfingen, an der er von 1901—1914 gearbeitet hat. Schon ein flüchtiger Vergleich dieser neuen Auflage mit der alten bringt uns dies zum Bewußtsein. Es erging EBERHARD FRAAS wie C. DEFFNER, er sollte die Veröffentlichung nicht erleben. Die Revision von Blatt Bopfingen ist sein letztes bedeutsames geologisches Werk, für die geologische Wissenschaft im Ries ein hochragender Markstein, für uns ein Denkstein an den unvergeßlichen Freund und Fachgenossen.

Ad. Sauer.

I. Allgemeiner Überblick.

Das Atlasblatt Bopfingen zerfällt in zwei geologisch, aber auch schon landschaftlich sehr verschiedenartige Teile, von welchen der eine das normale Schichtengefüge des Albanstieges und der Albhochfläche umfaßt, während der andere Teil mit dem Ries und seinen Störungszonen zusammenhängt.

In dem **Albanstieg** und **Härtfeld** haben wir, von Norden her kommend, die gewohnten Landschaftsbilder: das fruchtbare Hügelland des Lias, dann den allmählichen Anstieg in den meist bewaldeten Opalinuston zu der ersten Gebirgsterrasse im Braun-Jura β mit seinem Eisensandstein. Diese Terrasse reicht im allgemeinen bis an den eigentlichen Steilabfall der Alb heran, der größtenteils von Gehängeschutt bedeckt aus den höheren Stufen des braunen Jura und den tieferen des weißen Jura sich aufbaut. Nur in dem nach-Norden vorspringenden Teil der Alb zwischen Lauchheim und Bopfingen mit dem Hohbaldern bildet Weißjura β eine erneute Terrasse, während westlich daran anschließend die Alb sofort bis zu den Kalken des oberen Weißjura ansteigt. Damit ist das Hochplateau der Alb erreicht, das sich als Härtfeld allmählich gegen die Donauniederung hin senkt und auch nach dort entwässert wird. Weithin dehnen sich die Wälder in den meist mit Verwitterungslehm bedeckten Epsilongebieten aus, durchzogen von dem tiefeingeschnittenen Trockental, das bei Wahlhausen als Krammental, bei Ebnat als Ebnater Tal bezeichnet wird und in seiner Fortsetzung als Kraetzental bis zum Südrand des Kartenblattes reicht. In der grossen Zetamulde von Neresheim wird der Ausblick freier, denn hier überwiegen die Felder, die sich in sanfter Böschung gegen das Tal der Egau senken. Das Gebiet östlich der Neresheimer Mulde trägt noch ausgesprochenen Albcharakter, obgleich sich hier schon Einflüsse vom Ries her geltend machen, die jedoch zu untergeordnet sind, um auf die Landschaft und Bebauung einzuwirken.

Ganz anders verhält sich das zweite an das Ries angegliederte Gebiet, das sich in weitem Bogen um Nördlingen gruppiert und halbkreisförmig in die Nordostecke unseres Blattes eingreift.

Wer mit der Remsbahn nach Nördlingen fährt, dem fällt sicherlich die Veränderung auf, welche von Bopfingen an mit der Gegend vor sich geht. Wer sich vollends die Mühe nimmt, auf die Höhe des Ips oder Flochbergs zu steigen, dem öffnet sich gegen Osten eine neue, in Schwaben nie gesehene Landschaft: das Ries, eine rings umrahmte $12\frac{1}{2}$ Q.-Meilen umfassende Ebene, durch welche Würnitz und Eger mit Mühe den Weg finden. Kornfeld und Wieswachs deckt die Ebene, aus welcher als Wahrzeichen des Rieses der Wallerstein und der Nördlinger Kirchthurm emporragen. Kaum wird es ein Gau in Deutschland geben, das so scharf abgegrenzt wäre, als eben das Ries. Bei keiner einzigen Ortschaft kann man im Zweifel sein, ob sie zum Ries gehöre oder nicht; denn in scharfen geologischen Grenzlinien ist der eigentliche Riesessel gegen den Jura abgetrennt. Mit dem Ries stehen wir zugleich am Ende der schwäbischen Alb, die durch den Riesessel von den bayerischen Juragebieten getrennt ist. Welch ein zerrissenes, unruhiges Bild die geognostische Karte vom Ries bietet, zeigt schon ein oberflächlicher Blick auf das Kartenblatt. Alle möglichen Schichtenfetzen stellen ein buntes, scheinbar regelloses Gewirr vor Augen, wie wir es auf keinem zweiten Blatt des geognostischen Atlases von Württemberg je wieder finden, so daß ein Verständnis des Gewirrs zu den schwierigsten Aufgaben der schwäbischen Geologie gehört. Um so mehr tut eine übersichtliche Umschau not, wie man sie etwa vom Kranze des Nördlinger Turmes hat, der 89,5 Meter die Riesebene überragt. Man unterscheidet von hier oder sonst einer Höhe, etwa des Wallersteins oder Wennebergs, deutlich 3 bestimmte Bezirke, denen man seine Aufmerksamkeit zu schenken hat.

Zunächst haben wir die eigentliche Riesebene, das fruchtbare Korn- und Wiesenland, letzteres dem trägen Lauf der Gewässer sich anschließend. Der wegen seiner Fruchtbarkeit sprichwörtlich gewordene Boden besteht aus einem dunkeln Lehm oder aus schwarzem moorigen Grund, es sind Alluvionen von 2—3 Meter durchschnittlicher Mächtigkeit, im Innern des Rieses mächtiger, gegen den Rand hin abnehmend. Den Hauptgrund zu der Fruchtbarkeit des Bodens darf man wohl eher in dessen gelockerter Beschaffenheit erblicken als in der chemischen Zu-

sammensetzung, obgleich auch diese durch ihren hohen Kieselsäuregehalt von 65,5 bis 66,5% von den normalen Lößlehmen wesentlich abweicht, da deren Kieselsäuregehalt zwischen 47 und 50% liegt. Es ist zu vermuten, daß die Kieselsäure als feinstes gepulverter Quarzstaub dem Boden die Fähigkeit verleiht, den zarten Wurzeln der Grammineen ihre Nahrung zuzuführen. In betreff des Gehalts von kohlensaurem Kalk zeigte sich, daß die verschiedenen Lagen im Löß merklich verschieden sind. Die untersten Lagen haben bis zu 9,5 Prozent kohlensauren Kalk, die oberen Lagen sind teilweise vollständig kalkfrei. Übrigens gibt es auch in höheren Lagen Schichten, welchen wahrscheinlich durch unterirdische Tertiärklippen kohlensaurer Kalk mitgeteilt worden ist. Nicht mit Unrecht vergleicht O. Fraas den Boden mit dem Nilschlamm, der einen ähnlich hohen Kieselsäuregehalt und wenn befeuchtet dieselbe schwarze Farbe aufweist.

Aus der großen Ebene des Rieses ragen einzelne Berge wie der Goldberg und Wallerstein, die noch auf unser Blatt fallen, und im Bayerischen die Höhen südlich von Nördlingen mit dem Adlerberg und Stoffelberg und weiterhin der Spitzberg, Hahneberg und Wenneberg empor. Alle haben denselben geologischen Aufbau, indem eine schützende Decke von hartem, tertiärem Süßwasserkalk auf dem zerrütteten und zerstörten Grundgebirge auflagert und dieses vor der Abwaschung bewahrt hat.

Das zweite Gebiet bildet das **Randgebirge**, welches die Riese ebene umgibt. In diesem Randgebirge liegt das Geheimnis des Rieses versteckt: hier treffen wir die bunte Musterkarte von allem möglichen Gestein aus der Formation der Trias, des Jura's und Tertiärs, sowie aus der Familie des Gneises, Granits, Diorits nicht minder als wie die jüngeren Vulkangesteine. Der Zustand, in welchem sich die Sedimentärgesteine befinden, deutet auf die gewaltigsten Erschütterungen, welche die Felsen bis in den innersten Kern zerfetzten und zerbrachen, desgleichen bekunden die Lagerungsverhältnisse, in welchen sich die kristallinen und vulkanischen Gesteine befinden, den Zusammenhang des Randgebirgs mit großartigen Eruptionen, welche altes Gebirge zerstörten und anderes neu bildeten. Wohl scheint dieses Randgebirge auf den ersten Blick regellos zerstückelt, aber bei genauerem Studium unterscheiden wir doch Gesteinslagen, die gewissermaßen dem gewachsenen Boden angehören, und solche, die in wirrer Lagerung auf den Untergrund hinaufgeworfen und geschoben sind. Wie mehr oder minder große Klippen heben sie sich landschaftlich heraus und lassen schon von weitem ihre fremdartige Natur erkennen. So gipfelt sich in dem Riesrand das Interesse an der ganzen Gegend, denn das Verständnis der Rieserscheinungen kommt hier am meisten zum Bewußtsein. Ohne sichtbare Scheide, denn die spätere Erosion hat längst alle scharfen Grenzen der einstigen Überschiebungen verwischt und nur geringfügige Spuren übriggelassen, geht dieses Randgebiet in das ungestörte Jura-gebiet über, dessen landschaftliche Charaktere wir bereits erwähnt haben.

Dadurch, daß zwei Königreiche sich in das Ries teilen und die größere Hälfte nach Bayern fällt, gibt das vorliegende Blatt Bopfingen nur den westlichen Teil des gesamten Rieses wieder. Aber trotzdem sehen wir in diesem alle die Erscheinungen ausgebildet, welche für die Bildungsgeschichte des Rieses von Bedeutung sind, wenn sie auch nicht immer so großartig zutage treten wie in dem benachbarten bayerischen Teile. Eine Menge der wichtigsten und grundlegenden Fragen haben ihre Beantwortung durch sorgfältiges Studium auf Blatt Bopfingen gefunden und den Schlüssel für die Lösung der analogen Ausbildungen im bayerischen Riesgebiete geliefert.

Der geologische Untergrund bedingt die Fruchtbarkeit des Bodens und damit auch die Art der Bebauung und Besiedlung. Kein Wunder, daß die fruchtbaren Anschwemmungen im Riesessel selbst, das Schwemmland der Täler und die Tertiärgehänge am Rande ausschließlich für die Landwirtschaft benützt sind und eine reiche Bevölkerung aufweisen. Im württembergischen Teil berechnet sich dieses Gebiet auf ca. 35% des Areales, jedoch mit 60,7% der Bevölkerung. In zweiter Linie steht das Liasvorland, das mit 4,28% nur einen geringen Anteil an unserem Blatte nimmt und einen ähnlichen Prozentsatz der Bevölkerung (4,6%) aufweist. Auch der braune Jura mit einem Areal von 93,6 qkm = 21,02% der Oberfläche ist als gut besiedelt zu bezeichnen, denn er weist 21,5% der Bevölkerung auf. Am minderwertigsten ist in dieser Hinsicht der weiße Jura. Er umfaßt 38,9% der Oberfläche, hat jedoch nur 13% der Bevölkerung aufzuweisen. Wenn diese Zahlen, welche der ersten Auflage entnommen sind, auch keine genauen Werte für den jetzigen Stand darstellen, so geben sie doch einen guten allgemeinen Überblick.

II. Albvorland und Alb.

A. Der vertikale Aufbau der Schichten.

Als älteste Schichtengliederung in normaler Lagerung erkennen wir im äußersten Nordosten unseres Blattes im Anschluß an Blatt Ellenberg die **Knollenmergel des Keupers**, gekennzeichnet durch ihre dunkel rostrote Färbung. Ohne Zwischenlage von rhätischen Gebilden folgen darüber die Schichten des Lias, aber leider sind die Aufschlüsse überaus dürftig, so daß sich nur im allgemeinen sagen läßt, daß wir in **Lias α** die eigenartige Strandfacies

wie auf Blatt Ellwangen und zum Teil auf Blatt Aalen haben, infolge derer die Gryphäenkalke reich mit abgerollten Quarzkörnern durchsetzt sind und zuweilen einem grobkörnigen Kalksandstein gleichen. Über Lias β u γ lassen sich keine stratigraphischen Beobachtungen machen. Die **Amaltheentone** — Lias δ — bilden das mächtigste Glied des Lias mit durchschnittlich 25,5 m Mächtigkeit. Sie bestehen aus einer ununterbrochenen Folge fetter, dunkler Tone, in denen in großer Anzahl braune, linsenförmige Toneisensteingeoden ausgeschieden sind. Im unteren Drittel liegt, die für das Ostland des schwäbischen Lias so typische Form des *Amaltheus spinosus* mit einfach gerippten inneren Windungen und 4, höchstens 6 starken Dornen auf dem letzten Umgang, eine Form, welche im Westen des schwäbischen Lias unbekannt ist. Über diesen Amaltheen liegen die Costatenbänke mit eigentümlichen Septarien von Faustgröße bis zum Durchmesser eines halben Meter, in welchen *Amaltheus costatus* gefunden wird. Diese Septarien liegen in der Regel ausgewittert in Menge auf dem Feld als sicheres Kennzeichen zur Orientierung. Über dem Septarienhorizont folgen gleichfalls noch dunkle fette Tone, aber statt der Septarien und Brauneisensteingeoden finden sich nur blaue Kalkknöllchen. Den Abschluß nach oben bildet ein unregelmäßiges Gebück dieser Tonknollen von außerordentlicher Härte, reich an Belemniten aus der Gruppe der Paxillosen und Tripartiten. Diese Schlußbank verdient unsere volle Aufmerksamkeit, sowohl wegen ihrer petrographischen Beschaffenheit und ihrer organischen Einschlüsse, als auch, weil sie, obgleich nur 0,3 m mächtig, durch das ganze Gebiet der Jagst- und Sechtaquellen anhält und zur Orientierung einen guten Horizont abgibt.

Den **oberen Lias** (ϵ und ζ) finden wir auf beiden Blättern nur in schmalem Bande, das sich nirgends zu einer größeren Fläche verbreitert, wie wir es im Zentrum des Landes von den Posidonienschiefen gewöhnt sind. Es hängt diese Erscheinung mit der geringen Mächtigkeit der festeren Bänke, namentlich der bituminösen Schiefer zusammen, welche kaum 1 m Mächtigkeit erreichen. Dennoch ist der Horizont kartographisch sehr wichtig, um die Grenzlinien zwischen schwarzem und braunem Jura zu ziehen, welche bei dem petrographisch vollkommen gleichen Charakter kaum auseinanderzuhalten sind.

Den **unteren braunen Jura** kennen wir vom anstoßenden Blatt Aalen her in einer Mächtigkeit von 110 m für alpha und 83 m für beta; bei den vielfachen Störungen des Juras an den Ufern der Jagst und Sechta sind ähnliche Messungen für unsere Blätter nicht mehr sicher aufzuführen. Ein Blick auf die Karte zeigt die Verbreitung der Opalinustone nördlich der Bahnlinie in den Gebieten der zwei Sechta, der Jagst und der Eger, zeigt aber zugleich die Verkehrung der Flußläufe, in deren Folge die Wasser nicht mehr wie im sonstigen Schwabenland über die Schichtenköpfe weglafen, sondern auf den Schichten selbst, deren Gefäll folgend. Daher kommt es nun, daß auch die natürlichen Aufschlüsse der Schichten immer seltener werden. Das Ungewohnte ist eingetreten, daß die Bäche, an der Keupergrenze des Lias entspringend, über die Schichtendecke des unteren, mittleren und oberen Lias wegschleichend, in den braunen Jura α und β geraten, ohne Aufrisse und Talschluchten zu bilden, an welchen der Aufbau der Schichten beobachtet werden könnte. Das große gleichschenklige Dreieck, dessen Grundlinie von Westhausen nach Kirchheim a. Ries gelegt wird und dessen Spitze Buchhausen auf dem Blatt Ellenberg ist, besteht ausschließlich aus unterem braunen Jura, ein ewig durchfeuchtetes Wiesland und Waldland. Die Umwandlung der Toneisensteingeoden in rostbraune, durchwitterte Brauneisenstein-Linsen und Knauer, welche auf den Feldern umherliegen, charakterisiert unser Alpha. Die leitenden Fossile, die etwa zutage lagen, sind längst zugrunde gegangen und neue werden nicht ausgeschwemmt, weil überhaupt keine Erosion der Schichten stattfindet.

Etwas besser sind die Aufschlüsse in **Braunjura β** , das zwischen Westhausen und Lippach einige dominierende Höhen krönt. Hier wird der Betasandstein von Bedeutung, da er nicht bloß für die steinarmen Gegenden des Rieses einen Werkstein, sondern auch dem Geologen übersichtliche Profile bietet. Der früher stark betriebene Steinbruch zwischen Westerhofen und Lauchheim an der Banzenmühle zeigte im ganzen 17 m aufgeschlossen und lieferte im unteren Drittel einen guten Sandstein. Das Profil zeigt von oben nach unten:

- 3 m Sandmergel,
- 0,5 m unreines Erzflöz,
- 4 m Sandmergel,
- 0,5 m unreines Erzflöz,
- 4 m Sandmergel,
- 4 m gelber Sandstein, geschätzter Werkstein,
- 1 m Sandplatten und Sandmergel,

wie tief es noch zu den Opalinustonen herabgeht, hat sich der Beobachtung versteckt.

Am Baldern ist in dem Sandsteinbruch ein ähnliches Profil erschlossen:

- 0,6 m rötliche Kalkbank,
- 2,8 m rötliche Sandmergel,
- 2,3 m gelbe Sandmergel,

1,4 m Sandstein, gelb und weich,

1,0 m sandige Tone und Mergel,

3 m fester gesuchter gelber Sandstein mit *Pecten personatus*, *Monotis elegans*, *Ammonites Murchisonae*, *Trigonia etc.*,

ein Gesamtprofil ist leider nicht durchzuführen, doch läßt sich soviel mit Sicherheit feststellen, daß die für Wasseralfingen und Aalen so wichtigen Eisenerze gegen Osten verarmen, denn trotz eifriger Nachforschungen in dem verlockenden dunkelroten Verwitterungsboden wurde kein abbauwürdiges Flötz mehr gefunden.

Den Anschluß an den mittleren Braunjura (γ und δ) finden wir am Ip f und bei Baldern. An dem Berghang bei Oberdorf beobachten wir:

2 m Kalkmergel und Tone mit *Belemnites giganteus* und *Ostreen* (δ),

5,7 m sandige Tone des γ

0,22 m blauer Kalk mit *Pecten lens* (γ),

8,5 m sandige Tone von β .

Am Weg von Baldern nach Röttingen nördlich vom Rothfeld sehen wir:

0,2 m Blaukalke mit *Ostreentrümmern* und *Bel. giganteus* (δ),

0,3 m Kalkmergel, leer γ ,

0,2 Blaukalke mit *Trigonia costata* γ ,

0,1 m Kalkmergel γ ,

0,1 m Blaukalke γ ,

0,2 m Kalkmergel γ ,

2,2 m Sandmergel, leer γ ,

0,2 m sandige Mergel mit *Gryphaea calceola* γ/β ,

3,4 m Sandmergel mit *Pecten lens*, *Avicula elegans*, *Astarte* β .

Oberer brauner Jura (ϵ und ζ). Das schönste Profil in diesen Schichten findet sich anschließend an die Blaukalke mit *Ostreen*, am Weg von Kirchheim zum Ip f nördlich des Blasenberges und ebenso in zahlreichen Aufschlüssen am Südfuß des Ip f. Die dortigen Aufschlüsse ergeben:

1,0 m Ornamentone, besonders mit *Belemnites semihastatus*,

0,2 m oolithische Kalkmergel mit großen Exemplaren des *Macrocephalites macrocephalus* und *Belemnites canaliculatus*;

0,1 m harte oolithische Kalkbank mit *Rhynchonella triplicosa*;

0,3 m oolithische Mergel mit dem größten Reichtum an Macrocephalen:

1,3 m harte, spatige, innen blaue, äußerlich braun verwitternde Oolithbank mit *Parkinsonia Württembergica* und *bifurcata*

0,2 m oolithische Mergel mit Parkinsoniern aller Art, *Haploceras oolithicum*, *Rhynchonella franconica*; *Strigoceras Truelleri* u. a.; *Belemnites giganteus*, *Pholadomya Murchisoni*, *Waldheimia carinata*, *Ostrea cristagalli* und *edulisformis*;

0,85 m oolithische Tonmergel mit einer Fülle von *Terebratula perovalis* und Myaciten;

0,2 m Austerbank.

Hiernach schrumpft der ganze obere braune Jura auf 4,1 m zusammen, führt aber glücklicherweise einen Reichtum von Fossilien, welcher die Bopfingen Gegend von jeher zum beliebten Fundplatz für unsere Sammler gestempelt hat. Diese Reduktion der Schichten ist auf das Fehlen der Tone zurückzuführen, welche im Zentrum der Alb und im westlichen Teile eine große Rolle spielen, während hier nur die festen Bänke innerhalb der Tone als konstante Horizonte übrigblieben.

Im weißen Jura setzt sich das Profil des Braunenbergs bei Wasseralfingen fort. Zunächst finden wir α in dem regelrichtigsten Wechsel von Tonen und Zwischenbänken, von Kalk und Kalkmergeln abgelagert und, wo nicht der Albschutt die Gehänge des Steilrandes deckt, recht gut aufgeschlossen. *Terebratula impressa* fehlt nie, *Pentacrinus subteres*, *Belemnites hastatus* und die bekannte verkieste Ammonitenbrut. Den schönsten Aufschluß für α bot der Eisenbahnban, welcher den Stettberg bei Lauchheim in einer Kurve anschnitt und auf 30 m Höhe Weiß-Jura α vollkommen klar aufschloß. β erscheint in der Regel als die bekannte Steinmauer, die sich an den Steilrändern beteiligt, welche auf der Karte an den zwischen Lauchheim und Bopfingen vorgeschobenen Bergen aufs deutlichste zutage treten.

Über γ und δ ist wenig zu sagen: den schönsten Aufschluß hat wieder die Bahnstrecke am Eger-Ursprung bis zu dem malerischen Schenkenstein geboten; ebenso bietet die Kapfenburg und der Ip f die deutliche Aufeinanderfolge der Glieder. Im übrigen ist das Blatt dem Studium des normalen Schichtenbaus nicht mehr günstig, indem unversehens Störungen in alle Verhältnisse eingreifen. δ zeichnet sich durch seine Plattenstruktur sowohl als durch

sein rauheres Korn und die blaugraue Farbe im frischen Bruche aus und läßt sich oft nur schwer von den im Süden des Blattes liegenden Zetasplatten unterscheiden. Glücklicherweise kommen vielfach leitende Fossile zu Hilfe, wie Disaster, Belemniten, flexuose Ammoniten und kleine Maskenkrebse für δ , die Prosoponscheeren und glattschalige Bivalven für ζ .

Die reichste Entwicklung hat der obere weiße Jura gefunden. In ϵ wechselt Dolomit, Massenmarmor, Kiesel-marmor. An der oberen Grenze zu ζ hin füllt sich regelmäßig ein zuckerkörniger Marmor mit *Terebratula insignis*, *Ostrea hastellata* und den Resten von Cidariten und Kieselchwämmen. In der südwestlichen Ecke des Blattes am Weg zum Rotensol liegen *Apiocrinus* und *Cerriopora*.

Namentlich aber wird eben der südwestliche Teil mit der Umgebung von Groß- und Kleinkuchen, Steinweiler und Mittelhof zum Glanzpunkt des Grenzfeldes gegen ζ . Frische gelbe Kalkmergel von plattiger Struktur führen besonders schön *Waldheimia trilobata*, *Rhynchonella inconstans*, *triloboides*, *striocincta*, *strioplicata*, *Ostrea hastellata*, *Cidaritis trispinosus*, *Apiocrinus*-Stiele, *Cerriopora radiceformis*, Kiesel-spongien. Ein reizender Sammelplatz ist die Stelle, wo die „Römerstraße“ oberhalb des Kuchener Tals aus dem Walde tritt. Im Süden von Neresheim, wo von Auerndorf her das Seitental in das Eggetal mündet, dolomitisiert sich dieser Horizont und schlägt man aus einem rauen Gestein die Steinkerne der Brachiopoden, Cidariten und Apiocriniten heraus.

Den eigentlichen Typus einer Zetagegend aber bildet stets Neresheim mit seiner Umgebung. Diese bildet eine wahre Zetamulde, von den höheren waldigen Bergzügen des ϵ umrahmt. In der flachwelligen Mulde herrscht die lichte Farbe der hellen Platten und weißgelben Tone, die an den steilen wunden Stellen und an den Wegen das saftige Grün des jungen Feldes und der Bergwiesen umfassen; die wenigen kleinen Anhöhen innerhalb der Mulde sind mit Eichen, Birken und buschigem Niederholz bedeckt.

B. Die pleistocänen Bildungen.

In weiter Verbreitung lagern auf den anstehenden Schichten des Jura jüngere Oberflächengebilde, die teils von der Verwitterung des Untergrundes herrühren, teils aber angeschwemmt oder angeblasen sind.

1. Die **Bohnerztone** nehmen in unserem Gebiet keine bestimmte Stufe ein, denn es handelt sich hier nicht mehr um die primären oligozänen Bildungen, sondern um „verschwemmte“, d. h. sekundär umgelagerte Schichten, die sich teils in Spalten und Taschen des Epsilon, teils als flache Decken vorfinden. Die ersteren finden wir namentlich in der Umgebung von Unter-Riffingen und Dorfmerkingen, die letzteren in Kittwang und Badhauhe bei Großkuchen. In keiner dieser Ablagerungen wurden bisher tertiäre oder sonstige Säugetierreste aufgefunden.

2. Eine eigene Stellung nehmen die **feuerfesten Erden und Formsande** ein, welche im Zellerhau und Rotensol zwischen Großkuchen und Königsbrunn als Ausfüllung großer und tiefgreifender Taschen im Weißjura angetroffen werden und Gegenstand einer intensiven Ausbeutung waren. Jetzt sind die Gruben größtenteils verlassen, aber noch zeugen die mächtigen Bingen und Stollen von dem alten Abbau. Diese Vorkommnisse fanden in den Begleitworten zu Blatt Aalen (2. Aufl. 1912 S. 21) eine eingehende Besprechung und werden dort als verschwemmte Pliocänsande und Mergel angesprochen.

3. Eine ähnliche Stellung wie die Formsande auf der Alb nehmen im Liasvorland die Goldshöfer Sande ein, welche noch in die Nordwestecke unseres Blattes hereinreichen. Diese sind natürlich nur im Zusammenhang mit den westlichen Gebieten verständlich und sind dementsprechend in den Begleitworten zu Blatt Aalen (2. Aufl. S. 22/24) eingehend besprochen, so daß ich hierauf verweisen kann.

In einem gewissen Gegensatz zu den Goldshöfer Sanden steht eine kleine Ablagerung von Kies und Sand am Lauchheimer Tunnel, wo sie von den Massen „bunter Breccie“, die zweifellos aus dem Ries hertransportiert sind, überlagert wird. Während nämlich die echten Goldshöfer Sande sich durch den vollständigen Mangel an Kalkmaterial auszeichnen, haben wir hier vorwiegend Kalkgerölle, welche sich am Fuß des Königsbühl bis gegen Gromberg hin verfolgen lassen. Die Lage unter der bunten Breccie spricht für ein hohes geologisches Alter, denn diese muß mit der Riesbildung in der jüngeren Miocänzeit in Verbindung gebracht werden. Meiner Ansicht nach läßt sich diese Ablagerung am besten als ein Überrest verschwemmter mariner Kiese der mittelmiocänen Strandfacies entsprechend der Jura-Nagelfluh in anderen Gegenden der Alb deuten. Die Juragerölle stammen nicht aus der schwäbischen Alb, sondern entsprechen dem oberen Jurakalk jenseits des Rieses und stimmen überein mit demjenigen Material, das sich allenthalben in der basalen Facies der Überschiebungen findet und das BRANCO und FRAAS nach dem Vorkommen am Buchberg bei Bopfingen als Buchberg-Gerölle und Buchberg-Geschiebe (gekritzt) bezeichnet haben, und also verschleppte Überreste der marinen Juranagelfluhe ansprechen.

4. Echte Lössbildungen scheinen in unserem Gebiet zu fehlen, dagegen haben wir in großer Verbreitung Lehm, welcher teils als Verwitterungslehm, teils als verschwemmter Löss angesprochen werden kann. Das letztere gilt insbesondere für die mächtige Lehmdecke, welche den Riesessel erfüllt. Als typischer Deckenlehm, hervorgegangen aus der Verwitterung des oberen Weißjura, ist der Lehm mit Kieselknollen aufzufassen, welcher in weiter Verbreitung auf dem Weißjura Epsilon des Härtsfeldes lagert und im wesentlichen den dortigen Waldboden zusammensetzt. Der aufgelöste Weißjura-Kalk hinterläßt einen nahezu kalkfreien Lehm und in diesem stecken nun zuweilen in außerordentlicher Menge die harten Kieselknollen, welche ursprünglich im Kalkstein enthalten waren und nun bei der Verwitterung übriggeblieben. Von einem bestimmten geologischen Alter dieser Bildungen kann natürlich nicht gesprochen werden, da sie heute noch ebenso vor sich gehen wie in den diluvialen Zeiten. Der Lehm war auf der früheren Karte durch eigene Signatur ausgezeichnet, von welcher aber bei der Neuauflage abgesehen wurde.

5. Die Kalktuffe am Eger-Ursprung bei Aufhausen hat D. GEYER einer Untersuchung unterzogen und darin eine Schneckenfauna mit 34 Arten nachgewiesen, die mehr alluvialen als diluvialen Charakter trägt. Dasselbe gilt wohl auch von den Tuffbildungen bei Trochtelfingen.

6. Ein besonderes Interesse beanspruchen die Höhlenfunde in der Ofnet bei Utzmemmingen. Im zerklüfteten Weißjura des Himmelreichs befinden sich die beiden nahe beieinander liegenden Eingänge der Doppelhöhle, große und kleine Ofnet. O. FRAAS hatte hier schon 1875 und 1876 (Korrespondenzblatt für Anthropologie 1876 S. 57 und Württ. naturw. Jahresh. Bd. XXXIII 1877, S. 46) umfassende Ausgrabungen veranstaltet und reiches Material an Knochen, Zähnen und Feuersteinartefakten zutage gefördert. Der Naturwissenschaftl. Verein für Schwaben und Neuburg hielt 1901 eine Nachlese und ebenso wurde noch von verschiedener Seite in der Höhle gewühlt (SCHLOSSER, Beiträge z. Anthropologie und Urgeschichte Bayerns 1879, S. 198 und 1880, S. 46). In umfangreicher und systematischer Weise wurden die Untersuchungen 1907—1908 von Dr. R. R. SCHMIDT-Tübingen wiederaufgenommen und dabei nicht nur einige von den früheren Grabungen verschonte Stellen in der Höhle selbst, sondern vor allem auch die vor der Höhle liegenden Terrassen untersucht (R. R. SCHMIDT, Die vorgeschichtlichen Kulturen der Ofnet. Ber. d. naturw. Vereins für Schwaben und Neuburg, Augsburg 1908, S. 87 und R. R. SCHMIDT, Die diluviale Vorzeit Deutschlands 1913. Es gelang, nicht weniger als 7 Kulturschichten festzustellen, von welchen die 4 unteren der älteren Steinzeit angehören und in das jüngere Diluvium fallen. Neben den charakteristischen Feuersteinartefakten wurde eine reiche Tierfauna zutage gefördert, welche das von meinem Vater gegebene Bild vervollständigte. 60 % der Knochenreste gehörten dem Wildpferd an, dann folgten der Häufigkeit nach Hyäne, wollhaariges Nashorn, Riesenhirsch, Bär, Mammut und Wisent, während Wolf, Schwein, Esel, Renntier und Ur recht selten waren. Außerdem wurden von R. R. SCHMIDT in zwei Lagen Lemminge in großer Anzahl nachgewiesen. Den anthropologisch wichtigsten Fund machte SCHMIDT in einer Kulturschicht, die in den Übergang des Paläolithikums zur neueren Steinzeit verlegt wird: er fand nämlich im Höhleneingang 2 Schädelbegräbnisstätten, von welchen die eine 27 in Ocker eingebettete Schädel, die zweite 6 Schädel in gleicher Anordnung enthielt. Halsketten aus Hirschgrandeln und den bekannten Steinheimer tertiären Planorbiden, sowie Feuersteinlamellen waren die Beigaben. Die beiden obersten Schichten in der Höhle gehören der jüngeren Steinzeit und der Metallzeit an und führen über zur Gegenwart.

Für diese neueren Kulturperioden ist besonders der Goldberg und der Ipf von Bedeutung, welche beiden schon seit der neolithischen Zeit als befestigte Besiedelungen galten. Der Ipf mit seinen prächtigen Ringwällen und der Goldberg mit Befestigungen und Wohnstätten aus den verschiedenen Kulturperioden.

B. Die Lagerungsverhältnisse außerhalb des Rieses.

Unser Gebiet bildet die Fortsetzung der Schwäbischen Alb und ihres nördlichen Vorlandes und zeigt im Härtsfeld und in den Quellgebieten der Jagst und der beiden Sechten auch die gleiche wenig gestörte Lagerungsweise der sämtlichen Formationsglieder mit einem schwach gegen Süden geneigten Einfallen.

Die normale ungestörte Lagerung wird aber doch von einigen Unregelmäßigkeiten unterbrochen, welche mit größter Sorgfalt von DEFFNER und O. FRAAS in den früheren Begleitworten festgelegt und beschrieben wurden. Ich verweise zum Teil auf die dortigen Ausführungen, ohne dieselben jedoch vollständig wiederzugeben.

Es handelt sich bei diesen Störungen zunächst um das flache, aber umfangreiche, Senkungsfeld von Neresheim, dessen Grenzen ungefähr durch die Orte Auerndorf, Neresheim, Dorfmerkingen, Ebnathertal und Steinweiler umschrieben werden. Das Senkungsfeld ist zugleich bezeichnet durch die große Weißjura Zeta-Fläche und es liegt deshalb der Gedanke nahe, in ihr eine primäre Mulde der einstigen Jurariffe zu erblicken, in welchen

die Flachsee- und Lagunen-Absätze des abziehenden Jurameeres zum Niederschlag kamen. Mehrfache Beobachtungen rundlicher Schichtenstörungen, besonders an dem östlichen Muldenrand südlich von Neresheim, die Berechnung der Höhenlagen der einzelnen Horizonte und die hydrographischen Verhältnisse lassen es jedoch wahrscheinlich erscheinen, daß die große Zeta-Mulde zugleich ein tektonisches Senkungsfeld darstellt, ohne daß ich demselben jedoch, wie DEFFNER und O. FRAAS, eine Beziehung zu der Riesbildung zusprechen möchte.

Dasselbe gilt auch von dem flachen Senkungsgebiet zwischen den beiden Sechten, das sich im Albvorland ausbreitet und gekennzeichnet ist durch den weit nach Norden vorspringenden Abfall der Alb mit der Hochebene des Erbisberges und der steilen Pyramide des Hohenbaldern. Die Lagerungsverhältnisse sind jedoch keineswegs ganz geklärt und die Beobachtungen durch die Kultur derart erschwert, daß von einer scharfen Umgrenzung des Senkungsfeldes oder von dem Nachweis etwaiger Verwerfungen keine Rede sein kann. Dies muß einer späteren Neukartierung auf besserer topographischer Grundlage vorbehalten bleiben, und ich kann mich deshalb auch nicht auf die theoretischen Fragen, welche in den früheren Begleitworten eingehend behandelt sind, näher einlassen.

III. Das Ries und seine Randzone.

A. Der Schichtenaufbau.

Es ist nicht leicht, in der Beschreibung der verschiedenartigen Gebilde im Ries und seiner Randzone einen geordneten Gang einzuhalten, ohne zugleich die Bildungsgeschichte und die Lagerungsverhältnisse hereinzuziehen. Aber es entspricht der Anordnung der Begleitworte, wenn wir in erster Linie eine Klarlegung des Materiales selbst, dann der Lagerung und schließlich, wenn auch in beschränktem Maße, der mehr oder minder hypothetischen Auseinandersetzung über die Bildungsgeschichte geben. Immerhin mußte bei der Anordnung des Materiales einerseits das geologische Alter, andererseits die Bildungsgeschichte und Lagerung in Betracht gezogen werden, und wir haben dementsprechend zunächst das gehobene Grundgebirge und das vulkanische Explosionsmaterial, sodann die zur Seite geschobenen Gesteinstrümmer und schließlich die tertiären und jüngeren Beckengebilde zu betrachten.

1. Das Grundgebirge.

Von einem normalen Grundgebirge zu sprechen, würde nicht den Tatsachen entsprechen und in gewissem Sinne sogar verwirrend wirken, denn alles, was wir vom Grundgebirge im Ries finden, trägt so sehr den Charakter intensiver Pressung und Zertrümmerung, daß das Riesgestein einen neuen Typus angenommen hat, dessen Hauptcharakter die Trümmerstruktur ist. Selten gelingt es, größere Partien ein und desselben Materiales zu beobachten, sondern wir erscheinen Granite, Gneise, Diorite u. dergl. ineinandergepreßt. Dazu kommt noch eine hochgradige Verwitterung, infolge derer wir meist nur einen schmierigen Granitgrus oder eine Urgebirgsbreccie vor uns zu haben glauben, welche mit einem anstehenden Grundgebirge wenig gemein hat. Nur selten gelingt es, ein einigermaßen frisches und für die petrographische Untersuchung geeignetes Handstück zu schlagen. Unwillkürlich drängt sich uns der Gedanke auf, daß das Grundgebirge des Rieses starke Dislokationen durchgemacht hat und diese können, wie später noch ausgeführt wird, nur in einer intensiven Hebung begründet sein. Ein großer Teil der Gesteine des Grundgebirges ist überhaupt nur aus den in den jüngeren Tuffen eingeschlossenen Brocken festzustellen.

Es ist anzunehmen, daß der ganze evakuierte Rieskessel unter den jüngeren Oberflächengebilden das Grundgebirgsmaterial aufweist, aber nur äußerst selten bekommen wir diese Gesteine zu sehen. Eine Tiefbohrung an der Marienhöhe bei Nördlingen*) zeigte, daß der dortige „Riesgranit“ von Keupersandstein unterlagert war, sich also jedenfalls nicht mehr in ursprünglicher Lagerung befand. Auch hier zeigte das Urgebirge bis zur Tiefe von 48 m eine ausgesprochene Trümmerstruktur. Am häufigsten und besten können wir das Grundgebirge unter der Decke der tertiären Süßwasserbildungen an dem Fuß der isolierten Höhen innerhalb des Rieskessels und am Rande desselben beobachten. In unserem Kartengebiet sind bemerkenswert die Aufschlüsse zwischen Hünheim und Edern-

*) L. REUTER, Quell- und Grundwasser-Erschließungen (Geschäftsbericht des K. bayer. Wasserversorgungsbureaus für 1911 S. 20). W. KRANZ, Jahresbericht d. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. Bd. II Heft 1, 1912 S. 59.

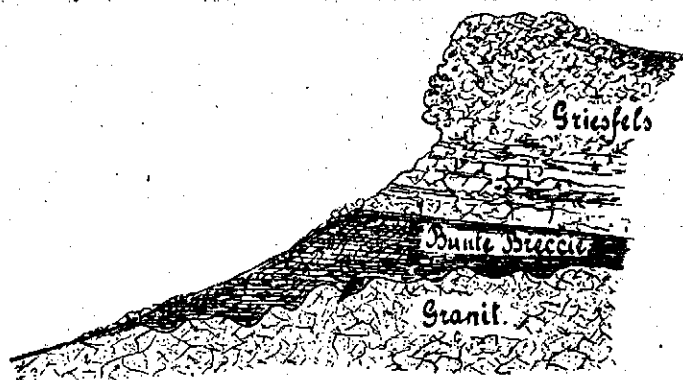


Fig. 1. Granit und bunte Breccie unter Schubdecke am Lachberg bei Hürnheim.

heim, Ringlesmühle bei Utzmemmingen und die Böschungen der Tertiärhöhen von Benzenzimmern, Munzingen und Marktoffingen. Verschleppte und versprengte Fetzen von Grundgebirge finden wir aber noch in weiter Umgebung rings um das Ries, und zwar stecken diese teils in der noch zu besprechenden „bunten Breccie“, teils in den vulkanischen Tuffen.

Eine Reihe interessanter petrographischer Untersuchungen*) beschäftigen sich mit der Natur des Grundgebirges und ihrer Beziehungen zu anderweitigen Vorkommnissen; insbesondere zu den Einschlüssen in den Tuffen der Uracher Alb und des Bayrischen Waldes. Eine vollständige Zusammenstellung mit genauer Literaturangabe finden wir in der Arbeit von

R. LÖFFLER, welcher die Grundgebirgsgesteine im Ries folgendermaßen gliedert:

1. Gneise, zum Teil wahrscheinlich Eruptivgneise.
 - a) Quarzreiche, glimmerarme Gneise.
 - b) Glimmerreiche Gneise.
 - c) Hornblendeführende Gneise (Amphibol- oder Dioritgneise).
 - d) Plagioklasamphibolite (Dioritschiefer).
2. Granite und Granitite.
3. Diorite und Gabbro.
4. Ganggesteine der Granitgruppe (Augitminette vom Wenneberg, Aplite und Pegmatite, Syenitporphyr bei Hürnheim).
5. Sedimentgneise und kristalline Schiefer. (Unter diesen besonders wichtig die Granatgneise, welche im NW. des Rieses bei Wilfingen, Zipplingen u. a. O. in graphitführende Granatcordierit- und Granatcordieritsillimanitgneise übergehen. Die letzteren werden als metamorphisch veränderte kristallinische Schiefer aufgefaßt und als Vindelicite und Risgovite bezeichnet.)

Aus dem räumlichen Vorherrschen des einen oder anderen Gesteinstypus versucht LÖFFLER ein Bild von der ehemaligen Verknüpfung der Grundgebirgsgesteine zu rekonstruieren, wobei wir uns aber vergegenwärtigen müssen, daß der Zusammenhang des Grundgebirges durch die späteren Vorgänge bei der Riesbildung vollständig zerrissen und zertrümmert wurde. In den Hügelgruppen, die sich ins Ries hineinziehen (Stoffelsberg, Adlerberg, Hahneberg, Spitzberg und Wenneberg) finden wir Eruptivgneise bzw. Dioritschiefer und Granite bzw. Granitite und Diorite. Dieselben Gesteine beherrschen ebenso den Westrand des Rieses und finden sich in charakteristischer Weise auch in den bunten Breccien auf der Alb zwischen Küssingen und Unterriffingen. Ebenso finden wir die für den südlichen Teil des Rieses charakteristischen rötlichen normalen Granitite weit in die südliche Vorieszone hinüberreichend. Im Norden schließt sich an die Granite von Benzenzimmern, Munzingen und Marktoffingen die Zone der metamorphischen Gneise und Schiefer an, welche besonders aus den vulkanischen Tuffen von Zipplingen, Wilfingen und Maihingen bekannt geworden sind.

Dieses metamorphische Schiefermaterial ist wegen seiner Eigenart besonders geeignet zu einer Vergleichung mit anderen Grundgebirgsgebieten, wobei wir eine vielseitige Übereinstimmung mit den Grundgebirgsgesteinen aus dem Uracher Vulkangebiet einerseits und dem entsprechenden Material aus dem bayrischen Wald finden. Es gewinnt dadurch die Ansicht von der ehemaligen Existenz eines alten vindelicischen Gebirges sehr an Wahrscheinlichkeit, das den Schwarzwald mit dem bayrischen Wald verband.

*) Ältere Literatur: C. DEFFNER, Granite in den vulkanischen Tuffen der Schwäbischen Alb (Württ. naturw. Jahresh. Bd. XXIX. 1873 S. 121). DEFFNER und O. FRAAS, Begleitworte zum Atlasblatt Bopfingen. 1. Aufl. 1877. W. GÜMBEL, Erläuterungen zum geognostischen Atlasblatt Nördlingen. 1889. W. GÜMBEL, Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. 4. Abt. Die fränkische Alb. 1891 S. 206. — Neuere Literatur: E. SCHWALTER, Chemisch-geologische Studien im vulkanischen Ries bei Nördlingen. Erlangen 1904. R. OBERDORFER, Die vulkanischen Tuffe des Rieses bei Nördlingen (Württ. naturw. Jahresh. Bd. 61. Jahrg. 1905 S. 1). H. SCHWARZ, Über die Auswürflinge von kristallinen Schiefen und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb (Württ. naturw. Jahresh. 61. Jahrg. 1905 S. 227). R. LÖFFLER, Die Zusammensetzung des Grundgebirges im Ries. (Württ. naturw. Jahresh. 68. Jahrg. 1912 S. 107).

2. Die vulkanischen Tuffe.

(R. OBERDÖRFER, Württ. naturw. Jahresh. 61. Jahrg. 1905 S. 1.)

Die vulkanischen Explosionsmassen, welche sich in großer Anzahl am Riesrand vorfinden, stehen in enger Beziehung zu dem Grundgebirge, und zwar nicht nur deshalb, weil sie eine Menge von Grundgebirgsmaterial eingeschlossen haben, sondern weil ihre Grundmasse selbst durch Einschmelzung von Grundgebirgsmaterial umgestaltet und daraus gewissermaßen hervorgegangen ist.

Auffallend ist zunächst, daß die Tuffvorkommnisse niemals in Gestalt von Bergen und Kegeln auftreten, sondern daß sie sich landschaftlich in keiner Weise von der Umgebung abheben. Dies ist darauf zurückzuführen, daß es wohl überhaupt nicht zu einer großen Auswurfsmasse kam, oder daß diese aus so lockerem Material bestand so daß sie rasch der Verwitterung und Abwaschung anheimfiel. Fehlen daher künstliche Aufschlüsse, so ist die Auffindung der Explosionspunkte ungemein schwierig und noch manches Vorkommnis mag bis jetzt versteckt geblieben sein. Am mächtigsten sind die Tuffe in der Vorrieszone entwickelt und von diesen fallen die Vorkommnisse von Aufhausen, Hofen*) und zum Teil von Amerdingen auf unser Atlasblatt. Dann folgen die kleinen Punkte bei Christgarten und die zahlreichen Stellen zwischen Ebernheim und Utzmemmingen, deren wichtigste der altberühmte Steinbruch der Altenburg ist, aus welchem das Material für die Kirche von Nördlingen stammt. Hierher gehört ferner der Reitersbuck, die Ringlesmühle und ein Steinbruch bei Utzmemmingen. Jenseits der Eger haben wir einen schönen Tuffsteinbruch am Goldberg und den durch seine schönen Lavafladen**) bekannten Aufschluß am Heerhof. Weiterhin finden wir ein kleines Vorkommnis am Kreuthof und schließlich als nördlichsten Punkt die Zipplinger Höhe.

Ein Zusammenhang der Explosionsstellen mit der Tektonik ist nicht festzustellen, denn der Nachweis der in den alten Begleitworten aufgestellten tektonischen Achsen resp. Spaltungslinien ist nicht durchzuführen. Man kann nur im allgemeinen feststellen, daß die Eruptionen in der Nähe des Bruchrandes gegen das Ries, aber noch innerhalb der Randzone auftreten, ohne jedoch von sichtbaren Bruchlinien beeinflusst zu sein. Allerdings ist nicht zu leugnen, daß einzelne der Eruptionspunkte im Gebiete intensiver Dislokationen liegen, die wir aber auf Schubmassen vom Ries her zurückführen. Ebenso ist die Verbindung einzelner Tuffvorkommnisse wie derjenigen von Zipplingen, am Kreuthof und bei Christgarten mit bunter Breccie oder, wie an der Ringlesmühle und bei Hürnheim, mit Grundgebirge, zu beachten. Der Gedanke liegt nahe, daß in diesem Falle die bunten Breccien resp. das Grundgebirge durch die Eruptionen der Tuffe mit emporgerissen worden seien.

Die petrographische Beschaffenheit der Riestuffe wird von OBERDÖRFER eingehend behandelt und zeigt uns zunächst, daß wir die alten Bezeichnungen Trachyt (O. FRAAS und DEFFNER) und Liparit (GÜMBEL) nicht anwenden dürfen, da es sich um wesentlich andere Gesteinstypen handelt. Da aber zurzeit noch kein endgültig begründeter Name für diese Tuffe existiert, so möchte ich den von A. SAUER vorgeschlagenen Namen „Suevit“ einführen, der das Gestein nach seinem auf Schwaben beschränkten Vorkommen charakterisiert***).

*) K. ENDRIS, Geologische Untersuchung des vulkanischen Tuffvorkommens in der oberen Heid bei Osterhofen auf dem Härtsfeld. Ber. d. Oberrhein. Geol. Ver. 1903.

**) O. FRAAS, Beobachtungen an den vulkanischen Auswürflingen im Ries (Württ. naturw. Jahresh. 40. Jahrg. 1884 S. 41).

***). Die Hauptmasse der vulkanischen Riestuffe besteht aus großen vulkanischen Projektilen, bis kopfgroßen Wurfgeschlacken, fladenartig-strickförmig gedrehten Bomben, sowie kleinern und kleinsten Lapilli bis zum Staub herab, aber die größeren Auswürflinge herrschen in der Regel vor. Dazu kommt noch Fremdmaterial verschiedenster Größe, große und kleine Brocken von gefritteten, deutlich an- und umgeschmolzenen, selbst im Innern der großen Brocken deutlich angeschmolzenen Graniten, Gneisen und anderen kristallinen Gesteinen, während das eingeschlossene mesozoische Sedimentmaterial nur Hitzespuren, aber keine Einschmelzung wahrnehmen läßt. Alles findet sich in regelloser Durchmischung in den Tuffen beieinander. Wahrscheinlich erfuhren diese schon gleich bei ihrer Ablagerung eine gewisse Verfestigung, sicherlich nachträglich eine weitgehende Verkittung, später wieder eine tiefgreifende Zersetzung.

Die als festere Bestandmassen bei der Verwitterung sich herauslösenden Wurfgeschlacken zeigen auf frischer Bruchfläche eine glase Beschaffenheit, oft feinschlierige, hell- und dunkelfarbige (eutaxitische) Streifung und sind kompakt, teils blasig, selbst schaumig.

Auf Grund der chemischen Zusammensetzung stellte GÜMBEL die Riest Schlacken zu den Lipariten, C. DEFFNER und O. FRAAS nannten sie Trachyte, E. FRAAS und W. BRANCO wiederum Liparite. Aus den Untersuchungen des Unterzeichneten (Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde 1901) und denjenigen OBERDÖRFERS (ebenda 1905) ergab sich dagegen, daß diese weder zu den Lipariten noch zu den Trachyten gehören, überhaupt keine reinen, einheitlichen Erstarrungsgesteine darstellen, sondern Mischgesteine, die hervorgegangen sind aus massenhafter Einschmelzung älteren, vorwiegend granitisch-gneisartigen Materials durch einen dunkeln basischen Schmelzfluß von jedenfalls basaltischem Charakter. Sie stellen damit den einzigartigen Fall einer regionalen Einschmelzung dar, ja einer Art Aufschmelzung mit inniger, gegenseitiger Durchdringung zwischen Schmelzfluß und Nebengestein, über weite Erstreckung hin, denn sämtliche Eruptionspunkte im Ries die zutage gehend beobachtet werden können, zeigen dieselbe Beschaffenheit und mikroskopisch das vollkommen gleiche Bild. So wird dieses Mischgestein für das vulkanische Ries zu einem Typus, den ich im Hinblick auf sein Verbreitungsgebiet im Schwäbischen Ries „Suevit“ nennen möchte.

Nirgends im Ries sind zusammenhängende Lavamassen, sondern nur Tuffe zu finden, denn auch das von KNEBEL (Zeitschrift der Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. 55, 1903, S. 23) beschriebene Vorkommnis von Ammerbach bei Wemding erwies sich nur als ein reichlich mit Bomben erfüllter Tuff. In dem Material der Tuffe haben wir einerseits eine glasige Auswurfmasse und andererseits mitgerissene Bruchstücke kristallinischer und sedimentärer Gesteine zu unterscheiden.

Die Grundmasse der Tuffe ist zwar meistens stark verwittert, läßt aber bei einigermaßen frischem Material unter dem Mikroskop eine gelbgrüne isotrope Glasmasse erkennen, in welcher mehr oder weniger vorherrschend Splitter von Quarz, Feldspat, Glimmer, Hornblende und Granat stecken. Das Ganze bildet keinen einheitlichen Fluß, sondern eine Anhäufung kleiner Kügelchen und Fetzen, die zuweilen (Hohlheim und Altenbürg) durch Kalkspat verkittet sind.

Die glasigen Auswurfmassen finden sich in der Form von Schlacken, Bomben oder Fladen in jeder Größe, vom kleinsten Glassplitter bis zu mehr als kopfgroßen Bomben und ebenso von verschiedenartigstem Aussehen. So zeigt sich das Glas bei Zipplingen schwarz glänzend und porös wie Bimsstein, an der Ringlesmühle grau violett, bei Utzmenningen, Heerhof und Altenbürg von grauer Färbung, anderorts rötlich und grünlich. Im wesentlichen handelt es sich um verschiedenfarbig gefärbte vulkanische Gläser mit zahlreichen Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen, die auf Einwirkung von Wasserdampf bei der Eruption schließen lassen. Auch sie sind gespickt mit Einschlüssen von kristallinen Gesteinen, die in dem Glasfluß eine weitgehende Veränderung erfahren haben. Diese Veränderung bestand in einer Einschmelzung, und es ist begreiflich, daß durch die Resorption der kieselstaurereichen granitischen Gesteine die ursprünglich basische Natur der Eruptivmasse verlorenging und eine so große Anreicherung von Kieselsäure bekam, daß es sich nun als ein saures, den Lipariten und Daciten in Beziehung auf SiO_2 -Gehalt nahestehendes Gestein darstellt. Diese zuerst von A. SAUER (Württ. naturw. Jahresh. 1901, S. LXXXVIII) ausgesprochene Ansicht wird durch die Untersuchungen OBERDORFERS voll bestätigt und deckt sich in gewisser Hinsicht mit der Anschauung von DEFFNER und O. FRAAS, welche die Gläser der Riestuffe geradezu als Umschmelzungsprodukte von granitischem Gestein erklärten. Die chemische Analyse ergibt nach OBERDORFER folgende Werte:

	Zipplingen	Ringlesmühle	Heerhof
SiO_2	63,84	64,12	65,49
TiO_2	0,80	0,89	0,77
Al_2O_3	13,51	14,09	12,63
Fe_2O_3	0,79	5,63	2,68
FeO	3,75	—	2,64
CaO	4,11	4,53	4,63
MgO	2,65	3,09	2,51
K_2O	3,55	1,93	3,18
Na_2O	5,10	4,22	3,63
P_2O_5	Spur	0,35	Spur
H_2O (Glühverlust)	2,81	1,68	1,31
	100,91	100,53	99,47

Die mikroskopische Untersuchung des Suevit liefert interessante Einzelheiten, die über die Vorgänge bei der Einschmelzung und Eruption einiges Licht zu verbreiten vermögen. Der für das unbewaffnete Auge scheinbar einheitliche glasige Suevit strotzt bei mikroskopischer Untersuchung im Dünnschliff von fremden Einschlüssen, hauptsächlich von winzigsten, aus der Zerspratzung von Granit und Gneis hervorgegangenen Körnern von Quarz und Feldspat, deren Einschmelzung in dem dunkeln basischen Schmelzfluß die hellen Schlieren im braunen Glase erzeugte und in allen möglichen Abstufungen zu verfolgen ist. Die Temperatur des Magmas muß die Schmelztemperatur des Quarzes besessen haben (etwa 1500°), da sich die gleichen Schmelzwirkungen an den einzelnen Quarzkörnchen, wie auch im Innern größerer Granit- und Gneisbrocken erkennen lassen. Daneben ist es auffällig, daß Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle, die nach ihrem Verhalten bei Erwärmung des Schliffes als Wasser zu deuten sind, auffällig häufig im Suevitglas auftreten, was auch durch den ziemlich hohen Wassergehalt (bis nahe 3%) des Suevitglases nach den quantitativen Analysen OBERDORFERS bestätigt wird. Also muß das zum Ausbruch gelangende Magma reichlich mit Wasserdampf durchtränkt gewesen sein, was aber mit der vorhergehenden Annahme einer so hohen Schmelztemperatur nicht recht passen will, da wir wissen, daß die Beimischung von Wasserdampf die Schmelztemperatur eines Magmas erheblich herabzudrücken vermag. Um diesen Widerspruch zu lösen, könnte man sich vorstellen, daß das Wasser erst kurz vor der Eruption zum Magma gelangte und zugleich dessen explosionsartigen Ausbruch bedingte, während die vorausgehende Einschmelzung und die sehr vollständige und gleichartige Vermischung des Magmas mit zerspratztem kristallinen Nebengestein eine langandauernde Berührung des letzteren mit ersterem oder mit andern Worten ein sehr langsames Aufsteigen dieses voraussetzt. Die dem Tuffe beigemengten Fetzen von Keuper und Jura material wurden dagegen erst im letzten Augenblicke der Eruption mitgerissen, ohne von dem Schmelzfluß eingehüllt zu werden, und daher nur unerheblich von Hitzeeinwirkungen betroffen.

A. SAUER.

Da die bei der Einschmelzung in Betracht kommenden Gesteine hauptsächlich Granite und Gneise sind mit einem SiO_2 -Gehalt von 70—74 %, so kann als Grundmagma nur ein basaltisches Gestein vom Typus der Uracher und Hegau-Basalte angenommen werden.

Die Einschlüsse, soweit sie nicht in der glasigen Grundmasse aufgearbeitet sind, bestehen aus eckigen Brocken und Splintern, welche teils den bereits erwähnten kristallinen Riesgesteinen (Gneise, Granite und Hornblende-Gesteine) angehören, teils aber auch jüngeren Sedimentgesteinen. Die Beteiligung der letzteren ist je nach der Lage der Vulkanpunkte verschieden. So finden sich in dem Suevit von Zipplingen Keupertone, Stubensandstein, Braunjura α und β , dagegen fehlen die höheren Stufen des Braunjura und der ganze weiße Jura. Im Heerhof scheinen die Sedimente ganz zu fehlen, in der Altenbürg kommen außer kristallinen Gesteinen Keuper, Lias und Braunjura, besonders zahlreich aber Weißjura vor; insbesondere fallen dort die großen, graugebrannten Blöcke von vergriestem Weißjura auf. In Utzmemmingen haben wir außerordentlich viel kristallinisches Material, dagegen nur wenig Sedimente. Hierdurch bekommen die einzelnen Vorkommnisse ihr bestimmtes Gepräge, und es ist die verschiedenartige Führung von Sedimenten wohl darauf zurückzuführen, daß die Eruptionen in der Nähe des Rieses ein von Sedimenten evakuiertes Gebiet vorfanden, ebenso wie wir annehmen müssen, daß auch schon damals der Rand der Alb eine tiefgreifende Abtragung erfahren hatte, so daß deren Oberfläche der heutigen ähnlich war.

3. Die bunte Breccie.

Die zutreffende Bezeichnung „bunte Breccie“ für das Gewirr verschiedenartigster, meist buntgefärbter Gesteine stammt von GÜMBEL; DEFFNER bezeichnet es als „Neokeuper“, O. FRAAS in den alten Begleitworten als „tertiäres Keupergebäck“. Eine eingehende Beschreibung des Materiales und der Lagerung findet sich bei BRANCO und E. FRAAS („Das vulkanische Ries bei Nördlingen“, 1901, S. 127 u. ff.) und eine Reihe späterer Arbeiten behandeln die Vorkommnisse der bunten Breccie, namentlich in den südlichen Randgebieten des Rieses, wo sie ungeheuer mächtig ausgebildet und an der Bahnlinie von Donauwörth nach Kreuzlingen bei Ebermergen, Fünfstetten und Weilheim großartig aufgeschlossen waren*).

Es handelt sich um ein zerrüttetes und gequältes Gebirge, in welchem rote und gelbliche, schlierenartig ineinandergeknietete Massen von Keuper den Grundton angeben. In dieser Grundmasse, wenn wir sie so bezeichnen wollen, stecken Stücke von Stubensandstein, blauen Juratonen, roten Sandsteinen aus Braunbeta und Deltakalke, außerdem Granit und andere Grundgebirgsgesteine. Jüngere Sedimente, insbesondere Weißjura und Tertiär, treten in den bunten Breccien im Ries und am Riesrand zurück, wurden aber in den geschobenen Breccien bei Weilheim**) und Wemding***), ebenso wie im Lauchheimer Tunnelleinschnitt (s. S. 19) beobachtet und eingehend untersucht.

Im Ries und am inneren Riesrand lagert die bunte Breccie stets auf dem Granit (Fig. 1) und ist innig mit dessen Oberfläche verbunden, indem sie alle Unebenheiten und Vertiefungen desselben ausfüllt. Stellen sich keine Schubdecken ein, so wird die bunte Breccie von tertiären Süßwasserkalken direkt überlagert. Dies scheint ein gewisses Normalprofil im Ries darzustellen, aus dem hervorgeht, daß die bunte Breccie nach der Rieskatastrophe vielfach die Oberfläche des evakuierten Kessels bildete, auf welcher nun die jüngeren tertiären Absätze zur Ablagerung



Fig. 2. Suevittuff mit angelagerter bunter Breccie Zipplinger Höhe.

*) L. VON AMMON, Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth-Treuchtlinger Linie (Geogn. Jahresh., 1903, S. 145). L. VON AMMON, Die Scheuerfläche von Weilheim in Schwaben (Geogn. Jahresh., 1905, S. 153). W. BRANCO und E. FRAAS, Die Lagerungsverhältnisse bunter Breccie an der Bahnlinie Donauwörth-Treuchtlingen und ihre Bedeutung für das Riesproblem (Abh. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. vom Jahre 1907).

**) E. SCHÜTZE, in obiger Arbeit von BRANCO und E. FRAAS, S. 15.

***) C. JOOSS, Alttertiäre Land- und Süßwasserschnecken aus dem Ries (Württ. naturw. Jahresh. 1912, S. 159).

kamen. Zwischen Herkheim und Hürnheim aber, ebenso wie an der Straße vom Lachberg nach Christgarten ist die bunte Breccie von einer geschobenen und gepreßten Weißjura-Decke überlagert als deutlicher Beweis, daß die Bewegungen auch noch nach deren Bildung stattfanden.

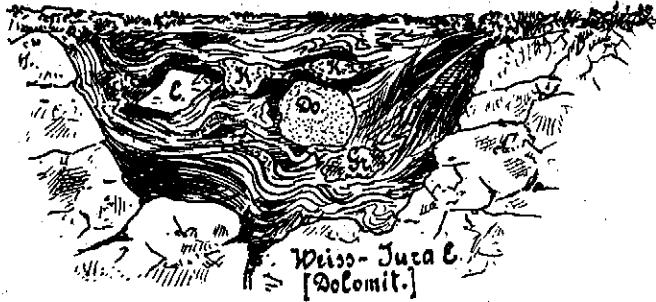


Fig. 3. Tasche in E-Dolomit mit bunter Breccie gefüllt bei Ohmenheim.

Zusammenhang mit der Explosion der Tuffe stehen. Dabei ist aber hervorzuheben, daß die bunte Breccie weder im Ries noch hier vulkanisches Material führt oder direkte Kontakterscheinungen erkennen läßt. In allen Fällen scheint es sich um eine vom Wasser schlammartig zusammengeknetet und verbackene Masse zu handeln. Das Material dieser bunten Breccie bei den Explosionspunkten setzt sich zwar ziemlich gleichartig zusammen, wie dasjenige auf den Riesgraniten, aber die Struktur ist doch etwas verschieden. Die Keupergrundmasse tritt zurück und ebenso fehlen die großen Schollen und Fetzen von Sandstein und Ton, so daß wir das Bild einer echten, ziemlich kleinbrockigen Breccie vor uns haben, in welcher aber stets die aus der Tiefe stammenden Gesteine des Urgbirges, Keupers, Lias und unterem Dogger einen Hauptanteil nehmen.

Die bunte Breccie auf der Hochfläche der Alb bildet wieder einen Typus für sich. Auf unserem Atlasblatt finden wir freilich nur noch einzelne kleine isolierte Vorkommnisse bei Weilermerkingen, Ohmenheim (Fig. 3) und vor allem in der ganzen Umgebung von Kössingen*). Es sind offenbar die letzten Überreste einer mehr oder minder zusammenhängenden, aber jetzt abgewaschenen Decke, die die ganze Hochfläche der dortigen Alb bedeckte und namentlich gegen Süden nach dem Vorries zu an Mächtigkeit zunahm. Die Aufschlüsse gleichen sich alle außerordentlich. In Taschen und Mulden des mehr oder minder stark zerrütteten, aber anstehenden Weißjura s finden wir eine Schuttmasse, welche im wirren Gemische Einschlüsse von Weißjurakalk, Keuperton, altkristalline Gesteine, Bohnerzton und namentlich auch Braunjura s erkennen lassen. In den Aufsammlungen von Pfarrer BEER aus der nächsten Umgebung von Kössingen wurde neben den obengenannten Gesteinen auch Opalinuston und Liasfetzen und außerdem zahlreiche Kieselknauer aus dem oberen weißen Jura festgestellt, besonders interessant war aber die ziemlich reichliche Beteiligung von gekritzten sog. „Buchberggeröllen“, welche wir als die Reste der verschleppten tertiären Juranagelfluhe (s. S. 11) angesprochen haben. Wenn sich auch bei diesen Ablagerungen eine Klärung der Entstehung nicht in unzweideutiger Weise geben läßt, so ist doch soviel sicher, daß es sich um ein Material handelt, das aus dem Ries stammt und weder durch Wasser noch durch Eis auf diese nahezu 200 m höher gelegenen Gebiete verfrachtet werden konnte. Daß es die Überreste größerer Schollen wären, die durch Pressung nach oben kamen, ist auch nicht ohne weiteres anzunehmen, denn es fehlt die für diese Schollenbewegung charakteristische Schrammung des Untergrundes und auch die Dünne der Decke spricht gegen eine derartige Bewegung. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß wir hier an ausgeschleuderte Explosivmassen zu denken haben, die entweder aus dem Ries selbst oder aus den benachbarten Eruptionspunkten der Suevite stammen und die später vielleicht noch verschwemmt und ausgebreitet wurden.

Eine Ablagerung für sich ist die bunte Breccie des Bildwasens am Lauchheimer Tunnel**). Sie trägt sowohl bezüglich der Lagerung wie der Zusammensetzung des Materiales einen so eigenartigen Charakter, daß wir sie nicht ohne weiteres mit den übrigen Bildungen vereinigen können, und verdient eine genauere Besprechung.

*) Die Einträge auf der Karte über die Verbreitung der bunten Breccie bei Kössingen verdanken wir besonders Herrn Pfarrer BEER, der seine Aufnahmen bei Gelegenheit von Grabarbeiten im Jahr 1903 machte und in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte.

**) O. FRAAS, Der Lauchheimer Eisenbahntunnel. Württ. naturw. Jahresh., XX, 1864, S. 83. C. DEFFNER, Der Buchberg. Württ. naturw. Jahresh., XXVI, 1870, S. 118. O. FRAAS, Begleitworte zum Atlasblatt Bopfingen. 1877, S. 19. Derselbe, Geogn. Profilierung der württ. Eisenb., 3. Lief., Nr. 5, S. 7 u. ff. E. KOKEN, Geolog. Studien. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.Bd. XII, 1899, S. 486. BRANCO und E. FRAAS, Das vulkanische Ries etc. Abb. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss., 1901, S. 135 u. ff.

Außer diesen Bildungen im Riesinnern finden wir die bunte Breccie in enger Verbindung mit den Explosionspunkten der Suevite. Besonders lehrreich sind hierfür die Lokalitäten Zipplingen, Kreuthof, Heerhof, der Rotenberg zwischen Trochelfingen und Ringlesmühle und der Vulkanpunkt nördlich Christgarten. Besonders bei den guten Aufschlüssen der beiden erstgenannten Plätze bekommen wir den Eindruck, als ob hier die bunte Breccie gewissermaßen einen Tuffmantel bilde, in welchem die Suevite eingeschlossen sind und daß sie jedenfalls in innigstem genetischen

Der Bildwasen, 580,9 m ü. M. und 12 km vom Riesrande bei Pfaumloch entfernt, bildet die mitteleuropäische Wasserscheide zwischen dem Rhein- und Donaugebiet und wird von dem 573 m langen Lauchheimer Tunnel der Linie Stuttgart—Nördlingen durchschnitten. Die Aufschlüsse liegen am westlichen und östlichen Bohreinschnitt und müssen zur Zeit des Bahnbaus einen großartigen Eindruck gemacht haben, dessen Schilderung wir O. FRAAS (1864) verdanken. In zuvorkommender Weise wurden auch 1901 von der K. Eisenbahnverwaltung die Böschungen wieder angeschnitten, so daß es auch mir und anderen Geologen ermöglicht war, durch eigene Anschauung ein Bild zu gewinnen. Der anstehende Untergrund wird von leicht gegen SO. geneigtem unteren weißen Jura gebildet, welcher den Kern des Höhenrückens zusammensetzt. Die Grenze α/β liegt in der Mitte des Tunnels bei 560,65. An diesen Jurarücken ist die bunte Breccie in einer Mächtigkeit von gegen 40 m auf beiden Seiten angelagert. Die Anlagerung ist leider nicht mehr sichtbar, da sie innerhalb des Tunnels liegt, aber nach den Darstellungen von DEFFNER stellte sich im Schacht I an der Westseite zwischen Breccie und anstehendem Jura eine Lage von Weißjura-Schuttgebirge ein, das auch auf der Höhe des Bildwasens ausstreicht. Dort finden wir außerdem schöne, reine Sande mit Feuersteinen und sog. Buchberggeröllen, die sich offenbar auf der Westseite hinabziehen und in dem dortigen Voreinschnitt zwischen Breccie und Jura eingelagert sind. Sie lassen sich, wie schon S. 11 ausgeführt, an dem Gehänge gegen Gromberg verfolgen, wobei der Sand größtenteils ausgeschwemmt wird, so daß wir im wesentlichen nur obere Weißjura-Gerölle vor uns haben, die im Unterschied von den Goldshüfer Sanden ca. 90 % Kalkstein aufweisen und als Überreste der tertiären Juranagelfluhe gedeutet wurden (Fig. 4).

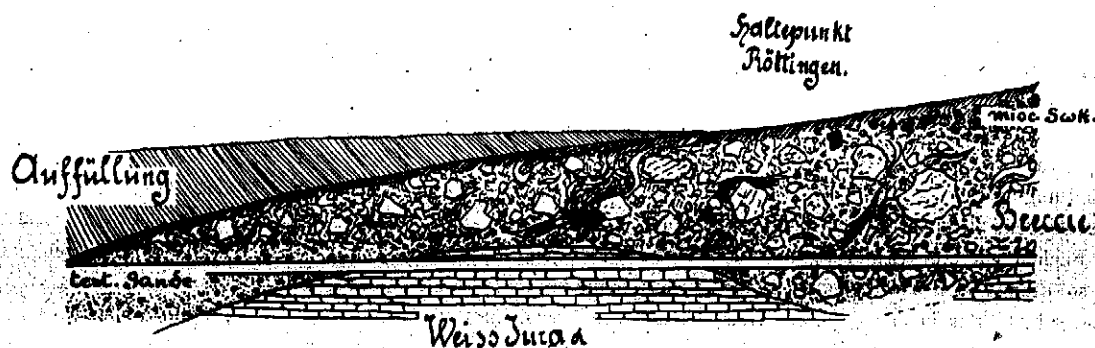


Fig. 4. Bunte Breccie, Westseite des Lauchheimer Tunnels.

Infolge einer Schichtenstörung tritt 60 m vor dem östlichen Tunnelportal plötzlich Weißjura β in annähernd horizontaler, aber stark zerrütteter Lagerung zutage. Etwa in halber Höhe der Böschung ist der Weißjura β wie abgeschnitten und von bunter Breccie überlagert. Die ganze Oberfläche des Weißjura ist prachtvoll geglättet und geschrammt, wobei die Hauptschrammen von Ost nach West verlaufen, während ein zweites N. 35° W. verlaufendes System von Kratzern stark zurücktritt. Auch hier finden wir Sande mit Buchberggeröllen



Fig. 5. Bunte Breccie, Ostseite des Lauchheimer Tunnels.

in allen Spalten und Taschen des Weißjura, und zwar in den größeren Taschen mit fester Nagelfuße verhärtet, die nun ebenso wie der Jura oberflächlich geglättet und geschrammt ist, ein deutlicher Beweis, daß diese Ablagerung schon vor der Überschiebung vorhanden war (Fig. 5).

Die Schubmasse selbst trägt einen erdigen, schmutzigen Charakter und ist viel mehr durchgearbeitet und verwittert, als wir es sonst bei der bunten Breccie beobachten. Von oben bis unten steckt sie voll kleiner eckiger Stücke der verschiedenartigsten Gesteine, dazwischen Brocken und riesige Blöcke, die nach DEFFNER und O. FRAAS mehrere tausend Kubikmeter umfassen sollten und aus Granit, Diorit, Griesfels und Tertiärkalk bestanden. Was aber diese Schubmasse weiterhin auszeichnet, ist die Beteiligung von gekritzten Buchberggeschieben, tertiären Pisolithkalken, Bohnerzletten, Braunkohlen und jüngeren miozänen Süßwasserkalken. Die letzteren waren vielmumstritten, wurden aber in diesem Sommer infolge einer Rutschung am westlichen Tunnelende in großer Masse bloßgelegt und lieferten eine reiche Ausbeute an Landschnecken. Sie staken aber nicht in der bunten Breccie selbst, sondern bildeten eine Anhäufung von Brocken am Oberrande der Böschung über der Breccie. Von den leider nur als Steinkern erhaltenen Schnecken wurden folgende Arten bestimmt:

- Helix (Macularia) platychelodes* Sdbg.,
- Helix (Macularia)* Gruppe der *Silvana* Kl.,
- Helix Campylaea inflexa* Kl.,
- Archaeozonites costatus* Sdbg.,
- Clausilia (Triptychia) grandis* Kl.,
- Limnaeus cf. dilatatus* Kl.

An dem obermiozänen Charakter dieser Kalke ist demnach wohl kaum zu zweifeln, aber es kann diese Ablagerung auch auf eine Verrutschung am Gehänge von einem jetzt erodierten Vorkommen zurückgeführt werden.

Fassen wir die Eigentümlichkeiten der Lauchheimer Breccie zusammen, so haben wir folgendes zu beachten: Unterlagerung von Sanden mit Buchberggeröllen, Schrammung des Untergrundes auf der Überschiebungsfläche, starke Anfarbeitung und Verwitterung der Grundmasse, dazwischen aber riesige Blöcke und Schollen, Beteiligung von Buchberggeschieben, alttertiären Gebilden, vielleicht auch von obermiozänem Süßwasserkalk.

Suchen wir eine Erklärung für die Bildung dieser bunten Breccie, welche allen diesen Eigenschaften gerecht wird, so drängt sich zweifelsohne zunächst der Gedanke an glaziale Bildung auf, der auch von DEFFNER und O. FRAAS (aber nur in den Begleitworten), ebenso wie von E. KOKEN vertreten wurde. Dagegen spricht aber zunächst die Höhenlage von rund 150 m über dem Ries, aus welchem das Material stammt, ebenso wie die Größe der Schollen und Brocken innerhalb der Grundmasse. Ein Gletscher schafft nicht so bergauf und transportiert keine derartigen Schollen und Blöcke von verwittertem weichen und selbst tonigem Material in seiner Moräne. Ein explosiver Charakter, wie bei den mit den Sueviten verbundenen bunten Breccien ist ausgeschlossen und ebenso ein Flug durch die Luft. Es bleibt also fast nur der Gedanke an einen Deckenschub, d. h. an den Transport einer großen Scholle von bunter Breccie durch eine Kraft, die nur aus dem Ries stammen kann. Es sind genau dieselben Verhältnisse wie bei den gewaltigen Schubmassen von bunter Breccie und Juraschollen im Süden des Rieses an den Aufschlüssen der Donauwörth—Treuchtlinger Bahnlinie*), wo wir zuweilen Schollen von Lias und Dogger in einer Länge von mehreren 100 m im Verband der bunten Breccie finden. Wir werden aber auch noch analoge Erscheinungen bei den Decken von Braun- und Weißjura auf unserem Blatt kennenlernen, wobei der Unterschied zwischen diesem und der Lauchheimer Breccie im wesentlichen nur in dem Material besteht. Auch bei diesen ist der Untergrund geschrammt und geglättet, wobei die Richtung der Schrammen gegen das Ries weist und ebenso übereinstimmend ist die Beteiligung von Buchberggeschieben auf der Überschiebungsfläche. Wir können also die Lauchheimer Breccie als eine durch Schub vom Ries her verfrachtete bunte Breccie auffassen, die dem Egertal entlang nach Westen bis über die Wasserscheide gepreßt wurde. Die Schwierigkeit liegt in der Beteiligung obermiozäner Schichten an diesen Schuttmassen, da der Transport mit der Riesbildung selbst im Zusammenhang stehen und also älter sein muß als Kalke mit *Helix platychelodes*. Wohl fand sich auch in der Weilheimer und Wemdinger bunten Breccie tertiärer Süßwasserkalk, aber die Untersuchungen von SCHÜRZE und JOOSS (s. S. 17) ergaben, daß es sich dort wie bei den Pisolithen und Bohnerztonen um ältere Tertiärgebilde handelt, d. h. um Ablagerungen, die schon vor der Riesbildung in der dortigen Gegend vorhanden waren und von der Schubmasse mit aufgearbeitet wurden. Um die Anwesenheit jüngerer Tertiärschichten in der Lauchheimer Breccie zu erklären, müssen wir annehmen, daß sich tertiäre Braunkohlenbildungen schon vor der Rieskatastrophe im Egertal vorfanden, und von dem Schube, ebenso wie die Pisolithen und Bohnerztone der Alb aufgearbeitet wurden. Die obermiozänen Süßwasserkalke scheinen erst durch spätere Rutschung in die Masse hineingekommen zu sein.

*) Vgl. die Literaturangabe S. 17.

4. Die Braunjura- und Weißjuraschollen.

In unmittelbarem Zusammenhang und zuweilen kaum voneinander zu trennen sind die bunte Breccie und die überschobenen Schollen, da sie ja auch im wesentlichen auf dieselbe Entstehung zurückzuführen sind. Gleichsam einen Übergang bilden die Überschiebungsmassen am Kapf zwischen Trochtelfingen (Fig. 6) und dem Rohrbachtal, denn sie bestehen im wesentlichen aus Keuperschutt und Stubensandstein, der hier in so geschlossener Masse auftritt, daß er sogar in kleinen Sandgruben abgebaut werden kann.

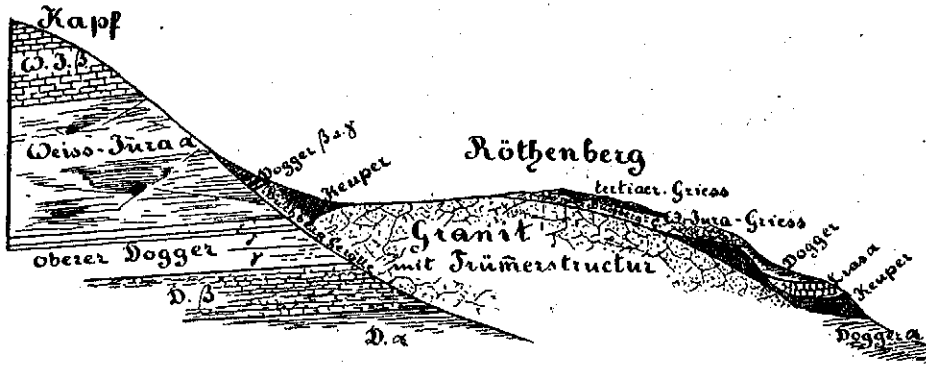


Fig. 6. Überschiebungsmassen am Kopf bei Trochtelfingen.

Die Juraschollen bilden eine so ausgezeichnete Ablagerung rings um das Ries, daß sie kartographisch ausgeschieden und in Schollen von braunem und von weißem Jura gegliedert werden konnten.

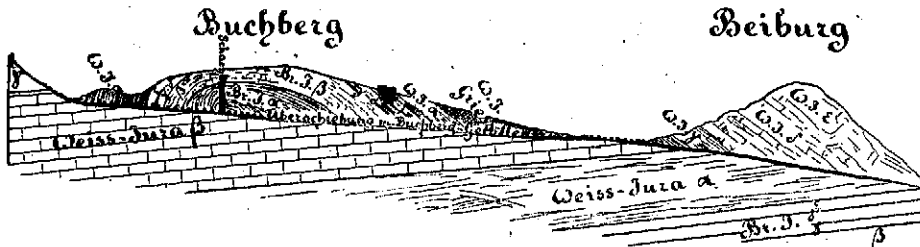


Fig. 7. Überschiebungsmassen des Buchberg und der Beiburg bei Bopfingen.

Als klassisches Beispiel einer derartigen Scholle möge der vielumstrittene Buchberg bei Bopfingen*) dienen (Fig. 7). Wenn wir von Bopfingen aus auf der Neresheimer Straße ansteigen, durchqueren wir bis nahe an die Höhe des Buchberges das normale Schichtenprofil von Braunjura β zu Weißjura β mit leichtem Einfallen der Schichten nach SO. Seltsamerweise aber finden wir auf dem Rücken dieses von O. nach W. streichenden Berges zunächst Weißjura β , dann Spuren von oberem braunem Jura, ferner sehr viel Braun β , an den sich wiederum oberer Braunjura und unterer Weißjura angliedert, alles in mehr oder minder gestörter und verworrener, gleichsam durchkneteter Lagerung. Verfolgen wir unsern Weg nach O. weiter, so erreichen wir die Beiburg von Flochberg, die aus einem Haufwerk von stark zerrüttetem oberem Weißjura besteht. Schon an der erwähnten Straße von Bopfingen nach Neresheim wurden seinerzeit von DEFFNER an der Grenze zwischen den Deckengebildeten und dem Anstehenden, glattgeschrammte Weißjura- β -Kalke beobachtet und KOKEN fand hier außerdem noch gekritzte Buchbergsgeschiebe, so daß er wie DEFFNER von der glazialen Natur des Schubes überzeugt war, während QUENSTEDT eher an eine Spaltenaufpressung des tieferen Materiales über das höhere dachte. Um das Rätsel zu lösen, wurde schon von DEFFNER ein Schacht angesetzt, der aber kein Ergebnis hatte, da er wegen technischer Schwierigkeiten nicht zu Ende geführt werden konnte. Dank der reichen Unterstützung der K. Preuß. Akademie der Wissenschaften wurde nun auf An-

*) DEFFNER, C., Der Buchberg bei Bopfingen. Württ. naturw. Jahresh. XXVI, 1870, S. 95. KOKEN, E., Geologische Studien im fränk. Ries. Neues Jahrb. f. Min. etc., Beil.Bd. XII, 1899, S. 474, außerdem Neues Jahrb. 1901, Beil.Bd. XIV, S. 120 und 1901, II. Bd., S. 67. BRANCO, W. und FRAAS, E., Das vulkanische Ries bei Nördlingen. 1901 und „Beweise für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Rieses bei Nördlingen“. Sitz.-Ber. d. K. Preuß. Ak. d. Wiss. 1901, Nr. XXII, S. 501.

suchen von W. BRANCO und mir inmitten der Buchbergescholle im Februar und März 1901 ein Schacht ausgehoben, der trotz des brüchigen Gebirges Braunjura β und α durchteufte und bei 26 m Tiefe unter diesen Schichten den Weißjura β mit glattgeschrammter Überschiebungsfäche und Zwischenlagerung einer 0,65 m mächtigen grundmoräneartigen Masse mit gekritzten Buchberggeschieben erschloß. Damit war unzweideutig der Nachweis erbracht, daß es sich hier um Schubmassen handelt, die vom Ries her ihren Ursprung nahmen und nach der Albfläche verfrachtet sind. In dieselbe Scholle wie der Braunjura des Buchberges gehört aber auch der Weißjura der Beiburg, der als zerpresste und zerrüttete obere Weißjuramasse über den unteren Weißjura weggeschoben ist und auf der Überschiebungsfäche die charakteristischen Buchberggeschiebe ebenso wie Spuren von bunter Breccie erkennen läßt. Damit war nun auch der Schlüssel für die Deutung der zahlreichen analogen Vorkommnisse gegeben und die Untersuchungen von KNEBEL*) bei Härtsfeldhausen und an zahlreichen andern Orten bildeten eine treffliche Bestätigung, denn auch dort war die Überschiebungsfäche durch Glättung und Schrammung sowie durch die Führung von Buchberggeschieben ausgezeichnet (Fig. 8).

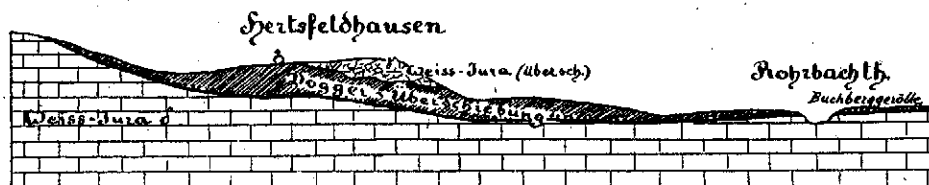


Fig. 8. Überschobene Braunjuraschollen bei Härtsfeldhausen.

Für das Kartenbild war diese Erkenntnis von Bedeutung, denn ebenso wie die isolierten Vorkommnisse von Granit und Keuper nicht mehr als anstehendes Gebirge, sondern als bunte Breccie eingetragen wurden, so erscheinen nun auch die Schollen von Braunjura und Weißjura nicht mehr als Einzeichnungen, welche den Anschein von anstehendem Gestein erwecken, sondern als ein durch Schraffur und Farbe unterschiedenes Vorkommen, das als Überschiebungsmasse gekennzeichnet ist. Zweifellos hat dadurch das Kartenbild an Klarheit außerordentlich gewonnen. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß sich noch manches Vorkommen, das jetzt als anstehend bezeichnet wurde, später als Schubmasse herausstellt, aber bei einem derartig schwierigen Gebiet muß man einige Nachsicht gewähren.

Die Braunjuraschollen kennzeichnen sich am meisten durch den auffallend rostroten Eisensandstein und Erde des Braunjura β und sie wurden deshalb auch meist auf der alten Karte als Braunjura β eingezeichnet. Bei genauerer Untersuchung findet man aber auch meistens die Kalke der höheren Doggerstufen, insbesondere δ , wogegen alle mergeligen Schichten zurücktreten, da diese offenbar bei der Überschiebung aufgearbeitet wurden.

Das Auftreten dieser Schollen ist an bestimmte Gebiete gebunden. Sie fehlen oder wurden wenigstens bis jetzt noch nicht als solche erkannt in dem ganzen Gebiet nördlich der Eger. Dann folgen die offenbar mit dem Egertal zusammenhängenden Schubmassen des Buchberges und am Sandberg. Am großartigsten aber sind sie entlang dem oberen Rohrbachtal bis zum Kessel von Härtsfeldhausen und weiterhin bis zum Keller von Unterrißingen entwickelt. Sie bildeten hier ursprünglich zusammen mit Weißjuraschollen eine geschlossene Decke auf dem Jura der Alb, deren Erosionsreste an zahllosen Stellen noch erhalten sind und von KNEBEL mit großer Sorgfalt aufgenommen wurden. Man glaubt hier noch den alten Schuttstrom zu erkennen, der sich aus dem Ries in der offenbar schon vorher vorhandenen Talfurche gegen die Hochfläche der Alb wälzte. In denselben Strom gehören offenbar auch die Braunjuraschollen am Paß zwischen Hohlheim und Ebernheim und in der Umgebung der Altbürg. Auch in der Vorrieszone von Aufhausen und Amerdingen, welche zugleich durch gewaltige vulkanische Explosionen gekennzeichnet ist, treten Braunjuraschollen in Menge auf und hängen hier mit dem breiten Gürtel der Vorrieszone zusammen, der auf bayerischem Gebiet den ganzen Süden des Rieses umgibt.

Die Weißjuraschollen sind petrographisch gekennzeichnet durch eine vollständige Zertrümmerung der harten oberen Weißjurakalke und Dolomite unter Zurücktreten, ja fast vollständigem Fehlen aller mergeligen Schichten, so daß eine zuweilen fest verbackene oder auch lockere Breccie zustande gekommen ist, die von DEFFNER und O. FRAAS trefflich als Griesfels bezeichnet wurde.

Leider wurden aber darunter auf der alten Karte zwei ganz verschiedene Gebilde zusammengefaßt und mit derselben Signatur dargestellt. Es zeigt sich nämlich zuweilen in der Umgebung des Rieses, besonders auf dem

*) KNEBEL, W. v., Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch-Geol. Ges., 54. Bd., 1902, S. 56. Derselbe, Weitere geol. Beobachtungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. Ebenda Bd. 55, 1903, S. 23.

Härtsfeld, der anstehende Weißjura stark zerklüftet und oberflächlich in eckige Stücke zerfallen, wodurch er dem eigentlichen Griesfels der Schollen nicht unähnlich wird. BRANCO*) sucht dies auf eine Zerschmetterung des Untergrundes infolge von Erdbeben oder sonstigen Begleiterscheinungen der Rieskatastrophe zurückzuführen und speziell in der bayerischen Vorrieszone scheint diese Auffassung auch eine Berechtigung zu haben. In unserem Kartengebiet aber tritt diese Erscheinung so sehr zurück und das gelockerte Gebirge verschwimmt ohne Grenze mit dem normalen Weißjura, daß ich es vorgezogen habe, auf eine kartographische Darstellung dieser Erscheinung zu verzichten, um dadurch den echten transportierten Griesfels, auf welchen ich den Namen beschränke, um so deutlicher hervortreten zu lassen.

Dieser Griesfels ist stets als eine mit dem Untergrund, d. h. dem anstehenden Gebirge nicht zusammenhängende, sondern auf ihm aufgelagerte Masse charakterisiert, deren Transport aus dem Ries nicht selten durch Einpressung von Fetzen älteren Gesteines, z. B. bunter Breccie mit Keuper und Granit, oder von Braunjura gekennzeichnet ist. Sehr hübsch waren derartige Schlieren im Griesfels, z. B. im Steinbruch am Karkstein bei Oberdorf und am Ramstein bei Markt Offingen zu sehen und wurden ebenso von KNEBEL im Griesfels von Härtsfeldhausen beobachtet. Einen Übergang von zerschmettertem Griesfels in das noch zusammenhängende Weißjura-Gestein sehen wir in der offenbar nur wenig bewegten Scholle des Himmelreichs bei Utzmemmingen, wo die Höhlen der Ofnet in scheinbar unverritztem Gebirge ausgewaschen sind. Gehen wir aber von hier aus nur wenige hundert Meter gegen Norden, so erkennen wir, wie das scheinbar intakte Gebirge mehr und mehr den Charakter des typischen Griesfelses annimmt und ich habe deshalb auch auf der Karte die ganze Scholle einheitlich dargestellt.

Was die Verbreitung dieser Weißjura-Schollen anbelangt, so finden wir sie am schönsten und auch landschaftlich am besten hervortretend am Nordwestrand des Rieses. Der Umstand, daß die Griesfelsen der Erosion und Denudation meist viel größeren Widerstand entgegensetzen als das umgebende tonige Gestein des Lias und Braunjura, bringt es mit sich, daß diese meistens als fremdartige, steile Kuppen oder Klippen, sog. Bälle, in den weichen Landschaftsformen heraustreten und in dieser Hinsicht an die Erosionsformen der Vulkanembryonen in der Uracher Alb erinnern. Je weicher der Untergrund, desto kräftiger treten die Klippen hervor; am schönsten am Ramstein bei Markt Offingen, am Heimischberg bei Zipplingen, am Reimersberg und am Südfuß des Blasenbergs bei Kirchheim. Dazu kommt noch, daß der Griesfels nur sehr dürtige Humusbedeckung aufkommen läßt und daß die Vegetation auf denselben so zurücktritt, daß der Boden gewöhnlich nur als Schafweide benützt wird und deshalb innerhalb der fruchtbaren Landschaft sich doppelt scharf abhebt. Aus diesem Grunde ist es nicht schwierig, die Klippen vom Griesfels schon aus weiter Entfernung mit Sicherheit zu erkennen. Eine Abhängigkeit von den vulkanischen Explosionspunkten der Suevite ist nicht festzustellen, obgleich diese im wesentlichen in denselben Zonen liegen und deshalb auch räumlich meist verbunden sind. An einzelnen Punkten, z. B. an der Altebürg, läßt sich sogar feststellen, daß die Explosion erst nach Ablagerung der Schuttmassen stattfand, so daß große Massen von Griesfels in die Tuffe eingeschlossen wurden. In der bayrischen Vorrieszone scheinen die Griesfelsen jedenfalls zum Teil mit den Explosionen zusammenzuhängen.

Natürlich war die frühere Verbreitung der Griesfelsen eine viel größere und wir haben jetzt mehr oder minder nur noch Denudationsreste der einstigen großen Schubmasse vor uns. Ob diese aber eine geschlossene Decke am ganzen Nordwestrand bildete, ist fraglich, und auch in diesem Falle hätten wir jedenfalls mit einzelnen Anhäufungen innerhalb der Decke zu rechnen, welche dann später zu den erwähnten isolierten Klippen ausgewaschen wurden. Die höchstgelegenen derartigen Reste finden wir am Nordwestrand bei Zipplingen 516,8, auf der Wessinger Höhe 552 und 531, am Hüllenberg bei Dirgenheim 537,9 und am Blasenberg bei ca. 550 m. Die weiteste Entfernung vom Riesrand beträgt in diesem Abschnitt nicht mehr als 4 km.

Dem schon erwähnten großen Schuttstrom des Egertales gehören die Schollen am Ipf ca. 520, der Schloßberg 579 und die Beiburg 581 m von Flochberg und vor allem die gewaltigen Griesfelsen östlich von Oberdorf, aus welchen sich der Karkstein 565 m, Käsbühl 572 m und Sigart 583,2 m aufbauen. Die weiteste Entfernung vom Riesrand bei Pfäumlach beträgt hier 8,5 km. Auch der Schuttstrom des Rohrbachtales führte, zusammen mit dem schon besprochenen Braunjuraschollen, Griesfels in großer Masse; dieser erfüllt den Kessel von Härtsfeldhausen und reicht an den Rändern der Alb bis über 600 m hinauf, da wir ihn am Keller von Unterrifflingen noch bei 620 m Höhe und in einer Entfernung vom Riesrand bei Hohlheim von 10 km vorfinden.

Die Griesmassen im bayrischen Vorries bei Aufhausen und Forheim wurden nicht näher untersucht.

*) BRANCO, W., Das vulkanische Vorries und seine Beziehungen zum vulkanischen Ries bei Nördlingen. Abh. d. K. Preuß. Ak. d. Wiss. vom Jahr 1902, Berlin 1903.

5. Die Tertiärbildungen des Rieses.

Tertiäre Gesteine finden wir, wie schon erwähnt, aufgearbeitet in der bunten Breccie und auf den Überschiebungsfächen der Juraschollen. Sie entstammen teils dem Ries selbst, teils der benachbarten Alb und gehören fast durchgehend dem älteren Tertiär an. Wir haben hiervon kennengelernt:

a) **Bohnerztone**, aus den Spaltenausfüllungen des Jura. Ihr Alter ist nicht zu bestimmen, kann aber bis in das Obereocän zurückreichen;

b) **oligocäne Pisolithe**, entsprechend dem unteren Süßwasserkalk der Alb mit der von SCHÜTZE und C. JOOSS (1. c.) beschriebenen Schneckenfauna;

c) **Buchberggerölle** als letzte Überreste der bis in die Riesegenden sich erstreckenden **marinen Strandbildungen des Mittelmioocäns**. Daß diese Bildungen soweit nach Norden vorgreifen, ist zwar bemerkenswert, steht aber im Einklang zu dem sonstigen Auftreten der Juranagelfluhe auf der Alb und im Hegau, wo wir sie gleichfalls den marinen Muschelsandsteinen in weiter Erstreckung vorgelagert finden. Es ist dabei zu beachten, daß die echten marinen Muschelsandsteine im Egental bereits bei Dischingen, im Wörnitztal oberhalb Donauwörth einsetzen.

d) **Braunkohlenbildungen** in der Lauchheimer Schuttmasse, wahrscheinlich aus früheren Ablagerungen im Egertale stammend. Braunkohlen wurden auch auf der Höhe der Alb oberhalb Wemding (GÜMBEL, W., Erklärungen zu Blatt Nördlingen der bayrischen Karte S. 29) gefunden und sogar versuchsweise abgebaut. Sie müssen also keineswegs dasselbe geologisch jüngere Alter haben, wie die ähnlichen Bildungen im Rieskessel;

e) die obermioocänen verrutschten Süßwasserkalke der Lauchheimer Breccie (s. S. 20).

Anstehende Tertiärbildungen haben wir in der nächsten Umrandung des Rieses und im Rieskessel selbst. Sie gehören dem **Obermioocän** an.

Rings um das Ries und ebenso auf den isolierten Kuppen im Ries findet sich über dem Granit und der bunten Breccie oder auch auf den Juraschollen eine feste Decke von Süßwasserkalkbildungen, die wohl als Überreste einer früher zusammenhängenden Ablagerung anzusehen sind. Unter dieser Annahme bekommen wir einen Anhaltspunkt über die Höhenlage des evakuierten Riesbodens zur obermioocänen Zeit, der im großen ganzen nach KOKEN*) etwa 80 m höher lag, jedoch ist die posttertiäre Senkung keineswegs eine gleichmäßige. Auch muß darauf hingewiesen werden, daß der Absatz warmer Quellen u. dergl. keineswegs an eine bestimmte Höhenlage gebunden ist, sondern daß dies nur für die Absätze in einem Süßwassersee mit Cypris- und Hydrobienkalken gilt. Die Veranlassung zu der reichlichen Ausscheidung von kohlensaurem Kalk gaben jedenfalls die kalkhaltigen Wasser, welche als Quellen zum Teil von thermalem Charakter auf den Spalten des Riesrandes kurz nach der Katastrophe ausbrachen und das ganze große Becken des Rieses, dessen Abfluß durch das Wörnitztal noch verlegt war, in eine sumpfige Niederung, zum Teil sogar in einen See verwandelten. Je nach Lage und Entstehung haben wir deshalb auch verschiedenartige Bildungen zu betrachten, welche aber alle zeitlich so ziemlich zusammenfallen und in eine Stufe des Obermioocäns zu stellen sind.

a) **Die Absätze warmer Quellen als Sprudelstein**. Eine Reihe kühner Felsenhöhen steigt fast senkrecht aus der Ebene des Rieses auf. Der imposanteste von allen fällt auf unser Blatt, der Wallerstein; 495,2 ü. d. M. erhebt er sich 55 Meter über die Riesfläche, wovon etwa $\frac{2}{3}$ auf die gewölbte Anschwellung fällt, auf welcher dann erst der schmale Kalkfels senkrecht emporsteigt. Die eigentliche Unterlage der Ebene ist Granit, die Basis des Felsen innerhalb der Parkanlagen und der Gehöfte ein außerordentlich dichter, marmorischer Süßwasserkalk mit *Cypris faba*. Der senkrecht aufsteigende, majestätische Fels hat sich auf der NO.-Seite gespalten und ist ein Stück abgelöst, an dessen Hinterwand ein Einblick in die Struktur des Felsen vergönnt ist. Wir stehen vor einer einzigen, ungetrennten Masse von schaumigem, röhrenartigem Gefüge, an dem sich auf Meter hin einzelne Wasser- und Gänge verfolgen lassen, um den sich mantelförmig konzentrische Schalen lagern. Nicht selten entwickeln sich traubig konzentrisch-schalige Niederschläge neben Hohlräumen, in denen sich Eisenerz abgeschieden hat, oder kleine Aragonitnadeln sichtbar sind, nach oben wird der Fels immer luftiger und bimssteinartig, daß die Anschauung von der thermalen Bildung dieses Gaskalks zur vollen Gewißheit wird.

Ein zweiter derartiger Kalkfels ist der Goldberg, 514 Meter ü. d. M., nur mit dem Unterschied, daß er vermöge seiner Lage am Rande nur mit seiner südöstlichen Front frei aus dem Ries aufragt, mit der nordwestlichen Seite auf jurassischem Schutt und Suevit aufragt (Fig. 9). Im bayrischen Ries auf der Südostseite des Kessels erheben sich die vollständigen Seitenstücke zu Wallerstein und Goldberg, der Spitzberg und Hahnenberg. Der erstere dieser beiden, 502,1 Meter ü. d. M., seit Jahren durchwühlt und angebrochen, wie kaum ein zweiter Berg des Rieses, ist in seinem Gefüge das getreue Abbild des Wallersteins. Namentlich fand hier GÜMBEL (Riesvulkan S. 195) die

*) KOKEN, E., Geol. Studien im fränk. Ries. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1902, S. 444.

Wandung einer aufgeschlossenen Spalte mit anscheinend ockrigem und derbem Brauneisenstein ausgefüllt und darin Ausscheidungen von pechähnlich glänzendem Eisensinter, aus arenaurem Eisenoxyd bestehend (Pittizit), woraus er mit vollem Recht den Schluß auf Quelllauf und Quellabsatz zieht, dem der ganze Fels seine Entstehung verdankt. Der Hahnenberg endlich, von der an seinem Fuß hinfließenden Eger unterwaschen und verstimmt, hat seine ursprüngliche Form am meisten eingebüßt, bezeugt sich aber in seinen Trümmern noch als der ebenbürtige Genosse, auf dessen Höhen einst, wie auf der des Goldbergs und Spitzbergs, das volle Leben einer reichen Vogelwelt geherrscht



Fig. 9. Der Goldberg bei Pflaumloch, ein Klotz von Sprudelkalk.

hat. Gras und Schilf wuchs auf den Felsen, sobald sie aus dem Wasser ragten, Gras und Schilf begrub auch stets wieder der sich absetzende Kalk, die äußere Form derselben getreulich erhaltend, wo sich auf dem Pflanzenkörper der zarte Kalksinter niederschlug. Aus den Felsblöcken des Hahnenbergs gewann O. FRAAS das einzig dastehende reichhaltige Material an fossilen Vögeln, welches der Bearbeitung in den Württ. naturw. Jahresb. 1870 S. 273 ff. zu grunde liegt. Der Fels besteht oft lediglich nur aus dem Hautwerk von Vogelknochen, mehr oder minder aus zusammenhängenden Skeletten von Pelikanen, Störchen, Reiher, Gänsen und Enten; dazwischen liegen Eierschalen und vollständige Eier, Rohr und Schilf, endlich das Gewölle dieser Vögel, bestehend aus Helixschalen, Mäusen, Eidechsen usw., die halb verdaut und mazeriert in dem Gemengsel stecken. Genau die gleichen Tatsachen bot einst der Spitzberg, an dem leider die besten Stellen bereits für bauliche Zwecke zum Opfer gefallen sind.

Vom Goldberg stammen außer einzelnen Röhrenknochen wohlerhaltene Federn und zahllose Eier von Eulen, vom Wallerstein endlich der prachtvoll erhaltene Kalkabguß einer Landschildkröte *Testudo risgoviensis* D. u. F., welche wir Herrn OTTENRIEDER von dort verdanken. Auf diese Weise fand sich für die Rieshöhen ein Material, das sich, was Vögel betrifft, an den nur wenige Meilen entfernten Klosterberg von Steinheim a. Alb anschließt und die Riestertiäre mit den Steinheimer Bildungen in die obermiocäne Zeit verlegt.

b) Die **Landschneckenkalke** zeigen meist eine horizontale Schichtung, zuweilen aber, mit dicken massigen Lagen von hartem Kalkstein, der ein gesuchtes Baumaterial abgibt. Im allgemeinen liegen die Überreste von Landschnecken, besonders *Helix*, nesterweise beisammen, während die Hauptmasse der Kalke sehr petrefaktenarm ist. Leider sind die Schalen der Schnecken entweder ganz zerstört oder haften nur noch als weißes Kalkmehl auf dem Steinkern. Am besten ist der Erhaltungszustand bei Trendel zwischen Wemding und Öttingen, denn nur von dort sind gute Schalenexemplare bekannt, welche von SANDBERGER*) bearbeitet sind. Am häufigsten und für das Ries besonders bezeichnend ist die mit *Helix silvana* verwandte *H. (Macularia) platychelodes* Sdb. Seltener sind *H. silvana* KLEIN, *H. nummulina* K. M., *H. Kleinii*-KRAUSS, *Pupa Noerdingensis*, KLEIN u. *P. quadridentata* KLEIN u. *Kleinii* KURR.

c) Die **Cypris- und Hydrobienkalke** werden am schönsten auf dem Höhenzug südlich von Nördlingen am Adlerberg und Stoffelberg gesammelt, finden sich aber auch fast an allen übrigen Punkten mit Süßwasserkalken, besonders bei Sorheim, Benzensimmern und Mägesheim. Sie sind eine Besonderheit des Rieses und finden sich stets in wohlgeschichteten dünnen Bänken meist auf dem Süßwasserkalk abgelagert. Die Schichten bestehen aus einer Anhäufung von Millionen und Abermillionen der kleinen Schälchen von Schalenkrebsen und Hydrobien.

Die Hydrobienbänke schließen sich immer unmittelbar an die Cyprisbänke an, die Schalen des Krebses findet man auch immer noch zwischen den Schneckenschalen. Beide Geschöpfe belebten zur gleichen Zeit das Wasser, die Krebschälchen legten sich als leichter nach oben, die Schneckenschalen nach unten. Fundorte zu nennen ist überflüssig, sie fehlen nirgends, am massenhaftesten lagen sie am Hühnerberg und bei Benzensimmern.

Die Hydrobien werden von SANDBERGER als *Hydrobia trochulus* bezeichnet und von der geologisch älteren *Hydrobia acuta* des Mainzer Beckens getrennt. Die kleinen Schalenkrebsen hat SIEBER (Württ. naturwissenschaftl.

*) SANDBERGER, F., Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1870-1875 S. 622.

Jahreshefte 61. Jahrg. 1905 921) als *Cypris Risgoviensis* bezeichnet, während sie früher mit *C. faba* vereinigt wurden.

d) **Konglomeratbildungen** desselben Alters wie der Landschneckenkalk finden sich besonders wohlentwickelt auf dem Kampf bei Ebernheim, wo die Stadt Nördlingen seit uralten Zeiten ihre Pflastersteine bricht. Es ist ein Gebälke aus eckigen und abgerundeten Stücken des weißen aber auch des braunen und schwarzen Jura. Aus dem dortigen Steinbruch stammt das reizende Vogelnest aus den zierlichen verflochtenen Federn eines Landvogels bereitet, das von Herrn Rat A. FRICKINGER der K. Naturaliensammlung geschenkt wurde. Zugleich finden sich die für den Landschneckenkalk leitenden Schnecken *Helix platychelodes* und *sylvana*, ebenso *Pupa quadridendata* und *Noerdingensis*. Das Fehlen von *Cypris* und Hydrobien beweist, daß der See diese Höhen nicht mehr erreichte, sondern daß wir es mit einer Anschwemmung von der Alb her zu tun haben. Die Größe der in dem Gebäck enthaltenen Stücke schwankt von faustgroßen Geschieben bis zum feinsten Kalksand; das einmal (Alteburg und Kolheim) überwiegt das Bindemittel die Geschiebe, das anderemal umgekehrt die Geschiebe das Bindemittel, das nur lose die einzelnen Stücke an einander klebt (Deggingen). Ebenso wechselt das Verhältnis der vom Wasser bewegten und gerollten Stücke zu den scharfkantigen und eckigen.

e) **Die tertiären Bildungen im Riesgrund.** Die Schichten selbst treten im Grunde des Rieses nirgends zu tag, sondern sind stets durch eine mehr oder minder mächtige Decke lehmiger Alluvionen und Diluvialgebilde bedeckt. Sie kommen deshalb auch kartographisch nicht zum Ausdruck, müssen aber doch im Texte erwähnt werden, obgleich ich davon absehe, die ausführlichen Bohrprofile und die Geschichte der vergeblichen Bohrversuche aus den alten Begleitworten zu wiederholen. Es mag nur darauf hingewiesen sein, daß unter der wissenschaftlichen Leitung von DEFFNER und O. FRAAS im Jahr 1858 eine größere Anzahl von **Bohrungen auf Braunkohlen** in der Umgebung von Nördlingen und nördöstlich davon bei Bettendorf, Wechingen, Dürrenzimmern und Pfäffingen angesetzt wurden. Die Profile ergaben ziemlich gleichartig unter dem Schwemmland einen Wechsel von grauen, lichten, zuweilen rötlich geflammten Tertiärmergeln und Sanden. Dann folgte das obere, meist unreine, lettige Braunkohlenflötz; unter diesem kamen wiederum Kalkmergel und Sande mit *Cypris* und dann ein mehr oder minder geschlossenes **Braunkohlenflötz**, das z. B. bei Bettendorf 1,8 m Mächtigkeit aufwies und zum Abbau einlud. Leider gestaltete sich dieser wegen des Wasserandranges und der Entwicklung entzündbarer Gase so schwierig, daß er wieder eingestellt wurde, zumal die geförderte Kohle sich wegen des hohen Wasser- und Schwefelkiesgehaltes für technische Zwecke unbrauchbar erwies. Unter dem unteren Flötz folgten wiederum Kalkmergel mit *Cypris*, die ihrerseits auf dem verwitterten Granitgrund aufruhten.

In den obersten Lagen wurde gelegentlich Grabungen am Totenberg von Nördlingen, ferner bei Goldburg-hausen und Pfaumloch, auch Lager von Blätterkohle und *Dysodil* gefunden.

Die Mächtigkeit dieser Tertiärbildungen war sehr verschieden und betrug nach der Tiefe der Bohrlöcher zu schließen zwischen 20 und 50 m, bei Ehringen südlich von Wallerstein sogar 56,5 m.

Zweifelloos haben wir hier tertiäre See- und Sumpfbildungen vor uns, welche wohl den ganzen Kessel des Rieses erfüllen und als gleichaltrig mit den Süßwasserkalken und Sprudelsteinen der Randfacies angesehen werden können. Der reichliche Gehalt an Kohlenwasserstoffgasen und Schwefeleisen macht sich allenthalben im Ries in den Brunnen geltend und führte u. a. bei Wemding zur Errichtung eines ziemlich gesuchten Schwefelbades.

6. Diluvium und Alluvium im Ries.

Die pleistozänen Bildungen im Ries sind ohne größeres Interesse und auch nicht näher erforscht. Nachdem die gekritzten Buchberggeschiebe und die Schliffflächen unter den Schollen als Wirkung von Überschiebungen tertiären Alters erkannt sind und ebenso die Lauchheimer bunte Breccie als Moräne in Wegfall kommt, bleiben keine Gebilde mehr übrig, welche sicher als glazial nachgewiesen wären. Über die seltsamen Furchen und Rinnen auf dem Braun-jura ß im Egertal bei Trochtelfingen, von welcher DEFFNER (Buchberg Taf. 3, Fig. 5) berichtet, läßt sich nichts mehr feststellen, da eine Nachuntersuchung in dem dortigen Gelände nicht möglich ist.

Natürlich haben wir an den Gehängen den üblichen Gehängeschutt und in den Spalten des Jura- und Süßwasserkalkes finden sich zuweilen lehmige Einschwemmungen, aus welchen KOKEN eine Anzahl diluvialer Nager sammeln konnte.

Eine weite Verbreitung hat der verschwemmte Lößlehm in der Riesebene und er ist es, welcher im wesentlichen deren Fruchtbarkeit bedingt (s. S. 8).

Auch die Alluvionen der Bäche tragen vorwiegend lehmigen Charakter, da bei dem geringen Gefälle im Rieskessel die Stoßkraft des Wassers nicht mehr ausreicht, um Kiese zu verfrachten. Hierzu treten allenthalben in den Tälern Sumpfbildungen, welche durch den undurchlässigen tertiären Untergrund gebildet sind.

B. Die Lagerungsverhältnisse am Ries.

Die Lagerung der verschiedenartigen Schollen am Riesrande wurde schon jeweils bei der Besprechung dieser Gebilde beschrieben, und ich habe ihr kaum etwas beizufügen. Es kann sich also hier mehr nur darum handeln, das Gesamtbild zusammenzufassen und insbesondere das Verhältnis vom Ries zu der normal gelagerten Alb und ihrem Vorland zu untersuchen.

Wir gehen zunächst davon aus, daß wir im Riesessel zwar orographisch eine Senke vor uns haben, die aber in geologischem Sinn eine gewaltige Hebung darstellt. Nehmen wir an, daß der Untergrund des Rieses unter der diluvialen und tertiären Decke im wesentlichen aus Urgebirgsmaterial besteht, so muß dies zweifellos eine gewaltige Hebung erfahren haben, um in die jetzige Höhenlage zu kommen. Diese Hebung berechnet sich (BRANCO und E. FRAAS, Vulkanisches Ries, S. 47) aus mindestens 176 m, darf aber wohl bei der ursprünglichen Riesbildung noch bedeutend höher angenommen werden. Aus der Tiefbohrung von Nördlingen (s. S. 18) wissen wir nun freilich, daß dieser Riesgranit nicht als ein normal anstehendes Grundgebirge, sondern nur als eine zerschmetterte Trümmernasse aufgefaßt werden darf, die dort vom Keuper unterlagert wird. Für die Beurteilung der Frage, ob Hebung oder Senkung, ist dies jedoch gleichbedeutend.

Wir können weiterhin aus den Lagerungsverhältnissen der tertiären Decke schließen, daß das Riesgebiet nach dieser Hebung wiederum eine Senkung erfahren hat, welche in posttertiärer Zeit noch 60–80 m beträgt (Basis des Tertiärs bei Benzenzimmern und Munzingen 450 m, bei Ehningen 374 m, bei Baldingen 390 m Höhenlage).

Es ist nun sehr auffallend, daß ein derartig orographisch so scharf begrenztes Gebiet, das so intensive Bewegungen durchgemacht hat, nicht auch geologisch durch Bruchlinien scharf von der ungestörten Umgebung abgetrennt ist. Theoretisch ist dies unbedingt erforderlich und es ist natürlich, daß die Aufmerksamkeit bei den geologischen Begehungen stets auf diese Frage gerichtet war. Es ist mir aber trotzdem nicht gelungen, auch nur einen Punkt auf der Karte ausfindig zu machen, an welchem ein Abbruch des Jura gegen das Ries einwandfrei nachzuweisen wäre. Wohl müssen wir in der Zone der Riesrandes verschiedene Störungen annehmen, so z. B. in der Talmulde östlich von Zipplingen entlang dem Schindersberg und Heimisberg eine Nord-Süd-Verwerfung, an welche Lias α gegen Braunjura α und β stößt. Ebenso trennt eine West-Ost-Verwerfung den Braunjura α und β der Wessinger Höhe gegen den Lias an der Römerstraße. Es mögen noch zahlreiche ähnliche Bruchlinien vorhanden sein, aber alle diese liegen entfernt vom Riesrand und haben mit diesem nichts zu tun. Sie sind, wie die Senkung im Riesessel, posttertiären Alters, denn sie haben die Schubmassen in Mitleidenschaft gezogen.

Ebensowenig konnten, wie bereits erwähnt (s. S. 15), die vulkanischen Explosionspunkte der Suevite mit Verwerfungen in Beziehung gebracht werden.

Wir können auch nicht einmal von einer allgemeinen Neigung der Schichten gegen den Riesrand sprechen, doch ist in dieser Hinsicht die Beobachtung unsicher und erschwert durch die mangelhafte topographische Unterlage speziell das Fehlen einer Karte mit Höhenlinien. Eine solche Neigung besteht allenfalls auf der Linie Wessingen gegen den Riesrand bei Benzenzimmern, wo Braunjura β von 529 m Höhe auf etwa 480 m herabgeht. Im Gebiet des Ipf und Osterholz herrscht das für die Alb gültige Einfallen gegen SO. Das untere Egertal von Flochberg bis zum Ries ist wahrscheinlich durch eine Bruchspalte gekennzeichnet, die sich aber im Talschutt versteckt; hier liegt die Grenze Braun α/β auf der nördlichen Seite am Osterholz, bei 510, auf der südlichen, etwa bei 450, was sich nicht mehr mit dem sonstigen schwachen Einfallen in Einklang bringen läßt. Das Hochplateau der Alb reicht ohne nennenswerte und nachweisbare Störungen bis an den Riesrand.

Freilich können wir nur äußerst selten den Anschluß der Riesgranite an das anstehende Nebengebirge beobachten, da das Bild meistens durch Überlagerung von bunter Breccie oder sonstigen Schollen, besonders aber auch durch mächtige diluviale Lehmdecken getrübt ist. Ein brauchbares Profil ist mir nur von der Höhe westlich Benzenzimmern bekannt (s. Fig. 10), wo der Granit mit steil gegen Osten einfallender Fläche an den normal gelagerten Braunjura α anschließt, ohne daß jedoch irgendwelche Spuren von Kontakt oder Pressungen zu erkennen wären.

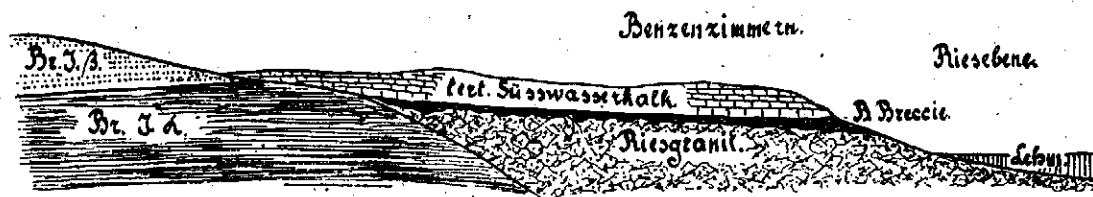


Fig. 10. Überschiebung von Riesgranit über normal gelagertem Braunjura und bei Benzenzimmern.

Ich kann mir dieses Fehlen einer sichtbaren Abbruchlinie gegen das Ries nur dadurch erklären, daß der uns am Riesrand erhaltene Granitgrus nur eine seitlich verschobene Schuttmasse ist, welche aus dem Riesinnern gegen den Riesrand gepreßt und auf das normal gelagerte Gebirge aufgeschoben wurde. Daher auch die Höhenlage dieser Granite und seiner tertiären Decken. Der Bruchrand des Rieses selbst aber liegt weiter vom Rand entfernt und ist vollständig unter der tertiären und diluvialen Decke der Beobachtung entzogen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auf denselben Spalten, an welchen das Riesgebiet bei der Hebung vom Nachbargebiet abgetrennt wurde, auch die tertiären und posttertiären Senkungen vor sich gingen, so daß wir auch von diesen kein direktes Beobachtungsmaterial beibringen können.

Unsere Karte mußte sich deshalb auf die Darstellung des annähernd ungestörten, nur von untergeordneten Verwerfungen berührten Randgebietes und auf die der Überschiebungsmassen beschränken, dagegen ist eine scharfe Umrandung des Rieses im geologischen Sinne nicht zu ermöglichen.

C. Das Riesproblem *).

Die Begleitworte eines geologischen Atlasblattes haben zunächst nur die Aufgabe, über die auf der Karte dargestellten Schichten und ihre Lagerung Aufschluß zu geben und sich möglichst von theoretischen Erwägungen fernzuhalten. In einem Gebiet aber wie im Ries ist dies kaum zu umgehen, zumal ja auch schon die ganze Auffassung und Darstellungsweise der Schichten von mehr oder minder theoretischen Erwägungen abhängig ist. Es wäre auch unbillig gegen die zahlreichen Forscher, denen wir die Vervollständigung des Kartenbildes verdanken, auch wenn sie sich im wesentlichen nur mit den theoretischen Fragen der Riesprobleme beschäftigt haben. Andererseits aber liegt es mir ferne, mehr als unbedingt erforderlich hier in die Diskussion einzugreifen, sondern es kann sich nur um eine Zusammenstellung handeln, wobei ich selbstverständlich den von W. BRANCO und mir vertretenen Standpunkt einnehme.

In unserer Arbeit über das vulkanische Ries etc. S. 8 u. ff. ebenso wie im Vorwort zu diesen Begleitworten findet sich ein historischer Überblick über die Behandlung der Riesfragen, aus welchem hervorgeht, daß schon unter den Geologen der früheren Generationen Meinungsverschiedenheiten sowohl über den Aufbau wie über die Deutung der Lagerungsverhältnisse im Ries herrschte. DEFFNER und O. FRAAS dachten an glaziale Überschiebungen am

*) Die Literatur über das Ries ist eine außerordentlich große und umfaßt bis zum Jahre 1911 in der Zusammenstellung von R. LOEFFLER (Württ. naturw. Jahresh. 68. Bd., 1912, S. 151) bereits 70 Nummern. Ich möchte auf diese Zusammenstellung und ebenso auf die gelegentlichen Angaben in den Begleitworten verweisen und mich hier nur auf die wichtigsten, speziell die Riesprobleme behandelnden Arbeiten beschränken: GÜMBEL, C. W. Über den Riesvulkan und über vulkan. Erscheinungen im Rieskessel. Sitz. d. K. bayr. Akad. d. Wiss., München 1870. DEFFNER, C. Der Buchberg bei Bopfingen. Württ. naturw. Jahresh. XXVI, 1870, S. 95. DEFFNER, C. u. FRAAS, O. Begleitworte zum geognost. Atlasblatt Bopfingen, 1877. SUSS, E. Das Antlitz der Erde. I. Bd. 1885, S. 259 ff. GÜMBEL, C. W. Erläuterungen zum Blatte Nördlingen der geognost. Karte Bayerns, 1889. KOKEN, E. Geologische Studien im fränkischen Ries. Neues Jahrb., Beilagebd. XII, 1899, S. 477. KOKEN, E. Beiträge zur Kenntnis des schwäb. Diluviums. Neues Jahrb., Beilagebd. XIV., 1901, S. 120. KOKEN, E. Die Schlicflächen und das geolog. Problem im Ries. Neues Jahrb. 1901, II. Bd., S. 67. BRANCO, W. u. FRAAS, E. Das vulkanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie. Abhandl. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. 1901. BRANCO, W. u. FRAAS, E. Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkan. Ries bei Nördlingen. Sitzungsber. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. XXII, 1901, S. 501. KOKEN, E. Eine Nachschrift zu dem Aufsatz „Die Schlicflächen und das geolog. Problem im Ries“, Neues Jahrb. 1901, II. Bd., S. 128. KNEBEL, W. v. Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkan. Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 54. Bd., 1902, S. 56. KOKEN, E. Geologische Studien im fränkischen Ries, II. Folge. Neues Jahrb. Beilagebd. XV, 1902, S. 422. BRANCO, W. Das vulkanische Vor-Ries und seine Beziehungen zum vulkanischen Ries bei Nördlingen. Abhandl. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. vom Jahre 1902; Berlin 1903. KNEBEL, W. v. Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., Bd. 55, 1903 S. 23 u. S. 236. BRANCO, W. Die Griebbreccien des Vorrieses als von Spalten unabhängige früheste Stadien embryonaler Vulkanbildung. Sitzungsber. d. K. preuß. Akad. d. Wiss., II, 1903. FRAAS, E. Die geologischen Verhältnisse im Ries. Ber. über d. Vers. d. Oberrh. geol. Ver. zu Nördlingen 1903. HAUSMANN, K. Magnetische Messungen im Ries. Abhandl. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. 1904. ERICKINGER, A. Der Ries-See. 36. Ber. d. naturw. Ver. f. Schwaben und Neuburg 1904, S. 83. AMMON, L. v. Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten. Geogn. Jahresh., 16. Jahrg. 1903 (München 1905) und 18. Jahrg. 1905 (München 1907). BRANCO, W. u. FRAAS, E. Die Lagerungsverhältnisse an der Bahnlinie Donauwörth-Treuchtlingen und ihre Bedeutung für das Ries. Abhandl. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. 1907. REGELMANN, C. Überschiebungen und Aufpressungen im Jura bei Donauwörth. Ber. über d. 42. Vers. d. Oberrh. geol. Ver. zu Heidelberg, 1909, S. 43. KRANZ, W. Das Nördlinger Riesproblem; mehrfach behandelt in: Zentrabl. für Min. etc. 1910, S. 518; ib. 1912, S. 85 u. 411. Jahresb. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Ver. N.F. Bd. I, 1911, Heft 2, S. 32; ib. Bd. II, 1912, Heft 2, S. 54; ib. Bd. III, 1913, Heft 1, S. 79; Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., Bd. 66, 1914, Monatsber. Nr. 1 S. 9. BRANCO, W. u. FRAAS, E. Abwehr der Angriffe von W. KRANZ etc. Zentrabl. für Min. etc., 1911, Nr. 14 und 15. BRANCO, W. Müssen Intrusionen notwendig mit Aufpressung verbunden sein? Sitzungsber. d. K. preuß. Akad. d. Wiss. 1912, Nr. XXXVIII, S. 707. BRANCO, W. Aufpressung und Explosion oder nur Explosion im vulkan. Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., Bd. 65, 1913, Monatsber. Nr. 5, S. 245.

Riesrand, GÜMBEL an Druckwirkungen aus dem Ries, das er zu einem Berg emporgepreßt annahm. QUENSTEDT nahm Spaltenaufpressung an und EDUARD SUESS schließlich sah in den Riesphänomenen eine Überschiebung einzelner Gebirgsstöcke.

In der zweiten Phase der Riesarbeiten nimmt E. KOKEN einen Standpunkt ein, der QUENSTEDT und DEFFNER zusammenfaßt, indem er sowohl Aufpressungen wie glaziale Einwirkung annimmt. Ihm gegenüber vertreten W. BRANCO, E. FRAAS, W. v. KNEBEL u. a. den Standpunkt, daß wir die Schollen als Schubmassen aus dem Ries mit der Katastrophe der Riesbildung, d. h. mit vulkanischen Erscheinungen in Verbindung zu bringen haben. Nur REGELMANN glaubte wenigstens für das Vorries an Überschiebungen, zusammenhängend mit den alpinen Deckenschüben und Aufpressungen der kristallinischen Randgebirge annehmen zu müssen, ohne jedoch einen zwingenden Beweis für diese Anschauung durchzuführen. Die lebhafte Diskussion zwischen W. KRANZ auf der einen, BRANCO und E. FRAAS auf der andern Seite befaßt sich weniger mit den Lagerungsverhältnissen selbst als mit den Kräften, welche die Schollen auf die Alb transportiert haben.

Bei den Riesproblemen haben wir einerseits die Lagerungsverhältnisse selbst, andererseits die Kräfte, welche diese Lagerung bewirkt haben, ins Auge zu fassen.

Beginnen wir mit dem **Granit** des Rieses, so stimmen fast alle Ansichten darin überein, daß derselbe eine Hebung erfahren hat, um in das Niveau des Jura zu rücken, in welchem wir ihn heute finden. Ebenso stimmen die Ansichten darin überein, daß der heutige Rieskessel das Produkt einer Senkung ist, welche der Hebung nachfolgte. Die Natur der Tertiärschichten verlangt weiter die Annahme, daß die Senkung bereits im Obermiozän so weit vorgeschritten war, daß das Ries nicht mehr einen Berg, sondern einen Kessel bildete. Auch darin herrscht nur eine Ansicht, daß diese gewaltigen Bewegungen auf vulkanische Kräfte zurückzuführen sind, deren Produkte wir in den Sueviten erkennen. Hierdurch ist uns ein Anhaltspunkt über das geologische Alter der Riesbildung gegeben, denn es wurde beobachtet, daß die Tuffe bei Zöschingen noch die Meeresmolasse durchstoßen haben, also jünger sind als Unter- resp. Mittelmiozän, und damit stimmt auch überein, daß die Gerölle der Jura-nagelfluh von der Bewegung mitergriffen und bei ihrem Transport unter der Walze der darübergleitenden Massen in jene eigenartigen „Buchberggerölle“ umgewandelt sind. Wir werden deshalb nicht sehr weit fehlgehen, wenn wir die Zeit der eigentlichen Riesbildung als oberes Mittelmiozän ansetzen.

Weiter besteht kaum eine Meinungsverschiedenheit, daß wir die Schollen, welche wir im Ries und seiner inneren Randzone auf der granitischen Unterlage finden, als die Reste des einstigen Deckgebirges über dem Grundgebirge anzusehen haben, und daß die gestörte Lagerung und gequälte Struktur derselben auf die Bewegungen bei der Riesbildung zurückzuführen sind. Ob wir dabei das Schwergewicht auf die Aufpressung oder die damit verbundene Verrutschung, Überschiebung und Überkipfung legen, ist von untergeordnetem Interesse und ändert sich natürlich von Lokalität zu Lokalität.

Unter der Annahme, daß das Ries zunächst eine gewaltige Hebung erfahren hat, liegt der Schluß nahe, daß die Abrutschungen von diesem Berge um so größer waren, je mehr wir uns dem Rande nähern, da ja dort der Böschungswinkel am steilsten anzunehmen ist. In der Tat treffen wir dort auch die größte Anhäufung von Schollen und Klippen in kaum zu entwirrenden Lagerungsverhältnissen. BRANCO und ich, und ebenso v. KNEBEL gehen aber noch weiter, und nehmen an, daß diese abgleitenden Schollen weit über den Rand des Rieses auf die benachbarten Gebiete der Alb hinausrutschten, dabei den Untergrund glätteten und die dünne oberflächliche Lage tertiärer Gerölle (Äquivalent der Juranagelfluh) aufarbeiteten. So nur glaubten wir die zahlreichen Klippen von Weißjura in der Umgebung des Rieses, so vor allem nur jene große Schollen von Braunjura auf dem Weißjura erklären zu können. Hierin befanden wir uns im scharfen Gegensatz zu KOKEN, welcher für diese außerhalb des Rieses liegende Schollen eine postmiozäne Bewegung annahm und dieselbe auf glazialen Schub zurückführte. Daß aber die sog. Buchberg-gerölle trotz ihrer Schrammung nichts mit glazialen Schub zu tun haben, wurde schon an anderer Stelle besprochen und ebenso auf die Schwierigkeit hingewiesen, daß dieser Glazialschub stets bergauf, zum Teil bis zu 200 m über dem Rieskessel, hätte arbeiten müssen. Die Unhaltbarkeit der KOKENschen Anschauung geht aber besonders daraus hervor, daß wir dieselben Schollen wie am Buchberg und bei Härtsfeldhausen rings um das Ries herum finden, so daß sein Riesgletscher gleichsam aus einem Topf peripherisch ausströmen und nach allen Seiten hin aufwärts schieben mußte.

Eine andere Deutung für diese Schubmassen vertritt W. KRANZ, welcher als Pionieroffizier von seinen Beobachtungen an sog. Flatterminen mit wenig brisanten Sprengmitteln ausgeht. Er sucht durch einen eigens zu diesem Zweck eingeleiteten Sprengversuch darzutun, daß eine derartige Mine keineswegs bloß einen Trichter ausprengt, sondern daß sie außerdem die Umgebung radial zerreißt und die Schollen nach außen zu schieben imstande ist. Er schließt daraus, daß unter besonders günstigen Umständen bei schwachwirkenden Explosionskräften, z. B.

Wasserdampf, durch eine derartige Explosion im Rieskrater die Schollen, ohne vollständig zu zerreißen, peripherisch zur Seite gepreßt und in ihre jetzige Lage gebracht werden konnten.

Damit haben wir aber bereits die Frage über die Kräfte der Riesbildung selbst angeschnitten und müssen zunächst auf diese noch näher eingehen.

Unter der Voraussetzung, daß das Ries ein einheitliches Ganzes ist, drängt sich die Frage auf, welche Kraft im stande war, einen nahezu 25 km messenden Pfropfen aus der Tiefe herauszupressen, ohne die darauf lastende Decke vollständig zu zerblasen und zu zerschmettern, sondern in großen Schollen auf die Seite zu schieben. Tektonische Kräfte, wie Faltungen, Verwerfungen oder Überschiebungen, sind nach der ganzen Natur der geologischen Verhältnisse nicht wohl anzunehmen, denn wir können uns keine tektonische Kraft denken, die radial von einem Zentrum aus nach der Peripherie wirkt, wie wir es am Riesrande beobachten. Derartige Wirkungen können kaum auf etwas anderes als auf vulkanische Kräfte zurückgeführt werden, und es liegt schon deshalb nahe, diese in Betracht zu ziehen, weil wir deren unverkennbare Spuren auch allenthalben in den Sueviten wiederfinden.

Am meisten erschien nun BRANCO und mir eine unterirdische Intrusivmasse diesen Anforderungen gerecht zu werden, und eine solche wird wohl nach unserer heutigen Terminologie am besten als **Lakkolith** bezeichnet. Mit dieser Auffassung lassen sich eine Reihe sonst schwer zu deutender Erscheinungen in Einklang bringen. Daß ein Lakkolith die darüber lastende Schichtendecke aufwölbt, ist eine vielfach bekannte und anerkannte Tatsache; daß diese Intrusivmasse sich in zahllosen Extrusivmassen sowohl in Gestalt von Gasexplosionen, wie durch Ausblasen von Aschen Luft machen kann, wird wohl auch niemand bestreiten. Ganz besonders sprechen aber dafür einerseits die Natur der Auswurfsprodukte, welche sich am besten durch Einschmelzung von sauren (granitischen) Gesteinen in einem basischen Magma erklären lassen. Andererseits sprechen hierfür die magnetischen Störungen im Riesgebiete, welche von K. HAUSSMANN unter Beihilfe von A. SCHMITT aufgenommen worden sind und welche ganz entschieden auf ein in der Tiefe steckendes, uns unbekanntes basisches magnetiseinhaltiges Gestein hinweisen.

Wenn man auch diesen Rieslakkolith mehr oder minder als eine Arbeitshypothese betrachten will, so kommt ihm doch ein großer Grad von Wahrscheinlichkeit zu und selbst KRANZ muß, auch ohne es einzugestehen, mit einem solchen rechnen, da er doch einen Tiefenherd für die Erhitzung des Wassers braucht, um eine Wasserdampfexplosion einzuleiten.

Auch wir, d. h. BRANCO und ich, denken uns keineswegs den Vorgang der Auftreibung des Riesberges als einen ruhigen, stetigen Prozeß, sondern verbunden mit zahllosen, mehr oder minder starken Explosionen und Erschütterungen, deren Spuren in der Zerschmetterung und Verschiebung des Riesgranites, der bunten Breccie, den Sueviten im Rieskessel selbst und den Griesfelsbildungen des Vorrieses nur zu deutlich ausgeprägt ist. Ich habe auch schon (s. S. 15) auf die innige Beziehung gewisser Schollen und bunter Breccien mit den Explosionspunkten der Suevite sowie auf eine Verfrachtung der bunten Breccie auf dem Härtsfeld bei Kössingen durch die Luft hingewiesen. Daß die Explosion der Suevite aber nicht ausschließlich für den Transport der Schollen verantwortlich gemacht werden kann, geht schon daraus hervor, daß sie diese zum Teil schon voranden und in ihre Tuffmassen mit einschlossen (Alteburg).

Ich glaube deshalb, daß unsere Annahme einer Auftreibung des Riesgebietes zu einer Höhe, von welcher das Deckgebirge unter Einwirkung von Explosionen und Erschütterungen nach den Seiten hin abgleiten und geworfen werden konnte, den beobachteten Lagerungsverhältnissen mehr gerecht wird als die Hypothese von W. KRANZ, welcher die ganzen Riesphänomene auf eine einheitliche gewaltige, ziemlich oberflächliche Wasserdampfexplosion zurückführt; die den Charakter einer treibenden Flattermine gehabt haben sollte.

Eine gewisse Einschränkung erfährt unsere Annahme allerdings dadurch, daß nicht der Riesrand in seiner jetzigen Ausdehnung die Umrandung der aufgetriebenen Massen darstellt, sondern daß diese mehr nach innen zu suchen ist und daß der heutige Rand schon in die Zone der verschobenen, d. h. raudlich abgeglichenen Massen fällt. Ebenso ist darauf hinzuweisen, daß wohl auch ein großer Teil der Granite im Rieskessel selbst, obgleich wir dessen Untergrund nur sehr wenig kennen, alle Erscheinungen eines starken Transportes trägt, welcher ihm zuweilen den Charakter der bunten Breccie aufprägt. Hier liegt also nicht ein einheitliches basales Grundgebirge vor, das nur eine Vertikalbewegung im Sinne einer Aufpressung und späteren Senkung erfahren hat, sondern ein Material, das teils gewaltigen Horizontalschub durchzumachen hatte, teils alle Spuren explosiver vulkanischer Tätigkeit an sich trägt. So erklärt sich auch die Tatsache, daß der Riesgranit an der Marienhöhe von Nördlingen von Keupersandstein unterlagert wird, wie die dortige Tiefbohrung ergeben hat.

Damit schließen wir diese Auseinandersetzungen und hoffen und wünschen, daß es späteren Untersuchungen vorbehalten sein wird, noch mehr Klarheit in diese Fragen zu bringen, welche zu den interessantesten Problemen der Geologie gehören.

Praktische Umschan.

In erster Linie steht der vorzügliche Boden, bedingt durch den Lösslehm des Rieses, den Spender der unvergleichlichen Fruchtbarkeit des Riesgrundes, auf welchem die sprichwörtlich gewordene Wohlhabenheit und Zufriedenheit der Riesbewohner begründet ist (s. S. 7). Ihm gegenüber treten alle Gesteinsvorkommnisse in Hintergrund.

Dies gilt in erster Linie von den Eisenerzen des Braunjura β , die auf Blatt Aalen eine so wichtige Rolle spielen, daß sie dasselbe zum Mittelpunkt schwäbischen Bergbaus und Hüttenbetriebs gemacht haben. Wohl haben württembergische und bayrische Bergleute das Blatt Bopfingen auf Eisenerze förmlich durchwühlt, aber nirgends die ruhigen, abbauwürdigen Flöze wieder gefunden, wie sie auf dem Grenzblatt Aalen liegen. Wohl ist der Horizont des Braunjura β wo möglich noch verbreiteter als dort, aber das weit verbreitete Eisenrot der Felder und Abhänge täuscht und birgt kein bauwürdiges Flöz; zersprengt, zerrüttet, zerstäubt und verwaschen bietet die Gegend nichts mehr an tauglichen Stuferzen. Auch der Abbau auf Bohnerze ist längst als unrentabel aufgegeben, obgleich von diesen noch im Jahre 1875 24 777 Ztr. und 1876 17 398 Ztr. nach Wasseraal und Königsbrunn zur Verhüttung kamen.

Bausteine liefert der Keuper infolge seines zermürbten und verwitterten Zustandes der Stubensandsteine gar nicht und ebensowenig der Lias. Auch Braunjura β wird nur noch wenig gebrochen, obgleich früher die Steinbrüche von Westhausen u. bei Baldern ein ebenso dauerhaftes als feinkörniges, zu jeder Art von Skulptur geeignetes Material lieferten, das tief ins Ries hinein verführt wurde. Zu Bruchsteinen und zu Rohgemäuer werden am Ipf und bei Oberdorf wohl auch die oolithischen Bänke des Braunjura δ benützt. Von den 4—5 Meter mächtigen Lagen sind jedoch nur die unteren etwas sandigen Schichten brauchbar. Von hier ab bis hinauf zum weißen Jura δ ist kein nutzbares Gestein mehr zu treffen. Die plattigen Deltabänke auf dem Breitwang bei Bopfingen finden einige Verwendung. Die darüberliegenden Dolomite, so massig und gleichmäßig sie auch oft sind, wie z. B. auf dem Weißjura-Rücken südlich Trochtelfingen, haben nur wenig Verwertung gefunden. Und auch die dolomitischen Findlinge auf dem Sand bei Bopfingen finden keinen Anklang. Kunststeine sind meistens an Stelle der natürlichen Gesteine getreten und haben diese verdrängt.

Nur der tertiäre Süßwasserkalk des Rieses und einzelne Vorkommnisse der vulkanischen Tuffe (Suevite) sind als wichtiges Baumaterial zu nennen. Allenthalben finden wir Steinbrüche im Süßwasserkalk und besonders geschätzt und ausgebeutet wird zureit der Sprudelkalk vom Goldberg, dessen lebhaftere Färbung und poröse Struktur so sehr Anklang gefunden hat, daß er sogar in Stuttgart zu Fassadesteinen benützt wird. Auch den Suevit der Altbürg, welcher einst das Material zum Bau der Nördlinger Hauptkirche und ihres hohen Turmes lieferte, ist in neuester Zeit wieder sehr zu Ehren gekommen und unter anderem auch in Stuttgart zum Bau eines großen städtischen Gebäudes (Sparkasse unter der Mauer) verwendet*). Vielleicht gewinnt dieses Material später noch weitere Bedeutung als Allagit bei der künstlichen Wasserreinigung (Permutit-Verfahren). Eine große Bedeutung als Beschotterungsmaterial für die Straßen und als Kleingeschlag für Beton kommt dem Griesfels der Weißjuraklippen zu. Allenthalben sehen wir deshalb auch Steinbrüche in diesem Materiale angelegt, dessen leichte und billige Gewinnung als ein von der Natur hergestelltes Kleingeschlag auf der Hand liegt.

Am wenigsten mangelt es an Bausand, denn sowohl der weiße Keuper, als namentlich der mürbe Granit und Diorit wird allenthalben für diese Zwecke verwendet.

Feuerfeste Erde und Formsand wurden früher gewonnen zu Rotensol (Markung Groß-Kuchen). Die Gruben lagen WNW. von der Ziegelei Rottensol im Wald Egelsee, in den oberen Anfängen der Talmulde, welche gegen Groß-Kuchen sich hinabzieht. Die ganze waldige Wanne ist mit Sandletten ausgefüllt, die an verschiedenen Punkten gegraben wurden. Die Hauptgrube lag etwas östlich über dem Talgrund und enthielt nebeneinander ohne sichtliche Ordnung in der Lagerungsweise ganz feine helle Letten ohne Sand, der als Walkelerde verkauft wurde, dann bildeten immer sandiger werdende Letten, die zu feuerfesten Backsteinen verwendet werden, den Übergang zu rein gewaschenem, geschlemmtem weißen Quarzsand, der als Formsand in Königsbrunn Verwendung fand. Längst sind auch diese Betriebe eingestellt, aber noch zeugen die tiefen Bingen im Walde von dem einstigen lebhaften Abbau.

Auch die sog. Backofensteine, wie sie früher am Heerhof aus den vulkanischen Tuffen gewonnen wurden, werden nicht mehr hergestellt. Sie galten als feuerfest, obwohl ihnen diese Eigenschaft ernstlich wohl kaum zukommt.

*) C. STRAUB. Der Trachyttuff des bayr. Rieses als Baustein. Herausg. v. „Deutsche Steinwerke“ C. Vetter A. G. Eltmann a. M. 1907.