

DAS VULCANISCHE VORRIES
UND
SEINE BEZIEHUNGEN
ZUM
VULCANISCHEN RIESE BEI NÖRDLINGEN.

VON
W. BRANCO.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
VOM JAHRE 1902.

MIT 1 TAFEL.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Gelesen in der Gesamtsitzung am 18. December 1902

[Sitzungsberichte St. LIII. S. 1111].

Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 25. Februar 1903.

Gemeinsame Untersuchungen mit meinem Freunde, Hrn. E. Fraas, liegen der folgenden Arbeit zu Grunde. Sie bezieht sich wesentlich auf das Vorries; indem aber die von uns im Vorries gewonnene Überzeugung, daß hier eine große Explosion stattgefunden haben müsse, nothwendig auch auf unsere Vorstellungen dem Ries gegenüber sich ausdehnen mußte, wird auch dieses wieder in den Bereich der Arbeit mit hineingezogen werden.

Um die Centra der Explosion im Vorries festzustellen, hat Hr. Dr. von Knebel freundlichst die Aufgabe übernommen, eine kartographische Darstellung der verschiedenen Intensitätsgrade der durch die Explosion hervorgerufenen Zertrümmerung (Vergriesung) des Weifs-Jura-Kalkes zu geben (Taf. I); auch die Vornahme von Schürfungen, behufs Feststellung zweifelhafter Lagerungsverhältnisse, hat der Genannte freundlichst auf sich genommen. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen wird Hr. Dr. von Knebel in der untenstehenden Zeitschrift¹ veröffentlichen; in vorliegender Arbeit werden wir dieselben nur kurz mit anführen.

Hr. Prof. Haufsmann hat ferner die Liebenswürdigkeit gehabt, die von ihm früher auf württembergischem Gebiete ausgeführte Untersuchung der magnetischen Störungen² nun auch auf das ganze Ries und Vorries auszudehnen und so ein kartographisches Bild herzustellen, welches den Zusammenhang der magnetischen Störungen über ein weiteres Gebiet und wohl ihre Abhängigkeit von einer eisenreichen Eruptivmasse, dem Laccolith, in der Tiefe erkennen läßt. In der Hoffnung, daß Hrn. Haufsmann's Arbeit in den Sitzungsberichten dieser Akademie für 1903 wird erscheinen können, wollen wir hier nur kurz auf dieselbe Bezug nehmen.

¹ Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Ges. 1902. Bd. 54, Heft 4.

² Das vulcanische Ries. S. 54, Fig. 2.

In unserer Arbeit über das Ries haben wir bereits die Litteratur über dasselbe besprochen. Wir müssen jedoch noch den Namen eines Mannes hinzufügen, der um die Erforschung des Rieses sich hochverdient gemacht hat, A. von Ammon. Er ist es, welcher vor langen Jahren die schwierige geologische Kartirung des bayerischen, d. h. des überwiegend größten Theils des Rieses ausführte. Wenn auch sein Name auf dieser Karte und in ihrer Beschreibung keinen Platz gefunden hat — jede Arbeit, die sich mit dem Ries beschäftigt, ist dem Namen A. von Ammon einen solchen schuldig. Auch des verdienstvollen ersten Versuches einer geologischen Karte des Rieses¹ aus dem Jahre 1849 von Frickhinger und Schnizlein sei hier nochmals gedacht, indem nun bereits die dritte Auflage der Karte bez. des botanischen Werkes, in dem sie sich befindet, erschienen ist.

Die neue Litteratur über das Ries folgt hier unten.²

¹ Das vulcanische Ries. S. 9, Anm. 2.

² W. Branco und E. Fraas, Das vulcanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie. Abhandl. d. Königl. Preufs. Akad. d. Wiss. 1901. S. 1—169, Taf. I, II.

W. Branco und E. Fraas, Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulcanischen Ries bei Nördlingen. Sitzungsber. d. Königl. Preufs. Akad. d. Wiss. 1901. Bd. XXII, S. 501—524.

E. Koken, Gletscherspuren im Bereich der Schwäbischen Alb. Bericht über die Versammlung des Oberrheinischen Vereins. 31. Versammlung. 1898.

E. Koken, Geologische Studien im fränkischen Ries. I. N. Jahrb. f. Min., Geol., Pal. 1898. Beilage-Band XII, S. 477—534, und II., Beilage-Band XV, S. 422—472.

E. Koken, Beiträge zur Kenntnifs des schwäbischen Diluviums. N. Jahrb. 1900. Beilage-Band, S. 120.

E. Koken, Die Schlißflächen und das geologische Problem im Ries. N. Jahrb. 1901. II. S. 67—88. Derselbe, Eine Nachschrift zu dem Aufsatz »Die Schlißflächen und das geologische Problem im Ries«. N. Jahrb. 1901. II. S. 128.

von Knebel, Beiträge zur Kenntnifs der Überschiebungen am vulcanischen Ries von Nördlingen. Inaug.-Diss. Berlin 1902. Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Ges. 1902.

von Knebel, Weitere Beobachtungen der Überschiebungen am vulcanischen Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Ges., Bd. 55, 1903. Heft 1.

I. Anzeichen einer grossen vulcanischen Contact-Explosion, welche als mitwirkende Ursache der Breccien (Gries)-Bildungen und der Überschiebungen anzusehen ist.

Unterschiede zwischen den vulcanischen Gebieten des Rieses und von Urach. Mit der Erkenntniß, daß nicht die Kraft des Eises, sondern diejenige des Vulcanismus es gewesen sein muß, welche die räthselhaften Überschiebungen und Breccienbildungen am Riese hervorrief, war die Frage jenes Herganges natürlich noch nicht gelöst. Es war vielmehr an Stelle des einen Räthfels zunächst nur ein neues getreten; denn Überschiebungen, hervorgerufen durch vulcanische Kräfte, kannte man bisher noch nicht. Die Art und Weise eines solchen Vorganges blieb daher zu erklären.

Der nächstliegende Gedanke für mich war der gewesen, daß die Riesbildung eine Wirkung gleicher vulcanischer Explosionen sei, wie in dem benachbarten vulcanischen Gebiete von Urach.¹ So erklärt es sich, daß in der unten citirten Arbeit über dieses Gebiet von Urach ganz kurz auch des Riesgebietes, auf Grund von von Gumbel's Auffassung, als einer Maarbildung gedacht wurde.

Als wir dann beide gemeinsam uns mit dem Studium des Rieses befaßten, ergab sich uns jedoch die Unmöglichkeit, die Ries-Phänomene auf dieselbe Weise, also mit Hülfe derselben vulcanischen Explosionen zu erklären, wie die Phänomene des Gebietes von Urach. Erwiesen sich doch die vulcanischen Erscheinungen hier wie dort als hochgradig verschieden, obgleich sie sich in einem und demselben geologischen Körper, der Schwäbischen Alb, vollzogen hatten. Wie hätte so Verschiedenartiges hier und dort durch einen gleichwerthigen Proceß entstanden sein können? Ein kurzer Vergleich wird diese Unterschiede vor Augen führen.

Wir haben in der Schwäbischen Alb, bei Urach wie im Riese, ganz dieselbe angenähert horizontale Lagerung des Schichtensystems, ganz dieselbe Reihenfolge durch die Jura- und Keuperformation hindurch bis hinab auf deren Unterlage, das altkrystalline Granit- und Gneißgebirge. Wir

¹ W. Branco, Schwabens Vulcan-Embryonen. Jahreshefte d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 1894 und 1895. Stuttgart 1894 bei Schweizerbart.

haben weiter bei Urach wie im Riese ganz dieselbe leichte und ephemere Form des Vulcanismus: einfache Spratz- und Explosionserscheinungen, durch welche lediglich eine Zerstiebung des Schmelzflusses zu Asche oder Schlacken sowie eine Zerschmetterung der durchbrochenen Gesteine erfolgte, ohne dafs es zum Ausflusse von Lavaströmen gekommen wäre.

Aber wir haben bei Urach, wenn auch an sehr viel zahlreicheren Stellen als dort, nur diese Erscheinungen allein. Beim Riese hingegen nicht nur diese, sondern auferdem auch noch vier weitere, zudem viel stärker sich in den Vordergrund drängende Erscheinungen, welche zu erklären waren: Einmal die ganz absonderlichen Überschiebungen mächtiger zusammenhängender, geschichteter Schollen, und zwar theils älterer Schichten auf jüngere hinauf, theils jüngerer Schichten, nämlich solcher des Oberen Weifs-Jura, auf ältere hinab, nämlich auf das durch Erosion bereits von der ehemaligen Bedeckung mit Weifs-Jura befreit gewesene Gebiet des Unteren und Mittleren Braun-Jura bez. gar des Lias. Sodann zweitens die Aufpressung des grossen, 25^{km} Durchmesser besitzenden Riesgebietes um einen Betrag von mehreren hundert Metern. Drittens den später erfolgten Wiedereinsturz dieses erst aufgepreft gewesenen Riesgebietes. Viertens die massenhaften Breccienbildungen (Vergriesung) des Weifs-Jura.

Es ergaben sich also trotz der ursprünglich völlig gleichartig gewesenen Lagerungs- und Gesteinsverhältnisse beider Gebiete doch überaus verschiedenartige Wirkungen des Vulcanismus hier wie dort. Zwar die einzelnen vulcanischen Ausbruchsstellen im Riese und im Vorriese verriethen durch ihre Tuffe und Schlacken zweifellos die gleichartige Entstehungsweise mit denen bei Urach durch vulcanische Explosionen, welche den Schmelzfluss und das anstehende Gestein zerschmettert hatten.¹

Aber von jenen vier genannten, dem Riese auferdem noch besonders eigenen Erscheinungen konnte zunächst einmal die langsame Aufpressung des Riesgebietes unmöglich als das Werk einer Eruption oder Explosion angesehen werden; sie konnte nur das Werk allmählich aufwärts gedrängten Schmelzflusses sein.

Ein Einsturz sodann konnte zwar an sich wohl das Werk einer gewaltigen Explosion, also ein Maar, sein; aber in solchem Falle hätte man erstens einen ungefähr kreisförmigen, nicht aber den dem Rieskessel eigenen

¹ Nur mit dem Unterschiede, dafs im Riese wohl bereits vorher vorhanden gewesene Spalten diese Ausbrüche erleichtert haben; denn die Aufpressung mußte solche Spalten schaffen.

polygonalen Umrifs erwarten können, und zweitens würde der Granit im Riese, der dort noch heute ein etwa 200^m höheres Niveau einnimmt, als ihm zukommt, doch sicher durch eine Explosion nur momentan, nicht aber dauernd in diese Höhenlage versetzt worden sein; er wäre nach der Explosion wieder zurückgesunken. So konnte also dieser Einsturz des Rieses doch nicht das Werk einer Explosion sein, so lange man die Aufpressung des Granites dort gelten lässt.

Die Überschiebung der großen Schollen konnte man ebenfalls nicht auf Rechnung jener vulcanischen Eruptionen setzen; denn man sah ja im Gebiete von Urach, daß diese vulcanischen Explosionen lediglich ein Trümmerwerk von Blöcken und kleinen Stücken zu erzeugen im Stande gewesen waren. Ein solches Trümmerwerk also hätte sich dann auch am Riese finden müssen, nicht aber überschobene, große, geschichtete Schollen.

Nur die Breccienbildung hätte man sofort auf Explosionen zurückgeführt haben können. Dem stand aber im Wege, daß bei Urach die Explosionen absolut nicht im Stande gewesen waren, solche Breccienbildungen (noch auch jene Überschiebungen) hervorzurufen. Bei der überaus großen Ähnlichkeit dagegen, welche diese Griesbreccien mit derjenigen Zerpressung der Gesteine besitzen, die vieler Orten durch Gebirgsdruck entstanden ist, erschien es uns einheitlicher, sie wesentlich ebenfalls auf einen Druck zurückzuführen, welcher hier durch die Aufpressung des Riesgebietes erzeugt wurde bez. durch den diese Aufpressung bewirkenden Schmelzfluß; nebenbei vielleicht auch noch auf Erdbeben und andere Ursachen.

Durch diese Aufpressung ergaben sich uns dann aber außer der Breccienbildung als weitere Folgewirkung auch noch die Überschiebungen; denn wenn ein Berg mit geneigter Schichtenstellung gewaltsam emporgedrängt wird, dessen untere Schichten aus mächtigen Thonen, dessen obere Schichten aus harten, aber durch die Emporpressung zerbrochenen Kalken bestehen, so waren, lediglich in Folge der Schwere, umfangreiche Abrutschungen und Bergstürze die nothwendige Folge einer solchen Bildung; ganz abgesehen von denjenigen Überschiebungen, welche sich als Folge des durch das Emporpressen hervorgerufenen Seitendruckes ergeben mußten.

Ableitung als Ursache von Überschiebungen. Dieser Gedanke, welchen wir in unseren bisherigen Arbeiten auszuführen suchten, ist an sich ein durchaus statthafter. Jeder Bergsturz bewirkt eine derartige Überschiebung, sei es einer wüsten Trümmernasse, sei es mehr zusammen-

hängender Schollen; in dem kleinen Gebiete der Schweiz allein sollen nicht weniger als 150 katastrophenartige Bergstürze zu verzeichnen sein¹, welche sich jetzt noch erkennen lassen. Aber auch ungemein viel grofsartigere und in ihrem Charakter als solche ganz sichergestellte Überschiebungen hat man von verschiedener Seite lediglich zurückzuführen versucht auf ein Abgleiten riesiger Gebirgsmassen von höher aufgedrehten Stellen des Gebirges aus auf die niedriger liegenden, also auf denselben Vorgang, den wir im Auge haben:

Ganz allgemein sucht auf solche Weise bekanntlich Reyer's Faltungshypothese² die Entstehung von Kettengebirgen auf Abgleiten als möglich zurückzuführen, und derartige Vorgänge würden natürlich mit Überschiebungen verknüpft sein müssen.

Speziell hat Gosselet³ gewisse Faltungen in den französischen Alpen und in den Ardennen in solcher Weise erläutert und sehr anschaulich gezeigt, wie bei Bourg d'Oisans der Lias auf der Höhe in horizontalen Schichten liegt, während die am Abhange abgerissenen und abgeglittenen Schichten im Thale sich zu Falten zusammengestaut haben.

Neuerdings sucht auch Schardt⁴ durch ein einfaches Abgleiten die Thatsache zu erklären, dafs überall in den schweizerischen Voralpen die geologisch alten Schichten der Trias, des Perm und Carbon auf den jugendlichen Bildungen des Flysch liegen. Zu Beginn der oligocänen Zeit seien die centralen Gebiete der Alpen mit ihrer damaligen sedimentären Decke hoch aufgedreht worden. An dem steilen Nordabhange sei ein 300^{km} breites Band dieser Sedimente in's Gleiten gekommen und nun langsam, lediglich durch die eigene Schwere, 60—80^{km} weit nach N. auf den Flysch hinauf geglitten. In den heutigen dortigen »Klippen« sähen wir die Erosionsreste dieser abgerutschten Decke, welche natürlich Reibungsbreccien erzeugte und aus dem krystallinen Gebiete die »Findlingsblöcke« gen N. schob.

In ganz derselben Weise wendet Taramelli⁵ diese Art zu sehen auf analoge Lagerungsverhältnisse der Lombardischen und Venetischen Alpen

¹ Neues Jahrbuch f. Min., Geol., Pal. 1877. S. 916.

² Theoretische Geologie. Stuttgart 1888. S. 480—484.

³ Bulletin soc. géologique de France. 3^e sér. Bd. IX. 1880—1881. p. 690.

⁴ Ecol. Geol. Helvet. V. 1898. p. 233—250. Bulletin soc. vaud. des sc. nat. 34. 1898. p. 114—219.

⁵ Rendiconti Reale Istituto Lombardo sc. e lettere (2). Bd. XXXI. 1898. p. 1368 bis 1375.

an und giebt zu erwägen, ob nicht auch im Appennin manche Überschiebungen auf dieses einfache Abrutschen zurückzuführen seien.

Auch Brögger, wie ich einer freundlichen mündlichen Mittheilung des verehrten Herrn Collegen entnehmen darf¹, führt bedeutende Überschiebungen in Norwegen zurück lediglich auf ein Abgleiten der Massen von höher gelegener Stelle her.

Man sieht, unsere Vorstellung, daß die Überschiebungen am Riese durch einfaches Abgleiten von dem durch Aufpressung vorübergehend gebildeten Riesberge entstanden sein möchten, ist wahrlich keine allzu kühne; denn in ganz unvergleichlich stärkerem Grade wird solche Vorstellung von verschiedenen anderen Autoren angewendet.

Beispiele localer Aufpressungen. Ganz ebenso ist aber auch die andere Vorstellung, welche wir uns am Riese gebildet hatten, heute eine durchaus nicht fremd klingende: daß nämlich durch Empordrängen bez. -gedrängtwerden von Schmelzfluß über dieser Stelle ein Berg emporsteigen könne; denn eine solche, die Decke emporhebende Kraft wird von vielen Autoren den Laccolithen zugestanden. Wir haben bereits früher Gründe und Anschauungen Anderer² sowie Beispiele angeführt, welche für das Vorhandensein derartiger localer Hebungen, veranlaßt durch aufwärts drängenden Schmelzfluß, sprechen. Es sei dem hier noch Weiteres angefügt.

In seinen Studien am Adamello hat Salomon nachgewiesen³, daß die im Minimum 4860 Milliarden schwere Tonalit-Magmamasse bei ihrer Intrusion wenigstens 5250^m hochgehoben worden sein muß. »Und das ist eine Thatsache, keine Hypothese!« Im gleichen Maße wurden natürlich die den Tonalit überlagernden Sedimente, einen Berg bildend, emporgepreßt. Ergiebt das nicht ein vollkommenes Analogon, sogar sehr viel größeren Maßstabes, mit dem Bilde, welches wir uns vom Riese machten?

In ähnlicher Weise erklärt auch Hinterlechner ein allerdings wohl kleineres Vorkommen in Ostböhmen.⁴ Über dem Kunititzer Eruptiv-Magma hat einst der Plänerkalk eine Decke gebildet. Letztere ist dann von dem

¹ Gedruckt findet sich das Gesagte in einer mir leider nicht zugänglichen Schrift: Norge i det 19^{de} iarhundered. Geologie.

² Das vulcanische Ries. S. 20—24.

³ Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. Bd. XXXI. 1901. S. 746.

⁴ Jahrbuch k. k. Geolog. Reichsanstalt. Jahrg. 1900. Bd. 50. Wien 1901. S. 476, Fig. 1.

Magma in die Höhe geprefst worden, wobei zufällig eine große Scholle in höherem Niveau bis heute auf dem Eruptivgesteine liegen blieb.

Dathe¹ that soeben dar, daß der Porphyrstock des Hochwaldes bei Waldenburg in Niederschlesien die ihn ehemals überlagernden Waldenburger, Weißsteiner und Schatzlarer Schichten — wesentlich Conglomerate und Sandsteine — bei seiner Emporpressung allseitig hochgehoben habe. An der SO.-Seite des Porphyrstockes entsendet derselbe eine Apophyse, $1\frac{1}{2}^{\text{km}}$ lang, $0^{\text{km}}4$ breit, in diese Schichten hinein, welche dieselben gleichfalls im Contacte ein wenig gehoben hat. Unmöglich wird man annehmen können, daß in diesen Conglomeraten und Sandsteinen durch den Gebirgsdruck eine vorhergehende Aufblätterung, also Hohlraumbildung, erfolgt sei, so daß der Porphyr nur in den präexistirenden Hohlraum eingetreten wäre, nicht aber selbst sich denselben gebildet habe. Eine solche riesige Höhle wäre wohl im selben Maße eingestürzt, in dem sie sich gebildet hätte. Gegenüber leicht blätternen Schiefergesteinen könnte man vielleicht eine solche Vorstellung sich bilden; hier, gegenüber brüchigen Sandsteinen und Conglomeraten, kaum.

In gleicher Weise hat sodann Hr. Beushausen, wie ich einer freundlichen Mittheilung entnehmen darf, die Überzeugung gewonnen, daß im Harze der Granit des Brockenmassivs nicht passiv in einen vorher vorhandenen Hohlraum eingedrungen sei, sondern bei der Aufwölbung der ihn überlagernden Schichten selbst eine active Rolle gespielt habe.

In seiner »Geologie des Tatragebirges«² kommt Uhlig ebenfalls zu dem Schlusse, daß hier, unabhängig von dem Seitendrucke, welcher Faltungen und Überschiebungen der Schichtgesteine bewirkte, noch ein verticales Aufsteigen quadratischer oder rechteckiger Massen des Urgebirges speciell Granites stattgefunden zu haben scheint. Es ergibt sich sogar, daß diese verschiedenen Granitmassen bis zu sehr verschiedener Höhe senkrecht empor gehoben worden sein dürften; so erweist sich die Woloszyn-Masse viel stärker gehoben, als die ihr östlich benachbarte Granitpartie. Wenn man demgegenüber vielleicht meinen wollte, diese verticalen Hebungen im Tatragebirge könnten doch etwa nur eine Folgeerscheinung des Seitendruckes

¹ Zeitschrift der Deutschen Geolog. Ges. 1902. Heft 4. Ref. s. Ztschr. f. prakt. Geologie. 1902. S. 505—510, speciell 509.

² Denkschriften der math.-naturw. Cl. der k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXIV. 1897. S. 113.

bez. der Faltung sein, so ergiebt sich eine solche Lösung hier als unmöglich; denn diese Granitkerne zeigen keinerlei Spuren eines etwaigen Seitendruckes. So sehr vorsichtig sich Uhlig auch in dieser Beziehung ausdrückt, und so sehr er namentlich über die Ursache des Aufsteigens keinerlei Vermuthungen ausspricht — man wird doch, wie er hervorhebt, die bemerkenswerthe, durch senkrechte Hebung am ehesten erklärliche Thatsache nicht übersehen dürfen, dafs auch in anderen Gebirgen Granitmassen häufig die höchsten Erhebungen des Gebirges bilden. So eröffnet er den Ausblick auf locale Aufpressungen altkrystalliner Gesteine als eine allgemeine Erscheinung.

Wenn nun aber Seitendruck¹ als Ursache hier, speciell in der Tatra, ausgeschlossen ist, dann bleibt als Ursache solcher lokalen Aufpressungen wohl keine andere Erklärung übrig, als diejenige, welche wir zur Erklärung der Aufpressung des Riesgebietes angewendet haben: Aufwärts drängender, bez. gedrängter Schmelzflufs.

Es liegt nahe, an dieser Stelle gerade auch auf das Verhalten vieler vulcanischer Inseln hinzuweisen, bei denen sich deutliche Anzeichen von negativen Strandverschiebungen, bez. also von Hebungen, erkennen lassen. Erklärlicherwise werden aber derartige Beispiele nur dann als beweisend für eine solche locale Hebung, wie wir sie hier im Auge haben, angesehen werden können, wenn in einem und demselben Meere bez. Meerestheile die verschiedenen Inseln regellos gleichzeitig hier gehoben, dort gesunken, da unveränderten Niveaus erscheinen; denn nur in solchem Falle müssen es ja die Inseln sein, welche entweder von localer Hebung oder von Senkung oder von Beidem nach einander betroffen worden sind.

Wenn dagegen in einem Meere gleichzeitig entweder alle Inseln gehoben oder alle gesenkt erscheinen, dann kann das natürlich ebenso gut auch durch eine Senkung oder Hebung des Meeresspiegels erklärt werden. Zudem würde, wenn wirklich dennoch eine Hebung oder Senkung der Inseln selbst stattgefunden haben sollte, das hier auf eine Hebung oder Senkung des ganzen Meeresbodens einschliesslich aller ihm aufgelagerter

¹ Ob dieser Seitendruck gedacht wird als Folge der Abkühlung der Erde und des dadurch hervorgerufenen Zusammenbruches der Erdrinde, oder als Folge der Pressung, welche nach Pilår durch die Keilgestalt der Erdschollen hervorgerufen wird, das ist gleichgültig; denn auch im letzteren Falle entsteht eben eine Pressung (vergl. W. Branco, Wirkungen und Ursachen der Erdbeben. Universitäts-Programm. Berlin 1902. S. 92, 93).

Inseln hinauslaufen. Es würde sich dann also um eine Aufwärts- oder Abwärtsbewegung eines größeren Theiles der Erdkruste handeln, nicht aber um locale, eng begrenzte derartige Bewegungen, wie wir sie hier gerade im Auge haben als Analoga zu der Aufwärtsbewegung bez. Emporpressung des Riesgebietes.

Vorsicht wird mithin in dieser Beziehung Inseln gegenüber nothwendig sein. Trotzdem aber lassen sich Beispiele finden, aus welchen, wie es scheint, eine ganz locale, auf die Insel oder gar nur auf Theile der Insel beschränkte Hebung hervorgeht; eine Hebung, die man dann wohl nur dem local empordrängenden Schmelzflusse wird zuschreiben können.

Gerland¹ hat ein derartiges, regellos erfolgendes Aufsteigen und Absinken bei vulcanischen Inseln, die in einem und demselben Meere liegen, vor einigen Jahren behandelt. Er unterscheidet an der Vulcan-Insel den auf dem Meeresboden ruhenden, aufgeschütteten Sockel und den den Eruptionskanal erfüllenden Eruptivpfiler, welcher aus dem zuletzt Emporgequollenen besteht, daher noch mit dem Magma in Verbindung steht. Der Sockel behält im Allgemeinen zugleich mit dem festen, sehr dichten Meeresboden, dem er aufliegt, dieselbe Lage. Aber der bez. die diesen Sockel durchsetzenden Eruptivpfiler, somit auch deren Spitzen, die Gipfel des Berges, steigen empor oder sinken hinab mit dem Magma; denn sie schwimmen auf dem Magma, werden daher gemäß dem specifischen Gewichte und dem hydrostatischen Drucke steigen oder sinken müssen.

Als ganz nebensächlich wird man den Unterschied ansehen können, daß hier nur die Producte der früheren Eruptionen durch den Schmelzfluß gehoben werden, während im Riesgebiete durch den Schmelzfluß das Sedimentgebirge und der Granit gehoben wurden. Hauptsache bleibt ja doch, daß durch das Magma die überliegende Gesteinsmasse local emporgepreßt wird. Aus was für Gesteinen diese letztere besteht, ist Nebensache.

Falls also die von Gerland versuchte Lösung dieser eigenartigen localen Hebungerscheinungen bei vulcanischen Inseln das Richtige treffen sollte, so würde man auch diese Erscheinungen als ungefähres Analogon der Wirkungen des Schmelzflusses im Riese, wie wir sie uns gedacht haben, anführen können.

Diese weiteren, den früher von uns angeführten sich anschließenden Beispiele mögen abermals zeigen, daß die von uns

¹ Beiträge zur Geophysik. 1895. Bd. II, S. 25.

zur Erklärung der Riesphänomene zur Anwendung gebrachten beiden Vorstellungen

einmal von localen, engbegrenzten Hebungen durch emporgedrängten Schmelzfluß, zweitens von Abrutschungen sogar ausgedehnter Schichtenmassen von gehobenen Gebieten

keineswegs so vereinzelt dastehen und in ihrer Combination nicht derartig Absonderliches darbieten, daß man vor ihnen bei der Erklärung der Riesphänomene zurückschrecken müßte.

Wer daher eine Emporpressung und Bergbildung im Riese überhaupt annimmt — und Koken stimmt in dieser Annahme ja völlig mit uns überein —, der kann sich auch vor diesen nothwendigen Folgewirkungen der Bergbildung nicht verschließen.

Größenbetrag der Überschiebungen am Riese. Ein Einwurf, welchen man unserem Erklärungsversuche entgegenstellen könnte, liefse sich somit nicht damit begründen, daß wir zwei den heutigen Erfahrungen und Vorstellungen geläufige Dinge mit einander combinirt haben, um das Zustandekommen der ja zweifellos am Riese vorhandenen Überschiebungen zu erklären. Ein Einwurf könnte wesentlich nur basirt werden auf den Größenbetrag der Überschiebungen, die wir damit erklären wollen; also auf die Länge der Wegstrecke, welche die überschobenen Massen zurückgelegt haben. Man könnte nur einwerfen, daß unser Riesberg nicht genügend groß erscheine, um so weithingehende Überschiebungen hervorzurufen.

Es dürfte daher angezeigt sein, darauf hinzuweisen, daß die Größe der Überschiebungen am Riese doch keine so gewaltige ist, wie das derjenige vielleicht denkt, welcher den Ries-Verhältnissen ferner steht. So ergeben sich für die Braun-Jura- und Untere Weiß-Jura-Masse, die bei Hertsfeldhausen auf Oberem Weiß-Jura liegt, eine ungefähre Entfernung vom Riesrande von 2^{km}; für die Braun-Jura- und Untere Weiß-Jura-Masse, die auf dem Buchberge über Weiß-Jura β liegt, eine solche von etwa 4^{km} bez. nur 1^{km}.5, wenn man von dem östlich davon liegenden Theile des Egerthales aus rechnet; für die Braun-Jura- β -Masse, die sich bei Unter-Riffingen auf Oberem Weiß-Jura findet, eine solche von gegen 6^{km}; für die Schuttmasse, die bei Lauchheim den Weiß-Jura β überlagert, eine solche von 6—8^{km}.

Da das im S. des Rieskessels gelegene Vorries ein selbständiges Aufbruchgebiet darstellt, so kann man selbstverständlich nicht die bis zu 12 und 14^{km} steigende Entfernung der dortigen Braun-Jura-Massen vom Riesrande, wie das geschehen ist, als einen Einwurf gegen unseren Erklärungsversuch hinstellen; denn dort etwa vorhandene Überschiebungen, welche im Vorries auf dem Weifs-Jura lägen, wären ja gar nicht vom Riese, sondern vom Vorries aus überschoben worden. Ob sie weit vom Riesrande entfernt oder nahe demselben liegen, das kann somit weder gegen noch für unsere Auffassung geltend gemacht werden.

Es ergeben sich also für die zu erklärenden Überschiebungen am Riese doch nur Strecken von 2, 4 bez. 1½, 6—8 und 6^{km}, vom Riesrande an gemessen. Genau lassen sich diese Entfernungen freilich überhaupt nicht abmessen, da es eine Schwierigkeit darbietet, denjenigen Punkt des Riesrandes festzustellen, von welchem aus wahrscheinlich die betreffende Überschiebung ausgegangen ist. Für diejenigen Überschiebungen, bei welchen Weifs-Jura-Schollen auf das damals bereits erodirt gewesene Braun-Jura-Gebiet erfolgten, wie bei Kirchheim, Dirgenheim u. s. w., ist vermuthlich der Betrag der überschobenen Strecke ein geringerer als der oben angegebene.

Mitwirkung einer grossen Contact-Explosion. Indessen selbst eine Überschiebung der Schollen auch nur bis auf eine Strecke bis zu 8^{km}, lediglich erklärt durch Abgleiten von dem Riesberge in Folge der Schwere, bez. durch Seitendruck bei seiner Aufpressung, könnte in diesem Falle vielleicht immer noch gewisse Bedenken bei Manchem hervorrufen. Darum erscheint es wünschenswerth, noch auf eine zweite Kraft hinzuweisen, welche im Vorries deutliche Spuren hinterlassen hat, aber auch im Riese jener ersten verstärkend zur Seite gestanden haben dürfte; indem sie nämlich den vom Berge abgleitenden, überhaupt aber allen den Berg bildenden Massen einen gewaltigen Anstoss gab, mit grosser Geschwindigkeit und Kraft abzufahren.

Wir meinen eine gewaltige Explosion, hervorgerufen vielleicht durch die plötzliche Verwandlung einer grossen unterirdischen Wasseransammlung in Dampf, in Folge der Einwirkung des aufwärts geprefsten Schmelzflusses.

Zu einer solchen Annahme einer grossen Explosion drängen uns die geologischen Verhältnisse in dem von uns in der vorliegenden Arbeit untersuchten Vorries:

Einmal treten hier inselförmig, inmitten der ungestörten Weifs-Jura-Kalke der Albhochfläche, große Gebiete vergriesten, in Breccie verwandelten Kalkes auf, die nicht überschoben, sondern anstehend zu sein scheinen; jedenfalls aber, wenn doch hier und da überschoben, nur ein wenig verschoben sein dürften. Das Vorhandensein solcher isolirten Griesinseln aber deutet darauf, daß an der betreffenden Stelle explodirende Gase sich Bahn gebrochen haben.

Sodann läßt sich erkennen, daß die verschiedenen Intensitätsgrade der Vergriesung im Allgemeinen nicht regellos in diesen Inseln vertheilt sind, sondern daß sich nicht selten für jede Insel ein irgendwo gelegenes centrales, am stärksten vergriestes Gebiet ergibt.

Weiter zeigt sich, daß diese Inseln nicht etwa mit Spaltenbildungen verknüpft, also nicht durch solche hervorgerufen zu sein scheinen.¹ Wenn dem aber so ist, dann dürfte eine große Explosion die Ursache sein, welche die Massen erschüttert, hochgehoben, dabei zerschmettert und hier und da auch etwas verschoben hat. Auf ein heftiges Erdbeben kann man diese Wirkungen darum nicht zurückführen, weil dann diese Vergriesung mehr allgemein verbreitet, nicht auf Inseln beschränkt sein müßte.

Endlich aber liefs sich erkennen, daß im Vorries so große Überschiebungen umfangreicher Schollen, wie am Riese z. B. die Buchberg-Kappe, wie uns scheinen will, fehlen; denn die auf dem Weifs-Jura im Vorries liegenden Fetzen von Keuper- und Braun-Jura-Thon möchten wir im Allgemeinen für herausgequetscht bei der Aufpressung des Granites bez. auch für ausgeworfen bei der Explosion, nicht für überschoben auffassen.

Dieser Unterschied zwischen Vorries und Ries scheint sich uns dadurch zu erklären, daß im Vorries lediglich die Explosion, nicht aber auch eine vorhergehende Aufpressung des ganzen Gebietes² stattgefunden hat; darum fehlen hier so große Überschiebungen. Wogegen am Riese eine vorhergehende allgemeine Aufpressung stattgefunden hat, so daß nun, theils nur in Folge dieser, theils unter Beihülfe der Explosion, von dem aufgepreßten Gebiete die großen Überschiebungsmassen abfahren konnten.

¹ Die das Wörnitzthal begleitenden Griesbildungen würde man freilich, da diesem Thale eine Spaltenbildung zu Grunde liegt, mit letzterer in Verbindung bringen können. Es ist auch durchaus denkbar, daß ein Theil dieser Weifs-Jura-Breccien durch Gebirgsdruck entstanden sein könnte, der durch die Aufpressung des Rieses und die daraus folgende Spaltenbildung hervorgerufen wurde.

² Aufser in der Granitzone (s. Abschnitt II und Taf. D).

So ergibt sich ein Rückschluss von den Verhältnissen im Vorriese auf die des Rieses.

Durch die Explosion würden also die folgenden Erscheinungen hervorgerufen sein: eine Zertrümmerung des von ihr betroffenen Weifs-Jura-Kalkes, soweit solche nicht bereits durch den mit der Aufpressung verbundenen Druck¹ erfolgt war; ein Zerblasen des Granites²; ein Emporschleudern der auf dem betroffenen Weifs-Jura etwa liegenden jüngeren Massen, wie Buchberg-Geröllsand oder andere Tertiärgesteine; ein Auswurf älterer, namentlich thoniger Fetzen von Keuper- und Jura-Massen, soweit solche nicht heraufgequetscht wurden bei Aufpressung des Granites; ein Anstoß zum Abgleiten der großen Überschiebungsmassen vom Riesberge, soweit solche nicht von selbst durch ihre Schwere abglitten.

Dagegen möchten wir uns diese große Explosion zeitlich unabhängig denken von den relativ kleinen Explosionen, durch welche im Ries wie im Vorriese die vulcanischen Schlacken- und Ascheneruptionen hervorgerufen wurden. Die gewaltige Explosion vorausgehend, ohne vulcanische, d. h. magmatische Ausbrüche; die kleinen vulcanischen Eruptionen dann später folgend, im Ries und im Vorriese ganz so verlaufend wie bei Urach, welchem letzteren Gebiete jene gewaltige Explosion überhaupt fehlte. Auf solche Weise bliebe auch die Eingangs dargelegte (S. 5—7) Überzeugung zu Recht bestehen, daß unmöglich im Ries und bei Urach so sehr verschiedenartige Wirkungen durch einen und denselben gleichwerthigen Vorgang erzeugt sein könnten.

Derartige immerhin kleinere Explosionen, wie sie beiden Gebieten zweifellos gemeinsam waren, da sie hier wie dort jene relativ leichten Spratzererscheinungen des Schmelzflusses und Zertrümmerungen der Gesteine hervorriefen, waren und sind offenbar unvermögend, die in Rede stehenden Breccienbildungen und Überschiebungen in's Leben zu rufen; denn sonst würden sie das auch bei Urach und an zahlreichen anderen Orten der Erde gethan haben. Dazu bedurfte es eines ganz bedeutend viel großartigeren Explosionsvorganges, der sogar vielleicht in einem einzigen Augenblicke Alles in Bewegung setzte und bewirkte.

Abgesehen von diesem Grunde aber haben wir im vulcanischen Tuffe Stücke von Weifs-Jura-Breccie gefunden und von Knebel hat neuer-

¹ Das vulcanische Ries. S. 60 und vorliegende Arbeit S. 7.

² Siehe granitische Explosionsproducte in Abschnitt II.

dings bei Burgmagerbein große Blöcke solchen Grieses im Tuffe entdeckt. Er betont mit Recht, daß dieser Breccienkalk wohl nicht erst durch den Ausbruch des Tuffes entstanden, d. h. vergriest sein kann. Wäre letzteres der Fall gewesen, wäre bei diesem Ausbruche ein unzertrümmerter Kalkblock in die Luft geschleudert worden und dann in die weiche, federnde Asche zurückgefallen, so würde der Block unmöglich zu einer solchen Breccie zerschmettert worden sein. In dem benachbarten Gebiete von Urach, in welchem an über hundert Stellen Ausbrüche von Asche stattfanden, bei denen Kalkblöcke des Weifs-Jura gleichzeitig emporgeschleudert wurden und in die Asche fielen, habe ich in der That niemals eine solche Breccienbildung derselben gefunden.

Sodann aber macht von Knebel geltend, daß diese im Tuffe liegenden Blöcke von Weifs-Jura-Gries zu einer festen Breccie verkittet sind. Dieser Umstand aber läßt ebenfalls darauf schließen, daß die Zerschmetterung der Blöcke schon früher durch einen anderen Vorgang erfolgte, daß bis zur Verkittung seiner zahllosen Stückchen ein gewisser Zeitraum verstrich, nach dessen Ablauf dann erst der Aschenausbruch erfolgte.

Für sich allein würde allerdings dieser Grund nicht beweiskräftig sein, da ja auch der vulcanische Tuff seit seiner ersten Entstehung als Asche zu einem festen Gesteine verkittet worden ist. Das Gleiche konnte folglich auch bei den in ihm liegenden Breccienstücken geschehen. Aber in Verbindung mit jenem ersten Grunde und dem folgenden dritten gewinnt er an Wahrscheinlichkeit.

Dieser dritte Grund liegt in dem später nochmals zu besprechenden Umstande, daß die Breccienbildungen des Weifs-Jura-Kalkes auch an solchen Orten gefunden werden, an denen keine Spur von vulcanischen Tuffen sichtbar ist. Das deutet ebenfalls darauf hin, daß die Eruptionen der letzteren und die große Explosion zwei zeitlich getrennte Ereignisse gewesen sein dürften. Wären dagegen beide Ereignisse zeitlich zusammengefallen, dann wäre kein Grund vorhanden, warum so starke Griesbildungen, wie sie südlich vom Vorriesen entstanden, nicht auch von Eruptionen vulcanischer Tuffe begleitet worden sein sollten. Offenbar aber war damals, zur Zeit der großen Explosion, der Schmelzfluß noch nicht hoch genug gestiegen, um mit zerstiebt werden zu können.

Damit wollen wir nicht gesagt haben, daß die Aschenausbrüche im Vorriesen und Riese nicht nachher auch zum Theil dieselben Wege benutzt haben

sollten, welche ihnen vorher durch diese gewaltige Explosion eröffnet worden waren; das wäre widersinnig. Wir wollen nur sagen, daß wir im Allgemeinen zwei zeitlich getrennte Vorgänge unterscheiden zu sollen glauben.

Durch von Knebel wird der Versuch gemacht werden, im Vorriese die verschiedene Intensität der Vergriesung zu benutzen, um auf diese Weise die Ausbruchsstellen der Gase dieser Explosion festzustellen. Indem drei verschiedene Grade der Zertrümmerung des Weiße-Jura unterschieden werden, ein stärkster, mittlerer und schwächster, wird durch kartographische Darstellung derselben ein Bild dieser Verhältnisse erreichbar sein. Das Unternehmen hat erklärlicherweise mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß ein Urtheil über verschiedene Grade der Zertrümmerung eines Gesteins sich wohl in extremen Gegensätzen leicht gewinnen läßt, sonst aber dem subjectiven Ermessen unterworfen bleibt, und daß es vor Allem auch in seinem Erfolge sehr von dem Vorhandensein von Aufschlüssen abhängt. Trotzdem hoffen wir auf diese Weise ein angenähert richtiges Bild des Thatsächlichen erlangen zu können¹.

Dankbar müssen wir der Anregung gedenken, welche uns durch Hrn. E. Sűfs hinsichtlich der Annahme einer Explosion geworden ist. In seinem Antlitz der Erde² hatte derselbe bei Besprechung der Riesphänomene freilich mehr auf die Einsturzvorgänge sein Augenmerk gerichtet. In seinen Studien über den Mond jedoch hatte er hervorgehoben, wie die plötzliche Verwandlung unterirdischer Wasseransammlungen in Dampf die Ursache solcher heftigen vulcanischen Explosionen bilde³; und in einem Briefe, welchen wir der liebenswürdigen Theilnahme des hochverehrten Meisters an unseren Ries-Untersuchungen verdanken, gab er der Überzeugung Ausdruck, daß die Annahme einer gewaltigen Explosion alle Riesphänomene erkläre.

Wenn auf solche Weise nun ein neuer Factor, der einer großen Explosion, in die Erklärung der Riesphänomene hineingetragen ist, so wird unter diesem neuen Gesichtspunkte die Frage zu prüfen sein, ob unser früherer Erklärungsversuch: Eine Aufpressung des Riesgebietes habe die betreffenden Erscheinungen hervorgerufen, nun auch noch anwendbar sei,

¹ Die freundlichst von Hrn. von Knebel noch rechtzeitig uns zur Verfügung gestellte Karte, Tafel I, giebt ein Bild dieser Verhältnisse.

² Bd. I. S. 259.

³ Sitzungsberichte mathem.-phys. Cl. der k. k. Akademie in Wien. Bd. 104, Abth. I. 1895. S. 34.

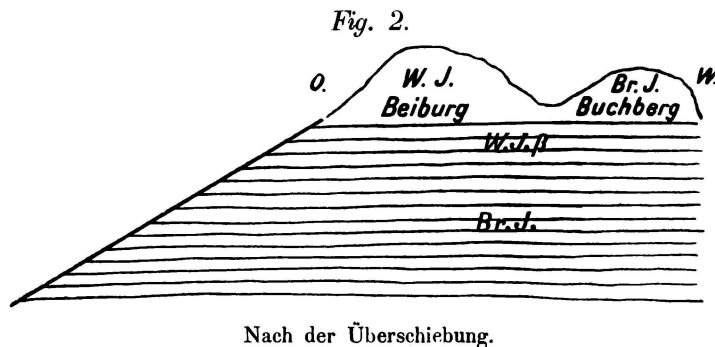
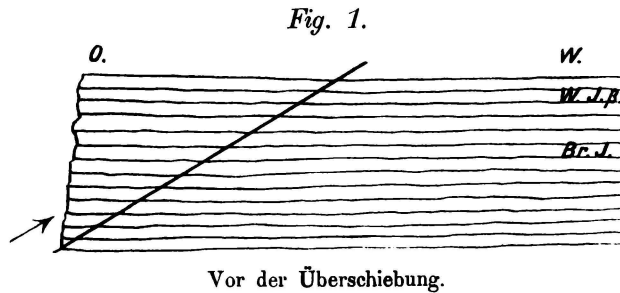
oder ob die Explosion allein alle Riesphänomene erklären könne, ohne dafs es hierzu der weiteren Annahme einer vorhergegangenen Aufpressung des Riesgebietes bedürfe.

Gründe, welche die Annahme einer, der Explosion vorhergehenden Hebung im Riesgebiete nöthig machen. So sehr nun aber auch, namentlich im Vorries, die Verhältnisse zur Annahme einer grofsen Explosion drängen, so liegen doch auf der anderen Seite, im Riese, die Dinge derart, dafs wir der Zuhülfenahme einer Aufpressung nicht entbehren zu können glauben. Ja, auch im Vorries zwingt die granitische Zone, wie uns scheint, zur Annahme einer, wenn auch nur kleineren localen Aufpressung.

In der Thatsache der Überschiebung so grofser, zusammenhängender Schollen, wie z. B. am Buchberge, scheint uns die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit zu liegen, lediglich durch eine grofse Explosion, ohne Zuhülfenahme einer vorherigen Riesbergbildung, also ohne vorherige Aufpressung, die Riesphänomene zu erklären. Wir glauben daher zunächst, Gründe und Thatsachen darlegen zu sollen, welche uns zum Festhalten an einer solchen Aufpressung zwingen; wobei sich freilich nicht umgehen läfst, dafs wir in Abschnitt II, bei Besprechung der Eruptions- und Explosionsproducte, nochmals, weil zum Theil unter anderen Gesichtspunkten, auf diese Frage zurückkommen müssen.

Nehmen wir die Buchberg-Scholle. Vom Braun-Jura α an bis hinauf zum Weifs-Jura α hin ist hier das ganze Schichtensystem um ungefähr 130^m senkrecht gehoben bis auf das Niveau des Weifs-Jura β , dann seitwärts auf letzteren mehrere Kilometer weit übergeschoben. Würde nun die Hebung momentan, d. h. durch eine Explosion, erfolgt sein, so hätte die ganze grofse Scholle, Schichtung und Zusammenhang bewahrend, nicht nur 100—130^m hoch durch die Luft, sondern dann auch noch seitwärts über die Alb mehrere Kilometer weit geflogen sein müssen. Je mehr man diese beiden auf einander senkrechten Bewegungsrichtungen in zwei mehr stumpfwinkelig an einander stofsende und schliesslich in eine geradlinige, schräge sich umgeändert denkt, desto weiter wird die Entfernung, welche den heutigen Ort der Buchberg-Scholle von dem ihres ehemaligen Anstehens trennt, desto eher mußte also ein Zerbrechen der grofsen Scholle stattfinden. Wollte man sich nur die Diagonale zwischen jenen beiden rechtwinkelig zu einander stehenden Richtungen als Bewegungsrichtung der Scholle construiren, so würde die Buchberg-Scholle einfach aus einem

abgeschrägten Kantenstücke der Alb hervorgegangen sein müssen, wie folgende Zeichnung andeutet. Einen solchen Eindruck aber macht die Buchberg-Scholle nicht; auch dann nicht, wenn man annimmt, daß die ebenfalls überschobene Weifs-Jura-Masse der Beiburg bei dem Vorwärts-schnellen der Scholle, als das hangendste Glied derselben, zurückgeblieben, bez. gleich Anfangs von der Scholle abgerutscht ist.



In diesem Falle würde nämlich in der Überschiebungsscholle der Braun-Jura an Masse sehr zurücktreten gegenüber dem Weifs-Jura. Tatsächlich aber findet wohl das umgekehrte Verhältniß statt; und dieses wird noch sehr verschärft durch die Erwägung, daß der weichere Braun-Jura seit seiner Überschiebung sicher in viel stärkerem Maße abgetragen sein wird als der widerstandsfähigere Weisse, daß folglich ursprünglich noch mehr Braun-Jura überschoben gewesen sein muß als heut dort vorhanden ist.

Sodann aber macht auch die regelrechte Schichtung der Braun-Jura-Scholle, wie sie sich in dem Buchberg-Schachte ergeben hat¹, ebenfalls

¹ Sitzungsberichte der Königl. Preufs. Akademie der Wissenschaften. 1901. Bd. XXII, S. 501—524 und Textfiguren.

nicht den Eindruck, als ob hier ein derartiges Stück mit schräg abgeschnittenen Schichten vorliege. Endlich bietet die Alb in dieser Gegend nirgends einen so abgeschrägten Abfall dar, bricht vielmehr steil zum Rieskessel ab.

Die Herkunftsstelle der überschobenen Scholle müfste daher um eine ansehnliche Strecke weiter gen O., mehr in das Ries hinein, verlegt werden. Je länger jedoch der in der Luft zurückgelegte Weg ist, welchen die Scholle bei der Explosion aus der Tiefe zur Höhe nehmen mußte, desto größer mußte die Zertrümmerung derselben werden. Demgegenüber zeigte sich die Buchberg-Scholle gerade umgekehrt einheitlich und wohlgeschichtet, nicht niedergebrochen.

So scheint uns die Annahme, die Überschiebung der Buchberg-Scholle könne nur durch eine Explosion bewirkt worden sein, auf große Schwierigkeiten zu stoßen.

Diese Schwierigkeit der Betrachtung schwindet nun sofort, sobald wir eine durch den Schmelzfluß bewirkte vorherige Hebung des Riesgebietes zu einem Riesberge annehmen, von dem aus dann durch die Explosion das ohnedem schon erfolgende Abgleiten der Schollen beschleunigt wurde.

Unsere Annahme einer vorherigen Hebung aber stützt sich auf die Höhenlage des Granites nicht nur im Rieskessel, sondern auch im Vorries, da er dort noch heut an 200^m höher liegt, als das der Fall sein dürfte. Das könnte man nun an sich freilich in der Weise erklären, daß der Granit in der Gegend des Rieses in Form einer Insel aus dem Meere aufgeragt habe; denn in dem doch nicht allzuweit entfernten Gebiete von Regensburg ist, wie aus der schönen Untersuchung von Pompecky hervorgeht¹, bereits die urgebirgische Küste des Jura-Meereres gewesen, so daß dort an verschiedenen Stellen die Juraschichten lückenhaft zur Ablagerung gelangten.

Für das Riesgebiet aber erscheint uns eine solche Annahme zunächst einmal darum unmöglich, weil der Jura in der Umgebung von Granit-Inseln petrographisch eine vom normalen Typus abweichende, mehr sandige, zum Theil gar conglomeratische Ausbildung erlangt haben müfste; und das ist nicht im Geringsten der Fall. Im Ries treten vielmehr die Juraschichten mit völlig unveränderter, normaler petrographischer Ausbildung hart an den Granit, die vermeintliche Insel, heran.

¹ Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Regenstau. Geographische Jahreshfte. 14. Jahrgang. München 1901. S. 139—220.

Wenn dieser inselförmig im Jurameere aufgeragt hätte, würde aber weiter auch eine lückenhafte Reihenfolge der Juraschichten sich daraus ergeben haben. Wo die Insel z. B. zur Liaszeit aufragte, müßte der Lias überhaupt fehlen. Letzteres ist scheinbar freilich im Ries der Fall; denn wir finden auf dem Granite stets ein Gemisch nur von Keuper und Braun-Jura-Thonen, die Bunte Breccie; Lias fehlt in dieser Breccie, wie es scheint. Aber diese ist bereits ein gestörtes Gebilde, kein ursprünglicher Absatz mehr.¹ Da, wo ursprünglicher Absatz noch erhalten ist, findet man auch Lias. So am Hesselberge, nördlich vom Ries; dort ist die ganze Schichtenreihe von Lias α an bis Weiß-Jura β erschlossen. Sodann ist weiter südlich, hart am nordwestlichen Riesrande, der Lias in der weiteren Umgebung von Zipplingen verbreitet; er zieht sich östlich und südöstlich von Zipplingen auch in das Ries selbst hinein bis nahe an die dortigen großen Schollen von Granit, die mithin sicher damals keine Insel bildeten, sondern später aufgedrückt sind. Weiter südlich im Ries, bei Dirgenheim, liegt ebenfalls noch Lias nahe am Granite; unter einer überschobenen Klippe des Weiß-Jura fanden wir an einem Ende derselben Lias δ frisch aufgeschlossen. Abermals weiter südlich an der Mündung des Egerthales, in der Gegend von Utzmemmingen, liegt abermals Lias im Ries, wiederum nahebei Granite.

Also auf einer langen Linie, die ungefähr von N. nach S. verläuft, am wie im Ries läßt sich Lias beobachten, und das zum Theil dicht neben Granite. Hier wird man daher unmöglich sagen können, daß eine Lücke der Schichtenfolge vorhanden sei, wodurch dann bewiesen werde, daß das zu hohe Niveau des Granites lediglich eine Folge seines Aufragens als Insel sei.

Nehmen wir jedoch selbst einmal an, daß der Lias wirklich im Ries fehle; denn die übrigen Schichten fehlen im Ries ganz sicher nicht. Was wäre damit bewiesen? Seine Gesamtmächtigkeit beträgt 36^m. Die zu große Höhenlage des Granites aber beträgt noch heut bis 200^m. Folglich könnte letztere unmöglich durch ein Fehlen des Lias in der Schichtenfolge, d. h. durch Inselbildung des Granites erklärt werden.

Aber noch ein weiterer Grund läßt sich gegen die Annahme geltend machen, daß die Granitmassen im Ries und Vorries alte Inseln seien. Im Vorries, wo die granitischen Vorkommen klein sind und mitten in dem sie rings umgebenden Weiß-Jura stecken, pflegen sie begleitet zu sein

¹ Vergl. darüber im Abschnitt IV die Lauchheimer Breccie.

von einer schmierigen Masse von Keuper- und Jura-Thon. Diese macht entschieden den Eindruck, als ob sie bisweilen den Granit mantelförmig, wenn auch durchaus nicht ringsum, sondern nur local, umgebe; als ob sie also bei der Heraufpressung des Granites hier und da an die Wand der Aufpressungs-Spalte angedrückt worden sei, so daß sie nun hier und da eine Ausfütterung derselben bilde, zwischen Granit und Weiß-Jura liege. Derartiges ließe sich nur als Folge von Aufpressung, nicht aber als solche von etwaiger ursprünglicher Anlagerung des Keuper-Jura-Thones an den Gipfel einer Insel erklären.

Dazu kommt der weitere Grund, daß der Weiß-Jura-Kalk in petrographisch völlig unbeeinflusster, normaler Ausbildung auch im Vorries hart an die Granitmassen herantritt, sie umgiebt, ohne eine Spur von sandiger Beschaffenheit angenommen zu haben. Gerade im Vorries läßt sich das gut beobachten, weil hier der Granit noch im Weiß-Jura-Kalke drinnen steckt, wie ein Eruptivgestein in der von ihm durchbrochenen Ablagerung; wogegen im Riese die Juraschichten über und neben dem Granite bereits größtentheils entfernt sind.

Doch noch ein Grund ist vorhanden, welcher im Riese wie im Vorries gegen die Annahme spricht, daß der Granit von jeher inselförmig so hoch aufgeragt habe, also nicht aufgepreßt sei: seine vollkommen zerpreßte, zertrümmerte Beschaffenheit.

Wie wollte man diese letztere erklären unter der Annahme, daß der Granit in Form von Inseln aufgeragt habe? Es gäbe nur zwei Möglichkeiten: entweder durch die große Explosion oder durch allgemeinen Gebirgsdruck.

Durch die große Explosion läßt sich die zerpreßte Beschaffenheit der angenommenen Granit-Inseln schwer erklären; denn die Wirkung der Explosion auf den Granit ist ja vielerorten zu sehen. Sie besteht in einer Zerblasung des Granites (s. »granitische Explosionsproducte« in Abschnitt II), welche inmitten des zerpreßten Granites auftritt und völlig anders aussieht als die eigenthümliche Zerpressung desselben. Nun könnte man freilich folgern, durch die Explosion habe ein Zerblasen des Granites da stattgefunden, wo die Gase sich Bahn brachen; ein Zerpressen des Granites aber in der ganzen übrigen Masse desselben. Diese Erklärung wäre wohl anständig. Aber dann dürfte nicht bloß der Granit, es müßte auch der ihn ringsum umgebende Weiß-Jura überall mit zerpreßt sein, da dieser ja den

Druck der explodirenden Gase in gleicher Weise auszuhalten hatte. Das scheint jedoch nicht der Fall zu sein, wie Tafel I erkennen läßt; und ganz denselben Grund kann man geltend machen gegenüber dem Versuche, den Gebirgsdruck für diese Erscheinungen im Granite geltend zu machen.

Durch allgemeinen Gebirgsdruck nämlich — der dann wohl von der südlich der Donaulinie abgesunkenen Albtafel, bez. von dem ganzen versunkenen vindelicischen Gebirge ausgegangen wäre — läßt sich die zerpreßte Beschaffenheit der angenommenen Granit-Inseln auch schwer erklären. Unmöglich könnte doch allein der Granit so zerpreßt worden sein, der im Vorriese in Form einer ganzen Anzahl von angenommenen Inselkuppen mitten im Weiße-Jura steckt (vergl. Taf. I). Es hätte natürlich auch der Weiße-Jura, in dem der Granit sitzt, gleichzeitig und in gleicher Weise überall mit zerpreßt werden müssen. Das ist aber vielfach nicht der Fall. Man findet zerpreßten Granit im unzerpreßten Weiße-Jura anstehen; und innerhalb des zerpreßten Granites dann wieder zerblasenen.

Wenn somit die Zerpressung der angenommenen Granit-Inseln weder durch Explosion noch durch allgemeinen Gebirgsdruck erklärbar ist, so wird sie sofort erklärbar bei der Annahme, daß der Granit eben nicht in Form von Inseln aufgeragt habe, sondern durch den Druck zerpreßt worden sei, welcher ihn senkrecht aufwärts in sein jetziges Niveau gewaltsam hinaufdrückte.

Was veranlaßte diesen Druck?

Wiederum möchten wir von dem Gedanken absehen, eine Explosion habe ihn plötzlich in dieses hohe Niveau hinaufgedrückt; denn er wäre dann sicher sofort wieder in die Tiefe hinabgestürzt. Es bleibt mithin nur übrig eine langsame Emporpressung und dabei Zerpressung des Granites durch aufwärts gedrängten Schmelzfluß.

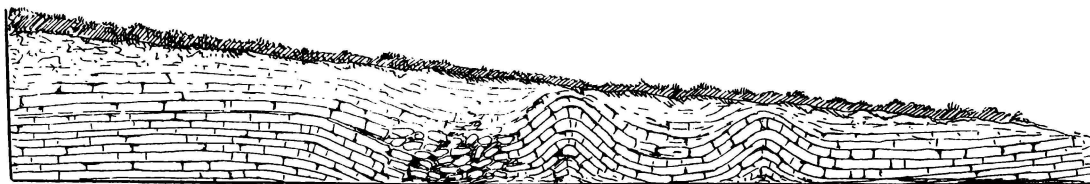
Von hohem Interesse erscheint aber noch ein letzter Grund, welcher, wie es scheint, für das Vorhandensein localer, eng umgrenzter senkrechter Aufpressungen spricht, die in diesen Gegenden der Alb, und zwar noch ostwärts, jenseits des Rieses stattfanden. Der Liebenswürdigkeit des Hrn. Collegen Walther verdanke ich die folgende Mittheilung über seine Beobachtungen:

»Bei Gelegenheit einer Untersuchung der Bildungsverhältnisse der Solnhofener Plattenkalke, deren Resultat ich demnächst veröffentlichen werde, fiel es mir auf, daß in dem völlig horizontalen Schichtenbau des ganzen Altmühlgebietes von Pappenheim bis Pfalzpaint einige ganz localisirte Stö-

rungen auftreten, deren Ähnlichkeit mit dem Hebungsphänomen im Ries sehr frappant ist. Obwohl es mir nicht gelungen ist, die Ursache dieser Erscheinung aufzuklären, so kann ich doch folgende Beobachtungen mittheilen:«

»In der Umgebung von Mörsnheim und Solnhofen werden auf der Höhe des Plateaus mancherorts isolirte Bruchstücke von Kalkplatten (Flinze) gefunden, die etwa 20^m tiefer anstehen und auf irgend einem Wege durch die hangenden Schichten hindurchgewandert sein müssen. An eine künstliche Verschleppung ist nicht zu denken, Verwerfungen sind nirgends nachzuweisen, und so ist vielleicht beistehendes Profil im Stande, diese seltsame Erscheinung verständlich zu machen. Es ist in einem etwa 20^m tiefen Einschnitt entblößt, den der Solnhofener Actienverein östlich von den Werkstätten anlegen liefs, um einen Plattenbruch nach der Strafe zu öffnen und das Haldenmaterial herauszubefördern.«

Fig. 3.



»Die Lagerung der Plattenkalke im Hintergrund des Bruches ist völlig horizontal; dann beginnen die Schichten gegen N. einzusinken bis zu einer merkwürdig zerrütteten Region von etwa 30^m Länge. Hier sind die Platten in einzelne Stücke zergliedert, die ziemlich regellos durch einander liegen; dann folgen aber zwei ganz deutliche kuppelförmige Aufwölbungen, jenseits deren die normale schwebende Lagerung wieder beginnt. Auf meiner etwas schematisirten Zeichnung ist der Zwischenraum zwischen den beiden Gewölben verkürzt, er beträgt etwa 25^m, während jede Anticlinale eine Breite von etwa 5^m besitzt. Da ich ziemlich alle Aufschlüsse des Solnhofen-Eichstätter Gebietes besucht habe und nirgends etwas Ähnliches sah, da ferner meines Erachtens weder glaciale Stauchung¹, noch Abgleiten des Gehängeschuttes in diesem Profil angenommen werden kann, muß ich die Erscheinung für

¹ Das, was Walther hier schildert, ist also etwas ganz Anderes, als das, was Thürach als »glaciale Stauchungserscheinungen« aus den Plattenkalken abbildet (Bericht über die 29. Vers. des Oberrhein. Geolog. Ver. 1896. S. 4. Fig. III, IV.

eine localisirte Aufwölbung im Sinne einer »Hebung« halten, und die Vermuthung liegt nahe, daß wir hier ein Ausklingen des »Riesphänomens« vor uns haben.«

Wir fassen im Folgenden die hier erörterten Gesichtspunkte zusammen, welche für das Vorhandensein localisirter, zum Theil recht kleiner, senkrechter Aufpressungen in diesen Gegenden der schwäbisch-fränkischen Alb sprechen:

Die bedeutende Größe, der feste Zusammenhang der Buchberg-Scholle sowie der Umstand, daß der Braun-Jura derselben aus der Tiefe des Rieses stammt, machen uns die Vorstellung unfafsbar, daß die Scholle allein durch eine Explosion, also ohne vorherige Hebung, auf die Alb geschleudert sein könnte.

Der Lias ist im westlichen Riese entschieden nachgewiesen. Selbst aber wenn er im übrigen Theile des Rieses wirklich fehlen sollte — seine Mächtigkeit beträgt doch nur etwa 36^m gegenüber dem zu erklärenden Betrage von etwa 200^m des zu hohen Granitniveaus.

Die Granitmassen im Vorriese scheinen hie und da von gequälten Keuper-Jura-Thonen seitlich begleitet zu sein, die wie eine Ausfütterung der Aufpressungsspalte erscheinen.

Der Weiß-Jura-Kalk zeigt, selbst nicht im Contacte mit dem Granite, keine Spur von sandiger Ausbildung.

Die Zerpressung des Granites, die keineswegs immer von entsprechender Zerpressung des Weiß-Jura begleitet ist, erscheint ebenfalls als Folge von localisirter Aufpressung des Granites.

In der Solnhofener Gegend giebt die von Walther gefundene Sattelbildung wohl auch Beweise für das Dasein kleiner Aufpressungsherde. Das von den Arbeitern, welchen jede Gesteinsschicht genau bekannt ist, beglaubigte Auftreten von Gesteinsstücken oben auf der Alb, die nur in der Tiefe anstehen, macht solche Aufpressung auch an anderen Orten dort sehr wahrscheinlich.

Ist nun der Granit aufgepreßt, so kann das nicht durch die Explosion geschehen sein, da er sogleich nach derselben wieder in die Tiefe zurückgestürzt sein würde.

So schwer verständlich das Auftreten localisirter, zum Theil kleiner Aufpressungsherde auch sein mag, es dürfte nach Obigem doch nicht mehr zu bezweifeln sein.

Die Gesammtheit der Riesphänomene wird daher schwerlich allein durch eine Explosion erklärt werden können. Es bedarf, so will uns wenigstens scheinen, eines Zusammenwirkens dieses einen Kraftmomentes mit dem anderen der langsamen Aufpressung.

Die Ursache der Aufpressung aber liegt, unserer Auffassung nach, nicht im Gebirgsdrucke, sondern zunächst im Schmelzflusse, d. h. einem Laccolith. Ob dieser seinerseits wieder durch den Druck einer absinkenden Gebirgsscholle aufgepreßt worden ist, oder ob hier doch andere, dem Magma innewohnende Kräfte wirkten, das entzieht sich jeder Entscheidung (vergl. den Schluß des Abschnittes I).

Man wird unserer Auffassung gegenüber einwerfen können, daß ein Laccolith sich durch das Vorhandensein eines Contacthofes verrathen müsse, während doch am Riese von einem solchen nichts zu sehen sei. In der That haben Laccolithe, die in Schiefer eingepreßt wurden, Contactmetamorphismus erzeugt. Aber im Riese würde der von uns angenommene Laccolith im Granit liegen oder gar unter demselben, im Gneifs; und es wäre doch sehr die Frage, ob diese Gesteine in demselben Mafse contactmetamorph verändert werden wie jene Schiefer.

Es wäre zudem auch möglich, daß in größerer Tiefe sich eine Contactmetamorphose des altkrystallinen Gesteines zeigen würde.

Das Beispiel der großen Explosion des Bandai San und ihrer Überschiebungen. Wenn man die Vorstellung, daß die Breccienbildungen und Überschiebungen im Vorries und Riese unter Zuhülfenahme einer Explosion erfolgt seien, einleuchtend machen will, so wird es vor Allem angezeigt sein, das Beispiel und die Wirkungen einer genauer bekannten großen, vulcanischen Explosion vor Augen zu führen. Als ein solches ergibt sich hier am besten diejenige, welche vor 14 Jahren in Japan den Vulcangipfel des Bandai San betroffen hat.

Am 15. Juli 1888 Morgens um 8 Uhr erfolgte diese gewaltige Katastrophe, bei welcher fast in einem Augenblicke eine Bergmasse von 670^m größter Höhe und fast 1^{km}8 Länge beseitigt wurde¹.

¹ Bergeat (Die äolischen Inseln, Abhandlungen K. Bayer. Akad. d. W. math.-phys. Cl. Bd. 20, 1900, S. 231) stellt die Frage, ob die Katastrophe von Bandai San nicht auch als großartiger Bergsturz, ohne directes Zuthun des Vulcanismus, aufgefaßt werden könnte. Das ist aber, wenn man obiger Schilderung folgt, doch wohl ausgeschlossen.

Aber wie, in welcher Weise? Nicht etwa in die Luft geblasen!

Sekyja und Kikuchi¹ berichten vielmehr ausdrücklich, daß ein kleiner Theil des Kobandai-Kegels zu Staub zerblasen wurde, daß der gröfsere Theil dagegen in mächtige Stücke zerbrach, welche in Form von Bergstürzen an den Flanken des Berges niederfuhren.² Da, wo diese Lawinen gegen Hindernisse in ihrem Wege oder gegen andere hinabgleitende Schollen geschoben wurden, zertrümmerten sie zu wirren Massen von Erde und Felsen. Diese Bergmasse von ungefähr 1^{ckm}21 Inhalt schoß in solcher Weise an den Flanken des Berges nach N. hinab, mit ungefähr 1^{km}3 Geschwindigkeit in der Minute einen Weg von 9^{km} zurücklegend.

Sie bedeckte ein Areal von etwa 70^{qkm} mit einer durchschnittlich 17^m4 hohen³ Schuttmasse, deren Gewicht schätzungsweise 282629000000^{kg} betragen mag. Diese bergab stürzende Schuttmasse glich, wie Augenzeugen berichten, ganz derjenigen eines wogenden Stromes. Wie dieser, so fuhren die Schuttmassen wogend thalabwärts, und da, wo Hindernisse ihnen im Wege lagen, schlugen sie brandend an diesen in die Höhe⁴, so daß sie local bis zu 60^m Mächtigkeit anschwellen.

Ein Priester, Tsurumaki, war aus nächster Nähe Augenzeuge des Ausbruches, denn er befand sich zur Zeit desselben in dem Badeorte Nakanoyu, welcher am Fusse des Kraterberges liegt. Wie durch ein Wunder entrann er, wenn auch durch fallende Steine mehrfach verletzt, dem Tode. Er berichtet, dass bald nach 8 Uhr die erste Explosion losbrach, welche von einem Aschen- und Steinhagel gefolgt war. Als dieser sich nach etwa einer Stunde gelegt hatte, ertönte das Krachen einer zweiten und gleich darauf einer dritten Explosion, welche jedoch nicht von Stein-, sondern nur von Aschen-Auswürfen gefolgt waren.

Weder Anfangs noch später zeigte sich Lava, sei es in Form von Strömen oder auch nur von Bimsstein-Auswürflingen. Aber es scheint auch, als wenn die ausgeworfenen Aschen- und Steinmassen nicht aus zerblasenem Schmelzflusse bestanden hätten, nicht also wirkliche Auswürflinge gewesen wären, sondern, zum größten Theile oder ganz, nur Staub und

¹ The eruption of Bandai-san. Journal of the college of science, Imperial University. Japan. Vol. III. Part. II. Tokyo 1889, p. 106.

² Which were thrown down much after the manner of a land-slip.

³ A. a. O. p. 148.

⁴ A. a. O. p. 108.

Stücke des zerblasenen vulcanischen Kegels. So erklärt es sich, daß schon eine Stunde nach der Explosion die durch diesen Staub am hellen Tage erzeugte tiefe Finsterniß wich und einer mondlichthellen Beleuchtung Platz machte; und daß 8 Stunden nach der Explosion, um 4 Uhr Nachmittags, die Luft wieder klar war. Derartiges Verhalten deutet mit Entschiedenheit darauf hin, daß zerschmetterte flüssige Masse kaum einen Antheil an diesen Schuttmassen hatte.

Es ergibt sich also, daß hier, entweder ganz überwiegend oder sogar vielleicht ganz allein, eine Zerschmetterung des Berges, d. h. der längst erstarrten, in früherer Zeit ausgeworfenen Aschen und Lavaströme erfolgte, und daß nur drei kurze Explosionen erfolgten. Der Ausbruch vollzog sich also nicht in der Art und Weise, wie das bei gewöhnlichen Vulcanausbrüchen der Fall zu sein pflegt, indem aus dem im Schlote aufgestiegenen Schmelzflusse unaufhörlich Gasexplosionen stattfinden. Es muß vielmehr der Schmelzfluß ganz in der Tiefe geblieben sein und es muß sich, frei von ihm, eine ungeheure Gasmasse, deren Druck mehr und mehr anwuchs, im Innern des Kanals bez. Berges angesammelt haben. Sowie deren Spannung stärker geworden war als die Festigkeit des Berges, erfolgte die erste Explosion, nach einer Stunde dann in gleicher Weise die zweite und dritte, offenbar schwächere.

Dieser in die Luft geblasene Gesteinsstaub bildete indessen nur die begleitende Nebenerscheinung des Vorganges. Die Haupterscheinung desselben bestand in einem einfachen Abschieben der höheren Theile des Berges in Folge der Explosion.

Damit war die ganze nach N. hin gelegene Hälfte des Berges weggeschoben und ein pferdehufähnliches Loch von gewaltigsten Dimensionen herausgerissen.

Durch eine gewaltige Explosion ist also am Bandai San die ganze Nordflanke des Berges nicht etwa zerblasen, sondern vielmehr ganz wesentlich nur nach N. hin abgeschoben worden und mit gewaltiger Geschwindigkeit 9^{km} weit, alle Hindernisse überfluthend, gefahren; obgleich doch die große Rauhigkeit dieser vulcanischen Massen für die Bewegung ein viel größeres Hinderniß bildete, als das bei der mächtigen thonigen Unterlage des Riesberges der Fall gewesen sein mußte.

So wirkungsvoll dieses Beispiel schon ohnedies ist, es würde jedenfalls in noch sehr viel höherem Mafse wirkungsvoll sein, wenn der petrographische und tektonische Aufbau des Bandai San nicht so sehr viel ungünstiger gewesen wäre für das Entstehen großer Überschiebungen, als der von uns angenommene Riesberg.

Der Bandai San besteht nur aus vulcanischen Gesteinen, Laven und losen Auswurfsmassen, die im bunten Wechsel aufgethürmt waren. In Folge ihrer großen Rauigkeit müssen diese bei ihrem, durch die Explosion erfolgten Abgleiten von dem Bergabhange eine ganz gewaltige Reibung erlitten haben; und trotzdem sind sie noch 9^{km} weit abgeglitten bez. abgeschleudert worden!

Wie viel weiter wären die Bergmassen wohl geschoben worden, wenn der Bandai San einen Aufbau besessen hätte wie unser Riesberg: oben die harten, durch die Hebung vielfach zerborstenen Schichten der Weifs-Jura-Kalke, unter diesen die mächtigen Thonmassen der tieferen Juraschichten und des Keupers, welche den Granit bedecken. Auf solchen Thonschichten, bez. auf den untersten derselben, wären die überliegenden Massen am Bandai San sicher noch viel weiter und in zusammenhängenden Schollen zu Thal gefahren, als jene rauhen Gesteine des Bandai San auf ihrer rauhen Unterlage.

Dieser Vorgang bei dem Bandai San charakterisirt sich nach dem Gesagten als eine eben so echte, durch Vulcanismus erzeugte Überschiebung, wie dies am Riese der Fall ist.

Vermuthlich aber werden solche durch Vulcanismus erzeugte Abschiebungen und dadurch entstandene Überschiebungen auch bei anderen Vulcanen vorkommen, jedoch aus demselben Grunde wie beim Bandai San sich der Erkennung entziehen. Wir kennen eine ganze Anzahl gewaltig großer Kratere, deren Entstehung, wenigstens bei einigen, auf entsprechend große Explosionen, zum anderen Theil freilich auch auf Einsturz, zum dritten auf einer Vereinigung beider beruhen dürfte. Bei jenen durch Explosion entstandenen dürfte daher manche Ab- und Überschiebung ganzer Bergtheile sich vollzogen haben, ohne dafs man je im Stande sein wird, das nachträglich zu erkennen. Aber das liegt nur an der Beschaffenheit des in Frage kommenden Materials. Während in anderen Fällen von Überschiebungen meistens das überschobene Material petrographisch von demjenigen, über welches es geschoben ist, sich durch

die verschiedensten Eigenschaften mehr oder weniger scharf abzuheben pflegt, findet das vollste Gegentheil davon statt, wenn dunkles, zum Theil loses, vulcanisches Gestein auf ebensolches überschoben wird.¹

Man wird nicht einwerfen können, derartige Vorgänge dürfe man nicht Überschiebungen nennen, es seien nur Bergstürze. Gewiß sind es Bergstürze, hervorgerufen durch vulcanische Kraft. Aber auch am Riese handelt es sich ja, unserer Ansicht nach, nur um Bergstürze, hervorgerufen durch vulcanische Kraft, um Ableitungen von einem Berge, die in's Werk gesetzt wurden durch eine Explosion. Wenn nun hierbei große Schollen mit er-

¹ Es giebt eine ganze Anzahl anderer großer Kratere, deren Entstehung man ebenfalls auf eine solche gewaltige Explosion vielleicht zurückführen möchte und auch wirklich zurückzuführen versucht hat.

Derselbe Vorgang wie am Bandai San soll sich im Jahre 1707 in Japan an der SO.-Flanke des Fuji-yama vollzogen und dort einen Explosionskrater von ungefähr denselben Dimensionen wie bei dem Bandai San erzeugt haben (a. a. O. S. 143).

Auf Java soll im Jahre 1772 durch eine gewaltige Explosion des Papadayang, ebenfalls ein Krater ausgeblasen sein, welcher nun fünfzehn englische Meilen Länge und sechs Meilen Breite besitzt. (The great crater-lakes of Central Italy. Geological magazine 1875. Decade II. Vol. II. p. 353.)

Nach der Ansicht von Judd wären auch die großen, mit Wasser gefüllten Kratere Italiens durch Explosion entstanden. Monte Somma des Vesuv, so führt er aus, mit $2\frac{1}{2}$ englischen Meilen Durchmesser, sei wohl sicher im Jahre 79 n. Chr. durch Explosion entstanden. Rocca Monfina mit seinem Kratering Cortinella von drei Meilen Durchmesser sei dem Monte Somma so ähnlich, daß man auch auf ähnliche Entstehungsweise schließen möchte. Der Kratering des Monte Albano hat zwar sechs Meilen Durchmesser; sein analoger Bau deute jedoch auf analoge explosive Entstehung, wofür auch die in den Westrand des Ringes durch weitere Explosionen ausgeblasenen Kratere von Vall' Ariccia, Lago d' Albano, Lago di Nemi sprächen. Auf ganz dieselbe Entstehungsursache führt uns, sagt Judd, die Betrachtung des Lago di Bracciano mit $6\frac{1}{2}$ und des Lago di Bolzena mit zehn englischen Meilen Durchmesser.

Man könnte natürlich mit ganz demselben Rechte hinzufügen die beiden aus dem Meere aufragenden vulcanischen Ringe von Santorin und vom Krakatau. (Bei diesen würde dann das Abschieben gewaltiger Gesteinsmassen über andere, da sie auf dem Meeresboden sich vollzogen hätte, dem Auge vollends entzogen sein.)

Indessen diesen sehr großen vulcanischen Kraterbildungen gegenüber ist doch wohl große Vorsicht nicht nöthig. Sicher handelt es sich, mindestens bei einem Theile derselben, um einen Einsturz in einen unter dem Berge befindlichen Hohlraum und, wenn überhaupt, dann erst in zweiter Linie, nur als Begleiterscheinung, um eine Explosion. Vom Krakatau sagt Verbeek sogar ausdrücklich, daß eine Explosion als Entstehungsursache wohl ausgeschlossen sei. Beobachtet konnte der Vorgang, der sich in völliger Dunkelheit abspielte, leider nicht werden. Die Explosion des Tarawera auf Neuseeland könnte man wohl als ein sicheres Beispiel eines solchen explosiven Vorganges in großem Maßstabe erklären.

haltener Schichtung über anstehendes Gestein geschoben werden, so daß Älteres auf Jüngerem liegt, so wird man auch hier von »Überschiebung« sprechen dürfen. Um das darzuthun, haben wir mit Vorbedacht darauf hingewiesen¹, daß die Ursache der Entstehung von Überschiebungen nicht nur eine einzige ist²; und daß auch als zweifellose »Überschiebungen« erkannte und benannte Lagerungsverhältnisse jetzt auf ein einfaches Abgleiten von höher gelegenen Gebirgsthellen auf tiefer liegende zurückgeführt werden, ohne daß man ihnen damit die Bezeichnung als »Überschiebung« nun abspräche.

In der Hoffnung, daß die Erfahrungen, welche die Ingenieure bei militärischen Sprengungen gemacht haben, vielleicht irgend welche Anhaltspunkte geben könnten für die Beurtheilung des Riesproblems, habe ich mich mit einer Reihe von Fragen an die geeignete Stelle gewendet. Die in dankenswerthester Bereitwilligkeit ertheilten Aufschlüsse sind zwar, wie sich ja erwarten liefs, nicht im Stande, eine Entscheidung zu bringen; aber sie geben doch immerhin gewisse Anhaltspunkte für die Lösung derartiger Fragen, so daß sie hier doch mitgetheilt werden sollten.

Die Frage, ob es erfahrungsgemäß richtig sei, daß ein Sprengstoff, welcher viel Wasserdampf enthält, das Erdreich weniger zerschmettert als vielmehr in toto bei Seite schiebt, wurde bejaht. Dies kann von Wichtigkeit für das Riesproblem sein; denn hier würde es sich ja gerade um Wasserdampf als Sprengstoff handeln können.

Die weitere Frage, ob man es überhaupt für denkbar halte, daß eine Explosion die Kraft habe, Schollen von 400—1000^m Länge, 200—400^m Breite, 30—50^m Dicke 2—6^{km} weit fortzuschleudern — diese Frage, von welcher wir am ehesten geglaubt hatten, daß sie als unbeantwortbar abgelehnt werden würde, »ward aus theoretischen Gesichtspunkten ebenfalls bejaht«, doch wird damit natürlich der von uns oben erhobene Einwurf nicht umgestoßen, daß so große Gesteinsschichten bei einem Fluge durch die freie Luft zerbrechen müßten, also nicht als ein geschichtetes Ganzes ankommen könnten, daß daher doch eine der Explosion vorhergehende Riesbergbildung angenommen werden müsse (S. 19).

Gleichfalls als »durchaus zu bejahen« erwies sich eine dritte Frage: ob die Wirkungsweise einer Explosion ganz wesentlich von der Beschaffen-

¹ Das vulcanische Ries S. 100.

² Siehe vorliegende Abhandlung S. 7—9.

heit der Gesteinsmassen abhängen? »Der Eigenschaft des Gesteines würde es entsprechen, daß bei der Sprengung der sehr feste Granit und der zähe Braun-Jura in große Stücke, der spröde, weniger feste und unbedeckte Weiß-Jura in kleine Trümmer zerstiebt wurden.« Jedenfalls ergibt sich aus dieser Antwort, daß der von Hrn. E. Sűfs betonte große Einfluß der thonigen Zwischenlage zwischen Weiß-Jura, Kalk und Granit im Riesgebiete in der That bestehen mußte.

Die Herkunft der Gasmassen. Wenn man zur Erklärung der Riesphänomene den Eintritt einer gewaltigen Explosion mit zu Hűlfe nimmt, so muß die Frage nach der Herkunft so großer Gasmengen entstehen.

Unmöglich können so riesige Wirkungen erzielt werden durch die Explosion der relativ kleinen Gasmassen, wie sie im aufsteigenden Schmelzflusse gelöst sind und ein Zerblasen desselben zu Asche und Schlacken bewirken. Es müssen nothwendig sehr viel größere Gasmassen sein, die solches hervorrufen können. Zwei Műglichkeiten sind gegeben: sie können dem Schmelzflusse allmählich entwichen sein und sich über ihm angesammelt haben. Sie können aber auch von unterirdischen Wassermassen herühren, welche durch aufgestiegenen Schmelzfluß plötzlich in Dampf verwandelt wurden. Beides sind völlig verschiedene Vorgänge, die man scharf unterscheiden sollte:

Wenn die dem Schmelzflusse entweichenden Gase die Ursache einer Explosion bilden, nur dann liegt eine echte vulcanische Explosion vor. Wenn dagegen die plötzliche Verwandlung unterirdischer Wassermassen in Dampf die Ursache ist, so handelt es sich lediglich um eine Contacterscheinung, also um eine unechte vulcanische Explosion.

Ob im Contacte mit einem Eruptiv-Magma ein dichter Kalk in Marmor, ein Thonschiefer in Hornsteinfels, oder ob Wasser in Dampf verwandelt werden — stets ist das nur ein analoger Vorgang, nur eine Contacterscheinung, die vom Vulcanismus lediglich die hohe Temperatur entlehnt. Auch darin tritt recht augenfällig die Übereinstimmung hervor, daß ebenso wenig der Kalk oder Schiefer als das Wasser eine andere chemische Zusammensetzung dadurch erlangen. Sondern wie es sich bei jenen beiden Gesteinen lediglich um eine Umkrystallisirung, eine Umlagerung der Moleküle¹

¹ Nur bei dem Kalke würde, sofern zahlreiche Contact-Mineralien im Marmor sich bilden, ein Neues hinzugekommen sein.

handelt, so auch beim Wasser nur um Annahme eines anderen Aggregatzustandes der kleinsten Theilchen.

So ähnlich daher auch eine solche Contactexplosion einer echten vulcanischen Explosion erscheinen mag, so ist sie dennoch etwas ganz Anderes als eine solche. Trotz ihrer verheerenden Wirkung ist sie gar kein vulcanischer Act, sondern nur das Nebenproduct, die Folgewirkung eines solchen, welches bei dem betreffenden vulcanischen Acte, dem Emporquellen des Schmelzflusses, fehlen könnte, ohne den Act als solchen damit aufzuheben.

Noch ein Drittes aber kommt wohl vor, durch welches ein Übergang zwischen dem Einen und dem Anderen gebildet wird. Wir pflegen uns den Schmelzfluß in der Tiefe vorzustellen als einen durchwässerten; und die Annahme neigt sich wohl dahin, daß dieses Wasser nicht von der Urzeit her im Schmelzflusse ist, sondern von letzterem aus der Erdrinde erst später aufgenommen wurde. Wenn diese Wassermassen explodiren, dann liegt dennoch eine echte vulcanische Explosion vor; denn das Wasser bildet hier bereits einen Theil des Magmas, steigt mit demselben in die Höhe.

Bei der Contactexplosion liegt die Wassermasse dagegen auferhalb des Schmelzflusses. Ja, beide können sogar relativ weit von einander entfernt liegen, brauchen sich durchaus nicht zu berühren; denn das Magma hat eine Temperatur von vielleicht rund 1200—1400° C., und Wasser verwandelt sich schon in Dampf, wenn es auf 100° C. erhitzt wird, wenn man vom Einflusse des Druckes in der Tiefe absieht.

Erklärlicherwise wird es ja meist sehr schwer sein, zu unterscheiden, ob eine echte oder eine unechte vulcanische, d. h. eine Contactexplosion vorliegen. Aber das kann kein Hinderniß bilden, diese Unterscheidung überhaupt zu machen.

Man sollte nun annehmen, daß die gewaltige Explosion des Bandai San eine solche Contactexplosion gewesen sein müßte. Sekiya und Kikuchi freilich sind der Ansicht, daß die betreffenden Gase dem Magma entstammten. Aber dagegen lassen sich doch gegründete Einwendungen erheben. Einem so überaus gasreichen Magma wären gewiß schon vorher Gase in der Tiefe entwichen, und dieser Vorgang würde nicht lautlos, nicht sanft vor sich gegangen sein, sondern sich durch zahlreiche Explosionen, unterirdisches Gedonner und Erdbeben verrathen haben. Dem war aber gerade nicht so. Derartige Erscheinungen gingen dem Ausbruche vielmehr nur in

recht geringfügigem Mafse vorher. Nur am 8., 9., 10., 13. und 14. wurden einige leichte Erschütterungen wahrgenommen, was zumal in dem bebenreichen Japan nur als etwas Unbedeutendes gelten kann. Erst eine halbe Stunde vor der Explosion begann ein sehr heftiges Erdbeben, d. h. begann damit also plötzlich, aus völliger Ruhe, die Explosion. Sekiya und Kikuchi¹ berichten auch das Fehlen anderer, sicher festgestellter vorhergehender Anzeichen der Katastrophe; ebenso haben die Badegäste der Thermen von Nakanoyu keinerlei abnormes Verhalten der Quelle beobachtet, obgleich dieselbe hart am Rande des im nächsten Augenblicke entstehenden neuen, riesigen Kraters entsprang.

Aus diesen Gründen ist es doch wohl wahrscheinlicher, dafs hier unterirdisch angesammeltes Wasser durch emporgedrängten Schmelzfluß so weit erhitzt wurde, dafs es sich plötzlich in Dampf verwandelte.

Wenn man sich nun aber fragt, woher im vorliegenden Falle das Wasser gekommen sein sollte, dessen Verwandlung in Dampf die Explosion verursacht hätte, so ergeben sich Schwierigkeiten. Der nächste Gedanke wäre der an den dem Krater nahegelegenen großen Inawashiro-See. Der Spiegel desselben hat sich freilich, soviel sich feststellen liefs, nicht nennenswerth gesenkt, geschweige denn, dafs der See etwa ganz oder zum größeren Theile abgelaufen, auf Spalten in die Tiefe gestürzt wäre. Auf das Wasser dieses Sees würde man also die Explosion kaum zurückführen können. Man müfste vielmehr vom Meere her auf Spalten plötzlich eingedrungenes Wasser annehmen. Damit jedoch befindet man sich auf so völlig hypothetischem Gebiete, dafs jene Annahme, die Gase seien beim Bandai San dem Schmelzflusse entwichen, sich zwar als weniger wahrscheinlich bestreiten, aber doch nicht widerlegen läfst.²

Gerland wendet sich gegen die Auffassung, nach welcher die plötzliche Verwandlung großer Wassermassen in Dampf, die von der Erdoberfläche herrühren, also von oben her hinabkommen, die Ursache so ge-

¹ A. a. O. S. 130.

² Der Inawashiro, einer der größten Seen Japans, ist an der S.-Seite des Bandai San gelegen. Es ist das kein echter Kratersee, sondern die Ausfüllung einer Depression, in welche sich Flüsse ergossen. Sekiya und Kikuchi sagen, dafs, der Sage nach, der See im 9. Jahrhundert durch eine »terrestrial disturbance« entstanden sei, bei welcher zwei Districte mit 49 Dörfern überfluthet (submerged) wurden (S. 96), indem sie in einen Abgrund stürzten (S. 100). Auf der anderen Seite aber sagen sie auch (S. 96), die Depression sei durch Auswurf vulcanischer Wasser entstanden.

waltiger vulcanischer Explosionen sei und meint, daß diese Wasserdampfmassen doch dem Erdinnern angehören, also von unten her hinaufkommen¹. Für den Fall, welcher hier in Frage kommt, das Ries, wäre nun dieser Einwurf Gerland's nicht entscheidend; denn seine Gründe beziehen sich nur auf das Meereswasser, welches nach der gewöhnlichen Erklärung in die Tiefe dringen und Explosionen erzeugen soll. Hier beim Riese aber würde, wie E. Süfs meint, Süßwasser in Frage kommen, wie es in Kalkgebirgen sich in großen Massen ansammelt.

Zwei andere Erklärungsversuche der Entstehung der Breccien und Überschiebungen. Aus dem inselförmigen Auftreten der Weifs-Jura-Breccien im Vorriese haben wir geschlossen, daß hier die Ursache der Breccien- (Gries-) Bildung in einer an verschiedenen Orten erfolgten gewaltigen Explosion zu suchen sei.

Wäre es nun aber nicht möglich, diese im Vorriese inselförmig auftretenden Breccienbildungen des Weifs-Jura zurückzuführen auf Reibung bez. Gebirgsdruck, die sich längs der Donauspalte geltend gemacht hätten? Wäre es nicht möglich, auch etwa vorhandene Überschiebungen zurückzuführen auf den mit Entstehung der Donauspalte verknüpften Bruch?

Noch ist ja das Vorries durchaus nicht in dem Maße erforscht, ja, es wird sich vielleicht auch niemals bis zu dem Grade erforschen lassen, um bei einer jeden auf dem Weifs-Jura liegenden Keuper oder Braun-Jura-Masse sicher entscheiden zu können, ob auch hier wieder nur eine bei der Explosion herausgeschleuderte, bei der Aufpressung heraufgequetschte (S. 23) Masse, oder aber ob eine von weiterher gekommene Überschiebungsmasse vorliegt. Entsprechende Frage aber kann immerhin auch gegenüber dieser oder jener Weiss-Jura-Breccie des Vorrieses aufgeworfen werden, seitdem durch von Knebel's Grabung bei Dischingen das sonderbare Ergebnis festgestellt worden ist, daß unter der betreffenden Griesmasse der mittelmioäne Meeressand gefunden ist (s. den Schluß von Abschnitt II), auf welchen sie mithin heraufgeschoben zu sein scheint.

Ja, auch gegenüber jener ausgedehnten und mächtigen Ablagerung Bunter Breccie, die sich überraschenderweise in Probeschächten nördlich von Donauwörth gefunden hat und bald durch die nach Treuchtelfingen gehende neue Bahnlinie in großartigen Aufschlüssen (vergl. Abschnitt V) freigelegt werden wird — auch gegenüber diesen Massen ist immerhin

¹ Deutsche Rundschau v. Rodenberg. Berlin, September 1902. Jahrg. 28. S. 432, 33.

die Frage zu prüfen, ob hier nicht Überschiebungen vorliegen könnten, die von S., von der Donauspalte her, kamen.

Kann also, so müssen wir fragen, die südlich der Donau in die Tiefe gesunkene Fortsetzung der Albtafel im Vorries den Anstofs gegeben haben zur Entstehung der inselförmigen Weifs-Jura-Breccien, zur Aufpressung des Granites mit seiner Begleitung von Bunter Breccie, zur Entstehung etwa vorhandener Überschiebungen?

Wir wollen zunächst die letztere Frage in's Auge fassen, ob es denkbar ist, daß durch den südlich der Donau versinkenden Theil der Alb Überschiebungen auf den nördlich der Donau stehen bleibenden Theil der Alb überhaupt stattfinden konnten.

Wer sich diesen Vorgang vorstellen will nur in der Form, daß das Absinken sofort begonnen hätte, sobald sich die parallel der Donaulinie laufenden Spalten gebildet hatten, der freilich wird die Möglichkeit des Entstehens solcher Überschiebungen verneinen; denn wie sollte doch die absinkende, in immer tieferes Niveau gelangende Scholle ihre randlichen Trümmer auf die stehen bleibende, relativ immer höher werdende Scholle weit hinaufschieben?

Aber der Vorgang läßt sich auch in der Weise denken, daß es zwischen Alb und Alpen zunächst zu einer starken Pressung gekommen wäre, in Folge deren südlich der heutigen Donaulinie zuerst eine kleine Aufwölbung der später absinkenden Scholle sich gebildet hätte, bevor das Absinken begann. Von dieser aufgewölbten Falte aus konnte dann in ganz derselben Weise, wie wir das von dem Riesberge annehmen, ein Abgleiten von Schollen, also eine Überschiebung derselben, stattfinden.

Ein solcher Druck der absinkenden Scholle gegen die stehen bleibende konnte erklärlicherweise auch letztere zerspalten und längs dieser Spalten zu Breccien zerpressen.

Diese Möglichkeiten sind also in der That theoretisch gegeben; im vorliegenden Falle aber scheinen sie ausgeschlossen werden zu müssen.

Da nämlich dieses Absinken längs der gewaltig langen Donaulinie erfolgte, so hätten die Überschiebungen und Breccienbildungen dann auch längs dieser ganzen Linie stattgefunden haben müssen. Das aber ist keineswegs der Fall. Die Breccienbildungen des Weifs-Jura finden sich nur in der Gegend des Vorrieses, also auf einer relativ ganz kurzen Strecke der

Donaulinie; und von den Überschiebungen, falls solche im Vorriese vorhanden sein sollten, würde dasselbe gelten.

Und doch ist dieser Einwurf noch nicht entscheidend.

Es wäre nämlich gar nicht unmöglich, daß zwar im Allgemeinen längs der Donaulinie sofort nur ein einfaches, druckloses Abbrechen und In-die-Tiefe-sinken erfolgt wäre, welches weder Breccienbildungen noch Überschiebungen erzeugen konnte; daß aber doch im Speciellen, ganz local, nur südlich der Gegend des Vorrieses, anfänglich eine starke Pressung geherrscht hätte, durch welche hier Zertrümmerung des Kalkes zu Breccien und zugleich auch Aufstauung einer Falte und dadurch etwaige Abgleitungen, d. h. Überschiebungen, hervorgerufen werden konnten.

Eine solche Erklärung beider Erscheinungen durch das Absinken der Alb wäre also an sich dennoch möglich. Aber die Zeit scheint im vorliegenden Falle einen kaum zu beseitigenden Einwurf zu erheben. Das Absinken südlich der Donaulinie erfolgte schon so früh in tertiärer Epoche, daß in die entstandene Senke bereits zu mittelmiocäner Zeit das Meer seinen Einzug halten konnte. Unmöglich hätten also noch nach Ablagerung der jüngsten mittelmiocänen marinen Sedimente, oder auch während derselben, Überschiebungen durch jene damals tief abgesunkene Scholle hervorgerufen werden können.

Anders ist es mit der Breccienbildung. Hier würde das zeitliche Moment nicht zu einem Einwurfe benutzt werden können. Aber dennoch läßt sich auch hier der Gedanke zurückweisen, daß diese Vergriesung des Weiß-Jura im Vorriese durch einen hier besonders starken Druck der absinkenden Scholle hervorgerufen sein könnte. Wenn nämlich dem so wäre, dann müßte doch wenigstens auf dem ganzen Theile der Donaulinie, welcher südlich des Vorrieses liegt, längs dieser Linie eine Vergriesung des Weiß-Jura vorhanden sein.

Ein Blick auf die Karte lehrt aber, daß dem nicht so ist. Man müßte schon Spalten annehmen, die rechtwinkelig zur Donaulinie aufgerissen wären, von deren Rändern aus dann die Vergriesung ausgegangen wäre. Das ließe sich indessen auch nur allenfalls geltend machen für die Griesgebiete, die bis an die Donau herantreten, nicht aber für die, welche inselförmig auf der Alb liegen. Hier ist die einfachste, natürlichste Erklärung die einer großen Explosion.

Sind nun schon die beiden Erscheinungen der Breccienbildung und der etwa vorhandenen Überschiebungen nicht auf den Druck zurückführbar,

welchen die versinkende Albtafel gegen die stehen bleibende Albtafel ausübte, so wäre die Aufpressung des Granites im Vorries unmöglich als eine Folge dieses Druckes zu erklären. Wie die Karte, Taf. I, zeigt, zieht nämlich die aufgepresste Granitmasse als schmale Zone von S. nach N. Ein von S. nach N. wirkender Druck jener absinkenden Scholle aber würde höchstens eine von W. nach O., d. h. senkrecht zur Druckrichtung verlaufende Aufpressung des Granites erzeugt haben können, nicht aber eine von S. nach N., also parallel der Druckrichtung verlaufende Aufpressung.

So ergibt sich also für das Vorries die Unmöglichkeit, die Breccienbildung des Weifs-Jura, die Aufpressung des Granites und eventuelle Überschiebungen zurückzuführen auf einen von der versinkenden Albhälfte gegen die stehen bleibende ausgeübten Druck.

Diese Unmöglichkeit aber wird noch evident, da die Riesbildung wohl sicher auf dieselben Kräfte zurückzuführen ist wie die Vorriesbildung. Für das von der Donaulinie viel weiter entfernte Ries aber lassen sich Breccienbildung, Aufpressung und Überschiebungen noch viel weniger auf einen solchen directen Druck der absinkenden Albtafel zurückführen.

Nur indirect könnte dieser Druck der absinkenden Alb und des ganzen versinkenden vindelicischen Gebirges gewirkt haben: indem er auf das Magma sich übertrug, dieses als Laccolith allmählich in die Höhe presste, wodurch es einschmelzend wirkte, und durch seine hohe Temperatur schliesslich die unterirdischen Wasseransammlungen zur Explosion brachte.¹

¹ Das Absinken des zwischen Alb und Alpen aufragenden, altkrystallinen, »vindelicischen« Gebirges, sowie der an seinen Nordabhang angelagerten Juraschichten vollzog sich nach von Gümbel nach Ablagerung des Flysches (Geologische Beschreibung von Bayern. Bd. 2. S. 267. 268. Fränkische Alb S. 641. 643. 646). Im Franken-Jura sollen diese Spaltenbildung und Spaltenverschiebung bereits vor der mittelmioänen Zeit beendet gewesen sein, da die Sande der oberen Meeresmolasse nicht mit verworfen sind, sondern ungestört auf dem Jurakalke liegen, bald hoch, bald tief, wie es der damalige unebene Meeresboden mit sich brachte.

Ob letztere Folgerung eine stichhaltige ist, läßt sich indessen bezweifeln. Es konnte sehr wohl das weitere Absinken der großen vindelicischen Scholle auch noch während mittelmioäner Zeit andauern. Dadurch wurde natürlich nur der entsprechende Theil des Meeresbodens vertieft, welcher eben absank; der durch die stehen bleibende Albtafel gebildete Theil des Meeresbodens aber sank überhaupt nicht mit ab. Hier an der Küste konnten mithin

Ergiebt sich aus zeitlichen Gründen die Unmöglichkeit, diese Aufpressung durch den Druck der vindelicischen Scholle (s. die Anmerkung) zu erklären, so müßte entweder irgend eine andere absinkende Scholle in solcher Weise gewirkt haben; oder aber es müßte eine andere, vielleicht eine im Magma selbst liegende Kraft die Ursache seines Aufsteigens gewesen sein.

Doch an die Möglichkeit einer noch anderen Lösung würde man denken können, um die Entstehung der Breccien des Weißs-Jura-Kalkes im Vorries zu erklären: an Erderschütterungen, deren Folge sie wären.

Ohne Weiteres ist klar, daß durch eine so gewaltige Explosion, wie die, in welcher wir die Ursache dieser Breccienbildung erkannten, auch eine entsprechende Erschütterung des Erdbodens hervorgerufen werden mußte. Aber es wäre doch nicht angängig, in einem solchen Falle, in welchem man die eigentliche Ursache der Breccienbildung in der Explosion erkennt, die mit der Explosion verknüpfte Erderschütterung als Ursache hinstellen zu wollen.

Jedoch davon ganz abgesehen glauben wir auch gar nicht, daß diese Erderschütterung überhaupt im Stande gewesen sein sollte, so gewaltige Breccienbildungen zu erzeugen. Es scheint uns vielmehr, daß nur die Explosion solche Wirkung zu erzielen vermochte, indem sie die Gesteinsmassen plötzlich in die Höhe hob und wieder fallen liefs, wobei sie so hochgradig zerschmettert wurden.

Noch viel weniger aber könnte man ein aus anderer Ursache hervorgegangenes Erdbeben als Ursache der Breccienbildung ansehen wollen, denn wenn das der Fall wäre, dann müßte die Vergriesung sich über die ganze Albhochfläche des Vorrieses zusammenhängend ausdehnen. Das aber ist nicht der Fall. Die Vergriesung tritt inselförmig inmitten unver-

die Sande unverworfen auf dem Weißs-Jura liegen bleiben, obgleich weiter beckeneinwärts das Absinken noch andauerte. (Das Meereswasser reichte damals wenigstens bis zu 550^m Meereshöhe, also noch auf die stehen bleibende Albtal hin auf.) Diese Frage besitzt eine gewisse Wichtigkeit, wenn man der Ursache des Vulcanismus im Riesgebiete nachgeht:

Die Annahme, der Schmelzfluß sei im Riesgebiete bei Urach und im Hegau emporgepreßt worden durch den Druck des absinkenden vindelicischen Gebirges, ist natürlich nur haltbar, wenn beide Vorgänge gleichzeitig erfolgten. War das Absinken bereits völlig beendet, bevor die Ausbrüche begannen, dann kann jenes schwerlich die Ursache dieser gewesen sein. Dauerte dagegen das Absinken noch während mittelmioocäner Zeiten fort, dann könnte es sehr wohl die in dieser Zeit erfolgende Eruption hervorgerufen haben.

griesten Kalkes auf; und sie steigert sich wieder innerhalb dieser Tafeln nach bestimmten, erkennbaren Punkten hin (Taf. I). Unmöglich könnte nun ein Erdbeben, das gleichmäfsig über die Hochfläche der Alb hingerollt wäre, in gleichbleibenden Kalken eine Wirkung hervorgerufen haben, welche so sehr ungleichmäfsig ist wie diese.

Es ergiebt sich aus dem Gesagten, dafs die Breccienbildung des Weifs-Jura-Kalkes im Vorries sich auch nicht auf ein Erdbeben zurückführen läfst; und somit bleibt als Ursache wieder nur die Explosion.

II. Das Vorries.

A. Einleitung.

Lage und Name. Wenn wir den Steilabfall des südlichen Riesrandes erklimmen haben und nun über die Alb gen S. wandern, so durchqueren wir zunächst ein Gebiet, welches bei den gewaltsamen Vorgängen der Riesbildung mehr oder weniger unberührt geblieben zu sein scheint (Zone 4 in Fig. 4, S. 43).

Wiederum südlich dieses halbringförmigen Albstreifens aber folgt ein Gebiet der Alb, das auf's Neue Störungen seines Baues, ausgedehnte Breccienbildungen (Griese) des Weiß-Jura-Kalkes, vulcanische Ausbrüche, Aufpressung granitischer Massen und Überlagerung des Weiß-Jura durch Fetzen von Braun-Jura und Keuper erkennen läßt. von Gümbel nannte dasselbe die Gürtelzone (Zone 5 in Fig. 4). Da jedoch, wie wir zeigten¹, auch im eigentlichen Rieskessel kreis- bez. gürtelförmige Zonen sich erkennen lassen, so kann man jetzt nicht mehr von »der« Gürtelzone kurzweg sprechen, müßte sie vielmehr unter Beifügung von Namen der Orte, welche in derselben liegen, näher kennzeichnen. Die in Rede stehende Zone des Vorrieses müßte also als »Gürtelzone Amerdingen—Mauren—Itzingen« bezeichnet werden. Um diese schleppende Bezeichnungsweise zu vermeiden, haben wir daher statt des von Gümbel'schen Ausdruckes für diese genannte Zone die kurze Bezeichnung »Vor-Ries« angewandt und glauben auch bei derselben verharren zu sollen.

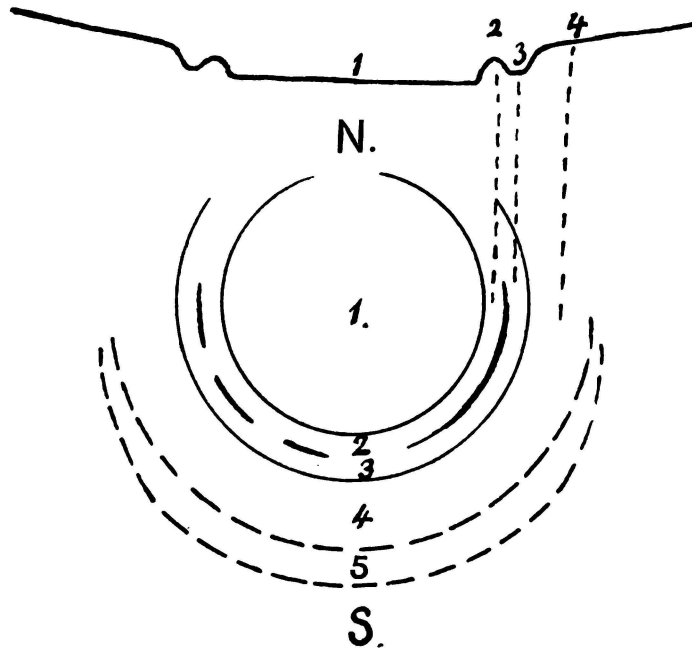
Dieses Vorries verläuft im S. des Rieses über Aufhausen, Amerdingen, Unter-Ringingen, Diemantstein, Fronhofen, Mauren und nun, über die Wörnitz setzend, bis Itzingen und Sulzdorf.

Selbständiges Aufbruchsgebiet. In unserer unten citirten ersten Arbeit über das Ries hatten wir als wahrscheinlich ausgesprochen, dafs auch in dem Vorrieße ein selbständiges Ausbruchsgebiet vorliege; d. h. also, dafs hier sowohl die liparitischen Tuffausbrüche wie auch die »granitischen« und die Gries-Breccien autochthon seien; und dafs ebenso auch die Massen

¹ Das vulcanische Ries. S. 38, Fig. 1 und S. 41, 42.

von Braun-Jura und Keuper, welche dort auf Weifs-Jura liegen, nicht etwa aus dem Riese herrühren, sondern aus der Tiefe des Vorrieses heraufkamen.¹ Unsere jetzigen Untersuchungen haben diese Ansicht durchaus bestätigt. Die hier und da zu beobachtende Schwärzung des Weifs-Jura-Kalkes im Contacte mit den Tuffen, welche nur möglich war, wenn die Asche hierzu noch die erforderliche Temperatur von wenigstens etwa 600° C. besafs², spricht ebenfalls für Ausbruch des Tuffes an Ort und Stelle.

Fig. 4.



Der Bau des Vorrieses gleicht durchaus nicht dem des Rieses. Schon der äußere Umrifs der beiderseitigen Gebiete ist ein völlig verschiedener. Bei dem Riese ist er kreisförmig bez. polygonal.³ Bei dem Vorriesee kann man ihn als ungefähr halbringförmig bezeichnen, da derselbe eine etwas im Bogen verlaufende, gürtelförmige Zone im S. des Rieseskessels bildet. In dessen der Umrifs dieses Halbringes wird dadurch ein unregelmäßiger, daß einerseits die Breccienbildungen des Weifs-Jura über seinen südlichen Rand hinaus gegen die Donau hin sich erstrecken; und daß andererseits die »grani-

¹ Das vulcanische Ries. S. 41, 42, 94 und 125.

² Schwabens Vulcan-Embryonen. Theil II, Abschnitt II, S. 547.

³ Das vulcanische Ries. S. 107.

tischen Explosionsproducte« auf einer südnördlichen Zone, von Unter-Bisingen im S. an auf Klein-Sorheim im N. und im Rieskessel zu, sich hinziehen, d. h. auf einer Zone liegen, welche nicht nur diese vulcanische Gürtelzone (5), das Vorries, sondern auch die mehr oder weniger intact gebliebene Alb-Gürtelzone (4) durchquert, die das Vorries vom Riese trennt.

Durch diese von S. gen N. verlaufende Zone »granitischer Explosionsproducte« wird das vulcanische Vorries in einen westlichen und einen östlichen Theil zerlegt. In dem westlichen liegen die ansehnlichen Massen, bez. Ausbruchspunkte liparitischer Tuffe, die sich um Aufhausen, Amerdingen, Unter-Ringingen und Fronhofen gruppieren. In dem östlichen liegt die geringere Masse liparitischer Tuffe, die um Mauren herum zum Ausbruche gelangte. (Vergl. Taf. I).

Auf solche Weise sind die Gebiete liparitischer Tuffe und granitischer Explosionsproducte im Allgemeinen von einander geschieden; denn in den beiden eben erwähnten liparitischen Ausbruchgebieten fehlen diese granitischen mehr oder weniger, und umgekehrt in der Zone »granitischer« Explosionsproducte treten wiederum fast nur diese auf.

Östlich von Mauren bez. von der Wörnitz wiederholt sich das nochmals insofern, als hier die um Itzingen und Sulzdorf gruppirten granitischen Explosionsproducte wieder ohne Begleitung liparitischer Tuffe auftreten.

Wir haben somit in dem von W. nach O. sich hinziehenden Vorriegsgürtel einen zweimaligen, von W. nach O. erfolgenden Wechsel der Gebiete liparitischer Tuffe und granitischer Explosionsproducte, wie Tafel I zeigt. Die Aufbruchgebiete der beiderseitigen so verschiedenen Gesteinsarten liegen mithin nicht in regellosem Durcheinander, sondern jedes liegt mehr oder weniger für sich.

Vergleicht man nun die Erscheinungsweise des Vorrieses mit derjenigen des Rieses, so ergibt sich, daß beide zwar in gleicher Weise gekennzeichnet sind durch diesen Gegensatz zweier Arten von Explosionsproducten, der untergeordneten granitischen und der vorwiegenden liparitischen (vergl. den nächsten Abschnitt B); dass aber beide gänzlich verschieden sind, indem das Vorries oben auf der Alb liegt, welche relativ wenig zertrümmert scheint, während das Ries einen weiten, in die Alb ausgefressenen und eingesenkten Kessel bildet, dessen Boden ein

gänzlich zertrümmertes, regellos dislocirtes Feld darstellt, in dem vielfach der Granit entblößt ist; endlich darin, dafs am Riese grofse Überschiebungen umfangreicher Massen stattfanden, während das im Vorries in sehr viel geringerem Mafse der Fall sein dürfte.

Im Vorries ist die Alb, wie es scheint, ganz besonders nur längs jener N.-S. verlaufenden Linie zerspalten, auf welcher die Aufpressung von gänzlich zerdrücktem Granit und Zerblasung gewisser Theile des letzteren zu »granitischen Explosionsproducten« erfolgten. Möglicherweise stehen diese verschiedenen, an der Alboberfläche isolirt erscheinenden Aufpressungen des Urgebirges schon in relativ geringerer Tiefe unter einander im Zusammenhange; so dafs dann, falls das richtig wäre, diese isolirten granitischen Vorkommen der Oberfläche nur die Spitzen einer zusammenhängenden, rückenartigen Aufpressung sein würden.

Die Breccien- (Gries-) Bildungen des Weifs-Jura-Kalkes im Vorries finden sich theils in der Umgebung der liparitischen Tuffe, theils aber treten sie an Orten auf, an welchen keinerlei Eruptivgestein vorhanden ist. Ihre vermuthliche Entstehung durch die grofse Contactexplosion, wurde in Abschnitt I näher besprochen.

B. Die Eruptions- und Explosionsproducte.

1. Allgemeines.

Nirgends im Vorries hat der Schmelzfluß die Form eines festen Gesteines angenommen. Auch im Riese scheint das wohl nur an einer einzigen Stelle der Fall gewesen zu sein, bei Amerbach nahe Wemding. Dort setzt eine kleine Kuppe eines Gesteins, dessen saure Natur und liparitische Beschaffenheit von Knebel neuerdings hervorhebt, in dem gehobenen altkrystallinen Gebirge auf.

Der Gedanke liegt nahe, dafs hier dieselben Verhältnisse obwalten könnten, wie am Wenneberg. Auch dort setzt ein noch sehr viel geringmächtigerer Gang im Granite auf, den von Gumbel anfänglich für einen Liparit, später aber für einen altkrystallinen Gesteinsgang erklärte. von Knebel betont aber bezüglich jenes Ganges bei Amerbach, dafs derselbe, abgesehen von seiner petrographischen Beschaffenheit, nothwendig jünger sein müsse

als die Hebung des Granits, weil bei dieser Hebung der Granit vollständig zertrümmert worden ist, während das ihn durchsetzende liparitische Gestein ganz unverletzt erscheint. Letzteres kann somit erst nach Aufhören des Vorganges, welcher die Zertrümmerung bewirkte, zur Eruption gelangt sein. Von Gümbel glaubte in dem Vorkommen nur eine Anhäufung von Schlacken sehen zu müssen, nach von Knebel's letzter Arbeit bildet dasselbe indessen eine zusammenhängende Gesteinsmasse. (Siehe S. 4 Anm. 2.)

Alle übrigen Vorkommen eruptiven Ursprunges im Vorriese wie im Riese bestehen nur in losen Auswurfsmassen. Aber je nach dem Materiale, welches hierbei zu Tage gefördert wurde, kann man zwei Arten von Eruptionen unterscheiden, deren Erscheinungsweise eine sehr verschiedene ist und deren Alter möglicherweise ebenfalls ein verschiedenes sein könnte. Wir wollen sie hier als »liparitische« und »granitische« Eruptionen bezeichnen.

Liparitische Eruptionen. Dieselben haben aufser dem oben besprochenen festen Liparite nahe Wemding nur Tuffe und Schlacken gebildet und führen auch Brocken der durchbrochenen Sedimentgesteine. Schon Deffner hatte die gewifs sehr kühn klingende Ansicht geäußert, daß die liparitischen Schlacken und Tuffe des Rieses aus der Wiedereinschmelzung von Granit hervorgegangen seien. Vor kurzem war aber auch Sauer durch mikroskopische Untersuchung der Schlacken zu der Ansicht gelangt, daß hier in der That ein basisches Magma durch Einschmelzung von Granit zu einem liparitischen geworden sei.

Das in diesem Abschnitte später zu besprechende eigenartige Vorkommen bei Schmädingen, welches eine Granitbreccie darstellt, die überaus stark gehärtet und durch eine geschmolzene, dichte Masse verkittet ist, spricht ebenfalls dafür, daß, mindestens in dieser Breccie, Granit wieder eingeschmolzen sei. Gegenwärtig erfolgt unter Hrn. Sauer's Leitung eine Bearbeitung aller dieser vulcanischen losen Auswurfsmassen im Riese, welche auf diese interessante Frage hoffentlich weiteres Licht werfen wird.

Wir haben bereits früher¹ dargethan, daß in den verschiedenen Vorkommen liparitischer Tuffe und Schlacken eine Anzahl kleiner, isolirter, embryonaler vulcanischer Ausbruchsstellen vorliegt, ähnlich denen im be-

¹ Das vulcanische Ries. S. 120—127.

nachbarten Gebiete von Urach. Aber im Riese und Vorries dürfte, abgesehen von diesen Ausbrüchen liparitischer Massen noch eine große Explosion stattgefunden haben, bei welcher kein Magma, sondern nur anstehendes Gestein zerstiebt oder doch zerschmettert wurde; wogegen bei Urach keinerlei Andeutungen dafür vorliegen, daß außer den vulcanischen Eruptionen noch eine große Explosion stattgefunden habe (s. Abschnitt I).

Granitische Explosionsproducte. Völlig anderer Art als diese liparitischen Auswurfsmassen ist das, was wir hier als »granitische Explosionsproducte« bezeichnen wollen. Den kürzeren und besser klingenden Ausdruck »granitische Tuffe« wagen wir nicht anzuwenden, weil man denken könnte, unter diesem Ausdrucke solle hier eine zu tertiärer Zeit erfolgte Eruption von Granitmagma und gar eine Aschenbildung desselben verstanden werden.

Selbstverständlich ist davon keine Rede. Es soll hier nur eine zur Miocänzeit durch Explosion erfolgte Verarbeitung des längst verfestigt gewesenen Granites bezeichnet werden. Durch diese Explosion wurde ein Theil des Granites zerschmettert, so daß nun inmitten des anstehenden (aber gehobenen) Granites gangförmige Massen von »granitischem Explosionsmateriale« auftreten, welche aus rundlichen, gröberen und feineren Brocken von Urgesteinen, meist Granit oder Gneifs, bestehen.

Zu diesem stückigen Materiale aber gesellt sich vielfach noch eine meist untergeordnete, ganz erdige Grundmasse von rother Färbung; die Deutung dieser Grundmasse ist schwierig.

Wenn man in derselben einen völlig zersetzten liparitischen Tuff erblicken will, dann würden die granitischen Stücke in einer aus wirklichem Schmelzflusse hervorgegangenen Grundmasse liegen. Wir hätten dann also einen echten liparitischen Tuff vor uns, der sich von dem, was wir hier als »liparitische Tuffe« bezeichnen, lediglich dadurch unterscheidet, daß er so sehr viel Stücke von Urgesteinen führte, ja bisweilen nur aus diesen bestände.

Aber einer solchen Deutung stehen drei Bedenken gegenüber:

Einmal ist diese Grundmasse erdig, ganz zersetzt, während doch die »liparitischen Tuffe« im Vorries und Riese das nicht zu sein pflegen.

Zweitens kommt eine Vereinigung der beiderseitigen Massen vor, so bei Schmädingen; und dann kann man sehr deutlich den dunkelgrauen, echten »liparitischen Tuff« von dieser erdigen Grundmasse unterscheiden.

Drittens aber sind dieser fraglichen, zersetzten Grundmasse meist so viel Quarzkörner beigemischt, daß man auch aus diesem Grunde doch eher lediglich an fein zerblasenes granitisches Gestein denken möchte, als an Liparitasche.

Ist dem nun wirklich so, dann würde bei der Bildung dieser »granitischen Explosionsproducte« wirklicher Schmelzfluss gar nicht betheiligt sein; sie wären dann nicht nur in ihrer äußeren Erscheinung, sondern auch in ihrem inneren Wesen, genetisch, etwas ganz anderes als die liparitischen Tuffe des Riesgebietes.

Das aber würde ein weiterer Grund für die Annahme sein, daß den »granitischen Explosionsproducten« ein etwas anderes Alter zukäme, als den »liparitischen Tuffen«. Die ersteren wären dann früher und durch die große Explosion von Wasserdampf entstanden; die letzteren später und durch die relativ kleinen Explosionen der Gase des Magmas (vergl. Abschnitt I).

Dabei würde es natürlich nicht ausgeschlossen sein, daß an ganz derselben Stelle, an welcher früher eine bloße Gasexplosion, also eine »granitische Eruption«, stattfand, später nochmals eine liparitische sich vollzogen haben könnte; wie sich denn in der That auch die Produkte Beider neben einander, z. B. bei Schmähingen, im Riese finden.

Man könnte diese granitischen Explosionsproducte vielleicht auch als eine Reibungsbreccie deuten wollen, welche dadurch entstanden wäre, daß bei der Riesbildung die einzelnen Granitschollen nur gegen einander gerieben wurden. Indessen solche Vorkommen, wie wir sie z. B. bei Itzingen finden, sprechen entschieden gegen eine derartige Deutung. Dort setzt im Granite ein Gang granitischer Explosionsproducte auf, dessen grobe Bestandtheile gar nicht aus Granit, sondern wesentlich aus anderem alkrySTALLINEN Gesteine, aus Gneifs, bestehen.

Unmöglich also kann dieses Vorkommen für eine Reibungsbreccie des Granites erklärt werden. Die Stücke müssen vielmehr aus der Tiefe durch den Granit hindurch in die Höhe befördert sein; und einen solchen Vorgang wird man sich nur als durch eine Explosion von Gasen hervorgebracht erklären müssen. Allerdings ist die Gangform dieser granitischen Tuffe meist nicht deutlich zu erkennen; aber das liegt wohl nur an der Mangelhaftigkeit der Aufschlüsse.

Auch im Rieskessel setzen, wie wir sehen werden, diese granitischen Explosionsproducte in dem Granite auf, welchen man, trotz seiner Hebung in ein höheres Niveau, doch unbedenklich als anstehend bezeichnen wird.

Die Kraft, welche das bewirkte. Unhaltbar erscheint uns die Deutung, wie schon gezeigt wurde (S. 19 und 50), es könnten hier ursprüngliche, insel-förmige Erhebungen des granitischen Meeresbodens vorliegen. Die zerpreßte Beschaffenheit des Granites der Inseln bliebe unerklärt. Unmöglich hätten dann auch der Keuper und Jura sich in so normaler petrographischer Beschaffenheit hart an diese kleinen Inseln angelagert haben können; sie würden sandsteinig ausgebildet worden sein. Auch würde die Thatsache völlig unerklärlich bleiben, daß oft neben diesen Granitvorkommen, also im Niveau des Weiss-Jura, sich Bunte Breccie aus Keuper- und Jurathon befindet, die ersichtlich hier aus der Tiefe aufgepreßt ist.

Aber auch überschoben, d. h. dem Weifs-Jura aufliegend, sind diese Granitvorkommen des Vorrieses sicher nicht. Die Lagerungsverhältnisse lassen erkennen, daß die Granitmassen im Körper der Alb stecken. Zum Überflusse haben wir auch noch bei Sulzdorf eine 10^m tiefe Grabung vornehmen lassen, welche das Hinabsetzen des Granites im Weifs-Jura sicher feststellte.

Diese unzerblasenen Granitmassen sind also in irgend einer Weise durch das sedimentäre Gebirge hindurch in die Höhe gefördert. Daß der Vorgang ein sehr gewaltsamer war, ersieht man aus der völlig mürben, weichen zerpreßten Beschaffenheit. Aber trotz derselben sind diese Granite doch immer noch als einheitliche Massen zu erkennen, ganz wie das unten im Riese bei den unzerblasenen Graniten der Fall ist; nur sind sie im Vorries noch weicher als im Riese. Das Einheitliche des unzerblasenen Theiles dieser Granitvorkommen steht also in scharfem Gegensatze zu dem Stückigen des zerblasenen Theiles derselben.

Nun ist der zerblasene Theil des Granites im Vorries zweifellos das Product einer Explosion. Folglich, so muß man schließeln, kann der unzerblasene Theil nicht ebenfalls das Product einer solchen sein, sondern muß dasjenige einer Aufpressung sein, die er als Ganzes erlitt, wobei er vollkommen zerdrückt wurde.

Selbst wenn man aber trotzdem einmal annehmen wollte, daß die Explosion zwei so völlig verschiedene Wirkungen gehabt haben könnte, an einer und derselben Stelle hier den Granit völlig zu zerblasen, dort ihn

als Ganzes in die Höhe durch die Alb hindurchzupressen, so müßte doch jede dieser plötzlich emporgeschleuderten ganzen Granitmassen im nächsten Augenblicke wieder in die Tiefe zurückgefallen sein. Das ist nicht der Fall; also kann die hebende Kraft nicht in der Explosion liegen.

Ganz anders eine durch empordrängenden Schmelzfluß hochgepresste Granitmasse. Diese behielte fortwährend das Magma als Stützpunkt unter sich, brauchte daher nicht zurückzusinken, solange dieses Stand hielte.

Man sieht, die, von Koken übrigens ganz ebenso wie von uns für gesichert erachtete Thatsache, daß diese unzerblasenen Theile der Granitmassen des Vorrieses aus der Tiefe gewaltsam in die Höhe gerückt worden sind, läßt sich durch die Annahme einer Explosion noch schwerer verstehen wie durch diejenige empordrängenden Schmelzflusses.

Der Vorgang der Aufpressung wird nun um so leichter verständlich, je größer das durch den Schmelzfluß aufgepresste Gebiet ist. Daher erscheint im Riese, in welchem ein umfangreiches Gebiet von der Aufpressung betroffen wurde, diese Vorstellung durchaus nicht widersinnig; und nur im Vorriesen, wo es sich um kleine, inselförmig im Weißs-Jura-Gebiete auftretende Granitmassen handelt, widerstrebt unser Empfinden einer solchen Vorstellung, weil man an Granitcylinder relativ geringen Umfanges denkt, welche auf langer Bahn durch die Alb hindurchgepresst sein müßten.

Zur Erleichterung dieser Vorstellung kann indessen doch Mehreres dienen:

Einmal nämlich könnte man denken, daß die aufgepresste Granitmasse nur nahe der Oberfläche der Alb in einzelne, isolirte, kleine zweigförmige Massen zersplittert sei, daß aber in gar nicht großer Tiefe die einzelnen Zweige zusammenhängen, so daß dann in Wirklichkeit ein von N. nach S. langgestreckter (S. 50), zusammenhängender Granitrücken in eine entsprechend verlaufende Zerspaltung des Albkörpers hineingedrückt wäre, von dem nur einzelne Ausläufer noch höher hinauf gelangten. Hierbei würde man für die östlich der Wörnitz auftretenden Granitmassen bei Itzingen und Sulzdorf eine solche Annahme wiederholen müssen.

Sodann wird man zu einem besseren Verständnisse des Aufpressungsvorganges im Vorriesen gelangen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß doch der Höhenunterschied zwischen diesen auf der Hochfläche der Alb auftretenden Granitmassen und den unten im Riesessel befindlichen nur ein gradueller und zudem geringwerthiger ist; denn diejenigen des Vorrieses ragen durchschnittlich und ganz ungefähr nur um 50^m höher über den

Meeresspiegel (jetzt) auf, als das bei denjenigen des Rieses der Fall ist.¹ Zudem ist zu bedenken, daß im Riese der Granit gleich nach seiner Aufpressung, also früher, gewiß höher aufragte, als das heute nach seiner theilweisen Abtragung nur noch der Fall ist²; denn in dem weiten Riesessel war die frei aufragende Granithöhe wohl der Abtragung durch die Wasser des obermiocänen Riesesee und durch die Atmosphären stärker ausgesetzt als in dem Vorries jene im Körper der Alb steckenden, daher durch letzteren geschützten Granitmassen es sind. Außerdem aber könnte auch noch der Granit im Riesessel durch den späteren Einsturz desselben nach seiner Hebung wieder in ein tieferes Niveau gerückt worden sein, als er vor dem Einsturze besafs.

Wenn dem so ist, dann würde der ohnedies nicht große heutige Unterschied von 50^m in dem Betrage der Aufpressung des Granites im Riese (450^m) und im Vorries (500^m) noch geringer werden oder verschwinden oder gar in das Gegentheil verkehrt werden. Jedenfalls aber ist der Unterschied, auch wenn er ursprünglich bestand, nur ein gradueller und zudem kein großer, kein im Wesen der Sache begründeter.

Das Schwerbegreifliche einer Aufpressung dieser kleinen Granitmassen im Vorries wird aber noch durch die weitere Erwägung herabgemindert, daß ja das bekannte Steinheimer Becken bezüglich der Größe eine verbindende Mittelstellung zwischen dem großen Riesessel und den in Rede stehenden kleinen Granitmassen des Vorrieses bildet. Auf Taf. II in unserer untenstehenden Arbeit³ ist in der Ecke unten links das Steinheimer Becken in demselben Maßstabe dargestellt wie das Riesbecken. Man ersieht daraus, wie überaus klein bereits das Steinheimer Becken gegenüber dem Riesessel ist. Nun hat im Steinheimer Becken aber ganz zweifellos eine Aufpressung stattgefunden; denn der Braun-Jura ist dort durch Überschiebung in das Niveau des Weiß-Jura gehoben⁴, und erfüllt zudem doch nur einen

¹ Es lassen sich natürlich nur ganz ungefähr durchschnittliche Zahlen hierfür angeben. Man wird vielleicht den Graniten im Riese eine durchschnittliche Meereshöhe bis 450^m geben können, denen im Vorries von 500^m.

² Das vulcanische Ries S. 47.

³ Das vulcanische Ries.

⁴ Daß er dabei, wie Fraas zeigt, gleichzeitig auch seitlich auf den Weiß-Jura hinaufgeschoben ist, würde an der Natur dieser Aufpressung als einer solchen nichts ändern, da eine Überschiebung hier nichts Anderes ist als eine Aufpressung auf schräger Fläche. Doch ist das für unsere jetzige Betrachtung nebensächlich.

kleinen Theil des Beckens. Wenn das nun bei dem so sehr viel kleineren Steinheimer Becken ganz ebenso wie bei dem großen Riesbecken möglich war, so muß es auch bei den abermals kleineren Granitmassen im Vorriese möglich gewesen sein, wenn sie auch vielleicht nur ein Viertel oder gar ein Sechstel des Umfanges vom Steinheimer Becken besitzen mögen.

Dieses Steinheimer Becken bildet also gleichzeitig das beste Beweismittel für das thatsächliche Vorhandensein von Aufpressungen, und gegen die Deutung derselben als ursprünglicher Inselbildungen, im Vorriese. Der Braun-Jura dort ist zweifellos aufgepreßt, wenn auch zugleich überschoben; durch Inselbildung kann man sein Auftreten in dem zu hohen Niveau natürlich nicht erklären. Wenn nun aber dort der Braun-Jura gehoben ist, warum sollte hier denn der Granit nicht gehoben sein können?

Zwar könnte man vielleicht annehmen wollen, die Aufpressung und Überschiebung des Braun-Jura im Steinheimer Becken seien hervorgerufen durch den Einsturz dieses Beckens, bei welchem Vorgange ein Theil des Gebietes in die Höhe gestofsen sei; und dann müßte natürlich vom Riesgebiete dasselbe gelten. Indessen einer solchen Deutung widerspricht einmal das Verhalten des Vorrieses, in welchem letzteren kein Einsturz und demnach eine Aufpressung des Granites vorhanden sind; und zweitens das Vorhandensein der sogleich zu besprechenden magnetischen Störungen, welche das Vorhandensein einer eisenreichen Eruptivmasse in der Tiefe — die Ursache der Aufpressung — sehr wahrscheinlich machen.

Nach dem Gesagten liegen also im Vorriese thatsächlich Granitmassen vor, welche den Körper der Alb durchsetzen, ohne daß diese durchgreifende Lagerung erklärt werden könnte durch die Annahme, es handele sich hier um ursprüngliche inselförmige Aufragungen des ehemaligen granitischen Meeresbodens, oder durch die Annahme, die Granite seien durch eine Explosion in die Höhe gedrückt worden. Es bleibt mithin nur die Annahme einer langsamen Aufpressung durch Schmelzfluß.

Das aber ist von entscheidender Wichtigkeit auch für die richtige Erfassung des Granitproblemcs im Riesessel. Wir gaben die Gründe an (s. Abschnitt I), welche im Riesee gegen die An-

nahme sprechen, das zu hohe Niveau des Granites könne verursacht sein durch ein inselförmiges Aufragen desselben oder durch eine Explosion. Nun finden wir im Vorries ebenfalls ein zu hohes Niveau des Granites, zugleich aber die völlige Unmöglichkeit, dasselbe durch Inselbildung zu erklären. Folglich, so lautet der Analogieschluss, welcher sich aufdrängt, ist auch für das Ries dieselbe Unmöglichkeit erwiesen, der Granit ist auch dort sicher aufgepreßt.

Magnetische Störungen als Beweis. Dafs in der That eine grofse basische Eruptivmasse in jenen Gegenden in der Tiefe sich befindet — und das wäre doch der von uns angenommene Laccolith — solches scheint nun bewiesen zu sein durch die kartographische Aufnahme der magnetischen Störungen auch des Riesgebietes, welcher Hr. Prof. Haufsmann auf unsere Bitte in liebenswürdiger Weise sich unterzogen hat. Die betreffende Arbeit wird, wenn möglich, in den Sitzungsberichten dieser Akademie erscheinen. Es läfst sich aus der Karte¹ unzweideutig erkennen, dafs die Störungen der magnetischen Inclination im Osten sich im Ries- und Vorriesgebiete sehr deutlich aussprechen, aber auch nach Westen hin bis weit jenseits des Steinheimer Beckens sich erstrecken.

Durch tektonische Bruchlinien, wie man vielleicht meinen wollte, sind diese magnetischen Störungen unmöglich zu erklären, denn sie sind unabhängig von denselben. Sie fehlen vor Allem gänzlich an dem langen, südlichen Bruchrande der Alb gegen Oberschwaben hin, während sie doch gerade dort auftreten müßten, wenn sie von Brüchen der Erdrinde in's Leben gerufen würden.

Andererseits lassen sich diese magnetischen Störungen auf der Alb vom Ries aus bis weit jenseits Steinheim im Zusammenhange verfolgen, obgleich gerade dort in der Alb keine tektonischen Störungen sind.

Die Störungen der magnetischen Inclination fehlen somit da, wo die Hauptbruchlinie ist; und sie sind vorhanden zum Theil da, wo Bruchlinien fehlen. Folglich sind sie unabhängig von solchen, und es bleibt für ihre Erklärung nur die Annahme, dafs ein basaltischer eisenhaltiger Laccolith unter jenem Gebiete sich befindet, der an einer Anzahl von Stellen: Steinheim, Ries, local im Vorries, das über ihm liegende Deckgebirge hier mehr, dort

¹ Noch in letzter Stunde hat uns Hr. Haufsmann in dankenswerthester Weise diese Karte zur Verfügung gestellt, so dafs wir dieselbe als Anhang hinten beiheften konnten.

weniger in die Höhe schob, weil er eine Intrusionsmasse von wechselnder Dicke bildete und weil das Deckgebirge an verschiedenen Orten ein Minimum von Widerstandsfähigkeit besaß.

Im vulcanischen Kaiserstuhl im Breisgau zeigt sich das Gleiche. Auch dort läßt sich nach G. Meyer's Untersuchungen¹ keinerlei Beziehung der erdmagnetischen Anomalien zu Spalten oder Verwerfungen feststellen. Sondern diese Anomalien sind nach dem Verfasser zu erklären aus einer permanenten Magnetisirung des Gesteins, indem die Basaltberge als Ganzes sich wie annähernd senkrecht stehende Nordpole verhalten.

Auf der O.-Seite des Kaiserstuhles lassen dann die erdmagnetischen Anomalien das Auftreten der Sedimentgesteine sofort erkennen. Auf der SW.-Seite dagegen zeigen sie eine unterirdische Fortsetzung der basaltischen Massen an, also ganz wie am Riese, von welchem sich, zufällig auch nach SW., nach Steinheim hin, ebenfalls eine unterirdische Fortsetzung basaltischer Massen verräth.

So haben wir beim Kaiserstuhlgebirge magnetische Anomalien, die sicher theils durch ober-, theils aber auch durch unterirdische eisenhaltige Eruptivgesteine hervorgerufen werden. Warum sollten die Anomalien des Riesgebietes nicht ebenfalls durch solche unterirdischen Massen bedingt sein? Durch Eisenerze des Braun-Jura oder des Tertiär lassen sie sich jedenfalls nicht erklären.

Der »spukhafte« Laccolith des Riesgebietes, wie Koken ihn spottend benennt, ist somit doch wohl kein Phantasiegebilde, sondern eine thatsächlich in der Tiefe liegende Masse.

Von dieser Aufpressung im Vorriese muß natürlich auch die über den Graniten ursprünglich liegende Decke von Sedimentgesteinen betroffen worden sein. Wo ist diese wiederzufinden? Ganz wie im Riese diese sedimentären Deckmassen von dem gehobenen Gebiete abrutschen mußten und ihr Abgleiten durch eine große Explosion zum Theil beschleunigt wurde, so mag das auch an den betreffenden Stellen im Vorriese der Fall gewesen sein. Und wie sie dann später auf dem so ausgedehnten Gebiete des Rieses der Erosion größtentheils zum Opfer fielen, so auch auf dem so kleinen Gebiete des Vorrieses; denn hier fand Aufpressung ja wesentlich

¹ Bericht der Naturforsch. Ges. Freiburg i. B., Bd. 12, 1902, S. 40 (173).

nur statt in dem Gebiete von Itzingen–Sulzdorf und auf der NS. verlaufenden Strecke Sorheim–Unter-Bissingen.¹

Es wird aber auch hier wie dort nicht ausgeschlossen sein, dafs dieses Deckgebirge durch die grofse Explosion zum Theil in die Luft geblasen und zerschmettert worden ist, worauf es der Erosion um so leichter zum Opfer fallen konnte. Im Vorriesee scheinen in der That viele Fetzen von Bunter Breccie und von Jura-Thonen, die sich auf dem Weifs-Jura finden, herausgeschleudert zu sein. Auch die in den marinen Sand bei Dischingen sowie westlich von Donauwörth eingebetteten Fetzen von Jura- und Keuper-Thon (Abschnitt IV) dürften ausgeworfen sein. Es ist aber selbstverständlich völlig unmöglich zu trennen das, was durch langsame Emporpressung allmählich gehoben ward und dabei allmählich abglitt und überschoben wurde, von dem, was durch die gewaltige Explosion plötzlich beseitigt wurde.

2. Specielles.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wollen wir eine Anzahl von Aufschlüssen vorführen, an denen diese aufgepresten einheitlichen Granitmassen und die granitischen Explosionsproducte des Vorrieses sich beobachten lassen. Um jedoch die Eigenart und den Gegensatz der beiderseitigen Erscheinungsformen granitischer Massen möglichst klar vor Augen zu führen, soll ihrer Schilderung vorausgeschickt werden diejenige zweier Localitäten im Riese, an welchen uns nur unzerblasener Granit entgegentritt.

Einheitlicher² (unzerblasener) Granit im Riese. Wenneberg. Genau östlich von Nördlingen ragt der Wenneberg ungefähr 50^m über die Thal ebene des Rieskessels empor. Es besteht aus anstehendem Granit, welcher eine Krönung von obermiocänem Süßwasserkalke trägt, die bis zu 470^m Meereshöhe aufragt. An der Nordseite des Berges befindet sich ein alter Steinbruch. In diesem sieht man noch heute den schmalen Gang von Wennebergit im Granite aufsetzen, welcher früher (S. 45, 56) als jungvulcanischer, liparitischer Gang erklärt wurde, bis man ihn dann als altkrystallinisches Ganggestein umdeutete.

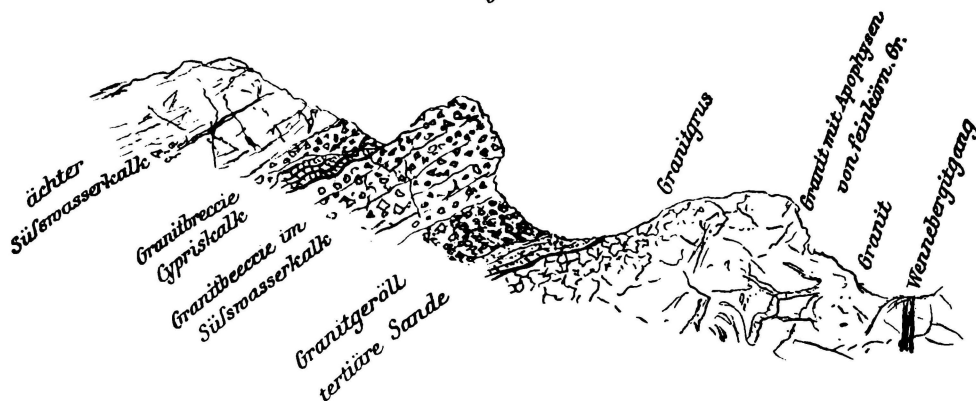
¹ Das ganze übrige Vorriesgebiet, d. h. der überwiegend gröfste Theil desselben, blieb unberührt von einer Aufpressung.

² Die Bezeichnung »einheitlicher« oder »unzerblasener« Granit mußte gewählt werden, weil man bei der vollkommenen Zertrümmerung des Gesteins von einem »festen« Granite nicht sprechen darf.

Wie gewöhnlich im Ries, so läßt auch hier der anstehende Granit deutliche Zerpressung erkennen; aber gegenüber den später zu betrachtenden Granitmassen des Vorrieses, welche mit granitischen Explosionsproducten zusammen auftreten, ist er entschieden fester, unzersetzter, weniger zerbrochen als diese.

Vor Allem aber trägt er einen durchaus einheitlichen Charakter. Wenn auch Differenzen in grob- und feinkörniger Ausbildung sich zeigen, so ist doch die Zusammengehörigkeit der ganzen Masse zu einer Einheit ersichtlich. Man kann z. B. noch deutlich eine Apophyse des grobkörnigen in den feinkörnigen Granit hinein erkennen, jedoch ohne jede Zertrümmerung

Fig. 5.



Wenneberg. Auflagerung von Tertiär auf Granit mit Aufarbeitung des Granites.

der Ränder. Alle Spuren von Zerblasung und von tuffartiger Bildung fehlen an dieser Localität gänzlich.

An der SO.- und O.-Seite des Wenneberges ist sehr gut das Oberste dieser Granitmasse aufgeschlossen. Man sieht die Überlagerung durch obermiocäne Süßwasserschichten und erkennt die Aufarbeitung des granitischen Materiales zu feinem Sande, losen Geröllschichten und zu fester Breccie mit kalkigem Bindemittel, sowie den allmählichen Übergang der letzteren in typischen Süßwasserkalk.

Lierheim. Ein zweiter Aufschluß mit einheitlichem, anstehendem Granite des Rieses zeigt sich in der Sandgrube von Lierheim.¹ Auch hier stellt sich der Granit als eine zusammenhängende Masse heraus, wenn er auch

¹ Das vulcanische Ries. S. 131 und Abbildung.

durch die starke Pressung, welcher er ausgesetzt gewesen ist, in viel höherem Maße verruschelt ist, als am Wenneberg.

Zu trennen von diesem Granite sind auch hier die über demselben bez. in Taschen desselben liegenden Verarbeitungsproducte des Granites. Diese aber sind hier wohl weniger durch tertiäre Gewässer, sondern mehr durch Gebirgsbewegungen bei Entstehung der darüber liegenden Bunten Breccie gebildet worden. Das hier zwischen den einzelnen Granitstücken liegende feinkörnige Material läßt sehr deutlich seine Entstehung aus Granit erkennen; es ist sandig, nicht aber erdig und an zerstäubtes oder zerriebenes Gestein erinnernd, wie das umgekehrt oben auf der Alb bei den granitischen Explosionsproducten der Fall ist.

Granitische Explosionsproducte¹ im einheitlichen Granite. Balgheim. Es treten nun aber an anderen Orten im Ries, inmitten des anstehenden einheitlichen Granites, auch granitische Explosionsproducte auf. Wir wollen als Beispiel zunächst die Localität am Keller bei Balgheim wählen. Hier ist in einer Grube die Bunte Breccie aufgeschlossen. Letztere zeichnet sich durch vorwiegenden rothen Keuper-Thon aus und besitzt eine gewundene Structur. Ob das tertiäre Verarbeitung oder aber Auswalzung bei der Hebung des Riesgebietes ist, bleibt zu entscheiden, ist jedoch für vorliegende Betrachtung nebensächlich.

In der oberen, größeren Abtheilung der Grube ist einheitlicher Granit aufgeschlossen. Aber inmitten dieses einheitlichen, wengleich völlig zerdrückten Gesteins setzt ein 2^m mächtiger Gang granitischer Explosionsproducte auf. An der SW.-Seite des Hügels, bei den dortigen Häusern, sind diese letzteren sogar vorherrschend und zum Theil mit Bunter Breccie gemengt. Deutlich kann man den Gegensatz erkennen zwischen dem einheitlichen Granite und dem zerblasenen, welches letzterer aus Stücken granitischer Gesteine besteht, zwischen denen eine feinerdige, aber Quarzkörper führende Grundmasse liegt. Wegen dieses Gehaltes an Quarzkörnern möchten wir die Grundmasse nicht als Zersetzungsproduct eines liparitischen, also echt vulcanischen Tuffes ansehen, sondern als ein verwittertes Zerblasungsproduct des Granites, hervorgerufen durch die große Explosion (s. S. 47).

Granitische Explosionsproducte in Verbindung mit liparitischen Tuffe. Schmähingen. Eine andere sehr interessante Örtlichkeit bietet der Kirchberg bei Schmähingen. Dort findet sich stark zertrümmerter Weiß-Jura-

¹ Über diesen Ausdruck siehe S. 47.

Kalk, der in Form einer großen Scholle auf »Granit«, wie die Karte sagt, liegt. Dieser »Granit« ist aber kein einheitlicher, sondern ein gänzlich zerblasener. In zahlreichen Gruben aufgeschlossen, zeigt er überall diesen selben Typus.

In einer feinkörnigen Grundmasse, welche mehr oder weniger zurücktreten kann und ausgezeichnet ist durch ihren Gehalt an Quarzkörnern, liegen Stücke altkrystalliner Gesteine. Die Farbe der Grundmasse ist grau, grün oder roth. Die erdige Beschaffenheit macht es nicht unmöglich, daß hier bereits echter vulcanischer, liparitischer Tuff beigemengt sein könnte, während die Quarzkörner aber sicher nur von zerblasenem Granite herühren. Weiter bergaufwärts, am Wege zum Reimlinger Berge, stellen sich denn auch deutlich liparitische Schlacken ein, und schließlich hat das granitische Explosionsproduct ganz dem normalen liparitischen Tuffe Platz gemacht. Immerhin aber hat der liparitische Tuff eine ganz andere Farbe als diese erdige Grundmasse; und wenn man zudem den Gehalt an Quarzkörnern in der letzteren berücksichtigt, so möchte man auch hier mehr dazu neigen, diese Grundmasse nur als feinstes Zerblasungsproduct des Granites zu betrachten (s. S. 47).

Hier sehen wir also, wie an derselben Stelle, an welcher festgewesene granitische Gesteinsmassen zerblasen wurden, gleichzeitig oder später liparitisches Magma im zerstäubten Zustande seinen Ausweg fand.

Besonders interessant sind an dieser Localität große, überaus harte Blöcke von Granit, die aus dem granitischen Explosionsmaterial herausgewittert sind. Sie bestehen aus eckigen Stücken, bilden also eine rothe Granitbreccie, die durchzogen wird von einer grünen porphyrischen Masse. Es scheint, als ob in letzterer ein Einschmelzungsproduct des Granites vorliege, welches den Stücken der Breccie gegenüber die Rolle eines Cementes spielt.

Granitische Explosionsproducte im Vorriese. Nachdem wir so einheitlichen anstehenden Granit und in demselben aufsetzende zerblasene Granite im Riesessel betrachtet haben, wollen wir uns zu den entsprechenden Verhältnissen im Vorriese wenden und auch hier eine Reihe von Localitäten in's Auge fassen.

Dieselben liegen zunächst auf einer ungefähr nordsüdlich streichenden Linie (S. 44), welche von Bissingen im S. bis nach Klein-Sorheim im südlichen Riese sich hinzieht (Taf. I).

Die geologische Karte von Bayern zeigt auf dieser Linie inmitten des Weifs-Jura-Gebietes eine Anzahl von »Granit«vorkommen. Indessen handelt es sich, wie wir sehen werden, bei diesen Massen zum Theil nicht um Granit, sondern um granitische Explosionsproducte.

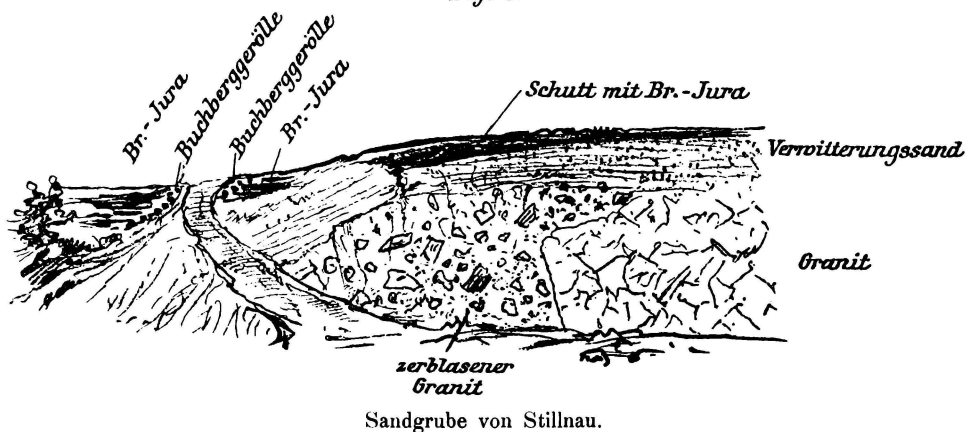
Bei **Unter-Bissingen**, südwestlich des Dorfes, befindet sich ein solcher »Granit«punkt auf der Karte verzeichnet, welcher freilich nur ganz mangelhaft an Wegböschungen aufgeschlossen ist. Man findet nur eine lehmige, völlig zersetzte Schuttmasse, in welcher sich kleine Granitstücke und Spuren von Keuper, Braun- und Weifs-Jura-Gries finden. Die Granitstücke auf den Feldern sind also nur Auswitterungen aus dieser zusammengesetzten Masse. Relativ häufig finden sich in dem Beschotterungsmateriale des Feldweges aber auch Stücke von liparitischen Tuffe und gebranntem Weifs-Jura neben solchen von Granit. Ganz sicher sind diese Stücke von den Feldern abgesammelt, unter denen diese Masse anstehen muß.

Wenn daher auch ein Aufschluß fehlt, so kann man aus den aufgeführten Thatsachen doch nur den einen Schluß ziehen, daß dieses »Granit«vorkommen keinen einheitlichen anstehenden Granit, sondern nur ein Explosionsproduct darstellt, aus dem die Granitstückchen ausgewittert sind. Das reichliche Vorkommen von Stücken liparitischen Tuffes spricht dafür, daß wir hier entweder eine Vereinigung von liparitischen Tuffe und granitischem Explosionsproducte (Typus Schmädingen S. 57), oder aber nur einen liparitischen Tuff vor uns haben, welcher Granitstückchen führt.

Südlich von **Stöllnau** findet sich ein zweiter Punkt. Hart am Dorfe liegt dort, mitten im Weifs-Jura, eine große Sandgrube, welche einen umfangreichen, mit rother Verwitterungsfarbe überzogenen Aufschluß in Granit darbietet. Der letztere führt weissen und röthlichen Feldspath, ist sehr weich, zu Grus und Sand zerfallend, aber doch entschieden einheitlich. Er bildet allem Anschein nach eine große, überaus gewaltsam behandelte, daher sehr mürbe Scholle. An einer relativ kleinen Stelle, nahe dem Rande dieses Aufschlusses, zeigt sich aber ein ganz anderes Verhalten: Größere Stücke von Gneiß und von Hornblendegestein liegen in einer feinerdigen Grundmasse, welche den Eindruck eines völlig zersetzten und dadurch roth gefärbten vulcanischen Tuffes hervorruft. Aber es fallen in derselben doch viele Quarzkörner auf, und diese wieder sprechen dafür, daß die Grundmasse mehr als zerriebenes granitisches Material, denn als echter vulcanischer Tuff aufzufassen ist (Typus Balgheim S. 57).

Bemerkenswerth ist der Umstand, daß an der Westseite des Aufschlusses, nahe der Landstraße, neben diesem Granite unvermittelt Braun-Jura-Schutt und zahlreiche gekritzte Buchberg-Gerölle liegen. Diese Vereinigung der granitischen Massen mit thonigen, schmierigen Massen des Braun-Jura oder des Keupers ist für das Vorries sehr kennzeichnend. Ganz ebenso wie wir unten im Riese auf dem Granite liegend vielfach eine bunte Masse wesentlich von Braun-Jura und Keuper haben¹, so sind auch im Vorries mit den granitischen Massen meist Jura- und Keuper-Schutt verknüpft. Ob dieser letztere, so wie unten im Riese, auch hier oben auf den granitischen Massen liegt, oder ob er neben ihnen

Fig. 6.



liegt, indem er eine Auskleidung der Spalte bildet, in welcher der Granit emporgebracht wurde, das ist bei ungenügenden Aufschlüssen schwer zu entscheiden. Es dürfte Beides der Fall sein. Wenn Granit aufgepreßt wurde, so mußte ja auch der über ihm liegende Pfropfen von Keuper- und Jura-Gestein aufgepreßt werden; und wenn durch die Explosion Granit zerblasen wurde, so mußte auch jenes Deckgestein herausgeschleudert werden.

Abermals weiter nördlich, **im Norden von Stillnau**, findet sich hart am Dorfe eine kleine Grube, in welcher ganz dasselbe aufgeschlossen ist, was in der soeben besprochenen großen südlichen Grube zu sehen war.

¹ Die freilich dort zum einen Theile als obermiocäne Schicht zu betrachten ist und nur zum anderen Theile die Bunte Breccie bildet, welche durch die gewaltsame Entstehung des Rieses hervorgerufen wurde. Vergl. darüber in Abschnitt IV.

In einem granitischen Explosionsproducte das hier ziemlich sicher nur aus zerblasenem Granitmaterial bestehen dürfte, aber vollkommen zersetzt ist, liegen zahlreiche Stücke verschiedener altkrystalliner Gesteine und von Keuper (Jura-Thon?), aber nicht von Weifs-Jura.

Rohrbach. Wiederum nördlich, in einem Hohlwege am Dorfe Rohrbach, sieht man einen Aufschluss, der abermals ganz dieselbe Bildung erkennen lässt, wie sie nördlich und südlich von Stillnau vorliegt. Inmitten des Weifs-Jura-Gebietes führt der Weg unvermuthet in einen Hohlweg hinein, der eine einheitliche Granitmasse durchfährt. Auch hier setzt in deren Mitte ein ungefähr 5^m mächtiger granitischer Tuff auf.

Interessant ist die Thatsache, dass in diesem granitischen Explosionsproducte mächtige Blöcke von vergriestem Weifs-Jura liegen. Möglich wäre es freilich, dass dieselben nur später von oben in diesen Aufschluss hinabgefallen sein könnten, so dass sie lediglich Stücke von Gehängeschutt darstellen würden. Möglich ist es aber auch, dass sie im Augenblicke der Explosion, also der granitischen Tuffbildung, von demselben eingeschlossen wurden, denn man findet solche Stücke ja auch im liparitischen Tuffe.

Auch hier liegt neben dem Granite eine völlig zersetzte schmierige Masse von Braun-Jura und Keuper-Thon. Es wäre das wieder die vermuthliche Auskleidungsmasse der Spalte, in welcher der Granit aufgepreßt wurde (S. 22, 23).

Schon bei dem vorigen Aufschlusse erwähnten wir, dass auch Buchberg-Gerölle mit dieser thonigen Masse zusammen aufträten. Dasselbe wiederholt sich hier, und man möchte daraus wieder folgern, dass die Buchberg-Gerölle bereits zur Zeit der Explosion, bezüglich der Aufpressung des Granites, hier oben auf dem Weifs-Jura gelegen haben (S. 79 Abschn. III. B. 1).

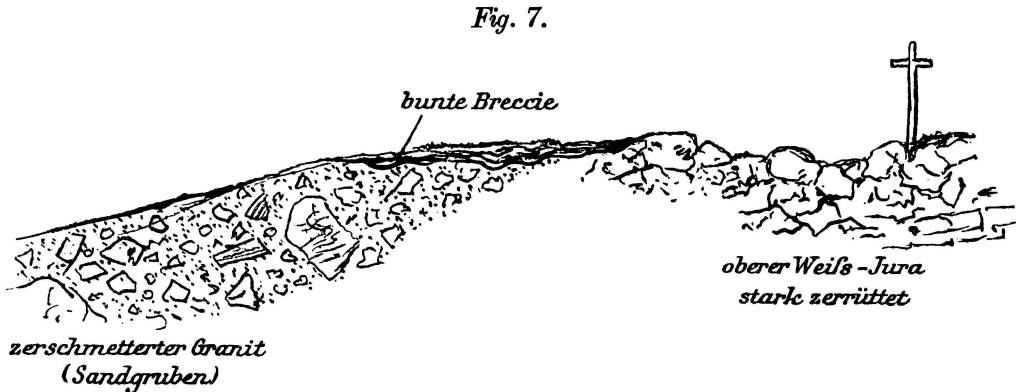
Der nächste Punkt, an welchem die Karte abermals weiter nördlich Granit verzeichnet, bei **Sperbersloh-Bergele**, ist nicht aufgeschlossen.

Wohl aber zeigt sich dann noch weiter nördlich, nun bereits im Riese, und zwar südlich von **Klein-Sorheim**, ein Aufschluss, welcher ganz dasselbe granitische Explosionsmaterial besitzt, wie wir es vorher anstehend fanden.

Wir haben in diesen Aufschlüssen eine Anzahl derartiger Vorkommen einheitlicher und zerblasener Granitmassen im Vorries besprochen, welche sich von Unter-Bissingen im S. bis gegen Klein-Sorheim im N. und schon

im Riese hinziehen. Nun setzt aber das Vorries, wie wir sahen, nach O. hin über die Wörnitz hinweg, und neue derartige granitische Massen finden sich dann östlich der Wörnitz bei Sulzdorf und Itzingen.

Sulzdorf. Nördlich des Dorfes Sulzdorf ist eine große Grube im »Granite« eröffnet. Die Erscheinungsweise desselben erinnert im Wesentlichen ganz an die soeben besprochenen. Auch hier steht völlig zu Grus zerdrückter, aber einheitlicher Granit an. Auch hier aber zeigen sich in denselben Stellen, an denen Granitstücke eingebettet in eine rothe erdige Grundmasse liegen. Allem Anschein nach haben wir in diesen Stellen ebenfalls das Ergebnis der Gasexplosion vor Augen, welche diese aufgefressenen Granitmassen durchschlug. Auf bez. neben dem Granite findet sich dann



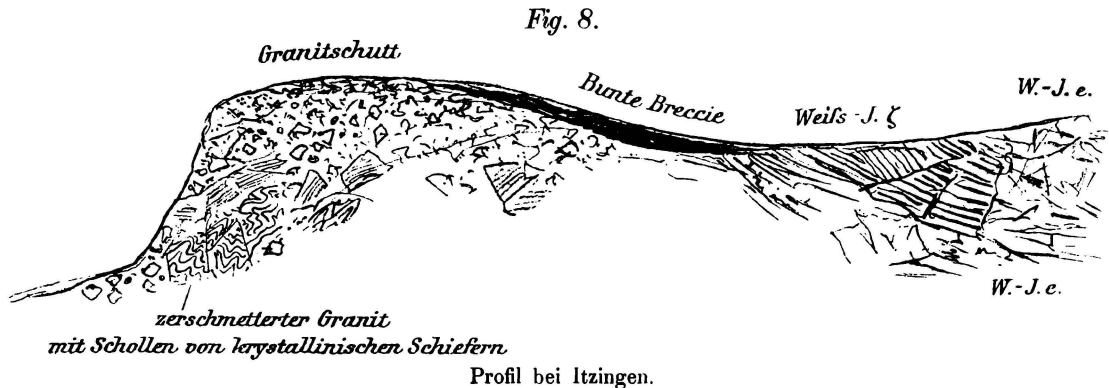
in gleicher Weise an mehrfachen Punkten die oben erwähnte Bunte Breccie; auch im Orte selbst liegt eine Masse von Braun-Jura.

Außer dieser Grube ist der Granit jedoch noch in anderen Sandgruben aufgeschlossen, welche alle dasselbe Bild ergeben. Überall ist er in einen sandigen Grus zerfallen, so daß auch nicht ein kleines Handstück sich schlagen ließe, welches fest wäre. Einige Brunnengrabungen im Dorfe, in der Nähe des Baches, lieferten bei 4^m Tiefe einen rothen Keuperthon; d. h. also Bunte Breccie, welche aus der Tiefe mit heraufgefressen wurde und entweder oben auf dem Granite liegt, oder neben demselben als Auskleidung der Aufpressungsspalte.

Itzingen. Bei dem Dorfe Itzingen befinden sich zwei getrennte granitische Vorkommen. Das eine liegt östlich vom Dorfe am Keller. Hier zeigt sich nur granitisches Explosionsmaterial; dasselbe wird aufgeschlossen

durch einen tiefen Wasserrifs. Gegenüber den bisher besprochenen Vorkommen, bei welchen vorwiegend Granitstücke erscheinen, ist dieses ausgezeichnet durch große Blöcke von vorwaltendem Gneifs neben Granit. Das ist sehr wichtig, denn es verräth sich dadurch, daß nicht eine Reibungsbreccie des Granites vorliegt, sondern eine aus der Tiefe heraufgeförderte, durch den Granit hindurch geblasene Gneifsmasse, d. h. das Ergebnifs einer Explosion (S. 48).

Die zweite Localität befindet sich westlich vom Dorfe Itzingen. Sie ist in einer großen Sandgrube aufgeschlossen. Hier läßt sich ganz vorzüglich und durch einen großen Theil des Aufschlusses erkennen, daß der »Granit« keine einheitliche Masse bildet, sondern nichts Anderes ist als



ein Haufwerk kleinerer Stücke von Granit, auch von Keuperthon und Stubensandstein, die zum Theil in eine feinkörnige Grundmasse eingebettet sind. Auch hier liegt also das Ergebnifs einer Explosion vor.

Fassen wir das, was uns alle diese Aufschlüsse zeigen, zusammen, so ergibt sich das Folgende:

Genau wie im Riese einheitliche, wenngleich völlig zerdrückte Granitmassen sich unterscheiden lassen von granitischen Explosionsproducten, so tritt uns auch im Vorries der Granit in beiderlei Gestalt entgegen. Hier wie dort sind die einheitlichen Massen aufgepreßt, daher mehr oder weniger zu Grus zerdrückt; hier wie dort sind die granitischen Explosionsproducte ein durch bloße Explosion von Gasen zertrümmertes altkrystallinisches Gestein, bei welchem Vorgange der liparische Schmelzfluß noch zumeist in der Tiefe blieb.

3. Altersverhältnisse.

Schon in unserer früheren Arbeit haben wir gewisse Anhaltspunkte gefunden, welche dafür sprechen könnten, daß die Eruptionen des vulcanischen Tuffes nicht gleichzeitig mit oder auch nur sehr schnell hinter der Breccienbildung der Weiße-Jura-Kalke erfolgt sind. Es finden sich Stücke von bereits wieder verfertigter Weiße-Jura-Breccie als Einschlufs in den liparitischen Tuffen. Daraus aber folgt, daß nicht nur die Vergriesung bereits entstanden war, als der Aschenausbruch erfolgte, sondern daß auch diese doch ursprünglich locker gewesene Breccie sich wohl schon wieder¹ verfestigt hatte, bevor sie in den Tuff gelangte.

Wenn nun die Vergriesung der Weiße-Jura-Kalke älter ist als die Eruptionen der liparitischen Tuffe, so muß natürlich auch die Ursache der Vergriesung älter sein als diese. Diese Ursache aber glauben wir vorwiegend in der großen Explosion suchen zu müssen, wie wir in Abschnitt I darlegten. Wir möchten somit diese große Explosion und jene Eruptionen der liparitischen Tuffe als zwei getrennte Acte auffassen. Anders ausgedrückt: Es scheint uns, daß im Vorriese wie im Riese die Explosionen der vulcanischen Aschen- und Schlackenausbrüche weder die Vergriesung des Weiße-Jura bewirkt haben, noch das Herausschleudern der großen Fetzen von Braun-Jura und Keuper, sondern daß sie nichts Anderes gethan haben, als die ihnen durch die vorhergegangene große Explosion schon früher gelockerten Wege zu benutzen, sie auszuräumen und den Weiße-Jura durch ihre hohe Temperatur local etwas zu schwärzen.

Für eine solche Auffassung spricht auch weiter der Umstand, daß einmal im Vorriese jene Fetzen von Keuper- und Jura-Thon im mittelmio-cänen Meeressande eingebettet² liegen und daß zweitens im Vorriese wie im Riese die vulcanischen Tuffe vieler Orte relativ wenig Bruchstücke von Weiße-Jura wie von anderen Juraschichten enthalten; jedenfalls viel weniger, als das im Gebiete von Urach der Fall ist. Dort ging den Aschenausbrüchen eben keine andere Explosion vorher, welche ihnen die Wege geöffnet hätte; daher die ungeheuren Massen jurassischer Gesteine im vulcanischen Tuffe.

¹ Man müßte denn annehmen wollen, daß auch im Tuffe die Stücke lockeren Grieses ganz ebenso allmählich sich zu einer verfestigten Breccie durch Kalkinfiltration umgewandelt hätten, wie sie das außerhalb des Tuffes thaten.

² von Knebel fand dieselben bei Wolperstetten und an mehreren Stellen bei Dischingen im Meeressande.

Aber noch ein anderer Grund kann dafür geltend gemacht werden, daß die große Explosion bez. der Act der Breccienbildung zu einer anderen Zeit erfolgte als die Explosionen der liparitischen Tuffe. Wie die Karte (Taf. I) zeigt, finden sich Breccienbildungen der Weifs-Jura-Kalke auch an solchen Orten, an welchen weit und breit nichts von Tuffen zu bemerken ist. Hier ist also eine Explosion erfolgt, ohne daß das Magma bereits genügend hoch gestiegen wäre, um mit zerschmettert zu werden.

Somit haben wir vier Gründe für die Annahme, daß die große Explosion bez. die Breccienbildung (Vergriesung) und diejenigen Explosionen, durch welche die liparitischen Tuffe gebildet wurden, als zwei verschiedene Acte aufzufassen sind, von denen der erstgenannte der ältere ist: Einschlüsse von verfestigter Breccie im liparitischen Tuffe; Einschlüsse ausgeworfener Keuper- und Jura-Thone bereits im mittelmiocänen Meeressande; die an vielen Orten sich zeigende Seltenheit des Auftretens von Weifs-Jurastücken im liparitischen Tuffe; Auftreten ausgedehnter Breccienbildungen auch an Orten, die fern von liparitischen Tuffen liegen.

Wir sind aber auch geneigt, die Entstehung der granitischen Explosionsproducte für älter als diejenige der liparitischen Tuffe und für gleichaltrig mit der großen Explosion und Breccienbildung anzusehen.

Als ältester Act würde dann die ausgedehnte Aufpressung der Granite bez. die Bergbildung im Riese anzusehen sein, während es im Vorries nur bei einem ganz beschränkten, localen Aufpressungsversuche granitischer Massen verblieb.

An dieser Stelle ist ferner ebenfalls nur kurz nochmals auf den durch von Knebel gemachten wichtigen Fund hinzuweisen, welcher als Einschluss im liparitischen Tuffe von Burgmagerbein einen 2^m langen Fetzen von Geröllsand mit Buchberg-Geröllen ergab. Da diese Gerölle zum Theil durch die Hitze des Tuffes geröthet¹ waren, so folgt hinsichtlich ihres Alters daraus so viel, daß dieser Tuffausbruch jüngeren Alters war als die Entstehung dieser umstrittenen Geröllsande, welche eine so große Rolle in der Riescontroverse spielen (s. Abschn. III, B. 1 S. 78).

¹ Über die Verhältnisse, welche theils eine Schwärzung, theils eine Röthung der Weifs-Jura-Kalke durch hohe Temperatur bedingen, siehe Schwabens Vulcan-Embryonen S. 541.

Es dürfte mithin auch die Entstehung der Buchberg-Gerölle älter sein als diejenige der liparitischen Tuffe. Aber nicht nur das; sie muß nothwendig schon mindestens der mittelmiocänen Zeit angehören; denn von Knebel fand in Lehm eingebettete Buchberg-Gerölle in den mittelmiocänen marinen Sanden westlich von Donauwörth, wie am Schlusse dieses Abschnittes näher zu besprechen ist.

Das geologische Alter dieser Vorgänge im Vorriese, ganz speciell der Entstehung der Breccien des Weiß-Jura, wird durch die Lagerungsverhältnisse oben auf der Alb in ein eigenthümliches Licht gestellt.¹ Es kann scheinen, als ob hier die Entstehung der Griesbreccien jüngeren Datums wäre, als das unten im Riesessel der Fall ist.² In dem Kranze von Griesbreccien, welcher das Steinheimer Becken umgiebt, ebenso bei Schloß Taxis auf Blatt Nattheim haben sich im Weiß-Jura-Griese obermiocäne Land- und Süßwasserschnecken gefunden. Man konnte daher zu der Vorstellung kommen, daß der Gries über allem Alb-Tertiär liege, jünger als dieses sei.

Sodann finden sich an einer ganzen Zahl von Orten, so z. B. bei Hohen-Memmingen, vergrieste Kuppen von Weiß-Jura-Kalk, zwischen denen die Senken mit marinem Tertiär ausgefüllt sind. Der obermiocäne Süßwasserkalk dagegen liegt am Fulse der Kuppen, d. h. nie oben auf diesen. Das ist gerade umgekehrt wie unten im Riese, wo er oben auf den Grieskuppen lagert, mithin ganz sicher jünger als der Gries ist. Warum, so muß man fragen, liegt er nun nicht auch oben auf der Alb, im Vorriese, auf diesen vergriesten Kuppen, sondern nur an deren Fulse?

Die Erklärung, das sei auch ursprünglich der Fall gewesen, durch die Erosion aber sei der Süßwasserkalk von den Kuppen überall wieder wegwaschen worden, würde so unwahrscheinlich klingen, daß man sie schwerlich anwenden dürfte.

Eine zweite Erklärung könnte dahin gehen, daß der Süßwasserkalk von Anfang an nur an den Fuß der vergriesten Kuppen angelagert worden sei. Wie das mittelmiocäne Meer zwischen den Weiß-Jura-Kuppen seichte Arme gebildet haben dürfte, auf deren Boden sich die marinen Sande absetzten, so könnten auch in obermiocäner Zeit auf dem nun Festland gewordenen Gebiete zwischen den Kuppen seichte Süßwasserbecken und

¹ Das vulcanische Ries. S. 105, Fig. 10 und 11.

² Vergl. Erläuterungen zu Blatt Heidenheim der württembergischen geologischen Specialkarte S. 13.

Tümpel entstanden sein. Auf deren Boden, also nur am Fusse der Kuppen, hätten sich die Süßwasserkalke gebildet. Auch diese Erklärung klingt gezwungen.

In beiden Fällen war die stillschweigende Voraussetzung die, daß der Weifs-Jura-Gries anstehend sei. Wollte man davon absehen, so könnte man als dritte Erklärung die geben, daß diese vergriesten Kuppen gar nicht anstehend seien, sondern nur in Form überschobener Klippen auf dem Süßwasserkalke lägen. Dann wäre dieser Gries im Vorries sicher jünger als der Süßwasserkalk, verhielte sich also umgekehrt wie im Riese.

Das ist nun aber von vorn herein nicht wahrscheinlich. Auch ist es nicht recht wahrscheinlich, daß gerade im Vorries so viele und große vergrieste Weifs-Jura-Klippen überschoben sein sollten; denn im Vorries fehlt nicht nur die vorhergehende Bildung eines Berges, von welchem diese Klippen bei der großen Explosion hätten abfahren können, sondern es fehlt auch die Bildung eines Einsturzkessels, in dessen zertrümmertem Boden die Schollen in der verschiedensten Weise dislocirt wurden und dadurch zum Theil auch Überschiebungen und Abrutschungen erlitten.

Da natürliche Aufschlüsse mangeln, so ergab sich die Nothwendigkeit des Versuches, durch künstliche Aufschlüsse festzustellen, ob, wie im Riese, so auch im Vorries der Weifs-Jura-Gries älter ist als der obermiocäne Süßwasserkalk oder jünger. Hr. Dr. von Knebel hatte daher freundlichst die Aufgabe übernommen, Schürfungen vornehmen zu lassen, durch welche das gegenseitige Lagerungsverhältniß zwischen Weifs-Jura-Gries und Süßwasserkalk, wenn möglich, endgültig festgestellt würde. Leider haben die diesjährigen Untersuchungen noch kein völlig unzweideutiges Ergebnis geliefert insofern, als die directe Überlagerung des Einen durch das Andere aufgedeckt worden wäre.

Immerhin ergaben sich doch die folgenden Anhaltspunkte für die Entscheidung dieser Frage.¹

Es fand sich zunächst, daß am Michaelsberg bei Dischingen der obermiocäne Planorbis- und Helix-Kalk zum Theil aus Gries hervorgegangen ist, da er, zumal in seinen unteren Lagern, zahlreiche eckige Bruchstücke von oberem Weifs-Jura umschließt. Das deutet ganz entschieden auf ein höheres Alter des Grieses, falls man nicht etwa zu dem Einwande greifen

¹ Vergl. von Knebel in Zeitschrift der Deutschen Geolog. Ges. 1903, Heft 1.

wollte, diese eckigen Stücke stammten nicht vom Gries, sondern seien durch ganz normale Verwitterung vom Weifs-Jura-Kalk abgesprengt. Der Augenschein der Stücke spricht jedoch entschieden gegen eine solche Auslegung.

Eine im Süßwasserkalk angesetzte Grabung erreichte leider nicht das anstehende Liegende desselben, auf welches es abgesehen war, also den Gries. Sie stiefs und endete aber immerhin auf einen großen Block von Weifs-Jura-Gries. Dieser Block mußte folglich entweder in dem Süßwasserkalke liegen, was von Knebel wahrscheinlicher erschien, oder bereits der Vorbote des liegenden Grieses sein.

Eine andere Grabung, welche in der dicht neben dem Süßwasserkalk liegenden Bunten Breccie angesetzt war, erreichte in 2^m60 Tiefe noch nicht deren Liegendes.

Eine dritte Grabung, im Weifs-Jura-Gries am Armenhause bei Dischingen angesetzt, durchstiefs mit 3^m60 Tiefe den Gries, und traf auf den feinen Sand, unter welchem dann der grobe Meeressand liegt.

Alter und Herkunft dieses feinen Sandes sind durch Versteinerungen nicht festzustellen. Sehr wahrscheinlich ist aber doch die Annahme, daß derselbe ebenfalls noch mariner Entstehung ist, also auch noch dem mittleren Miocän angehört. Die ganz ähnlichen feinen Sande, welche westlich von Donauwörth auf der Allee liegen, hat von Gümbel jedenfalls als marin bezeichnet. Denkbar wäre es freilich, daß dieser feine Sand bei Dischingen durch eine zu jung miocäner Festlandszeit erfolgte Umarbeitung des marinen Sandes entstanden sein könnte; indessen das Fehlen der sonst so häufigen, obermiocänen Schnecken in dem Sande wäre dann doch höchst auffällig. Ein solches Fehlen würde sich anstandslos nur erklären lassen in dem Falle, daß der Sand eine Dünenbildung wäre. Indessen die deutliche Schichtung desselben macht eine solche Auslegung unmöglich. Man wird daher auch den feinen Sand noch als eine marine mittelmiocäne Bildung ansehen müssen.

Es wäre mithin am Armenhause bei Dischingen mariner, d. h. mittelmiocäner Sand unter dem Weifs-Jura-Gries erschürft. Damit aber ist die Alters-Beziehung des Grieses zum marinen Sande noch nicht völlig einwandsfrei entschieden. Liegt nämlich der Gries thatsächlich auf dem Sande, wie es nach der Schürfung erscheint, so haben wir nicht anstehenden Gries, sondern eine, wenn auch wohl nur wenig dislocirte Griesklippe vor uns,

die bei der großen Explosion auf den Sand geschoben, bez. geworfen ist.¹ Die Vergriesung wäre somit nach der mittelmioocänen Zeit erfolgt.

Aber das Loch wurde nur 6^m vom Rande der Griesmasse angesetzt, weil in weiterer Entfernung von demselben eine zu große Mächtigkeit zu durchteufen gewesen wäre. Es ist daher die andere Möglichkeit immer noch nicht völlig ausgeschlossen, daß der vergrieste Weiß-Jura hier ganz normal anstehen und der marine Sand nur an denselben angelagert sein könnte, in der Weise, daß der Sand unter einer gesimsartigen Hervorragung des Ersteren zur Ablagerung gelangt wäre. In diesem Falle wäre es unentschieden, ob die Vergriesung dieses Felsens bereits eingetreten war, bevor der Sand an denselben angelagert wurde, oder ob sie erst nachher erfolgte.

Nach dem Gesagten haben die Ergebnisse der durch von Knebel ausgeführten Grabungen zwar bisher noch nicht zu dem angestrebten Ergebnisse geführt, den Weiß-Jura-Gries direct unter dem Süßwasserkalk zu erschürfen. Aber das Wahrscheinlichere dürfte eine solche Lagerung doch wohl sein, wie² des weiteren noch aus einem von von Knebel hervorgehobenen Grunde hervorgeht. Der Süßwasserkalk führt zahlreiche Schnecken, deren zarte Schalen völlig unverletzt erhalten sind. Wäre die Vergriesung des Weiß-Jura-Kalkes — gleichviel, ob sie durch Explosion oder durch Gebirgsdruck erfolgte — erst nach Bildung des Süßwasserkalkes entstanden, so wäre letzterer in Mitleidenschaft gezogen und seine Schalen wären zertrümmert worden.

Spätere Grabungen werden hoffentlich zu einem völlig entscheidenden Ergebnisse führen.

¹ Denn eine lediglich in Folge ihrer Schwere am Gehänge etwas abgerutschte Scholle scheint hier nicht vorzuliegen.

² Auch Rollier ist in seinen Untersuchungen über das Alter der Sylvanakalke zu dieser Ansicht gelangt, daß der jüngere Süßwasserkalk über dem Gries liegt. Rollier (Sur l'âge des calcaires à Helix sylvana. Bulletin soc. géolog. France, 4^e série, t. 2, 1902, p. 278. Dasselbst ist auch die weitere neuere Litteratur von Miller und Koken citirt.) hebt hervor, daß diese »sogenannten Sylvanakalke« des Hegau, Randen etc. allerdings auf der mittelmioocänen Meeresmolasse mit *Ostrea crassissima* liegen und dem Obermioocän angehören; aber er machte geltend, daß auch noch ältere Süßwasserkalke mit *Helix sylvana* existirten. Nur von jenem jüngeren Sylvanakalke soll also das Gesagte gelten. Auch Koken läßt *Helix sylvana* schon vor der obermioocänen Zeit auftreten. Miller dagegen, der sehr genaue Kenner der schwäbischen Tertiär-Fauna, verneint das entschieden.

III. Gegenwärtiger Grad der Übereinstimmung der beiderseitigen Erklärungsversuche der Riesphänomene.

Wenige Tage nach dem Vortrage des Vorstehenden¹ und Fertigstellung des Manuscriptes erschien eine neue Arbeit von Koken², in welcher einerseits die Auflagerung des Braun-Jura auf den Weiße-Jura vom Buchberge, andererseits das mannigfache Vorhandensein von Überschiebungen im Ries anerkannt werden.

Wenn von zwei verschiedenen Standpunkten aus an der Lösung einer Aufgabe gearbeitet wird, so ist natürlich ungünstig, wenn die beiderseitigen Arbeiten sich kreuzen. Dieser Fall war hier bereits einmal eingetreten. Es schien uns daher jetzt nothwendig, den Druck unserer Arbeit zurückzustellen, um ihr diesen vorliegenden Abschnitt noch einfügen zu können, in welchem mit Rücksichtnahme auf Koken's neueste Arbeit der gegenwärtige Stand der Übereinstimmung wie des Auseinandergehens der beiderseitigen Anschauungen dargelegt werden soll.

Für die der Sache Fernerstehenden, welche einen Überblick über diese Fragen erlangen wollen, dürfte dies sogar eine Nothwendigkeit sein. Unvermeidlich ist es freilich, daß in einer solchen Darlegung Wiederholungen sich nicht völlig umgehen lassen.

Wir müssen dem jedoch ein Wort der Abwehr vorausschicken. Unser verehrter College beginnt seine neueste Arbeit mit den Worten³, daß er »über die Form der neueren (d. h. unserer) Untersuchungen im Ries hinwegzusehen« bereit sei. Die in diesen Worten liegende absprechende Kritik der Form unserer Arbeiten sind wir gezwungen als eine gänzlich ungerechtfertigte zurückzuweisen. Weder die Überschätzung der eigenen Ansicht, mit welcher gleich im Beginne der beiderseitigen Untersuchungen unsere, nun doch als richtig erwiesene Auffassung der Lagerungsverhältnisse als »Rückschritt« proclamirt wurde, noch die bisweilen spöttelnde und gereizte Schreibweise⁴ haben in unseren Arbeiten ein Echo gefunden.

¹ 31. Juni 1902. Sitzungsberichte dieser Akademie 1902. S. 927.

² Geologische Studien im fränkischen Ries. Zweite Folge. Neues Jahrb. f. Min., Geol., Paläont. Beilage Bd. XV S. 422—472.

³ A. a. O. S. 423.

⁴ Z. B. Neues Jahrb. für Min., Geol., Paläont. 1901. S. 128.

Sie haben uns aber selbstverständlich gezwungen, deutlich hervorzuheben, daß die von uns vertretene Auffassung der Lagerung am Buchberg, von dem Vorhandensein von Überschiebungen und vom Alter der eine so große Rolle spielenden Buchberg-Gerölle in der That die richtige ist. Wenn unser verehrter College dem gegenüber nun wieder tadelnd bemerkt, es sei den Fachgenossen doch gewiß gleichgültig, ob Koken oder wir recht behielten, so müssen wir auch hier zur Abwehr bemerken, daß wir nicht von ihm und von uns, sondern stets nur von seinem oder unserem Erklärungsversuche, seiner oder unserer Meinung, Auffassung und Deutung gesprochen haben, selbstverständlich aber auch weiter so zu sprechen gezwungen sein werden, um die beiden sich gegenüberstehenden Anschauungen für den Leser zu kennzeichnen.

Wir wollen zuerst die Punkte der Übereinstimmung, dann die des Auseinandergehens der Ansichten darlegen.

A. Übereinstimmendes der beiderseitigen Anschauungen.

1. Vor Beginn der Riesbildung hatte bereits eine starke Erosion in diesem Gebiete stattgefunden.¹

Beide Theile werden zu dieser Annahme darum gedrängt, weil bei dem gewaltigen, 25^{km} betragenden Durchmesser des Rieskessels, ebenso für die glaciale wie für die rein vulcanische Erklärungsweise der Riesbildung, sich die große Schwierigkeit ergibt, die Beseitigung so enormer Massen von Schichtgesteinen der Keuper- und Juraformation zu erklären. Unmöglich können solche Massen durch die eine, zudem enge Öffnung des Wörnitz-Thales aus dem Kessel hinausgeschafft sein. Nimmt man dagegen an, daß ein centrales, großes Erosionsgebiet im Ries bereits vor Beginn der vulcanischen Eruptionen ausgearbeitet gewesen sei, so brauchen beide Theile nur die Beseitigung der peripherisch gelegenen Theile des heutigen Rieskessels durch ihre Hypothese zu erklären, was für jeden derselben die Erklärung ungemein erleichtert.

Ganz davon abgesehen aber führen wir² auch als sicheren Beweis für das thatsächliche Vorhandensein eines vormiocänen, großen Erosionsgebietes, wenigstens im nördlichen und nordwestlichen Theile des Rieses, die Lagerung

¹ Koken, a. a. O. S. 426.

² Das vulcanische Ries. S. 43, 59, 95.

der überschobenen, aus Mittlerem oder Oberem Weifs-Jura bestehenden Klippen direct auf Unteren oder Oberen Braun-Jura an. Es muß, wenn eine solche Überschiebung auf Braun-Jura-Gelände an allen diesen Orten möglich sein sollte, natürlich dort der Weifs-Jura bereits ganz und auch der Braun-Jura schon zum Theil durch Erosion entfernt gewesen sein, als die Überschiebungen erfolgten. Daß freilich diese Erosion damals bereits tief in das Innere des heutigen Rieskessels sich hineingefressen hatte, und bis wie weit sich das erstreckte, wird dadurch nicht klargestellt.

Wer eine solche bis in das Herz des Rieskessels ausgedehnte, prämiocäne Erosion nicht annehmen wollte, der würde nothwendig zu der Annahme gedrängt, das Ries sei lediglich ein ungeheures Maar. Es sei also das ganze, heut vom Rieskessel eingenommene Riesgebiet von 25^{km} Durchmesser in die Luft geflogen und zerschmettert und liege nun auf dem Boden des Rieskessels, bedeckt und den Augen entzogen durch diluviale und tertiäre Sedimente.

Eine solche Annahme aber trifft auf die sehr große Schwierigkeit, daß doch die nothwendigen feinen Producte einer solchen Zerschmetterung und Zerstäubung der Sedimentärgebilde weder im Innern des Rieses noch in seiner Umgebung irgendwo sichtbar sind. Man findet ganz im Gegentheil nur große bis riesige Schollen und Fetzen von Sedimentgesteinen.

2. Beide Theile sind ferner darin einig, daß zuerst eine Aufpressung, also Emporwölbung des betreffenden Riesgebietes zu einem Riesberge, und dann ein Einsturz desselben erfolgt sind.

Die zahlreichen Gründe, welche für die Aufpressung sprechen, haben wir schon in unserer ersten Arbeit erörtert¹ und in dieser vorliegenden (S. 19, 49) erweitert.

3. Auch in der Art und Weise, wie beide Theile sich den Vorgang der Hebung vorstellen, herrscht Übereinstimmung.

Nach Koken² äußerte sich die Aufpressung so, »daß die nur langsam das Übergewicht gewinnende vulcanische Spannung, die sich zunächst in Hebung und Aufpressung versuchte, das Material des Deckgebirges nicht zerschmetterte und zerstäubte, sondern in größere Schollen zerlegte, welche in bunter Weise dislocirt wurden«.

¹ Das vulcanische Ries. S. 45—60.

² A. a. O. S. 426.

Ganz ebenso haben wir den Vorgang gedacht; eine Meinungsverschiedenheit findet also lediglich darin statt, daß wir die Aufpressung durch einen Laccolith zu erklären suchen, während Koken »vulcanische Spannung« an Stelle dessen setzt. Es scheint aber doch, daß das nur ein Streiten um Worte sei, während in der Sache selbst beide Theile ganz derselben Ansicht sein dürften.

Für dieses von uns gewählte Wort machen wir das Folgende geltend:

Wir kennen bei vulcanischen Vorgängen nur entweder plötzliche Aufpressung, die durch Explosion von Gasen entsteht, oder langsame, die durch Laccolithe entsteht.

Laccolithe sind ferner die einzige Form, unter welcher die heutige Geologie überhaupt dem Vulcanismus die Kraft zuzugestehen geneigt ist, das Deckgebirge langsam emporzupressen. Dem extrusiv werdenden Schmelzflusse, also den eigentlichen Vulcanen gegenüber verhält sie sich in dieser Beziehung durchaus ablehnend, spricht ihnen eine solche Kraft durchaus ab. Wer also eine langsame Aufpressung durch vulcanische Kräfte im Riese annimmt, der sagt damit indirect, daß er einen Laccolith im Sinne habe.

Wer jedoch diese Aufpressung als Folge tektonischer Vorgänge betrachten wollte, die gar nicht mit dem Vulcanismus in Beziehung ständen, der würde wohl hierbei nur das zwischen Alb und Alpen abgesunkene Gebiet im Auge haben können. Diese von W. nach O. langgestreckte Scholle würde in der That durch ihren Druck unter Umständen an ihrem nördlichen Rande nach N. hin gleitende Überschiebungen hervorgerufen haben können (S. 36). Aber sie würde nicht die von N. nach S. langgestreckte, schmale Aufpressungszone der Granite im Vorries (S. 39) und das kreisähnliche Aufpressungsgebiet im Riese erzeugt haben (S. 39).

4. Über den später erfolgten Einsturz bez. das Absinken des Rieskessels sind wiederum beide Theile derselben Auffassung, daß dieser Vorgang lange Zeit¹ andauerte und in seinen letzten Nachwehen sogar bis in die neuere Zeit hinein bemerkbar war²; daß aber in diluvialer Zeit der Kessel bereits ungefähr ähnlich tief war wie heute.³

Koken hat allerdings einmal in einer seiner Arbeiten die gegentheilige Ansicht geäußert, daß der Riesberg noch in diluvialer Zeit bestanden habe,

¹ Das vulcanische Ries. S. 114.

² Koken, a. a. O. S. 443.

³ Koken, a. a. O. S. 443.

von dem aus dann die Gletscher auf die umgebende Alb herabgeflossen wären. Indessen in einer vorhergehenden Arbeit war er zu der entgegengesetzten Überzeugung gelangt, daß der Rieskessel zu diluvialer Zeit doch im Großen und Ganzen bereits in seiner heutigen Tiefe bestanden habe; und auch in einer späteren Arbeit hat er derselben Ansicht Ausdruck gegeben. Auch wir haben¹ angeführt, daß das Vorhandensein einer von prähistorischen Menschen bewohnten Grotte in der Offenet für eine solche Auffassung spreche.

Ob freilich Koken in seiner neuesten Arbeit² nicht doch wieder eine andere Ansicht vertreten will, läßt sich nicht klar erkennen. Er sagt, »daß in nachmiocänen Zeit eine nicht unbeträchtliche Vertiefung des Riesbodens stattgefunden hat«. Da aber nach der miocänen Zeit erst die pliocäne verlief, bevor die diluviale herankam, so ist jener Ausdruck »nachmiocän« mehrdeutig.

Wenn nun aber vom glacialen Standpunkte aus ein drei- bez. gar viermaliger Wechsel der Ansicht über die Gestaltung des Rieses zu diluvialer Zeit nöthig wurde — so spricht diese Thatsache doch deutlich dafür, daß der glacielle Standpunkt den Riesphänomenen gegenüber ein sehr unsicherer sein muß.

5. In gleicher Weise betrachten beide Theile³ das Vorries als ein selbständiges Aufbruchgebiet, welches sich gen NO. bis über die Wörnitz hin ausdehnt.⁴ Die liparitischen und granitischen Explosionsproducte, die Keuper- und Jura-Massen des Vorrieses sind also nach beiderseitiger Auffassung nicht etwa vom Riese aus dorthin geschoben bez. geworfen, sondern sie sind im Vorries in die Höhe gefördert. Gewisse Einwürfe, welche Koken in einer früheren Arbeit gegen uns geltend machte, beruhten auf der irrthümlichen Annahme, wir hielten diese Vorriesmassen für vom Riese dorthin überschoben. Das ist und war aber nicht von uns gesagt worden, jene Einwürfe sind somit erledigt.

6. Auch darin herrscht Übereinstimmung, daß Explosionen bei den fraglichen Ereignissen eine große Rolle gespielt haben.

Demgegenüber erscheint es hierbei mehr nebensächlich, daß wir an einen gesonderten Act, eine einzige, gewaltige Explosion denken, welche

¹ Das vulcanische Ries. S. 115.

² A. a. O. S. 445.

³ Das vulcanische Ries. S. 94.

⁴ Koken, a. a. O. S. 440.

mit den Explosionen der vulcanischen Tuffe nichts gemein hatte, wenngleich die Gase auch bei ihr an verschiedenen Stellen herausbrachen, in deren Nähe dann die Zerstörung besonders stark war. Oder ob Koken sich eine Anzahl einzelner, kleiner vulcanischer Centren und Ausbruchgebiete vorstellt¹, unter welchen er die liparitischen Tufferuptionen im Auge zu haben scheint.

Als für unsere Ansicht sprechend glauben wir betonen zu dürfen, daß die relativ kleinen vulcanischen Eruptionen, welche die liparitischen Tuffe und Schlacken lieferten, schwerlich die Ursache dieser gewaltigen Zerschmetterungen (Griesbildung), Verrutschungen und der großen Überschiebungen im Riese sein konnten, sondern daß sie zurückgeführt werden müssen auf die vereinigte Wirkung dreier Dinge: Einer ganz gewaltigen Explosion von Gasen, einer vorhergehenden Bergbildung und einer Schichtenfolge, bei welcher harte Kalke auf einer Unterlage von mächtigen Thonmassen (Keuper, Lias, Braun-Jura, Unterer Weifs-Jura) lagerten. Der Umstand, daß nicht nur Fetzen von bereits verfestigter Weifs-Jura-Breccie (Gries) im vulcanischen Tuffe eingeschlossen² liegen, sondern daß auch Fetzen von Keuper- und Jura-Thon im mittelmiocänen Meeressande³ eingebettet sind, scheint ebenfalls dafür zu sprechen, daß diese Breccien schon vorher durch eine große Explosion, nicht aber erst später durch die kleinen Tuffausbrüche entstanden sind.

7. Des weiteren stimmen beide Auffassungen jetzt wohl darin überein, daß die Braun-Jura-Scholle des Buchberges nicht aufgepreßt ist, sondern wirklich den Weifs-Jura überlagert.

8. Ebenso findet nun Übereinstimmung statt in der Erkenntniß, daß wirklich Überschiebungen vorliegen; daß dieselben eine Folge der Aufpressung und der Explosion waren; und daß bei der Zertrümmerung des Bodens des Riesesskessels in einzelne Schollen diese letzteren in bunter Weise dislociert werden mußten.

Von »Verrutschungen« in Folge dieser Aufpressung spricht somit Koken⁴ jetzt ganz ebenso wie wir. Ebenso von Überschiebungen: »Im Süden des Rieses sind die Überschiebungen der aufgepreßten Schollen eine

¹ A. a. O. S. 436.

² S. 79.

³ S. 80.

⁴ A. a. O. S. 429.

oft beobachtete Erscheinung.«¹ Auch die Überschiebungen der Weifs-Jura-Klippen bei Dirgenheim u. s. w. werden anerkannt² und nur gesagt, daß diese Klippen nicht aus dem »inneren« Riese herrühren, was übrigens von uns nicht behauptet worden ist. Auch darin findet Übereinstimmung statt, daß nun gesagt wird³, »Hebung setzte sich in Seitenschub um, darüber ist kein Zweifel«, »und bei Grofs-Sorheim« geht die Aufpressung in eine mit Faltung und Verwerfung verbundene Überschiebung über.⁴«

Eine Abschwächung dieser erfreulichen Übereinstimmung könnte in dem Folgenden gefunden werden: »Bedeutende Horizontalverschiebungen sind freilich, aber wohl nur scheinbar, nirgends nachweisbar.«⁵ »Immer haben wir (bei den überschobenen Schollen) an einer Seite gebundene Schichtenfolge, an der anderen in Folge einer Verkippung oder Drehung Verwerfung.«⁶ Koken will damit also sagen, daß diese Schollen nicht weit über andere hinüber geschoben seien.

Einmal dürfte es indessen doch schwer sein, die Länge des Weges genau festzustellen, den die verschiedenen überschobenen Schollen, die hier gemeint sind, zurückgelegt haben, und zweitens wäre das auch nebensächlich; denn eine Überschiebung bliebe natürlich eine solche, auch wenn der Betrag derselben kein großer wäre.⁷

Wir bestreiten übrigens durchaus nicht, daß in dem zertrümmerten Riesesselboden einzelne Schollen nur in Folge von Kippung oder Drehung

¹ A. a. O. S. 469.

² A. a. O. S. 436.

³ A. a. O. S. 432.

⁴ Vergl. auch S. 432 und 457.

⁵ A. a. O. S. 434.

⁶ A. a. O. S. 435.

⁷ Die berühmte Lausitzer Überschiebung besitzt, wie ich der liebenswürdigen Mittheilung des Hrn. H. CREDNER verdanke, in dem Gebiete Königstein, Lilienstein, Hohnstein, entsprechend der Mächtigkeit des Quaders daselbst, eine Höhe von 400—450^m. Weiter im Osten, bei Zittau, hat die dort recht steile Überschiebung eine Höhe von nur noch 280 bis 300^m. Nimmt man nun ein rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck an, dessen Hypotenuse die Überschiebungsfläche wäre, was folglich eine Neigung der letzteren von 45° bedingt, und rechnet man die Höhe zu ungefähr 300^m, so wäre die Länge, welche die Überschiebungsmasse zurücklegte, ungefähr rund 424^m. Das ist wahrlich ein winziger Weg gegenüber den gewaltigen Strecken, welche die später immer zahlreicher als solche erkannten Überschiebungen zurücklegten; und doch wird jene älteste bekannte Lausitzer Überschiebung, die bekanntlich auf eine Erstreckung von 170 km sich vollzogen hat, natürlich stets als eine echte Überschiebung gelten.

ein wenig aus ihrer Lage gerückt sind. Das kann ja kaum anders sein. Aber abgesehen von solchen findet sich eine ganze Anzahl richtiger Überschiebungen. Zu letzteren gehört unter anderen auch die stattliche Reihe von Weiße-Jura-Klippen, die auf Braun-Jura liegt und von Dirgenheim im N. bis zur Eger im S. sich hinzieht. Unmöglich könnte man von diesen sagen wollen, daß sie auf einer Seite die vollständige Schichtenreihe bis hinab zum Niveau ihrer Braun-Jura-Unterlage besitzen, auf der anderen aber nicht; denn das ist eben nicht der Fall, es sind vielmehr ganz richtige, überschobene Klippen.

9. Sodann zeigt sich Übereinstimmung in der Auffassung, daß die oben auf der Hochfläche der Alb auftretenden Breccien (Griese) der Weiße-Jura-Kalke im Allgemeinen anstehend sind.

Deffner freilich hatte die Vorstellung, daß die oben auf der Alb auftretende Weiße-Jura-Breccie in Form von Schutt auf diese hinaufgeschoben, also nicht anstehend sei. Koken¹ bekämpft mit Recht diese Auffassung. Doch irrthümlicherweise meint er weiter, daß Deffner's Vorstellung »vom miocänen Juraschutt uns in neuer Gewandung bei Branco entgegentritt«.

Dem ist aber nicht so. Wir haben ganz im Gegentheil gesagt², daß die Griesmassen oben auf der Alb, bis auf die überschobenen Klippen, anstehend seien, d. h. daß der Kalk nur an seiner Oberfläche vergriest sei.³ Es hat uns daher auch durchaus fern gelegen, die ausgedehnten Griesmassen, die sich oben auf der Alb »von Gözingen, Amerdingen bis Giengen« hinziehen und auch an anderen Orten erscheinen, als überschobenen Schutt erklären zu wollen, wie Koken das irrthümlich uns zuschreibt.⁴

Mit vollster Berechtigung haben wir aber von dem anstehenden vergriesten Weiße-Jura die überschobenen Weiße-Jura-Klippen unterschieden, welche ebenfalls vergriest sind. Solche finden sich in unzweideutigster Weise. Koken erkennt ja selbst an, daß die Klippen, die sich nördlich der Eger nahe dem Riesrande gen N. hinziehen, überschoben sind; diese aber sind mehr oder weniger zerrüttet bis vergriest.

Folglich ist unsere Unterscheidung von anstehendem Gries und überschobenem Gries (letzteres sind die Klippen) völlig berechtigt, weil den

¹ A. a. O. S. 457.

² Das vulcanische Ries. S. 60—70.

³ A. a. O. S. 65 unten.

⁴ A. a. O. S. 457.

Thatsachen entsprechend. Aber damit haben wir keineswegs gesagt, daß die Vergriesung, die sich so ausgedehnt oben auf der Alb zeigt, von uns im Allgemeinen als aus überschobenem Schutte im Sinne Deffner's bestehend erklärt wird. Rollier¹ hat unsere Auffassung auch durchaus richtig verstanden.

B. Punkte mangelnder Übereinstimmung der beiderseitigen Anschauungen.

Wir kommen nun zu einer Reihe von Punkten, bei denen eine Übereinstimmung noch mangelt. So sehr verschieden diese Punkte aber auch erscheinen mögen, sie zielen in letzter Linie doch alle ab auf die eine Streitfrage: Sind die großen auf dem Weiße-Jura liegenden Braun-Jura-Massen durch Eis oder durch vulcanische Kraft überschoben?

1. **Buchberg-Gerölle.** Nach beiderseitiger Auffassung hat man in den Buchberg-»Geröllen«, wie wir sagen, »Geschieben«, wie Koken sie benennt, eine ursprünglich im Wasser gebildete Ablagerung zu sehen. Darin herrscht völlige Übereinstimmung. Gänzliche Verschiedenheit herrscht aber bezüglich der Herkunft, des Alters dieser Gerölle und der Ursache ihrer Kritzung.

Was zunächst die Herkunft anbetrifft, so leitet Koken² die Buchberg-Gerölle aus dem Rieskessel ab. Sie sind »nicht eine externe, sondern eine interne Bildung des Riesbeckens«; und aus diesem läßt er sie auf die Alb durch Eis hinaufgeschoben werden, wobei sie geglättet und gekritzelt wurden.

Wir dagegen meinen zunächst einmal, daß sie offenbar von gewissen Weiße-Jura-Kalken Frankens herrühren. Ihre auffallende Braunfärbung dürfte das mit Sicherheit anzeigen, denn in Schwaben führt der Weiße-Jura wohl nicht solche braunen Kalke. Nun liegt allerdings das Ries an der Grenze zwischen Schwaben und Franken, und es könnte daher diese braune fränkische Facies sehr wohl bereits da, wo heute das Ries liegt, ausgebildet gewesen sein.

Allein die Buchberg-Gerölle finden sich durchaus nicht nur im W. und S. des Rieskessels auf der Alb, sondern auch im O. desselben. Hier, im O. beginnt aber Franken mit diesen seinen braunen Weiße-Jura-Kalken; und von

¹ Bulletin soc. géol. France 4^e sér. T. 2, 1902. S. 278.

² A. a. O. S. 461.

dorthier, nicht aber aus dem Riese, scheinen sie uns darum hergekommen zu sein. Wenn dem so ist, dann erklärt es sich freilich leicht, daß sie auf ihrem Wege gen W. dann auch über das Gebiet des heutigen Rieskessels ausgebreitet werden mußten, als dieser (bis auf das bereits früher vorhanden gewesene Erosionsgebiet, s. Abschn. VI, 3) noch nicht bestand. Bei den späteren Explosionen in diesem Gebiete sowie bei dem Einsturze desselben wurden sie dann natürlich auch in den Kessel hinabgesenkt.

Viel wichtiger als ihre Herkunft ist die Frage nach dem Alter ihrer Entstehung und nach der Zeit, in welcher sie gekritzelt wurden. Koken giebt ihnen ein obermiocänes Alter, d. h. er verlegt ihre erste Entstehung als Gerölle in die Zeit **nach** der Entstehung des Rieskessels, der Überschiebungen, der Rieseruption und der Weiße-Jura-Breccien; und ihre Kritzung läßt er in diluvialer Zeit durch das Eis geschehen.

Wir dagegen meinen, daß es sich hier um eine Nagelfluh ähnliche Ablagerung handle, welche bereits **vor** der Entstehung des Rieskessels u. s. w. auf der Alb ausgebreitet war, und daß die Kritzung der Gerölle ebenfalls schon vor oder bei derselben erfolgte. Der Beweis, daß letztere Ansicht die richtige ist, wird durch einen Fund von Knebel's geliefert. Als Einschluss im vulcanischen Tuffe von Burgmagerbein fand derselbe einen 4^m großen Fetzen von Buchberg-Geröllen. Um jeden Zweifel darüber zu beseitigen, ob dieser Fetzen nicht etwa nachträglich von oben her auf den Tuff gestürzt sei, wurde hier gegraben. Es zeigte sich, daß er im Tuffe lag und daß die am äußeren Rande befindlichen Gerölle rothgebrannt waren. Folglich liegt ein echter Einschluss vor. Die Buchberg-Gerölle müssen also älter sein als der vulcanische Ausbruch an diesem Punkte; und da alle diese vulcanischen Ausbrüche wohl gleichaltrig und zwar älter als die obermiocänen Süßwasserkalke sind, so müssen die Buchberg-Gerölle mehr oder weniger älter sein als obermiocän.

Aber diese Buchberg-Gerölle im vulcanischen Tuffe sind auch bereits ganz ebenso gekritzelt, wie die zahlreichen übrigen gekritzelten Buchberg-Gerölle im Riesgebiete es sind. Nur bei den am äußeren Rande steckenden rothgebrannten war die Kritzung verschwunden. Folglich sind die Buchberg-Gerölle nicht erst in diluvialer Zeit, und aus dem Riese heraus, auf die Albhochfläche gelangt; und folglich ist die Kritzung der Buchberg-Gerölle zweifellos nicht in diluvialer Zeit, d. h. nicht durch Eis, erfolgt, sondern schon vor der obermiocänen Zeit.

von Knebel fand dann weiter, daß westlich von Donauwörth¹ Fetzen von in Lehm eingehüllten, hier nicht gekritzten Buchberg-Geröllen auch in den obersten Schichten des Meeressandes liegen. Die Buchberg-Gerölle haben daher schon zu mittelmiocäner Zeit und oben auf der Alb existirt!

Wenn aber hervorgehoben wird, daß Stücke von Braun-Jura und Granit in dem Geröllsande zusammen mit den Buchberg-Geröllen liegen, was beweisend sei für ihr jüngeres, obermiocänes Alter, so erklären sich diese localen Vorkommen auf die Weise, daß jene Stücke durch die Überschiebungen und Explosionen in den Geröllsande hinein gelangten. Auf ganz dieselbe Weise sind ja auch im Vorriese Fetzen von Keuper und Jura sowie von Buchberg-Geröllmasse in den mittelmiocänen marinen Sand gebettet worden.

Wir haben die Kritzung der Buchberg-Gerölle durch den Druck erklärt, welchen die über sie hinweg geschobenen Massen auf diese ihre Unterlage ausübten. Spöttelnd wirft uns demgegenüber Koken ein: »Unter der Riesenwalze wurden sie gekritz. Dieser Mechanismus bedürfte wohl einer ebenso gründlichen Erörterung, wie sie dem spukhaften Laccolithen zu Theil geworden ist«.

Wir müssen zugeben, daß wir allerdings diesen Vorgang nicht so eingehend erörtert haben, wie das unser verehrter College hier fordert. Indessen haben wir das nur darum unterlassen, weil wir der Meinung waren, es werde uns der Vorwurf unnützer Weitschweifigkeit gemacht werden, wenn wir einen Vorgang, der sich so von selbst versteht, daß er keiner Erläuterung bedarf, dennoch ausführlich erörtern wollten.

Die Einwirkung einer schweren, überschobenen Masse auf das unterliegende Gestein ist eine so allgemein bekannte, so häufig beobachtete Thatsache, daß wir diese krittelnnde Stellungnahme unseres verehrten Collegen gegenüber der Möglichkeit einer solchen auch in diesem Falle nicht verstehen. Je nach der Natur des liegenden Gesteines werden natürlich die Veränderungen desselben verschiedenartig sein müssen; und je nach der Zeit, welche seit der Überschiebung vergangen ist, werden sich diese Veränderungen eventuell durch Verfestigung noch verstärken.

Wenn doch harte Kalke durch den Druck der Überschiebungsmasse an vielen Orten zu Dislocationsbreccien zertrümmert werden, deren Typus

¹ Siehe Abschnitt II S. 64—67.

der Lochseitenkalk ist, wenn die Stücke dabei geglättet, gefurcht, zerpreßt werden, warum sollte dann eine Überschiebung am Riese das nicht bewirken können?¹

Man denke sich über die dortige, aus hartem Kalke bestehende Alb ausgebreitet die lose Ablagerung der Buchberg-Geröllsande, in welcher Kalkgerölle eingebettet liegen in einer theils thonigen, theils aus Quarzkörnern bestehenden Sandmasse. Wenn jetzt die schwere Überschiebungsmasse über diese in ihren Theilen zu einander bewegliche Ablagerung hinübergeht, so müssen unter deren Drucke nothwendig die Kalkgerölle durch den Thon geglättet, durch den Quarzsand gekritzelt werden. Es müssen aber dieselben beiden Erscheinungen auch an dem unterliegenden Gesteine, dem anstehenden Weiße-Jura-Kalke sich zeigen; denn diese Geröllsand-Ablagerung wird durch den Druck der darüber hinweggehenden »Riesenwalze« natürlich auch vorwärts geschoben werden.

Ein Augenblick des Überschiebungs-Vorganges genügt, um diese pseudoglacialen Erscheinungen hervorzurufen. Es wird aber sehr leicht auch dabei zu einer Zerpressung der Gerölle, deren Theilstücke sich späterhin wieder verkitten, kommen können, sowie zu einer beginnenden Anschleifung von Facetten: beides Merkmale, welche sich an Buchberg-Geröllen ebenfalls zeigen.

Man sieht, der Mechanismus, welcher unserer Ansicht nach diese Erscheinungen hervorrief, ist ein so leicht begreiflicher, daß es keiner noch weiter eingehenden Darlegung desselben bedarf, und daß einer Spöttelei gegenüber unserer auf ihn gegründeten Vorstellung die Berechtigung fehlt.

¹ Daubrée hat schon im Jahre 1857 experimentell nachgewiesen, daß sich Schrammung und Politur ganz ebenso wie durch Eis auch durch andere Mittel erzeugen lassen. Es wurden Kieselsteine in einen Holzblock eingelassen und dann unter verschiedener Belastung mit verschiedener Geschwindigkeit über einen Granitblock fortbewegt. Wenn die Geschwindigkeit geringer als $0^{\text{mm}}1$ in der Secunde war, bedurfte es eines Druckes von wenigstens 100^{kg} auf den Kieselstein, um eine Schramme auf der Granitplatte zu erzeugen. Bei einer Geschwindigkeit von 40^{mm} in der Secunde genügte dagegen bereits ein Druck von 5^{kg} , um dasselbe Ergebnis zu erzielen. Diese Schrammen sind anfänglich in der Regel rauh, zerrissen, aber der entstehende feine Staub wirkt bald glättend ein. (Recherches expérimentales sur le striage des roches. Annales des mines, 6^e livraison 1857. Paris 1858 p. 9, 11).

Ein Autor, dem man wahrlich mangelnde Kenntniß der glacialen Erscheinungen nicht nachsagen kann, A. Penck (Penck, Pseudoglaciale Erscheinungen. Das Ausland 1884, S. 641 bis 646) hat schon 1884 seine Bedenken gegen eine glaciäre Deutung dieser Erscheinungen am Riese ausgesprochen und davor gewarnt, »Schliffe auf horizontalen Felsflächen, sowie gekritzte Geschiebe und regellose Lagerung für ausschließlich glaciäre Phänomene zu halten.

Weiteres über die Buchberg-Gerölle wird bei Besprechung der Lauchheimer Breccie gesagt werden. (Siehe Abschnitt IV.)

In derselben Weise erledigt sich eine weitere Meinungsverschiedenheit. Nach Koken liegen am Lauchheimer Tunnel die Buchberg-Gerölle über der Schlißfläche. Das gilt aber doch nur von demjenigen Theile der Gerölle, welcher secundär in die Lauchheimer Masse hineingearbeitet wurde. Dieser Theil liegt natürlich mit dieser Masse über der Schlißfläche. Primär dagegen liegen dieselben (Abschn. IV) unter der Schlißfläche; denn das feste Conglomerat mit Buchberg-Geröllen ist ja in Folge der Überschiebung, wie wir zeigen werden, ebenso abgeschliffen, wie der Weifs-Jura. Das spricht also ebenfalls für ein höheres Alter der Buchberg-Gerölle.

Wir können somit drei verschiedene Beweisgründe für die Richtigkeit unserer Auffassung erbringen, daß die Buchberg-Gerölle ein mindestens mittelmiocänes Alter besitzen, daß sie also bereits **vor** Entstehung der Riesbildung auf der Alb abgelagert waren: Sie finden sich **bereits gekritz**t im mittelmiocänen liparitischen Tuffe bei Burg Magerbein. Sie liegen im wohlgeschichteten, also nicht etwa zu diluvialer Zeit umgearbeiteten, mittelmiocänen Meeressande. Sie sind durch die Überschiebung der Lauchheimer Masse, die über sie hinwegging, als Ganzes, als festes Conglomerat, an dessen Oberfläche geglättet worden.

Die von Koken aufgestellten Sätze: Diese Buchberg-Gerölle sind obermiocänen Alters; folglich muß »eine Dislocation¹, welche diese Gerölle verarbeitete, doch wohl nachmiocän«, d. h. nothwendig **nach** der Riesbildung, erfolgt sein; ihre Kritzung erfolgte in diluvialer Zeit durch glaciale Kräfte² — diese Sätze sind nicht mehr haltbar.

¹ A. a. O. S. 462.

² Koken sagt von dem Geröllsande mit den Buchberg-Geröllen: »Die Gletscherbäche des vorrückenden Eises überschütteten den Untergrund (Weifs-Jura der Alb) mit fluvio-glacialem Material, das später wieder in die Grundmoräne aufgenommen wurde, so daß man es nur in Klüften des weissen Jura eingepreßt erhalten findet oder als dünnen Überzug der Schlißfläche. Die Anreicherung der Grundmoräne mit Quarzsand in ihren tiefsten Lagen ermöglichte die wundervolle Schrammung der Felsen«. Gletscherspuren im Bereiche der schwäbischen Alb. S. 38.

Damit aber fällt die hauptsächlichste Stütze für eine Auffassung, welche in glacialen Kräften die Ursache des Transportes der großen überschobenen Massen am Riese erblicken wollte.

2. **Beiburg.** Eine weitere Differenz der Auffassungen zeigt sich darin, daß wir die Weifs-Jura-Masse der Beiburg, welche nahe dem Buchberge auf Weifs-Jura β liegt, für überschoben, also für eine Klippe, erklären; wogegen Koken das als normale Lagerung ansieht.¹

An und für sich könnte das völlig nebensächlich erscheinen, insofern, als das Vorhandensein noch einer weiteren Überschiebung, bez. das Fehlen einer derselben, nichts an der von beiden Seiten ja anerkannten Thatsache der Überschiebungen ändern würde. Falls aber Koken jetzt wirklich geneigt sein sollte², die Braun-Jura-Masse des Buchberges dennoch als durch Eis verfrachtet anzusehen, so erlangte gerade diese Weifs-Jura-Klippe der Beiburg eine erhöhte Bedeutung in dieser Frage. Handelt es sich nämlich bei der Beiburg-Klippe wirklich um eine, gleichviel wie weit, geschobene Weifs-Jura-Masse, die oben auf der Alb liegt, so wird man ganz unmöglich diese und die dazu gehörige Braun-Jura-Masse des benachbarten Buchberges, welche ganz zweifellos dorthin geschoben worden ist, auf glacialen Transport zurückführen können; denn dazu sind diese beiden Massen zusammen viel zu groß. Bereits die Braun-Jura-Kappe des Buchberges allein ist viel zu umfangreich, als daß man, unseres Erachtens, ihren Transport auf einen hypothetischen, relativ kleinen Riesgletscher zurückführen könnte.³ Wie viel weniger aber könnte das der Fall sein, wenn nicht allein diese Braun-Jura-Masse, sondern zugleich auch jene Weifs-Jura-Masse der Beiburg geschoben wären.

Es stehen hier Behauptung gegen Behauptung. Oberer Weifs-Jura liegt auf Unterem Weifs-Jura; die Frage ist also schwer zu entscheiden. Nach Koken ist die Schichtenfolge dieser zerrütteten, vergriesten Oberen Weifs-Jura-Masse der Beiburg bis auf den Unteren Weifs-Jura hinab eine

¹ A. a. O. S. 435.

² Wir verweisen hier auf das, was wir an anderer Stelle über die Schwierigkeit sagen werden, eine ganz klare Vorstellung über Koken's jetzige Ansicht zu erlangen, ob er die Buchberg-Kappe nun wirklich für durch Eis überschoben ansieht oder nicht. Vergl. Abschnitt VI. Schlußwort.

³ Das vulcanische Ries. S. 76, Fig. 4; S. 79 ff.

lückenlose, daher liegt keine überschobene Masse vor. Nach unserer Ansicht ist das nicht der Fall; daher liegt eine Überschiebung vor. Andere müssen also entscheiden. Als Unterstützung für unsere Ansicht können wir anführen, daß ein auf dem Gebiete alpiner Überschiebungen so erfahrener Forscher wie Rottpletz auf Grund eigener Untersuchung der Lagerung die Beiburg-Masse ebenfalls für eine überschobene Klippe erklärte.

3. Ein weiterer Unterschied der Auffassungen besteht in der Frage, ob man bestimmte Erscheinungen im Riese als durch glaciale Kräfte hervorgerufen anzusehen habe.¹ Für den Standpunkt, welcher die Überschiebung der großen Braun-Jura-Massen auf der Alb durch Eistransport, der aus dem Riese heraus erfolgt sei, erklären will, ist es natürlich eine unerläßliche Nothwendigkeit, die Spuren dieses Eises vor Allem und zuerst im Rieskessel bez. in den in ihn mündenden Thälern nachzuweisen. Für den gegentheiligen Standpunkt, welcher die Überschiebungen als das Ergebnis vulcanischer Kräfte ansieht, ist es dagegen nebensächlich, ob sich Spuren glacialer Thätigkeit finden oder nicht. Denn wenn in tertiärer Zeit diese vulcanischen Vorgänge mit ihren Überschiebungen sich vollzogen hatten, so ist es nicht von Belang, ob in diluvialer Zeit auch noch Eis vorhanden gewesen ist oder nicht. Im ersteren Falle wird das Eis die Oberfläche der überschobenen Schollen etwas umgearbeitet haben; im letzteren wird dem Wasser diese Aufgabe zugefallen sein; aber in beiden Fällen hat diese Umarbeitung nichts mit der Entstehung der Überschiebung zu thun.

So sind wir der Ansicht, daß Spuren von Eiswirkung, wenn man sie auch wirklich nachweist, nichts gegen die von uns vertretene Auffassung beweisen.

Fragliche Grundmoräne. Bei seinen Forschungen nach dem Vorhandensein solcher Gletscherspuren im Rieskessel und in den in ihn mündenden Thälern glaubte nun Koken eine Grundmoräne gefunden zu haben. Die Örtlichkeit befindet sich im Egerthale bei der neuen Papierfabrik am Buchberge bei Bopfingen. Dort war beim Bau derselben die Bergwand angeschnitten worden, so daß eine wirr struirte Masse, gekritzte Buchberg-Gerölle führend, bloßgelegt wurde. Wir konnten in derselben jedoch keine Grundmoräne erblicken, sondern nur einen ganz typischen Gehängeschutt, wie er allerorten am Rande der Alb sich findet; und wie die

¹ Das vulcanische Ries. S. 147 ff.

thonigen Massen desselben von oben herabgerutscht waren, so waren, unserer Auffassung nach, auch die in denselben liegenden Buchberg-Gerölle in bereits gekritztem Zustande von oben herabgefallen.

In seiner neuesten Arbeit kommt Koken nochmals auf diesen Punkt zurück und meint¹, wir hätten den Aufschluß »vielleicht nicht frisch gesehen. Die oberste Lage war allerdings eine Art Gehängeschutt«, aber die tieferen Lagen hätten aus Grundmoräne bestanden. Wir können demgegenüber nur aussagen, daß wir den Aufschluß im völlig frischen Zustande bis in seine tiefste Lage hinab gesehen haben, und daß weder wir beide noch Hr. Baurath Wundt — der in Folge seiner langjährigen amtlichen Thätigkeit beim Bau der Staatsbahnen diese Gehängeschuttmassen der Alb aus vielfachen Aufschlüssen kennt — hier etwas Anderes zu erkennen vermochten als Gehängeschutt.

Ablagerung zerprefter Gerölle und Schiffe im Wörnitzthale. Ein zweiter Punkt, der strittiger Natur zu sein scheint, befindet sich in dem Thale der Wörnitz, welche den Riesessel entwässert und aus diesem gen S. der Donau zufließt. Nahe der Stelle, an welcher die Wörnitz den Kessel verlassen hat und nun die das Ries umgebende Alb durchbricht, liegt im Wörnitzthale die Stadt Harburg. Gerade gegenüber letzterer findet sich auf dem linken Gehänge des Flusses das untenstehende, zum Theil durch einen großen Steinbruch aufgeschlossene Profil. Es sei hier gleich vorausgeschickt, daß sich dasselbe oben am Gehänge zeigt, wogegen sich das später zu besprechende andere Profil unterhalb des ersteren am Gehänge über dem Flusse zeigt.

Wenn man in den Bruch² eintritt, so sieht man zur Rechten (S.) und gerade vor sich, sowie unter den Füßen, eine Ablagerung, die aus zahlreichen rundlichen, zum Theil recht großen Weiß-Jura-Geröllen besteht. Dieselben zeigen in hohem Maße alle Spuren einer gewaltsamen Pressung. Sie sind geglättet, geschrammt, mit Eindrücken versehen und vielfach zerbrochen, manche derselben mehrmals.

Die nächste Ursache dieser Erscheinung liegt in einer großen Klippe aus Weiss-Jura ζ, welche zur Linken (N.) im Steinbruche liegt und den

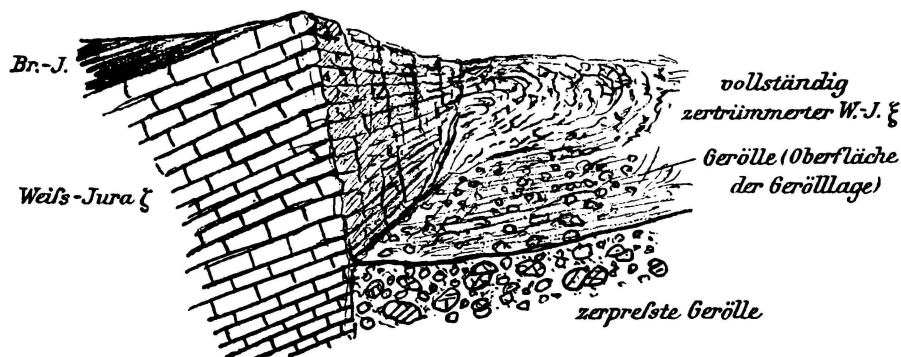
¹ A. a. O. S. 463.

² Leider wird der Weiß-Jura-Kalk desselben immer mehr abgebaut, so daß schließlich derselbe ganz verschwunden sein wird und nur die Gerölle noch übrig geblieben sein werden.

Gegenstand des Abbaues bildet. Diese Masse ist ungefähr von N. nach S. bewegt und dabei gegen die Geröllablagerung gepresst und zugleich etwas auf dieselbe hinaufgeschoben worden, denn ihre zerütteten Gesteinslagen überlagern im Hintergrunde des Bruches noch gegenwärtig die Gerölle, während sie vorn bereits von denselben durch Abbau entfernt worden sind. Die Weifs-Jura-Klippe hat also von der Seite und auch von oben her gegen die Gerölle gedrückt und dadurch alle jene Pressungserscheinungen derselben bewirkt.

Auf diese Weifs-Jura- ζ -Klippe ist nun wieder Braun-Jura, ebenfalls von N. her, geschoben. Man sieht also von N. nach S. untereinander liegend: Braun-Jura, Weifs-Jura, Gerölle. Je das Ältere liegt immer auf

Fig. 9.



Steinbruch auf dem linken Ufer der Wörnitz, gegenüber Harburg.

dem Jüngeren; denn die Gerölle sind wohl tertiären Alters, vielleicht gleichaltrig den Buchberg-Geröllen.

Wenn man bedenkt, daß das hier die Alb durchbrechende Wörnitzthal einen Grabenbruch oder doch mindestens ein Spaltenthal bildet, so liegt, unseres Erachtens, nichts näher, als jene starke Zerpressung der Gerölle sowie die Schichtenstörung überhaupt als Folge der Entstehung dieser Versenkung zu erklären; wie denn zerpresste, mit Eindrücken und Schrammen versehene Gerölle gar nicht seltene Folge gebirgsbildender Vorgänge sind. Das ist unsere gewifs ungezwungene Deutung des Profiles.

Koken äußert sich nicht völlig klar über seine Auffassung dieser Erscheinung. Wir glauben jedoch aus seinen Worten entnehmen zu müssen, daß er, wenngleich der gewaltsame Einbruch des Thales bei ihm betont

wird, dennoch diese Überschiebung wie die Zerpressung der Gerölle für Wirkung des Riesgletschers, welcher durch das Wörnitzthal abfloß, zu erklären beabsichtigt.¹

Wenn dem so sein sollte, dann würden auch hier wieder Auffassung und Auffassung gegenüberstehen; denn ein positiver Beweis für die eine oder andere ist bisher von keiner Seite erbracht; nur das geologische Gefühl kann also entscheiden. Wir glauben aber, daß dieses Gefühl viel eher sich dahin neigen muß, den gewaltsamen Vorgang des Einbruches, wie er hier quer durch den Körper der Alb hindurch sich vollzogen hat, als Ursache dieser Überschiebungs- und zugleich Pressungserscheinungen aufzufassen, zumal da dieselben an dem Gehänge des Einbruchsthales sich zeigen, als dahin, in glacialen Kräften die Ursache dieser Überschiebungs- und Pressungserscheinungen zu erblicken.

Ganz dieselbe Sprache spricht wohl auch der weitere, ebenfalls von Koken² betonte Umstand, daß dort die geschrammten Schichtenköpfe »blendend« polirt sind und daß an den Geröllen oft »Eindrücke« und »an Styolithen erinnernde feine Furchen, die für Juranagelfluhe charakteristisch sind«, auftreten. Gerade die Harnische oder Rutschflächen sind ja in so blendender Weise polirt; gerade die Eindrücke in Geröllen und die styolithenähnlichen Drucksuturen sind als Folge von Gebirgsdruck bekannt; gerade die Juranagelfluhe, welche Koken als Analogen citirt, hat diese selben Erscheinungen doch nicht durch Eisdruck, sondern durch Gebirgsdruck erlangt.

Selbst wenn in diesem Thale ganz sichere Spuren eines Gletschers nachgewiesen werden sollten, würden wir doch meinen, daß obige Erscheinungen ungezwungener dem Gebirgsdrucke als dem Eise zuzuschreiben wären.

Nach Koken sollen diese Gletscherspuren, zum Theil gerade hart unterhalb jenes bisher besprochenen Profiles, am Gehänge vorhanden sein

¹ Allerdings wird das in Koken's Arbeit a. a. O. S. 449 nicht direct ausgesprochen. Aber man wird den Sinn seiner Worte kaum anders deuten können, als daß er die Entstehung dieser Erscheinungen bei Harburg in diluviale Zeit verlegen, also auf glaciale Kräfte zurückführen will. Es geht das aus dem Satze hervor, in dem gesagt wird: »Damit scheint aber auch das Alter der . . . Schlißfläche . . . dem Tertiär entrückt zu sein«. Jedenfalls ist in einer früheren Arbeit Koken's bereits gesagt worden, daß er in diesem Theile des Wörnitzthales Gletscherspuren deutlich erkennen könne.

² A. a. O. S. 8, 21.

und aus Rundhöckern sowie Schliffen mit Schrammen bestehen. In der That sieht man, nur etwa 5^m über dem Flusse, an dem steilen Gehänge auf dem abgebrochenen Weifs-Jura-Kalke eine kleine Terrasse mit Schlifffläche. Das Ganze ist zwar überdeckt mit überschobenem Braun-Jura-Schutt; indessen findet man nach Abräumung des letzteren leicht die Schlifffläche mit Schrammen, welche parallel dem Thale, dort N. 40 W., verlaufen. Sie gleicht ganz den geschrammten Schliffflächen, welche unter den überschobenen Schollen vom Buchberg, Hertsfeldhausen und Lauchheim auftreten.

Bei dem Versuche, mit der Hacke Stücke dieser Schlifffläche für die Sammlung herauszubereiten, ereignete sich nun aber das Auffallende, daß die Stücke sich parallel zu dieser Fläche ebenfalls mit einer gerieften Fläche vom Gesteine ablösten.

Diese Stücke hatten demzufolge oben und unten je eine Schlifffläche. Allerdings war nicht zu bestreiten, daß die obere vollkommener war als die untere; sie war besser geschliffen, während die untere nur eine Ablösungsfläche war.

Aber woher kommt diese letztere? In der Natur des Weifs-Jura-Kalkes liegt eine solche Absonderungserscheinung parallel der Schichtfläche nicht. Sie ist vielmehr sicher erst später durch Druck von oben, verbunden mit Schub von vorn nach hinten, hervorgerufen worden.

Kennt man Derartiges als Erzeugniß des Druckes und Schubes von Gletschern? Wir wissen es nicht, uns ist es nicht bekannt. Andererseits aber ist es leicht zu verstehen, daß eine solche, parallel der Schichtfläche sich vollziehende Ablösung, d. h. eine Spiegelbildung, durch denjenigen Druck und Schub sich herausbilden kann, der mit der gewaltsamen Entstehung eines Grabenbruches verbunden ist. Wenn dann über die obere Fläche noch die sandig-thonigen Braun-Jura-Massen hinweg geschoben wurden, von welchen sie bedeckt ist, so erklärt es sich ebenfalls ungewungen, daß diese obere Fläche besser abgeschliffen und geschrammt wurde als die untere im Gestein sitzende, also nur durch Bewegung von Kalkstein auf Kalkstein hervorgerufene.

Zudem ist es auffällig, was Koken selbst bemerkt, daß diese Schlifffläche nur in so geringer Höhenlage, nur einige Meter über dem Wasserspiegel der Wörnitz, sich findet. Ein Gletscher, der dieses Thal erfüllte, würde doch auch höher hinauf seine Schiffe hervorgerufen haben.

Darum erfüllen uns auch diese Schliffe mit Bedenken gegen ihre glaciale Natur.

Es ist nicht uninteressant, daß herrliche pseudoglaciale Polituren der Schichtenköpfe dieser selben Weifs-Jura-Schichten sich ebenda finden. Sie sind zugleich rundhöckerartig abgeschliffen, aber nicht auf ihrer oberen, sondern auf ihrer seitlichen Fläche; auch liegen sie alle in gleicher Höhe, etwa 40^{cm} über einem schmalen Pfade, der am steilen Gehänge entlang zieht. Das Alles erklärt sich leicht, denn sie sind entstanden durch das Scheuern der Schweine, deren Herden am Gehänge geweidet werden. Auf einem dieser Rundhöcker lag zum Beweise noch der frische, schwarze Schlamm, den ein kurz vorher dem morastigen Uferwasser der Wörnitz entstiegnes Schwein sich dort abgescheuert hatte. Auf einer Viehweide nahe Appetshofen im Rieskessel sahen wir einen Weifs-Jura-Block, der offenbar absichtlich dorthin gebracht war, um von den weidenden Schweinen benutzt zu werden; er war bereits ähnlich geschliffen.

Andere, wirklich glaciale Rundhöcker, von denen Koken schreibt, sind uns in dem Wörnitzthale bisher nicht aufgefallen.

Steile Schlißfläche bei Wending. Es liegt auf der Hand, daß man in einem Gebirgsstücke, welches derartig zertrümmert und dessen Schollen so verschoben wurden wie das Riesgebiet, überaus vorsichtig wird sein müssen mit einer glacialen Deutung von Schlißflächen und Schrammen. Koken schildert¹ an der äußeren Mühle bei Wending im Ries eine sehr steil einfallende Schlißfläche im Weifs-Jura und bemerkt selbst, daß sie weder durch eine Bewegung des Gletschers aus dem Rieskessel hinauf zur Höhe, noch durch eine solche von der Höhe hinab in den Kessel sich erklären lasse, sagt aber doch: »der Laccolith kann uns hier auch schwerlich fördern«.

Die Deutung dieser sehr steil einfallenden Schlißfläche als einer Spiegelbildung, hervorgerufen durch die Gebirgsbewegungen, liegt jedenfalls sehr viel näher als eine glaciale. Faßt man nun den aufwärts gedrängten Schmelzfluß als letzte Ursache dieser Gebirgsbewegungen im Riesgebiete, erst der Hebung, dann des Einsturzes, auf, dann wird er, also der Laccolith, uns doch wohl diese Bildung leicht erklären können. Denn selbst wenn hier bei der Bildung dieses Harnisches

¹ A. a. O. S. 454.

eine große Explosion mitgewirkt haben sollte, auch die Ursache dieser Explosion würde doch immer der aufgestiegene heiße Schmelzfluß sein.

Wir kommen nun zu einem Punkte, bei dem es zwar zunächst scheinen könnte, daß völlige Übereinstimmung bestehe, bei dem eine solche jedoch noch durchaus zu fehlen scheint. — Es ist das

Die Frage, ob die überschobenen Massen vom Buchberg, von Hertsfeldhausen und vom Lauchheimer Tunnel gleichwerthig sind oder nicht. Unsere bejahende Ansicht wurde bisher von Koken bekämpft, der die ersteren beiden Massen für aufgepreßt, die letztere für durch Eis transportirt ansah. Jetzt aber finden sich¹ die Worte: »Es ist ohne Discussion anzuerkennen, daß Hertsfeldhausen mit dem Buchberg zusammen gehört, während am Lauchheimer Tunnel einige Züge dazu kommen, welche das Bild etwas ändern . . .«. »Demnach wäre der Lauchheimer Tunnel in die Gruppe Buchberg—Hertsfeldhausen zu stellen.«

Diese Sätze bilden eine volle Bestätigung unserer oben ausgesprochenen Ansicht von der Gleichwerthigkeit der drei Massen. Trotzdem aber er giebt sich sofort wieder ein für uns unlösbarer Widerspruch.

Einmal nämlich erkennt Koken an, daß die Buchberg-Masse nicht aufgepreßt sei, sondern den Weiß-Jura überlagere.² Folglich müßte nach den oben citirten Worten Gleiches doch auch von Hertsfeldhausen gelten. Aber ganz im Gegentheil, Koken sagt an anderer Stelle: »Hertsfeldhausen ist sicher aufgepreßt«.

Abermals verstärkt wird der Widerspruch dadurch, daß Koken die Lauchheimer Masse durch glaciale Kräfte an Ort und Stelle transportirt werden läßt.

Die Gleichwerthigkeit der fraglichen Massen am Buchberg, bei Hertsfeldhausen und am Lauchheimer Tunnel wird daher von Koken zwar an einer Stelle voll anerkannt, an der anderen aber ebenso bestritten. Wir werden daher die Frage im folgenden Abschnitte nochmals³ eingehend darlegen und an der Hand der von uns neuerdings vorgenommenen Aufgrabungen besprechen müssen.

¹ A. a. O. S. 458. 460.

² A. a. O. S. 463.

³ Das vulcanische Ries, S. 135—147.

IV. Die Lauchheimer Breccie.

Im W. des Rieses liegen oben auf dem Weifs-Jura ziemlich nahe bei einander die beiden großen überschobenen Braun- und Weifs-Jura-Massen von Buchberg und von Hertsfeldhausen. Beide haben gemeinsam, daß sie je als eine ganze im Schichtenverband gebliebene Scholle auf den Weifs-Jura geschoben sind; daß folglich Gesteinsstücke obermiocänen Alters unmöglich in ihnen vorkommen können (S. 96 ff.), sondern daß sie, wenn überhaupt, dann nur auf ihnen aufgelagert sein könnten.

Diesen beiden Schollen gegenüber steht eine dritte, ebenfalls in der Nähe gelegene Scholle, die sogenannte »Lauchheimer Breccie«. Als wirr struirte Masse, die aus Stücken und Fetzen zahlreicher Gesteinsarten, darunter auch tertiärer, besteht, überlagert sie ebenfalls den Weifs-Jura. Sie war es, welche, im Verein mit der unter ihr zum Vorschein gekommenen Schlifffläche des Weifs-Jura, Deffner zuerst den Gedanken erweckte, daß hier eine Wirkung diluvialer Gletscher vorliege; daß aber nicht nur diese »Lauchheimer Breccie«, sondern auch alle anderen Überschiebungsmassen durch Eis an Ort und Stelle geschoben seien.

Auch Koken hält für die Lauchheimer Breccie den Transport durch Eis für sicher. Wir sehen in ihr eine überschobene Masse.

So sind also beide Theile zwar darin einig, daß die Lauchheimer Masse auf dem Weifs-Jura liege. Aber die Frage nach der Kraft, durch welche diese abnorme Lagerung bewirkt wurde, findet noch zwei völlig entgegengesetzte Lösungen: Eis und Vulcanismus.

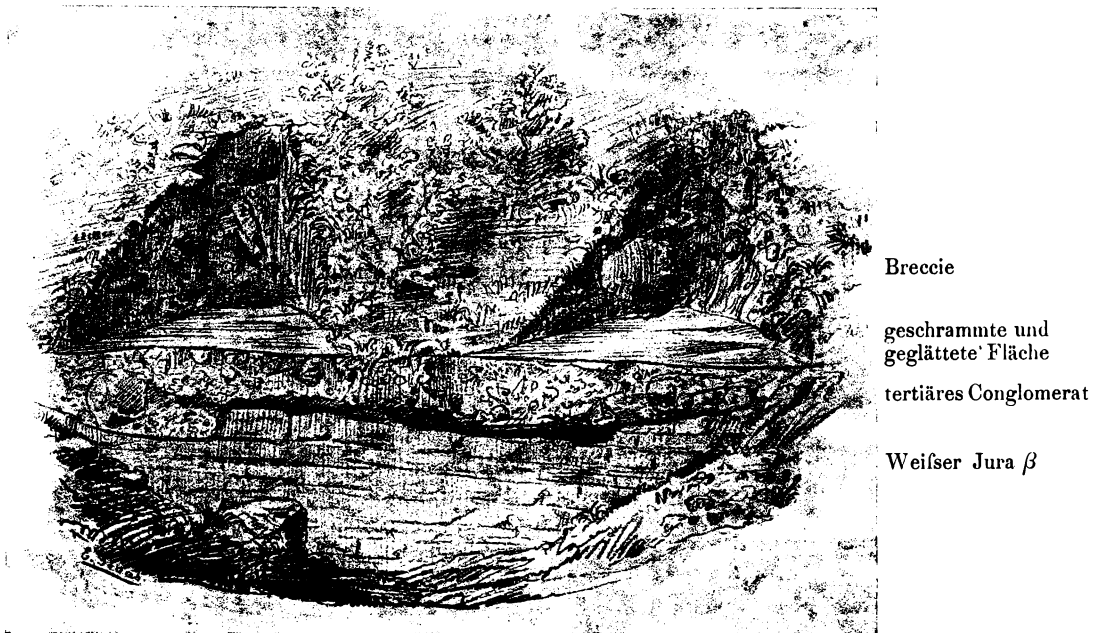
Seit jener Zeit, im Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, zu welcher Deffner diese »Lauchheimer Breccie« gesehen hatte, war dieselbe dem Auge wieder entzogen worden; denn nachdem man sie damals mit einem tiefen Eisenbahneinschnitte und einem Tunnel durchfahren hatte, wurden die Böschungen des Einschnittes unter Bedeckung gehalten, die mehr und mehr heranwuchs. Penck¹ sah, wie es scheint, noch größere Theile des Aufschlusses. Koken konnte vor einigen Jahren ein durch Abrutschung zufällig entblößtes Stück sehen. Ein größerer Ein-

¹ Das Ausland 1884.

Die in solcher Weise unebene Oberfläche des Weifs-Jura β erwies sich nun ganz ebenso glatt geschliffen, wie wir das in unserem Schachte auf dem Buchberg festgestellt hatten; nur mit dem Unterschiede, daß auf dem Buchberg der Weifs-Jura β keine Zerklüftung erkennen liefs, sondern eine ebene Oberfläche besafs.¹

In den Kluftfugen, sowie in den Vertiefungen, welche durch die etwas tiefer liegenden kleinen Schollen des zerklüfteten Weifs-Jura β gebildet

Fig. 11.



Aufschluß im Einschnitt an der Bahnlinie östlich vom Lauchheimer Tunnel.

waren, also in kleinen Mulden dem Weifs-Jura β aufgelagert, fand sich ein sehr festes Conglomerat. Dasselbe war gebildet durch gerundete Weifs-Jura-Gerölle, welche in einer quarzsandigen, auch thonigen Grundmasse eingebettet lagen. Diese Gerölle bestanden aus den sogenannten »Buchberg-Geschieben« Koken's und aus Oberem Weifs-Jura. Bemerkenswerth ist der Umstand, daß die Oberfläche dieses festen, den Weifs-Jura β überlagernden Conglomerates sich als ganz ebenso geglättet und geschrammt erwies, wie die Oberfläche des Weifs-Jura β es an denjenigen Stellen war,

¹ Siehe diese Sitzungsberichte 1901. S. 505.

an welchen sie von dem Conglomerate nicht bedeckt wurde. Im Innern des letzteren waren die Gerölle, offenbar in Folge des Druckes, den die Überschiebung der darüber liegenden Masse ausgeübt hatte, vielfach zerborsten oder mit Spiegeln und Facetten versehen.

Während auf der O.-Seite des Lauchheimer Tunnels unter der Breccie sich das besprochene feste Conglomerat fand, zeigte sich in den Aufgrabungen der W.-Seite des Tunnels unter der Breccie nur eine lose Masse. Dieselbe war gebildet durch vorherrschenden weissen und gelben Sand, in welchem Buchberg-Gerölle lagen. Aber letztere waren hier nicht gekritzelt. In der darüber liegenden Lauchheimer Breccie fanden sich dagegen gekritzte Buchberg-Gerölle, ganz wie das auch an der O.-Seite der Fall war.

Diese Erscheinung erklärt sich leicht, wenn man erwägt, daß die Lauchheimer Breccie von O. nach W. über eine kleine Höhe hinweggeschoben worden ist. An der O.-Seite der letzteren, beim Anstieg, pflügte sie unter sich die soeben geschrammten Gerölle auf und brachte sie mit auf die W.-Seite; hier aber war ihre Vorwärtsbewegung, wenigstens an der betreffenden aufgegrabenen Stelle, nicht mehr stark genug, um die Unterlage derart zu pressen und zu bewegen, daß die Gerölle geschrammt wurden.

Man braucht nicht anzunehmen, daß sich das an der ganzen W.-Seite des Tunnels nothwendig in gleicher Weise verhalten müsse. Dicht neben dieser zufällig aufgegrabenen Stelle könne der Druck sehr wohl stark genug gewesen sein, um dennoch die Unterlage zu bewegen und die Gerölle zu kritzeln. Bei dem großen Gewichte, welches diese Lauchheimer Breccie, ebenso auch die anderen überschobenen Massen, besitzen, muß erklärlicherweise in der Regel bereits eine geringe Bewegung derselben genügt haben, um unter ihr auch die Geröllsandmassen in Bewegung zu versetzen und so die Kalkgerölle durch den Quarzsand zu kritzeln. Die Kritzung dürfte sich vielleicht sehr schnell, in einem Augenblicke vollzogen haben; so läßt sich denken, daß der vorderste Theil der überschobenen Lauchheimer Masse die Kritzung bewirkte, während der hintere Theil der Masse die soeben gekritzten Gerölle emporriß und in sich einwickelte.

Aus dem, was diese beiden großen, neuerdings hergestellten, künstlichen Aufschlüsse am Lauchheimer Tunnel zeigen,

ergeben sich nun für uns die nachstehenden Folgerungen, die eine Ergänzung zu dem vorher (S. 78—82) über die Buchberg-Gerölle Gesagten bilden.

Das unter der Lauchheimer Breccie liegende, feste Conglomerat ist ident mit dem Geröllsande, welcher sich auch an verschiedenen anderen Orten (Buchberg, Hertsfeldhausen) unter den überschobenen Massen findet; es bildet lediglich einen verfestigten Geröllsande mit Buchberg-Geröllen gegenüber jenem losen. Das von dem festen Conglomerate zu Sagende gilt daher auch von dem losen Geröllsande.

Das Conglomerat bez. diese Geröllsande sind älter als die über ihnen liegenden, durch irgend eine Kraft überschobenen Massen. Sie bildeten also in der That ehemals eine weiter ausgedehnte Ablagerung, eine Decke auf dem Weifs-Jura. Dafs diese Decke von Geröllsanden zu der Zeit, in welcher sich die Überschiebungen vollzogen, bereits zum gröfseren oder geringeren Theile durch Erosion wieder entfernt gewesen sein mag, würde nichts an ihrem ehemaligen allgemeineren Vorhandensein ändern.

Erst durch die Überschiebungen bez. durch den Druck der überschobenen Massen erfolgten die Glättung und Schrammung dieses Conglomerates an seiner Oberfläche, sowie die Facettirung seiner Gerölle in seinem Innern, erfolgten die Kritzung und Schrammung, sowie die Facettirung und Zerbrechung der Gerölle in den Geröllsanden. Die Kalkgerölle, welche in Quarzsand eingebettet lagen, wurden nothwendig gekritzelt, sowie der Druck der darüber hinweggehenden »Riesenwalze« sie in Bewegung setzte — wie das bereits früher eingehender dargelegt ist (S. 80).

Auch in der über dem Conglomerate liegenden Lauchheimer Breccie finden sich wiederum gekritzelt und geglättete Buchberg-Gerölle. In dieser liegen sie aber unserer Ansicht nach bereits auf secundärer Lagerstätte, d. h. ihre Kritzung und Glättung entstand nicht etwa erst in der Breccie, wie das der Fall wäre, wenn es Geschiebe wären, wenn also die Breccie eine Grundmoräne wäre; sondern sie entstand schon vorher an anderer Stelle auf die im Vorhergehenden geschilderte Weise unter der überschobenen Masse durch deren Druck; und dann erst wurden die so gekritzelt Gerölle von der Schuttmasse der Breccie aufgepflügt, aufgenommen und mit der Breccie hierher geschoben.

Auf ganz dieselbe Weise wurden aber auch umgekehrt in den Geröllsande an anderen Orten Theile der überschobenen Masse hineingeprefst.

So erklärt es sich, daß am Buchberge der dort jedenfalls schon eine Strecke weit vorwärts geschobene Geröllsand eckige Stücke von Weiß-Jura-Kalk u. s. w. enthielt.

Daß nicht das Eis, sondern nur der Druck der Überschiebungsmassen hier wirksam waren, wird recht wahrscheinlich durch die Zerpressung der Gerölle, die hier wie an verschiedenen anderen Stellen des Riesgebietes ebensowohl von uns beiden, wie von Koken und von Knebel beobachtet worden sind; denn zerpreßte Gerölle und Gesteine sind eine ebenso häufige Erscheinung da, wo der Gebirgsdruck gewirkt hat, wie sie selten sind in Moränen. Auch die beginnende Facettirung, welche diese Gerölle nicht selten erkennen lassen, spricht unserer Ansicht nach gegen Eis. Vor Allem aber geht das hervor aus dem Umstande, daß das feste Conglomerat unter der Lauchheimer Breccie selbst, weil es eben fest war, an seiner Oberfläche ebenso wie der Weiß-Jura abgeschliffen und geschrammt ist. Es kann mithin keine zu diluvialer Zeit erst dorthin geschobene Grundmoräne sein, sondern stellt eine alte verfestigte, aus dem Wasser abgesetzte Schotterablagerung dar, die schon lange an dieser Stelle lag. Daß diese Ablagerung aber nicht etwa obermiocän war (Koken), d. h. erst nach der Riesbildung abgesetzt wurde, sondern mittel- oder altmiocän, das wird mit Sicherheit bewiesen durch den großen Einschluß eines Fetzens dieser Schottermasse, den von Knebel mitten im vulcanischen Tuffe von Burgmagerbein fand (S. 66); denn dieser Tuffausbruch fand zu mittelmiocäner Zeit statt; es muß also damals bereits über ihm der Geröllsand mit Buchberg-Geröllen gelegen haben. Dasselbe geht auch weiter hervor durch das Auftreten von Fetzen von Buchberggeröllsand im mittelmiocänen marinen Sande, welche ebenfalls von Knebel fand. (S. 66).

Aus allen diesen vorhergehenden Schlüssen ergibt sich also hinsichtlich der gekritzten und geglätteten, bisweilen facettirten und zerpreßten Buchberg-Gerölle für uns weiter das Folgende:

Gleichviel, ob die Buchberg-Gerölle heute noch in dem Geröllsande liegen oder ob sie bereits aus demselben herausgespült sind. Gleichviel ob sie heute noch unter den überschobenen Massen liegen, wie am Lauchheimer Tunnel, am Buchberg und bei Hertsfeldhausen; oder ob sie nach Abtragung dieser Massen durch die Erosion heute schon an die freie Tagesfläche gelangten, wie an vielen Orten dort der Fall ist; oder

ob sie, von oben her an den Gehängen herabgestürzt, heute am Fusse der letzteren in Gehängeschuttmassen gefunden wurden, wie bei der Papierfabrik Bopfingen; oder ob sie von der überschobenen Masse der »Lauchheimer Breccie« an anderer Stelle aufgepflügt und umhüllt hierher geschoben wurden: Überall sind diese Kalkgerölle nur durch den Druck der über sie fortgeschobenen Massen, und zwar vom Quarzsande, in dem sie liegen, geschrammt, bez. etwas facettirt oder zerbrochen worden; nirgends sind sie erst in diesen Massen, bez. im Gehängeschutt, geschrammt, bez. facettirt oder zerbrochen worden; nirgends also darf man aus ihrer Kritzung u. s. w. den Schlufs ziehen, dafs sie Geschiebe seien; nirgends können mithin die überschobenen oder die Gehängeschuttmassen, in denen sie etwa gefunden werden, durch die Führung dieser gekritzten Gerölle zu Moränen gestempelt werden. Man nenne diese Bildungen daher pseudoglacial, aber nicht glacial.

Das Gestein der Lauchheimer Breccie. Über dem soeben besprochenen Conglomerate bez. Geröllsande liegt nun die Masse, welche man als Lauchheimer Breccie bezeichnet hat. Dieselbe wird gebildet durch eine erdige Masse, welche erfüllt ist einerseits von nicht abgeschliffenen, nicht geschrammten, eckigen Bruchstücken bez. Thonfetzen der verschiedensten Gesteinsarten von geringer bis zu bedeutendster Gröfse und andererseits von gekritzten Buchberg-Geröllen, welche letztere aus dem Conglomerat bez. dem Geröllsande im Liegenden der Breccie stammen.

Die Buchberg-Gerölle sind von oben bis unten gleichmäfsig (aber doch spärlich) durch die Breccie vertheilt und erreichen zum Theil recht bedeutende Gröfse. Aufser diesen relativ seltneren Buchberg-Geröllen fanden sich grofse Massen von Weifs-Jura, hauptsächlich den oberen Kalken desselben angehörig, aber auch aus den tieferen Horizonten stammend. Braun-Jura war seltener und ebenso Lias, Keuper und Urgestein; doch war die mächtige Gröfse der Schichtenfetzen aus diesen Horizonten bemerkenswerth.

Von besonderem Interesse erscheinen die keineswegs seltenen tertiären Gesteine in der Breccie, von welchen am häufigsten röthlicher, pisolithischer Kalk und sogenannter »Bohnerzkalk«, d. h. durch Kalk verhärtete Bohnerzthone gefunden wurde. Koken hält diesen Pisolith für ein obermio-cänes Riesgestein und folgert daraus für die Lauchheimer Breccie einen

Transport zu diluvialer Zeit. Er bleibt aber den paläontologischen Beweis dafür schuldig. Wir sprechen den Pisolith für unterstes Miocän bez. Oligocän an; denn allenthalben auf der Alb und besonders in der Ulmer Gegend tritt der pisolithische Kalk in derselben Ausbildungsweise im Liegenden der unteren Süßwasserkalke auf. Für diese unsere Auffassung spricht auch weiter der Umstand, daß der gleichfalls in der Breccie liegende Bohnerzkalk dem Ober-Eocän oder Oligocän, der sogenannten Nagethierschichte auf der Alb, angehört.

Von Wichtigkeit und sehr auffallend sind drei Thatsachen: einmal, daß weder von uns noch von Koken die von Deffner erwähnten und hervorgehobenen obermiocänen Braunkohlen und deren Thone oder die Cyprisschiefer gefunden wurden; obgleich natürlich von beiden Seiten gerade auf diese ein besonderes Augenmerk gerichtet wurde.

Sodann zweitens, daß weder in Stuttgart noch in Tübingen Belegstücke dieser Gesteinsarten aus der Lauchheimer Breccie liegen; obgleich doch bei der großen Wichtigkeit derselben für die Altersbestimmung der Lauchheimer Breccie durch Deffner und Quenstedt Vertreter derselben gesammelt sein müßten.

Endlich drittens, daß unser gerade an der Stelle gemachter Schurf, an welcher Deffner in seiner Originalaufnahme Cyprisschiefer und Braunkohlenthon einzeichnet, nicht diese fand, wohl aber eine große Scholle dunkelen Ornatenthones mit den charakteristischen zerpreßten und wieder verkitteten Fossilien, besonders Belemniten aus der Gruppe des *Belemnites semihastatus* und *fusiformis*.

Wir möchten daher doch meinen, daß hier eine irrthümliche Beobachtung Deffner's vorliege, indem er sich durch die dunkle Färbung der oberen Braun-Jura-Thone täuschen ließ; denn der Braunkohlen-Thon des Rieses ist doch wohl nichts Anderes als umgelagerter Jura-Thon, daher diesem sehr ähnlich.

Dagegen liegen allerdings sowohl uns wie Koken die leider sehr schlecht erhaltenen Steinkerne einer Helix vor, welche theils aus einem weißen Kalkstein, theils aus grauem Kalkmergel stammen und von uns an der W.-Seite des Tunnels in der Breccie gefunden wurden; während die in der Tübinger Sammlung liegenden noch aus jener Zeit herrühren, in welcher die Eisenbahn gebaut ward. Eine genaue Bestimmung ist kaum möglich, doch ist ihre Ähnlichkeit mit *Helix sylvana* oder noch mehr

mit *Helix platechyloides* nicht zu bestreiten. Die Bestimmung ist aber unsicher, denn wer wollte die subtilen Unterschiede zwischen den verwandten unter- und obermiocänen *Helix*-Arten an schlecht erhaltenen Steinkernen feststellen?

Selbst wenn die fraglichen Steinkerne zu der Gruppe der *Helix sylvana* gehören, was wäre dann hinsichtlich des Alters derselben bewiesen? Nicht das mindeste, da Formen aus der Gruppe der *Helix sylvana* nicht allein auf das Obermiocän beschränkt sind, sondern bereits in den untermiocänen Rugulosakalken auftreten, wie Koken selbst ja zu wiederholten Malen hervorhebt.¹

Wir glauben daher auch in diesem Falle nicht, daß man den Beweis für das obermiocäne Alter der Lauchheimer Breccie in Händen habe, welchen Koken in seiner vorletzten Arbeit verhiefs, indem er zugleich in scharfer Weise Verwahrung gegen unsere abweichende Ansicht einlegte.²

Um zu einem Urtheil über die Bedeutung, Herkunft, Entstehungsweise dieser »Lauchheimer Breccie« gelangen zu können, müssen wir dieselbe mit gewissen anderen Gesteinsmassen, die am Ries bez. anderwärts auftreten, vergleichen; und zwar könnten in dieser Hinsicht in Betracht kommen: die sogenannte »Bunte Breccie«, die überschobenen Braun-Jura-Massen und echte Grundmoränen.

Vergleich der Lauchheimer Breccie mit der Bunten Breccie. Zuvörderst muß hier nochmals daran erinnert werden³, dass man als »Bunte Breccie« zwei ganz verschiedene Dinge bezeichnet hat. Ein Theil dieser,

¹ Centralblatt f. Min., Geol., Pal. 1900, S. 149 und 151. Rollier vertritt in seinen Arbeiten, so auch wiederum in einer soeben erschienenen, gleichfalls ganz entschieden die Ansicht, daß *Helix sylvana* dem Ober- wie Untermiocän angehöre (Bulletin soc. geol. France 1902, 4^{me} sér. T. 2). K. Miller (Centralblatt f. Min., Geol., Pal. 1901, S. 129) bestreitet das zwar für *Helix sylvana* und hebt hervor, daß diejenigen Arten, welche wirklich dem Unter- und Ober-, bez. Mittelmioicän gemeinsam wären, wesentlich solche seien, die im Wasser gelebt hätten, wogegen die Landschnecken viel empfindlicher für klimatische Veränderungen, mithin sehr niveaubeständig seien. Indessen wenn auch für die Schale der obermiocänen *Helix sylvana* gewisse Merkmale so kennzeichnend sind, daß sie von älteren Formen dieser Gruppe unterscheidbar ist, im vorliegenden Falle handelt es sich leider nur um Steinkerne. Vergl. auch Miller in Jahresh. d. Vereins f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg 1900, S. 395.

² Neues Jahrb. f. Min. 1901, II. S. 128.

³ Das vulcanische Ries. S. 127.

wesentlich aus Keuper und Jura-Thonen bestehenden Bildungen ist sedimentärer Natur. Als der Rieskessel in obermiocäner Zeit — also nach Verlauf der Riesbildung, der Überschiebungen, der Breccien- (Gries-) Bildung, der Tuff- und Schlacken-Eruptionen — sich mit Wasser erfüllte, da arbeitete dieses zunächst die Gesteinsmassen um, welche sich auf dem Boden des Kessels fanden. So entstand vielerorten als unterste Schicht dieser obermiocänen Süßwasserbildungen eine Ablagerung, die aus dunklen Jura- und rothen Keuper-Thonen, dazu auch aus Stücken von Stubensandstein, von Weifs-Jura und granitischen Gesteinen bestand.

Diese Aufarbeitung des Untergrundes, d. h. die im Obermiocän entstandene Abrasionsfläche des Granites und der ihm noch aufgelagerten Keuper-Jura-Schollen, wurde dem Namen nach von Gumbel zusammengeworfen mit der »Bunten Breccie«, welche als Reibungsbreccie zwischen dem Anstehenden und den dislocirten Schollen entstanden ist. Wir hoben den Unterschied hervor, es wurde das aber von uns vielleicht noch nicht genügend scharf zum Ausdruck gebracht und soll deshalb, um jeden Irrthum zu vermeiden, nochmals besonders betont werden. Die »Bunte Breccie« Gumbel's unter den miocänen Auflagerungen im Rieskessel ist also zum größeren oder geringeren Theile ein Sediment, analog z. B. den den Arkosen zwischen dem Buntsandstein und Urgebirge im Schwarzwald.

Was wir aber unter »Bunter Breccie« verstehen, ist nur die Reibungsbreccie, wie sie namentlich am Rande des Rieskessels (z. B. Edernheim, Fluetschenhäuserhof) sehr häufig als ein Product der Aufackerung und Schleppung zwischen einer überschobenen Scholle und dem anstehenden Gebirge auftritt; und im Vorriese als ein Product der Aufpressung. Auch durch Auswurf (S. 15, 64) entstanden solche Massen. Diese sind allerdings nicht mehr »Bunte Breccie«, d. h. Reibungsproduct; aber sie lassen sich von letzterer sehr schwer oder gar nicht unterscheiden (s. Abschn. V).

Nur mit dieser »Bunten Breccie« können wir die Lauchheimer Breccie vergleichen; und zwar speciell eignet sich, des relativ günstigen Aufschlusses wegen, hierzu besonders das Vorkommen am Fluetschenhäuserhof.¹ Dort finden wir wirt durcheinandergeknetet dunkle Jura- und rothe Keuper-Thone, durchsetzt von Stücken altkrystalliner Gesteine.

Dieser Bunten Breccie gleicht mithin die Lauchheimer Breccie völlig in Structur und zum Theil in Zusammensetzung. In letzterer Beziehung

¹ Das vulcanische Ries. S. 133.

waltet nämlich der Unterschied ob, daß Stücke tertiärer Gesteine und Buchberg-Gerölle, wie sie in der Lauchheimer Breccie auftreten, in jener Bunten Breccie nicht gefunden wurden.¹ Dieser Unterschied wird sich dadurch erklären lassen, daß die Lauchheimer Breccie eine Mischung von Bunter Breccie und überschobener Scholle darstellt, welche letztere bei dem weiten Transporte den inneren Verband und Zusammenhang völlig verloren hat, den die überschobenen Schollen vom Buchberg und Hertsfeldhausen so vollständig bewahrt haben.

Vergleich mit anderen überschobenen Schollen. Wir wollen nun die Richtigkeit der Auffassung, daß die Lauchheimer Masse ebenfalls eine überschobene Scholle sei, durch ihren Vergleich mit jenen soeben genannten überschobenen Schollen prüfen, indem wir die beiderseitigen Profile gegenüberstellen.

Vorausgeschickt sei ein Vergleich des Profiles vom Buchberge mit dem von Hertsfeldhausen; von Knebel hat das Letztere durch seine Untersuchung² festgestellt. Es zeigt sich von oben nach unten:

Hertsfeldhausen.	Buchberg.
Weifs-Jura } Braun-Jura }	Weifs-Jura, meist schon weggewaschen }
} überschoben	} überschoben
Buchberg-Gerölle gekritz	Braun-Jura
Überschiebungsfläche auf anstehen-	Überschiebungsfläche auf anstehen-
dem Weifs-Jura.	dem Weifs-Jura.

Aus den obigen Profilen ergeben sich die folgenden Schlüsse:

Beide Schollen sind darin gleich, daß sie nicht nur aus Braun-, sondern auch aus Weifs-Jura bestehen und daß sie beide mehr oder weniger den inneren Verband bewahrt haben.

Beide Schollen liegen oben auf dem Weifs-Jura, sind folglich überschoben, nicht aufgefesft.

¹ Auch liefs sich, weil der Aufschluß nicht tief genug war, die Frage nicht entscheiden, ob die Bunte Breccie direct, oder mit Zwischenlagerung von Buchberg-Geröllsand, den Weifs-Jura am Fluetschenhäuserhof überlagert.

² Beiträge zur Kenntniß der Überschiebungen am vulcanischen Ries. Inaug.-Dissert. Berlin 1902. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1902.

Unter beiden Schollen liegt in gleicher Weise der Geröllsand mit den gekritzten Buchberggeröllen, der folglich hier wie dort eine, bereits vor der Überschiebung vorhanden gewesene Ablagerung darstellt.

Unter beiden Schollen, bez. Geröllsandmassen, ist die Oberfläche des anstehenden Weiſs-Jura geglättet und in derselben, ungefähr O.—W. laufenden Richtung geschrammt.

Beide Schollen sind daher in derselben Richtung und offenbar doch durch dieselbe Kraft vom Riese her auf die Alb hinaufgeschoben worden.

Diesen beiden Profilen wollen wir nun das Profil der Lauchheimer Breccie gegenüberstellen.

Buchberg, Hertsfeldhausen.

1. Braun- und Weiſs-Jura, deutlich geschichtet, daher ohne Buchberg-Gerölle und Tertiär-Gesteine im Innern.
2. Gekritzte Buchberg-Gerölle und Sand als loser Geröllsand; das Ganze vorwärts geschoben und dabei Stücke von Jura-Gestein in den Sand geprefst.
3. Anstehender Weiſs-Jura mit ebener Oberfläche, geglättet und geschrammt.

Lauchheimer Breccie.

- Breccie, wirres, ungeschichtetes Gemenge mit Buchberg-Geröllen und Tertiär-Gesteinen im Innern der Masse.
- Buchberg-Gerölle und Sand, zum Theil als festes Conglomerat, letzteres ist an seiner Oberfläche geglättet und geschrammt; kein Jura-Gestein in das harte Conglomerat hineingeprefst.
- Anstehender Weiſs-Jura β mit unebener Oberfläche, geglättet und geschrammt.

Wie man sieht, findet bezüglich der Lagerung hier wie dort völlige Übereinstimmung statt, denn wir haben von oben nach unten: übergeschobene Masse, Buchberg-Geröllsand, Weiſs-Jura mit geglätteter und geschrammter Oberfläche.

In Structur und Zusammensetzung der beiderseitigen überschobenen Massen aber mangelt jegliche Übereinstimmung: dort liegt je eine aus Braun-Jura und Weiſs-Jura bestehende Scholle, welche ziemlich intact, mit erhaltener Schichtung und Reihenfolge seiner Glieder, als ein Ganzes und ohne daß fremde Gesteinsstücke in die Scholle aufgenommen werden konnten, hierher geschoben wurden.¹

¹ Durch spätere Erosion sind dann freilich am Buchberg die oberen Schichten des Braun-Jura und des Weiſs-Jura fast ganz entfernt worden, so daß wesentlich nur Braun-

Hier, am Lauchheimer Tunnel, besteht die Überschiebung aus einer chaotischen, durcheinandergemengten Masse von Braun-Jura, Weifs-Jura, Tertiär und tertiären, gekritzten Buchberg-Geröllen.

In Folge dieser Unterschiede in Structur und Zusammensetzung entsteht nun die Frage:

Ist die ganze Lauchheimer Breccie gleichwerthig nur dem Geröllsande im Buchberg-Schachte, und zwar das lediglich darum, weil einerseits sie gekritzte Buchberg-Gerölle führt, welche sie aus dem Geröllsande von unten her aufnahm, und weil andererseits im Buchberg-Schachte der unterliegende Geröllsand von oben her hineingeprefste Jura-Gesteinsstücke aufnahm und zugleich wohl auch etwas vorwärts geschoben wurde? Wenn ja, dann würde am Lauchheimer Tunnel eine dem Braun-Jura des Buchberges entsprechende Scholle überhaupt ganz fehlen.

Oder ist die Breccie vom Lauchheimer Tunnel eine über die Buchberg-Gerölle geschobene Masse, also lediglich gleichwerthig der Braun-Jura-Scholle des Buchberges, nur aus anderen Materialien bestehend und anders behandelt, daher anders struirt wie diese; ist sie also lediglich überschobener Schutt anstatt einer dort überschobenen festen Scholle?

Oder endlich ist die Lauchheimer Breccie gleichwerthig der überschobenen Braun-Jura-Scholle des Buchberges plus dem ein wenig vorwärts geschobenen Geröllsande im Schachte?

Die Bejahung der Frage im letzteren Sinne würde vielleicht am genauesten das Richtige treffen, da die Lauchheimer Breccie offenbar Theile des Geröllsandes in sich aufgenommen hat; diese sind mithin ebenso dislocirt, wie der Geröllsand unter der Buchberg-Kappe etwas vorwärts geschoben, also dislocirt ist. Aber eine Entscheidung entweder zu Gunsten der zweiten oder zu der der dritten Frage liefe auf Spitzfindigkeiten hinaus. Es genügt, die erste Frage jedenfalls zu verneinen und die Lauchheimer Breccie für eine überschobene Masse, also als gleichwerthig mit jenen vom Buchberg und Hertsfeldhausen hinzustellen, nur anders behandelt, daher anders struirt als diese, aber doch durch dieselbe Kraft überschoben.

Jura α und β übrig blieben. Jedoch gehört die überschobene Weifs-Jura-Scholle der Beiburg ja ebenfalls mit zu dieser Buchberg-Masse, wenn sie auch räumlich von derselben etwas getrennt liegt.

Welche Kraft? Chaotische Structur ist freilich den Moränen eigen. Aber sie kommt doch nicht allein diesen zu, sondern auch mancherlei anderen Bildungen. Jeder Bergsturz, sei er nur durch die Schwere verursacht, oder habe er seinen ersten Anstoß durch eine Explosion erhalten, jede durch Regengüsse erzeugte Mure, jede durch Lawinen plötzlich zu Thal gebrachte Schuttmasse, jede ganz allmählich angesammelte Gehängeschuttbildung, jedes unter einer überschobenen Gebirgsmasse zerdrückte und gequälte Gestein besitzen mehr oder weniger eine ebensolche wirre Structur.

Wirre Structur ist also so wenig ein ausschließliches Merkmal einer Moräne, daß ihr Vorhandensein in der Lauchheimer Breccie keineswegs als ein irgendwie sicherer Beweis für deren Moränen-Natur betrachtet werden kann.

Das Auftreten gekritzter Gerölle in einer wirr durcheinandergemengten Masse ist aber ebenfalls für die Moränen-Natur der Masse durchaus nicht anstandslos beweisend, weil solche Gerölle sehr wohl im bereits gekritzten Zustande von der Masse aufgenommen worden sein können.

Dazu gesellt sich ein weiterer Grund, welcher das Zeugniß, das diese gekritzten Gerölle etwa doch für einen glacialen Ursprung geben könnten, noch mehr verdächtigt. Es ist das die Thatsache, daß neben jenen gekritzten Kalkgeröllen auch zahlreiche andere Kalksteine in dieser Lauchheimer Breccie sich fanden, welche durchaus eckig und nicht gekritzte waren. Falls nun wirklich die Buchberg-Gerölle erst in der Lauchheimer Breccie, als einer Grundmoräne, gekritzte und abgerundet worden wären, dann hätte doch jene zahlreichen anderen Kalkstücke in derselben wenigstens mehr oder weniger ein gleiches Loos getroffen haben müssen. Das war aber nicht der Fall; und das erklärt sich sehr einfach dadurch, daß die Buchberg-Gerölle ihre Rundung und Kritzung eben nicht erst in der Breccie erhielten.

Noch ein anderer, wie uns scheint sehr gewichtiger Grund spricht dafür, daß die Lauchheimer Breccie keine Untergrundmoräne sein kann. Er liegt in den ganz eigenthümlichen Structurverhältnissen derselben, welche trotz des Chaotischen dennoch von demjenigen weit abweichen, was für Untergrundmoränen die Regel ist. Wir führen im Folgenden die darauf bezüglichen Worte des Hrn. Collegen Sauer an, mit welchen er¹ seine bei den Aufgrabungen am Lauchheimer Tunnel gemachten Beobachtungen aufzeichnete und uns freundlichst zur Verfügung stellte.

¹ S. 92 Anm.

Die angebliche Moräne, sagt Sauer, welche als Lauchheimer Breccie bezeichnet wird, »führt reichlich gekritzte Geschiebe, ist genau so sandig-thonig wie ein gewöhnlicher Geschiebelehm, eher vielleicht noch etwas thoniger und gleicht einem solchen auch in seiner schmutzig bräunlich-grauen Farbe. Die zu dieser chaotisch struirten Masse verwirthschafteten Bildungen scheinen Bunte Keuper-Mergel, verschiedene Jura-Thone, die Jura-Nagelfluh, die wohl vorwiegend die großen Weifs-Jura-Gerölle geliefert hat und Sande gewesen zu sein, die als Facies dieser Nagelfluh auftreten. Bei der Untersuchung fiel mir gleich Anfangs etwas in der Structur für eine Grundmoräne Fremdartiges auf«.

»Das Abweichende beruht in einer besonderen Art der Einbettung des gesammten gröbereren Antheiles der Masse bis zu den Sandkörnern herab. Bei einer echten Grundmoräne, wenigstens soweit mir dieselbe aus meiner langjährigen Beschäftigung mit dem nordischen Diluvium bei Halle und in Sachsen bekannt geworden ist, zeigt sich gröbstes, grobes, sandiges und thoniges Material zu einer fast betonartig festen Masse verbunden. Demgegenüber läßt nun die moränenartige Masse am Lauchheimer Tunnel eine gewisse, recht feste Packung zwar auch nicht vermissen. Aber es fehlt für die Geschiebe, ja man kann sagen, für das gesammte Geschiebematerial bis zu den Sandkörnchen herab, jene innige Verkleisterung mit dem thonigen Cement, wie wir das als charakteristisch für die Structur der echten glacialen Grundmoränen erkennen. Dieses Fehlen des festen Verbandes äußert sich hier darin, daß Gerölle, Geröllchen und Sandkörnchen sich meist ziemlich leicht aus der thonigen Matrix herauslösen lassen, wobei man erkennt, daß sie einen glänzenden Abdruck hinterlassen, gewissermaßen von einem Spiegel umgeben sind.«

»Besonders bei größeren Geschieben wird das bisweilen recht auffällig. »Hohlspiegelstructur« scheint mir dafür ein geeigneter Ausdruck zu sein.«

»Hat man sich erst einmal mit dieser eigenartigen Erscheinung vertraut gemacht und den Blick dafür geschärft, dann gelingt es, dieselbe auch noch in mikroskopischen Dimensionen beim Mustern der Stücke mit der Lupe zu erkennen, und man findet, daß fast jedes Sandkörnchen sich, einen spiegelnden Eindruck hinterlassend, herauslöst.«

»Auch bei Schmädingen habe ich Ähnliches gefunden.«

»Etwas Ähnliches ist mir bei der Structur einer echten glacialen Grundmoräne bisher noch nicht aufgefallen oder bekannt geworden, ja es kann

und darf meines Erachtens bei dieser der Regel nach nicht auftreten; und zwar, wie ich meine, aus folgenden Gründen. Die glänzende Beschaffenheit des Abdruckes aller festen widerstandsfähigen Gerölle und Geröllchen in der moränenartigen Masse am Lauchheimer Tunnel ist hervorgebracht zu denken durch einen starken Druck, der in einer vorherrschenden zähplastischen, vielleicht fast trockenen, vielleicht nur bergfeuchten Thonmasse grobes und feines, hartes Material verknetete. Wie man mit einem harten Gegenstande durch Druck auf einer rauhen Thonmasse, sofern diese trocken oder nur mäßig feucht ist, einen Spiegel erzeugen kann, so ist auch anzunehmen, daß bei Verknetung von Thonsubstanz ähnlicher Beschaffenheit mit festen Gesteinsbrocken unter großem Druck um diese herum um so eher ein glatter Abdruck entstehen muß, als die speckige Beschaffenheit der Thonmasse selbst eine gewisse Glättung dieser Brocken an ihrer Oberfläche bewirkt. Um derartige Wirkungen hervorzubringen, darf aber die Thonmasse nicht stark wasserhaltig, nicht schmierig oder gar breiig sein.«

»Dem gegenüber dürfte es wohl zunächst keinem Zweifel unterliegen, daß eine jede echte glaciale Grundmoräne bei ihrer Bildung sich im Zustande reichlichster Durchtränkung mit Wasser befunden haben muß. Man wird daher im Allgemeinen nicht erwarten dürfen, ähnliche Druckwirkungen, wie die kurz geschilderten, bei einer solchen anzutreffen. Meines Wissens sind sie bisher auch noch nicht beschrieben worden.«

»Solche glatte Ablösungsflächen sind nun aber, wie gesagt, die Regel für die Geschiebe jeder Größe bis hinab zu den kleinsten Sandkörnchen in der moränenartigen Bildung am Lauchheimer Tunnel. Ihr Vorkommen beweist daher, daß die gesammte Gesteins- und Thonmasse mehr oder weniger trocken verarbeitet wurde und daher bei aller sonstigen Ähnlichkeit mit einer glacialen Grundmoräne genetisch scharf von dieser zu trennen ist.«

»Zuletzt mag noch kurz darauf hingewiesen werden — ich deutete das schon an —, daß bei dieser trockenen oder nur schwach feuchten Verknetung alle harten Gesteinsbröckchen, trotz vielfach ganz irregulär, eckig-splitteriger Begrenzung eine fett- bis firnisglänzende Oberfläche erhalten haben, die auch dem Geschiebematerial der echten glacialen Grundmoräne fehlt. Dagegen tritt sie bemerkenswertherweise wiederum auf, nach Noetling's Beschreibung, an den Geschieben der indischen paläozoischen moränenartigen Bildungen.«

»Ich bezweifle es keinen Augenblick, daß auch in einer echten Grundmoräne derartige Erscheinungen sich zeigen können, ja unter besonderen

Umständen sich zeigen müssen, und halte die Bedingungen dazu für gegeben, wenn die Grundmoräne local thonige Massen, z. B. Septarienthon, Keupermergel u. s. w. aus dem Untergrunde aufnimmt und denselben nur unvollkommen verarbeitet. Werden dann etwa noch Gerölle zwischen die von der Grundmoräne nicht assimilirten Thonfetzen geknetet, dann könnte ich mir vorstellen, daß Spiegel um jene entstehen«.

»Eine derartige Facies der Grundmoräne wird aber doch immer nur ganz local sein können und sich nur auf die eingeschlossenen trockenen bis halbtrockenen Thonfetzen erstrecken; während, wie schon bemerkt, eine Bildung von Spiegeln um die Gerölle in der normalen, also gleichmäÙig mit Wasser durchtränkten Hauptmasse der Grundmoräne für nicht wahrscheinlich zu halten ist, weil sie mit ihrer Entstehung im Widerspruche steht.«

Wir glauben, daß man gegen diese Darlegung des Hrn. Collegen Sauer sich nicht wird verschließen können.

Doch noch ein Grund läßt sich gegen einen Eistransport dieser Massen anführen: Koken's eigene, wiederholt in immer festerer Weise ausgesprochene, bisherige Überzeugung, daß es ein großer Fehler wäre, die Schollen vom Buchberg und Hertsfeldhausen als durch Eis verfrachtet ansehen zu wollen. Seine unten citirten Worte lassen das erkennen.¹ Ob er diese Ansicht nun gänzlich oder nur zum Theil aufgegeben hat, darüber vermögen wir uns aus seinen Äußerungen leider kein klares Bild zu machen.

¹ »Der Gletscher fand die aus Braunem Jura und Impressa-Thon bestehende Kappe auf dem Buchberg schon vor«. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. s. w. Jahrg. 1899. XII. Beilageband. S. 479 und 483.)

»Genaue Begehungen des Terrains im Jahre 1900 haben im vollen Umfange zunächst die Unabhängigkeit des glacialen Phänomens von den Lagerungsverhältnissen erwiesen . . . «
 »Die vollste Unabhängigkeit (des glacialen Phänomens) von den tektonischen Verschiebungen springt in die Augen«. (Zeitschrift d. Deutschen Geolog. Ges. 1900. S. 65.)

»Die Existenz dieses senkrecht aufsteigenden (vulcanischen) Schlotes, der haarscharf an den dislocirten Braunen Jura- und Keuperschichten (der Nördlinger Wasserleitung) abstößt, ist beweisend für das (höhere) Alter der Dislocationen gegenüber dem jugendlichen Alter des Moränenschutttes am Buchberg«. (A. a. O. S. 66.)

»Von jeher ist von mir behauptet worden, daß das glaciale Phänomen mit der abnormen Lage des Braunen Jura auf der Höhe des Buchs (über Weißem Jura) nichts zu schaffen habe, und daß man den tektonischen Vorgang, welcher den Braunen Jura dislocirte, und den glacialen, welcher den dislocirten Braunen Jura randlich und oberflächlich verarbeitete, sorgfältig zu trennen habe«. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Paläontologie. Beilageband XIV. S. 161 und 162.)

Zusammenfassung der für die Beurtheilung der Lauchheimer Breccie gefundenen Anhaltspunkte. Die chaotische Structur derselben giebt, da sie keineswegs ein ausschließlich den Grundmoränen zukommendes Merkmal ist, keinen sicheren Anhalt für ihre glaciale Entstehung.

Die gekritzten Buchberg-Gerölle, welche in der Lauchheimer Breccie liegen, sind, wie schon früher dargelegt, nicht erst in derselben gekritzelt worden, sondern in schon geschrammtem Zustande von ihr aufgenommen. Sie wurden geschrammt durch den Druck einer über sie hingeschobenen Masse. Ihr Vorkommen in der Lauchheimer Breccie giebt mithin ebenfalls keinen Beweis für deren glaciale Herkunft.

Die anderen in der Lauchheimer Breccie liegenden Gesteinsstücke sind eckig und ungekritzelt, was sogar gegen eine glaciale Bildung der Breccie spricht.

Die Hohlspiegelstructur der letzteren ist ein Kennzeichen, welches auf trockene, somit in sehr viel höherem Maße auf nicht glaciale Entstehungsweise der Breccie hindeutet als auf glaciale.

Das Profil am Lauchheimer Tunnel stimmt so sehr mit dem Profile am Buchberg und bei Hertfeldhausen überein, daß man nothwendig gleiche Bildungsweise für diese drei Massen annehmen muß. Unmöglich kann man letztere beide als durch Eis verfrachtet ansehen. Folglich auch nicht erstere.

Der Unterschied zwischen den beiderseitigen Massen ist wesentlich ein structureller, hervorgerufen dadurch, daß nach dem Buchberg und nach Hertfeldhausen zusammenhängende Gebirgsschollen, nach Lauchheim aber eine Schuttmasse geschoben wurden.

Das Vorhandensein obermiocäner Gesteinsstücke in der Lauchheimer Breccie ist bisher durch keinerlei handgreifliche Belegstücke erwiesen. Selbst wenn es aber erwiesen wäre, so würde auch dann noch keineswegs ein Transport der Breccie zu diluvialer Zeit und noch viel weniger ein solcher durch Eis damit bewiesen sein. Einmal folgt auf das Obermiocän zunächst das Pliocän, in welchem dann die Entstehung der Lauchheimer Breccie erfolgt sein könnte. Ferner sind obermiocäne Ablagerungen bez. Gesteinsstücke doch nicht auf das Ries beschränkt, sondern haben auch auf der Alb sich gebildet; sie könnten also — falls Stücke derselben in der Lauchheimer Breccie lägen — sehr wohl von der Alb herkommen. Man sieht, daß selbst bei einem Vorhandensein obermiocäner Gesteinsstücke in der Lauchheimer Breccie ein glacialer Transport derselben aus dem Ries heraus nicht im mindesten erwiesen sein würde.

V. Die großen Massen Bunter Breccie nördlich von Donauwörth auf der Alb.

Im S. des Rieses, östlich des Wörnitzthales und von Ebermergen, auf der waldigen Albhöhe, werden gegenwärtig Probeschächte für die neue Eisenbahnlinie Donauwörth–Treuchtlingen gemacht; diese erschließen bis zu ihren verschiedenen Tiefen von 5^m bez. 10^m, ja 17^m überall dasselbe Bild eines wirr durcheinandergequälten, weichen, schmierigen Gesteines, in dem sich Keuperthon, Braun-Jura-Thon und seltene Weiß-Jura-Stücke erkennen lassen. Letztere sind nie an Ecken und Kanten gerundet, nie geglättet oder gekritzelt, abgesehen von vielleicht sich noch findenden Buchberg-Geröll. Auch ein Wasserrifs, der in das Wörnitzthal hinabzieht, zeigt einen schönen Aufschluss in dieser selben Masse und läßt große Fetzen Braun-Jura, vielleicht auch von Lias δ (schwarze harte Kalkknuern und Schwefelkies) erkennen. Von Tertiär-Gesteinen aber fand sich keine Spur.

Diese Masse gleicht der Lauchheimer Breccie bez. der Bunten Breccie dem Wesen nach vollständig, wenn auch die Zusammensetzung der Lauchheimer Masse eine complicirtere ist. Sie bedeckt offenbar das dortige Albplateau überall und in großer Mächtigkeit.

Leider war bisher nirgends das Liegende dieser Masse aufgeschlossen, so daß es also vor der Hand unentschieden bleiben muß, ob unter derselben, wie bei Lauchheim, Buchberg-Geröllsand und geglätteter geschrammter Weiß-Jura liegen. Wir hoffen, diese Frage durch weiteres Schürfen bald entscheiden zu können.

Durch Eis, als Grundmoräne kann diese Masse nicht fortgeschoben sein; denn dann würden die Kalkstücke in derselben sicher an Ecken und Kanten gerundet und geschliffen sein, und das ist nicht der Fall.

Aus dem Riese bez. Vorries stammt sie wohl sicher; dafür spricht ihre derjenigen der Bunten Breccie ähnliche Zusammensetzung.

Sie scheint auch bereits vor der Obermiocänzeit hierher geschoben zu sein; sonst würde sie obermiocäne Gesteine führen, die wir, bis jetzt wenigstens, vergeblich in ihr suchten. Auch das Vorkommen von Fetzen

dieser selben Masse, d. h. von Keuper- und Jura-Thon, im mittelmiocänen oberen Meeressande, westlich von Donauwörth (S. 15, 64), spricht ebenfalls dafür, daß sie bereits in mittelmiocäner Zeit an die Alb-Oberfläche befördert worden ist.

Auf welche Weise? Während die letztgenannten Fetzen bei der Explosion sehr wohl ausgeschleudert sein können, ist das bei dieser ausgedehnten sehr mächtigen Masse schwer anzunehmen.

Liegt hier eine große Überschiebungsmasse vor, die mit Hilfe der Explosion vom Riesberge nach SO. abgeglitten wäre, so würde sich für dieselbe eine Entfernung von 6^{km} vom Riesrande ab ergeben; also eine gleiche Wegstrecke, wie sie die am weitesten vorgeschossenen, im W. des Rieses gelegenen Überschiebungsmassen zurückgelegt haben.

Es ist aber hierbei auch zu erwägen, ob diese offenbar weiter verbreitete thonige Masse sich überhaupt noch auf der secundären Lagerstätte befindet, auf die hin sie abefahren war; ob sie nicht vielmehr schon auf tertiärer Lagerstätte liegt, insofern, als sie durch die Atmosphärien weiter und weiter verbreitet und zugleich eingeebnet worden ist. Sobald man diese Möglichkeit in's Auge faßt, verliert aber auch die erstgenannte Alternative mehr an Unwahrscheinlichkeit; denn von einer solchen späteren Verbreitung durch Atmosphärien könnten natürlich auch sehr wohl die bei der Explosion ausgeschleuderten Massen betroffen worden sein.

Für eine solche spätere Ausbreitung, also für eine Überführung auf tertiäre Lagerstätte, in diesem oder jenem Falle könnte vielleicht die relative Seltenheit an Stücken von Weifs-Jura-Kalk sprechen; denn bei einem Aufbereitungsprocesse mußten die thonigen Massen von den Kalkstücken mehr und mehr geschieden werden. Wogegen bei den durch Auswurf oder Abrutschung auf secundäre Lagerstätte beförderten Massen, so weit sie wirr struirt waren, wohl eher eine Durchmischung verschiedenartiger Gesteinsarten eintreten mußte.

Gegenüber einer so weit ausgedehnten thonigen Masse am Riese ist aber auch die Vorstellung nicht ohne Weiteres abzulehnen, daß hier ein großer Schlammstrom vorliegen könnte. Da, wo bei Vulcanausbrüchen größere Wassermassen vorhanden sind, entstehen nicht so selten Schlammuffströme.¹ Das gänzliche Fehlen vulcanischen Tuffmaterials in dieser frag-

¹ W. Branco, Schwabens Vulcan-Embryonen. Theil III S. 683—702: Die verschiedenen Arten von Tuffen.

lichen Masse bei Ebermergen könnte freilich sofort gegen die Möglichkeit eines solchen Gedankens sprechen. Indessen muß man sich vergegenwärtigen, daß im Ries die vulcanischen Tuffe überhaupt in den Hintergrund treten, und daß zudem, wie wir uns zu zeigen bemühen, die große Explosion ganz unabhängig von solchen Tuff-Eruptionen gewesen sein dürfte, da letztere derselben erst nachfolgten. Man muß sich ferner vergegenwärtigen, daß diese große Explosion schwerlich durch die vom Magma absorbirt gewesenen Gase hervorgerufen worden sein kann, sondern wohl durch die plötzliche Verwandlung großer unterirdischer Wassermassen in Dampf entstanden sein kann. Hier hätten wir also die genügenden Wassermassen zur Verfügung; bei der Explosion wären sie gleichzeitig mit den thonigen Gesteinsmassen als dicker Brei herausgestoßen worden. Auf solche Weise würde sich auch die geringe Beimengung von Weiß-Jura-Kalk erklären.

Es giebt indessen noch eine weitere Möglichkeit. Man könnte daran denken, daß diese hart östlich des Wörnitzthales auftretenden thonigen Massen ihre Entstehung derjenigen dieses Thales verdanken. Letzteres ist durch eine grabenförmige Einsenkung entstanden. Bei diesem Vorgange könnten die Keuper- und Jura-Thone heraufgequetscht worden sein.

Auch von S. her, vom Donau-Abbruche der Alb, könnte man diese Massen durch einen entsprechenden Vorgang ableiten wollen, indem sie zwischen der absinkenden und der stehengebliebenen Albscholle heraufgepreßt worden wären.

Man wird nicht einwerfen dürfen, derartiges sei ganz unmöglich, da diese Jura- und Keuper-Thone ja erst in ziemlicher Tiefe unter der Erdoberfläche anständen. Die plastische Beschaffenheit der Thone macht einen solchen Vorgang immerhin denkbar. C. Diener¹ hat solche Aufpressungen unterliegender thoniger Massen in den Alpen theils wahrscheinlich gemacht, theils kennen gelehrt.

Indessen eine solche Erklärung, wenn auch an sich möglich, kann doch aus folgendem Grunde nicht gut aufrecht erhalten werden. Wir haben im W. des Rieses, so z. B. am Fluetschenhäuserhof², schön aufgeschlossen,

¹ C. Diener, Über den Einfluß der Erosion auf die Structur der südosttirolischen Dolomitstöcke. Mittheilung der k. k. Geogr. Ges. Wien 1900. S. 28. Ferner: Ein Beitrag zur Geologie des Centralstockes der Julischen Alpen. Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt. Wien. 34. Bd. 1884. S. 692.

² Das vulcanische Ries. S. 131.

ganz analoge Massen Bunter Breccie oben auf der Alb. Diese aber liegen theils von jenen Spalten doch zu weit entfernt, um auf sie zurückgeführt werden zu können; theils aber führen sie auch Granitstücke, sind daher wohl auf Auswurf oder Überschiebung zurückzuführen.

Die Entstehungsweise dieser ausgedehnten und mächtigen, wirr struirten thonigen »Bunten Breccie« auf der Albhochfläche bei Ebermergen könnte also auf sehr verschiedene Ursachen zurückgeführt werden:

Eis als wirkende Kraft anzunehmen, erscheint unmöglich, da sonst die Kalkstücke in dem Thone geblättert sein müßten.

Aufquetschung auf der Wörnitz- oder der Donau-Spalte dürfte ebenfalls ausgeschlossen sein, weil man die im W. des Rieses liegenden gleichartigen Massen wegen ihrer Entfernung von jenen Spalten schwer auf diese Ursache zurückführen kann.

Theils Herausschleuderung bei der Explosion, theils Abrutschung und Überschiebung erscheinen als die am meisten einleuchtenden Ursachen. Möglich wäre aber auch Ausstossung eines wäßrigen Breies, eines Schlammstromes, bei der Explosion. Laut der S. 100 gegebenen Definition wäre das dann keine echte »Bunte Breccie« mehr. Später dürften diese thonigen Massen durch die Atmosphärien weiter ausgebreitet worden sein, als das ursprünglich der Fall war.

Wir haben in unserer ersten, soeben citirten Arbeit die Ansicht ausgesprochen, daß diese thonigen Massen Bunter Breccie einst eine weite Verbreitung auf der Alb gehabt haben mögen. Durch die Aufschlüsse bei Ebermergen findet diese Ansicht eine überraschende Bestätigung. Es wird dadurch aber weiter wahrscheinlich, daß auch noch an anderen Orten, an denen oberflächlich ebenso wenig davon zu sehen ist wie bei Ebermergen, die Bunte Breccie auch heut noch die Albhochfläche bedecken mag.

VI. Weitere Beweisgründe allgemeiner Natur gegen einen glacialen Transport der großen überschobenen Schollen.

In Abschnitt III haben wir die Bedenken geäußert, welche wir gegen eine glaciale Deutung gewisser specieller Erscheinungen im Riesgebiete hegen zu müssen glauben.

Dafs auch eine Reihe von Gründen allgemeiner Natur vorhanden ist, welche gegen die Annahme eines glacialen Transportes der großen Schollen sprechen, die unserer Deutung nach durch vulcanische Kraft überschoben sind, das haben wir bereits in unseren früheren Arbeiten eingehend dargelegt.¹

Nun hat jedoch Koken neuerdings der Ansicht Ausdruck gegeben, dafs er am Riese jetzt² die Wirkung von Gletscherspuren nur in um so höherem Mafse erkennen müsse.³

Es tritt daher an uns die Nothwendigkeit heran, durch weitere Gründe die Vorstellung zu widerlegen, dafs die Buchberg-Scholle, und damit auch irgend welche andere große überschobene Schollen, durch Eis an Ort und Stelle verfrachtet sein könnten; oder dafs sie auch nur, wenn auch durch andere Kräfte dorthin verfrachtet, später durch Eis noch in toto so weit vorwärts geschoben sein könnten, dafs dadurch unter ihnen die Glättung und Schrammung der Buchberg-Gerölle und des Weifs-Jura bewirkt worden wären. Diese Gründe sollen im Folgenden erörtert werden.

Mangel an glacialen Spuren im Riesessel. Wäre der Riesessel mit Eis erfüllt gewesen, so müßten sich doch vor Allem, d. h. in viel

¹ Das vulcanische Ries. S. 78—84, 135, 140; Beweis für die Richtigkeit unserer Deutung S. 8 [508].

² D. h. nachdem die Glättung und Schrammung des Weifs-Jura β und das Vorhandensein gekritzter Buchberg-Gerölle unter der ganzen Braun-Jura-Kappe des Buchberges dargethan ist.

³ »Für mich sind hierdurch die Druckwirkungen des diluvialen Eises in einer Weise bestätigt, die noch über meine früheren Annahmen hinausgeht.« Neues Jahrb. f. Min., Geol., Pal. 1901. II, S. 128.

Vollkommen klar sind diese Worte freilich nicht. Auch das, was in der neuesten Arbeit Koken's (ebenda, Beilage-Band XV) auf S. 468 darüber gesagt ist, bleibt ähnlich unklar.

höherem Grade als oben auf der Alb, unten auf dem Kesselboden an vielen Orten Glättung, Schrammung und Grundmoränen finden. Koken selbst hebt das Fehlen der Glättung und Schrammung hier hervor.

Der etwaige Einwand, die Gesteine seien nicht hart genug gewesen, wäre auch nicht stichhaltig, da genügend harte Schollen von Weifs-Jura-Kalk und auch härterer Tertiär-Kalk vorhanden sind. Und wo ist die Grundmoräne, die den ganzen Riesboden bedecken müßte?

Mangel tertiärer, durch Eis transportirter Gesteinsmassen des Rieses oben auf der Alb. Während obermiocäner Zeit war der Rieskessel von einem See oder von Sümpfen erfüllt; auf deren Boden schlugen sich die Schichten dieser Epoche in Form von Braunkohlen, den diese begleitenden Thonen, von Cypris-, Schnecken- und Sprudelkalken nieder, welche sich jetzt noch in dem Kessel finden. Zu Beginn der diluvialen Zeit bildeten sie folglich die Decke des Rieskessel-Bodens, denn pliocäne Bildungen hat man zwischen den obermiocänen und den diluvialen nicht gefunden bez. nicht ausscheiden können.

Wenn nun in diluvialer Zeit das Eis diesen Kessel erfüllt und aus seinem Boden die großen Jura-Schollen herausgebroschen und auf die Alb hinaufgeschoben hätte, so würde es doch vor Allem zuerst die oben aufliegenden tertiären Bildungen aus dem Kessel heraus transportirt haben müssen.

Auf der Alb müßten mithin viel mehr noch große Schollen dieser obermiocänen Gesteine liegen, als jurassische. Das ist aber nicht der Fall. Nur in der Lauchheimer Breccie sollen solche vorhanden sein.¹

Wie ist diese negative Thatsache zu erklären? Doch am ungezwungensten dahin, daß in diluvialer Zeit überhaupt kein Transport von Gesteinsmassen aus dem Rieskessel auf die Alb hinauf erfolgt ist, daß also die auf die Alb geschobenen Jura-Schollen bereits vor der diluvialen Zeit aus dem Ries auf die Alb transportirt waren. Wenn dem so ist, dann können diese Jura-Schollen natürlich nicht durch Eis dorthin verfrachtet sein.

Damit ist selbstverständlich über die Frage eines etwaigen Vorhandenseins von Eis im Rieskessel zu diluvialer Zeit noch keinerlei Urtheil gefällt, sondern nur über eine transportirende Wirksamkeit desselben gegenüber den fraglichen großen Schollen; und auf diese Frage allein kommt

¹ Vergl. darüber den Abschnitt IV. »Die Lauchheimer Breccie«.

es hier an. Wird dennoch das ehemalige Dasein von Gletschern im Rieskessel wirklich nachgewiesen, so folgt daraus noch keineswegs nothwendig ein Transport jener großen Schollen auf die Alb hinauf durch dieses Eis.

Das oben Gesagte könnte als im Widerspruch stehend erscheinen mit den Aussprüchen Koken's, in denen er sagt, daß in den überschobenen Massen Tertiär-Gesteine lägen¹; und daß man aus diesem Grunde »in der Erinnerung behalten müsse, daß die angeblichen Überschiebungen nach-miocän« sind. »Schon jetzt aber muß ich Einspruch erheben gegen die (von uns angeblich geübte) Ausmerzung tertiärer Gesteine in den überschobenen Massen.«

Diese Worte werden im Leser nothwendig die Vorstellung erwecken müssen, daß in den überschobenen großen Schollen, im Gegensatze zu unserer Aussage, stets tertiäre Gesteine vorkämen; und daß wir deren Dasein nur »ausmerzen« wollten. Beides wäre jedoch eine durchaus unrichtige Vorstellung,

Es ist daher nöthig, demgegenüber zunächst abermals klarzustellen, was wir schon früher geltend machten², daß tertiäre Gesteine natürlich in die überschobenen Schollen, soweit diese ihre Schichtung bewahrten, also eine geschlossene Masse bildeten, überhaupt nicht hineingelangen konnten. Das gilt also gerade von den beiden hauptsächlich in Frage stehenden Schollen vom Buchberg und von Hertsfeldhausen³ und es gilt ebenso von den überschobenen Weiß-Jura-Klippen, soweit sie als Ganzes, nicht etwa als Trümmerwerk transportirt worden sind.

Aber noch mehr: Da Koken damals die beiden ersteren Schollen (Buchberg, Hertsfeldhausen) für aus der Tiefe, durch die Alb hindurch aufgepreßt erklärte, so sagte er selbst damit indirect ebenfalls aus, daß in diesen Schollen unmöglich Tertiär-Gesteine liegen können; denn unter der Albhochfläche konnte kein Tertiär liegen und aufgepreßt werden.

Zunächst ist also gegenüber jenen Worten Koken's festzuhalten, daß, selbst wenn wir die Absicht gehabt hätten, jene Tertiär-Gesteine aus den hauptsächlichsten überschobenen Schollen »ausmerzen« zu wollen, uns dazu die Möglichkeit

¹ Das Schlißproblem. S. 91.

² Das vulcanische Ries. S. 101—103.

³ Ob die Braun-Jura-Scholle von Unter-Riffingen ihre Schichtung bewahrt hat, ließe sich nur durch eine Grabung in derselben feststellen.

gefehlt haben würde, da in diesen Schollen überhaupt kein Tertiär liegen **kann**, welche negative Thatsache zudem auch durch Koken's Aufpressungshypothese dieser Schollen indirect zugegeben wird.

Nur im Innern der wirr struirten Lauchheimer Breccie könnten Stücke tertiärer Gesteine liegen.

Freilich, **oben auf** den überschobenen Schollen, oder in Spalten und Taschen derselben, oder in verstürzten, daher wirr struirten Theilen dieser Schollen kann hie und da etwas Tertiär obermiocänen Alters liegen.

Aber würde durch diese Thatsache etwa mit irgend welcher Sicherheit bewiesen, daß dieses Obermiocän bereits vor der Überschiebung der Schollen auf ihnen gelegen habe und mit ihnen zugleich transportirt sei; daß es also, wie diese Schollen, aus dem Innern des Ries stamme? Nicht im mindesten; denn diese obermiocänen Ablagerungen könnten sich ja ebensowohl auch erst nach der zu mittelmiocänen Zeit erfolgten Überschiebung der Schollen oben auf der Alb auf denselben gebildet haben.

Warum sollten denn tertiäre Süßwasserbildungen zu obermiocäner Zeit gerade nur unten, im Rieskessel möglich gewesen sein? Warum nicht auch oben auf der Alb? Thatsächlich finden sich ja hart am Riese oben auf der Alb noch heut obermiocäne Süßwasserbildungen, so im O. bei Wemding, wo Braunkohlenbildungen liegen; und im S. W. oberhalb Edernheim, wo Landschneckenkalke auftreten; außerdem aber in etwas weiterer Entfernung vom Riese an vielen Orten im Vorriese.

Solche etwaigen, oben auf den überschobenen Schollen sich findenden Tertiär-Gesteine brauchen mithin durchaus nicht aus dem Riese zu stammen, können vielmehr auch von der Albhochfläche herrühren; und lange nach der Überschiebung der Schollen können sie dann entweder direct auf den letzteren sich gebildet haben, oder von anderer Stelle her auf dieselben und oberflächlich in sie hinein gelangt sein durch Auswurf bei einer Explosion, oder durch Verstürzung von höher gelegenen Orten herab durch Wasser oder durch Lawinen. Falls übrigens, wie Koken will, eine Vergletscherung stattgefunden haben sollte, so wäre eine solche oberflächliche Mischung obermiocäner, auf der Alb entstandener Gesteine mit den dort lagernden, durch andere Kraft schon vorher überschobenen Schollen sogar der erklärlichste Vorgang, den man sich denken kann.

Ein etwaiges Vorkommen tertiärer Gesteinsstücke oben auf bez. oberflächlich in einigen überschobenen Schollen der Albhochfläche könnte mithin durchaus nicht mit irgend welcher Sicherheit beweisen, dass diese Schollen und dieses Tertiär gleichzeitig durch Eis aus dem Riese auf die Alb geschoben seien, dafs also, wie Koken sagt, die angeblichen Überschiebungen nachmiocän sind.

Es bleibt somit von allen Schollen, so viel wir übersehen können, nur die wirr struirte Lauchheimer Breccie übrig, in deren Innern neben Fetzen von Braun- und Weifs-Jura auch solche von obermiocänen Gesteinen liegen sollen (s. darüber S. 97, 98).

Mangel von aus dem Riese stammenden Schollen im Norden des Rieses. Ein weiterer Grund, welcher die Annahme glacialer Kräfte zur Erklärung der Überschiebungen jener grossen Schollen nicht nur unwahrscheinlich, sondern sogar völlig unhaltbar machen könnte, ergibt sich aus dem Folgenden:

Wir haben gesagt, dafs der Riesessel so hart an den Nordrand der Alb gerückt ist, dafs er nur im O., S., SW. von der Alb umgeben wird. Im N. und NW. dagegen öffnet sich der Kessel durch eine breite Scharte seiner Umrandung in die dem N.-Abhänge der Alb vorgelagerte Keuper-Lias-Braun-Jura-Landschaft.¹ Diese Scharte aber mufs bereits zu mittelmiocäner Zeit vorhanden gewesen sein, wie das aus der Thatsache hervorgeht, dafs damals die grossen Weifs-Jura-Klippen² auf den in der Scharte schon zu dieser Zeit durch Erosion freigelegten Unteren Braun-Jura geschoben werden konnten.

Wie hätten nun wohl aus dem mit Eis erfüllten Kessel die Jura-Schollen durch das Eis an dem steilen Gehänge bez. auch im Egerthale auf die Albhochfläche hinauf in die Höhe geschoben werden können, wenn doch der Kessel im N. eine breite, tiefe Scharte hatte? Mit demselben Rechte würde man ja sonst erwarten müssen, dafs ganz allgemein die Gletscher aus ihrem Sammelbecken, der Firnmulde, an den Gehängen dieser letzteren bergauf in die Höhe steigen müßten; anstatt durch die Scharte der Mulde, d. h. ihre Öffnung in das Gletscherthal, in letzteres hinaus zu fliefsen.

Ein den Riesessel erfüllender Gletscher hätte also vielmehr durch die breite nördliche Scharte der Kesselwand nach

¹ Das vulcanische Ries. S. 45, Taf. II.

² A. a. O. S. 43, 95.

N. geflossen sein müssen; in das niedrige nördliche Vorland der Alb hätte er den steinernen Kesselinhalt, die Granit-, Keuper-, Jura-Schuttmassen, das Riestertiär und die großen zusammenhängenden Gebirgsschollen geschoben haben müssen, falls er überhaupt letztere hätte verfrachten können, was wir bestreiten. Dort im N., in größerer oder geringerer Entfernung vor dieser Scharte, also vor dem Albrande, nicht aber oben auf der Alb, müßte der ehemalige steinerne Inhalt des Rieskessels heute sich finden, wenn eben ein Riesgletscher alle diese überschobenen Schollen wirklich verfrachtet hätte.

Gegen diese Schlußfolgerung würde wohl nur eine Einwendung gemacht werden können: nämlich die, daß in diluvialer Zeit alle orographischen Verhältnisse noch andere gewesen seien wie heute; so z. B., daß an Stelle des heutigen Rieskessels sich damals noch der Riesberg befunden habe, von dem herab das Eis die Schollen auf die Alb geschoben hätte. Koken hat in der That eine solche Ansicht einmal aufgestellt. Aber er war doch vorher zu der gerade entgegengesetzten Überzeugung gelangt, daß in diluvialer Zeit der Rieskessel als solcher schon vorhanden gewesen sei, und er ist nachher wiederum zu dieser ersten Ansicht zurückgekehrt; auch wenn er jetzt in seiner neuesten Arbeit betont, daß immerhin noch Bewegungen des Rieskesselbodens in diluvialer Zeit stattfanden, so ist damit doch noch keineswegs eine völlige Umkehrung der heutigen Verhältnisse ausgesprochen. Es wäre also wohl selbst auf glacialer Seite wenig oder keine Neigung mehr vorhanden, eine solche Einwendung zu erheben.

Das zeitliche Moment als schwerwiegender Grund gegen glacialen Transport. Die folgende Reihe zwingender Schlußfolgerungen wird zeigen, daß auch das zeitliche Moment es nicht gestattet, Schollen, wie die des Buchberges, als durch Eis transportirt aufzufassen.

Die Vergriesung des Weiße-Jura geht im Ries an verschiedenen Stellen nach oben in obermiocänen Süßwasserkalk über¹, d. h. der Gries wurde hier in obermiocäner Zeit durch Kalk verkittet und nahm gleichzeitig herbeigespülte Landschnecken auf. Folglich muß die Vergriesung des Weiße-Jura-Kalkes im Ries erfolgt sein zu einer Zeit, die vor jener obermiocänen lag.

¹ Das vulcanische Ries. S. 103; von Knebel's Beiträge. S. 76.

Nun sind aber Schollen von Weifs-Jura-Kalk, unsere Klippen¹, im vergriesten Zustande überschoben worden. Folglich ist auch die Überschiebung dieser Klippen erfolgt zu einer Zeit, die vor jener obermiocänen lag.

Folglich also kann die Kraft, durch welche die Überschiebung dieser Klippen erzeugt wurde, unmöglich im Eise gesucht werden, da dieses ja, wenn überhaupt, erst in diluvialer Zeit seinen Einzug in das Ries gehalten haben könnte.

Diese überschobenen Weifs-Jura-Klippen aber sind wiederum unmöglich genetisch zu trennen von den überschobenen Braun-Jura-Schollen; alle Überschiebungen werden sich doch wahrscheinlich zu einer und derselben geologischen Zeit gebildet haben.²

Folglich muß auch die Überschiebung der Braun-Jura-Schollen ebenso alt sein, wie diejenige der Weifs-Jura-Schollen, d. h. älter als obermiocän. Folglich können auch diese Schollen nicht durch Eis überschoben sein.

Vergletscherung vom Hesselberge aus? Um auch jeden anderen möglichen Einwand abzuschneiden, seien hier noch zwei weitere Möglichkeiten einer glacialen Erklärungsweise des Transportes der großen Schollen kurz berührt und abgewiesen.

Der breiten Scharte in der Wand des Rieskessels vorgelagert findet sich, in einiger Entfernung nördlich derselben, der 690^m hohe Hesselberg. Aufgebaut aus Lias-, Braun- und Weifs-Jura-Schichten erhebt er sich als ein Erosionsrest der Alb mitten aus der Keuperlandschaft und bildet so einen der Zeugen, welche, dem Nordwestrande der Alb vorgelagert, Kunde davon geben, daß einst die Alb sich weiter nach N. hin ausdehnte. Man könnte nun geltend machen, nicht der Rieskessel, sondern dieser Hesselberg, überhaupt das nördliche Wörnitzgebiet, sei der Ausgangspunkt eines Eisfeldes gewesen, welches durch die offene Scharte des Rieskessels

¹ A. a. O. S. 64, 94, 96.

² Ein jeder Zweifel daran mußte schwinden gegenüber der einen Thatsache, daß am Buchberge nicht nur eine Scholle von Braun-Jura, sondern auch eine solche von Weifs-Jura (Beiburg) ganz dicht neben einander überschoben liegen. (Das vulcanische Ries. S. 76, Fig. 4.) Da jedoch von Koken die Eigenschaft dieser Weifs-Jura-Masse der Beiburg als einer überschobenen Klippe bestritten wird (S. 83), so wollen wir diesen Grund nicht in obige Schlußfolgerung einfügen, obwohl wir ihn für stichhaltig ansehen.

in letzteren hineingeflossen wäre, sich in ihm aufgestaut, ihn erfüllt und seinen Inhalt dann an den steilen Abstürzen empor auf die Alb geschoben habe. Thürach hat diesen Gedanken ausgesprochen.¹ Indessen, eine so wenig umfangreiche Erhebung wie der Hesselberg hätte auch nur einem entsprechend kleinen Gletscher das Leben gegeben haben können.

Einem so kleinen Eisstrome aber eine so gewaltige schiebende Kraft, zudem steile Abstürze hinan, zuschreiben zu wollen, geht, unserer Ansicht nach, nicht an. Man vergleiche damit doch das, was das, eigentlich ganz unvergleichlich viel gröfsere diluviale Inlandeis an Verfrachtung gröfserer Schollen nur geleistet hat.

Die größte Scholle, welche durch das mächtige Inlandeis Schottlands in diluvialer Zeit als Ganzes transportirt wurde, lag bei Elgin in Schottland auf Geschiebelehm. Sie besafs eine Dicke von 13^m und mafs 247 bez. 110^m in Länge und Breite, bedeckte also 27000^m Fläche. Dieses ist die größte Leistung, zu welcher, soviel wir wissen, das riesige schottische Inlandeis befähigt war. Zudem ist diese Scholle, wie Geikie sagt, evidently not travelle far. Demgegenüber schreibt jeder, welcher die fraglichen Jura-Schollen des Rieses als durch Eis verfrachtet ansieht, dem relativ winzigen Hesselberg- oder Riesgletscher geradezu Ungeheuerliches zu! Denn hier, am Riese, handelt es sich um den Transport von Schollen, welche heute noch, nachdem ihre so weichen Massen doch zweifellos sehr stark durch Abtragung verkleinert worden sind, bedeutendere Dimensionen erreichen als jene von Elgin, und welche durch den winzigen Riesgletscher zudem, ohne zu zerbrechen, an den ganz steilen, fast senkrecht werdenden Gehängen des Riesessels emporgeschoben sein müfsten!

Die Buchberg-Scholle misft ungefähr heute 300 und 400^m in Länge und Breite, bez. 1000 und 400^m , falls man die Beiburg-Klippe hinzurechnet.

Die Hertfeldhausener Scholle, heute durch die Erosion zerschnitten, früher ganz zweifellos⁴ zusammenhängend, bedeckt, nach von Knebel's Berechnung, einen Flächenraum von mindestens $4^{km}75$.

¹ Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1896, S. 680. Ferner Bericht über die 29. Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins am 9. April 1896. Sonderabdruck S. 11.

² 40 feets.

³ 270 bez. 120 yards à 3 Fufs. Geikie: The great ice age. 1894, S. 20.

⁴ Man betrachte die von Knebel'sche Karte und man wird dem beistimmen.

Bezüglich norddeutscher Schollen, welche im zusammenhängenden Zustande durch das diluviale Inlandeis transportirt worden sind, möchte ich die folgenden Angaben machen, welche ich einer liebenswürdigen schriftlichen Mittheilung des Hrn. Collegen Deecke verdanke. Derselbe schreibt:

»Ich bin eigentlich nur in einem Falle in der Lage, eine darauf bezügliche Mittheilung zu machen.«

»Meistens ist es unmöglich, wegen der vollständigen Einbettung in den Diluvialmergel, die Dicke oder Breite und Länge gleichzeitig zu ermitteln, wenn nicht das umgebende Gelände abgebohrt wird. Außerdem bleibt in den meisten Fällen, wo größere Schollen vorliegen, zweifelhaft, ob dieselben nicht an der Basis mit dem Anstehenden zusammenhängen. Dann wären es keine Schollen, sondern nur Aufpressungen durch Eisdruck, die allerdings sehr bedeutend werden können. Wenigstens fasse ich die Faltungserscheinungen auf Jasmund zum größten Theil als eine Folge des Eisdruckes auf die weiche, nachgiebige Basis auf.«

»Das Beispiel, welches ich meine, ist die Kreidescholle der Cementfabrik »Stern« in Finkenwalde bei Stettin. Dieselbe ist in Breite und Länge beinahe völlig erschlossen und durch den Abbau auch in der verticalen Richtung zu übersehen. Es ist eine wirkliche Scholle, da sie von Diluvialsanden bedeckt und nachweislich von diesen auch unterteuft wird.¹ Diese Kreide ist ein lang gestrecktes, landeinwärts dicker werdendes, schließlich umgebogenes und gestauchtes riesiges Geschiebe von etwa 400^m Breite, 300 bis 350^m Länge und wechselnder Dicke. Diese wird in der Nähe der Oder gering und nimmt mit dem Ansteigen der Scholle landeinwärts zu, so daß bei einer Lage von 45^m über NN. schließlich 27^m Kreide entwickelt sind. Bei der Berechnung nimmt man zweckmäßig höchstens 15^m an und erhält daher für die Gesamtmasse dieser Scholle einen Näherungswerth von 2100000^{cbm}.«

»Zu bemerken ist, daß aber nicht nur die Kreide, sondern auch erhebliche Massen von Septarienthon mit von diesem Eisschub ergriffen sind und an der Basis wie an dem Kopfe der Scholle als mächtige schwarze Massen hervortreten. Mag daher eine oder die andere Dimension der Kreidescholle etwas zu groß genommen sein, so ist eine Compensation durch den

¹ Querschnitte derselben finden sich in Deecke's geologischem Führer durch Pommern und in dem von Wahnschaffe, Berendt und Keilhack herausgegebenen Führern für die Geologische Gesellschaft und den 7. internationalen Geographentag in Berlin.

Septarienthon gegeben. Ich möchte daher 2 Millionen Cubikmeter eher für zu klein, als zu groß schätzen.«

»Dieses ist aber die größte, mir überhaupt aus unserem Gebiete bekannte Diluvialscholle; die Hauptmasse der anderen Schollen ist viel, viel kleiner, und bei Finkenwalde scheint auch keine directe Verschleppung auf weitere Entfernung eingetreten zu sein, da ja ringsum im Boden bei Bohrungen Kreide nachgewiesen wurde, sondern eher ein Hinaufschieben tiefer liegender Massen auf den Rand des Thales. Dabei hat unzweifelhaft der Septarienthon, der an der Basis der Kreide sichtbar wird und deutlich druckschiefrig-blättrig ist, als Gleitmaterial gedient, als Glättungsmittel und ist als solches in alle Sprünge der Kreide eingedrungen. Diese innige Verknetung tritt auch in den benachbarten Gruben der Züllchower Cementfabrik bei Finkenwalde deutlich hervor. In diesen ist aber eine Schätzung der Sedimentmassen wegen der Durchdringung mit Diluvium nicht gut möglich.«

»Ein zweites Beispiel wären die Kalkschollen des Kimmeridge bei Fritzow, welche man bisher immer für anstehendes Gestein gehalten hat. Bohrungen zeigten jedoch, daß sie von Diluvium und Sand unterlagert sind. In der Voraussetzung, daß auch dieser Sand quartär ist, kann man für einzelne dieser Vorkommen wenigstens schätzungsweise die Größe feststellen. Das Hauptkalklager im Walde beim Forsthaus Fritzow hat die Dimensionen $100 \cdot 100 \cdot 7^m = 70000^{cbm}$, das zweite am Kalkofen kann auf $50000 - 60000^{cbm}$ geschätzt werden. In beiden Fällen sind es aber Maxima; dazu kommen noch einige kleine Schollen, so daß die Gesamtmasse der einzelnen, bei Fritzow lose im Diluvium gelegenen Kalkklötze auf 130 bis 150000^{cbm} veranschlagt werden mag. Aber diese Masse ist entzwei gegangen und liegt in großen, durch Diluvium von einander getrennten Trümmern auf Sand und Geschiebemergel auf 2000 Schritt Breite verstreut (etwa 1300^m).«

»Alle anderen, mir bisher bekannten Schollen sind erheblich kleiner, so die von Nemitz, Tripsow, die einzelnen Kreideklippen von Dobberpfuhl und Parlow, sowie von Samtens und Stralsund auf Rügen.«

»Allen Schollen pflegt gemeinsam zu sein eine relativ geringe Dicke bei größerer horizontaler Ausdehnung, also flache Gestalt, sowie eine geneigte Lage im Diluvium und vollständige Zerrüttung des Materials. Bei Finkenwalde sind alle Belemniten zerbrochen, bei Fritzow sind die großen

Ammoniten zertrümmert. Diese Zerrüttung tritt auch auf Bornholm in den Graptolithenschiefern des Rispebjergs und in dem Trinucleusschiefer an der Brücke von Vasagaard deutlich hervor.¹ Hinter den Schollen macht sich ferner oft eine Art Schweifbildung bemerkbar, bestehend aus losgelösten und zurückgebliebenen Trümmern. Ebenso kommen vor der Hauptmasse Zungen vor, die durch weiter geschlepptes Gestein entstanden sind, daher erscheinen allerdings nicht sehr häufig solche Schollen linsenförmig im Querschnitt und ohne scharfe Begrenzung gegen das Diluvium.«

So ergiebt der Vergleich, dafs das übergewaltige diluviale nordische Inlandeis relativ nur geradezu winzigere, selbst absolut aber nur kleinere Schollen von zusammenhängender Beschaffenheit verfrachtet hat, als der unendlich viel kleinere hypothetische Hesselberg- oder Riesgletscher verfrachtet haben müssten, wenn jene Schollen durch Eis transportirt worden wären. Zudem müßten letztere beide diesen Transport noch an dem steilen Gehänge des Rieskessels hinauf bewirkt haben, ohne dafs die Schollen dabei zertrümmert wären.

Allgemeine Vergletscherung der Alb? Aber noch einen anderen Einwand könnte man erheben: Nicht ein kleiner Ries-, nicht ein geringer Hesselberg-Gletscher hätten den Transport der Schollen bewirkt. Es habe eine allgemeine, also gröfsere Vergletscherung der Alb bestanden; diese habe ihre Eismassen in den Rieskessel hinab geschickt und sie mit jenen Schollen beladen wieder hinauf auf die Alb gedrückt.

Koken hat in der That ausführlich diese Ansicht vertreten² und aus der Richtung der Schrammen unter den überschobenen Schollen geschlossen, dafs von der Alb die Eismassen in das Ries hinabgeglitten seien. Sogar Anzeichen einer zweimaligen Vergletscherung³ vermeint er gefunden zu haben. Indessen diese Ansicht ist dann, mindestens in ihrem ersten Theile, von Koken selbst wieder als nicht statthaft erkannt worden, so dafs wir keine Gründe gegen dieselbe anzuführen brauchen.

Zusammenfassung aller Gründe, welche gegen eine glaciale und für eine vulcanische Kraft bei Entstehung der Überschiebungen sprechen.

¹ Vergl. die Abbildung in Johnstrup, Abrifs der Geologie von Bornholm. Festschrift für die Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Greifswald 1889.

² Die Schlißflächen. S. 15, 19, 21.

³ A. a. O. S. 88.

1. Die Steilheit der Gehänge des Rieskessels. Drygalsky's Untersuchungen haben zwar die Möglichkeit dargethan, daß Gesteinsmassen durch Eis an sanft geneigten Flächen emporgeschoben werden können; aber er selbst hat in mündlichem Gespräche die Möglichkeit abgelehnt, daß eine Verfrachtung an so steilen Gehängen und Abstürzen hinauf erfolgen könne.

2. Die Meereshöhe der überschobenen Schollen, die bis zu 578^m am Buchberg und 630^m bei Unter-Riffingen steigt, während der Riesboden jetzt in 430^m Höhe liegt. Dazu hätte es mindestens einer großen Vergletscherung der ganzen Alb bedurft, von der Koken selbst nun aber wohl absieht.

3. Die nur geringe Entfernung vom Riesrande, welche diesen Schollen zukommt, während doch eine solche allgemeine Albvergletscherung sie auch in weitere Entfernung hingeschoben haben müßte.

4. Der ungestörte Schichtenverband der Buchberg- und Hertsfeldhausener Schollen. Unmöglich hätten diese an dem steilen Gehänge hinaufgeschoben werden können, ohne ihren Zusammenhang völlig zu verlieren.

5. Die gewaltige Größe dieser Schollen gegenüber der geringen Größe des angenommenen Ries- oder Hesselberg-Gletschers, da doch selbst das ungeheure diluviale Inlandeis so große zusammenhängende Schollen kaum, und dann wohl meist nur auf geringe Entfernung, transportirt hat.

6. Die Unmöglichkeit, eine Moränenart zu nennen, welcher diese Schollen zuzurechnen wären. Sie stammen aus der Tiefe des Rieses: Folglich können sie nicht Oberflächenmoräne sein, denn wie hätten sie auf den Rücken des Eises gelangt sein sollen, das mindestens 200—300^m dick sein mußte. Folglich können sie aber auch nicht Stirnmoräne sein, denn das Eis mußte sich ja über ihnen anhäufen, nicht hinter ihnen. Folglich können sie auch nicht Grundmoräne sein, denn dann hätten sie ihre Schichtung unmöglich (s. Punkt 1 und 2) bewahrt haben können.

7. Der Mangel einer den ganzen Boden des Rieskessels bedeckenden Grundmoräne sowie zahlreicher glacialer Schrammen und Polituren an den emporragenden Massen des Weiß-Jura und der Tertiär-Kalke im Ries.

8. Der Mangel großer Schollen tertiärer Kalke, die doch vor Allem aus dem Kessel auf die Alb hinaufgeschoben sein müßten.

9. Der Mangel eines riesigen Walles von Jura- und Tertiär-Schollen im N. der großen Scharte in der Umrandung des Rieskessels; denn dorthin, nach N. hinaus, nicht aber auf die Alb hinauf, hätte das Eis geflossen sein müssen.

10. Das zeitliche Moment: Die Braun-Jura-Schollen müssen zu derselben Zeit überschoben sein wie die Weifs-Jura-Schollen. Letztere aber sind im Riese zweifellos bereits vor der obermiocänen Zeit überschoben; folglich doch auch erstere.

Schlusswort. Diese große Zahl von Gründen macht, unseres Erachtens, zunächst einmal die Annahme ganz unmöglich, daß das Eis es gewesen sein könne, welches die fraglichen Schollen aus dem Rieskessel auf die Alb geschoben habe.

Wer trotzdem hier Wirkungen glacialer Kräfte erblicken wollte, würde daher zunächst sich mindestens dahin einschränken müssen, daß er den vulcanischen Kräften den ersten, zu tertiärer Zeit erfolgten Transport der Schollen auf die Alb hinauf überliesse und nun dem Eise nur den weiteren, zu diluvialer Zeit erfolgten Transport derselben über die Alb dahin zuschriebe.

Wir vermögen nicht zu ersehen, ob Koken mit seinen von uns citirten Worten¹ jene mehr, oder diese weniger weitgehende Ansicht hat aussprechen wollen. Indessen auch eine solche beschränkere Einwirkung glacialer Kräfte würden wir für völlig ausgeschlossen halten müssen.

Gewiß würde eine oben auf der Alb liegende Buchberg-Scholle an ihrer Oberfläche von einem über sie dahinkriechenden Eise bearbeitet werden können. Aber daß das Eis die ganze gewaltige Masse und Last dieser Scholle bis auf deren Unterlage hin, und gerade genau bis auf diese hin, in Bewegung gesetzt haben sollte, die ganze Scholle vorwärtsschiebend und auf solche Weise jetzt erst unter ihr jene Glättung und Schrammung erzeugend — dazu scheint uns die Kraft dieses Riesgletschers durchaus unzureichend gewesen zu sein.

Die Lösung des Problemes würde auch in unnöthiger Weise complicirt werden dadurch, daß man zwei verschiedene Kräfte in Anspruch nähme, um diese Scholle zweimal zu bewegen. Es wäre ferner nicht einzusehen, warum die vulcanische Kraft, wenn sie doch die vom Berge abgleitende Scholle oben auf die Alb hinauf zu schieben vermochte, nicht auch die Scholle dort noch etwas weiter habe schieben können. Vor Allem aber erschiene uns eine Schlußfolgerung nicht möglich, welche dahin ginge: »So lange die schweren Schollen durch vulcanische Kraft über die Alb

¹ Siehe S. 107 Anm. 1.

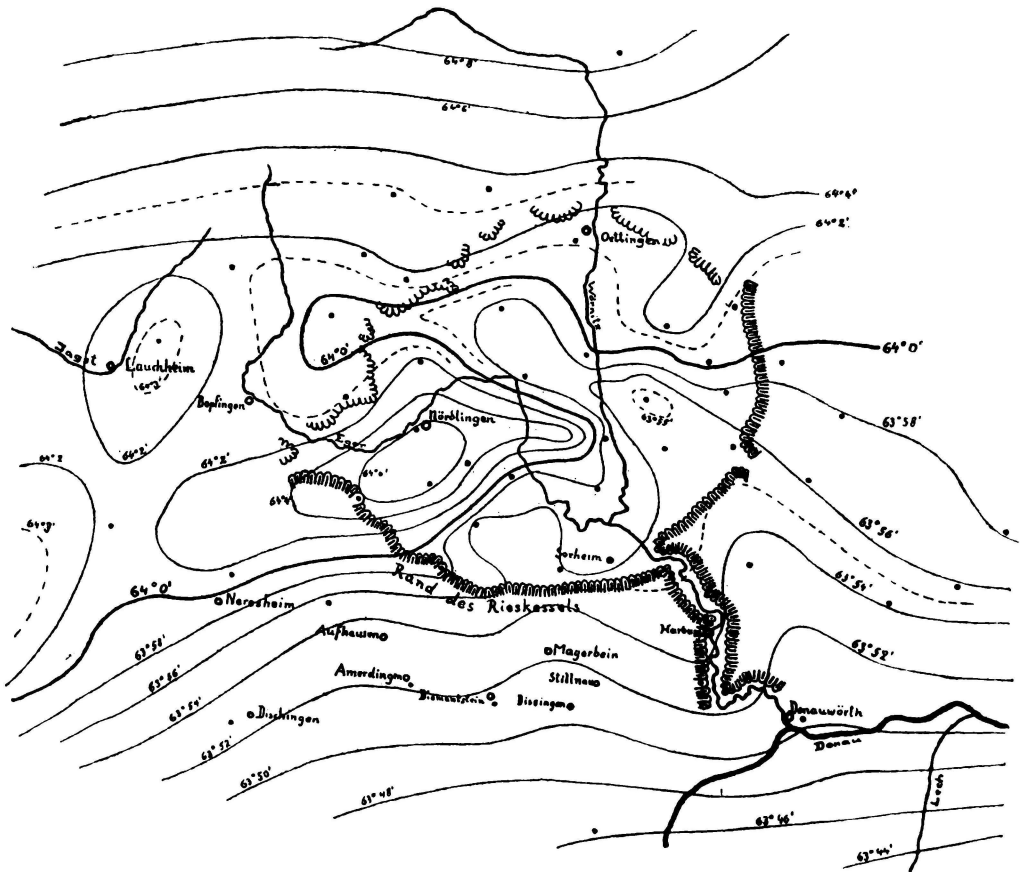
geschoben wurden, konnten unter ihnen die fraglichen Glättungs- und Schrammungserscheinungen nicht entstehen. Sowie die Schollen aber durch Eis vorwärts geschoben wurden, erfolgten unter ihnen diese Bildungen«. Das wäre doch nicht zulässig; denn nicht die schiebende Kraft glättete und schrammte, sondern die geschobene Masse that das durch ihr Gewicht. Die Kraft also ist hierbei das Nebensächliche. Hat daher die vulcanische Kraft die Scholle überhaupt einmal über deren Unterlage dahinbewegt, so hat sie zugleich auch die pseudoglacialen Wirkungen unter der Scholle hervorgerufen, die wir unter derselben sehen; und es wäre nun kein Grund mehr vorhanden, für die Entstehung dieser Wirkungen das Eis verantwortlich machen zu wollen.

Gegenüber der kürzlich formulirten Auffassung, dafs am Riese die Druckwirkungen des Eises nun »in einer Weise bestätigt sind, die noch über meine früheren Annahmen hinausgeht«¹, müssen wir daher an der Auffassung festhalten, dafs die vulcanische Kraft der einzig mögliche Urheber der Überschiebung der großen Schollen und der dadurch hervorgerufenen pseudoglacialen Wirkungen im Riesgebiete ist.

¹ Siehe S. 113 und Anmerkung 3.

Anhang zu S. 53.

Wenngleich die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, welche Herr Prof. Haussmann über die magnetischen Störungen des Riesgebietes freundlichst unternommen hatte, so war es demselben doch möglich, uns noch in letzter Stunde die nachstehende vorläufige Karte¹ der Isoklinen zukommen zu lassen.



¹ Die flüchtig skizzierte Umgrenzung des Rieskessels macht keinen Anspruch auf Genauigkeit; besonders im N. und NW., wo die Kesselwand mehr oder weniger fehlt, läßt sich überhaupt eine genaue Grenze nicht angeben.

Ist der Betrag dieser Störungen auch kein grosser¹, so läßt sich aus dem Verlaufe der Isoklinen doch leicht eine Bestätigung des auf S. 53 Gesagten erkennen. Man mufs sich nur vergegenwärtigen, dafs es sich im Riese über Tage ja keineswegs um basische, eisenreiche Eruptivgesteine handelt, sondern um saure, liparitische, die auf den Magneten kaum ablenkend wirken dürften. Diese mögen zunächst in der Tiefe den von uns angenommenen Laccolith bilden. Erst in gröfserer Tiefe mag, wenn überhaupt, basisches Gestein folgen, bezüglich mag letzteres sich nur an gewissen Stellen von dem sauren Magma durch Differenzirung angehäuft haben.

Ist dem so, dann wird leicht erklärlich, warum der Betrag der Störungen kein grosser ist; denn die Wirkung des eisenreichen Gesteines auf die Magnetnadel mufs ja eine um so geringere sein, je tiefer es liegt, und je mehr der Laccolith auch aus saurem Gesteine besteht. Wird ein Laccolith lediglich durch saure Gesteine gebildet, so wird er den Verlauf der Isoklinen überhaupt gar nicht zu beeinflussen brauchen, und trotzdem ist er vorhanden.

Wenn folglich im Riesgebiete der Betrag der Ablenkung, welche die Magnetnadel erfährt, kein grosser ist, so braucht dies keineswegs Hand in Hand zu gehen mit einer entsprechend geringen Gröfse des Laccolithen, die Sache kann sich vielmehr gerade umgekehrt verhalten. Dafs aber überhaupt eine Ablenkung hier vorhanden ist, die sich weder durch sedimentäre Eisengesteine noch durch Bruchlinien erklären läfst, beweist, so scheint uns, zur Genüge das Vorhandensein des von uns angenommenen Laccolithen.

¹ D. h. es handelt sich nur um einige Minuten, während z. B. die Magneteisensteinmassen in Schweden und im südwestlichen Spanien Änderungen der Inclination hervorrufen, die sich nach freundlicher Mittheilung des Herrn Haussmann auf 40 Grad und mehr belaufen.

Inhaltsverzeichnifs.

Einleitung	S. 3
I. Anzeichen einer großen vulcanischen Contact-Explosion, welche als mitwirkende Ursache der Breccien- (Gries-) Bildungen und Überschiebungen anzusehen ist.	S. 5
Vier unterscheidende Merkmale zwischen dem vulcanischen Gebiete von Urach und demjenigen des Rieses, daher die Nothwendigkeit, hier wie dort verschiedene Entstehungsursachen anzunehmen	S. 6
Abgleiten als Ursache von Überschiebungen. Ardennen, Voralpen, Lombardische und Venetische Alpen, Appennin, Skandinavien	S. 7
Weitere Beispiele für das Entstehen localer senkrechter Aufpressungen, vermuthlich durch aufwärts drängenden Schmelzfluß. Adamello, Ostböhmen, Niederschlesien, Harz, Tatra. Vulcanische Inseln	S. 9
Der Größenbetrag der Überschiebungen am Riese, welche wir durch Abgleiten in Folge von Aufpressung erklärten, beläuft sich auf nur 2—6 ^{km} Wegstrecke	S. 13
Mitwirkung einer großen Contact-Explosion im Vorries und Riese, welche die Massen in's Abgleiten brachte und die Zerschmetterung (Vergriesung) des Weifs-Jura zum Theil mit erzeugte	S. 14
Ihre Unabhängigkeit von den kleinen Explosionen der Tuff- und Schlackeneruptionen S. 16. E. Süfs's Ansicht über die Entstehung des Rieses durch diese große Explosion S. 18.	
Gründe, welche die Annahme einer, der Explosion vorhergehenden Aufpressung nöthig machen	S. 19
Nochmals die Frage, ob alte Inselbildung oder ob Aufpressung des Granites im Riese, unter noch anderen Gesichtspunkten S. 21. Zusammenfassung S. 26.	
Die große Explosion des Bandai San in Japan 1888 als Beispiel für Entstehung von Überschiebungen, die binnen wenigen Minuten 9 ^{km} weit abfahren . .	S. 27
Solche Überschiebungen, verursacht durch eine große vulcanische Explosion, sind offenbar auch an anderen Orten vorgekommen, nur sehr schwer erkennbar, da hier meistens vulcanisches Gestein ununterscheidbar auf vulcanischem liegt S. 30. Erfahrungen bei künstlichen Explosionen S. 32.	
Die Herkunft der Gase. Die Gase vulcanischer Explosionen können dem Magma entstammen, dann liegt eine echte vulcanische Explosion vor. Sie können durch plötzliche Verwandlung unterirdischer Wassermassen in Dampf ent-	

- stehen, dann liegt nur eine Contacterscheinung, eine unechte vulcanische Explosion vor S. 33
- Zwei andere Erklärungsversuche, durch welche man die Breccienbildungen, Überschiebungen und Aufpressungen zurückführen könnte: Auf den horizontalen Druck der südlich der Donaulinie absinkenden Gebirgsscholle gegen die nördlich dieser Linie stehen bleibende. Eine solche Lösung erweist sich als nicht durchführbar S. 36
- Auch auf Erderschütterungen ließe sich die Vergriesung nicht zurückführen S. 40.

II. Das Vorries S. 42

A. Einleitung.

Lage und Name. Berechtigung des Ausdruckes »Vorries« gegenüber von von Gümbel's »Gürtelzone« S. 42. Selbständigkeit des Gebietes S. 42. Bau des Vorrieses S. 43. Abwechselndes Auftreten der liparitischen Tuffe und der granitischen Explosionsproducte S. 44. Breccien-Bildungen S. 45.

B. Eruptions- und Explosionsproducte.

1. Allgemeines.

- a) Fester Liparit im Riese S. 45
- b) Liparitische Eruptionen S. 46
- c) Granitische Explosionsproducte S. 47

Erläuterung dieser Bezeichnung S. 47. Ist ihre Grundmasse liparitischer Tuff oder nur zerriebenes altkrystallinisches Gestein? S. 47. Als Reibungsbreccie kann man die granitischen Explosionsproducte nicht deuten S. 48.

Frage der Inselbildung der Granitmassen im Vorries. Als ursprünglich inselförmige Emporragung kann man die granitischen Massen auch hier nicht ansehen S. 49. Sie müssen durch Aufpressung in den Weiß-Jura gelangt sein S. 49. Gründe, welche das schwer Begreifliche einer Aufpressung mildern S. 50. Haussmann's Karte der magnetischen Störungen im Riese und Vorries spricht für das Vorhandensein eines eisenreichen Eruptivgesteines in der Tiefe S. 53 u. 127. Magnetische Störungen im vulcanischen Kaiserstuhlgebirge S. 54.

2. Speciell.

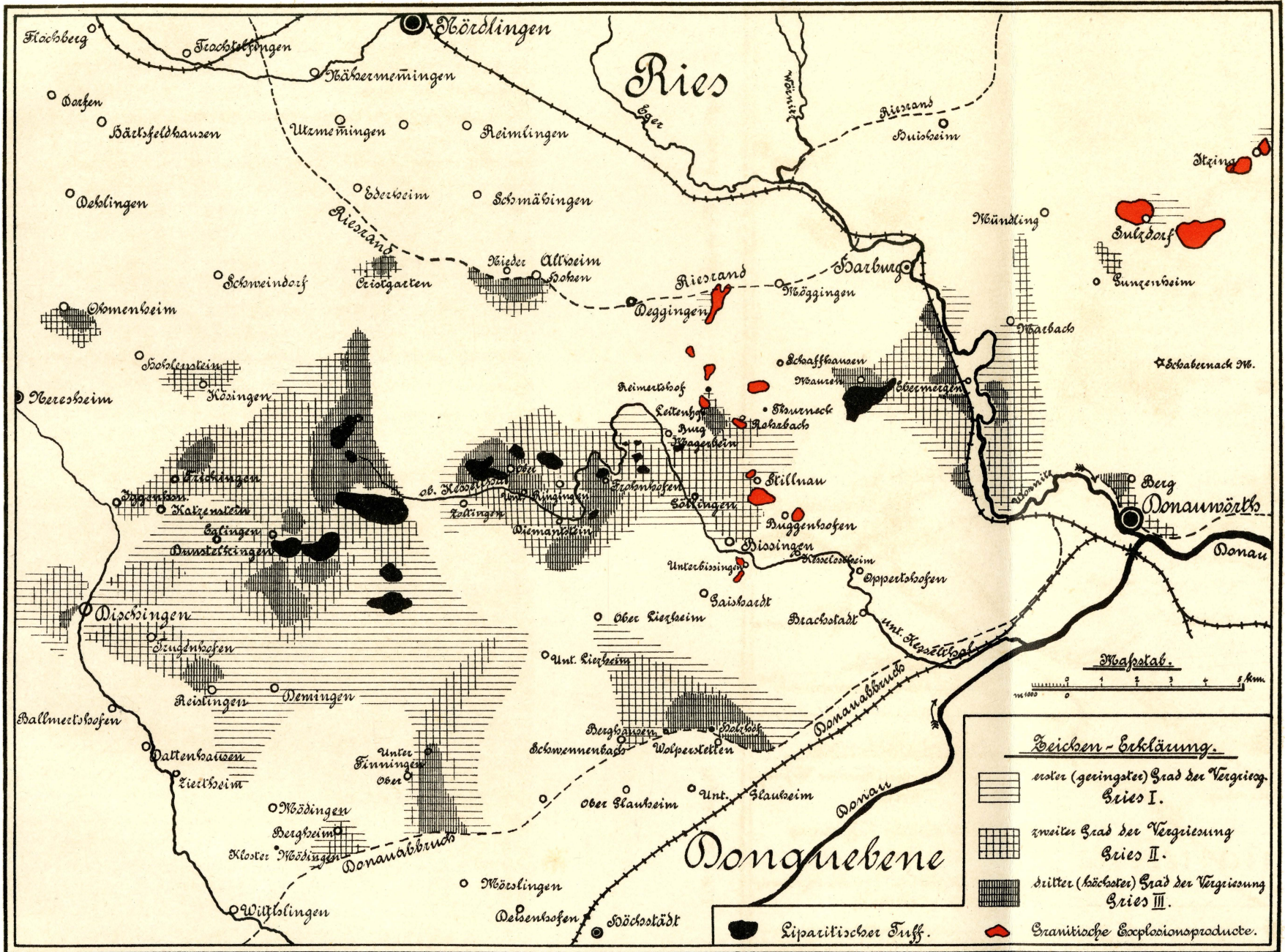
- a) Einheitlicher (unzerblasener) Granit im Riese S. 55
1. Wenneberg S. 55. 2. Lierheim S. 56.
- b) Granitische Explosionsproducte im einheitlichen Granite. . S. 57
- Am Keller bei Balgheim S. 57.
- c) Granitische Explosionsproducte in Verbindung mit liparitischem Tuffe S. 57
- Kirchberg bei Schmähingen S. 57.
- d) Granitische Explosionsproducte im Vorries S. 58
1. Unter-Bissingen S. 59. 2. Stillnau S. 59. 3. Rohrbach S. 61.
4. Sulzdorf S. 62. 5. Itzingen S. 62.

3. Altersverhältnisse.

Die große Explosion und die kleinen Explosionen der liparitischen Tuffe scheinen zwei sachlich und zeitlich getrennte Ereignisse zu sein S. 64. Buchberg-Gerölle liegen im liparitischen Tuffe und im mittelmioocänen marinen Sande, sind also älter als diese beiden S. 65. Künstliche Aufschlüsse zur Feststellung des genauen Alters S. 67.

III. Gegenwärtiger Grad der Übereinstimmung der beiderseitigen Erklärungsversuche der Riesphänomene	S. 70
Erklärendes	S. 70
A. Übereinstimmendes der beiderseitigen Anschauungen.	
1. Starke Erosion vor Beginn der Riesbildung	S. 71
2. Die Annahme der Aufpressung, dann des Einsturzes	S. 72
3. Der Vorgang der Aufpressung war ein langsamer, kein plötzlicher	S. 72
4. Der Einsturz bez. das Absinken dauerten längere Zeit an	S. 73
5. Das Vorries, ein selbständiges Aufbruchgebiet	S. 74
6. Explosionen haben eine große Rolle gespielt	S. 74
7. Die Braun-Jura-Scholle des Buchberges überlagert den Weifs-Jura	S. 75
8. Im Riesgebiete existiren Überschiebungen; sie waren die Folge der Aufpressung und Explosion; der Riesboden ward stark zertrümmert und seine Schollen dislocirt	S. 75
9. Die Breccien (Griese) der Weifs-Jura-Kalke oben auf der Alb sind meist anstehend, nicht überschoben	S. 77
B. Punkte mangelnder Übereinstimmung der beiderseitigen Anschauungen.	
1. Die Buchberg-Gerölle. Herkunft, Alter, Ursache ihrer Kritzung. Übereinstimmung herrscht nur darin, daß beide Theile sie als eine ursprünglich im Wasser gebildete Ablagerung ansehen S. 78; sie haben schon zu mittelmioocäner Zeit existirt S. 79; ihre Kritzung entstand durch den Druck der über sie hinweggeschobenen Massen	S. 80
2. Die Beiburg am Buchberge; wir erklären sie für eine Klippe, also überschoben, Koken als normal gelagert	S. 83
3. Sind gewisse Erscheinungen im Riese durch glaciale Kräfte hervorgerufen? Die vermeintliche »Grundmoräne« an der Papierfabrik bei Bopfingen S. 84; das Conglomerat im Wörnitzthale, dessen Gerölle sämmtlich zerpreßt und gekritz sind S. 85; die pseudoglacialen Vihschliffe im Wörnitzthale S. 89; die Schlifffläche im Wörnitzthale; sie hat auch auf ihrer Unterseite eine Rutschfläche S. 89; die steil einfallende Schlifffläche im Weifs-Jura bei Wemding	S. 89
4. Sind die überschobenen Massen vom Buchberg, von Hertsfeldhausen und vom Lauchheimer Tunnel gleichwerthig?	S. 90
IV. Die Lauchheimer-Breccie	S. 91
Allgemeines S. 91. Das Profil nach unseren Schürfungen	S. 92

Die Unterlage der Lauchheimer Breccie, die Buchberg-Gerölle; ihre Oberfläche ist ganz ebenso abgeschliffen wie die des Weiße-Jura S. 92; Folgerungen aus dem Profile; es handelt sich um pseudoglaciale Erscheinungen	S. 95
Die Lauchheimer Breccie selbst, ihre Tertiär-Gesteine	S. 96
Vergleichung der Lauchheimer Breccie mit der Bunten Breccie, Definition der letzteren S. 99; Vergleich mit anderen überschobenen Schollen	S. 101
Welche Kraft überschob die Schollen?	S. 104
Die Hohlspiegel-Structur (Sauer) der Lauchheimer Breccie ist ein Beweis gegen den Transport als Grundmoräne S. 105; Koken's eigene Ansichten gegen einen glacialen Transport der Schollen von Buchberg und von Hertsfeldhausen	S. 107
Zusammenfassung	S. 108
V. Die großen Massen Bunter Breccie nördlich von Donauwörth auf der Alb und die Frage ihrer Herkunft	
	S. 109
VI. Weitere Beweisgründe allgemeiner Natur gegen einen glacialen Transport der großen überschobenen Schollen	
	S. 113
Auf dem Boden des Rieskessels fehlen Glättung, Schrammung und Grundmoräne	S. 113
Auf der Alb fehlen die großen Massen von Tertiär-Gesteinen aus dem Ries, welche vor allen anderen durch das Eis auf die Alb hinaufgeschoben sein müßten	S. 114
Ein den Rieskessel erfüllender Gletscher würde durch die breite nördliche Scharte der Wand des Rieskessels mit seiner Gesteinslast nach Norden geflossen sein müssen, nicht aber auf die Alb hinauf	S. 117
Das zeitliche Moment als schwerwiegender Grund gegen glacialen Transport	S. 118
Ein Hesselberg-Gletscher?	S. 119
Dimensionen zusammenhängender Schollen, die durch das große diluviale Inlandeis verfrachtet worden sind	S. 120
Eine allgemeinere Vergletscherung der Alb?	S. 123
Zusammenfassung	S. 124
Schlusswort	S. 125
Anhang zu S. 53: Magnetische Störungen	S. 127



Aufgenommen von W. von Knebel.

Branco: Das vulcanische Vorries und seine Beziehungen zum vulcanischen Riese bei Nördlingen.