
SITZUNGSBERICHTE

1901.

XXII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Gesammtsitzung vom 25. April.

**Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung
des vulcanischen Ries bei Nördlingen.**

Von W. BRANCO und Prof. Dr. E. FRAAS.

Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulcanischen Ries bei Nördlingen.

Von W. BRANCO und Prof. Dr. E. FRAAS.

Die bisher mit Recht als räthselhaft bezeichneten Bildungen des vulcanischen Riesgebietes bei Nördlingen, schwäbisch-fränkische Alb, sind der Gegenstand einer gemeinsam von uns Beiden unternommenen Arbeit, welche in den Abhandlungen dieser Akademie erscheint.

In dieser Arbeit bemühen wir uns das Räthsel zu lösen, indem wir alle jene fraglichen Erscheinungen auf das Wirken des Vulcanismus, genauer auf dasjenige eines unterirdischen, bisher von der Erosion noch nicht herauspräparirten Laccolithen, zurückführen.

Gegenüber dieser Auffassung ist in mehrfachen Arbeiten durch KOKEN ein völlig entgegengesetzter Standpunkt vertreten worden. KOKEN¹ hat sich wiederholt gegen die von uns angenommenen »Überschiebungen« ausgesprochen, hat unsere ganze Erklärung der Riesbildung als »unklar«, als einen »Rückschritt«, als »uferlose Anwendung des Wortes Laccolith«, als »unvereinbar mit dem intrusiven Erstarren« derselben bezeichnet.

So gänzlich verneinende, absprechende Kritik, mit der unser verehrter College uns entgegentrat, hätte auf uns wohl lähmend gewirkt haben können, wenn uns nicht die feste Überzeugung von der Richtigkeit der von uns gegebenen Deutung der Lagerungsverhältnisse und der Unhaltbarkeit der von KOKEN aufgestellten durchdrungen hätte.

Aus dieser Überzeugung heraus erbat dann der Eine von uns, W. BRANCO, von der Akademie, nachdem er derselben unter dem 25. October 1900 unsere Auffassung vorgetragen hatte, die Gewährung

¹ KOKEN, Geologische Studien im fränkischen Ries. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Palaeontologie. Beilageband 12. 1899. — Beiträge zur Kenntniss des schwäbischen Diluriums. Ebenda. Beilageband 14. 1900. S. 120. — Centralblatt für Mineralogie u. s. w. 1900. S. 115. — Vortrag vor der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. Herbst 1900. Zeitschrift dieser Gesellschaft Bd. 52. 1900. S. 64. — Unsere Anschauungen über die Entstehungsweise der Riesphaenomene waren KOKEN schon vor Drucklegung unserer erst jetzt erscheinenden Arbeit bekannt geworden, theils durch E. FRAAS' Arbeit über das Steinheimer Becken, theils durch briefliche Mittheilung.

der Mittel, welche uns zu der exacten Beweisführung für die Richtigkeit unserer Anschauungen nothwendig erschienen.

Um so mehr aber glaubten wir diese Mittel erbitten zu sollen, als die Lösung dieser Riesräthsel, denn so darf man sie ohne Übertreibung nennen, nicht nur für das Ries, sondern, weit darüber hinausgehend, für die Lehren der allgemeinen Geologie von hoher Bedeutung sein musste; insofern, als durch die von uns gegebene Hypothese, wenn sie sich bewahrheitete, vollkommen neue Anschauungen gewonnen würden.

Indem wir unseren ersten Bericht über das, was bisher in dieser Beziehung von uns Beiden gethan ist und erreicht wurde, hiermit übergeben, sprechen wir der Königlichen Akademie zugleich unseren tiefsten Dank für diese Förderung unserer Arbeiten aus.

Zur Entscheidung der strittigen Fragen haben wir zunächst am Buchberg bei Bopfingen, woselbst sich eine jener Dogger Massen hoch oben im Malmgebiet befindet, einen Schacht abteufen lassen: ein Vorgang, der, weil zu kostspielig, zur Entscheidung geologischer Fragen leider sonst wohl kaum je Anwendung finden kann.

Dieser soeben beendete Schachtbau hat in zweifelloser, einwandfreier Weise bewiesen, dass unsere Auffassung, hier finde anormale Überlagerung statt, es liege Überschiebung vor, die Glättung und Schrammung des Weiss-Jura β sowie die Kritzung der »Buchberg-Geschiebe« seien Folgewirkung der Überschiebung, richtig, dass dagegen KOKEN's Anschauung in jedem Punkte unhaltbar geworden ist.

Nach unserer Berechnung musste in etwa 25^m Tiefe die Lösung begraben liegen.

Was eine solche, auf schwachen Fallwinkel des Weiss-Jura β begründete Berechnung zu bedeuten hat, ist ohne weiteres klar. Wir waren uns wohl bewusst, wie ganz unmöglich eine sichere Berechnung war, wie sehr wir des Glückes bedurften. Wie leicht hätte es sein können, dass durch eine geringfügige Änderung im Fallen des Weiss-Jura β nicht schon in 25^m, sondern erst in vielleicht 40–50^m Tiefe die Lösung zu finden gewesen wäre. Dann hätten wir unser Ziel, die hier vergrabene Wahrheit auszugraben, nicht erreichen können; denn für eine viel über 25^m hinausgehende Tiefe wäre unser leichtgezimmerter Schacht nicht geeignet, zu gefahrvoll gewesen; wir hätten das Beginnen resultatlos aufgeben müssen.

Von der Richtigkeit unserer Anschauung würden wir Beide freilich nach wie vor durchdrungen gewesen sein. Anderen aber hätten wir das nicht beweisen können; und damit wäre der schwere Vorwurf auf uns hereingebrochen, dass wir, trotz so dringender Abmahnung, dennoch unserem thörichten Hirngespinnste zu Liebe — denn wir vertraten völlig neue Anschauungen — das Geld der Akademie vergeudet hätten.

Es gehörte ungemein viel Glück zur erfolgreichen Durchführung unseres Vorhabens. Es gehörte aber noch bei weitem mehr Glauben an unsere Sache dazu, um freiwillig die Last des Risicos auf uns zu nehmen, bei unentschieden bleibendem Verlaufe mit der Wahrheit auch selbst Schiffbruch zu leiden.

Aber es war, als wollte die Wahrheit selbst es verhindern, dass sie hier in ihrem Grabe verborgen bliebe; und in 26^m25 Tiefe lag sie dort unten vor uns in, wir dürfen wohl sagen, leuchtender Klarheit, so, wie wir sie erwartet hatten: weisser Jura unter dem braunen, geglättet und geschrammt, bedeckt von Sand und »Buchberg-Geschieben«, d. h. völlig analoge Verhältnisse wie bei der »Lauchheimer Breccie«.

Das Problem war das folgende.

Hoch oben auf der aus Malm gebildeten Hochfläche der schwäbischen Alb trifft man grosse Doggermassen. Das ist völlig räthselhaft, da die fast horizontale Lagerung der Alb und das Fehlen jeglicher Faltung oder seitlichen Gebirgspressung den Gedanken an Überschiebungen zur Erklärung dieser abnormen Verhältnisse auszuschliessen scheinen.

Während wir Beide nun die Ansicht gewonnen hatten, dass hier wirklich der Dogger dem Malm aufgelagert sei, sich der Malm also unter allen diesen Doggermassen als Unterlage dahinziehe, suchte KOKEN, im Anschluss an die von QUENSTEDT aufgestellte Hypothese, darzuthun, dass der Dogger auf Spalten von unten herauf durch den Malm hindurchgepresst sei; worin ausgesprochen liegt, dass der Malm sich nicht unter dem Dogger als Unterlage dahinziehe, also keine Überlagerung des Malm durch den Dogger stattfinde, sondern wesentlich eine Einlagerung des Dogger im Malm.

Während wir Beide weiter der Ansicht waren, dass es sich hier um wirkliche Überschiebungen und Abrutschungen handle, welche einst von dem durch einen Laccolith hochgepressten Riesgebiete aus auf die rings umgebende Albhochfläche stattfanden, hatte KOKEN sowohl die Annahme von Überschiebungen als auch die eines Laccolithes als völlig unhaltbar verworfen.

Während endlich wir Beide gewisse andere jener Riesphänomene: das Erscheinen zahlreicher gekritzter Gerölle (KOKEN's »Buchberg-Geschiebe«), die Glättung und Schrammung des Weiss-Jura β , welcher die Unterlage jener Doggermassen bildet, endlich den Transport der »Lauchheimer Breccie« als Folgen jener Überschiebungen anzusehen suchen, meint KOKEN das alles auf das Wirken diluvialer Gletscher zurückführen zu müssen.

Dementsprechend endlich erblickt KOKEN auch in einer Anzahl anderer Vorkommen Grundmoränen, während wir — soweit wir diese

Örtlichkeiten bisher gesehen haben¹ — hier lediglich Gehängeschutt, also keine Glacialbildungen, zu erkennen vermögen.

Man sieht, KOKEN und wir Beide sind an die Lösung dieser Probleme von diametral entgegengesetzten Seiten herangetreten. Es ist nur ein einziger und zwar negativer Punkt, in dem sich unsere Anschauungen berühren: nämlich die Anschauung, dass die gewaltige Doggermasse des Buchberges unmöglich durch Eis dort oben hinauf gebracht worden sein könne. Das verneinen beide Parteien.

Ein Zweifel in diesen Fragen ist jetzt nicht mehr statthaft; denn die Sprache, welche der Schacht zu uns sprach, ist eine geologisch so schöne, klare, unzweideutige, dass die Räthsel, was das Thatsächliche betrifft, nun in unserem Sinne, also gegen KOKEN, gelöst sind. Das Thatsächliche aber ist zunächst einmal die Hauptsache.

Etwas zweifelhaft könnte jetzt nur noch sein, ob wir auch in der theoretischen Auslegung der Entstehung dieser Thatsachen Recht haben, dass nämlich alle diese Riesphänomene auf vulcanische Kraft zurückzuführen sind, und ganz speciell ob — was jedoch nebensächlicher als alles andere ist — ob ein unseren Augen verborgener Laccolith diese Kraft hergab; oder ob beide Parteien, KOKEN wie wir, gleichzeitig Unrecht haben, indem dennoch durch Eis diese Überschiebungen bewirkt sein könnten.

Wir werden zeigen, dass mit ganz überwiegender Wahrscheinlichkeit auch die von uns gegebene theoretische Erklärung die richtige ist.

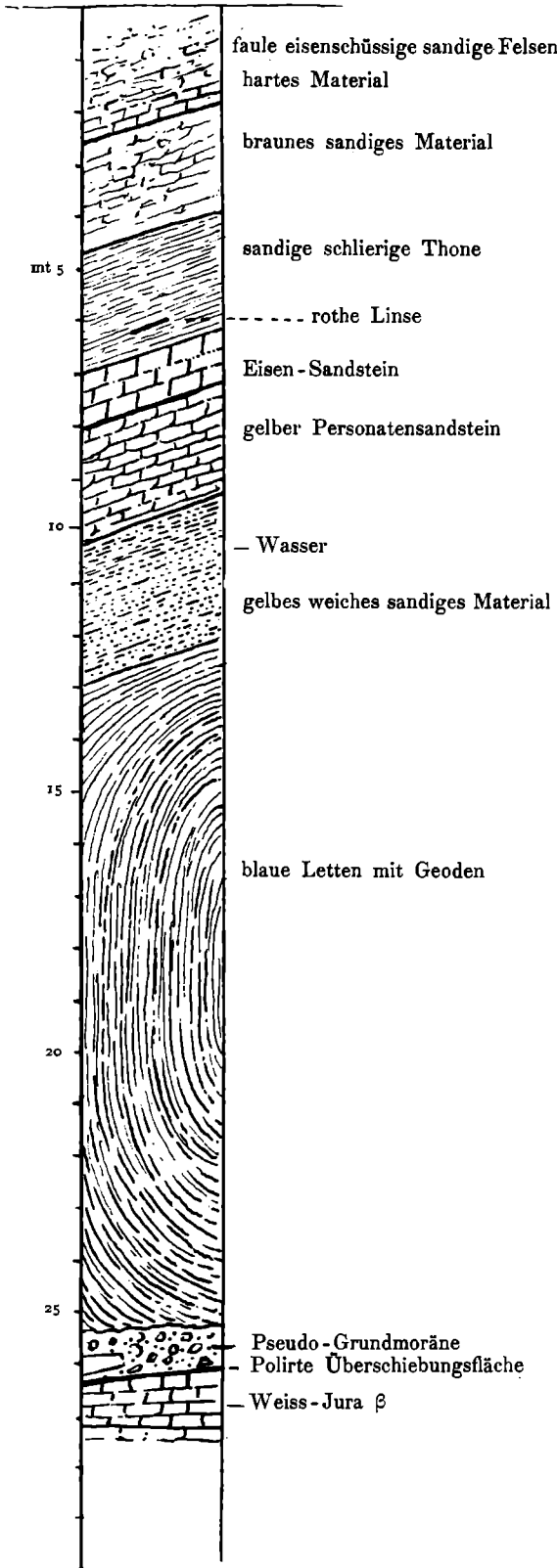
Im Folgenden geben wir zunächst den thatsächlichen Befund in dem Schachte. Da jedoch eine Controle unserer Beobachtungen und Angaben völlig unmöglich sein wird, weil der Schacht, sobald jetzt das Wasser in demselben nicht mehr gehoben wird, sehr schnell ersäuft, derselbe auch gleich wieder zugeschüttet werden muss, so hat sich auf unseren Wunsch eine Commission von fünf Unparteiischen, bestehend aus den HH. Bergreferendar BAUR, Dr. BECK, Oberinspector REGELMANN, Prof. Dr. SAUER, Baurath WUNDT, an Ort und Stelle begeben, um den Befund zu prüfen und ein Protokoll über denselben aufzunehmen. Wir geben dieses Protokoll im Anhange wieder.

In dem Schachte wurde durchsunken bis zu 11^m58 hinab typisches Braun-Jura β mit *Pecten personatus* und Eisensandsteinen. Soweit das feste Gesteine waren, zeigten dieselben ein Fallen von etwa 45° gegen NO.

Die weicheren Schichten dagegen bildeten ein »gequältes« Gestein, in welchem thonige und sandige Elemente durcheinander geknetet sind.

¹ Damit ist ausdrücklich ausgesprochen, dass wir uns über die uns nicht bekannten, in unserer Arbeit nicht erwähnten Localitäten, kein Urtheil erlauben.

Fig. 1.



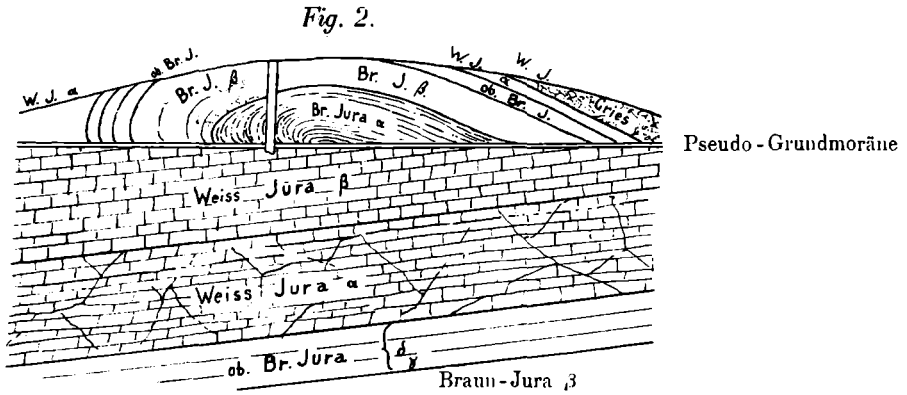
Unter diesem Braun-Jura β folgte bis zu 25^m.60 Tiefe das α in Gestalt fetter, blaugrauer Letten, in scharfer Abgrenzung gegen das β . Die Geoden-Schichten, von welchen die Letten durchzogen sind, liessen keinen Zweifel darüber, dass man das α vor sich habe. Diese Thone waren durchweg verruschelt, von zahllosen kleinen Gleitflächen durchsetzt.

Mit Hülfe jener Geoden-Schichten konnte das Fallen der Thone genau festgestellt werden. Anfänglich war es dasselbe wie bei dem β , nämlich steil gegen NO. Dann aber stellten sich die Schichten saiger und in noch grösserer Tiefe bogen sie wieder um.

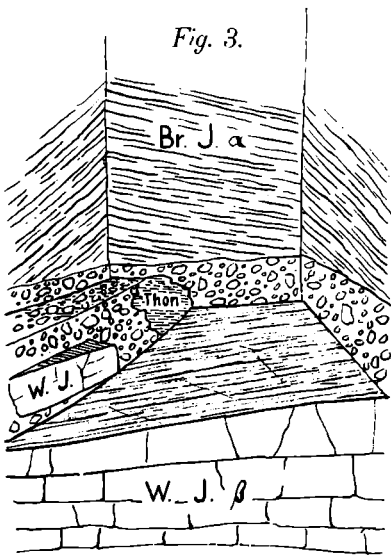
Zuerst das Übergehen in völlig saigere Stellung, dann das Umbiegen der Schichten deuten darauf hin, dass die ganze Gebirgsscholle vorwärts geschoben worden ist, wobei die liegendsten Schichten auf der Unterlage geschleppt wurden. Es weist mithin allein schon dieses Verhalten auf eine Überschiebung, nicht aber auf eine senkrechte Aufpressung hin (s. Fig. 2).

Auch der weitere Umstand deutet darauf hin, dass dieses Schichtensystem über seine Unterlage fortgeschoben wurde, dass nämlich die Thone gegen die nun unter ihnen folgende Geröllschicht nicht scharf absetzen, sondern oben in dieselbe etwas hinein verknetet sind.

Diese unter dem Braun-Jura α folgende Geröllablagerung ist eine etwa 0^m.65 mächtige, völlig wie eine Grundmoräne aussehende Masse. In überaus fester, theils sandiger, theils mehr thoniger Packung liegen zahlreiche Gerölle von Weiss-Jura (δ und ϵ), die völlig übereinstimmen mit den von KOKEN sogenannten »Buchberg-Geschieben«. Alle sind



typisch gekritz. Ausserdem aber finden sich grössere Kalkstücke, darunter ein etwa 1^m langer, prächtig geschrammter und geglätteter Block; sodann Fetzen schwarzer Thone (DEFFNER's »Braunkohlen-Thone«?) und seltenere Stücke bunter, rother und schwarzer Feuersteine. Die ganze Masse ist ungeschichtet, wirr gelagert, nach oben hin mit dem Thon verknetet, nach unten hin ganz fest in alle Ritzen des nun folgenden Weiss-Jura hineingepresst (Fig. 3).



Die Oberfläche dieses anstehenden Weiss-Jura β ist vollkommen eben abgeschliffen, also polirt, dabei dicht mit Schrammen bedeckt, die ungefähr O.-W. verlaufen. Hr. VON KNEBEL, der später noch mehrmals anfuhr, bestimmte die Richtung im Mittel als N. 80° O. reducirt, so dass sie genau auf das Riesentrum deutet. Die Fläche des Weiss-Jura β fällt leicht, 5-6°, gen WSW. ein (Fig. 3).

Aus diesem Befunde ergibt sich eine Anzahl von Folgerungen, die wir oben schon kurz andeuteten, nun hier eingehender begründen.

1. Da der von uns abgeteufte Schacht sich weitab von dem Rande, vielmehr nahe der Mitte der Braun-Jurakappe des Buchberges befindet, und da auf dem Boden dieses Schachtes sich der blankpolirte

und geschrammte Weiss-Jura β befindet, so ist zunächst bewiesen, dass dieser Weiss-Jura sich, wie wir voraussetzten, unter dem ganzen Braunen dahinzieht, dessen Unterlage bildend; und dass er überall unter der Braun-Jurakappe geglättet und geschrammt ist. Die Annahme KOKEN's, die Glättung bestehe nur ganz am Aussenrande, weil dort die (senkrecht aufgepresste) Buchbergkappe später durch einen Gletscher randlich umgearbeitet sei, ist mithin irrig; und dasselbe gilt von der Annahme, Weiss-Jura β bilde nicht überall die Unterlage der Braun-Jurakappe.

2. Es ist mithin die Frage, in welcher Weise die gewaltige Braun-Jurakappe des Buchberges an ihre jetzige Stelle oben auf der Alb gelangt sei, dahin gelöst, dass die QUENSTEDT-KOKEN'sche Hypothese, der Braun-Jura sei auf einer den Weiss-Jura durchsetzenden Spalte von unten herauf gepresst, sich als völlig unhaltbar gezeigt hat.

Dagegen ist die von uns Beiden aufgestellte Erklärung, nach welcher hier eine anormale Überlagerung des Weiss-Jura durch den Braun-Jura vorliege, nun zweifellos erwiesen.

3. Es würde sich sonach nur noch um die Frage handeln, welches die Kraft gewesen sei, die diesen (natürlich aber auch die anderen analogen Gebirgsmassen am Riesrande) gewaltigen Gebirgsstock älterer Juraschichten hier oben herauf auf die jüngeren Juraschichten geschoben habe.

Wenn man das vorstehende Profil betrachtet: die Glättung und Schrammung des Weiss-Jura β , die darüberliegende, einer Grundmoräne absolut gleichende Masse mit ihren gekritzten Geschießen — so kann es für den, welcher der Sache ferner steht, zunächst nur einen Gedanken geben: Eis.

Vor langen Jahren schon hat DEFFNER dies als die einzig mögliche Lösung vorgeschwebt. Sie ist naturgemäss auch an uns Beide hart herangetreten.

Man gebe das Eis als transportirende Kraft hier zu, und alles ist in befriedigendster, d. h. einfachster Weise gelöst.

Wenn das die richtige Lösung sein sollte, so würden beide Parteien Unrecht haben; denn in ganz demselben Maasse wie wir, erklärt KOKEN es als unmöglich, dass die riesige Buchbergmasse durch Gletscher in seine abnorme Lage gebracht worden sein könne: »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«. ¹

4. Wenn nun beide Parteien, die sich von so entgegengesetzten Standpunkten aus der Lösung dieses fascinirenden Problems gewidmet haben, das Eis hier in gleicher Weise verneinen zu müssen glauben; wenn das also auch KOKEN thut, dessen Studien doch gerade ihn dazu geführt haben, im Ries und auf der Alb diluviale Gletscher anzunehmen — dann ist die Wahrscheinlichkeit gewiss sehr gross, dass in der That das Eis am Transporte der Buchbergscholle (und anderer analoger Schollen) unbetheiligt ist.

Wir wollen aber hier nochmals die in unserer Arbeit weiter ausgeführten Gründe wiederholen, die uns Beide veranlassten, das Eis auszuschliessen, müssen jedoch wegen näherer Begründung auf unsere Arbeit verweisen.

Schon eine erste Erwägung gebietet uns, das Eis auszuschliessen: Wir sahen, dass die Streichrichtung der Schrammen auf der polirten Fläche des Weiss-Jura β , unter der Dogger Kappe des Buchberges, ungefähr in O.—W., genauer N. 80° O., verläuft. Dieselbe ostwestliche Streichrichtung der Schrammen zeigt sich an einer später zu erwähnenden Örtlichkeit, welche für die Erklärung der Riesphänomene sehr wichtig ist, bei Lauchheim. Dort liegt nämlich die wesentlich aus Braun-Jura-Thonen bestehende »Lauchheimer Breccie« ebenfalls auf geglättetem und geschrammten Weiss-Jura β .

Da nun beide Orte, nur wenige Kilometer von einander entfernt, im W. des Ries auf der Alb liegen, so weisen die Schrammen in ihrer Verlängerung nach O. in das Ries hinein, und zwar weist die N. 80° O. Richtung am Buchberge genau auf das Centrum des Ries hin.

An und für sich, im allgemeinen, könnte man aus dieser Richtung der Schrammen natürlich zunächst nur folgern, dass die Bewegung entweder vom Riesmittelpunkte, auf die Alb hinausgehend, also von O. nach W. herkam, oder aber umgekehrt, von der Alb kommend, in das Ries hinein gelaufen sei, also von W. nach O. Nun liegt aber in diesem speciellen Falle auf der Hand, dass die letztere Bewegungsrichtung hier völlig ausgeschlossen gewesen ist; denn oben auf der Alb, im W., findet sich ja nur Weiss-Jura, während die überschobene Masse des Buchberges aus Braun-Jura gebildet wird, der nur im O., im Ries, zu finden war. Aus diesem Grunde muss die überschiebende Kraft von O. nach W., vom Ries ausgegangen sein.

¹ So äussert sich noch in seiner neuesten, soeben erst uns zugegangenen Arbeit KOKEN (Neues Jahrbuch f. Miner., Geol., Pal. Beilageband 14. 1901. S. 162).

Damit ist nun aber sogleich das Eis als bewegende Kraft ausgeschlossen; denn wenn man auch zunächst einmal annehmen wollte, dass das Eis diese gewaltige Gebirgsscholle nicht nur vorwärts, sondern auch so hoch aufwärts hätte schieben können, so wäre das doch nur denkbar in der sanft ansteigenden Thalsohle des Egerthales. Der Buchberg liegt aber gar nicht in dem Egerthale, sondern hoch oben über demselben auf der Alb, wenn auch in der Nähe des Thales. Man müsste also annehmen, dass die Buchbergsscholle im Egerthale aufwärts und dann, links abbiegend, am steilen Gehänge hinauf geschoben worden sei. Wenn das schon unmöglich erscheint, so wird es thatsächlich unmöglich, sobald man die Richtung der Schrammen auf dem Weiss-Jura β in Betracht zieht, welche nicht in das Thal hinab, sondern in den Rieskessel hinein deutet. Es würde also diese gewaltige Scholle, ohne ihren Zusammenhang und Verband zu verlieren, direct an dem steilen Gehänge des Rieskessels in die Höhe geschoben sein müssen!

Dieser Beweis vermehrfacht sich aber insofern, als es sich nicht nur um diese eine Scholle am Buchberg, sondern um eine Mehrzahl von solchen handelt, und weil diese alle (fast) nie in einem vom Ries ausstrahlenden Thale liegen, sondern oben auf der Hochfläche der Alb. Wenn nun auch allenfalls ein Transport auf sanft ansteigenden Thalebenen bergauf durch Eis¹ erfolgen konnte, so wäre doch, wie Hr. von DRYGALSKY uns mündlich belehrte, eine Verfrachtung dieser Schollen aus dem Rieskessel heraus, am steilen Gehänge desselben in die Höhe auf die Hochebene hinauf, eine Unmöglichkeit.

In dritter Linie bedenklich macht die bedeutende Ausdehnung der Buchbergsscholle: 350^m Länge, 200^m Breite, an 30^m Dicke; und früher mag wohl diese Ausdehnung eine wesentlich grössere noch gewesen sein. Ja, wenn man den, allem Anschein nach ebenfalls mit überschobenen Weiss-Juragries mitrechnet, der neben dieser Doggermasse liegt, so kommen gegen 1000^m Länge ev. viel mehr heraus.

Weiter spricht das Gefüge der Buchbergkappe gegen einen Transport als Grundmoräne; denn wir konnten deutlich nachweisen, dass diese Doggermasse einen Sattel bildet; von einer grundmoränenartigen Durchknetung kann gar keine Rede sein (s. Fig. 2).

Nur als Oberflächen- oder Stirnmoräne also könnte diese Masse transportirt gedacht werden. Zum Transporte so gewaltiger Massen aber genügt nicht ein kleiner Riesgletscher, dazu bedurfte es eines gewaltigen, weite Flächenräume überdeckenden Inlandeises von vielleicht 1000^m und mehr Dicke. Ein solches besässe jedoch keine Ober-

¹ Vergl. unsere Arbeit, die auf die Beobachtungen von DRYGALSKY's sich hierin stützt.

flächenmoräne; und wenn doch, dann hätte es den, den Boden des Rieskessels bildenden unteren Braun-Jura, der also unter dem Gletscher lag, nicht auf seinen Rücken hinaufbekommen können.

Ferner zeigt sich, dass alle diese Doggermassen auf der Alb doch nur in relativ geringer Entfernung vom Riesrande auftreten. Eine so gewaltige Eismasse, welche die ganze Alb bedeckte, hätte also nur die Kraft gehabt haben sollen, diese Doggermassen wenige Kilometer weit zu schieben? Warum nicht auch weiter? Ganz speciell die Buchbergsscholle liegt auf einer nach WSW. geneigten Fläche des Weiss-Jura β , d. h. auf einer Fläche, die vom Ries abfällt. Auf dieser sanft abwärts gleitenden Bahn hätte also das Eis mit seiner Scholle, anstatt dieselbe so weit zu schieben wie das möglich war, nämlich bis hart an den Breitwang-Berg heran, ohne ersichtlichen Grund vorher Halt gemacht.

Endlich aber finden sich an anderen Orten des Riesrandes die aus Weiss-Jura bestehenden »Klippenkalke«, die ob ihrer gewaltigen Masse unmöglich durch Eis überschoben sein können. Da sie aber ganz unbestreitbar überschoben sind, so muss eine andere Kraft wirksam gewesen sein.

5. Wenn nun Eis ausgeschlossen erscheint; wenn senkrechte Aufpressung absolut ausgeschlossen ist — was bleibt dann übrig? Man mag vielleicht an rein tektonische, vom Vulkanismus unabhängige Überschiebungen denken wollen, die sich während des Einsturzes des Rieskessels vollzogen hätten. Gewiss, in den beiden peripheren Zonen des eigentlichen Rieskessels selbst, also in seiner Tiefe, da können und werden beim Einsturz Überschiebungen in Folge desselben sich vollzogen haben. Es mögen auch hinauf auf den nächstgelegenen, randlichen Theil der Alb solche Überschiebungen erfolgt sein.

Hier, in diesen eventuell durch Einsturz hervorgerufenen Fällen von Überschiebung könnte man also den Vulkanismus ganz ausschalten wollen, weil ein jeder, aus anderen, rein tektonischen Gründen erfolgte Einsturz ebenso gewirkt haben müsste bez. könnte.

Schwerlich aber kann erst bei dem Einsturze der Braun-Jura über den Weiss-Jura hinübergeschoben worden sein bis hin nach Unter-Riffingen, bis nach Lauchheim. Das musste schon vorher, bei der Hebung, geschehen, als das Gebiet des heutigen Rieskessels noch hoch lag.

Somit sprechen schwerwiegende, kaum widerlegbare Gründe, spricht ebenso die Meinung dessen, der uns bekämpft, der sonst für das Eis eintritt, KOKEN'S, wie unsere eigene Meinung dagegen, dass der Transport hier durch Eis erzeugt worden sein könne. So sehr daher auch die altgewohnte Anschauungsweise uns drängt, jene »Grund-

moräne«, jene gekritzten »Geschiebe«, jene polirte und geschrammte Weiss-Jura β -Fläche als eine Wirkung des Eises anzuerkennen, so sehr sich das bisherige geologische Empfinden in uns dagegen sträubt, dass hier das gerade Gegentheil von Eis, der Vulcanismus, Urheber dieser glacialen Wirkungen sein solle — wir werden gewaltsam zu dem Schlusse gezwungen: alles das sind grossartige pseudoglaciale Wirkungen; und somit ergeben sich alle unsere hier folgenden weiteren Schlüsse als ein Nothwendiges.

Da nun zunächst, weiter, mit dem Ausdrücke »Vulcanismus« keinerlei genauere Definition der Art und Weise des Vorganges gegeben ist; da auch die Ausdrücke, welche KOKEN als Ursache der Emporpressung allein gestattet wissen will: »vulcanische Spannung«, »vulcanischer Auftrieb«, ebenso wenig diesen Vorgang zu erklären vermögen, so bleibt nothgedrungen wiederum nur das Eine als Ursache: der von uns angenommene Laccolith.

Damit aber haben wir zum ersten Male den Vulcanismus, (bez. einen Laccolith) als einen Factor nachgewiesen, welcher Überschiebungen zu erzeugen vermag, die dann ganz in derselben Weise erscheinen, wie die durch gebirgsbildende Kräfte, im kleinen auch durch Eis, hervorgerufenen Überschiebungen.

6. Indem die Unterlage der überschobenen Masse, Weiss-Jura β , völlig ebenso blank polirt und geschrammt worden ist, als wenn ein Gletscher dies bewirkt habe, ist damit ein neuer Beweis dafür erbracht worden, dass durch Überschiebungen eine ähnliche Glättung und Schrammung anstehenden Gesteines hervorgerufen werden können, wie durch Eis.

Da jedoch im vorliegenden Falle diese pseudoglaciale Glättung und Schrammung einer echt glacialen nicht nur ähnlich, sondern absolut gleich, von derselben so ununterscheidbar sind, dass ein Kenner glacialer Bildungen, wie KOKEN es ist, dadurch völlig irreführt werden konnte — denn er vermochte dieselbe am Aussenrande der Buchbergmasse zu sehen, kannte sie auch von der später zu erwähnenden »Lauchheimer Breccie« her — so er giebt sich die dringende Mahnung, im allgemeinen Vorsicht in den Schlüssen auf ehemalige Vergletscherungen walten zu lassen.

7. Diese Mahnung aber klopft noch ungemein viel dringlicher an die glaciale Thür; denn auf diesem Weiss-Jura und unter dem braunen liegt eine Masse, die nun wieder völlig ununterscheidbar von einer Grundmoräne ist, dieselbe Packung besitzt, dieselben gekritzten Geschiebe führt wie eine solche — und doch nicht glacialen Ursprunges, sondern durch eine Überschiebung erzeugt worden ist.

Zwar kannte man bisher auch schon durch Überschiebungen hervorgerufene pseudoglaciale Glättung und Schrammung des anstehenden Gesteines. Zwar kannte man, unter den Überschiebungsmassen liegend, auch bereits »gequälte« Gesteine, so den Lochseitenkalk. Aber unseres Wissens zum ersten Male lernen wir jetzt unter einer Überschiebungsmasse und durch dieselbe erzeugt eine Bildung absolut gleich einer typischen Grundmoräne, voll von typisch gekritzten Geschieben und doch nicht glacialen Ursprunges, kennen.

Die Entstehung der zahlreichen Kritzen auf den Geröllen ist eine sehr erklärliche: wenn über eine Ablagerung, die aus Quarzsand und Kalkgeröllen besteht, eine Gebirgsmasse von gewaltigem Gewichte langsam oder schnell fortbewegt wird, so muss nothwendig das kalkige Gesteinsmaterial durch das quarzige geritzt werden.

8. Da nun weiter in jener scheinbaren Grundmoräne ganz dieselben gekritzten »Buchberg-Geschiebe« KOKEN's liegen, welche Letzterer in ziemlich weiter Verbreitung am Ries nachwies, auf welche er seinen Nachweis einer diluvialen Vergletscherung des Ries mitgründete, so fällt dieser Theil seines Beweises nun zusammen.

Wir dürfen vielmehr jetzt diese gekritzten »Buchberg-Geschiebe« als Leitgesteine ehemaliger nichtglacialer Überschiebungen am Ries betrachten. Wie schon in unserer Arbeit hervorgehoben wurde, können die heute noch auf der Alb vorhandenen Überschiebungsmassen, deren eine der Braun-Jura des Buchbergs ist, nur die letzten Reste einer ehemaligen weiten Überschiebungsdecke sein.

Offenbar war vor Beginn der Überschiebungen, also der Riesberg-Bildung, die ganze dortige Alb mit einer Decke dieser Kalkgerölle¹ bedeckt. Sie bilden wohl ein Aequivalent der sogenannten Kalknagelfluh, welche an anderen Orten der Alb auftritt, und mögen wie diese eine marine Strandbildung des Tertiärmeeres sein. Daher haben sie sich offenbar im Liegenden aller Überschiebungsmassen des Riesgebietes einst befunden, die später darüber hinwegglitten.

Jene »Buchberg-Geschiebe« also sind nicht mit überschoben, sondern lagen schon vor der Überschiebung auf der Alb. Sie beweisen folglich an allen den Orten, an denen KOKEN sie fand, nicht etwa das Vorhandensein diluvialer Gletscher; sondern sie deuten nur an, dass hier ehe-

¹ »Gerölle«, denn die »Buchberg-Geschiebe« sind sicher im Wasser gerollt worden und würden nur wegen ihrer (scheinbaren) glacialen Umarbeitung Geschiebe zu nennen sein, wenn diese eben stattgefunden hätte.

mals auf ihnen noch Überschiebungsmassen lagen; sie sind nun, wie der überwiegend grösste Theil der letzteren, durch Abwaschung längst abgetragen.

Erklärlicherwise können diese »Buchberg-Geschiebe« bei der stets fortschreitenden Abtragung der Alb auch verstürzen. So versteht es sich sehr leicht, wie sie in Gehängeschuttmassen gerathen konnten, die unten am Fusse der Berge lagern. Diese erscheinen nun in Folge dieser »Geschiebe«-Führung fälschlich als Grundmoräne. Aus solchem Grunde z. B. können wir auch den Aufschluss an der Papierfabrik, den KOKEN in der letztcitirten seiner Arbeiten, S. 162 derselben, als Grundmoräne deutet, nicht anders denn als Gehängeschutt deuten, wie wir das in unserer Arbeit auch von einigen anderen Punkten geltend machen mussten.

KOKEN hat diese »Buchberg-Geschiebe« auch an anderen Orten im Ries nachgewiesen, wo sie freilich nicht vom Gehänge abgestürzt sein können. Dort sind sie dann wohl ein Beweis dafür, dass sich auch dort früher überschobene Massen befanden bez. noch befinden; denn da, wo heute die Tiefe des Rieskessels liegt, befand sich ja vordem auch die Alb. So viel wir übersehen können, handelt es sich bisher hierbei nur um Örtlichkeiten, die nahe der Peripherie des Kessels gelegen sind, an welchen daher das Dasein von Überschiebungen auch einleuchtend wird.

Des Ferneren ergibt sich, dass diejenigen »Buchberg-Geschiebe«, welche sich oben auf der Alb befinden, nicht etwa aus dem Ries herkommen, aus dem sie erst durch Gletscher in die Höhe, auf die Alb hinaufgeschoben wären, sondern sie sind ursprünglich schon oben auf der heutigen Alb ausgebreitet gewesen, und finden sich jetzt unten im Rieskessel nur darum, weil eben auch an Stelle dieses sich einst die mit diesen Geröllen bedeckte Alb ausdehnte.

9. Helles Licht wird jetzt auch geworfen auf jene räthselhafte Bildung des Riesgebietes, welches als »Lauchheimer Breccie« bezeichnet wird. Unter dieser liegen ja ebenfalls jene leitenden »Buchberg-Geschiebe«! Unter dieser ist gleichfalls der Weiss-Jura β polirt und geschrammt! Man sieht, die Verhältnisse sind absolut dieselben wie am Buchberg; nur mit dem Unterschiede, dass die Doggermasse des Buchbergs ihre Schichtung bewahrt hat, während die der »Lauchheimer Breccie«, nur aus weichen Thonen bestehend, eine grundmoränenartig durchknetete Masse mit gekritzten Gesteinsstücken und Tertiärgesteinen darstellt. (Über Letztere s. unsere Arbeit.)

Nun meint KOKEN, die Lauchheimer Breccie sei wegen dieser ihrer Beschaffenheit, wegen der Glättung und Polirung des unter ihr liegenden Weiss-Jura β , wegen ihrer Unterlagerung durch die »Buchberg-Geschiebe«, welche letztere er irrthümlich als gleichaltrig mit den di-

luvialen Goldshöfer Sanden betrachtet, ganz sicher durch einen Riesgletscher bis an ihre jetzige Stelle geschoben.

Da nun aber die »Buchberg-Geschiebe« tertiären Alters sind, älter als die Entstehung des Riesberges, und da ihre Kritzung sowie die Polirung und Schrammung des Weiss-Jura β , wie am Buchberg bewiesen, durch Überschiebung hervorgerufen wurden, so fällt wiederum auch dieser stärkste Beweis für das Dasein von Gletschern.

Die Lauchheimer Breccie ist mithin, wie wir das vermutheten, ebenfalls eine überschobene Masse und keine Moräne. Darüber hinaus enthalten wir uns selbstverständlich des Urtheiles über die glaciale Frage des Riesgebietes. Ist und wird zweifellose Moräne nachgewiesen, so ist natürlich an der betreffenden Stelle das Dasein einer Eismasse nicht zu bezweifeln.

10. Weit hinaus aber über die Württembergischen Lande bis nach Süd-Africa, Australien, Vorderindien und weit zurück in längst vergangene Jahrillionen der Erdgeschichte wirft möglicherweise das Ries sein aufklärendes Licht.

Jene merkwürdigen, einer Grundmoräne ähnlichen Ablagerungen mit gekritzten Geschieben, welche sich in permocarboner Zeit bildeten und bisweilen auf polirtem, geschrammtem Gesteine aufliegen, muss man sie nun auch noch als Zeugen einer carbonen Eiszeit betrachten? Erst kürzlich hat PENCK¹ seine Bedenken in dieser Beziehung geäußert. Schwerlich wird man allerdings den Gedanken hegen können, dass jene Ablagerungen gerade in Folge von Überschiebungen entstanden sein müssten; dazu ist das in Frage kommende Gebiet, welches den indischen Ocean umgiebt, ein zu grosses.

Wenn wir aber sehen, dass am Ries durch Überschiebungen Erscheinungen hervorgerufen werden, welche täuschend ähnlich den glacialen sind, so wird man mit vollem Rechte erwarten dürfen, dass auch durch andere Arten von Gebirgsbewegungen unter Umständen gleiches erzeugt werden könne.

Dieselbe Überlegung gilt natürlich ebenso von den im Rothliegenden Englands sowie in jüngeren Formationen anderer Länder auftretenden, als glacial gedeuteten Bildungen.

Fern liegt es uns, damit die Frage jener praediluvialen Eiszeiten endgültig gelöst haben zu wollen. Vielleicht aber geben unsere Beobachtungen am Ries doch den Schlüssel, welcher jenes Geheimniss für manche dieser Vorkommen in anderer als glacialer Lösung mit erschliessen hilft.

¹ Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd. 35. 1900. S. 239—286.

Doch natürlich nicht nur auf die Frage der praediluvialen Eiszeiten bezieht sich das. Auch der Nachweis diluvialer Vergletscherungen kann eventuell einmal dadurch in Frage gestellt werden: bisher galten hier Glättung, Schrammung und Grundmoränen-Structur als unwiderlegliche Beweise für diluviale Vergletscherung. Nunmehr ist durch das krasse Beispiel des Ries die Unfehlbarkeit jener Kennzeichen für glaciale Bildungen erschüttert.

11. Wir müssen nun schliesslich noch nach ganz anderer Richtung hin denjenigen Theil der von uns aufgestellten Hypothese gegen KOKEN's Angriffe vertheidigen, welcher besagt, dass wir die Riesphänomene als Folge einer Laccolithbildung betrachten.

Den ersten dieser Einwürfe kleidet KOKEN in die Worte: »Dass die vulcanische Spannung sich auf zahlreichen Spalten des Riesrandes in heftigen Explosionen und Ausbrüchen Luft gemacht hat, ist nicht das Symptom eines Laccolithen«.

Damit stellt sich KOKEN offenbar auf den, aber irrthümlichen Standpunkt, ein in Action getretenes Magma könne entweder nur intrusiv sein, also Laccolithe u. s. w. bilden, oder nur extrusiv, also Vulcanberge u. s. w. erzeugen.

Wir vermögen nicht einzusehen, warum aufsteigender Schmelzfluss, wenn er, wie Laccolithe thun, die überlagernde Erdrinde hochhebt, dabei zerbricht, zerspaltet, so dass diese Spalten zum Theil bis zur Tagesfläche aufreissen, trotzdem nur im Stande sein sollte, kurze Apophysen in diese Erdrinde hineinzuschicken, nicht aber auch Apophysen von solcher Länge, dass sie oben über Tage als Asche oder Schlacken, wie im Ries der Fall, herausspratzen bez. überfliessen.

Ob ein Schmelzfluss an einem und demselben Orte nur als Intrusivmasse sich bethätigt oder nur als Extrusivmasse, oder ob er beides gleichzeitig, bez. in Zwischenräumen nach einander thut — in jedem Falle bleibt doch derjenige Theil des Magma, der sich unterirdisch ausgebreitet, in die Erdrinde eingelagert, eingezwängt hat, eine Intrusivmasse. Da nun aber solche rundlichen oder länglichen Intrusivmassen »Laccolithe« genannt werden, so ist es keineswegs etwa eine »uferlose Anwendung des Wortes« Laccolith, wenn wir eine solche Intrusivmasse in der Tiefe des Ries als Laccolith bezeichnen; sondern es ist, neben »Batholith«, überhaupt der einzige in der Geologie dafür zur Verfügung stehende Ausdruck.¹ Wir haben den allgemein gebräuchlichen Terminus angewendet, nichts weiter.

¹ Denn die nach Absicht SJEGRÖM's eine etwas abweichende Bedeutung besitzende Bezeichnung Taphrolith hat keinen Anklang gefunden, läuft aber auch auf dasselbe hinaus wie COHEN darthat. Vergl. ZIRKEL, Petrographie, 2. Aufl., I., 547.

Dass wir das Richtige getroffen haben, indem wir die Hebung des Riesgebietes auf einen Laccolith zurückführen, das geht aus eben dieser Hebung hervor. Gerade weil ein Pfropfen rundlichen Umrisses hier gehoben ist, darum muss ein Laccolith die Ursache sein; denn nur Laccolithe sind bisher als ein Agens bekannt, welches senkrecht von unten herauf die Erdrinde an der betreffenden Stelle hochhebt.¹

Die von KOKEN als hebendes Agens an die Stelle des »Laccolith« gesetzten Begriffe »vulcanische Spannung, vulcanischer Auftrieb« sind ganz unbestimmte Ausdrücke, die nichts näheres bezeichnen, die auch von der Geologie keineswegs als Kräfte anerkannt werden, welche die Erdrinde senkrecht hochzuheben vermögen.

Diese unsere Ansicht findet nun eine unwiderlegliche Stütze in Thatsachen, welche an anderen Orten der Erde beobachtet wurden, welche daher anderen Forschern die Veranlassung gegeben haben, seit langem schon das zu vertreten, was KOKEN für unmöglich erklärt.

Haben denn HOCHSTETTER, E. SUESS und viele Andere nicht zur Genüge dargethan, dass ein und dasselbe Magma an einem und demselben Orte nicht nur extrusive, sondern auch intrusive Bildungen bewirken kann? Hat nicht E. SUESS überzeugend ausgeführt und mit Beispielen belegt, wie inmitten jung vulcanischer, aber schon mehr oder weniger abgetragener Bildungen hier und da die laccolithischen Trachyt-, Granit-, Diorit- u. s. w. Kerne dieser Vulcane herauszuschauen beginnen? Wie ist von ihm die Denudationsreihe der Vulcane uns vor Augen geführt, die aus den Vulcanbergen der Jetztzeit² hinüberführt zu den aus der Tiefe herauspraeparirten Kernen derselben, den Laccolithen.

Zeigt nicht E. SUESS u. A. am Beispiele des Monte Venda der Euganeen die Intrusionen, die in die Masse des ehemaligen Vulcans, d. h. des durch Extrusionen aufgebauten Berges, eingedrungen sind?³ Haben nicht WEED und PIRSSON die Laccolithe beschrieben, welche in Nordamerica aus ehemaligen Vulcanen allmählich herausgearbeitet worden sind⁴, während von den Vulcanen selbst noch die extrusiven Lavaströme, die Aschen und vulcanischen Breccien erhalten blieben?

Wenn ferner irgend ein Forscher in- und extrusive Bildungen, also Tiefen- und Ergussgesteine, scharf auseinandergehalten, sich

¹ Vergl. darüber das Nähere in unserer Arbeit über das Ries. S. auch NEUMAYER, Erdgeschichte.

² Antlitz der Erde I, S. 130—223.

³ Ebenda I, S. 195.

⁴ SILLIMAN, American Journal of geology 1895, III. Ser., Vol. 50, p. 467. Ferner Bulletin geological soc. of America, Rochester 1895, Vol. 6., p. 389.

also dem Standpunkt genähert hat, auf den KOKEN sich hier stellt, so ist das ROSENBUSCH gewesen. Aber dennoch sagt Letzterer, nachdem er seine Eintheilung in Tiefen-, Erguss- und Ganggesteine erläutert hat: »Es würde den Thatsachen nicht entsprechen, wenn man sich diese drei Hauptclassen der Eruptivgesteine als streng geschieden und unvermittelt vorstellen wollte«¹ »Eine zufolge geodynamischer Vorgänge aus dem Erdinnern bis zu einer vulcanischen Öffnung empordringende Eruptivmasse wird, wenn wir uns die ganze Reihe der Ausbruchprocesse bis zum vollständigen Erlöschen abgespielt denken, an der Erdoberfläche Ergussgesteine und lose Auswurfsmassen gebildet haben, während sie in geringerer und grösserer Tiefe Gesteine von abyssischem Habitus und als Ausfüllung von Spalten Ganggesteine geliefert haben muss.«

Dieser selbe Gedankengang aber ist schliesslich, mindestens zum Theil, gerade der Grund, warum ZIRKEL in seinem Lehrbuche der Petrographie genau umgekehrt jene Eintheilung in Tiefen-, Erguss- und Ganggesteine überhaupt nicht anerkennt.

Es genügt an den genannten Beispielen und Citaten; denn es ergibt sich zur Genüge, dass KOKEN, indem er den oben citirten Einspruch gegen die von uns gegebene Erklärungsweise macht, sich in Widerspruch versetzt ebensowohl mit den an anderen Orten beobachteten Thatsachen als auch mit den Ansichten, welche von hervorragendsten Forschern auf dem Gebiete der Petrographie und des Vulcanismus zur Geltung gebracht worden sind.

Zwingende Logik also ist es, wenn wir uns vorstellen, dass das Riesgebiet, diese pfropfenartige Scholle von 5 Quadratmeilen Grundfläche, nur hochgehoben worden sein kann durch einen Laccolith, welcher in das altkrystalline Grundgebirge eingepresst wurde und so die Scholle auf seinen Rücken nahm.

12. Den zweiten Einwurf macht KOKEN gegen unsere Erklärungsweise, indem er sagt, ganz »unvereinbar mit der Vorstellung von dem intrusiven Erstarren der Laccolithe« sei der Umstand, dass der Hebung des Riesgebietes ein Zusammensturz gefolgt sei, »der geradezu auf eine Erschöpfung des Magmaherdes schliessen lässt«.

Nun wohl, setzen wir also an die Stelle des Laccolithes einmal den einfach in einer Röhre aufsteigenden Schmelzfluss, der dann später wieder in der Tiefe verschwindet, einen Hohlraum hinterlassend, dessen Decke schliesslich einstürzt. Das giebt einen Einsturzkrater, ein Bild, das nach dem bei manchen Vulcanen Beobachteten vollkommen statthaft ist. Wir möchten es jedoch nicht für unwahrscheinlich halten,

¹ Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, Stuttgart 1896, S. 7 und 8.

dass da, wo solche Einsturzkratere entstanden, lediglich nur die Eruptionsröhre leergelaufen sei. Vielmehr wird hier wohl angenommen werden dürfen, wenigstens bei grösseren Einsturzkrateren, dass die Lava sich auch seitlich von der Röhre noch weithin ausgebreitet hatte: entweder das Innere des Berges rings um sich herum wieder einschmelzend; oder als Intrusion in das Innere eindringend. So dass also ein rings um die Röhre ausgebreiteter Feuersee entstand, der, leerlaufend, dann eine gewaltige Höhlung entstehen liess, die zusammenstürzte.

Gleichviel aber, wie dem sei, ob bei solchen Vulcanen nur die relativ enge Ausbruchsröhre sich entleerte, oder ein grosser Feuersee: Wir dürfen doch dieses Bild nicht auf das Ries übertragen, denn sobald wir das thun wollen, tritt uns die Hebung des Riesgebietes verwehrend entgegen.

Hat denn jemals Schmelzfluss, der in einer relativ engen¹ Röhre aufstieg, ein im weiten Umkreise um diese Röhre herum sich ausdehnendes Gebiet hochgehoben? Niemals. Wohl aber haben Intrusionen, Laccolithen das gethan, weil sie eben seitlich aus der Röhre heraus. in das Nebengestein hineingingen.

Magma, das einfach in seiner Röhre oder Spalte aufsteigt bez. heraufgepresst wird, kann überhaupt nun und nimmer hebend auf die Erdrinde wirken; denn die Erdrinde wird ja von der Röhre bez. Spalte einfach durchsetzt! In einer Spalte oder Röhre giebt es nicht viel zu heben.

Bricht sich das Magma erst den Weg durch die Erdrinde, eröffnet es sich selbst erst die Röhre, so wird es das wohl nur mittels Explosionen thun, wie im benachbarten Gebiete von Urach der Fall war. Hierbei wird das Gestein der Erdrinde zerschmettert und herausgeschleudert; aber nie wird es gehoben in der Weise, wie das Ries gehoben wurde, als ein Ganzes, als ein Pfropfen.

Haben dagegen gebirgsbildende Kräfte die Spalte eröffnet, so ist sie offen und wird höchstens in explosiver Weise noch erweitert.

In beiden Fällen also wird nicht einmal das in der Röhre oder Spalte ursprünglich vorhanden gewesene Material als Ganzes gehoben.

¹ In einer engen Röhre sagen wir; denn wer etwa behaupten wollte, im Ries sei diese Röhre gar nicht eng gewesen, sie habe den Querschnitt des Rieskessels von 5 Quadratmeilen besessen, der nähme damit eine gigantische Ausbruchsröhre an, welche doch wohl einen entsprechend gewaltigen Vulcan erzeugt haben müsste. Aber gerade die extrusiven Äusserungen des Vulcanismus sind hier schwach; sind auf vielen, kleinen, dünnen Ausbruchsröhren erfolgt, die unserer Ansicht nach von dem Laccolith aufstiegen; haben nur Asche und Schlacken geliefert. Das ist doch nicht das Äussere eines Riesen-Vulcanes! Es ist nur ein äusserst kümmerlicher Anlauf der Natur bei dem Versuche, einen Vulcan zu bilden.

Noch viel weniger aber wird das im weiten Umkreise um diese Spalte herum gelegene Gebiet als ein Ganzes gehoben.

Nur dadurch, dass Magma aus dem relativ engen Bereiche seiner Ausbruchsröhre heraus und seitlich in die Erdrinde eintritt bez. eingepresst wird, nur dadurch konnte überhaupt diese Hebung der Erdrinde bewirkt werden. In demselben Augenblicke aber, in welchem Magma aus der Röhre heraus und seitlich in die Erdrinde eintritt, wird es zum Laccolith. Folglich muss man bei dem Ries von einem Laccolith reden.

13. Noch ein Drittes wirft KOKEN ein. Er sagt, dass ein Wiederabfließen des Magmas »unvereinbar mit der Vorstellung von dem intrusiven Erstarren der Laccolith« sei.

Auch das kann gar nicht richtig sein. Warum sollte Flüssiges denn nur zufließen, nicht aber auch abfließen können, natürlich solange und soweit es noch nicht erstarrte?

Oder wird etwa eine Intrusivmasse bestimmter Gestalt erst in dem Augenblick ein Laccolith, in dem sie zu festem Gesteine erstarrt ist? Ist sie es nicht auch bereits, solange sie noch flüssig ist? Ist sie es nicht schon vom ersten Augenblicke ihres Eintritts zwischen die Erdschichten an?

Ebensowenig wie nur der todte Mensch Mensch genannt werden darf, wie er vielmehr gerade während seines Lebens, vom Augenblicke der Geburt an, Mensch war, so kommen auch einem Intrusivstocke, einem Laccolith, einem Lavastrom diese Titel bereits zu während der ganzen Zeit, in der sie noch flüssig waren. Spricht man doch auch von der Contactwirkung einer Intrusion, eines Laccolithes, eines Extrusivgesteines, obgleich natürlich eine Contactwirkung gerade nur so lange sich äussern kann, als das Magma, das sie bildete, noch nicht erkaltet und erstarrt war. Wir dürfen bei einem Laccolith nicht haften an dem Bilde der Erstarrung, welches er uns jetzt gewährt. Das ist ja nur der Leichnam des Laccolithes!

Folglich sind wir durchaus berechtigt, uns den Laccolith als eine Intrusivmasse zu denken, die lange Zeit flüssig, lebendig, beweglich war. Den Vorgang der Bildung eines Laccolithes wird man sich mit Recht so vorzustellen haben, wie REYER ihn ausmalte: nämlich lange Zeit andauernd, allmählich sich vollziehend, durch immer wieder neue Injectionen in die bereits gebildete Laccolithmasse hinein neues Leben bekommend, dadurch immer höher anschwellend, die überlagernden Schichten immer höher hebend. An der Übertragung dieses Bildes auf unseren Fall ändert auch der Umstand nichts, dass REYER speciell die Intrusivmassen auf dem Boden des Meeres, gleichzeitig mit den sie

allmählich bedeckenden Sedimentmassen, entstanden sein lässt — eine Vorstellung, der wir nicht beipflichten. Sie ist aber nebensächlich; denn mit Recht macht REYER dieses Allmähliche, durch erneute Injectionen immer weiter Anschwellende auch für andere Eruptivmassen geltend.

Auch auf ein anderes Buch müssen wir verweisen, auf STÜBEL's grosses Werk über die Vulcane in Ecuador.¹ Mag man den weitgehenden Folgerungen STÜBEL's beistimmen oder nicht, so viel jedenfalls wird ihm auch ein Gegner seiner Anschauungen zugestehen müssen, dass aufgestiegener Schmelzfluss lange Zeit hindurch im flüssigen Zustande verharren kann, wenn er nur nach oben hin gegen Abkühlung durch eine dicke »Panzerung« geschützt ist.

Man stelle sich nur eine grosse, ausgedehnte Intrusivmasse vor, welche hier zu einem mächtigen, kuchenartigen Laccolith hochgewölbt sich aufgestaut hat, dort zu kleineren und niedrigeren, da endlich zu flacheren, mehr lagerhaften Intrusionen sich ausbreitet — also eine mächtige Intrusivmasse, welche an verschiedenen Stellen ganz verschiedene Dicke besitzt; die an verschiedenen Stellen durch hinabsetzende Kanäle gespeist wird: die an verschiedenen Stellen ganz verschieden starke Nachschübe erleidet, weil sie hier schon unbeweglich geworden ist, so dass neue Masse nur schwer ihr injicirt werden kann, während das dort, an anderen Stellen noch leicht der Fall ist.

Ein solcher Laccolith wird keine Masse von gleichem Aggregatzustande bilden; er wird vielmehr hier noch lebendig, dort schon todt sein können. Es werden grosse Theile desselben, namentlich die äusseren, schon längst mehr oder weniger erstarrt sein, während im Inneren immer wieder neues lebendiges Magma eingespritzt wird. Genau wie ein Gestirn schon Gestirn heisst, solange es noch nicht völlig erstarrte, genau so, wie an einem und demselben Gestirne gleichzeitig zwei, ja alle drei Aggregatzustände auftreten können: der Körper aus Schmelzfluss, seine Hülle aus glühenden Gasen des Körpers bestehend, dazu bereits grosse Schlackenfelder sich bildend — genau ebenso wird ein Laccolith Anfangs nur flüssigen, später gleichzeitig flüssigen und festen Aggregatzustand haben können.

Ist dem aber so, dann wird selbstverständlich auch derjenige Theil des Laccolithes, der sich noch im flüssigen Zustande befindet, wieder abfliessen können, sowie die Kraft erlischt, durch welche das flüssige Magma überhaupt injicirt wird. Stellen wir uns also vor, dass durch den Druck einer niedersinkenden Scholle der Erdrinde das Magma aufwärts gepresst wird, so bedürfte es nur

¹ Die Vulcanberge von Ecuador. Berlin 1897, gross 4°, XXI und 556 Seiten.

der Beendigung dieses Absinkens, um auch eine Beendigung des Druckes und damit des Aufsteigens von Schmelzfluss zu erzielen.

Genau ebenso aber wie Lava im Schlote eines Vulcans aufsteigt, zum Theil in den Spalten erstarrt, nach Aufhören der Eruption aber wieder in der Tiefe verschwindet, genau ebenso kann auch bei einem Laccolith der flüssige Theil desselben wieder in der Tiefe verschwinden. Ein Laccolith ist ja gegenüber einem Stocke¹ nichts anderes, als seitlich in der Erdrinde weiter ausgebreiteter Schmelzfluss gegenüber dem nur die Eruptionsröhre füllenden. Kann dieser abfließen, warum nicht auch jener?

Er »kann« sagen wir. Damit aber ist noch keineswegs gesagt, dass eine Intrusivmasse ebenso leicht wird abfließen müssen, ebenso oft es thut wie der Schmelzfluss, welcher lediglich die Eruptionsröhre füllt. Im Gegentheil, bei dem letzteren wird das leichter stattfinden können, also öfter vorkommen, als bei der Intrusivmasse. Bei dieser müssen die weite seitliche Ausbreitung und die grössere Entfernung von der Röhre ein Wiederabfließen erschweren. So mag es sich erklären, dass bei Intrusivmassen ein Wiederabfließen selten auftreten dürfte.

Kommt es aber doch einmal dazu, dann wird ein im Inneren hohler Laccolith entstehen, der plötzlich oder allmählich, im ganzen oder an einem Ende, zusammenbrechen kann, wodurch dann an der Erdoberfläche ein Einsturzkessel, gleich dem Ries, entstehen mag.

Ist dagegen die Wandung des Laccolithes bereits dick genug, so mag er als Gewölbe erhalten bleiben und keinen Einsturz erleiden bez. über sich hervorrufen — genau so, wie sich auch in Lavaströmen Höhlen bilden und bestehen bleiben können.

Ist endlich der Laccolith von grösserer Ausdehnung, hat er eine langgestreckte Gestalt, wird er vollends von zwei oder mehreren Röhren aus gespeist, bildet sich schliesslich sogar eine Vielheit grösserer und kleinerer, gewissermaassen parasitischer Laccolithe dicht nebeneinander (vergl. unsere Arbeit), so ist in jedem dieser verschiedenen Fälle die Möglichkeit gegeben:

dass an einem Ende der Laccolith nur schwach bleibt, also sein Deckgebirge wenig oder gar nicht hebt, während er am anderen Ende stark anschwillt und dementsprechend hebend wirkt, und dass umgekehrt hier, nach Aufhören des Druckes, das noch Flüssige wieder in der Tiefe verschwindet, während das dort nicht mehr der Fall ist, so dass hier dann eventuell einmal ein Einsturz erfolgt, dort aber nicht.

¹ CREDNER, Geologie, 8. Aufl. S. 289.

Indessen wir können von dem soeben bezüglich des Abfließens Gesagten völlig absehen, da wir den Einsturz auch erklären können durch denselben, jedoch tiefer hinab verlegten Vorgang, so dass der Hohlraum nicht im Laccolith selbst entstände, sondern unter demselben.

Woher stammt das Magma, das als Laccolith eine Intrusion bildete? Aus der Tiefe. Ebenso nun, wie in einem Vulcane, also einer Extrusion, sehr wohl der oberste Theil der Magmasäule in der Röhre, in den Gängen und in den Intrusionen, die radial von dieser Röhre ausstrahlen, erstarrt sein kann, während der untere Theil in die Tiefe wieder abfließt, so dass nun hier unten ein Hohlraum entsteht — ebenso kann auch bei einer Intrusion der oberste Theil der Magmamasse als Laccolith erstarren, während der untere Theil derselben wieder in der Tiefe verschwindet. Wie dort unter dem Oberen, der erstarrten Lavasäule, so entsteht dann hier unter dem Oberen, dem erstarrten Laccolith, ein Hohlraum. Stürzt nun die Decke dieses letzteren ein, so senkt sich alles Überlagernde, also auch der Laccolith selbst, in ihn hinab.

Wie dort, bei dem Vulcan, unter Umständen auf solche Weise ein Einsturzkrater entstehen kann (Somma, Santorin, Krakatau), so hier, bei der Intrusion, der Rieskessel. An den Stellen, an welchen unter einer ausgedehnten mehrköpfigen Laccolithmasse ein solcher Abfluss sich vollzog, ein solcher Hohlraum entstand, kann dann eventuell die Laccolithmasse Einstürze erleiden, während sie an den übrigen erhalten bleibt.

Hierbei liesse sich auch erwägen, dass, worauf SALOMON hinwies, diese Kanäle der Laccolithe, wenigstens an ihrem oberen Ende, keineswegs so schmale Röhren zu sein brauchen, wie man sich das nach den Zeichnungen GILBERT's vorstellen möchte; sondern sie können oben in ziemlich weite Trichter übergehen. Diese letzteren aber, eventuell leer-gelaufen, bieten ansehnlich grosse Höhlen zum Einsturze dar.

Diese Einsturzfrage würde sich eventuell noch in ganz anderer, einfachster Weise beantworten lassen: wenn nämlich bei der Abkühlung eine Volumverminderung stattfinden sollte, dann würde sich in Folge dieser die überliegende Decke einsenken können. Darüber bitten wir die Ausführungen in unserer Arbeit nachlesen zu wollen.

Letzteres gilt auch bezüglich der Frage, ob nicht der Einsturz ganz oder zum Theil auf Kosten des herausgeführten Materiales gesetzt werden könne. Wenn die sich selbst ausweidende Erde hier grosse Massen von Gasen und Schmelzfluss heraufbeförderte, so sind zwei Fälle denkbar: entweder der Materialverlust in der Tiefe unter dem Ries wurde im gleichen Maasse wieder durch neue Nachschübe

ersetzt; in diesem Falle erfolgte keine Hohlraumbildung. Oder die Nachschübe fehlten hier bez. an den betreffenden Stellen; dann musste entsprechende Hohlraumbildung vor sich gehen.

Aus den obigen Darlegungen folgt, dass die bis jetzt gegen unseren Erklärungsversuch geltend gemachten Einwürfe sich ohne Schwierigkeit widerlegen lassen. Das gilt unserer Ansicht nach auch hinsichtlich des von uns angenommenen Laccolithes. Aber man wolle nicht vergessen, dass, wie schon Eingangs gesagt, die Frage recht nebensächlich ist, ob man dem aufwärts drängenden Schmelzflusse, welcher alle diese Riesphaenomene bewirkte, den Titel eines Laccolithes geben oder ihn nur als Stock bezeichnen will. Die Hauptsache ist, dass, wie wir sagten, aufwärts drängender, bez. gedrängter Schmelzfluss das Alles bewirkt hat und dass er es in der Weise gethan hat, wie wir das gesagt haben.

Protokoll über eine Besichtigung des neuen Schachtprofiles im Buchberge bei Bopfingen.

Auf Einladung des Hrn. Prof. Dr. E. FRAAS besichtigten die Unterzeichneten am 1. April 1901 das Schachtprofil des Buchberges bei Bopfingen, durch welches die Überschiebung des Braun-Jura α - β , mit schwachem Einfallen gegen den Horizont, über Weiss-Jura β erwiesen worden ist. Die Tiefe des Schachtes beträgt 26^m25; bis zu 25^m6 Tiefe steht der Braune Jura an, die Sohle des Schachtes besteht aus den harten splitterigen Bänken des Weiss-Jura β ; sie bilden eine geschlossene feste Basis. Zwischen Weiss-Jura und Braun-Jura schaltet sich eine eigenartige, gerölleführende Schicht ein, die weiter unten noch näher beschrieben wird. Der Braune Jura des Schachtprofils besteht zu oberst aus Braun β , das ganz typisch entwickelt ist und, wie Hr. Dr. BECK constatirte, *Pecten personatus* führt; zu unterst aus Opalinuston in normalem Verbands mit β . In seinem unteren Theile zeigt der Opalinuston beträchtliche Lagerungsstörungen und geht schliesslich in eine stark verquetschte thonige Masse über. Mit solcherlei Beschaffenheit grenzt er an die liegende gerölleführende Schicht. Diese besitzt eine Mächtigkeit von etwa 0^m6 und macht sich schon bei Grubenbeleuchtung durch lichtere Färbung unterscheidbar von dem hangenden Opalinuston. Doch ist die Grenze keineswegs scharf, vielmehr ist der Opalinuston in mehr oder minder beträchtlichem Maasse in die gerölleführende Schicht mit hineinverknüpft, dass es gerade schwer ist, eine deutliche Grenzlinie zwischen beiden festzustellen. Diese gerölleführende Schicht gleicht in structureller Hinsicht aufs Haar einer aus dem heterogensten Material zusammengesetzten Grundmoräne, ist im Bruche rauh-grandig, bald mehr zäh thonig, bald mehr sandig, chaotisch in ihrem Aufbau, zum Theil von verbogenen Schmitzen eines lichtgelbbraunen Quarzsandes durchzogen und im Allgemeinen reich an Geschieben. Diese sind nuss-, ei-, faust- bis kopfgross und gehören vorwiegend splitterigem Weiss-Jurakalk an; seltener, aber immer noch häufig, sind Feuer-

steine, bräunliche Hornsteine und rothe Jaspise, Geröllchen von Fettquarz, gelegentlich beobachtet man auch einen Granit (?). Die Jurageschiebe erweisen sich meist vollendet gekritz und geschrammt. Dieses gerölleführende Gebilde ist überaus fest gepackt und wie einerseits mit dem hangenden Opalinuston innig verknetet, so andererseits überaus fest dem liegenden Weiss-Jura angepresst und in feine Fugen desselben eingequetscht. Die Oberfläche aber des Weiss-Jura bietet sich in vollendetster Weise horizontal oder nahezu horizontal abgeschliffen dar und ist gleichzeitig geschrammt und mit feinen parallelen Streifensystemen bedeckt, so typisch, wie man es nur auf einem alten Gletscherboden beobachten kann. Verschiedene über die Richtung der Schrammen auf dem anstehenden Weiss-Jurafels angestellte Beobachtungen und Messungen mit Hülfe des bergmännischen Compasses ergaben die übereinstimmende Orientirung von O nach W.

Nach Schluss der Untersuchung, an der ausser den Unterzeichneten Hr. Bergreferendar BAUR jun. theilnahm, traf Hr. Oberinspector REGELMANN ein, der beabsichtigte, Tags darauf das Schachtprofil und das herausbeförderte Material gleichfalls zu studiren.

Hr. Dr. BECK fuhr nicht mit an, konnte aber an dem zu Tage beförderten, nach der Aufeinanderfolge im Profile neben einander geschütteten Materiale über Tag einen grossen Theil der mitgetheilten Beobachtungen bestätigen.

Stuttgart, den 3. April 1901.

Baurath WUNDT. Prof. SAUER.

Zu Obigem ist hinzuzufügen, dass von Hrn. stud. geol. VON KNEBEL später der Schacht noch mehrfach befahren und controlirt worden ist. Wenn in dem Protokoll gewisse Dinge, welche wir bei der Beschreibung des Schachtes anführen, nicht erwähnt sind, so kommt diese scheinbare Disharmonie beider Berichte nur daher, dass die Wände des Schachtes mit Holz verkleidet waren, als jene Herren anfahren, so dass sie nur das Tiefste desselben frei sehen konnten. Hr. Baurath WUNDT ist jedoch auch schon früher angefahren gewesen, so dass er das über die Schichtenstellung Gesagte bestätigen kann.

Ausgegeben am 2. Mai.
