

Das bisherige Ergebnis der Rieshypothesen.

W Von BRANCA-München.

(Mit 2 Abb.)

I n h a l t.		Seite
I. Entstehung unserer Rieshypothese	86—102	102
Fünf eigenartige Erscheinungen; ihre möglichen Erklärungen		
Die sechste, eine typische Kaldera, durch Einsturz entstanden. KLÄHN. SALOMON-CALVI		89
Die glaziale Frage abgelehnt 1902.		93
Höhe des durch Emporpressung entstandenen Berges 200—400 m		95
Wegstrecke der Überschiebungen 1½—8 km		95
Die Explosion		95
Auskunft des Ingenieur-Kommandos über eine schiebende Explosion 1902		96
Festhalten an einer vorhergehenden Aufpressung		97
Erweiterung verschiedener weiterer Rieshypothesen E. SUESS. KRANZ		98
Die geologischen Unterlagen für unsere Hypothese		99
Vorries ein selbständiges Aufpressungsgebiet		101
II. Beantwortung der Einwürfe gegen unsere Rieshypothese	102—112	112
SCHNELL. BENTZ . LÖFFLER. KRANZ.		
Das Sinnlose in KRANZ's „geradezu enorm hohen“ Riesberge. MOOS. REUTTER. SCHUSTER.		106
III. Das Wesentliche im Inhalt der neuen Riesarbeiten. KRANZ. LÖFFLER. SCHUSTER. SCHNELL. MOOS. RECK. BENTZ. REUTTER.		112—124
IV. Endergebnis	124—129	129

Die im Folgenden von mir im Texte zitierten Seitenzahlen beziehen sich auf den unten genannten Jahresbericht für 1925. Unsere Arbeiten führe ich nur kurz mit einem Stichworte an; ihr voller Titel ergibt sich aus dem schönen Literaturverzeichnis, das LÖFFLER in dankenswerter Weise gibt (p. 73—81).

Vorliegende Arbeit ist abgeschlossen und abgeliefert Anfang Dezember 1926.

In sehr erfreulicher Weise hat der Oberrheinische geologische Verein bei seiner Tagung 1925 das Ries bei Nördlingen zum Gegenstand vielseitiger Exkursionen und einer ganzen Anzahl von Arbeiten gemacht, die an den verschiedensten Stellen des ganzen Riesgebietes sich betätigen und zu den Hypothesen über die Entstehung der Riesphäno-

mene Stellung nehmen¹. Mein hohes Alter hat es mir leider unmöglich gemacht, an der Tagung teilzunehmen. Da ich nun dort unsere Auffassung nicht vertreten konnte, ich sie zudem bisher in diesen unseren Jahresberichten noch nie dargelegt habe, und endlich sie auch durch den von KRANZ gemachten Einwurf (s. Abschnitt II) ganz entstellt wird, so möchte ich mich hier einmal über den gegenwärtigen Stand der neueren Rieshypothesen äußern. Zunächst in der Form, daß ich darlege, warum und zu welchen Anschauungen E. FRAAS und ich gedrängt wurden, als wir die sechs verschiedenen Eigentümlichkeiten des Rieses kennen lernten und sie uns zu erklären versuchten. Ich wähle diese vielleicht ungewöhnliche Form der Darstellung, weil ich glaube, auf solche Weise am besten auch Mißverständnisse über unsere Hypothese aufklären zu können, die bei einigen Riesforschern durch eben jenen von KRANZ mit Gewalt festgehaltenen Einwurf hervorgerufen sind.

I. Entstehung unserer Ries-Hypothese.

Als ich 1900 mit meinem Freunde und Mitarbeiter E. FRAAS in das Ries zog, da waren wir von vornherein der Ansicht, daß die Riesphänomene sicher das Werk vulkanischer Explosionen sein müßten. Ich hatte ja im Gebiete von Urach die Wirkung solcher Explosionen zum Übermaße kennen gelernt. So schien uns von vornherein unser Urteil über das Ries gegeben zu sein. Nachdem wir aber uns im Ries umgesehen hatten, da wurde es uns bald klar, daß hier die Verhältnisse viel mannigfacher, zudem ganz andere waren als im Gebiete von Urach und daß wir unmöglich bei unserer vorgefaßten Meinung bleiben könnten, das Ries sei allein durch Explosion zu erklären. Ich schicke aber voraus, daß wir unter letzterem Ausdruck dabei und im Folgenden zunächst nur eine „brisante“, alleszerspritzende Explosion im Auge hatten. Die Vulkanembryonen des Uracher Gebietes und die zahllosen Abbildungen der Eruption tätiger Vulkane hatten uns nur brisante Explosionen kennen gelehrt; ich selbst hatte bei zwei Ausbrüchen des Vesuvs nur solche beobachten können. Ich möchte aber auch meinen, daß andere Geologen damals ebenfalls nur solche Anschauung von vulkanischen Explosionen hatten.

Fünf verschiedene Erscheinungen waren es, die sich im Riesgebiete völlig anders als in dem von Urach verhielten: Ueberschiebungen ganzer großer Gebirgsstücke, vor allem die der Buchberg-Beiburgmasse. Die eigentümliche „Bunte Breccie“. Das Fehlen vulkanischer Auswurfsmassen in diesen beiden. Glättung und Schrammung kalkiger Schichten, Kritzung von Kalkgeröllen, täuschend moränenähnliches Gefüge Bunter Breccie. Endlich die „Vergriesung“ genannte Zertrümmerung der Kalkgesteine und Granite. Das alles gab es ja im benachbarten Vulkangebiete von Urach nicht, in dem sich die Wirkung von brisanten Explosionen so zweifellos erwiesen hatte.

1. Völlig verblüffend wirkte der Anblick der zweifellos aus dem Riesessel stammenden Buchbergmasse; hoch oben auf dem Weiß-

¹ S. diese Jahresberichte. Jahrg. 1925. Bd. XIV. 1926.

Jura β , α^1 . Denn hier lag ein Gebirgsstück, im Verbande geblieben, aus Braunjura β durch alle Stufen hinauf bestehend, auf dem Weißjura. Unmöglich konnte dieses ansehnliche Gebirgsstück durch eine brisante Explosion durch die Luft dort oben hinauf geschleudert sein; denn dann wäre es zerspritzt, auseinandergefallen, während seine Schichten doch ganz im Gegenteil mehr oder weniger ganz im Verbande geblieben waren.

Auch die andere von KOKEN gegebene Erklärung konnten wir nicht anerkennen, daß die Buchbergmasse an Ort und Stelle aus der Tiefe heraufgedrückt worden sei. Daß sie vielmehr aus dem Riesinnern stammen, also von der Seite her überschoben sein müsse, bewiesen wir mittels eines den Buchberg durchsinkenden Schachtes, auf dessen Boden wir den anstehenden Weißjurakalk geglättet und in W—O-Richtung geschrammt und dazu auch gekritzte Buchberg-Gerölle fanden. Die naheliegende Erklärung war daher die Annahme, daß das Ries einst zu einem Berg aufgepreßt gewesen sei, von dem die Buchbergmasse abgeglitten war. Über diesen Berg noch später.

2. Ebenso fremdartig gegenüber dem vulkanischen Urachgebiete war die Erscheinung der Bunten Breccie, deren Material zweifellos auch aus dem Riesinnern stammte. Dieses Material hätte allerdings durch eine brisante Explosion aus dem Riesessel herausgeschleudert sein können. Aber die Struktur der Bunten Breccie ließ erkennen, daß die Massen durcheinandergewürgt, gewälzt und gequetscht waren. Solche Struktur konnten sie unmöglich dadurch erlangt haben, daß sie durch eine brisante Explosion auf dem Luftwege aus dem Ries auf die Alb geschüttet worden wären; wohl aber dadurch, daß sie auf dem Riesberge die Unterlage der auf ihnen abgleitenden Massen gebildet hätten. Ganz ebenso wie bei tektonischen Überschiebungen, die hier auf der Alb aber ausgeschlossen waren, unter den überschobenen Massen ein „gequältes“ Gestein entstehen kann. Oder aber wie unter dem sich bewegenden Inlandeise die Grundmoräne ihre ähnliche Struktur erlangte.

3. Die dritte Eigenart der Riesphänomene gegenüber denen des Uracher Gebietes bestand darin, daß in diesen überschobenen Massen des Buchberges und der Bunten Breccie sich auch nicht eine Spur vulkanischer Auswurfsmassen zeigte. Auch das sprach, wenn auch keineswegs mit Sicherheit, gegen eine brisante Explosion. Denn sowohl bei Urach, als auch an einer Anzahl kleiner Vorkommen im Ries waren ja durch brisante Explosionen vulkanische Tuffe bezw. Schlacken mit herausbefördert worden.

4. Eine vierte, gegenüber Urach ganz eigenartige Erscheinung waren die Glättung und Schrammung bei den Weißjurakalken; sodann die Kritzung der sog. „Buchberggerölle“, die vielfach im Riesgebiet sich fanden. Endlich das moränenähnliche Gefüge der Bunten Breccie an manchen Stellen. Also stark an eine Eiswirkung erinnernde Erscheinungen. Unmöglich konnten diese durch brisante Explosionen, wie

¹ BRANCA und E. FRAAS: Das Ries. 1900. p. 76. Textfig. 4. Vermutlich hatte die Buchbergmasse mit der Beiburg ursprünglich zusammengehungen und war von ihr nur durch Erosion getrennt worden. Auf diese Weise würde die Ausdehnung des überschobenen Gebirgsstückes 1000 m und 400 m betragen; die des Buchberges allein 400 und 200 m.

sie bei Urach stattfanden, erfolgt sein. Denn Gesteinsmassen, die ihren Weg durch die Luft genommen hätten (REUTTER p. 215; KRANZ wohl z. Tl.), mußten schließlich aus dieser niederfallen und im allgemeinen dort liegen bleiben. Hier dagegen hatte offenbar eine Bewegung auf der Erdoberfläche stattgefunden; durch eine Kraft, von der Massen über andere hinweg bewegt, geschoben wurden. Das aber konnte nur geschehen sein, entweder durch Abrutschen von dem als Berg emporgetriebenen Teile des Rieses. Oder durch Eis, wie das damals ganz neuerdings wieder von KOKEN behauptet wurde¹.

5. Das fünfte Auffällige, gegenüber Urach, zeigte sich endlich in der „Zergriesung“ genannten Struktur der Weißjurakalke, die wir aber auch an Graniten im Riesessel wie im Vorries beobachteten. In seiner großen Ausdehnung konnte dieses Phänomen schwerlich wesentlich durch Erdbeben hervorgerufen sein. Allerdings können bei solchen die zu oberst liegenden Gesteine geprellt, in die Höhe geschleudert werden und vielleicht dann auch zerbrechen. Aber eine so tief hinabgehende Zertrümmerung der Kalke und des Granites schien uns nur zurückführbar auf eine Zerpressung durch Druck, den das empordrängende Magma auf die überliegenden und als Riesberg emporgepreßten Massen ausgeübt habe. Wenn diese Vergriesung durch Explosion hervorgerufen wäre, dann würde man ja bei Vulkanen solche Zerpressung als ganz allgemeine Erscheinung kennen. Aber das ist nicht der Fall; sonst würde diese Tatsache in jedem Lehrbuch der Geologie hervorgehoben sein.

Ich muß jedoch anführen, daß E. SUESS, dem doch wahrlich ein großes Anschauungsmaterial zur Verfügung stand, im Gegenteil aussagte, daß der Apenninenkalk durch vulkanische Explosionen vergriest sei. (Vergl. darüber E. SUESS, Antlitz der Erde III. 2. p. 656.) Wenn das richtig ist, dann könnte im Riesee die Vergriesung des Weißjurakalkes und des Granites doch durch Explosion entstanden sein. Es ist ja klar, daß die des Granites sich sehr einfach auch durch den Druck erklären läßt, den das empordrängende Magma gegen sein Dach ausübte, dessen gewaltiges Gewicht es überwinden mußte. Aber keineswegs so klar liegt die Sache bei der Vergriesung des Weißjurakalkes, da dieser ja zu oberst im Dache lag, folglich nur geringen Gegendruck gegen den des Lakkolithes ausüben konnte. Darum wurden wir in unserem Urteil über die Ursache der Vergriesung wieder schwankend, als wir im Vorries die gewaltige Ausdehnung des Juragrieses kennen lernten und faßten hier doch die Möglichkeit einer Entstehung durch Explosion ins Auge.

Tatsache ist, daß durch Gebirgsdruck solche Zerpressung oft genug bewirkt worden ist. Da er seitlich zu wirken pflegt, so hat er den gewaltigen Gegendruck zu überwinden, den die Erdrinde leistet. Hier erklärt sich also seine Wirkung ohne weiteres. Im Falle des Rieses würde sich wie gesagt auch für den Granit Druck geltend machen lassen; und da wäre es anscheinend wohl gleichgültig, ob der Druck langsam durch das emporsteigende Magma ausgeübt wurde oder plötzlich durch

¹ S. das Literaturverzeichnis p. 75.

die Explosion. Trotzdem würde mein Gefühl mehr den langsam erfolgenden als Ursache vorziehen. Aber der Weißjurakalk? Auch eine Explosion braucht, wenn ihr Druck vergriesend wirken soll, offenbar einen starken Gegendruck und der fehlte hier. (S. hier Abschn. II bei BENTZ).

Ich will das Gesagte nun in Form einer Tabelle mit kurzen Worten, die unsere damaligen Eindrücke und Urteile wiedergeben, übersichtlicher machen. Unter „Explosion“ ist hier also nie eine „treibende“, schiebende, sondern stets eine „brisante“, in die Luft sprengende zu verstehen. Unter „Riesberg“ stets eine Emporpressung der Alb durch aufsteigendes Magma und Abgleiten der Schollen von diesem Berge:

1. Buchberg-Überschiebung. Nicht tektonisch. Nicht durch Explosion. Nur durch Riesberg oder Eis.
2. Bunte Breccie-Struktur. Nicht durch Explosion. Nur durch Riesberg oder Eis.
3. Fehlen vulkanischer Auswurfsmassen in 1 und 2. Vermutlich, aber doch nicht sicher, keine Explosion.
4. Glättung und Schrammung. Keine Explosion. Nur Riesberg oder Eis.
5. Zergrüesung von Granit und Kalk. Kein Erdbeben, nur Riesberg (Aufpressung), oder Explosion.

Aus dieser Übersicht ergibt sich ohne weiteres, daß wir sehr schnell die vorgefaßte Meinung aufgeben mußten, hier handele es sich um eine, wenn auch sehr viel umfangreichere, einfache Wiederholung des Vorganges im Gebiete der Vulkanembryonen von Urach. Von den fünf Eigentümlichkeiten des Riesgebietes vernünftigen uns ja vier eine (brisante) Explosion und machte eine eine solche fraglich. Bei vier von den fünf blieben uns nur die Lösung: Emporpressung des Gebietes zu einem Riesberge oder Tätigkeit des Eises.

6. Es fand sich noch ein sechstes Merkmal des Rieses, das jedoch zu keinem der unter 1—5 genannten Merkmale in direkter ursächlicher Beziehung steht, für das also eine andere Ursache gesucht werden mußte, als für jene: Die kesselförmige Einsenkung des Rieses.

Über diese Erscheinung kamen wir am schnellsten ins Klare. Wir sahen hier das Finale, den Schlußakt eines vulkanischen Vorganges, im Ries vor uns¹. Die schon von GÜMBEL erkannten Beweise dafür waren zu offensichtlich. Aber merkwürdigerweise wird dieses Schlußgeschehnis von denen, die sich mit den Riesproblemen in Jahrgang 1925 unserer Jahresberichte beschäftigten, teils gar nicht erwähnt, teils an unserem Erklärungsversuche der Rieserscheinungen als verfehlt erklärt.

Das Riesbecken ist offenbar eine durch Einsturz bzw. langsames Einsinken entstandene Kaldera, von ungefähr 25 km Durchmesser, aber nicht großer Tiefe. Die Beweise für den Einsturz werden, wie nachher zu erläutern, durch die Erdbeben und die Verwerfungen des Tertiär im Kessel geliefert.

¹ Das Ries. 1900. p. 100—120.

Sehr treffend meint RECK — persönliche Mitteilung —, daß überhaupt die Bezeichnung „Kaldera“ nur für alle sehr großen derartigen Kessel verwendet werden solle, während alle kleineren, durch Explosion entstandenen Kessel „Krater“ genannt werden sollten. Auch mir scheint es schwer begreiflich zu sein, daß so gewaltig große Kessel durch Explosion entstanden sein könnten, weil nämlich eine dazu nötige Ansammlung von Gasen auf so weiter Fläche im Untergrunde viel schwieriger zustande kommen wird, als auf kleiner Fläche. Denn wenn ein so sehr großes Gebiet, wie das des Rieses, durch eine ungeheuerlich große Explosion herausgeblasen werden soll, so bedürfte es dazu auch einer entsprechend ungeheuerlich großen und weithin ausgedehnten Ansammlung von Gasen, deren Spannung an allen Stellen nahezu gleich groß sein müßte, wenn gleichzeitige Explosion stattfinden sollte.

Die 25 km Durchmesser beim Riese sind sogar nur ein Mindestmaß; er dürfte noch größer sein. Denn wie schon E. FRAAS¹ sagte, und wie Herr Dr. SCHROEDER auf Grund seiner Aufnahmen im Riese feststellte (persönliche Mitteilung), läßt sich der wirkliche Rand der Rieskaldera nirgends erkennen. Überall ist er verhüllt durch die bei der Rieskatastrophe über ihn geschütteten, z. T. schräg gestellten Schollen, die nun den ihn verschleiernden morphologischen Rand bilden.

RECK erklärt² vom Riese: „Ein 4—5 km weiter Maartrichter“ (Köfels im Ötztal, den PENCK für einen Maartrichter erklärt, ebenso wie das Ries) „ist in der Natur bisher so wenig als reine Explosionsbildung irgendwo sicher nachgewiesen, als ein 25 km weiter (Ries)“. „Ich stimme SMITH (Aniakshak Crater, Alaska) zu, daß Kalderen, soweit wir wissen, stets Einbruchfelder sind. Eins ihrer wichtigsten, und in ihrem Wesen begründeten Merkmale ist ihre Größe, die sie schon vom gewöhnlichen Explosionskrater scheidet. . . Reine Explosionskrater von der Größe der Kaldera sind bisher auf Erden noch nirgends sicher nachgewiesen.“ „Mir verkörpern Ries wie Köfels schwächste Ausßerungen vulkanischer Durchbrüche auf der Oberfläche, im Werden unter der Last des Daches erstickte Vulkane, Produkte einer äußersten Kraftanstrengung empordrängenden Schmelzflusses, die jedoch nicht zur völligen Befreiung genügte, sondern höchstens unbedeutende Nachläufer auf Schwächepunkten bis zum Tage vordringen ließ. Die Projektion des Kraftaufstieges ist die Dachzerrüttung, die Projektion der folgenden Erschöpfung aber die Kalderabildung.“

Ob im Riese der Einsturz plötzlich oder ganz allmählich sich vollzog, läßt sich mit Sicherheit natürlich nicht beantworten. Doch spricht für ein allmähliches Absinken die Fülle von Erdbeben, die im Riese sich ereignet haben und von denen viele durch ihr geringes Ausbreitungsgebiet bewiesen, daß „das Ries ein selbständiges Schüttergebiet ist“, in dem „ziemlich häufig Beben von nicht ganz geringer Intensität“ sich ereignen. REINDL³ bespricht die folgenden 19 Beben, die in Nördlingen beobachtet wurden. Von diesen setze ich 9 in Klammern, da

¹ Begleitworte zu Blatt Bopfingen. 1919. p. 27. „Nirgends war ein Abbruch des Jura gegen das Ries einwandfrei nachzuweisen.“ „Der Bruchrand . . . ist vollständig unter der tertiären und diluvialen Decke verborgen.“

² Zeitschrift für Vulkanologie. 1925. Bd. IX. Besprechungen p. 145, 147, 143.

³ REINDL: Seismolog. Untersuch. in Bayern. Sitzungsber. Bayer. Akad. d. Wiss. Mathemat. Physik. Klasse. Bd. 33. 1903. p. 631—671.

ihr Epizentrum außerhalb des Rieses liegt: 1471, 1511, 1517, 1590, 1601, (1670), 1690, (1728), (1755), (1756), 1769, (1771), (1774), 1778, (1787), 1827, (1855), 1889, (1903). Für die Zeit von 1908—1920 führt sodann LUTZ¹ kein einziges für Nördlingen selbständiges Beben auf. In den 450 Jahren 1471—1920 bleiben somit 10 für das Ries selbstständige. Das macht im Jahrhundert durchschnittlich 2,02, oder rund 2 Beben. Tektonische Beben sind das hier zweifellos nicht. Einsturzbeben im Kalkgebirgshöhlen können es ebensowenig sein, denn aus dem Riese ist das Kalkgebirge ja entfernt. Es sind also sicher magmatische Beben. Verunglückte Ausbruchversuche des Magmas, wie z. B. das von Casamicciola sind beim Riese ausgeschlossen; seine geringe vulkanische Tätigkeit ist seit obermiocäner Zeit, kaum begonnen, schon beendet. Es bleiben somit nur übrig magmatische Einsturzbeben, die man zur Erklärung derjenigen im Riese annehmen kann; mit unmerklich langsamem ruckweisem Absinken. Nun ist es aber ganz undenkbar, daß diese Beben erst 1471 begonnen haben sollten. Sie sind vielmehr sicher seit der Rieskatastrophe von Zeit zu Zeit eingetreten, früher vielleicht noch häufiger als in den letzten Jahrhunderten, in denen es sich nur um die letzten Nachzügler zu handeln scheint.

Wenn man diese Überlegung einmal gelten lassen will und weiter annimmt, daß das unmerkliche Zusammensinken seit der obermiocänen Zeit in demselben Maße wie in diesen vier Jahrhunderten andauert hat; und weiter, daß seit der Rieskatastrophe 1 Million Jahre vergangen sind², so erhält man die gewaltige Zahl von 20 000 Beben. Wenn man nur $\frac{1}{2}$ Million Jahre rechnet, noch 10 000 Beben, die im Riese ihr Epizentrum hatten. Das spricht dafür, daß unter dem Riese entweder das Magma langsam abgeschlossen ist, oder wohl besser, daß ein langsames Zusammensinken erfolgt sei. Teils durch allmähliches Sich-Setzen der Schollen, die den durch Aufpressung und Explosion ganz zerstückelten Riesboden bilden. Teils durch den Wärme-, also Volumverlust des Magmas und des durch das Magma erwärmten Nebengesteins.

Doch es kommt noch ein zweiter Beweis für den stattgehabten langsamen Absturz, also für die Kaldera-Natur des Riesessels hinzu. Schon VON KNEBEL hatte bei Dischingen im Vorrieße ein treppenförmiges Absinken des Tertiärs von W nach O im Betrage von 50 m Sprunghöhe festgestellt.

In seinen äußerst sorgfältigen Untersuchungen über die Sedimente im Riessee³ kommt nun KLÄHN zu dem Ergebnisse: Wie im Steinheimer Becken, so läßt sich auch im Riesbecken eine Reihe gut aufgeschlossener Störungszonen und Verwerfungen nachweisen, die durch die tertiären Ablagerungen hindurchgehen. Sie fallen in die sarmatische und die postsarmatische Zeit und erreichen im Steinheimer Becken eine Sprunghöhe von 70 m, im Riese von 80 m. Hier wieder deutet das also mit zweifelloser Sicherheit auf

¹ LUTZ: Erdbeben in Bayern von 1908—1920. Ebenda. 1922.

² SOERGEL: Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschritte der Geologie und Paläontologie. Heft 13. 1925. Seit dem Chelléen kommt er auf 429 000 Jahre, wenn man seine Grundlagen gelten lassen will.

³ H. KLÄHN: Paläolimnologische Studien im Ries bei Nördlingen. Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1925. Abt. B. Nr. 10. p. 320—335. — Vergleichende paläolimnologische, sediment-petrographische und tektonische Untersuchungen an miocänen Seen der Schwäbischen Alb. Ebenda. p. 274—428.

ein (allmähliches) Absinken des Bodens beider Becken infolge von Zurückweichen bzw. auch Abkühlen des aufgestiegenen Lakkolithes. KLÄHN weist ferner auf die auffallende Tatsache hin, daß im Riese die Süßwassersedimente am Rande des Beckens keine Fortsetzung in horizontaler Richtung haben, sondern meist schroff aufhören. „Wo sind die Verbindungsstücke zwischen den tertiären Randpartien im W, O, S und N geblieben?“

Wir haben also als sichere Anzeichen eines (vermutlich langsamen) Absinkens des Bodens im Riesbecken zwei Erscheinungen, die sich mit Sicherheit nur auf gleichsinnige Bewegungen des Lakkolithes zurückführen lassen: Noch heute erfolgende Beben im Becken, die vermutlich seit der Rieskatastrophe eine riesige Gesamtzahl erreicht haben. Sodann die Störungszonen und Verwerfungen des Tertiärs im Becken. Beide Merkmale, im Verein mit der Überzeugung, daß so gewaltige Gasansammlungen schwer zu erklären sind, wie sie zur Ausblasung eines Kessels von 25 km Durchmesser durch eine einzige Explosion nötig sein würden, sprechen wohl für die Richtigkeit unserer Anschauung, daß im Riese als sechste Eigenart eine durch Einsturz entstandene Kaldera zu sehen ist? Ob außer diesem allmählichen Absinken in späterer Zeit noch ein vorhergehender plötzlicher Einsturz bei der Explosion stattgefunden hat, entzieht sich jeder Feststellung.

SALOMON-CALVI (p. 219) geht ja auch von dem Gedanken aus, daß in der Tiefe des Rieskessels immer noch übernormale Temperatur bestehe. Ähnlich wie bei Neuffen noch heute eine sehr kleine geothermische Tiefenstufe herrscht, so vermutet er auch im Riese eine solche, daher die Möglichkeit, thermale artesische Wässer in nicht zu großer Tiefe erbohren zu können.

Wo aber ein großer sich abkühlender heißer Gesteinskörper in nicht großer Tiefe steckt, da vollzieht sich Volumenverminderung mit ihren Folgewirkungen. Das scheint mir doch klar zu sein. Daher läßt sich wohl auf solche Weise auch im Gebiete der Vulkanembryonen von Urach das Entstehen von Verwerfungen und Absenkungen erklären, die allmählich nachgewiesen sind.

Die Tiefe der Rieskaldera war wohl nur eine recht mäßige. Ihr jetziger Boden liegt rund ca. 130 m unter der Hochfläche der Alb. Dazu käme die Mächtigkeit der postvulkanischen Ablagerungen auf dem Boden des Kessels.

Die allgemeine Ursache davon, daß, meiner Überzeugung nach, die Kalderen durch Einsturz entstanden sind und nicht durch Explosion, liegt, wie mir scheint, in ihrer gewaltigen Größe. Durch eine riesige Explosion sind eben, soviel wir wissen, immer nur Kratere von bescheidenem Umfange ausgesprengt worden. Wenn auch theoretisch der Sprengtechniker, mit Annahme immer größerer, auf eine Stelle gelegter Ladungen, immer umfangreichere Trichter aussprengen kann, so liegen doch in der Natur die Verhältnisse so, daß sich die Gase nicht ebenso in beliebigen Massen auf (bildlich gesprochen) einem Punkte ansammeln können. Auch bei Entstehung der großen Kaldera des Rakata (Krakatau) ist nach VERBECK's Überzeugung die

Explosion nicht die Ursache, sondern nur die Nebenerscheinung der Kalderabildung gewesen. Die Ursache dieser letzteren sieht er im Einsturz¹.

Wenn REUTTER, der eine interessante Karte von der Verbreitung der Weißjura-Blöcke gibt, die Überzeugung ausspricht, daß sie durch eine ungeheuerliche Explosion aus dem Riese bis nahe bei Augsburg und Ulm, über 49 km weit, geschleudert seien (212 und 215), dann fehlt mir dazu der Glaube. Ich suche eine näher gelegene Aufbruchsstelle. Und wenn ein anderer um das Ries verdienter Forscher, SCHUSTER, (p. 248) sagt: „Jetzt hat der Sprengtechniker das Wort“, so möchte ich doch dem entgegenhalten, daß es sich hier nicht um eine künstlich herbeigeführte Sprengung eines Technikers handelt, sondern um eine von der Natur gemachte, und daß wir Geologen doch nicht vergessen sollten, daß wir uns zur Erklärung eines vulkanischen Vorganges zunächst bei den mehr hundertfältigen bekannten Vorgängen bei anderen Vulkanen Rat und Maßstab holen sollten.

Die glaziale Frage. Wenn wir auch sehr bald die Überzeugung gewannen, daß — abgesehen von den ohne weiteres als vulkanisch anzusehenden Stellen, an denen Magma aus der Tiefe heraufbefördert wurde — auch die Bildung des Rieses durch vulkanische Kräfte erzeugt worden sei, so mußten wir uns doch vor allen Dingen mit der Frage auseinandersetzen, ob nicht die in Punkt 1, 2 und 4 auf p. 87 genannten Erscheinungen durch eine ehemalige Vergletscherung des Gebietes hervorgerufen seien. Es wäre ja sehr wohl möglich gewesen, daß Vulkanismus und Gletschersich in die Arbeit am Riese geteilt hätten, so daß Punkt 5 und 6 durch Ersteren, Punkt 1, 2, 4 zum größeren oder geringeren Teile durch Eiswirkung erzeugt worden wären. KOKEN wußte in sehr geschickter Weise für die Eishypothese einzutreten und die unter 2 und 4 genannten Erscheinungen sahen z. T. so glazial und so wenig vulkanisch aus, daß wir oft zweifelnd vor ihnen standen. Indessen gelangten wir bereits 1901 und 1902 in unseren ersten Arbeiten² dazu, daß das Eis abzulehnen sei. Bezüglich der Grundmoränen ähnlichen Struktur mancher Vorkommen half uns hier auch SAUER's eingehende Kenntnis feiner Strukturmerkmale echter Moränen die Sache gegen Eiswirkung zu entscheiden.

Den späteren Bearbeitern der Riesphänomene war diese Schwierigkeit durch unsere Untersuchungen erspart. Sie können sich wohl kaum mehr eine Vorstellung von jener Zeit machen, in der eine glaziale Entstehung der fraglichen Riesphänomene noch in Diskussion stand und erst zu beseitigen war. Sie fanden eine rein vulkanische Entstehungsweise bereits als gesicherte Tatsache vor, wie das auch LÖFFLER (p. 27) richtig darstellt.

Völlig unbegreiflich ist daher die Behauptung³ von KRANZ, daß 1924

¹ Vorries. 1902. p. 31 Anm.

² Das Ries. 1900. p. 147—155. Das Vorries. 1902. p. 113—127.

³ p. 95 und Anm. 3 dort.

erst „die Theorien¹ der alten Gletscher abgetan“ seien, nämlich nach einem Vortrage SAUER's 1924. Letzterer hat ja bereits 21 Jahre früher, 1903 gezeigt², daß die Verknetung der Schuttmassen der bunten Breccie am Riese nur in trockenem, höchstens in bergfeuchtem Zustande erfolgt sein konnte, während bekanntlich die Grundmoräne eine mit Wasser gesättigte Schuttmasse darstellt. Infolgedessen seien alle größeren und kleineren Gesteinsstücke in der Grundmoräne mit feinstem Moränenschlamm überzogen; wogegen in der Bunten Breccie das nicht der Fall sei, die Gesteinsbrocken hier vielmehr einen Spiegel in der sie einschließenden tonigen Masse erzeugt hätten, was SAUER mit dem sehr treffenden Ausdruck der „Hohlspiegelstruktur“ bezeichnet hatte. Wir hatten ja auch schon in unserer ersten Riesarbeit auf diese uns freundlichst von SAUER zur Verfügung gestellte feine Unterscheidung bezogen.

Wenn nun KRANZ sagt, daß erst jetzt (1924) die glaziale Hypothese am Riese abgewiesen sei, so beschuldigt er sich selbst damit. Denn dann hätte er ja die wissenschaftliche Verpflichtung gehabt, als er 1908 mit seinen Riesarbeiten begann, sich zunächst mit der glazialen Frage auseinanderzusetzen. Er hat diese aber als damals längst erledigt angesehen und die vulkanische Entstehungsweise als längst entschieden betrachtet.

Als wir uns von diesem Gedanken an die Möglichkeit einer glazialen Entstehung der oben unter Nr. 1, 2, 4 aufgeführten Erscheinungen endgültig frei gemacht hatten, trat die geologische Bedeutung dieser umfangreichen mannigfachen Erscheinungen klar in den Vordergrund. Wie wir das später einmal in die Worte faßten³. „Nicht aber darin (in der doch nie mit absoluter Sicherheit entscheidbaren Frage, ob nur Explosion oder ob Riesberg mit Explosion) liegt der Schwerpunkt unserer Darlegungen über das Ries, sondern vielmehr darin, daß sich die Riesphänomene auf vulkanischem Wege vollzogen und vollendet pseudoglaziale Erscheinungen bewirkt haben“, wie man solche wohl bisher noch an keinem Vulkanen kennengelernt hat. Zwar am Kraterschlunde sind Schrammen (ob auch Glättung?) beobachtet worden, entstanden durch die ausgeworfenen, reibenden Massen. Aber das sind winzige Dinge gegenüber den pseudoglazialen im Riese.

Wohl mit Recht hatten wir uns vorgestellt, daß die Alb an der Stelle des späteren Rieskessels bereits vor der Zeit der Riesbergbildung keine ebene Fläche mehr bildete, sondern durch Abtragung und Talbildung in Höhen und Tiefen gegliedert war, in denen Letzteren mindestens der

¹ Bezüglich des hier und auch von anderen gebrauchten Ausdruckes „Theorie“ möchte ich darauf hinweisen, daß er in diesen Ries-Fragen unzulässig ist und durch „Hypothese“ ersetzt werden müßte. Von „Theorie“ spricht man in der Wissenschaft doch nur dann, wenn nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse eine Anschauung als mehr oder weniger gesichert erscheint. Obgleich auch dann, wie der jetzige Umschwung in unseren bisherigen physikalischen und chemischen Anschauungen beweist, eine Theorie sich als unrichtig erweisen kann. Als „Hypothese“ aber sind alle solche Erklärungen zu bezeichnen, die eines strengen Beweises noch entbehren, oder überhaupt nicht streng beweisbar sind. HENNIG hat in seiner „Geologie von Württemberg“ bereits auf das Unzulässige des Gebrauches der Bezeichnung „Theorie“ in diesen Dingen hingewiesen, aber wie der Erfolg zeigt, ganz vergeblich. So sei das nochmals hier geschehen.

² Versammlung Oberrhein. geol. Ver. 1903. p. 6.

³ Lagerungsverhältnisse Bunter Breccie . . . Donauwörth—Treuchtlingen. Abh. Akad. Berlin 1907. p. 50.

Weißjura schon entfernt war; und daß dieses Gebiet durch das Empordrängende Magma in Schollen zerbrochen wurde. „Nicht ein schöner, glockenförmiger Berg wuchs über die Albhochfläche empor, sondern ein wirr zerklüftetes Haufwerk großer Schollen“, so daß ein Abrutschen von den Gehängen des Riesberges nicht nur nach außen auf die umgebende Hochfläche der Alb, sondern auch nach innen in die schon durch Erosion erzeugten Tiefen¹ sich vollzog.

Über die Höhe, die dieser Riesberg gehabt haben dürfte, sprachen wir die Vermutung aus: „Es würde sich eine Höhe von 200 bis 400 m ergeben, mit der er über die Hochfläche der Alb durch den Lakkolith auf gepreßt wurde.“ Und an anderer Stelle: „Der ganze Gebirgspfropfen wurde um mehrere hundert Meter in die Höhe gehoben².“ Warum nur so viel, darüber später.

Für die Entfernung vom Riesrande³, bis zu der die uns damals bekannten, aus dem Riese zu stammen scheinenden Massen über die Alb hin geschoben waren, ergaben sich uns Strecken von 2, 4 bzw. 1½, 6 und 6—8 km.

Explosion. Von Anfang an hatten wir in unserer Erklärung sehr wohl das Mißverhältnis gefühlt, das zwischen der geringen Höhe des angenommenen Riesberges und der Weite der Überschiebungen bestand, bis zu der ein Teil der Schollen gefahren war. Der Gedanke an Explosionen, die den Anstoß zum Abfahren der Schollen gegeben hätten, lag uns nahe genug; waren wir ja doch mit der vorgefaßten Meinung in das Ries gekommen, daß überhaupt nur gewaltige Explosionen alle Erscheinungen bewirkt hätten. Indessen kannten wir (hier p. 86) nur brisante Explosionen bei Vulkanen; und eine solche konnte von uns nicht zu Hilfe genommen werden, denn die Buchbergmasse vor allem konnte unmöglich durch die Luft geschleudert sein (hier p. 87); sie mußte notwendig geschoben sein. Und gleiche Sprache redeten zu uns die pseudoglazialen Erscheinungen.

Wir wußten aber bei unserer ersten Veröffentlichung (Ries 1900) keinen Ausweg aus diesem Dilemma zu finden. Wenn wir trotzdem sie veröffentlichten, ohne die innere Befriedigung einer vollständigen Lösung zu haben, so geschah es, weil wir in dieser Arbeit über drei Riesfragen befriedigende Feststellungen machen konnten: Erstens, daß der Schlußakt der Riesbildung mit Sicherheit durch Einsturz bzw. langsames Einsinken geschehen sei. Zweitens, daß eine glaziale Entstehung der Riesphänomene, trotz der täuschend glazial erscheinenden Bildungen mit Sicherheit abzulehnen, und eine vulkanische sichergestellt sei. So daß wir pseudoglaziale Bildungen von bisher an keinem Vulkane beobachteter Stärke bereits 1900 nachgewiesen hatten, wenn wir auch 1902 und 1907 (Vorries und Bahn Treuchtlingen) noch weitere Belege dafür erbrachten. Drittens endlich, daß wir eine durch vulkanische Kraft erfolgte Aufpressung, also eine Riesbergbildung sehr wahrscheinlich machen konnten. Daß diese Auf-

¹ Das Ries. 1900. p. 155—163. N. 4, 0, 7, 14 und p. 59.

² Das Ries. 1900. p. 56 und 37.

³ Vorries. 1902. p. 13 und 14.

pressung allein noch nicht genügte, sagten wir uns selbst, hofften aber durch weitere Arbeiten die völlige Lösung bringen zu können. Und sie fand sich sehr bald.

Ich hatte bald nach dieser ersten Arbeit, 1901 oder 1902, ein Schreiben an die militärische Ingenieur-Akademie gerichtet, in dem ich über drei Fragen betreffend die Wirkungsweise von künstlichen Sprengungen Auskunft erbat, und in dem ich, im Hinblick auf das Problem der Buchberg-Überschiebung fragte, ob es Explosionen gebe, die, anstatt alles in die Luft zu zersprengen, derartige große Gebirgsstücke mehr oder weniger intakt fortschieben könnten. Die erbetene Auskunft erfolgte bereitwillig und gab uns die Lösung des Riesrätsels, soweit es allgemein vulkanischer Natur war, ganz klar dahin¹: „Daß in der Tat ein Sprengstoff, der viel Wasserdampf enthält, das Erdreich weniger zerschmettert, als vielmehr in toto bei Seite schiebt“; daß aus theoretischen Gesichtspunkten eine solche Explosion imstande sei, Schollen von bis 1000 m Länge, bis 400 m Breite, 50 m Dicke 2—6 km weit fortzuschleudern“; daß „die Wirkungsweise einer Explosion auch ganz wesentlich von der Beschaffenheit der Gesteinsmassen abhängt“.

In dieser Auskunft hatten wir das erhalten, was zur Ergänzung unserer Hypothese nötig war, um den in Schollen zerborstenen Flanken des aufgedrehten Riesberges den nötigen Stoß zu versetzen, der sie hinab auf die umgebende Alb und über diese hinwegtrieb und auf solche Weise alle die pseudoglazialen Erscheinungen bewirkte. Ich erklärte daher 1902 in der Arbeit über das Vorries, daß wir eine solche Explosion unserer Riesberghypothese hinzufügten.

Ein Name für eine solche Art von künstlichen Explosionen wurde in dem Schreiben nicht genannt. Es ist aber zweifellos, daß damit ganz dasselbe gemeint war, was, wohl 10 Jahre später — ich kann das nicht genau mehr feststellen, jedenfalls viel später — von KRANZ als „treibende“ Explosion bezeichnet wurde; denn er hatte ja diese Kenntnisse als Pionieroffizier auf derselben Ingenieurschule bzw. Akademie erworben, von der wir unsere belehrende Auskunft erhalten hatten.

In wie hohem Maße wir in der 1888 erfolgten Explosion das Bandaisan ein Analogon unserer Riesexplosion sahen und sehen durften, geht aus meinen Worten² hervor: „Durch eine gewaltige Explosion ist also am Bandaisan die ganze Nordflanke des Berges nicht etwa zerblasen, sondern vielmehr ganz wesentlich nur nach N abgeschoben worden und mit gewaltiger Geschwindigkeit 9 km weit, alle Hindernisse überflutend, gefahren: Obgleich doch die große Rauigkeit dieser vulkanischen Massen für die Überschiebung ein viel größeres Hindernis bildete, als das bei der mächtigen tonigen Unterlage am Riesberge der Fall gewesen sein mußte.“ Am Bandaisan erfolgten

¹ Vorries. 1902. p. 32, 5—18.

² Vorries. 1902. p. 29.

übrigens nach einer Stunde noch zwei weitere solche Explosionen; und so können sich am Riesberge ebenfalls mehrere ereignet haben. Daß dabei aber nicht alles Material restlos nur „in toto“ abgeschoben sein dürfte, sondern zugleich auch ein Teil — vielleicht durch eine solcher weiteren Explosionen, oder auch bei einer einzigen — in die Luft geblasen und zerschmettert worden sein mag, das ist sehr wahrscheinlich.

E. FRAAS¹ und SAUER² haben dann, jeder für sich, ebenfalls die Ansicht ausgesprochen, daß es sich hier um eine Mehrzahl von Explosionen gehandelt haben dürfte. In der Tat ist das auch einleuchtender als nur eine einzige: Wenn man sich vorstellt, daß durch die Aufpressung der Riesberg zerklüftet werden mußte, so konnten auf den so entstandenen Spalten hier früher, dort später die Tagewässer in die Tiefe gelangen und explodieren. Und ebenso konnten juvenile Gase an den verschiedenen Orten des großen Riesgebietes infolge der Spaltenbildung zu verschiedenen Zeiten zur Explosion gelangen.

Die Förderung der Tuffe und Schlacken, die an einer Anzahl von Riesorten ausgeworfen wurden, fiel wohl in eine etwas spätere Zeit als diese Rieskatastrophe; und war ganz ebenso das Werk nur brisanter Explosionen, wie die der Vulkanembryonen von Urach.

Festhalten an einervorhergehenden Aufpressung.

Unsere Hypothese zur Erklärung der Riesphänomene unterschied seit 1902 also zwei Akte: Die vorhergehende langsamere Aufpressung durch das Magma zu einem 200—400 m hohen Riesberge. Und die darauf folgende Explosionskatastrophe.

Wir hielten, und ich halte es noch, für ganz verfehlt (hier Abschnitt IV) die Annahme einer langsamen Emporpressung zum Riesberge aufzugeben. Einmal weil wir in den immer noch anwährenden Erdbeben im Riesessel und in den postvulkanischen Verwerfungen des Tertiär im Ries zweifellose Beweise von Abwärtsbewegungen des Magmas sahen, denen folgerechterweise eine Aufwärtsbewegung vorhergegangen sein muß. Sodann weil eine Intrusion, wenn sie in geringer Tiefe stattfindet, sehr wohl eine Emporpressung des Daches von einigen Hundert Metern bewirken kann; weil es unsere Überzeugung war, daß das Magma (s. Abschnitt IV) Bewegungen ausführt; weil die vulkanischen Tuffe des Rieses und die Untersuchungen von HAUSMANN das Vorhandensein des Magmas in geringer Tiefe verrieten; und — was sehr bald dazu kam — durch SAUER'S und seiner Schüler schöne Untersuchungen das Einschmelzen des Grundgebirges durch das Magma erwiesen wurde. Endlich weil durch die vom Magma bewirkte Emporpressung des großen Riesgebietes sein Herausbrechen aus dem Albkörper und seine Zertrümmerung in viele Schollen erfolgen mußte, wodurch wieder den Tagewässern auf den vielen so entstandenen Spalten das Hinabdringen einmal zu den Jura- und Keupertonen und deren Schlüpfri geworden und zweitens in eine tiefere, dem Magma nähere Zone und damit die Explosion ermöglicht wurde.

¹ E. FRAAS: Begleitworte zu Blatt Bopfinger. p. 30.

² A. SAUER: Kurze Bildungsgeschichte des Nördlinger Ries. Jahresber. Oberrhein. geol. Ver. 1924. Bd. XIII. p. 115—118.

Durch alle diese vom ersten Akte geleistete Arbeit mußte die ungeheure Aufgabe des zweiten Aktes, durch Explosion alle diese Massen aus dem Ries heraus und über die Alb zu schieben, gewaltig erleichtert werden. Das aber ist für das Riesproblem von größter Wichtigkeit, denn nun stand ja die *ganz e Kraft* der Explosionen der ungeheuren Aufgabe zur Verfügung, die riesigen Gesteinsmassen bergab und eine ansehnliche Strecke weit über die Alb zu schieben. Wogegen, wenn wir die langsame Aufpressung und ihre Folgewirkungen ausgeschaltet hätten, ganz dieselbe Explosion als alleinige Ursache ihre Kraft hätte teilen müssen, um einerseits das Ries herauszubrechen und zu zerstückeln und andererseits diese Massen weit bergauf und dann über die Alb zu schieben. Folglich hätte sie die Massen viel weniger weit geschoben, bezw. geschleudert haben können. Wenn wir also, wie E. SUESS in seiner zweiten Rieshypothese, auch eine Explosion annahmen, so unterschied sich unsere Hypothese von der seinigen doch darin, daß die unsere eine vorhergehende Aufpressung für nötig erklärte; und daß sie als wesentlich nur eine ganz bestimmte, schiebend wirkende Art von Explosionen meinte.

E. SUESS konnte selbstverständlich seiner ganzen Anschauungsweise nach (s. hier Abschnitt IV) eine senkrechte Aufpressung des Rieses nicht anerkennen; er konnte daher, ebenso wie PENCK das später tat, nur in einer Explosion die Lösung suchen. Indessen schon der kurze Ausdruck „Explosion“ genügte für die Erklärung der Riesprobleme gar nicht, da man darunter der Regel nach bei Vulkanen eine *brisan*te Explosion versteht. Eine solche aber war (hier p. 86) unvernünftig, das Schieben der Massen zu bewirken. Es bedurfte daher für das Ries einer präziseren Fassung des Begriffes Explosion, nämlich einer schiebenden. Ob beiden Forschern die Wirkungsweise einer solchen damals bekannt war, weiß ich nicht. Wir jedenfalls lernten sie erst 1901 oder 1902 kennen durch das Gutachten der militärischen Ingenieurakademie (hier p. 96).

Allmähliche Erweiterungen der Ries-Hypothesen. Die Schwierigkeit, eine ganz befriedigende Lösung der Riesrätsel zu finden, war so groß, daß eine Erweiterung unserer Hypothese durch die nun erst zu unserer Kenntnis gelangte, bei Vulkanen offenbar seltene Art von schiebenden Explosionen sehr erklärlich ist.

Hatte doch auch E. SUESS seine Rieshypothese nachträglich, sogar *fundamental*, umgestaltet: Zuerst sah er die Lösung in rein tektonischen Vorgängen¹. Später in einer Explosion, ohne jedoch

¹ E. SUESS: Antlitz der Erde. I. p. 262. Er sagt: Das Ries habe ihm den „Eindruck zurückgelassen, daß dreieckige oder trapezoidale Schollen durch die Verschneidung mehrerer Brüche umgrenzt werden, und daß bei dem Vorschreiten des Einsinkens durch das Abdrücken der Ecken das Dreieck zum Sechseck, das Viereck zum Achteck wird, bis . . . der kreisförmige Umriß des inneren Senkungsfeldes erreicht wird, welcher nun von einem Saume zertrümmerten Gebirges umgeben ist“. „Diese Einbrüche wurden dann von vulkanischen Ausbrüchen begleitet“, und viel später „fanden Überschiebungen statt“ (Buchberg; Lauchheimer Tunnel).

Ebenda Bd. III, 2, p. 656 hat dann E. SUESS eine rein vulkanische Entstehungsweise angenommen: „daß das Ries durch eine phreatische Explosion an der Basis des Jurakalkes erzeugt worden ist“. Die völlige Zertrümmerung (Vergriesung) des Jurakalkes ist dieselbe Erscheinung wie die Zertrümmerung des Apenninkalkes. Auch von den Kalkblöcken, welche innerhalb der Volcanetti liegen, wird gesagt, daß sie unter dem Schläge des Hammers in Stücken zerfallen. Die beiden von mir unterstrichenen Aussprüche sind von großem Interesse wegen der schwierigen Erklärung der Entstehung der Vergriesung des Jurakalkes.

sich darüber zu äußern, ob er die gewöhnliche Art vulkanischer Explosionen, die brisante, hierbei im Auge habe — die aber doch unmöglich die pseudoglazialen Erscheinungen erklären könnte; oder ob er die seltene schiebende Art kenne und hier meine.

KRANZ hat diese Wandlung der E. SUESS'schen Hypothese nachgemacht, also ebenfalls *f u n d a m e n t a l* seine Anschauung gewechselt. Zuerst hat er einen als Horst stehengebliebenen Riesberg, also eine tektonische Auffassung, angenommen. Später nur eine Explosion; und zwar dieselbe schiebende Art, die wir 10 Jahre vor ihm zu unserer Hypothese genommen hatten.

Die geologischen Unterlagen für unsere Hypothese. Wir haben das Steinheimer Becken als eine kryptovulkanische Entwicklungsstufe vulkanischer Gebilde erklärt¹, weil dort auch nicht eine Spur von vulkanischen Massen an die Oberfläche gedrungen ist, so daß das Wirken des Vulkanismus nur durch eine Aufpressung die auch vielleicht von Explosion, wie im Ries, begleitet war, feststellbar ist. KRANZ ist auch darin anderer Ansicht (p. 97) und erklärt den Ausdruck kryptovulkanisch hier für unrichtig. Ich meine, er ist sehr treffend.

Das Ries ist bereits auf einer etwas höheren Entwicklungsstufe des Vulkanismus befindlich; denn es zeigt Aufpressung wie bei Steinheim, aber auch an einer ganzen Anzahl von Stellen Auswurf von Schlacken und Tuffen, wie es bei den Vulkanembryonen von Urach der Fall ist; außerdem aber jene vorher besprochenen Erscheinungen, die völlig anders sind als bei Urach. Bei Steinheim wie beim Ries ist der Vulkanismus erloschen; vielleicht bis auf letzte, kümmerliche Nachwehen im Ries.

Die Vorgänge, die zum Aufbau erloschener Vulkangebilde geführt haben — gleichviel, ob nur kryptovulkanischer oder embryonaler, oder völlig ausgebildeter — diese Vorgänge können wir mit völliger Sicherheit nur erschließen mit Hilfe unserer Kenntnis der Vorgänge, die sich in unseren Tagen, vor den Augen von Beobachtern bei tätigen Vulkanen abgespielt haben. Solche Vorgänge sind unter anderem:

1. Ganz langsames Empordrängen, Aufsteigen einer Schmelzmasse bis zu ansehnlicher Höhe. So u. a. am Mont Pelé in die Luft hinein², bei Santorin im Wasser, eine ganze Insel bildend. An zahlreichen Stellen der Erde aber ein senkrecht Aufsteigen von größeren oder kleineren Teilen der Erdrinde, das nur erklärt werden kann infolge von Aufpressung durch Schmelzfluß, ohne daß letzterer dabei sichtbar wird. (S. hier Abschnitt IV.)

2. Durch Einsturz erfolgte Bildung einer Kaldera von sehr großem Umfange. So beim Rakata (Krakatau). Begleitet als Nebenerscheinung von einer sehr starken Explosion.

¹ Steinheimer Becken 1905 (fehlt in dem von LÖFFLER p. 75—83 gegebenen Literaturverzeichnisse).

² Am Mont Pelé ist die „Quellkuppe“ 400 m hoch aufgepreßt. Auf der Insel Réunion sind solche Aufpressungen bekannt. Ebenso im französischen Zentralplateau. In den Vulkanen der Sundawelt sind sie, wie F. X. SCHAFFER berichtet, nichts Ungewöhnliches; so am Merapi auf Java 80 m hoch und 400 m im Durchmesser (Neue Freie Presse 31. Oktober 1926, Wien).

3. Durch eine gewaltige Explosion bewirktes Abfahren ungeheurer Gesteinsmassen von einem Berge hinab, bis auf 9 km Entfernung hin. So beim Bandaisan.

4. Nirgends aber hat man bisher beobachtet ein Bergauffahren verhältnismäßig ungeheurer, dabei im Verband bleibender Gebirgsstücke auf schräger Schubfläche. Stets nur entweder ein Bergabfahren oder ein In-die-Luft-Geschleudert und -Zerschmettert werden.

Auf diese tatsächlichen, geologischen, positiven wie negativen (N 4) Ereignisse haben wir unsere Hypothese aufgebaut und aufrecht erhalten. Bei der Emporpressung spielt die Tiefe, in der der Magmaherd sich befindet, also die Mächtigkeit seines Daches, offenbar eine Rolle. Ist die Mächtigkeit sehr beträchtlich, so geraten durch den gewaltigen Druck des Hangenden seine tieferen Schichten „in a quasi plastic state“, wie bei den Lakkolithen der Henry Mountains der Fall war. In diesem halb plastischen Zustande erleiden sie ihre Deformation. Die an der Oberfläche des Daches befindlichen Schichten werden, wenn dazu die emporende Kraft ausreicht, nur aus der Umgebung herausgebrochen und in die Höhe geschoben. Das ist natürlich in dem Falle heute nicht mehr sichtbar, wenn, wie in den Henry Mountains, das Hangende in einer Mächtigkeit von mehreren 1000 m durch die Erosion abgetragen ist.

Wenn aber, und das scheinen seltene Fälle zu sein, wie im Riese, der Schmelzfluß sehr hoch liegt, sein Dach also sehr geringmächtig ist und der Vorgang zudem nicht, wie in den Henry Mountains vor langen Zeiten, sondern, wie im Riese, erst in mittel-obermiocäner Zeit vollzogen ist, dann hat man die Deformation der spröden hangendsten Schichten deutlich vor Augen: Es erfolgte einmal ein Herausbrechen des Daches ringsum aus seinem Zusammenhange mit der Alb; dazu ein Zerbrechen auch in dem stehen gebliebenen Teile der Alb; in nächster Umgebung der Aufpressung eine „Kleintektonik“, wie HENNIG das treffend bezeichnet. Ich habe ja auch (hier p. 90) bereits darauf hingewiesen, daß diese „Kleintektonik“ den ganzen wahren Riesrand der Rieskatastrophe vollkommen vermischt hat, so daß der heutige morphologische Riesrand nirgends mehr dem wahren, ursprünglichen, durch wurzellose Schollen verdeckten entspricht. Notwendig erfolgte hierbei ferner ein Zerstückeln des Daches in zahlreiche Schollen; ein Hinabfließen des fallenden Wassers in die Spalten auf die (am Ries) tonigen unteren Dachsichten, diese schlüpfrig machend wie grüne Seife². Zweitens erfolgen dabei notgedrungen Erderschütterungen. Drittens ein Zerpressen, „Vergriesen“, des Granites und der Kalke besonders durch den Druck³, eventuell auch durch die ruckweisen Stöße, die Beben. Viertens ein Abfahren der Schollen des zerstückelten Daches, unter dem vereinigten Einflusse einer bzw. mehrerer heftiger Explosionen⁴ und des Eigengewichtes der Schollen, bergab⁵ und dann über die Alb hinwegschießend und pseudoglaziale Erscheinungen hervorruhend.

1) Bei der Explosion des Bandaisan konnte natürlich solche pseudoglaziale Glättung und Schrammung und grundmoränen-ähnliche Knetung

¹ Geologie von Württemberg. p. 288 u. f.

² Das Ries. 1900. p. 73.

³ Das Ries. 1900. p. 61. Das Vorries. 1902. p. 7.

⁴ Das Vorries. 1902. p. 5.

⁵ Das Vorries. 1902. p. 7 u. 8 und Das Ries. 1900. p. 70—78.

und Zusammenquetschung toniger Massen nicht entstehen; denn der Berg bestand ja nur aus den rauhen vulkanischen Auswurfsgesteinen, nicht wie im Ries aus Kalken und Tonen; und trotzdem fuhren die Massen 9 km weit.

Nichts ist an diesem Bilde, das nicht auf Tatsachen gegründet wäre, die an anderen Vulkanen beobachtet wurden, oder das nicht als notwendige Folgewirkung der Geschehnisse angesehen werden müßte. Es ist auch nichts Übertriebenes angenommen: Eine Emporpressung des Daches auf einige hundert Meter (s. hier p. 95); ein Hinausfahren der Schollen über die Alb von 1½ bis zu 8 km¹.

Vorries. Die im Vorries, also in weiterer Entfernung vom Riesrande, sich findenden Überschiebungen, Aufpressungen und sonstigen Erscheinungen führten wir nicht etwa auf diese Vorgänge im Ries zurück, sondern wir gaben unserer Überzeugung Ausdruck, „daß das Vorries ein selbständiges Aufbruchgebiet sei“², „daß dessen Zentra der Explosion im Vorries festzustellen“ seien, nicht aber im Ries. Wir stützten uns dabei auf die Verhältnisse in den Henry Mountains³. Die Entfernung zwischen den beiden äußersten Lakkolithen dort beträgt nach GILBERT nur 28 englische Meilen = ungefähr 5,6 geographische Meilen. Und trotzdem sind dort auf kleinem Raum 5 große und 31 kleine Lakkolithe angehäuft⁴. Ähnliches glaubten wir auch im Vorries zu sehen, sprachen daher die Vermutung schon in unserer ersten Arbeit 1900 aus, daß „auch außerhalb des Rieses (in dessen Umgebung) ebensolche, nur sehr viel kleinere Aufpressungen erfolgt“ seien, als im eigentlichen Ries.

Als dann 1907 die großartigen Aufschlüsse und Anhäufungen Bunter Breccie durch den Eisenbahnbau von⁵ Donauwörth nach Treuchtlingen von uns besichtigt wurden und wir die prächtigen Schriffe und Schrammen dort kennen lernten, die letztere auf das Ries hinwiesen, so daß nun vom Ries als Zentrum aus die Schrammen nach W, O und SO auszustrahlen schienen; und als wir im Vorries⁶ sehr viel größere Massen scheinbar wurzelloser, aus dem Ries stammender Bunter Breccie und Griese zu sehen glaubten, als tatsächlich wurzellos sind, da wurden wir wieder irre an obiger Deutung der Selbständigkeit des Vorrieses und meinten diese Massen doch vielleicht aus dem Ries herleiten zu sollen.

Das scheint ein Irrtum, unsere erste Auffassung von der Selbständigkeit des Vorrieses und dem Vorhandensein von kleinen dortigen Aufpressungen scheint vielmehr richtig gewesen zu sein. Die Arbeit von MOOS (p. 99—147), deren Richtigkeit sich freilich erst noch gegen ihre Bestreitung durch KRANZ und BENTZ (p. 154, 175) zu behaupten haben wird, bestätigt unsere in der Ries- und der Vorries-Arbeit geäußerten Annahmen durchaus. MOOS hätte eigentlich erwähnt haben müssen, daß wir das, was er beweise, schon ausgesprochen hätten; wenn auch

¹ Das Vorries. 1902. p. 14.

² Vorries. 1902. p. 14, 26, 42, 43, 45.

³ Vorries. 1902. p. 3.

⁴ Ries. 1900. p. 157. N. 11, p. 160. N. 19.

⁵ Lagerungsverhältnisse Bunter Breccie an der Bahnlinie ... 1907.

⁶ Vorries. 1902.

nur als Vermutung, so doch an 6 verschiedenen Stellen¹. Er beginnt vielmehr seine Arbeit sogleich mit dem Tadel, daß die von uns angegebene Senke im Vorries gar nicht vorhanden sei. Billigerweise hätte er auch hier erwähnt haben müssen, daß wir diese gürtelförmigen Höhen und Senken in der Erklärung zu Taf. II² dahin erläuterten hätten, daß sie ja nur als „schematisch“ und nur „mit Vorbehalt“ zu betrachten seien; und daß wir noch in längerer Erklärung entschuldigt hätten, daß wir bei dem Mangel an genügenden Höhenangaben auf der topographischen Karte, trotzdem sie bringen zu sollen geglaubt hätten. Ich schulde diesen Hinweis dem Andenken meines Freundes E. FRAAS, dessen künstlerische Hand ja, wie wir angegeben haben³, alle Zeichnungen in unseren Arbeiten gemacht, und der die obige, um Wohlwollen bei der Beurteilung bittende Tafelerklärung absichtlich so ausführlich verfaßt hat.

Der kritische MOOS läßt aber⁴ sogleich noch einen zweiten Tadel folgen. Dieser Tadel ist indes ebenfalls wenig gerechtfertigt.

Doch das sind Nebensächlichkeiten gegenüber dem Verdienste von MOOS, mit seiner Arbeit die Selbständigkeit des Vorrieses und damit die Entlastung des Rieses dargetan zu haben (s. darüber Abschn. III).

II. Beantwortung und Zurückweisung der Einwürfe gegen unsere Hypothese.

Eine überraschende Mannigfaltigkeit von Einwüfen ist 1925 gegen unsere Hypothese gemacht worden. Indem ich sie im folgenden beantworte, muß ich leider manches wiederholen, was ich bereits in Abschnitt I gesagt habe.

Zunächst einige Einwürfe, die mir nach dem Lesen im Gedächtnis haften blieben, deren Urheber und Seitenzahl im Jahrgang 1925 ich jedoch zu notieren vergaß:

„Die Mehrzahl der bei der Tagung versammelten Geologen ist für die Explosions-Hypothese von KRANZ eingenommen.“ Ja, weil KRANZ dort seine Ansicht vertreten konnte, ich die unsere aber nicht; und weil er zudem die unsere deformiert (hier p. 106—111) wiedergibt, so daß die Mehrzahl der Teilnehmer wohl keine genaue und richtige Vorstellung von unserer Hypothese und den ihr zugrunde liegenden Überlegungen haben konnte.

Ein weiterer Einwurf lautete: „Die Explosion sei wie ein Flachbahnschuß gewesen.“ Ich sage: Nein und aber nein. Denn ein Flachbahnschuß jagt das Geschoß, so flach es auch fliege, durch die Luft. Hier

¹ Ries. 1900. p. 157 Nr. 11; p. 160 Nr. 19. Vorries. 1902. p. 74 Nr. 5; p. 14, 26 unten, 42, 45.

² Ries. 1900. p. 165, 166.

³ Ries. 1900. p. 164 Anm.

⁴ Wir hätten gesagt, daß zwischen Ries- und Vorriesgebiet eine Zone sich befinde, die von den Vorgängen bei der Riesbildung mehr oder weniger unberührt geblieben sei. Und das ist, sagt MOOS, doch unrichtig. Ich meine, es ist aber richtig. Wenn doch das Vorries — wie wir sagten und wie MOOS nun beweist — ein selbständiges, vom Riese unabhängiges Aufpressungsgebiet gewesen ist, dann muß doch zwischen beiden theoretisch eine mehr oder weniger neutrale Zone vorhanden gewesen sein. Dessenungeachtet können die vom Riesberge abgeglittenen Massen auf der Oberfläche der Alb bis an und selbst in das Vorriesgebiet gefahren sein. Das aber ist durchaus von uns geltend gemacht worden: „Früher ist die Alb mit gewaltigen Schuttmassen bedeckt gewesen“ (Bunte Breccie bei Donauwörth—Treuchtlingen. p. 4, 37, 39, 51 Nr. 2. Ries. p. 134). Diese sind aber jetzt „durch die Erosion entfernt“ worden, namentlich aber „durch die Albüberdeckung, unter der sie begraben liegen, dem Auge verhüllt“.

handelt es sich aber um eine Explosion, die nicht in der Luft, sondern auf der Erdoberfläche entlang Massen von Gesteinen über andere Massen dahinschob und sie z. T. „in toto“ (hier p. 96) schob. Es werden bei der Rieskatastrophe ja neben diesen Explosionen auch noch andere, brisante erfolgt sein. Auch beim Bandaisan erfolgten drei. Aber mindestens jene obigen, welche die pseudoglazialen Erscheinungen hervorriefen, konnten unmöglich brisant sein.

Schließlich noch ein Einwurf. Er geht ungefähr dahin, daß die Albfläche doch keine absolute Ebene dargestellt hätte, sondern von Anhöhen und Senken gebildet gewesen sei. Einem Geschobenwerden der Massen aber hätten die Anhöhen ein Halt geboten. Gewiß, die Massen werden sich vor den Anhöhen, wenn sie hoch genug waren, gestaut haben. Indessen die Albfläche bildete doch nicht nur Anhöhen. Vor allem aber: Die pseudoglazialen Erscheinungen können gar nicht anders erzeugt sein, als daß Massen an der Erde über die Albfläche fortgeschoben wurden. Kann denn ein Tischler eine Tischplatte polieren, indem er in der Luft über sie hinfährt? Er muß doch auf der Platte darüber hinfahren. Genau dasselbe gilt von den pseudoglazialen Polituren und Schrammen am Riese.

SCHNELL häuft Einwürfe. Er erklärt zunächst unsere Ansicht von dem Absinken des Riesbodens für verfehlt. Solche Kalderen entstanden überhaupt durch Explosion. Nun in letzterer allgemeiner Frage sind wir eben völlig anderer Ansicht als SCHNELL. Und in ersterer, das Ries speziell betreffenden Frage versteht SCHNELL offenbar die Sprache nicht, welche jene Erdbeben im Riese und jene Verwerfungen im Riesboden nach der Rieskatastrophe sprechen. Sonst würde er den Einsturz wohl erkennen.

SCHNELL erklärt sodann (p. 256): „Jedenfalls handelt es sich im Vorrieße um kein selbständiges vulkanisches Gebiet, wie BRANCA und FRAAS im Interesse ihrer Theorie annehmen müssen.“ Auch daraus geht hervor, daß SCHNELL gar keine richtige Vorstellung von unserer Hypothese durch eigenes Studium haben kann. Wir haben die Selbstständigkeit des Vorrießes lediglich aus Analogie mit den Lakkolithen der Henry Mountains für sehr wahrscheinlich erachtet, auch in den Aufpressungen der dortigen Granite einen Beweis für diese unsere Vermutung gesehen. Die Sicherheit, mit der SCHNELL über diese Frage aburteilt („jedenfalls“) ist, zudem in einer Erstlingsarbeit (Dissertation), beneidenswert. Was wird MOOS dazu sagen?

SCHNELL sagt weiter (p. 235), unser Festhalten an einer Aufpressung zeige, daß wir uns „nicht vorstellen konnten, daß große Fetzen der ehemaligen Gebirgsdecke auf kilometerweite Entfernungen herausgeschleudert werden konnten“. Er hat offenbar seine Vorstellung von unserer Hypothese aus einer abgekürzten und unrichtigen Darstellung eines Anderen gewonnen. Denn sonst hätte er ersehen müssen, daß wir, gerade umgekehrt, schon 1902 auf Grund des militärischen Gutachtens die Möglichkeit angeführt hatten¹, daß Schollen bis 1000 m Länge, 400 m Breite, 50 m Dicke (Buchberg) bis 6 km weit fortgeschleudert werden können, wenn nur die Sprengladung entsprechend wäre. Wir hatten uns nur im vorliegenden Falle nicht vorstellen

¹ Vorries. 1902. p. 32.

können, daß am Riese bei einer Schleuderung durch die Luft solche Schollen so unzerschmettert geblieben sein, so ihren Verband bewahrt haben sollten, wie das z. B. bei der Buchbergsscholle der Fall ist. Sie mußten durch eine andere Art von Explosionen „in toto“ geschoben sein, wie das Gutachten es ausdrückte, das wir ja 1902, schon 10 Jahre vor KRANZ, unserer Hypothese mit zugrunde legten; weil nur durch ihr Eigengewicht bei dem Abrutschen von einem nur 200—400 m hohen Berge so weite Entfernungen nicht erreicht werden konnten.

Weiter wirft uns SCHNELL ein (p. 235): „Durch das nachträgliche Zugeständnis, es könnten auch Explosionen stattgefunden haben, haben die beiden Forscher ihrer Lakkolith-Theorie den Boden entzogen.“ Damit verdreht SCHNELL unsere Worte; denn wir haben nicht in so bedingter Weise von der Möglichkeit von Explosionen gesprochen, sondern in völliger Bestimmtheit. Da nun SCHNELL selbstverständlich nicht absichtlich unsere Worte verdreht hat, so folgt, daß er unsere Arbeiten nicht gelesen haben kann. Die Annahme einer bzw. mehrerer schiebenden, „treibenden“ Explosionen (aber auch brisanter) bildet ja seit 1902 einen ganz wesentlichen Bestandteil unserer „Riesberg-Explosions“-Hypothese. Also ähnlich wie diese von KRANZ immer unrichtig nur als „Riesberg“-Hypothese bezeichnet und die Explosion ganz mit Stillschweigen übergangen wird, so wird sie hier von SCHNELL unrichtig hingestellt als etwas, das wir nur als vielleicht, als möglich angesehen hätten.

Wir waren und ich bin ferner keineswegs der Ansicht, daß wir dem Gedanken einer der Explosion vorhergehenden Aufpressung „den Boden entzogen“ haben, wie SCHNELL dekretiert. Sondern im Gegenteil, daß wir diesen Gedanken durch die schiebenden Explosionen erst vervollständigt und gesichert haben.

Schließlich das seltsam ungeschickte Wort „Zugeständnis“ klingt so, als ob uns SCHNELL wie Überführte in einer Gerichtsverhandlung betrachtet. Und an wen? An KRANZ, der 10 Jahre nach uns unsere schiebende Explosion annahm? Oder an uns selbst, die wir ja (hier p. 86) mit der vorgefaßten Meinung in das Ries zogen, hier nur das Werk einer brisanten Explosion zu finden, die wir dann als unmöglich uns selbst ablehnen mußten? Oder an die Ingenieurakademie, die uns auf meine Anfrage über die Möglichkeit solcher „in toto“ schiebenden Explosionen Auskunft gab?

Schnell ~~BENTZ~~ (s. Abschn. III) meint, wir hätten die Selbständigkeit der Aufbrüche im Vorries nur „im Interesse“ unserer Ries-Hypothese behauptet. Wenn diese auffällige Ausdrucksweise etwa bedeuten soll, daß wir die Selbständigkeit des Vorrieses nicht aus Überzeugung, sondern nur um die Ries-Hypothese halten zu können, vermutet hätten, genügt es wohl, eine so häßliche Verdächtigung durch ~~BENTZ~~ niedriger zu hängen, für die ihm jede Spur eines Beweises fehlen würde. Wenn

Schnell ~~BENTZ~~ unsere Arbeiten über das Ries gelesen hätte, würde er zudem wissen, daß wir aus der Analogie mit den Henry Mountains, wo auf kleinem Raume einige 30 große und kleine Lakkolithe angehäuft sind, auf Ähnliches im Riese und Vorries geschlossen hatten. Auch sprachen uns die Aufpressungen vergriester Granite im Vorries dafür.

Ein Einwurf, den LÖFFLER (p. 57) macht, läßt sich dahin zusammenfassen, daß durch Annahme einer Emporpressung zum Riesberge,

dann einer gewaltigen Explosion, schließlich des Einsturzes unsere Hypothese unnütz kompliziert werde; wogegen sie durch Annahme nur einer solchen Explosion viel einfacher sich gestalten. Wir haben jedoch in der Natur einfache Vorgänge und komplizierte, sogar sehr viel kompliziertere, als unsere Hypothese sie annimmt. Speziell bei Vulkanen ist ja auch der Vorgang ein mehrfacher: Emporquellen des Magmas; Aufbau des Vulkanberges; Einsturz und Kalderabildung; Wiederaufbau im Innern der Kaldera zu einem neuen Berge. Bei Santorin hat sich der Einsturz sogar zweimal wiederholt. Ebenso wären die beiden übereinanderliegenden Magmaherde der KRANZ'schen Hypothese ja ebenfalls ein komplizierter und darum zu verwerfender Erklärungsversuch. Ich kann indessen dem Einwurf der Kompliziertheit weder unserer noch der KRANZ'schen Hypothese gegenüber irgend ein Gewicht zuerkennen.

Auch sein Einwurf, unsere Annahme einer Aufpressung sei durch die einer Explosion „überflüssig“ geworden (p. 71), ist nicht stichhaltig, da LÖFFLER ja selbst eine kleine Aufpressung annimmt (s. Abschn. III).

Sodann wirft LÖFFLER (p. 58) ein, die horizontale Lage der Überschiebungsfläche bei Wemding sei nur zu erklären, wenn eine nachträgliche Senkung des Riesbodens stattgefunden hätte. Eine solche Senkung nach der Rieskatastrophe hat ja aber stattgefunden (hier p. 89—93). Ist auch dieser Einwurf nicht aufrecht zu halten.

Ferner sieht LÖFFLER in der weiten Entfernung, bis zu der vom Riese aus die Massen herausgeworfen seien (24 km; aber bis Augsburg und Ulm wären es sogar doch ca. 37 km! und das scheint mir doch recht bedenklich zu sein), einen Beweis dafür, daß sie nicht dahin geschoben, sondern nur durch die Luft geschleudert sein könnten. Daß ein Teil der Massen durch die Luft geschleudert worden ist, ist ja auch unsere Ansicht. Daß aber derart im Verband gebliebene riesige Schollen, wie die des Buchberges, nur dorthin geschoben sein können, ist meine feste Überzeugung; und ebenso, daß die pseudoglazialen Erscheinungen ebensowenig von durch die Luft fliegenden Massen hervorgerufen sind, wie Tischler oder Marmor-schleifer dadurch ihre Platten polieren können, daß sie in der Luft darüber hin und her fahren. Die durch brisante Explosionen zerspratzten, durch die Luft geschleuderten Massen trüben nun das Bild und erwecken den Anschein, als sei alles das Werk brisanter Explosionen. Diese Massen und diejenigen, die durch „treibende“, schiebende Explosion befördert wurden, müssen also auseinandergehalten werden.

Von LÖFFLER (p. 57) wird auch, wie schon früher wohl von KRANZ, geltend gemacht das Ergebnis der Brunnenbohrung bei Nördlingen, also auf dem Boden des Rieses. Dort hat man Granit über Stubensandstein erbohrt, er ist also überschoben. Das soll nach den Genannten für die „Spreng“hypothese KRANZ's beweisend sein. Aber sie vergessen, daß unsere „Hebungs-Explosions“-Hypothese ja schon lange vor KRANZ genau ebenso mit dieser gewaltigen Explosion rechnet; und daß wir demzufolge schon 1902 ausdrücklich den Boden des Rieskessels (unter seiner diluvialen und tertiären Decke)

als ein „gänzlich zertrümmertes, regellos disloziertes Feld“¹ aufgefaßt hatten.

Ein weiterer Einwurf gegen unseren Riesberg ist, ich glaube von KRANZ? erhoben, dahingehend, daß die von GILBERT beschriebenen Lakkolithe in den Henry Mountains weder die Zergriesung der Dachgesteine bewirkt haben, noch daß Abrutschungen der letzteren erfolgt sind, und daß sich die Dachgesteine mantelförmig an die Lakkolithe anschmiegen. Indessen diese Erscheinungen, die von denen unseres hypothetischen Riesberges abweichen, erklären sich leicht durch den großen Unterschied beider Vorgänge. Am Ries war der andrängende Lakkolith bis verhältnismäßig nahe an die Oberfläche gestiegen, konnte daher die überliegenden Keuper-Jura-Schichten hochheben. In den Henry Mountains ist das Eindringen des Magmas in die Schichtgesteine in großer Tiefe erfolgt, so daß die Lakkolithe unter mächtiger Decke entstanden, die heute größenteils schon abgetragen ist². Die Carbonschichten, in denen die Lakkolithe stecken, befanden sich infolge dieser schweren Belastung „in a quasiplastic state“, so daß sie sich bruchlos emporwölben ließen. Also völlig anders als die Juraschichten bei unserem hypothetischen Riesberge.

Ganz eigenartiger Natur ist der andere Einwurf, mit dem KRANZ unsere Hypothese bekämpft. Seine Worte (p. 95) lauten: „Der hypothetische Pfropfen oder Riesberg müßte eine geradezu enorme Höhe gehabt haben, wenn das Abgleiten der Jura-Keuper- und Grundgebirgs-Schollen bis 17 und 25 km von seiner Umrandung physikalisch verständlich sein soll, andernfalls widerspricht das allen statischen Erfahrungen und den Gesetzen der Reibung.“ Mit anderen Worten: KRANZ bekämpft unsere Hypothese darum, weil sie eine Aufpressung nur zu 200—400 m annehme, während doch dieser Berg, wenn die Hypothese glaubhaft sein sollte, eine geradezu enorme Höhe gehabt haben müsse.

KRANZ hat im Laufe von 1½ Jahrzehnten diesen Einwand immer aufs Neue wiederholt, obgleich ich ihn mehrfach als völlig ungerechtfertigt abgewiesen habe. Da KRANZ auch in seiner neuesten Arbeit trotzdem auf ihm beharrt und damit Eindruck auf Fachgenossen macht, denen allmählich eine ganz falsche Vorstellung von unserer Hypothese dadurch suggeriert wird, so zwingt mich KRANZ, nun endlich in voller Deutlichkeit zu reden. Die Schuld an so unerquicklicher Auseinandersetzung, der ich mich nur mit größtem Widerstreben unterziehe, trägt ganz allein KRANZ.

Der Einwurf birgt in sich eine große Ungerechtigkeit und objektive Unwahrheit; zudem eine unglaubliche Unsinnigkeit; und drittens belastet KRANZ noch KOKEN völlig ungerechterweise als Zeugen. Ich gebe die Beweise für das Gesagte:

1. Unsere Hypothese besteht (hier p. 97) aus zwei Akten, einem langsam sich vollziehenden, der Aufpressung, und einem blitzschnell eintretenden, den Explosionen. Die KRANZ'sche Hypothese nimmt nur einen Akt an, die Explosion, die beide Arbeitsleistungen blitzschnell

¹ Vorries. 1902. p. 45.

² Das Ries. 1900. p. 29—36 u. 16, wo auch der anderen Lakkolithe Nordamerikas Erwähnung geschieht.

machen muß. Es handelt sich hier aber nicht etwa um zwei verschiedene Arten von Explosionen, sondern um eine und dieselbe, also um die Explosion, die weniger brisant ist, sondern mehr schiebend wirkt, und deren Kenntnis beide Parteien aus derselben Quelle schöpften (hier p. 96): Wir 1901 oder 1902 als Gutachten auf unsere an die militärische Ingenieur-Akademie gerichteten Fragen. KRANZ, der ca. zehn Jahre später als wir mit dieser Explosionshypothese hervortrat, entweder auf dem Wege über unsere Vorries-Arbeit, in der wir davon sprachen, oder direkt durch seine Studien als Pionieroffizier bei dieser Akademie.

BR. u. FR.

1. **Aufpressung** durch das Magma 200—400 m. Das Ries wird herausgeboren aus der Alb; wird in sich in zahlreiche Schollen zerbrochen; Tagewässer machen die Tone schlüpfrig; das Eigengewicht der Schollen drängt sie bergab.
2. **Explosionen**. Sie können daher alle Kraft nur auf den Transport der Schollen verwenden, der zudem anfangs bergab geht. Sie können somit die Schollen weiter über die Alb schieben und schleudern.

KRANZ.

Aufpressung fehlt.

1. und 2. gleichzeitig. Die Explosion muß einen Teil ihrer Kraft auf Herausbrechen, Zerbrechen und Bergaufschieben verwenden. Sie behält daher nur den anderen Teil ihrer Energie zum Transport, der daher weniger weit über die Alb erfolgen kann.

Wenn nun KRANZ mit Objektivität, mit Gerechtigkeit unsere Hypothese bekämpfen würde, so könnte er als Einwand ihr nur entgegenhalten: „Ich bestreite die Notwendigkeit der Annahme einer den Explosionen vorhergehenden Aufpressung. Ich glaube, eine große Explosion könne allein die Aufpressung mit ihren Folgen, sowie den Transport der Schollen bewirken.“

Aber KRANZ verfährt anders. Er verschweigt die Explosionen in unserer Hypothese, tut, als ob es sich in ihr nur um die Aufpressung handle und hält demgemäß dieser den Einwand entgegen: Dann müßte ja der Berg „geradezu enorm hoch“ gewesen sein. Dieses Totschweigen der Explosionen, als treibende Kraft in unserer Hypothese, geschieht aber nicht etwa aus Mißverständnis; denn er hat unsere Arbeit über das Vorries gelesen, ich habe ihm auch mehrmals das Unzulässige eines solchen Vorgehens in meinen Arbeiten vorgehalten; er hat auch die Explosionen einmal selbst erwähnt¹; er hat auch dieselbe Methode, die

¹ Im „Rieser Heimatbuch“, 1922, München, p. 25—28, hat KRANZ zwar unsere Annahme einer Explosion erwähnt, auch dem Riesberge nicht die „enorme“ Höhe zudiktirt. Aber indem er p. 34 sagt: „Zurzeit lautet das Feldgeschrei: Hie Riesberg — Hie Sprengtheorie“, läßt er schon wenige Seiten später abermals die Explosion vor dem Leser verschwinden. Denn ich habe schon 1913 in diesen Jahresberichten geltend gemacht, daß unser Erklärungsversuch als „Riesberg-Explosions“-Hypothese gegenüber der KRANZ'schen „Explosions“-Hypothese bezeichnet werden müsse, wenn man sie mit kurzem Worte kennzeichnen wolle, ohne den Leser irrezuführen.

Hälfte meiner Erklärung zu verschweigen¹, bereits in seinen Angriffen gegen meine Arbeit über die Vulkanembryonen von Urach befolgt; was ich ihm, und später auch nochmals² vorgehalten habe; ich habe auch 1913 ihm sehr deutlich entgegengehalten, daß unsere Hypothese nicht als „Riesberg“- , sondern als „Riesberg-Explosions“-Hypothese seiner „Explosions“-Hypothese gegenübergestellt werden müsse.

Es kann also kein Zweifel sein, daß KRANZ ganz absichtlich so verfährt, wie ich oben gesagt habe. Und darin liegt die tiefe Ungerechtigkeit, der völlige Mangel an Objektivität, die seinem Einwurfe gegen unsere Hypothese innewohnen.

2. Der Einwurf von dem „geradezu enorm hohen“ Berge ist aber auch ein sinnloser, weil er sich auf den von KOKEN gegenüber unserer Hypothese gemachten gleichlautenden Einwurf stützt. Auch KOKEN hatte von einem 5000 m hohen Berge gesprochen, der nötig sein würde, um unsere Hypothese glaubhaft erscheinen zu lassen. Aber *si duo faciunt idem ...!* In KOKEN'S Munde hatte der Einwurf Sinn. In KRANZ' Munde wird er Unsinn. Denn KOKEN hatte ihn 1901 gemacht, als er noch nicht wußte, daß ich bereits auf meine Fragen an die Ingenieur-Akademie die Lösung des Rätsels in Händen hatte (hier p. 96), so daß wir die wesentlich schiebend wirkenden Explosionen unserem Riesberge hinzufügen konnten. KOKEN wandte sich daher mit Recht gegen die Hypothese, daß nur eine Emporpressung von 200—400 m die Riesphänomene erklären könne. Wir hatten ja (hier p. 95) dasselbe empfunden. KRANZ aber machte diesen selben Einwurf ca. 10 Jahre später, als er längst von der Erweiterung unserer Hypothese durch schiebend wirkende Explosionen Kenntnis hatte; und wiederholt ihn seitdem, und auch noch 1925. Da war sein Einwurf von Anfang an völlig unlogisch, sinnlos und nur dadurch möglich gemacht, daß die Explosion totgeschwiegen und allein die Emporpressung in unserer Hypothese als vorhanden stillschweigend ausgegeben wurde. Der Einwand schloß somit automatisch eine objektive Unwahrheit in sich ein. Wer, wie KRANZ, allein schon der Explosion die Kraft zuschreibt, alle fraglichen Erscheinungen zu bewirken, der kann doch, wenn

¹ Zur Erklärung der Entstehung der vulkanischen Durchbruchsröhren bei Urach hatte ich ebenfalls zwei Akte unterschieden: Zuerst das Aufsteigen des Magmas aus der Tiefe auf einer Spalte bis hinauf zu geringerer Entfernung von der Erdoberfläche, wo es einen Schmelzsee bildete. Sodann von letzterem aus das Entstehen von ca. 125 Durchbruchsröhren infolge von Explosionen, unabhängig von präexistierenden Spalten; also nur durch den obersten Teil der Erdkrinde.

In seinen steten Angriffen gegen diese Erklärung wandte KRANZ dieselbe Methode an, die er im Ries gebraucht: Er schwieg von dem ersten Akt, in dem das Magma auf einer Spalte aufgestiegen war, und erweckte so in seinen Angriffen bei dem Leser die Vorstellung, als ob ich diese Unabhängigkeit der vulkanischen Durchbrüche von Spalten für die ganze dicke Erdkrinde gelten lasse. Wie er also jetzt mit dem „geradezu enorm hohen“ Riesberg eine ganz sinnlose Vorstellung von unserer Hypothese erweckt, so tat er das damals *mutatis mutandis*. Wie sinnlos das war, geht daraus hervor, daß folgerichtigerweise nicht nur bei Urach, sondern überall auf Erden die Rinde durchbohrt sein müßte von unzählbar vielen Durchbruchsröhren; denn überall liegt ja nach allgemeiner Vorstellung unter der Erdkrinde der Schmelzfluß, wenn auch unter dem Drucke in starrem Zustande. Es ist eine Ironie des Schicksals, daß KRANZ, der die deutlich sichtbare Wirkung der Explosionen bei Urach in meiner Arbeit so fortgesetzt bekämpfte, nun am Ries eine gewaltig viel stärkere Wirkung einer Explosion anerkennen muß, die ebenfalls unabhängig von präexistierenden tektonischen Spalten sich vollzogen hat.

² Diese Jahresber. 1913. p. 88.

er nicht alle Logik auf den Kopf stellen will, nicht dem, der außer dieser selben Explosion auch noch eine kleine Emporpressung für nötig hält, einwerfen: „Dann muß aber diese Emporpressung riesengroß gewesen sein“.

3. Aber auch nach ganz anderer Richtung hin wird KRANZ' Einwand ein sinnloser. Mit allem Bedacht hatten wir im Riese nur eine Aufpressung von 200—400 m Höhe angenommen, denn der Lakkolith mußte unserer Ansicht nach in nur geringer Tiefe unter der Alboberfläche im Granit stecken. HAUSMANN's magnetische Messungen ergaben ebenfalls für das Ries eine Lage des Lakkolithes von höchstens 2000 m unter der Oberfläche. E. SUESS (Antlitz der Erde. III. 2. p. 656) verlegt den Sitz der phreatischen Explosion im Riese sogar nur „an die Basis des Jurakalkes“, also in ganz geringe Tiefe. KRANZ selbst hat für den Sprengherd eine sehr geringe Tiefenlage in seinen Zeichnungen angegeben und im Texte für notwendig erklärt, um damit die Möglichkeit einer „treibenden“ Explosion zu erhalten. In seinem oberen Profil, p. 90 (Höhen und Längen 1 : 200 000), ergibt sich eine Tiefenlage des Sprengherdes von etwa 1200 m. Aber das unter seiner dort gezeichneten Emporwölbung der Riesoberfläche (hier p. 116), die ungefähr bis zu 400 m hoch ist. Ursprünglich, bevor sich die von ihm jetzt auch angenommene Emporwölbung bildete, lag der Sprengherd somit nur ungefähr 800 m unter der Oberfläche. Ich nehme der glatteren Zahlen wegen aber 1000 m an. Auch SCHUSTER (p. 284) nimmt die Tiefenlage des Schmelzherdes zu nur 500—1000 m unter der Erdoberfläche an. Ich darf aus diesen Angaben wohl folgern, daß die genannten Forscher auch dem Sitz des Magmaherdes keine große Tiefe zuschreiben. KRANZ (p. 90, oberes Profil) zeichnet die Oberfläche des Magmaherdes in 2 km Tiefe unter der Albfläche vor ihrer Aufpressung (10 mm Tiefe bei 1 : 200 000); die der eingeschmolzenen Gesteine in 1,2 km Tiefe (6 mm bei 1 : 200 000).

Nun stelle man sich einen emporgepreßten Riesberg vor, der anstatt der von uns angenommenen 200—400 m Höhe eine solche von (KOKEN) 5000 m besitzt. Oder vielleicht meint KRANZ mit „enorm hoch“ noch eine viel bedeutendere Erhebung? Der ursprünglich nur 2000 m unter der Oberfläche liegende Lakkolith wäre damit in eine Höhe von 3000 m über der rings umgebenden Albfläche hinaufgerückt.

Aber es würde dazu gar nicht kommen können: Denn sobald der Schmelzkuchen über die 2000 m Höhe emporgerückt wäre, würde das Magma aus ihm nach allen Seiten des Berges in Gestalt von Lavaströmen herausgeflossen sein. Das emporgehobene Dach aber, bestehend aus Jura, Keuper, Granit, wäre in den so entstandenen Hohlraum hinabgestürzt, falls nicht immer wieder neuer Schmelzfluß aus der ewigen Teufe in den Lakkolith hineingepreßt wäre, wodurch es natürlich zum Ausflusse immer neuer Lavaströme auf allen Flanken des Berges gekommen sein würde. Der Lakkolith hätte also gar nicht in 3000 m Höhe gelangen können; er hätte bereits, sobald der 2000 m Höhe erreicht hätte, begonnen, auszufließen und das müßte sich zudem durch Lavaströme ver raten.

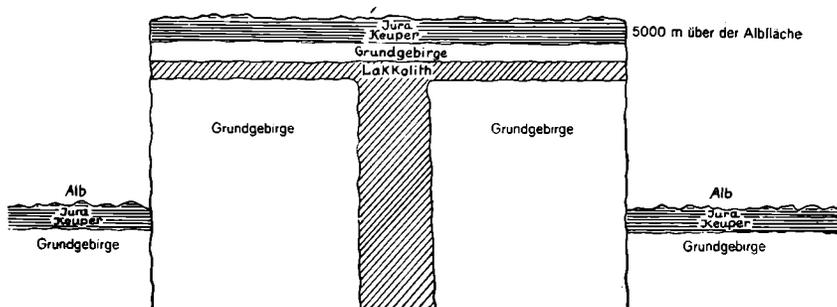


Fig. 1. Der „geradezu enorm hohe“ Riesberg KRANZ'.

Fig. 1 ist überhöht und ohne Maßstab. Sie soll durchaus nicht eine Meinung äußern, in welcher Form, ob pfropfen- oder kuppelförmig KRANZ' „geradezu enorm hoher“ Riesberg gedacht werden könnte, sondern lediglich zeigen, auf welcher logischen Unmöglichkeit sein Einwand beruht, wenn ein nur 2000 m unter der Erdoberfläche gelegener Lakkolith, dessen Druck den Berg emporpreßte, nun in 3000 m Höhe über der Oberfläche gedacht wird. Würde der Riesberg als kuppelförmige Emporpressung gezeichnet, so würde diese Unmöglichkeit vielleicht noch stärker in die Augen gesprungen sein; denn diese bis zu 5000 m Gipfelhöhe aufragende Kuppel müßte, da sie aus spröden Gesteinen besteht, an zahlreichen Stellen tiefe, weit klaffende Brüche zeigen, aus denen die Lava herausgeflossen wäre.

4. Indessen den Gipfel des Unlogischen, Sinnlosen in diesem Einwurfe gegen unsere Hypothese bildet allem Anschein nach noch eine völlig überraschende vierte Seite: In derselben Arbeit vom Jahre 1925, in der KRANZ (p. 85) immer noch unseren Berg von 200—400 m Höhe bekämpft, nimmt er nun selbst (p. 95) zum Schluß seiner Arbeit eine Aufpressung, somit einen Berg an, der nach seiner „maßstabgerechten“ Zeichnung ungefähr 400 m Höhe erreicht. Das Nähere darüber kann jedoch erst in Abschnitt III und IV erörtert werden. Hier nur soviel, daß die Worte von KRANZ in Dunkel hüllen, ob er nun zwei Akte, wie wir, annimmt: Der erste, die Aufpressung, Herausbrechung und Zertrümmerung des Rieses; der zweite, die Explosion. Dann nähme KRANZ (p. 95) genau dasselbe an, was er als undenkbar bekämpft. Oder ob er Aufpressung und Explosion als einen einzigen Akt gedacht wissen will. In diesem Falle wäre natürlich das oben Gesagte nur cum grano salis zu verstehen.

5. Die grenzenlose Konfusion, die KRANZ nicht nur in Anderer, sondern auch in seinem eigenen Denken angerichtet hat durch den immer wiederholten Einwurf des „geradezu enorm hohen“ Berges, geht endlich aus einem letzten Einwurfe hervor: Er habe sich vergeblich bemüht, zeichnerisch die Explosion auf unserem Riesberge darzustellen (d. h. also: unser Berg oder die Explosion auf ihm seien eine unmögliche Annahme). Nun zeichnet aber (hier oben sub 4) KRANZ selbst auf p. 90 (oberes

Profil) einen Berg von 400 m Höhe und unter ihm den flachen Explosionskegel; und unser Berg ist ebenfalls nur 200—400 m hoch.

Es ergeben sich also daraus drei Dinge: 1. Wenn KRANZ unsere Explosion für seinen ersten Einwurf nicht gebrauchen kann, sucht er sie totzuschweigen. 2. Wenn er sie aber für seinen anderen Einwurf gebrauchen kann, spricht er plötzlich von ihr, behauptet aber, sie lasse sich zeichnerisch nicht darstellen, obgleich unser Berg doch nicht höher ist als der seinige. Er mißt also ganz nach Belieben mit zweierlei Maßen. 3. Nun kümmerte sich aber der Bandaisan — um nur eines von vielen Beispielen zu nennen —, auf dem eine Explosion auf einem (wohl noch höheren) Berge stattgefunden hat, gar nicht darum, ob KRANZ das zeichnerisch darstellen kann oder nicht, sondern er ist schon 1885 explodiert. Die ganze Hohlheit dieses weiteren Einwurfes von KRANZ ergibt sich aus dem Gesagten.

In der Geschichte der Geologie steht die von KRANZ gegenüber unserer Rieshypothese wie gegenüber meiner Arbeit über die Vulkan-Embryonen angewandte Methode wohl als ein Unikum da: Trotz allen Einspruches verschweigt er die eine Hälfte der Hypothese völlig, um nun die andere Hälfte ins Groteske, daher Unglaubliche ziehen zu können. Ich kann das nur so erklären, daß er noch völlig im Banne der Methoden der Kriegskunst steht. Dort gelten alle Mittel, um den gegnerischen Menschen niederzuringen. In der Wissenschaft gilt es nur, mit Mitteln, die wahr sind oder die man in seinem Gewissen als logisch richtig ansieht, die Wahrheit festzustellen.

Trotz der im vorhergehenden ausgeführten sehr starken Mängel, die dem von KRANZ unserer Hypothese gemachten Einwurfe anhaften, ist dieser von mehrfacher Seite für ernst genommen worden. Das semper aliquid haeret gilt eben auch für alle, wenn auch haltlosen, Behauptungen, wenn sie nur mit Rücksichtslosigkeit immer wieder ausgesprochen werden. Sie wirken suggestiv.

MOOS läßt das erkennen in dem, was er über das Gestein am Lauchheimer Tunnel sagt, das ungefähr 10 km vom morphologischen Riesrande entfernt auf der Alb liegt (p. 139): „Eine Abrutschung (vom Riesberge) über eine so große Strecke ist, wie KRANZ mit Recht bemerkt, mechanisch unmöglich.“ MOOS schaltet also, genau wie KRANZ das stets tut, die schiebende Explosion aus, die wir 1902 unserer Hypothese hinzufügten. MOOS steht offenbar so unter dieser Suggestion, daß er sich nicht sagt: „BR. und FR. haben aber die treibende Kraft zum Abrutschen größtenteils in eine schiebende Explosion gelegt, und die Pionier-Akademie hat die Möglichkeit durchaus bestätigt.“ Freilich beschränkte sich meine Anfrage bei dieser auf eine Entfernung von nur 8 km (hier p. 96). Aber da der wirkliche Riesrand nicht sichtbar ist (hier p. 98), so ist vielleicht das Tunnelgestein gar nicht so weit von ihm entfernt. Davon abgesehen, könnte aber auch die Ansicht von MOOS richtig sein, daß hier eine selbständige Aufpressung vorliegt, so daß das Gestein nicht aus dem Riese hergeschoben wäre. Auch auf p. 123 kann sich MOOS nicht von der Suggestion freimachen, wenn er ausführt, daß im Vories Aufpressungen bis zu 100 m Höhe durch das Magma und dadurch Abrutschungen von diesen Bergen erfolgt seien, und nun fortfährt: „Es (die Abrutschung) ist derselbe Gedankengang, durch den BR. und FR. zu der Annahme von Abrutschungen von ihrem großen Ries-

berg geleitet werden. Jedoch handelt es sich im Vorries nicht um einen „ungeheuren“ Berg.“ — Wie kommt denn MOOS auf die Vorstellung, unseren harmlosen 200—400 m hohen Berg als einen „großen“ und „ungeheuren“ auszugeben?

REUTER (S. 192) ist anscheinend auch der von KRANZ immer wieder ausgeübten Entstellung unserer Hypothese erlegen, denn er spricht ebenfalls nur von unserem Riesberg und tut der Explosionen keine Erwähnung.

SCHNELL (hier p. 103) hat offenbar, wie schon an anderer Stelle gesagt, auch wesentlich nur die von KRANZ gegebene Entstellung unserer Hypothese im Sinne.

SCHUSTER (p. 281) drückt sein Erstaunen aus, daß die Erfahrungen, die „man im Gebiete von Urach gemacht hat“, uns nicht längst auf die richtige Lösung des Riesproblems geführt haben, die er mit KRANZ nur in einer großen Explosion sucht. Diese (von KRANZ so wiederholt bekämpften) Erfahrungen, die ich im Gebiet der Vulkanembryonen von Urach gemacht habe — denn ich bin ja dieser „man“ —, haben uns eben gerade dahin geführt, die vielfachen Unterschiede zu erkennen, die zwischen diesen Durchschlagsröhren mit ihren Explosionstrichtern und den Riesphänomenen bestehen, wie ich das hier p. 87—89 ausgeführt habe.

Sodann wirft SCHUSTER (p. 284) ein: „Jetzt hat der Sprengtechniker das Wort.“ Also der Techniker soll über die rein geologische, mit der Sprengtechnik gar nicht verknüpfte Frage entscheiden, ob eine Aufpressung vor der Explosion erfolgt ist oder nicht? Denn die Explosionen sind ja in beiden Hypothesen dieselben; nur die eine auf der 200—400 m hohen Aufpressung wirkend, die andere auf ebener Erde. Das ist ja der einzige Unterschied.

Zudem hat meiner Ansicht nach ein kleines Modell, wie es KRANZ auf Rat von PENCK gebaut hatte, keine Beweiskraft für die Entstehung des Rieskessels von 25 km Durchmesser. Dort legt der Sprengtechniker die Sprengladung in die Mitte des Modells, bringt sie daher einheitlich plötzlich zur Wirkung. Hier, in diesem gewaltig ausgedehnten Kessel, tut das die Natur aber nicht. Wie sollte der überall im Riese verteilt gewesene Sprengstoff (Wasser oder juvenile Gase) sich in der Mitte zusammengezogen haben? Der mußte notwendig an verschiedenen Stellen des riesigen Gebietes zu Explosionen führen, wie auch E. FRAAS eine Mehrzahl solcher in seiner klaren Darstellung des Problems angenommen¹ und wie auch SAUER das derartig auseinandergesetzt hat².

III. Das Wesentliche im Inhalt der Rieshypothesen aus dem Jahre 1925.

Diese neuesten Rieshypothesen finden sich vorwiegend im Jahresbericht 1925 des Oberrhein. geol. Vereins, einige auch in anderen Zeitschriften. Alle diese Arbeiten lassen sich ihrem wesentlichsten Inhalte nach in zwei Gruppen teilen:

¹ Begleitworte zu Blatt Bopfingen. 1919. p. 30.

² Jahresbericht des Oberrhein. geolog. Ver. 1924. Bd. XIII. p. 115.

1. Die, welche, wie die unsere, das Ereignis durch zwei Akte vor sich gehen lassen: Aufpressung des Gebietes; und darnach Explosion. Wer also der Überzeugung Ausdruck gibt, daß das Riesgebiet durch irgend eine Ursache vorher aufgepreßt worden sei, der sagt damit — auch wenn er das nicht ausdrücklich hervorhebt — aus: 1. daß das aufgepreßte Gebirgsstück aus seinem Zusammenhange herausgebrochen und gleichzeitig in sich zertrümmert worden sei; denn anders ist eine Aufpressung des Riesgebietes nicht denkbar. 2. Daß dadurch also der folgenden Explosion ein gewaltiges Stück der Arbeitsleistung vorher abgenommen wurde. 3. Daß er darin im wesentlichen mit dem, was unsere Hypothese seit 1902 aussagt, übereinstimmt.

Durch welche Kraft diese Aufpressung hervorgerufen wurde (Magma, Gase oder beides) und welche Gestalt und Höhe das aufgepreßte Gebirgsstück besaß (ob pfropfen- oder kuppelförmig), das ist eine andere, zweite Frage, die jedoch mit dem Begriffe der Aufpressung gar nichts zu tun hat. Das Wesen einer Aufpressung besteht darin, daß etwas über das normal ihm zukommende Maß emporgedrückt ist. Ich muß sagen, daß mir die Frage, ob kuppelförmige oder pfropfenförmige Gestalt, nebensächlich erscheint, weil durch die Aufpressung und Zertrümmerung das Riesgebiet weder regelmäßig kuppel- noch regelmäßig pfropfenförmig, sondern an verschiedenen Stellen verschieden hoch aufgepreßt wurde, wie wir das auch von Anfang an gesagt haben. Wenn LÖFFLER also darauf trotzdem großes Gewicht legt (p. 57), so kann ich ihm in dieser Auffassung nicht folgen. Eine kuppelförmige Aufpressung von der Gestalt, wie man eine Kuppel zeichnet oder wie sie in einem gummiartigen elastischen Stoffe bewirkt werden könnte, ist ja bei der starren, brüchigen Erdoberfläche unmöglich, da sie sofort in die Gestalt eines zerbrochenen Pfropfens mehr oder weniger übergehen muß. Nur in großer Tiefe, wenn die Gesteine in einen plastischartigen Zustand übergehen, kann sie sich bilden und dann durch Erosion freigelegt werden.

Wichtiger ist die Frage, ob man den Urheber der Emporpressung im Magma oder in Gasen zu sehen habe; aber auch sie berührt die Hauptfrage, ob überhaupt eine der Explosion vorhergehende Aufpressung stattgefunden habe, gar nicht. Ich denke mir, daß dabei verschiedene Momente zusammengewirkt haben könnten: Druck des Magmas und seiner Gase, der durch die Einschmelzung freiwerdenden Gase und der durch die Erwärmung entstehenden Ausdehnung der Gesteine.

2. Die zweite Gruppe von Hypothesen nimmt nur einen Akt, die Explosion, an. So bisher KRANZ. Hier muß die Explosion eine viel größere Arbeit leisten, da sie gleichzeitig das Herausbrechen des riesigen Gebietes aus seinem Zusammenhange mit dem Albkörper, seine Zertrümmerung in sich zu zahlreichen Schollen und das Bergauf- und Herausheben der ungeheuren Massen bewirken muß.

Je mehr unsere Vermutung und MOOS' Hypothese von der Selbständigkeit des Vorrieses bestritten und am Ende gar als unhaltbar erwiesen würde, so daß also alle Massen, bis nach Ulm und Augsburg hin, nur aus dem Riese stammen würden — in desto höherem Grade würde sich unsere Hypothese als notwendig erweisen, daß der Explosion eine

Emporpressung mit Herausbrechen und Insichzerbrechen des Riesgebietes vorhergegangen sei. Denn je unerhörter, je phantastischer die von der Explosion angeblich allein geleistete Arbeit sich erwiese, desto notwendiger würde die Annahme werden, daß durch die vorhergehende Emporpressung dieser ungeheuerlichsten aller Explosionen ein Teil der Leistung abgenommen worden sei.

Eine dritte Hypothese, bei der von einer Explosion gar nicht geredet wird, sondern nur von einer Emporpressung, die daher „geradezu enorm hoch“ gewesen sein müsse, ist nur eine Unterstellung, die KRANZ unserer Hypothese macht, um letztere als unhaltbar erscheinen zu lassen. Es war bereits von ihr die Rede (hier p. 106—111).

KRANZ' Hypothese. Nachdem wir 1902 unserer Hypothese der Aufpressung eine treibende Explosion hinzugefügt hatten, war KRANZ 10 Jahre später ebenfalls mit der Annahme einer, aber alleinigen solchen Explosion als Ursache der Riesbildung hervorgetreten. Hier wie dort wurde die Entstehung der Explosion auf Wasser zurückgeführt, das ja wesentlich mit für das Zustandekommen derartiger Explosionen sein soll (hier p. 96). Wir hatten als untergeordnet auch auf magmatische Gase hingewiesen. KRANZ lehnt unsere vorhergehende Aufpressung durch das Magma ab, und darin liegt meiner Ansicht nach die eine Schwierigkeit, die sich seiner Hypothese entgegenstellt:

Wasser kann nur hinabdringen, nachdem sich ihm Spalten geöffnet haben. KRANZ nimmt, wenn ich recht verstehe, Entstehung der Spalten durch Tektonik und Vulkanismus an. Woher sollte erstere aber plötzlich in der Alb gerade im Riesgebiete sich betätigt haben? Durch die Explosion aber erst entstanden darf KRANZ diese Spalten nicht annehmen; denn zum Hinabdringen des Wassers gehört eine gewisse Zeit; es muß also früher erfolgt sein als die durch das Wasser erfolgte Explosion. Das ist aber der Fall, wenn man, wie wir, eine Aufpressung und Zerklüftung des Berges als Vorhergehendes annimmt; die aber lehnt KRANZ wohl ab (s. jedoch den Schluß der Besprechung seiner Hypothese). Die Zeichnungen, die KRANZ gibt (p. 88, 94), zeigen, daß er im Mittelpunkt des Rieses den flach gelegenen Sprengherd annimmt. Das Wasser müßte also ungefähr dort sich angesammelt haben, denn es bildete ja die Sprengmasse; es ist aber schwer zu verstehen, warum gerade nach dorthin schnell alles Wasser zusammengelaufen sein sollte. Jetzt, 1925, läßt KRANZ indessen auch magmatische Gase neben denen des Wassers tätig sein, wodurch sich diese Schwierigkeit seiner Hypothese mildern würde.

Die genannten Zeichnungen lassen auch den flachen Sprengtrichter sehen, dessen Wände die Schubflächen darstellen, auf denen der Inhalt des Rieses ringsherum 130—200 m hoch schräg auf die Alb heraufgeflogen sein soll. Danach müßte also notwendig rings um den Rand des Rieskessels herum die Alb sich ganz sanft in letzteren hinabsenken. Das ist aber nicht der Fall. Wie schon gesagt, läßt sich der wirkliche Riesrand überhaupt nicht sehen. Der heutige morphologische ist nicht der wirkliche.

Vom Buchberg zieht sich allerdings eine schräge Fläche ins Riesinnere hinein. Folglich, so müßte man schließen, hat nur an dieser

Stelle ein Bergaufschieben, der Buchbergmasse, stattgefunden. Aber auch das kann man als sicher nur dann feststellen, wenn der Aufbau dieser schrägen Fläche am Buchberg entsprechend gestaltet ist: Bei dem ungefähr horizontalen Schichtenbau der Alb müßte die schräge Schubfläche alle Schichten der Keuper- und Juraformation schräg abgeschoren zeigen. (Fig. 2.) Auch müßte die Schubfläche geglättet und geschrammt sein. Aus einer Äußerung von MOOS ist freilich zu schließen, daß KRANZ jetzt die große Buchbergscholle als durch die Luft geschleudert, also nicht als auf dieser Fläche geschoben ansieht.

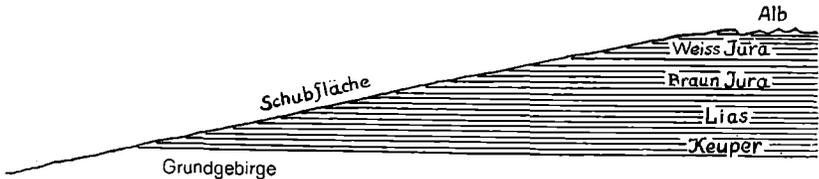


Fig. 2. Schräge Abscherung der Schichten des Jura und Keuper und des Grundgebirges bei der KRANZ'schen „treibenden“ Explosion als alleiniger Ursache.

Indessen man darf nicht vergessen, daß die treibende Explosion, die KRANZ annimmt, genau dieselbe ist, die wir, ungefähr 10 Jahre früher als er, in unserer Hypothese angenommen hatten. Der ganze Unterschied liegt also nur darin (hier p. 107), daß die unsere das 200–400 m höher gelegene Gebiet, den Riesberg, in Bewegung setzte, die seinige aber das in der alten Höhenlage verbliebene, ebene Gebiet. Genau dieselbe Schubfläche, auf der die Massen in letzterem geschoben wurden, kann sich daher auch 200–400 m höher gebildet haben.

Nun darf man ferner nicht vergessen, daß der Boden des Riesbeckens sich später gesenkt hat (hier p. 89). Folglich mußte sich eine solche höher gelegene Schubfläche vom Rande aus in das Riesinnere hinabsenken, so daß dadurch das gleiche Bild entstand, wie KRANZ es seiner Hypothese zugrunde legt. Auch könnte die schräge Fläche durch wirre, vom Rande hinabgestürzte Massen gebildet sein.

Diese schräge Schubfläche spricht somit keineswegs ohne weiteres mit Sicherheit für die KRANZ'sche Hypothese.

Es verhält sich damit ganz ebenso wie mit der Überlagerung des Keupers durch den Granit, die bei der Brunnenbohrung bei Nördlingen festgestellt wurde und von KRANZ als Beweis für die Richtigkeit seiner Hypothese irrtümlich angesehen wird. Nicht der leiseste Grund ist für die Behauptung vorhanden, daß solche Überschiebung nicht absolut ebenso durch die Explosion in unserer Hypothese geschehen sein könnte, wie durch die ganz gleiche Explosion in der seinigen. Aber freilich, wenn man, wie KRANZ tut, die Explosion aus unserer Hypothese verschwinden läßt, dann kann man zu einem solchen falschen Schlusse kommen.

KRANZ führt nun noch einige weitere Stellen am Riesrande an, die ganz sanft geneigte Flächen aufweisen. Ich habe kein Urteil darüber, da mein hohes Alter mir leider unmöglich macht, sie aufzusuchen. KRANZ sagt nichts über ihre Größe. Jedenfalls verdienten diese Stellen auch von anderen kritisch besichtigt zu werden. LÖFFLER bestätigt sie. Jedenfalls weist aber die überwiegende Umräumung des Rieskessels keinen s a n f t geneigten Rand auf. Aber wie gesagt, die wirkliche Gestalt des Riesrandes ist zugedeckt von darüber gestürzten Schollen und somit unsichtbar, folglich alle Schlüsse, die sich auf ihn gründen, unsicher.

Auch MOOS (p. 118) erklärt, aber aus anderen Gründen, die zentrale Explosion der KRANZ'schen Hypothese als unhaltbar: KRANZ hat alles, was von wurzellosen Jura-, Keuper-, Granitgesteinen auf der Alb sich findet, als ehemaligen Inhalt des Rieskessels angesehen, der durch die zentrale Explosion herausgeschoben sei. MOOS zeigt nun, daß das unmöglich sei, da die Masse der wurzellos auf der Alb liegenden Gesteine viel größer sei als der Rauminhalt des Kessels. (LÖFFLER [p. 48] gibt freilich eine andere Berechnung und SCHUSTER wieder eine andere, nach der sie das doch für möglich halten zu können glauben. Aber wer will diese Massen auch nur angenähert genau berechnen?)

Dieser eine Grund genügt schon, wenn die Berechnung richtig ist, um zu beweisen, daß außerhalb des eigentlichen Rieses noch andere selbständige Aufbruchspunkte auf der Alb, besonders im Vorriesgebiete, vorhanden sein müssen.

MOOS fügt aber noch einen zweiten Grund hinzu: Die angeblich aus dem Riese stammenden Massen erstrecken sich im S des Rieses von Donauwörth an bis auf eine Entfernung von 30 km, sind also ersichtlich ganz exzentrisch um das Ries verbreitet. Beide Erscheinungen lassen sich mit der zentralen Explosion KRANZ', die alles das aus dem Riese herausgeschafft haben soll, nicht vereinen.

Überraschenderweise gibt Kranz (p. 95) jetzt aber eine Aufpressung des Riesgebietes zu: „Die Annahme einer ganz geringen, in der maßstabgerechten Darstellung kaum erkennbaren Aufwölbung entspricht in der maßstabgerechten Durchkonstruktion den sprengtechnischen Erfahrungen und den bis jetzt bekannten geologischen Verhältnissen besser.“ Mit dem „ganz geringen“, „kaum erkennbaren“ verwahrt sich KRANZ gegen die Auslegung, daß diese Aufwölbung etwas Ähnliches sein könnte wie unser Riesberg. Die Zeichnung aber, die KRANZ (auf p. 90), oberes Profil) gibt, läßt erkennen¹, daß er dieser „ganz geringen“ Aufwölbung im Scheitelpunkte eine Höhe von ca. 400 m gibt; also dieselbe Höhe wie unser Riesberg. Auch passen die Worte, mit denen KRANZ die geringe Höhe der von ihm angenommenen Aufpressung kennzeichnet, buchstäblich genau auf die von uns angenommene. Auch bei letzterer würde eine in

¹ Wenn man die beiden Schnittpunkte der emporgewölbten Riesoberfläche mit dem auf die Ebene der Zeichnung projizierten Kegelmantel der Explosion durch eine Gerade verbindet und dann auf letzterer eine Senkrechte unter dem höchsten Punkte der Emporwölbung errichtet, so mißt diese 2 mm. Das macht im Maßstabe 1 : 200 000 genau 400 m, wobei allerdings die natürliche Krümmung der Erdoberfläche auf einer Strecke von ca. 25 km (Durchmesser des Rieses) vernachlässigt ist, wie aber stets bei geologischen Profilen.

1 : 200 000, „maßstabsgerechte Durchkonstruktion eine „ganz geringe“, „kaum erkennbare“ Aufwölbung ergeben. Sie hat ja dieselbe geringe Höhe.

Die soeben angeführten Worte von KRANZ verschleiern aber das, was er über die Emporwölbung und ihre Ursache denkt in unüberrücklicher Weise. War die Emporwölbung eine langsame, allmähliche, so daß sie einen ersten Akt des Vorganges bildete, genau wie in unserer Hypothese? Oder vollzog sie sich mit Blitzesschnelle, so daß sie eins war mit der Explosion? War sie durch das Magma oder nur durch Gase verursacht? Waren das die Gase der Explosion oder juvenile, durch Aufschmelzung bedingte, denn er redet jetzt von Bysmalith, nicht von Lakkolith? Über alle diese Fragen sagen die Worte KRANZ' nichts aus. Man muß also raten. Aus den Worten „den sprengtechnischen Erfahrungen entsprechend“ müßte man notwendig annehmen, daß er nur eine momentane Emporhebung des Geländes meint, die im Augenblick der Explosion und nur durch die Explosionsgase erfolgte; eine Emporhebung, die unter sich also einen entsprechenden Hohlraum haben würde, in den sie sofort wieder hinabstürzte, um nun auf der schrägen Schiefelfläche bergauf geschoben zu werden; eine Emporhebung, die somit zeitlich nur durch einen Augenblick von der Explosion geschieden wäre, richtiger mit ihr zusammenfielen. In diesem Falle hätte die Emporwölbung, von der KRANZ spricht, wenig mit unserem Riesberge gemeinsam.

Aber der Nachsatz „und den bis jetzt bekannten geologischen Verhältnissen besser entspricht“ könnte eine ganz andere Deutung zulassen, nach der KRANZ eine durch das Magma, bzw. auch seine Gase, bewirkte langsame Emporpressung meint, die eine Zeitlang zu ihrer Bildung gebrauchte, also zeitlich von der Explosion geschieden war, durch die ihre Massen dann zum Abfahren auf die Alb den Anstoß erhielten. In diesem Falle schloße sich also KRANZ im wesentlichen völlig, sogar in der Höhe der Aufwölbung, des Riesberges, unserer Hypothese an.

Während so die Worte KRANZ' seine Ansicht dicht verschleiern, spricht seine Zeichnung und ganz bestimmt im letzteren Sinne. Denn sie läßt keinen 400 m hohen Hohlraum erkennen, den er doch notwendig zeichnerisch dargestellt haben müßte, wenn er nur eine momentane Aufwölbung der Alb über dem Lakkolith durch die Explosionsgase im Sinne gehabt hätte. Allerdings ist die Strichelung, mit der er den Granit darstellt, über dem Lakkolith unterbrochen. Aber das ist wohl nur geschehen, um das dort stehende Wort „Sprengherd“ besser lesbar zu machen, nicht um einen 400 m hohen Hohlraum darzustellen. Denn dann müßte hier das Wort „Hohlraum“ stehen. Nach der oberen Zeichnung, die KRANZ p. 90 gibt, stellt er somit 1925 einen Riesberg dar, und zwar von derselben Höhe (400 m) wie wir sie annehmen (200—400 m). Was ist nun seine Meinung?

LÖFFLER's Hypothese. LÖFFLER (p. 26—83) hält, wie er sagt, in seiner Arbeit an einer Explosion, wie KRANZ sie will, fest; er legt nur den Mittelpunkt, von dem sie ausgeht (p. 70, 71), an eine etwas andere Stelle. Folglich müssen auch die von MOOS geltend gemachten, soeben erwähnten beiden Gründe gegen diesen Teil seiner Hypothese sprechen.

Über die Herkunft der Sprenggase hat LÖFFLER jedoch eine andere Ansicht, als sie E. SUESS, BR. und FR. und KRANZ äußerten. Diese sahen das Sprengmittel im Wasserdampf, wir außerdem auch noch in Gasen, die dem Magma entstammten, denn wir sagten: „Hand in Hand mit diesem Aufsteigen (des Magmas) ging vielleicht ein Aufschmelzen“¹. also doch nur sehr bedingt. LÖFFLER dagegen nimmt den Ausgangspunkt seiner Auffassung fast ausschließlich in dem Vorgange des Aufschmelzens. Er stützt sich auf die schönen Untersuchungen von SAUER und OBERDORFFER, die nachwiesen, daß das kristalline Grundgebirge unter dem Ries eingeschmolzen wurde durch den aufsteigenden Schmelzfluß des Lakkolithes. Infolge dieser Einschmelzung des Grundgebirges, sagt LÖFFLER, wurden juvenile Gase frei, die dann ihrerseits wieder aufschmelzend wirkten, neue juvenile Gase freimachten (p. 71, 74) und sich oben schließlich ansammelten. „Nicht in einem Hohlraum“, sondern die oberen Partien des Grundgebirges wurden „durchtränkt“ mit Gasen; das Grundgebirge „saugte sich wie ein Schwamm damit voll“. Zu diesen Gasen gesellte, vielleicht, sagt LÖFFLER, sich untergeordnet noch Wasserdampf aus vadosem Wasser. Dessen Bildung war ja unvermeidlich, sobald die Erhitzung so hoch hinauf drang, daß das Wasser Dampfgestalt annahm.

Die Spannung dieser Gase wurde schließlich so groß, daß „eine schwache kuppelförmige Aufwölbung des darüberliegenden Gebirges eingetreten war.“

LÖFFLER verwirft unsere Emporpressung des Daches um 200—400 m durch den Lakkolith als unnötig, weil allein schon eine Explosion genüge. Aber er nimmt selbst ebenfalls eine Aufpressung an, und eine solche ist doch das Wesentliche an dem Vorgange. Ob sie durch empordrängenden Schmelzfluß — der aber natürlich doch auch Gase in Menge mit sich führt; denn woher kämen denn die zahllosen brisanten Explosionen aus dem aufgestiegenen Schmelzfluß bei jedem Vulkanausbruche? — oder nur durch die aufsteigenden Gase geschieht, ist gewiß ein Unterschied; aber es ist doch das Nebensächliche. Das Entscheidende der Frage ist, ob eine Aufpressung des Geländes, dadurch sein Herausbrechen aus dem Albkörper und zugleich seine Zertrümmerung in Fetzen und Schollen vor sich gingen, bevor die Explosion eintrat. Und das nimmt doch auch LÖFFLER an, ganz wie wir.

Bei der Annahme einer treibenden Explosion in unserer Hypothese waren wir durch das Gutachten des militärischen Ingenieur-Kommandos (hier p. 96) gebunden, wesentlich an Wasserdampf als Sprengmittel denken zu müssen. Wenn das eine *conditio sine qua non* wäre, dann kämen LÖFFLER's juvenile Gase als Unmöglichkeit in Wegfall.

Aber es kommt ein Zweites hinzu: Es wäre doch erst zu beweisen, daß die Menge der durch das Aufschmelzen entstehenden Gase groß genug sein könnte, um eine so gewaltige Explosion hervorzurufen. Zu dieser schwierigen Frage müßten vorerst noch die Petrographen Stellung nehmen — ein Gesichtspunkt, den ich der freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. SCHROEDER verdanke.

¹Ries. 1900. p. 155 Nr. 3. Bunte Breccie Donauwörth—Treuchtlingen. 1907. p. 48.

Und ein Drittes noch: LÖFFLER hat nicht berücksichtigt, daß bei dem Vorgange des Aufschmelzens¹ eine Volumvermehrung des eingeschmolzenen Gesteines eintritt, die je nach dem betreffenden Minerale verschieden groß ist. Bei Quarz beträgt sie $\frac{1}{6}$ des Volumens im festen Zustande, bei Granit ungefähr $\frac{1}{12}$. Das sind recht beträchtliche Werte. Dazu kommt aber noch eine zweite Ursache, die ebenfalls eine Volumvermehrung bedingt. Das ist die Ausdehnung, die durch die in höhere Regionen hinaufgebrachte höhere Temperatur bewirkt wird und die noch nicht eingeschmolzenen Gesteine trifft. Wenn der Vorgang des Aufschmelzens in beträchtlicher Tiefe sich vollzieht, wird die Ausdehnung entweder ganz durch den Druck der hangenden Massen unterdrückt werden oder sich nur in einer Zusammenpressung von Hohlräumen bzw. von lockeren Gesteinen in der Tiefe äußern. Wenn aber, wie beim Riese, der Schmelzherd in geringer Tiefe liegt (hier p. 109), dann wird eine Emporpressung des Hangenden sehr wohl eintreten können. Da nach unten und nach den Seiten keine Emporpressung möglich ist, so wird sie nur nach oben hin sich äußern können², aber in dieser Richtung wird die lineare Ausdehnung ihren dreifachen Wert³ erreichen⁴.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß in LÖFFLER's Hypothese die von ihm nur auf den Druck der Gase zurückgeführte Emporpressung des Riesgebietes notwendig auch durch die Volumvermehrung des eingeschmolzenen Gesteines und die Ausdehnung durch Höhersteigen der Wärme, also auch durch das Magma hervorgerufen worden sein muß.

SCHUSTER's Hypothese (p. 280). Unabhängig von LÖFFLER ist auch SCHUSTER zu der ja durchaus einleuchtenden Vorstellung gelangt, daß nicht Wasserdampf, sondern die durch das Einschmelzen des Grundgebirges frei werdenden Gase die Ursache der Explosion wurden, welche die Riesphänomene erzeugte. Über eine der Explosion vorhergehende Aufpressung des Gebietes durch Gase, wie LÖFFLER eine solche annimmt, äußert er sich nicht. Die von mir auf vorigen Seiten geltend gemachten Gründe, daß mit der Aufschmelzung notwendig auch eine Emporpressung durch Volumzunahme stattgefunden haben müsse, gelten aber auch für diese Hypothese. Ebenso das über den Wasserdampf Gesagte (hier p. 118).

SCHNELL's Hypothese (p. 253). Die Arbeit SCHNELL's gilt wesentlich nur den Tuffen des Riesgebietes, ihrer Zusammensetzung und Entstehung; und wie wir das bereits gezeigt hatten, so verlegt sie ebenfalls die Ausbrüche der Tuffe in die Zeit nach der eigentlichen Rieskatastrophe.

¹ BRANCA: Ziele vulkanologischer Forschung. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Berlin 1913. p. 828. Nr. 10 u. 11.

² BRANCA: Müssen Intrusionen notwendig mit Aufpressung verbunden sein? Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Berlin 1912. p. 707—735. S. auch Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. Bd. 65. 1913. Monatsber. p. 245—273.

³ EM. KAYSER: Allgem. Geol. 4. Aufl. p. 807.

⁴ Daß dadurch zugleich auch Spalten im Hangenden durch den Vulkanismus aufgerissen werden, die der allein an die Macht tektonischer Spaltenbildung Glaubende als Ursache des Vulkanismus ansieht, während sie in Wirklichkeit dessen Folgeerscheinung sind, das ist selbstverständlich. DEECKE und KRANZ haben die Nutzanwendung dieser Selbstverständlichkeit auf das Gebiet der Vulkanembryonen von Urach vergeblich außer acht gelassen bei ihren Angriffen auf die von mir dort gewonnenen Ergebnisse.

Die Entscheidung der Fragen, auf die es bei letzterer ankommt, steht daher hier im Hintergrunde.

SCHNELL stellt sich auf den Boden der KRANZ'schen Sprenghypothese, erklärt aber, seine eigenen Wege gehen zu müssen und entwickelt einen überraschend originellen Erklärungsversuch. Er sagt, das Magma sei nicht senkrecht emporgestiegen, wie wir angenommen hätten. Es sei vielmehr in schräger Richtung von SW und von SO her nach N und oben vorgedrungen und habe sich hauptsächlich in dieser Richtung in zwei Explosionen entladen. Dabei sei der nördliche Rand des Rieses so zerblasen worden, daß dann seine Gesteine durch Erosion leicht beiseitigt worden wären. Nach S dagegen seien nur kleinere Explosionen erfolgt, die dabei am Rande des Rieses die dortigen wurzellosen Massen aufschütteten und noch weiter südlich durch Erschütterung die Kalke vergriesten.

Diese Hypothese wird freilich mit Kopfschütteln beantwortet werden; wesentlich von denen, die die Verhältnisse im N des Riesekessels dadurch erklären, daß hier der Albrauf gewesen sei, so daß es wenig Abzuscheresendes und zu Zerstiebendes hier gegeben hätte. Eine vorübergehende Emporpressung des Gebietes verneint SCHNELL. Aber wenn doch „unter Überwindung heftiger Widerstände“ das Magma nach N vorgedrungen sein soll, so müßte diese Überwindung doch wohl in einer Hebung des Daches bestanden haben?

KLÄHN's Hypothese, die ich bereits (hier p. 91) besprochen habe, beschäftigt sich mit den Verwerfungen des Tertiärs im Boden des Riesekessels. Sie liefert den Beweis für die allmähliche Senkung des Bodens, also die Kalderabildung des Rieses. Sodann für einen Rhythmus des Vulkanismus auf der Alb überhaupt, also im Ries, Steinheimer Becken, bei Urach und im Hegau, und für einen von diesem magmatischen abhängigen Sprudelrythmus. Die Frage einer Emporpressung des Riesgebietes durch das Magma steht hier ganz im Hintergrunde, da die Arbeit wesentlich eine paläolimnologische, sedimentpetrographische und tektonische ist¹. Aber KLÄHN steht ganz auf dem Boden der Riesberg-Explosionshypothese.

BENTZ² schließt sich in seiner Hypothese eng an KRANZ an, erklärt also die Aufpressung für unnötig und läßt allein die Explosion wirksam sein. Indessen die Begründung, die er dafür gibt, schlägt, recht besehen, viel eher gegen die Explosion als gegen die Aufpressung: „weil in den Schuttmassen nicht die geringste Spur von Gesteinen dieses hypothetischen Intrusionskörpers gefunden wurde“, darum könne, sagt er, keine Aufpressung erfolgt sein. Das ist nicht stichhaltig; bei einer Aufpressung durch den in verhältnismäßiger Tiefe bleibenden Lakkolith konnte doch kein Auswurf von dessen Gestein erfolgen. Nur bei der Explosion konnte das der Fall sein; und daß auch bei dieser das Fehlen vulkanischen Gesteines in der Bunten Breccie sehr auffällig ist, habe ich ja schon (hier p. 87 sub 3) hervorgehoben.

Sodann kommt er zu dem Ergebnis: „daß die Bunte Breccie vulkanischer Natur sein muß und zwar muß bei der Bildung eine Ex-

¹ Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1925. p. 320—335. N. Jahrb. f. Min. etc. 1925. p. 274—428.

² BENTZ: Entstehung der Bunten Breccie. Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1925. p. 97 u. 141; besonders p. 100, 104, 141, 143, 145, 102.

plosion mitgewirkt haben“. Das ist aber genau dasselbe, was wir seit 1902 (Vories) sagen; nur eine brisante Explosion lehnten wir ab (hier p. 95). Weiter schließt er, „wogegen das Vorhandensein eines Lakkolithen nicht erwiesen ist und keine Beobachtungstatsache zu der Annahme eines solchen zwingt“. Das klingt ganz unbegreiflich; denn wenn er das Vorhandensein einer Schmelzmasse (wie man sie benennt, ist dabei nebensächlich) bestreitet, verneint er ja auch die soeben von ihm anerkannte vulkanische Natur (s. auch p. 97) über die Gründe für die Aufpressung).

Weiter folgert er: „Die verschiedene Höhenlage der Auflagerungsfläche der Bunten Breccie sowie die stets auf das Ries zu gerichtete Schrammung sprechen gegen die Annahme isolierter Ausbruchspunkte.“ Aber die Selbständigkeit des Steinheimer Beckens erkennt er doch selbst an. Warum also nicht auch näher am Ries, im Vories, wo MOOS sie nachweist (hier p. 122) und wir ihr Vorhandensein schon 1900 (Riesarbeit) annahmen, gestützt auf die Verhältnisse in den Henry Mountains (hier p. 101).

Richtig ist seine auf SCHWINNER gestützte Ansicht, daß ein Zerpressen (Vergriesung) nur möglich wird, wenn dem Druck ein Gegenruck gegenübersteht (hier p. 88). Und von Interesse ist sein Nachweis, daß auch am Rande des Steinheimer Beckens Lias und Dogger überschoben auftreten.

REUTTER gibt die sehr interessante Karte der Verbreitung der Kalkgesteine, die bis in die Gegenden von Augsburg und Ulm nach S hin reichen. Er folgert daraus, daß „sie durch die Riesexplosion bis dorthin geschleudert“ wurden (p. 215). Das ist eine Entfernung vom morphologischen Riesrande, die fast 60 km weit reicht. Mir fehlt der Glaube daran, ich suche auch im Vories die Ausbruchspunkte als das Wahrscheinlichere. Im Vories liegen ja genau dieselben Kalkblöcke wie im Riese. **KRANZ** scheint die Ansicht von **REUTTER** zu teilen. Aber auch wenn sie das Richtige treffen sollte, so ist doch klar, daß das den Kernpunkt der Frage nicht im mindesten berührt, ob der Vorgang in zwei Akten sich vollzog (die „Riesberg-Explosions-Hypothese“), oder nur in einem Akt (die „Explosions-Hypothese“). Selbstverständlich ist, daß die Explosion in unserer ihre Blöcke, soweit sie sie nicht schob, weiter durch die Luft schleudern konnte als die in der **KRANZ**'schen Hypothese. Sie konnte ja ihre ganze Energie darauf verwenden, da durch die vorhergehende Aufpressung ihr ein ansehnlicher Teil der Arbeit abgenommen wurde (hier p. 114). In der bisherigen **KRANZ**'schen mußte die Explosion beide Teile der Arbeit leisten, konnte also weniger weit schieben und schleudern. Wie er sich in seiner ganz neuerdings ebenfalls von ihm angenommenen Aufpressung zu dieser Frage verhält (hier p. 116), ob er damit auch zwei oder nur einen Akt im Sinne hat, kann niemand aus seinen Worten erraten.

MOOS' Hypothese (p. 123). Ich habe schon vorhin (hier p. 101) gesagt, daß das, was wir nur als Vermutung ausgesprochen hatten, in dieser Arbeit von **MOOS** vollauf bestätigt wird. Sie zeigt — und darin liegt ihre große Bedeutung für das Riesproblem —, daß das Vories

ein selbständiges Aufpressungsgebiet darstellt, das eine ganze Anzahl von durch empordrängendes Magma hochgehobenen Stellen im Vorrieße besitzt. „Jeder Höhenzug im Vorrieß“, sagt er, „stellt einen Aufbruch, eine Aufpressung dar.“ Und p. 132, von den Vergriesungen, äußert er sich: „Als Ursache solcher Pressungen kann wohl nichts anderes in Betracht kommen als gewaltsam von unten aufdrängende Magmakörper, welche die über ihnen lagernden Gesteinsmassen rings vom ungestörten Umland losbrachen, in die Höhe hoben und zugleich bis ins Innerste zerquetschten und zerbrachen.“

Also genau dasselbe, was wir in der ersten Arbeit, seit 1900, für das Ries geltend machten und für das Vorrieß als Vermutung aussprachen. Überraschenderweise macht aber MOOS nicht die sich von selbst ergebende Nutzenanwendung seiner Ergebnisse im Vorrieße auf das Ries; er erklärt nicht unumwunden: Folglich ist das Ries gleichfalls ein Aufpressungsgebiet. Im Gegenteil, er wendet sich gegen die Annahme eines „ungeheuren“ Riesberges, der unsere Hypothese aber gar nichts angeht, sondern nur ein sehr verunglücktes Kampfmittel von KRANZ gegen unsere Hypothese darstellt (hier p. 106—111).

Jedenfalls zwingt die logische Folgerung aus MOOS' Untersuchungen im Vorrieße auch im Ries zur Annahme eines Berges, bezw. mehrerer kleinerer Riesberge, sobald die Richtigkeit der MOOS'schen Ergebnisse wirklich feststeht. Ich sage letzteres nicht, weil ich an der Richtigkeit zweifle, sondern weil KRANZ (p. 153) sie bereits bekämpft.

Die Sache für das Ries gestaltet sich nun nach den Untersuchungen von MOOS im Vorrieße so: Vorrieß und Ries waren dichtbenachbart, standen beide unter dem Einflusse einer — entweder einzigen, zusammenhängenden, oder mehrerer getrennter — Schmelzmassen, die empordrängten und ihre Decke hoben. MOOS erkennt ihre Wirkung im Vorrieße an. Er läßt unsere Ansicht bezüglich einer Aufpressung auch im Steinheimer Becken gelten. Er teilt unsere Ansicht, daß die „Vergriesung“ der Gesteine eine Folge des Druckes des aufpressenden Schmelzflusses sei. Er erklärt sogar — was eine sehr schöne Lösung für das Dasein der Masse am Lauchheimer Tunnel bedeuten würde — für dieses eine selbständige Aufpressung. Das Gleiche nimmt er für die Donauwörth—Treuchtlinger Massen an; womit er unsere in späteren Arbeiten geäußerte Ansicht, daß die Treuchtlinger und selbst die Vorrieser Massen vielleicht doch vom Ries hergeschoben sein könnten, durchaus widerlegt. Daraus folgere ich nun:

Wer behaupten wollte, daß dieser Schmelzkuchen nur an allen den anderen genannten Orten, nicht aber auch am Ries seine aufpressende Wirkung geäußert habe, der schreibe damit nur dem unter jenen Punkten gelegenen Teile dieses Magmas eine aufwärts drängende Bewegung zu, dagegen dem unter dem Ries liegenden Teile ein Verharren in Unbeweglichkeit. Daß ein solcher gegensätzlicher Dualismus im Verhalten des Magmas in beiden dicht benachbarten Gebieten nicht nur

völlig unwahrscheinlich, sondern sogar unmöglich wäre, ist wohl sicher.

MOOS ist so durchdrungen von der Richtigkeit seiner Auffassung im Vorriese, daß er an einer anderen Stelle seiner Arbeit doch eine, wenigstens theoretische, Nutzenanwendung auf das Ries macht, ja sogar einem „ungeheuren“ Riesberge (s. über seine Unmöglichkeit hier p. 106) theoretisch die Möglichkeit zugesteht: „Das Beispiellose und Bedenkliche einer so gewaltigen magmatischen Aufpressung ist nach den Nachweisen von Aufbrüchen im südlichen Vorries ... allerdings nicht mehr vorhanden.“ Und p. 147: „Wir haben im Süden des Rieses ein großes Gebiet mit zahlreichen gehobenen und aufs stärkste zerrütteten Dachpartien von bysmalithischen Aufbrüchen, vielfach begleitet von randlichen Überpressungen und Abrutschungen. Im W und N des Rieses haben wir ein Gebiet mit ähnlichen, aber kleineren Aufbrüchen.“ Dadurch wird, wie er das sehr treffend bezeichnet, „eine Entlastung des Rieses“ gebracht. Den Vorgängen im letzteren sind dann nicht mehr „meilenweite Abrutschungen“ zuzuschreiben, sondern nur noch die Erscheinungen im Ries und an seinen unmittelbaren Rändern.“

Und trotz alledem findet MOOS nicht das Wort, zu sagen: Ich stehe also durchaus auf dem Boden der von BRANCA und FRAAS vertretenen Aufpressung des Rieses zu einem 200—400 m hohen Berge! Aber wenn er diese Worte auch nicht ausspricht, die unerbittliche Logik erzwingt sie.

Ob man nun diese Schmelzmasse, deren Aufsteigen die Ursache aller Riesphänomene gewesen ist, als Lakkolith bezeichnen will, wie wir das tun, oder als Bymalith, wie MOOS (p. 134), das läßt sich nicht entscheiden, da wir den Boden, die Basis der Schmelzmasse, nicht sehen können. Das ist auch nebensächlich, da die Hauptsache, das Empordrängen, hier wie dort das gleiche ist; denn auch eine aufschmelzend emporsteigende Schmelzmasse muß notwendig auch ihr Dach hochheben und zugleich zerbrechen, falls dieses nur eine verhältnismäßig geringe Mächtigkeit besitzt, wie das im Rieser Fall war¹.

Vorausgesetzt, daß MOOS recht hat in seinen Ergebnissen, halte ich von allen im Jahresbericht 1925 veröffentlichten Riesarbeiten die von MOOS gemachte für die weitaus wichtigste. Sie „entlastet“ das Ries von den Phantastereien, nach denen eine Explosion ihre Geschosse durch die Luft bis nahe an Augsburg und Ulm geworfen haben soll, und nach denen sie, eine Zauberei, gewaltig viel mehr Masse ausgespien haben soll, als vorher im Rieser enthalten war (s. hier p. 116); sie bringt endlich auch einen Analogiebeweis für das ehemalige Dasein einer Aufpressung im Rieser.

RECK's Hypothese. Im Ötztal bei Köfels, in ganz vulkanfreiem Alpengebiete, liegt ein Gebilde, das PENCK für ein Maar wie das Ries erklärte, also nur durch Explosion entstanden. In einer 1925 erfolgten Besprechung dieser Arbeit sagt RECK², nachdem er die Rieskaldera

¹ BRANCA: Müssen Intrusionen notwendig mit Aufpressung verbunden sein? 1912. Acad. Berlin. p. 707—734.

² Zeitschr. f. Vulkanologie. Bd. IX. 1925. p. 147.

als durch Einsturz entstanden bejaht hat: „Eine geschlossene lakkolithische Bergauftreibung als ihre (der Kaldera) Vorgängerin zu postulieren, ist hier (bei Köfels) so wenig nötig als im Ries. „Randüberschiebungen wie lokale Griesbildungen, Gesteinszerschlagung und Zerrüttung lassen sich ebensowohl wie durch einen zentralen Riesberg — soweit es nicht Bergrutschmassen sind — auch durch fingerförmig verzweigte lokale Auftreibungen und Schollenbildungen im Dach über einer Tiefenintrusion verstehen.“ RECK lehnt also nicht eine der Explosion vorhergegangene Aufpressung des Rieses ab, sondern sagt nur: Das braucht nicht ein einziger Berg gewesen zu sein, sondern kann ebenso gut in einer Anzahl kleinerer emporgepreßter Teile bestanden haben.

IV. Endergebnis.

Wenn man meinen wollte¹, daß sich unsere Hypothese und die von KRANZ gegenseitig genähert hätten, so wäre das nur scheinbar der Fall. Denn in Wirklichkeit ist unsere „Riesberg-Explosions“-Hypothese seit 1902 unverändert geblieben. Lediglich die KRANZ'sche Hypothese hat sich der unseren genähert.

Zuerst gab er 1911 seinen „Ries-Horstberg“ auf und nahm, wie wir 1902, eine mehr schiebend als brisant wirkende Explosion an; die er freilich dann als alleinige Ursache, ohne vorherige Aufpressung, sich dachte. Sodann nahm er aber 1925, ganz wie wir das tun, eine Aufpressung bis zu 400 m Höhe an; freilich ohne sich bisher über die Ursache dieser Aufpressung anders als ganz verschleiert zu äußern. Auch von seinen beiden übereinandergelegenen flachen Schmelzherden ist er nun nicht mehr so fest überzeugt, so daß es sich, wie in unserer Hypothese, auch nur um einen handeln würde. Ob wir ihn als Lakkolith, er ihn als Batholith, andere als Bysmalith auffassen, ist mehr nebensächlich; um so mehr als wir alle seine Basis nicht kennen. Wenn KRANZ sich nicht ganz der Sprache verschließen will, in der die dem Riesgebiete eigenen, selbständigen Erdbeben zu uns sprechen, und in der die Verwerfungen der Tertiärschichten im Rieskessel reden, so wird er viertens über kurz oder lang auch unserer Ansicht sich anschließen müssen, daß der Rieskessel durch Einsturz bzw. Absinken entstanden ist.

Indessen das alles, also wie KRANZ seine Hypothese gestaltet und umformt, ist für die vorliegende Betrachtung mehr untergeordnet. Die Hauptsache ist, daß KRANZ schließlich doch einmal der Gerechtigkeit wird Raum geben müssen, ohne die eine wissenschaftliche Erörterung strittiger Fragen völlig unmöglich ist, indem er die von ihm fortgesetzt geübte Verstümmelung und Entstellung unserer Hypothese unterläßt. Dem Andenken an meinen Freund und Mitarbeiter, wie mir selbst, bin ich es schuldig, auszusprechen: Die Wahrheit ist, daß die von uns 1902 aufgestellte „Riesberg-Explosions“-Hypothese genau dieselbe Explosion annimmt, wie die von KRANZ, nebenbei 10 Jahre später, aufgestellte. Wenn KRANZ also den Gegensatz zwischen

¹ HENNIG: Geologie von Württemberg. p. 299.

den beiden Erklärungsversuchen fortgesetzt und trotz aller meiner Einsprüche in der Weise kennzeichnet, daß er nur von der seinigen als „Spreng“- oder Explosionshypothese spricht, von der unseren dagegen nur als „Riesberg“-Hypothese, so wohnt diesem letzteren Ausdruck eine irreführende objektive Unwahrheit inne. Ganz ebenso, wie seinem gegen unsere Erklärung erhobenen Einspruch, dieser Riesberg müsse ja, wenn er glaubhaft sein solle, eine „geradezu enorme Höhe“ gehabt haben, eine irreführende objektive Unwahrheit innewohnt. Denn hier wie dort wird jeder Gedanke, daß auch unsere Hypothese diese schiebende oder „treibende“ Explosion enthalte, unterdrückt.

Durch direkte Tatsachen, d. h. durch Feststellung der vor der Explosion vorhanden gewesenenen Lagerung, läßt sich weder das ehemalige Vorhandensein noch Fehlen einer Aufpressung erkennen; denn in jedem der beiden Fälle ist das betreffende Gebiet weggesprengt worden. Nur also indirekt lassen sich Wahrscheinlichkeitsbeweise für das eine oder das andere erbringen. Lediglich der Einsturz bzw. das Einsinken der Kaldera läßt sich an Ort und Stelle erweisen durch Tatsachen, die sich hier vollzogen und noch vollziehen.

Ich bin nach wie vor derselben schon 1900 geäußerten, auch schon vordem von GÜMBEL vertretenen Ansicht, daß das Ries eine Kaldera von gewaltigem Umfang ist, d. h. daß sein Boden nach der eigentlichen Katastrophe sich langsam oder plötzlich hinabgesenkt hat. Die Gründe für eine Entstehung des Rieskessels durch Einsturz sind zwingende. Sie scheinen mir mehr für langsames als für plötzliches Absinken zu sprechen (hier p. 89—93).

Unumstößlich fest steht mir auch das Folgende: Gesteinsmassen, die durch die Luft geschleudert werden (brisante Explosion), bleiben ungefähr daliegen, wo sie niederfallen¹, können also unmöglich die pseudoglazialen Erscheinungen hervorbringen, die weit verbreitet im S, O und W des Rieskessels auf der Alb sind. Wer also eine (oder mehrere) brisante Explosionen zur Erklärung dieser Erscheinungen annimmt, behauptet damit eine Unmöglichkeit. Es werden ja sicher auch noch brisante Explosionen aus dem Ries erfolgt sein. Aber diejenigen Explosionen, die jene weitverbreiteten pseudoglazialen Bildungen hervorgerufen haben, müssen große Gesteinsmassen über andere Gesteine auf der Erde, der Alboberfläche, fortgeschoben haben. In dieser wissenschaftlichen Überzeugung liegt unsere Hypothese begründet: Aufpressung zum Riesberge, dadurch sein Zerbersten in Schollen; darauf folgende schiebende Explosion, welche die Schollen bergab und weiter über die Albfläche dahinschob.

Natürlich kann auch eine schiebende Explosion allein (KRANZ), wenn sie stark genug ist, das Herausbrechen des ganzen Gebietes aus der Albfläche, sein Zerbrechen in zahlreiche Schollen, das Bergaufschieben oder auch Schieudern 150—200 m hoch und dann das Weiterfortschieben dieser Schollen über die Albfläche leisten. Aber wir hatten für die Annahme einer vorhergegangenen Aufpressung des Gebietes durch das Magma, bzw. durch die Gase des Magmas, die ja auch

¹ Ausnahme natürlich da, wo sie oben auf einen Bergabhang fallen, an dem sie etwas hinab-rutschen.

ein Teil von ihm sind (LÖFFLER, SCHUSTER), unsere triftigen Gründe: Flache Lage des Lakkolithes, daher Geringmächtigkeit seines Daches, Volumzunahme durch das Einschmelzen des Granites und durch die Erwärmung: Aus diesen Gründen Emporgedrängtwerden des Daches. Ferner die Erleichterung für die Wirkung der schiebenden Explosionen, denen die riesige Arbeit des Herausbrechens und des in sich Zerbrechens des Rieses abgenommen wird, sowie das leichtere Bergab- als Bergaufschleuder der Schollen, das durch deren Eigengewicht unterstützt wird; endlich die Erleichterung des Bergabschiebens auch durch das Schlüfrigwerden der Tone.

Werden also beiderlei Explosionen gleich stark gedacht, so werden die mit vorhergehender Aufpressung durch das Magma viel stärkere Wirkungen im Schieben ausüben, werden auch auf weitere Erstreckung hin schieben als die Explosion, der eine Aufpressung durch das Magma nicht vorhergegangen ist.

Mehr als je bin ich aber auch überzeugt von der Richtigkeit unserer Annahme einer Aufpressung des Rieses durch das Magma zu einer ca. 200—400 m betragenden Höhe. Denn außer den bereits früher Zustimmenden — ich nenne nur SAUER — finden sich in den vorher besprochenen neuesten Arbeiten von 1925 bereits 3 oder gar 4? Zustimmende! Obgleich sie andere Ursachen der Aufpressung geben, so nehmen sie doch ebenfalls eine Aufwölbung des Rieses an. Teils wird von ihnen eine Aufpressung direkt angegeben, teils folgt eine solche mit zwingender Notwendigkeit aus dem Ergebnis ihrer Arbeit. Diese Aufpressung aber, d. h. die durch sie bedingte Teilung der Arbeit in zwei Akte und die infolgedessen gegebene Möglichkeit, daß die Schollen durch die Explosion weitergeschoben werden können, ist die Hauptsache. Wo durch die Aufpressung erfolgte, ist hiergegen die Nebensache, so interessant es auch wissenschaftlich sein mag.

Bis zu welchem Grade ich die von KRANZ in seiner Arbeit 1925 jetzt angenommene Aufwölbung von ca. 400 m Höhe im Riese hier namhaft machen kann, entzieht sich gegenüber seinen Worten, die seine Ansicht verschleiern (hier p. 117), einem Urteil. In seiner Profilzeichnung dagegen hat er einen Riesberg von fast genau derselben Höhe angenommen wie wir.

LÖFFLER (hier p. 118) nimmt ebenfalls eine Aufpressung an, bei der das Riesgebiet aus der umgebenden Alb herausgebrochen und in sich in Fetzen und Stücke zerbrochen wird. Also genau wie in unserer Hypothese. Nur mit dem Unterschiede, daß der Druck bei ihm den angesammelten Aufschmelzgasen zugeschrieben wird, bei uns dem Magma, das aber selbstverständlich auch Gase in Menge mit sich führte. Da aber fraglich ist, ob die durch Einschmelzen sich entwickelnde Gasmenge genügend groß ist, um allein für sich solche Wirkungen zu erzeugen; da ferner LÖFFLER die Volumvermehrung außer acht läßt, die notwendig infolge der Einschmelzung und infolge der Temperaturerhöhung eintreten muß — was beides doch durch das Magma erzeugt wird —, so folgt, daß auch in seiner Hypothese eine Aufpressung durch das Magma selbst, wenigstens z. T., mitgewirkt haben muß. Erst nach

diesem Akte der Aufpressung des Rieses erfolgt in LÖFFLER's Hypothese, ganz wie in der unseren, die Explosion.

MOOS stimmt für das Vorries völlig mit unserer früheren Annahme einer Aufpressung an einer Anzahl von Stellen durch das Magma überein. Für das Ries folgt mit unabweisbarer Logik aus seiner Arbeit die Bestätigung unserer Ansicht von einer Aufpressung.

RECK läßt für das Ries ebenfalls eine Aufpressung durch das Magma gelten; aber in der Form, wie MOOS sie für das Vorries nachwies: Nicht in einer zusammenhängenden Hochhebung des Rieses, sondern in lokalisierten Teilen.

In den Arbeiten von 1925 wird also von drei — von KRANZ, der der vierte wäre, ist das fraglich — Seiten eine Emporpressung des Rieses durch das Magma, bzw. seine Gase, die ja nur ein Teil von ihm sind, zu einem Berge angenommen, und erst darauf folgend eine Explosion. Das ist aber, wenn die Herren das auch nicht aussprechen, im wesentlichen genau dieselbe Anschauung, die wir seit 1902 ausgesprochen haben und die seit 1908 von KRANZ beharrlich bekämpft worden ist. Ob letzteres jetzt nicht mehr, das entzieht sich (hier p. 126) dem Urteil.

Aber auch durch ganz allgemeine geologische Anschauungen erfährt unsere Ansicht von der Bildung eines Riesberges durch das empordrängende Magma eine Stütze. Wenn man die fundamentalen Umwandlungen bedenkt, denen sich in neuester Zeit Physiker und Chemiker in ihren Anschauungen haben unterziehen müssen, so darf es nicht wundernehmen, wenn auch auf dem Gebiete der Geologie neue Ansichten um die Anerkennung ringen. Den Verdiensten früherer Forscher geschieht damit wahrlich kein Abbruch.

Tektonische Kräfte, aus der Schrumpfung der Erdrinde erwachsend; nur Absinken der Schollen in verschiedenem Schritte, aber kein senkrechtes Aufsteigen; bei Absehen von den aufsteigenden Sätteln bei der Faltung; Ansteigen und Absinken des Meeresspiegels, wodurch fälschlich ein Sinken bzw. Steigen der Schollen vorgetäuscht wird. Getragen von der bestrickenden Persönlichkeit von E. SUSS, von seinem ungewöhnlich großen Wissen, seiner überragenden Fähigkeit, die geologischen Erscheinungen der ganzen Erde zu einem Gesamtbilde zu vereinen; dazu gestützt durch das einschmeichelnde, Überzeugung ertrotzende Argument, daß das ungeheure Gewicht der Schollen nur ihr langsames Absinken begreiflich mache, jedes senkrechte Aufsteigen aber verneine — so ward uns das Übergewicht dieser tektonischen Kräfte, ihre fast alleinige Wirksamkeit bei der Gebirgsbildung als eine Folge der Schrumpfung eingehämmert zum gern geglaubten Glaubenssatze. Dem Magma wurde nur eine mehr oder weniger leidende Rolle bei den vulkanischen Erscheinungen zuerteilt.

In einer Anzahl von Arbeiten habe ich mich demgegenüber bemüht, die Rolle des Magmas als eine aktivere teils zu erweisen, teils durch Schlußfolgerungen wahrscheinlich zu machen. Die Selbstbefreiung des Magmas vermittels Explosionen durch den oberen Teil der Erdrinde hindurch ist nun wohl allgemein anerkannt, nur von DEECKE und KRANZ stetig bestritten. Der später von anderen geführte Nachweis, daß im Gebiete von Urach vereinzelt Spalten und Verwerfungen vorhanden sind, ändert im allgemeinen an der Richtigkeit meiner Ergebnisse nichts

denn die Spalten, früher nur als Folge der Schrumpfung angesehen, sind vielfach in vulkanischen Gebieten eine Folge des Vulkanismus.

Für die Erdbeben, fast ausschließlich nur als eine Folge der durch Schrumpfung erzeugten Tektonik angesehen, habe ich mich bemüht, das Dasein auch magmatischer Beben wahrscheinlich zu machen. STIEBERG hat allerdings, aus Gründen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in der Erde, das als unmöglich erklärt. Wenn jedoch die sogleich zu erwähnenden, von SALOMON-CALVI zusammengefaßten Arbeiten zahlreicher Forscher richtig sind, dann muß es im Gefolge von Bewegungen des Magmas auch magmatische Beben geben¹. Ja, dann sind vielleicht die Beben in ihrer überwiegenden Mehrzahl magmatische: Wenn nämlich die Tektonik so sehr durch die Bewegungen des Magmas hervorgerufen wird, wie das in sogleich zu streifender Weise schon so viele Geologen meinen. Und wenn nun gar vielleicht in einer bereits längst erstarrten Erdrinde durch radioaktive Substanzen neue Schmelzherde entstehen könnten², oder gar durch Kondensation aus der Tiefe aufgestiegener glühender Gase (BENEDICT FRIEDLÄNDER³), dann hätten wir in der Volumvermehrung, welche die Gesteine beim Einschmelzen empfangen, und in der Volumvermehrung, die durch die steigende Temperatur auch die nicht eingeschmolzenen Teile der Gesteine erleiden, auch darin die Ursache von kleinen Aufpressungen des Daches, wie wir das im Riese angenommen haben.

In gleicher Überzeugung von der unterschätzten Rolle des Magmas haben FRAAS und ich nun im Riese seit 1900 in einer Reihe von Arbeiten eine Emporpressung durch eine Intrusion wahrscheinlich zu machen uns bemüht. Im Gegensatz zu anderen Lakkolithen, wo die Intrusion in großer Tiefe erfolgte, so daß eine Hebung des Daches unmöglich war, handelt es sich hier um eine wohl recht hoch gelegene Schmelzmasse, wie aus HAUSMANN'S Untersuchungen sowie aus der notwendigen Annahme „treibender“ Explosionen fast sicher ist. Hier war dem Lakkolith also eine Hebung des Daches als möglich zuzuschreiben.

Längst ist nun aber von einer großen Zahl anderer Geologen versucht worden, dem Machtkreis des Magmas eine erweiterte Rolle zuzuerkennen, ihm eine die Erdrinde empordrängende, gebirgsbildende Kraft zuzuschreiben. SALOMON-CALVI hat das Verdienst, diese vielen Arbeiten einmal in einer, leider vorerst noch kurzen Zusammenfassung darzustellen, der er hoffentlich bald eine eingehendere Darstellung folgen läßt⁴.

Möchten doch diejenigen Kollegen, die so beharrlich unsere Annahme einer armseligen Hebung im Riese von 200—400 m bekämpfen, die Literatur durchstudieren, die ich 1900 (Ries p. 20—26, Vorries p. 9—13) über z. T. ganz lokalisierte Hebungen angeführt habe und die seitdem durch die Arbeiten von AMPFERER (so viel bekrittelt), von KLEBELSBERG, HAARMANN und so vielen, vielen anderen vermehrt worden sind. Sie

¹ BRANCA: Ziele vulkanologischer Forschung. Sitzungsber. Berliner Akad. d. Wiss. 1913. p. 852. Nr. 24. — Müssen Intrusionen notwendig mit Aufpressung verbunden sein? Ebenda, 1912. p. 727. — Aufpressung und Explosion oder nur Explosion . . . ? Zeitsch. Geol. Ges. Bd. 65. 1913. Monatsber. Nr. 5. p. 251.

² BRANCA: Ebenda. Akad. 1913. p. 840 Nr. 18. S. dazu SAUER.

³ BRANCA: Ebenda. Akad. 1913. p. 839.

⁴ SALOMON CALVI. Sitzgsber. Akad. d. Wiss. Heidelberg 1926.

alle handeln von der Wirksamkeit des Magmas, seinen Bewegungen, seinem Emporpressen der überliegenden Massen, von den Abrutschungen und Überschiebungen dieser Massen.

Neue Ansichten brechen sich bekanntlich nur sehr langsam und unter heftigen Widerständen Bahn. Aber selbst dann, wenn eine neue Ansicht sich später als nicht aufrecht zu erhalten erweist, hat sie doch das Verdienst gehabt, die Dinge einmal von einem ganz anderen Standpunkte als bisher zu betrachten und der Diskussion neue Gesichtspunkte aufzuzwingen.
