



Bibliothek d. Geol. Bundesanstalt  
1031 Wien, Tongasse 12

14643

~~14.643,80~~

D

Überreicht vom Verfasser.

Über die

# STELLUNG DER RANDSPALTEN

des

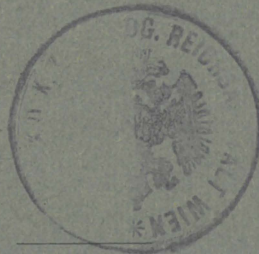
**Eberbacher** und des **Rheintalgrabens.**

+ 1 Pl.

Von

**Wilhelm Salomon**

in Heidelberg.



(Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. 55, Heft 3, 1903.)



## 14. Über die Stellung der Randspalten des Eberbacher und des Rheintalgrabens.

VON HERRN WILHELM SALOMON in Heidelberg.

In einer im Juni des Jahres 1901 erschienenen Arbeit „Über eine eigentümliche Grabenversenkung bei Eberbach im Odenwald“<sup>1)</sup> hatte ich auf Grund einer Reihe von theoretischen Erwägungen zu zeigen gesucht, daß die den Graben seitwärts begrenzenden Verwerfungen sehr wahrscheinlich nach unten divergieren. Einen absoluten Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung hatte ich nicht zu erbringen vermocht; ja, es war eigentlich bei der Art der vorhandenen Aufschlüsse und der ganzen Terrainbeschaffenheit nicht einmal zu hoffen, daß die Zukunft eine sichere Entscheidung für oder wider meine Hypothese liefern würde. — Am 24. Juni erhielt ich die Sonderabdrücke meiner Arbeit von der WINTERSCHEN Verlagshandlung in Heidelberg; am 26. Juni schrieb mir Herr Bürgermeister Dr. WEISS aus Eberbach, daß eine schon einige Zeit vorher begonnene Bohrung am Ausgange des Hollergrundes bei Eberbach (in der Brauerei Schneider) den unteren Buntsandstein durchsunken und darunter Kalkstein angetroffen habe. Ich hatte die betreffende Stelle, die (wenig nordöstlich von dem Punkte 11 des Kärtchens auf Seite 249 meiner zitierten Arbeit) etwas außerhalb des auf dem Kärtchen eingezeichneten Grabenbereiches gelegen ist, schon vorher besucht und dabei festgestellt, daß das Bohrloch in denselben rotbraunen Bröckelschiefern des untersten Buntsandsteines abgeteuft war, die bei Punkt 12 des Kärtchens das Hangende des Zechsteines bilden.<sup>2)</sup> Ich hatte infolgedessen den Besitzer des Grundstücks, Herrn Brauereibesitzer SCHNEIDER, dann den Leiter der zum Zwecke der Wassergewinnung unternommenen Bohrung und die Herren Bürgermeister Dr. WEISS und Apotheker NEUMAYR gebeten, die Fortschritte der Bohrung zu registrieren und die etwa noch unter den Bröckelschiefern zum Vorschein kommenden

<sup>1)</sup> Mitteilungen d. badischen geolog. Landesanst. IV, S. 211—252.

<sup>2)</sup> Vergl. Ebenda S. 250.

Gesteinsstückchen sorgfältig aufzubewahren.<sup>1)</sup> Dank dem freundlichen Entgegenkommen der genannten Herren und eigenen Besichtigungen ist es mir heute möglich, die folgenden Mitteilungen zu machen. Das Bohrloch durchsank erst junge fluviatile Ablagerungen, dann Buntsandstein und zwar nach den mir gemachten Angaben meist weiches toniges Material. Von 13—13,60 m Tiefe wurde eine festere rote Sandsteinbank durchstoßen. In 24 m Tiefe hörten die rotbraunen Schiefertone des unteren Buntsandsteines auf. Von 31—35,4 m Tiefe, wo dann die Bohrung leider aufgegeben wurde, fand sich fast ausschließlich ein fester, ziemlich harter dunkelgrauer bis hellgrauschwarzer<sup>2)</sup> Dolomit, in dessen kleinen Splittern und Bröckchen makroskopisch keine Versteinerungen erkennbar sind.<sup>3)</sup> Mikroskopisch konnte ich indessen Foraminiferen nachweisen, die, soweit man das aus wenigen Schnitten erschließen kann, offenbar zu den Gattungen *Nodosaria* und *Cornuspira* gehören. Diese Formen sind von SCHRODT auch in von THÜRACH präpariertem Materiale des Wellen- und Trochitenkalkes, *Nodosaria* auch im Nodosuskalk von Sinsheim nachgewiesen worden,<sup>4)</sup> beweisen aber natürlich nur insofern etwas für die Horizontbestimmung unserer Schichten, als ich im Zechstein von Eberbach überhaupt keine Foraminiferen nachweisen konnte und mir auch sonst aus den Odenwälder Zechsteinen bisher keine Funde von ihnen bekannt sind.

Der Dolomit des Bohrloches ist im Gegensatz zu dem Zechsteindolomit und Dolomitsandstein von Eberbach nicht sandig; er enthält keine Spur der mit diesem zusammen auftretenden Manganmulme und ist viel dunkler in der Farbe. Mit verdünnter Salzsäure betupft, entwickelt er nur langsam und schwach Kohlensäure. An einigen Bruchstücken sind ganz dünne Trümer von Bleiglanz erkennbar, einem Minerale, welches in unserer Gegend noch nie im Zechstein gefunden worden ist, dagegen an

<sup>1)</sup> Ich bemerke, daß man schon bei der Aushebung der nur wenige Meter tiefen Fundamentgrube des Kellers in 4 m Tiefe unter der Straße auf ein größeres Stück einer Muschelkalk-Lumachelle mit *Myophoria elegans* DUNK. und *Pecten discites* SCHL. gestoßen war. Ich hatte bei den ersten Nachrichten darüber angenommen, daß es sich um anstehendes Gestein handle. Nach den Schilderungen der Arbeiter aber war es nur ein isoliertes Fragment mitten in fluviatilen, aus Buntsandsteingeröllen bestehenden Ablagerungen gewesen, das jedenfalls also erst in diluvialer oder noch jüngerer Zeit, wenn diluvial vielleicht durch Grundeis des Neckars, an diese Stelle gelangte.

<sup>2)</sup> Mit leichtem Stich ins Bläuliche.

<sup>3)</sup> Leider hatte man aus Sparsamkeitsgründen keine Kernbohrung gemacht.

<sup>4)</sup> Erläuterungen zu Blatt Sinsheim der badischen geol. Karte in 1:25 000. S. 8. 9. 12. 20.

mehreren Orten im unteren und oberen Muschelkalk beobachtet wurde.<sup>1)</sup> Eine Bohrprobe von genau 35 m Tiefe besteht aus einem festen Schiefertone von gleicher Farbe wie der Dolomit, mit dem er jedenfalls wechsellagert. Er führt etwas Pyrit. — So mißlich es ist, in einem solchen Falle eine Entscheidung über den stratigraphischen Horizont ohne spezifisch bestimmbare Versteinerungen zu treffen, so haben wir doch hier nur die Wahl zwischen Zechstein und Muschelkalk.<sup>2)</sup> Der Zechstein aber hat an dem in der folgenden Arbeit beschriebenen, horizontal nur wenig entfernten Aufschlusse so durchaus abweichende Beschaffenheit, daß wir unsere Gesteine zweifellos nicht ihm, sondern dem Muschelkalk zurechnen müssen. Welcher Abteilung des Muschelkalkes er aber angehört, das wage ich nicht zu entscheiden, da weder der Bleiglanz, noch die Foraminiferen noch auch die petrographische Beschaffenheit in dieser Hinsicht zu einer sicheren Bestimmung verwertbar sind. Mein verehrter Freund, Herr Landesgeologe Berggrat Dr. FERDINAND SCHALCH, wohl zur Zeit der beste Kenner des Muschelkalkes am Südrande des Odenwaldes, wagte eine derartige Entscheidung auch nicht zu treffen, obwohl er, wie ich mit seiner Autorisation mitteile, gleichfalls die betreffenden Stücke als unzweifelhaften Muschelkalk anerkennt. Nach der Terrainbeschaffenheit ist es völlig ausgeschlossen, daß nur eine Rutschung am Gehänge, ein Bergsturz oder sonst ein ähnliches oberflächliches Ereignis den unteren Buntsandstein über den Muschelkalk gelagert haben kann. Es ist daher der Beweis dafür erbracht, daß in der Tat die den Ostrand des Grabens begleitende Verwerfung eine Überschiebung ist. Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, daß sich der analoge Schluß nun auch mit einem ungewöhnlich hohen Grade von Wahrscheinlichkeit für die westliche Verwerfung ergibt. Damit aber scheinen mir auch die theoretischen Folgerungen, die ich insbesondere auf S. 245—246 meiner zitierten Arbeit dargestellt habe, eine so große Bedeutung für unsere Anschauungen über Gebirgsbildung zu gewinnen, daß mir im Interesse der Sache eine

<sup>1)</sup> Man vergl. abgesehen von den berühmten Vorkommen bei Wiesloch auch THÜRACH, Erläuter. zu Blatt Sinheim d. bad. geol. Karte S. 17 und BENECKE und COHEN, Geogn. Beschreibung d. Umgegend von Heidelberg. 1879. S. 407. — Herr Berggrat Dr. SCHALCH kennt Bleiglanz, wie er mir freundlicher Weise mitteilt, auch aus unterem Muschelkalk von Mauer a. d. Elsenz und von Eschelbronn im Kraichgau. — Von weiter entfernten Fundorten sehe ich natürlich ganz ab.

<sup>2)</sup> Jura kommt schon der petrographischen Beschaffenheit nach nicht in Frage, ganz abgesehen davon, daß in dem Eberbacher Graben bisher keine Spur derartig junger Gebilde gefunden worden ist.

Diskussion auch von anderer Seite sehr erwünscht wäre. Insbesondere wäre es als willkommen zu bezeichnen, wenn weitere Untersuchungen am Ost- und Westrande der oberrheinischen Ebene noch größere Klarheit über die Stellung der Verwerfungen dort gewinnen ließen. Der Hartrand südlich von Neustadt scheint mir in dieser Hinsicht vielversprechend zu sein, um so mehr als dort durch die schönen Untersuchungen LEPPLAS<sup>1)</sup> schon eine Reihe von Einzelheiten über die sehr mannigfaltige Zusammensetzung der abgesunkenen Schollen bekannt geworden ist. Daß aber auch in schon seit längerer Zeit geologisch gut bekannten Gebirgen in dieser Hinsicht noch wertvolle Aufschlüsse zu erwarten sind, das zeigt eine noch unveröffentlichte Beobachtung von Herrn Prof. Dr. KLEMM in Darmstadt, die ich mit seiner freundlichen Erlaubnis hier mitteile. KLEMM stellte bei der im Maßstabe von 1 : 25 000 erfolgenden geologischen Aufnahme des badisch-hessischen Grenzblattes Weinheim bez. Birkenau am Odenwaldrande fest, daß die Grenze zwischen dem Granit und den abgesunkenen Buntsandsteinschollen in den Tälern deutlich talwärts vorspringt. Besonders klar ist die Erscheinung im Michelsgrunde ausgeprägt. Er zieht daraus mit vollem Recht den Schluß, daß die Verwerfung nach dem Gebirge, also nach Osten zu einfällt.

Natürlich reichen derartige alleinstehende Beobachtungen noch nicht zur sicheren Beantwortung der Frage aus, ob im Sinne der Ausführungen ANDREAES und meiner vorigen Arbeit die Rheinebene wirklich als ein von beiden Seiten her überschobener Graben aufzufassen ist. Die Wahrscheinlichkeit dürfte aber, wie ich auch an dieser Stelle absichtlich wiederhole, um zur Äußerung von Gegengründen zu veranlassen, sehr dafür sprechen, daß bei der in der Tertiärzeit eingetretenen starken Verminderung der horizontalen Maße in Mitteleuropa von N nach S doch auch irgendwie ein analoger Zusammenschub von O nach W stattgefunden hat. Faltung hat diesen Zusammenschub nördlich des Schweizer Jura bis zum Taunus und noch weit darüber hinaus nicht bewirkt. Überschiebungen unter Herausbildung von Schuppenstruktur, wie wir sie in den Westalpen ja nun in früher unerhörtem Maße erhalten, wenn auch nur ein kleiner Teil der von BERTRAND und SCHARDT begründeten, von LUGEON in so großartigem Maße ausgebauten Charriagetheorien richtig sein sollte, sind ebensowenig bekannt. So bleibt, wenn die tertiäre Kontraktion und Zusammenschiebung der mitteleuropäischen

<sup>1)</sup> Über das Grundgebirge der pfälzischen Nordvogesen (Hartgebirge). Diese Zeitschr. XI, IV, 1892. S. 400 ff.

Gegend der Erdkruste nicht ganz ohne Wirkung an dem ober-rheinischen Gebiete und weiten Distrikten von Frankreich und Deutschland zu beiden Seiten vorübergegangen sein soll, nur noch übrig, daß Überschiebungsgräben vorhanden sind und daß die von beiden Seiten her sich vollziehende Überschiebung über gleichzeitig in die Tiefe hinuntergedrückte Schollen die notwendige Verkleinerung der horizontalen Maße bewirkt hat.

In der Tat sehen wir ja schon an unserem Alpensystem im engeren Sinne, daß sich die Kontraktion der Erdkruste in Mitteleuropa nicht auf die N-S-Richtung<sup>1)</sup> beschränkte. Die Westalpen mit ihrem gewaltigen, Piemont umspannenden Bogen vermittelten den Zusammenschub von O nach W.

Nur für das Gebiet nördlich des Schweizer Jura schien dieser Zusammenschub ganz zu fehlen, obwohl man doch nicht behaupten kann, daß die tertiären Krustenbewegungen hier ohne Hinterlassung deutlicher Spuren vorübergegangen seien. Und darum mußte es schwer verständlich erscheinen, daß nördlich der so stark kontrahierten Alpenregion die Bewegungen sich im Wesentlichen auf Versenkungen zwischen vertikalen oder sogar nach unten konvergent gedachten, also auf Zerrungserscheinungen deutenden Verwerfungen beschränkt hätten. —

Ist die hier entwickelte Anschauung richtig, so ergeben sich noch einige wichtige Folgerungen, die ich aber bei der problematischen Sicherheit der Praemisse nur gerade andeuten will.

Auf die bei Faltengebirgen gewöhnlich gestellte und oft genug mit Erbitterung diskutierte Frage, von welcher Seite der „tangential Schub“ kam, ergibt sich hier von selbst die Antwort: von beiden Seiten. Der tangential Druck in der Kruste einer sich kontrahierenden Kugel (bez. des Geoides) wirkt eben nicht einseitig wie die Hand des in der Vorlesung demonstrierenden Professors auf das Tischtuch. — Es würde sich sogar, glaube ich, empfehlen, diese Überlegung von den Überschiebungsgräben auch auf die Faltengebirge zu übertragen. Auch diese sind nicht durch einseitigen tangentialen Schub entstanden, sondern durch zweiseitigen, von den beiden Außenseiten einer schwachen Zone der Erdkruste nach dieser hin gerichteten Druck. Und es ist nur eine Funktion der Plastizität und Struktur jener schwachen Zone, ob der Druck mehr durch Faltung, durch Schuppenbildung oder durch Überschiebung von Gräben die notwendige Verkleinerung der horizontalen Maße, den Zusammenschub, erzielt.

Der zweite Punkt, der nicht nur eine lokale Bedeutung für die oberrheinische Region besitzt, ist der, ob bei dieser Über-

<sup>1)</sup> Genauer natürlich NNW, SSO.

schiebung eines Grabens wirklich nur die Grabenscholle nach unten gedrückt und nicht auch die Seitenflügel in die Höhe geschoben werden. Ich neige der letzteren Anschauung zu und glaube, daß Schwarzwald und Odenwald, Vogesen und Hart ihre heutige Höhenlage auch oder nur diesem Umstande verdanken. Ja, ich möchte im Hinblick darauf auf eine Erscheinung hinweisen, auf die mich zuerst Herr Prof. SAUER schon vor einer Reihe von Jahren aufmerksam machte, auf die merkwürdige Tatsache, daß der Neckar in Heidelberg es noch nicht vermocht hat, innerhalb und unterhalb des kleinen Graniterritoriums sein Gefäll auszugleichen und die Stromschnellen des sog. „Hackteufels“ mit ihren Klippen zu beseitigen. SAUER sprach mir daraufhin schon vor einer Reihe von Jahren die Vermutung aus, daß der Odenwald noch jetzt in einer langsamen Hebung begriffen sei. Diese Vermutung scheint mir durchaus begründet zu sein und gleichfalls für die hier vertretene Auffassung von der Stellung der Rheintalspalten zu sprechen. Sie gewinnt aber noch eine größere Stütze durch eine Notiz, die ich neulich in den Lebenserinnerungen einer bekannten Schriftstellerin der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts<sup>1)</sup> auffand und die in der Heidelberger geologischen Literatur meines Wissens bis jetzt unberücksichtigt geblieben ist. Da heißt es vom Anfange des neunzehnten Jahrhunderts: „Der Neckar hatte noch sein Felsenbett, diese Aeolsharfe, von Wellen durchrauscht, dies Labyrinth, durch welches nur die kundigen Schiffer ihre Nachen lenken konnten.“ Man habe dem Großherzog Karl Friedrich vorgestellt, daß man den Neckar durch Sprengung der Felsen schiffbar machen müsse. Dennoch sei im Jahre 1811 der alte Zustand noch erhalten gewesen. „Doch als ich manches Jahr später wieder nach Heidelberg kam, floß der Neckar flach und leise durch sein breites Bett. Auch die Felsen an seinem rechten Ufer waren ein großes Stück weit weg gesprengt worden.“ Wir sehen aus dieser freilich sehr poetischen Schilderung immerhin, daß die uns noch jetzt so auffallenden Stromschnellen des Neckars in Heidelberg noch vor einem Jahrhundert einen ganz anderen Charakter trugen. Klippen waren in großer Zahl vorhanden, das Bett war stark eingeengt; das Gepräge des unfertigen Tales muß viel deutlicher gewesen sein, als es heutzutage der Fall ist. Es ist aber außerordentlich schwer zu verstehen, warum ein so großer Fluß wie der Neckar nicht im Stande gewesen sein soll, seit der Ablagerungszeit des Berglößes, der am „Haarlaß“ innerhalb des Klippengebietes und wenige

<sup>1)</sup> Wilhelmine von Chézy's Heidelberger Erinnerungen. Mitgeteilt von Heinrich Heinz. Heidelberger Zeitung vom 12. VIII. '03.

Meter über dem Wasserspiegel vollständig unberührt liegt, diese Klippen zu beseitigen und sein Gefäll auszugleichen. Man berücksichtige z. B., welch' enormen Betrag die Erosion des allerdings weit größeren Niles an einer ähnlichen Stelle innerhalb der historischen Zeit erreicht hat.<sup>1)</sup> Findet dagegen noch jetzt eine, wenn auch sehr langsame und unbedeutende Hebung des Odenwaldes und insbesondere seines westlichen Randes statt, so ist das Rätsel in einfachster Weise erklärt. Aber freilich wird man dann bei der Definition der Horste nicht ganz, wie unser großer Meister SUESS, Hebungserscheinungen ausschließen dürfen. Übrigens erinnere ich daran, daß auch die Lagerung der Tertiärschichten an den Rändern der oberrheinischen Ebene in mancher Hinsicht auf Hebungserscheinungen verweist, so daß, wie ich schon in meiner ersten Arbeit über den Eberbacher Graben ausführte,<sup>2)</sup> mit einer Hebung von mehreren Kennern der oberrheinischen Region gerechnet wurde, die keineswegs eine Überschiebung der Grabenscholle annahmen. Eine befriedigende Erklärung freilich, warum ohne diese Voraussetzung die Hebung auf die Randgebirge beschränkt geblieben sein sollte, ist meines Wissens nicht gegeben worden.

Ein dritter Punkt, auf den ich eingehen muß, ist der folgende. In ANDREAE'S vortrefflichen Arbeiten über die Stellung der Rheintalspalten<sup>3)</sup> ist zum ersten Male die jetzt auch von mir vertretene Anschauung von der Divergenz der Spalten nach unten behauptet worden. ANDREAE suchte zu zeigen, daß nicht nur eine Anzahl tatsächlicher Beobachtungen für diese Stellung der Spalten sprächen, sondern daß es auch aus theoretischen Gründen jedenfalls viel näher läge, eine Divergenz der Spalten nach unten als vertikale Stellung oder gar Convergenz anzunehmen. Ich habe mich in meiner ersten Eberbacher Arbeit seinen Ausführungen im Wesentlichen angeschlossen, habe sie aber schon damals in gewissen Punkten etwas modifiziert, die mir und wie ich hinzufügen möchte, auch anderen<sup>4)</sup> nicht ganz einwandfrei erschienen. Da ich indessen diese Abweichungen in der ersten

<sup>1)</sup> 7,9 m in 4200 Jahren. Vergl. BALL, Quart. Journ. LIX. 1903. S. 65 u. f.

<sup>2)</sup> A. a. O. S. 241—243.

<sup>3)</sup> Eine theoretische Reflexion über die Richtung der Rheintalspalten und Versuch einer Erklärung, warum die Rheintalebene als schmaler Graben in der Mitte des Schwarzwald-Vogesenhorstes einbrach. Verh. d. naturhistor. mediz. Vereines zu Heidelberg. N. F. IV. S. 16—24. — Beiträge zur Kenntnis des Rheintalspalten-systemes. Ebenda. S. 47—55.

<sup>4)</sup> Ich erhielt z. B. von Herrn Kustos Dr. JOH. BÖHM in Berlin briefliche Einwände.



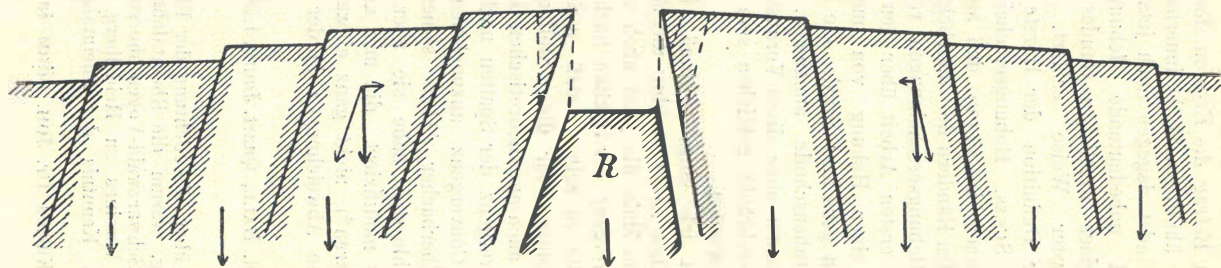


Fig. 1. (ANDREAES Fig. 5).

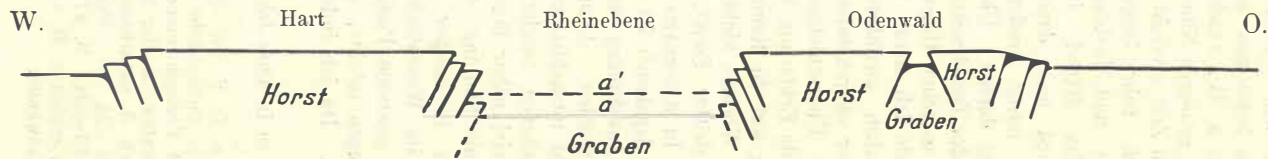


Fig. 2.  $a'$  = jetzige Auffüllungshöhe des Grabens.  
Vergl. S. 412–414.

Arbeit vielleicht nicht scharf genug präzisiert habe, so will ich an dieser Stelle noch einmal darauf eingehen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Reflexionen über die Ursache des Einbruches der Rheinebene, wie sie insbesondere in ANDREAE'S Figur 5 auf Seite 23 der zitierten Arbeit zum Ausdruck kommen. Ich habe diese Zeichnung in der beistehenden Figur 1 kopiert. ANDREAE schreibt: „Östlich und westlich von diesem Horste (Vogesen-Schwarzwald) lagen, in Schwaben und Lothringen namentlich, große Senkungsfelder, die dem Zuge des sich kontrahierenden Erdinneren folgend, allmählich zur Tiefe gingen. Diese Senkungsfelder übten randlich permanent einen Zug auf die stehengebliebenen Horstmassen aus; infolgedessen lösten sich randliche, weniger fest gehaltene Streifen des Horstes los, die etwas nach den Senkungsfeldern hin abrutschten. So entstand der treppenförmige (staffelförmige) Aufbau der Horstflanken, welcher namentlich in letzterer Zeit immer deutlicher erkannt wurde. Die auf beistehendem Schema“ (Fig. 1 dieser Arbeit) „angenommene Richtung für diese Abrutschungsspalten ist die normale, sowohl in Bezug auf häufige Beobachtungen in ähnlichen Fällen, wie auch auf theoretische Anschauung. Dieses große Spaltensystem schritt im Laufe der Zeit, in dem Maße, als der stets wachsende Zug und die vermehrte Spannung immer neue Spalten erzeugte, nach der Horstmitte fort. Schließlich würden sich diese Spalten in der Horstmitte begegnet sein, wenn nicht schon vorher ein Punkt erreicht worden wäre, bei welchem die unten divergierenden Spalten ein im Querschnitt etwa dreieckiges Krustenstück einschlossen (R der Figur), an dessen breiter Basis ein Zug nach unten wirkte, während seine schmale und lange Oberfläche, die noch dazu an den schmalen Seiten eingeklemmt war, nicht mehr genügend gehalten wurde und, da kein Hindernis dem Sinken im Wege stand, oft über 2000 m tief einbrach.“

Bei dieser Betrachtungsweise ist der Hauptfaktor, der zum Einbruche der Rheinebene führte, eigentlich nicht die tangential Spannung der Erdkruste, sondern der vertikale Zug, genau wie bei den alten Darstellungen, nur daß als primärer und Hauptsitz für diesen Zug nicht die Region der Rheintalscholle, sondern die zu ihren beiden Seiten gelegenen Senkungsfelder angenommen werden. Wenn es nun auch richtig ist, daß bei dieser Darstellung durch das Einsinken der Außenstreifen der Horste ein gewisser tangentialer Druck auf die zentralen Massen ausgeübt wird, so ist es doch zunächst sehr zweifelhaft, ob bei dem schrägen Abgleiten so vieler Staffeln auf nach außen geneigten Verwerfungen nicht die Vergrößerung der Horizontalmaße der Erdkruste bedeutender ist als die durch das Zusammenrücken der

innersten Horststücke erzeugte Verkleinerung. Ja, in ANDREAE'S Originalfigur (5) kann man sich durch Nachmessen sogar direkt davon überzeugen, daß, wenigstens bei den gewählten Maßen, nicht, wie er beweisen will, eine Verkleinerung, sondern gerade umgekehrt eine Vergrößerung der horizontalen Entfernungen stattgefunden haben würde, es sei denn, daß man die Horstschollen um abnorm hohe Beträge auf dem versinkenden Graben in die Höhe gleiten läßt.

Ich muß daher, ohne daß ich im Geringsten das mir wirklich groß erscheinende Verdienst der ANDREAE'Schen Arbeit vermindern will, doch in dieser Hinsicht abweichen und möchte viel eher glauben, daß die Hauptursache des Einbruches nicht nur der Rheintalscholle, sondern auch der seitlichen Senkungsfelder die tangentielle Spannung ist. Ihr Einsinken ist für mich mehr ein Hinabgedrücktwerden längs schräger Verwerfungen durch seitlichen Druck als ein vertikales Absinken infolge des eigenen Gewichtes unter Ausübung eines relativ schwachen Seitendruckes. Für ANDREAE ist die vertikale, für mich die tangentielle Bewegung die Grundursache der Spaltenbildung. Daher glaube ich auch, daß nicht nur die Grenzspalten der Rheintalscholle nach unten divergieren, sondern daß auch die Spalten, welche die seitlichen Senkungsfelder gegen die Horste abschneiden, wenigstens zum Teil eine unter die Horste geneigte Stellung besitzen, ja daß mitten in den Horsten kleinere Gräben vorhanden sein müssen, deren Grenzspalten gleichfalls nach unten divergieren. Es ergibt sich dann ein Bild, wie es schematisch in der Fig. 2 wiedergegeben ist, und bei dem nun in der Tat eine wesentliche Verringerung der horizontalen Maße der festen Erdkruste stattgefunden hat. Ich erinnere daran, daß die Annahme kleiner sekundärer Gräben in den Horstgebieten nicht nur keine Hypothese, sondern daß sogar umgekehrt der Nachweis ihrer Existenz für mich der Ausgangspunkt all' dieser Betrachtungen gewesen ist. Die in meiner ersten Eberbacher Arbeit angeführten Beispiele ließen sich sogar sehr leicht noch vermehren.<sup>1)</sup> Endlich zeigt der in der vorliegenden Arbeit gegebene Beweis von der Diver-

<sup>1)</sup> Vergl. a. a. O. S. 229—233. CHELIUS beschreibt z. B. kurz einen sehr interessanten kleinen Graben von Buntsandstein im Granit-Dioritgebiet von Niedernhausen bei Lichtenberg im Odenwald. Erläuterungen zu Blatt Neunkirchen der hessischen geol. Karte. S. 32. — Merkwürdigerweise scheint auch das Carbon von Berghaupten bei Offenburg im Schwarzwald nach privaten Mitteilungen von SAUER und nach den mittlerweile auch mir bekannt gewordenen neueren bergbaulichen Aufschlüssen tektonisch ein überschobener Graben mit stark geschleppten und oben zusammengepreßten Rändern zu sein. Sein Streichen steht aber beinahe senkrecht zum Schwarzwaldrand.

genz der Eberbacher Grabenspalten nach unten, daß die Art der Konstruktion, wie sie in meiner Figur 2 zur Anwendung gekommen ist, jedenfalls zur Zeit eine größere Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen kann, als die früher in solchen Fällen übliche Konstruktion mit vertikaler oder nach unten konvergenter Spaltenstellung.

Absichtlich habe ich übrigens in der Figur 2 das Fallen der Verwerfungsspalten flacher angenommen als ANDREAE, weil dadurch meine Auffassung von den Ursachen des ganzen Phänomens richtiger zum Ausdruck kommt. Ich brauche aber wohl den Kennern unserer oberrheinischen Randgebirge nicht erst auseinanderzusetzen, daß der gewählte Fallwinkel rein willkürlich gewählt ist, ja daß bei der von mir vertretenen Anschauung eigentlich wohl noch flacheres Fallen wahrscheinlich ist. Endlich möchte ich noch bemerken, daß in der Natur niemals die überhängenden Ecken der Horste und Horststufen vorhanden waren, wie sie in meiner Figur 2 eingezeichnet sind, sondern daß da ganz in der Weise wie das ANDREAE annahm und in der Fig. 1 durch gestrichelte Linien zum Ausdruck brachte, nach den Gräben gerichtete Nebenspalten entstanden und durch Absinkenlassen einzelner Schollen normale Gehänge erzeugten. Derartige oberflächliche Nebenspalten sind von vielen Punkten der oberrheinischen Horstränder bekannt. Auch sie haben sicherlich oft dazu beigetragen, einen staffelförmigen Gebirgsrand zu erzeugen. Schon ANDREAE hat Beispiele dafür beschrieben; und wenn CHELIUS in den Erläuterungen zu den Blättern Zwingenberg und Bensheim der hessischen geol. Karte<sup>1)</sup> „schmale Gesteinstreifen“ am Odenwaldrand zitiert, die „beim Absinken“ an kleineren Verwerfungen „nicht selten eine Umkehrung und Verschleppung um fast 90° erlitten haben,“ so handelt es sich dabei jedenfalls auch um Schollen, die relativ oberflächlich an Nebenspalten abgesunken sind. Man wird bei der Untersuchung des Rheintalspaltenproblems, wie das ANDREAE getan hat, stets zwischen diesen Nebenspalten und den eigentlichen tief eingreifenden Hauptspaltensystemen unterscheiden müssen, so schwierig das auch bei Aufnahmen in kleineren Gebieten sein mag. — Vielleicht ist übrigens der Ausdruck „Nebenspalten“ hier nicht günstig gewählt. ANDREAE, wenn ich ihn recht verstehe, und ich selbst meinen damit nicht normale tiefgreifende Verwerfungen von geringerer Sprunghöhe, sondern die oberflächlichen, wenn auch wohl ganz gewaltige Massen abtrennenden Spalten, die in ANDREAE'S Figur (1 dieser Arbeit) in den Horsten durch Strichelung angedeutet sind. Diese

<sup>1)</sup> S. 5.

Nebenspalten dürften in den oberrheinischen Randgebirgen wohl ausnahmslos nach dem Graben hin einfallen;<sup>1)</sup> und man wird wohl berücksichtigen müssen, daß sie tiefer liegen können als die heutige Auffüllungshöhe der Rheinebene ( $\alpha'$  der Figur 2), aber niemals unter die ursprüngliche Höhe der zentralen Grabenscholle ( $\alpha$  der Figur 2) herunterreichen können. Daß deren Oberfläche in der schematischen Figur 2 der Einfachheit halber eben gezeichnet ist, soll übrigens keineswegs bedeuten, daß ich sie mir wirklich eben vorstelle.

Ein letzter Punkt, auf den ich in dieser Arbeit eingehen muß, da er eine gewisse Bedeutung für die Auffassung der Tektonik des Odenwaldhorstes hat, ist das Verhältnis des Eberbacher Grabens zu dem nur  $4\frac{1}{2}$  km davon entfernten Katzenbuckel. Schon vor und noch mehr seit der Auffindung der Muschelkalkversenkung von Eberbach hatte mich die Frage interessiert, wie das isolierte Auftreten der Nephelinbasaltkuppen des Katzenbuckels und des Steinsberges im Odenwalde bez. im Kraichgau tektonisch zu erklären sei. In meiner ersten Eberbacher Arbeit war der Nachweis erbracht worden, daß der Katzenbuckel ganz außerhalb des Grabenbereiches  $4\frac{1}{2}$  km östlich des NNO streichenden Grabens, also auch nicht in dessen Fortsetzung gelegen ist. Bei wiederholten Besuchen des Berges achtete ich daher sorgfältig auf eventuelle Verwerfungen und fremde Gesteinsschollen in der Umgebung des Eruptivgebietes und in diesem selbst. Die Auffindung von Muschelkalkstücken, von denen es sich allerdings später herausstellte, daß sie verschleppt sein sollen, erweckte Hoffnungen auf neue Funde und führte zu einem systematischen Absuchen des Berges mit meinen Schülern gelegentlich einer Unterrichtsexkursion. Ich hatte dabei denn auch die Freude, daß wir in dem Basaltgebiet Schollen toniger, sehr feinkörniger Sandsteine entdeckten und daß einer der Herren, stud. geol. FREUDENBERG, in diesen Liasversteinerungen auffand. Obwohl ich nun eigentlich die Absicht hatte, diesen interessanten Fund im Zusammenhang mit meinen älteren Beobachtungen über den Katzenbuckel und meinen Eberbacher Untersuchungen weiter zu verfolgen, habe ich Herrn FREUDENBERG auf seine Bitte das Thema zur Bearbeitung überlassen, ich habe ihm mein Material, die Mittel des von mir geleiteten Institutes zur Verfügung gestellt und mich darauf beschränkt, in einer kurzen vorläufigen Notiz den Hergang des Fundes und seine Bedeutung unter deutlicher Hervorhebung des

<sup>1)</sup> Im Lorettoberge bei Freiburg i. Br. existiert eine Anzahl kleiner nach dem Gebirge hinfallender Verwerfungen, die aber offenbar nur unbedeutende Spalten des Hauptsystems sind.

Anteils des Herrn FREUDENBERG kurz zu schildern.<sup>1)</sup> Herr FREUDENBERG hat dann seine Untersuchungen weitergeführt und in einem Berichte an die oberrheinische geologische Gesellschaft mitgeteilt,<sup>2)</sup> auch einige Ungenauigkeiten meiner übrigens nicht zitierten vorläufigen Mitteilung richtig gestellt. FREUDENBERG kommt zu dem Ergebnis:<sup>3)</sup> „Über das Verhältnis der Schiefer zum Basalt kommt man zu der Vorstellung, daß sie denselben überlagern und teilweise von ihm eingeschlossen sind.“ Ich kann mich mit der Annahme einer „Überlagerung“ des Basaltes durch den Schiefer nicht einverstanden erklären, sondern sehe, wie ich das schon in meiner ersten Mitteilung ausführte, in den Schiefen nur Schollen, die in der Krateröhre stecken geblieben, sicherlich allseitig, also auch oben von Basalt umgeben gewesen sind. Wenn eine solche Scholle von dem sie oberflächlich bedeckenden Basalte durch Erosion oder Abwitterung befreit wird, so kann der Aufschluß dann allerdings so aussehen, als ob der Schiefer den Basalt überlagerte. Jedenfalls geht aus meinen wie aus FREUDENBERGS Beobachtungen hervor, daß die Schollen von Jura und Trias (?) nicht etwa einen Graben im Buntsandstein bilden, in dem auch der Basalt emporgedrungen ist, sondern daß sie Reste der bei der ersten Explosion in die Höhe geschleuderten, zerrissenen Sedimentdecke sind, die, tief in den Explosionskrater zurückgefallen, von der nun aufsteigenden Basaltlava umhüllt wurden. Wie ich ebenfalls schon früher ausführte, besitzt der Eruptionskanal des Katzenbuckels jedenfalls einen rundlichen Querschnitt. Ob er auf einer Verwerfung gelegen ist oder nicht, das werden hoffentlich FREUDENBERGS weitere Untersuchungen noch zeigen. — An dieser Stelle handelt es sich nun darum, ob ein Zusammenhang zwischen der Eruption des Katzenbuckels und der Grabenbildung bei Eberbach wahrscheinlich ist oder nicht. Da ist von vornherein anzuerkennen, daß wie ein Graben im Einzelnen auch beschaffen sein mag, jedenfalls das Einsinken oder Hinunterdrücken einer Scholle, wofern sie in ein Magma-

<sup>1)</sup> Zentralblatt d. N. Jahrb. f. Min. 1902. S. 651–656.

<sup>2)</sup> Herr FREUDENBERG schreibt in seinem Bericht nicht ganz genau: „Es gelang mir nun vorigen Sommer, gelegentlich einer Exkursion mit Herrn Professor Salomon“ u. s. w. Nach dem oben Gesagten wäre richtiger gewesen: „Auf einer von Prof. Salomon veranstalteten Unterrichtsexkursion und bei dem dabei auf Veranlassung von Prof. S. erfolgten Absuchen des Gehänges nach fremden Schollen fand ich“ u. s. w. — Ich lege auf diesen Unterschied Wert, weil es sonst schwer verständlich wäre, warum ich die erste vorläufige Mitteilung über den Fund publizierte.

<sup>3)</sup> Der Jura am Katzenbuckel. Bericht über die 36. Versammlung des oberrhein. geol. Vereins Stuttgart. 1903. S. 30.

reservoir eindringt, wohl auf das Magma einen solchen Druck auszuüben vermag, daß es in der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in den meisten Fällen aufwärts gepreßt werden wird. Dabei ist, auch wenn es sich um einen überschobenen Graben handelt, also um eine Krustenregion mit starker tangentialer Spannung, diese letztere noch keineswegs ein Hindernis für das Aufdringen des Magmas innerhalb des Grabens selbst oder in seiner Umgebung. Denn es dürfte gewöhnlich eine weitgehende Zertrümmerung des zusammengedrückten Krustenteils stattfinden; und bei dieser ist es wohl möglich, ja wahrscheinlich, daß freie Hohlräume, sei es von mehr aequidimensionaler, sei es von schmal parallelepipedischer Gestalt entstehen, deren Wandungen den Seitendruck auszuhalten vermögen und die weit ins Erdinnere hineinreichen können.

Man wird nämlich, wenn man von der Erdoberfläche ins Innere eindringen könnte, einen oberflächlichen Krustenteil von den tieferen Massen des Erdinneren scheiden müssen, ganz unabhängig davon, welche Vorstellungen man sich über des letzteren physikalische Beschaffenheit macht. Der oberflächliche Teil verhält sich im Großen und Ganzen starr; er wird durch Verschiebungen in einzelne Stücke zerrissen, die sich als mechanische Einheiten an einander entlang bewegen. Der untere, mehr plastische und heißere Teil<sup>1)</sup> ist es eben, dessen im Verhältnis zur Oberfläche stärkerer Volumverringern wir die meisten Dislocationen der Erdkruste zuschreiben. Er ist es, in welchen hinein das Nachsinken des oberflächlichen Krustenteiles stattfindet. Es ist dabei nebensächlich, ob wir uns vorstellen, daß das Nachsinken allmählich, jeweils im Maße der Kontraktion des unteren Teiles erfolgt, oder ob wir die Bildung größerer Hohlräume zwischen beiden und ein ruckartiges Nachsinken der oberflächlichen Teile annehmen. Von der Dicke dieser oberen Schale hängt es nun ab, ob die ihre mechanischen Einheiten trennenden Verwerfungen noch in ihrem Bereiche mit einander zum Durchschnitt kommen oder nicht. Ist das letztere der Fall, dann besteht selbst bei ungleicher Neigung der Verwerfungen die Möglichkeit, daß die Teilstücke einfach an einander in die Höhe bez. in die Tiefe gleiten. Schneiden und kreuzen sich die Spalten dagegen innerhalb der relativ starren Teile der Erdkruste, dann muß es, wie schon oben angedeutet, zur Bildung von wenigstens z. T. langgezogenen und zwar entweder schmal kastenartigen (parallelepipedischen), beziehungsweise nach oben keilförmig sich zuspitzenden unterirdischen Hohlräumen oder sogar bis zur Oberfläche durch-

<sup>1)</sup> Mag er nun flüssig, druckstarr oder fest gedacht werden.

greifenden Spalten kommen. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man den Versuch macht, in einem Quer-Profil den ursprünglichen Zustand des Rheintalgebietes zu zeichnen und dann durch Zerschneiden des Papiers und Verschieben der Teilstücke zu dem in meiner Figur 2 gezeichneten Zustand zu gelangen. Wählt man dabei die Höhe des Papierstreifens so, daß die Verwerfungen unten auf ihm noch zum Durchschnitt kommen, so ist die Bildung der Gräben und Horste nur möglich unter Zuhilfenahme einer weitgehenden Zerstückelung des Ganzen und der Bildung unterirdischer Hohlräume. Und dabei ist noch gar nicht berücksichtigt, daß auf diese Weise ja die geologischen Verhältnisse noch frei von all' den Komplikationen gezeichnet sind, die durch Querbrüche senkrecht und schräg zum Streichen in den Randgebirgen der Rheinebene so vielfach entstehen. Wählt man dagegen den Papierstreifen schmal, so daß die Verwerfungen nicht mehr mit einander zum Durchschnitt kommen, so kann sich die Verschiebung auch ohne Bildung von Hohlräumen zwischen den Teilstücken vollziehen. Da nun die Verwerfungen bei flacher Neigung in viel geringerer Tiefe zum Durchschnitt kommen als bei steiler, so wird es in der Natur um so leichter zur Bildung unterirdischer Spaltenräume kommen, je flacher die Verwerfungen fallen. Sobald aber ein unterirdisches Magma aus größeren Erdtiefen in geringere gelangt, wird die Expansionskraft der darin enthaltenen Gase unter Umständen größer werden können als der Widerstand der noch übrig bleibenden Deckkruste. Es können dann Explosionen eintreten, die dem Magma die Bahn nach oben öffnen, obwohl die betreffende Stelle oberflächlich nicht durch eine wirkliche Verwerfung gekennzeichnet zu sein braucht.

Auf Grund dieser Betrachtungen halte ich es für außerordentlich wahrscheinlich, daß ein Zusammenhang zwischen der Bildung des Eberbacher Grabens und der Eruption des Katzenbuckels vorhanden war und daß beide Ereignisse annähernd gleichzeitig eingetreten sind. — In allgemeinerer Hinsicht aber glaube ich, daß die Häufung eruptiver Erscheinungen innerhalb oder in der Nähe eines überschobenen Grabens ein, freilich nur qualitatives Kennzeichen flacher Stellung der Grabenüberschiebungen ist.



## Zusammenfassung.

Eine Bohrung, die etwas außerhalb des Eberbacher Grabens in unterem Buntsandstein angesetzt wurde, traf unter diesem in 31 m Tiefe Muschelkalk an. Es wird dadurch die divergente Stellung der Grabenspalten in Eberbach so gut wie sicher. Aber auch für den Rheintalgraben lassen sich eine ganze Anzahl von Argumenten anführen, die beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis jedenfalls mehr dafür sprechen, daß seine Hauptspalten nach unten divergieren, als daß sie konvergieren oder vertikal verlaufen mögen. Die Ursache der Bildung des Rheintalgrabens und des Einsinkens des schwäbisch-fränkischen bez. lothringisch-französischen Senkungsfeldes ist das Streben nach Verkleinerung der horizontalen Maße der festen Erdkruste von O nach W, also tangentielle Spannung. Die Auslösung erfolgte längs Überschiebungsflächen, die nicht nur ein Hinunterdrücken der drei sich senkenden Schollen, sondern auch eine Hebung der Horste vermittelten. — Ein Zusammenhang zwischen der Eruption des Katzenbuckels und der Bildung des Eberbacher Grabens ist sehr wahrscheinlich.