

VIII.

Über eine eigentümliche
Grabenversenkung bei Eberbach
im Odenwald.

Von

Wilhelm Salomon

in

Heidelberg.

Mit 3 Zeichnungen.

Das Gebirge der Umgebungen von Eberbach besteht weit und breit aus sehr flach liegenden Schichten von Buntsandstein. Es ist meines Wissens bisher niemals eingehend untersucht worden. Wenn die Gegend dennoch eine gewisse geologische Berühmtheit besitzt, so verdankt sie das bis zum heutigen Tag einzig und allein den Eruptivmassen des Katzenbuckels, die die Buntsandsteinschichten etwa $4\frac{1}{2}$ km östlich der Stadt durchbrechen. Die Aufschlüsse am Katzenbuckel machen es wahrscheinlich, daß der Eruptionskanal cylindrisch-röhrenförmige Gestalt hat, was ja auch jetzt nach den Untersuchungen von BRANCO, A. GEIKIE u. a. nicht mehr erstaunlich ist. Ein beweiskräftiger Grund zu der Annahme, daß der Katzenbuckel auf einer Verwerfung stehe, ist mir zur Zeit nicht bekannt.

Auch die Untersuchungen von BENECKE und COHEN ¹⁾ sowie die PLATZ'schen Aufnahmen ²⁾ haben keinerlei direkte Anhaltspunkte für die Annahme von Verwerfungen bei Eberbach ergeben. Doch ist in dieser Hinsicht zu berücksichtigen, daß damals eine eingehende Gliederung des Buntsandsteines im südlichen Odenwalde noch fehlte und daß die genannten Forscher, wie sie ausdrücklich hervorheben, aus diesem Grunde kleinere Absenkungen innerhalb des mächtigen Schichtkomplexes nicht nachzuweisen vermochten.

Immerhin sagt schon BENECKE ³⁾: «Das Auftreten von Muschelkalk im Thale der Gersprenz bei Michelstadt und Erbach kann

¹⁾ Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. Straßburg 1880.

²⁾ Geologisches Profil der Neckarthal-Bahn von Heidelberg bis Jagstfeld. Verhandl. d. Naturwiss. Vereins Karlsruhe. 1880.

³⁾ A. a. O. S. 315.

kaum anders, als durch eine ungefähr von Süden nach Norden laufende Verwerfung erklärt werden. Ähnliche Verwerfungen mögen mehrere hindurchsetzen.» Es ist nun bemerkenswert, daß Michelstadt und Erbach ziemlich genau nördlich von Eberbach liegen.

PLATZ¹⁾ hebt bei seiner Untersuchung des Eisenbahnprofils Heidelberg-Jagstfeld hervor, daß «Störungen des regelmäßigen Schichtenbaues durch Verwerfungsspalten an der Bahn nicht beobachtet worden und oberhalb Zwingenberg auch sicher nicht vorhanden sind». Er fügt aber hinzu: «Es ist indessen nicht unmöglich, daß die nordöstlich streichenden Verwerfungsspalten, welche das Juragebiet von Langenbrücken umgrenzen und sich in nordöstlicher Richtung über die Gegend von Sinsheim und Waibstadt erstrecken, wo nahe dem Bahnhof der bunte Sandstein auf das Niveau des oberen Muschelkalks gehoben ist, sich auch noch in das Sandsteingebiet des Neckarthals erstrecken. Sie würden dann das Neckarthal in der Gegend von Eberbach durchschneiden. Bei der großen Einförmigkeit des bunten Sandsteins, in welchem hier keine Schicht sich durch besondere Eigentümlichkeiten auszeichnet, welche eine Verfolgung derselben auf längere Strecken ermöglichen würde, und bei dem Mangel jeder Überlagerung sind solche Verwerfungen nur bei direkten Aufschlüssen zu erkennen, welche gerade in dieser Gegend spärlich sind. An keinem derselben ist übrigens irgend eine Schichtenstörung von erheblichem Betrage zu entdecken.»

Aus dem Angeführten geht hervor, daß die Aufschlüsse in der Umgebung von Eberbach zu der Annahme zu berechtigen schienen, daß die dort anstehenden flachen Buntsandsteinschichten durch die Flußalluvionen nur oberflächlich unterbrochen seien, unterirdisch aber zusammenhängen, bezw. doch höchstens durch unbedeutende Verwerfungen gegeneinander verschoben

¹⁾ A. a. O. S. 301.

sein könnten. Um so erstaunlicher mußte es erscheinen, als im Herbst 1895 in den Zeitungen mitgeteilt wurde, daß man bei den im Neckarbett bei Eberbach behufs des Baues einer Brücke vorgenommenen Bohrungen Kalkstein angetroffen habe. Mein verehrter Freund, der Großherzogl. badische Landesgeologe Dr. FERDINAND SCHALCH, las eine solche in der Nummer der Badischen Landeszeitung vom 23. September 1895 erschienene Notiz¹⁾, erkannte sofort ihre große Bedeutung und begab sich im Einverständnis mit der Direktion der Großherzogl. badischen geologischen Landesanstalt, sobald es ihm möglich war, an Ort und Stelle. Er erhielt dort von dem Herrn Wasserbau-Aufseher OSTERTAG einige Stückchen Gestein, die von den im September etwa in der Fortsetzung der Friedrichstraße im Neckar vorgenommenen Bohrungen herrührten. Er erkannte in dem einen Stückchen zweifellosen Schaumkalk. Die anderen waren nicht mit völliger Sicherheit identifizierbar, schienen ihm aber den Habitus von Wellenkalkgesteinen zu tragen. Er schloß aus seinem Befunde bereits vollständig zutreffend auf das Vorhandensein eines Grabens und trug diesen, wenn auch natürlich nur schematisch, auf der im Auftrag des Oberrheinischen geologischen Vereins vom Oberinspektor C. REGELMANN 1898 publizierten tektonischen Karte von Süddeutschland ein. Im Sommer 1900 begab er sich noch einmal nach Eberbach, um Erkundigungen über den Stand des Brückenbaues einzuziehen,

¹⁾ «Eberbach, 21. September. Die Bohrungen, welche hierselbst im Neckarbett vorgenommen wurden, um die Beschaffenheit des Untergrundes wegen der etwaigen Errichtung einer festen Brücke zu untersuchen, haben insofern ein günstiges Resultat ergeben, als an beiden in Betracht gezogenen Stellen der Fels schon durchschnittlich 2 m unter der Flußsohle angetroffen wurde. Auffälligerweise traf man an der Stelle des unteren Projektes, mitten im Sandstein, auf Kalkschiefer, und kam auch bei tieferem Bohren nicht auf anderes Material. Es wurde erst von vielen bezweifelt, ob man nicht doch hier einen großen Findling angebohrt habe; aber eine nachträglich auf dem linken Neckarufer in gleicher Linie vorgenommene Bohrung ergab das gleiche Resultat.»

und erfuhr bei dieser Gelegenheit, daß auch in der Stadt selbst an einigen Punkten, von denen ihm die Brauerei KNAUBER bestimmt genannt wurde, schon bei früheren Gelegenheiten Kalkstein gefunden worden sei. — Da die Arbeiten für die Herstellung des Brückenbaues bald darauf in Gang kamen, so ersuchte die Direktion der geolog. Landesanstalt den Herrn Bürgermeister von Eberbach, Dr. WEISS, um gefällige Mitteilung, falls von neuem anstehender Fels im Untergrunde angetroffen werden sollte.

Im September 1900 wurden die Bohrversuche an einer anderen, etwa 450 m thalaufwärts gelegenen Stelle, derselben, an der jetzt die Brücke errichtet wird, erneuert. Da sich Herr Dr. SCHALCH damals im Oberlande befand, so wurde ich im Einverständnisse mit ihm von der Direktion der Landesanstalt mit der Fortsetzung der Untersuchungen betraut und erhielt teils durch mehrmals wiederholte Begehungen an Ort und Stelle, teils durch die freundlichen Mitteilungen der Herren Bürgermeister Dr. WEISS und Regierungsbaumeister DRACH die im folgenden wiedergegebenen und durch Übersichtskärtchen und Profile verständlich gemachten Daten. Die Ausführlichkeit der Angaben hat ihren Grund in dem hohen lokalen, nicht nur theoretischen, sondern auch praktischen Interesse, sowie in der Thatsache, daß die betreffenden Aufschlüsse zum Teil auf Jahrhunderte, wenn nicht auf länger dem menschlichen Auge entzogen bleiben werden.

In dem Querprofil, über dem sich die Brücke bald erheben wird (Punkt 8 des Kärtchens), wurde festes Gestein an der Stelle des Mittelpfeilers in 117,2 m Meereshöhe erreicht und behufs Fundamentierung des Pfeilers in einer breiten, eine ganze Anzahl von Quadratmetern umfassenden Grube ausgeschachtet. Ich habe diese Grube, deren Niveau mehrere Meter unter dem Neckarspiegel lag, am 4. Oktober 1900 selbst eingehend untersucht und festgestellt, daß der Boden in seiner ganzen Aus-

dehnung von anstehendem Gestein gebildet war. Ich beobachtete ferner, so gut es die nie ganz fehlende Wasserbedeckung zuließ, daß die Schichten sehr flach liegen, an einer Stelle aber sicher ein ganz schwaches Einfallen in ungefähr südwestlicher Richtung zeigen. Das Gestein ist sehr frisch und hat dunkelbläulichgraue Farbe, die in der Nähe der Oberfläche und neben Spalten infolge von Zersetzung in bräunlichgelbe Töne übergeht. Man würde es nach seinem Habitus für einen Kalkstein halten. Doch wird es von verdünnter Salzsäure im kompakten Zustande in der Kälte gar nicht, von konzentrierter Salzsäure nur ganz schwach und nicht im ersten Augenblick angegriffen, ist daher also schon als Dolomit zu bezeichnen. Es ist fest, ziemlich dicht, ganz schwach sandig und flimmert in der Sonne nur wenig. Beim Suchen in der Baugrube fanden sich in dem Gestein einige große, glatte, der Form nach indifferente Zweischaler, deren Erhaltungszustand eine sichere Bestimmung nicht zuläßt¹⁾. — Es ist nicht leicht, derartig frische Gesteine mit den unfrischen Felsarten anderer Aufschlüsse zu vergleichen. Dennoch erschien es mir schon an Ort und Stelle unzweifelhaft, daß es sich um Wellendolomit handelt; und thatsächlich ergab ein nachträglich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. SCHALCH ausgeführter Vergleich mit Stücken seines Wellendolomitprofiles vom Hohberg bei Obrigheim, daß es den Gesteinen der auf S. 524 seiner Arbeit²⁾ als 6 bzw. 10 bezeichneten, im oberen Teil des Wellendolomites gelegenen Schichten sehr ähnlich ist und sich von allen anderen zum Vergleiche herangezogenen Gesteinen des

¹⁾ Eine Aufführung unter dem Sammelnamen «*Myacites sp.*» halte ich für unzweckmäßig. — Zwei Exemplare sehen der *Myophoria elongata* WISSM. ähnlich.

²⁾ Die Gliederung des oberen Buntsandsteins, Muschelkalks und unteren Keupers nach den Aufnahmen auf Sektion Mosbach und Rappenuau. Diese Mitteilungen. Bd. II. S. 524.

Muschelkalkes deutlich unterscheidet¹⁾. Doch ist zu bemerken, daß uns leider nicht ein alle oder auch nur den größten Teil der Wellendolomit-Schichten umfassendes Vergleichsmaterial vorlag, und daß wir daher nicht behaupten wollen, daß es wirklich zu einer der beiden angeführten Schichten gehört. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist es aber Wellendolomit. — Es ist noch hinzuzufügen, daß bei der Bohrung und Ausschachtung außer dem beschriebenen Gestein auch noch schiefrige Lagen erbohrt wurden, die sich indessen wohl nur durch größeren Thongehalt von dem festen Dolomit unterscheiden. Da es nach dem Befunde in der Fundamentgrube nicht unmöglich erschien, daß man eventuell schon in einem tieferen Niveau des Wellendolomites, also in geringer Höhe über dem in unserer Gegend aus weichen, roten Schieferthonen bestehenden Röth angelangt sei, so wurde auf meinen Vorschlag noch eine Bohrung von der Sohle der Grube aus gemacht. Sie ergab indessen, wie ich einer gefälligen Mitteilung des Herrn Regierungsbaumeisters DRACH entnehme, bis zu einer Tiefe von 1,70 m «Gestein von durchweg gleichartiger Materialbeschaffenheit und nahezu gleichartiger Härte». Die für die unmittelbar auf dem Röth liegenden untersten Bänke unseres Wellendolomites charakteristischen gröber krystallinen Dolomite scheinen also noch tiefer zu liegen.

Auch bei der Fundamentierung des linksseitigen Vorlandpfeilers wurde, wie ich gleichfalls einem Briefe des Herrn Regierungsbaumeisters DRACH entnehme, unsere «Wellendolomitschicht aufgedeckt und zwar in unvermutet hoher Lage, auf Kote 118,30 + N. N., also 1,10 m höher als beim Flußpfeiler. Eine hier bis auf 2,45 m Tiefe vorgetriebene primitive Bohrung hat auch hier ein, wenn auch — wohl infolge der Verwitterung

¹⁾ Von den Zechsteindolomiten der Heidelberger Gegend ist es sicher ganz verschieden. Es ist nötig, das hervorzuheben, weil das Zechsteinniveau außerhalb des hier besprochenen Grabens in ganz geringer Tiefe unter dem Thalboden vorhanden sein dürfte.

— nicht sehr fest gefügtes, so doch annähernd homogenes Gesteinsmaterial ergeben».

In 4 m Entfernung oberhalb der jetzigen Baustelle der Brücke wurden quer über den Fluß hinweg Bohrungen vorgenommen, deren mittelste in 115,80 m Höhe die schiefrige Varietät des Wellendolomites angetroffen haben soll.

Noch 6 m weiter thalaufwärts, also 10 m oberhalb der jetzigen Brückenbaustelle, wurden quer über den Fluß drei Bohrungen vorgenommen, die in 117,98 bzw. 117,86 bzw. 117,33 m Höhe direkt Sandstein als Untergrund ergaben. Damit ist an dieser Stelle der Verlauf der den Muschelkalk-einbruch östlich begrenzenden Verwerfung ungewöhnlich genau fixiert und dementsprechend auf der Karte eingetragen.

Über die im Querprofil in der Friedrichstraßen-Verlängerung (Punkt 7 des Kärtchens) ausgeführten Bohrungen erhielt ich außer den schon angeführten Beobachtungen des Herrn Dr. SCHALCH von Herrn Dr. WEISS die folgenden Daten. Auf dem linken Ufer wurde «Kalkschiefer» in 116,11 m Höhe erbohrt. Im Strome selbst und zwar in 12 m Abstand vom rechten Ufer wurde der Kalkstein in 116,5 m Höhe erreicht und bei einer noch 2,4 m in die Tiefe gehenden Bohrung nicht durchsunken. — Die von den beiden Bohrungen herrührenden Stücke scheinen leider verloren gegangen zu sein, so daß ich nur auf die schon auf S. 213 mitgeteilten SCHALCH'schen Angaben verweisen kann.

Was die Muschelkalkfunde in der Stadt betrifft, so sind zur Zeit nur zwei mit absoluter Sicherheit festgestellt, von denen der eine sich in der schon oben kurz erwähnten Brauerei zur Rose des Herrn KNAUBER befindet. Er liegt an der Ecke des neuen Marktplatzes ungefähr bei Punkt 9 des Kärtchens. Bei einer Brunnenanlage wurde hier in 8 m Tiefe unter der noch jetzt an der Außenseite des Hauses angebrachten Hoch-

wassermarke von 1824, also in einer Höhe von ungefähr 123 m, Muschelkalk gesprengt, von dem ich durch die freundliche Vermittelung des Herrn Steinbruchbesitzers GÜTSCHOW noch ein Stück erhielt. Es ist nicht mit absoluter Sicherheit einem bestimmten Niveau zuweisbar und könnte sowohl eigentümlichen, den Schaumkalk begleitenden und ersetzenden festen, Lumachellen-artigen Bänken wie ähnlichen Schichten des oberen Muschelkalkes angehören. — Der zweite Punkt, an dem Muschelkalk bestimmt unterirdisch ansteht, ist die Brauerei von BALDE (Punkt 10 des Kärtchens). Dort wurden bei einer Kelleranlage in etwa 130–135 m Höhe mehrere Wagenfulren von Kalkstein gewonnen, die zum Kalkbrennen Verwendung fanden. Ich erhielt durch das freundliche Entgegenkommen des Besitzers noch einige Stückchen. Ein Teil dieser ähnelt der KNAUBER'schen Probe. Sie bestehen fast ganz aus Bruchstücken von Mollusken-, vielleicht auch Brachiopoden-Schalen und erinnern dadurch wieder sehr an die den Schaumkalk begleitenden Gesteine am Schreckberg bei Neckarelz, wo petrographisch nicht unterscheidbare Bänke sogar noch bis in die Orbicularis-Mergel hinaufreichen ¹⁾. Doch ist auch für diese Stücke von BALDE die Zugehörigkeit zum oberen Muschelkalk nicht ganz auszuschließen. Ein anderer Teil besteht aus homogenen, festen, kompakten Kalksteinen von bräunlichgrauer Farbe, die mit verdünnter Salzsäure lebhaft [brausen. Sie tragen eher den Habitus mancher Lagen unseres oberen Muschelkalkes, könnten aber auch dem unteren Muschelkalk entstammen. Kurzum, petrographisch läßt sich von den bei KNAUBER und BALDE gefundenen Gesteinen mit Sicherheit nur aussagen, daß sie zum Muschelkalk gehören. — Was Versteinerungen betrifft, so fand ich in den Stücken von BALDE

¹⁾ Auch mit dem Gestein der Spiriferinabank des Wellenkalkes auf der N.-Seite des Schreckberges ist Ähnlichkeit vorhanden.

einen kleinen Steinkern einer entweder zur *Myophoria vulgaris* SCHLOTH. sp. selbst gehörigen oder doch dieser sehr nahe stehenden Muschel sowie ein Fragment einer Schale, die vermutlich zu *Velopecten Albertii* GOLDF. sp. gehört, übrigens beides Formen, die durch den ganzen Muschelkalk gehen und somit nicht zur engeren Niveaubestimmung verwendet werden könnten.

Die angeführten 5 Punkte (7—10 und der Muschelkalkfundort oberhalb 8 des Kärtchens) sind die einzigen, von denen Muschelkalk bei und in Eberbach bisher mit Sicherheit nachgewiesen ist¹⁾. Doch kann kein Zweifel darüber bestehen, daß jeder hinreichend tiefe Aufschluß in der Stadt innerhalb des auf der Karte skizzierten Einbruchgebietes Muschelkalk aufdecken wird.

Betrachten wir nun zunächst die Lagerungsverhältnisse des Buntsandsteingebirges in der Umgebung von Eberbach. An der SW-Ecke des Itterberges, bei Punkt 1 des Kärtchens, stehen in etwa 131 m Höhe stark verwitterte, mürbe Sandsteine an, die ziemlich zahlreiche kleine Gerölle von Quarz, seltener Quarzit und am seltensten frischem, nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingtem Orthoklas führen. Sie gehören zweifellos dem unteren Geröllhorizont der badischen geologischen Karten, dem Eck'schen Horizont, an. Auch bei der Wanderung rings um die SO-Seite des Itterberggehänges findet man in gleicher Höhe, ja bei Punkt 2 der Karte bis zu 150 m Höhe vereinzelte Blöcke dieses Geröllniveaus. Auf der östlichen Itterthalseite stehen bei Punkt 3 der Karte, unten am Gehänge, mürbe, ziemlich dünnplattige, aber nicht ebenflächig zerfallende Sandsteine an, die offenbar dem unteren Buntsandstein zuzurechnen sind. Steigt man von dort zu Punkt 4 der Karte an der

¹⁾ Nicht sicher verbürgte Nachrichten über andere Funde habe ich mehrfach erhalten.

scharfen Bergecke empor, so findet man von etwa 190 m bis zu 210 m Höhe anstehend wieder das Eck'sche Niveau und zwar auch hier wieder mit wenngleich sehr seltenen Orthoklasgeröllen. Ebenso steht dieser Geröllsandstein am Ohrsberg bei Punkt 5 der Karte unmittelbar über dem Friedhof in ungefähr 190 m Höhe an, während der Steinbruch an der SW-Ecke des Berges, nördlich des Bahnhofes (Punkt 6 des Kärtchens), feinkörnige, rote Sandsteine mit einzelnen Bänken von Tigersandstein abbaut, die offenbar vom Eck'schen Horizont überlagert werden und somit zum unteren Buntsandstein gehören. — Hinsichtlich anderer Aufschlüsse am rechten Neckarufer geht aus PLATZ' Darstellung hervor, daß der Scheuerbergtunnel Buntsandstein und in diesem eine 1,4 m mächtige Schicht¹⁾ von roten Letten angeschnitten hat, die nach den gleich zu besprechenden Beobachtungen wohl in den alleruntersten Buntsandstein gehören. Geht man nämlich von der Neckarstraße in Eberbach aus den sog. Breitensteinweg in die Höhe, der auf der SW-Seite des Scheuerberges²⁾ zu dem großen Steinbruch an der Neckarhalde führt, so findet man in ungefähr 200 m Höhe die Geröllsandsteine des Eck'schen Horizontes aufgeschlossen³⁾. Von 230 m Höhe an sah ich keine Gerölle mehr, und in 300 m Höhe erreicht man den die Pseudomorphosensandsteine abbauenden Steinbruch, in dem man Handstücke mit prachtvoller diskordanter Parallelstruktur und schöne Platten mit eigentümlichen Kriechspuren findet.

Von der linken Neckarthalseite möchte ich folgende Daten anführen. Auf dem Wege, der von Rockenau am Ost-

¹⁾ PLATZ giebt «14 m» an. Doch beruht das, worauf mich Herr Dr. SCHALCH aufmerksam machte, wohl nur darauf, daß beim Druck ein Komma vergessen wurde. Richtig ist die Angabe keinesfalls, da die Tunnelhöhe viel weniger als 14 m beträgt.

²⁾ In SO-Richtung über dem S-Portal des Tunnels.

³⁾ In ungefähr 130 m Höhe wurde die 1,4 m mächtige rote Lettenschicht im Scheuerbergtunnel nach PLATZ angetroffen. Ich vermute, daß sie den sog. Bröckelschiefern angehört. Die Mächtigkeitsverhältnisse würden damit gut stimmen.

gehänge des «Böserberges» allmählich zu Punkt 14 des Kärtchens aufwärts führt, beginnt der Eck'sche Horizont ungefähr in 145 m Höhe. Die Sandsteine führen bis zu 176 m massenhaft Gerölle, darunter auch wieder Karlsbader Zwillinge und einfache Krystallfragmente von frischem Orthoklas. Vereinzelte Gerölle reichen an diesem Wege sogar noch bis zu 200 m Höhe hinauf. Doch sind die Schichten über 180 m wohl schon besser zum Pseudomorphosensandstein zu stellen, in dem man auch bis kurz vor dem Orsbrunnen bleibt. Dann aber findet man mit einem Male am Wege zahlreiche Bruchstücke von einem viele weiße Quarzgerölle umschließenden Krystallsandstein, der oberhalb des Orsbrunnens und unterhalb der quer über die Thalsenkung hinwegsetzenden Fahrstraße sogar ein wirkliches Blockmeer bildet. Er besitzt die typischen Charaktere des oberen, dem Hauptkonglomerat der Vogesen entsprechenden Geröllniveaus der badischen geologischen Karten¹⁾ und grenzt gegen die vorher durchschrittenen älteren Sandsteine offenbar mit einer Verwerfung an. Geht man nun auf der Straße über die Thalsenkung hinweg, so kommt man auf der anderen Seite wieder in geröllfreie ältere Sandsteine hinein, obwohl man in derselben Höhe bleibt. Den Ostabhang des Bocksberges bis hinunter zu den Feldern über dem Hungerbuckel bilden z. T. typisch entwickelte Pseudomorphosensandsteine, stellenweise mit sehr schönen Wellenfurchen. Am Hungerbuckel endlich befindet sich bei Punkt 15 des Kärtchens in etwa 180 m Höhe ein kleiner, verfallener alter Sandsteinbruch, über dessen Horizont ich nicht ganz klar wurde, der aber wahrscheinlich in den obersten Lagen des unteren Buntsandsteins, unmittelbar unter dem Eck'schen Horizont liegt. Beim Abstieg vom Bocksberg

¹⁾ Vergl. A. ANDREAE. Normalprofil des Buntsandsteins bei Heidelberg. Diese Mitteilungen. II. S. 350.

zum Hungerbuckel fand ich das Geröllniveau nicht; doch ist es vermutlich unter den Feldern zwischen beiden verborgen.

Ich habe die vorstehenden Daten absichtlich so eingehend behandelt, um den Leser, der sich die Generalstabkarte in 1:25000 verschafft, in den Stand zu setzen, die auf Grund dieser Daten angenommenen Verwerfungslinien in Bezug auf ihre Wahrscheinlichkeit und die Richtigkeit ihres Verlaufes, wie er in dem Kärtchen eingetragen ist, zu prüfen. Es ist ohne weiteres klar, daß, falls die von mir als Eck'scher Horizont angesehenen Schichten einem anderen Geröllniveau angehören würden, das Bild sich in einigen Punkten ändern müßte. Mir ist es aber nicht bekannt, daß in den höheren Geröllniveaus jemals Gerölle von Feldspat vorgekommen wären. Diese habe ich aber an 3 Stellen, nämlich bei Punkt 1, Punkt 4 und zwischen 14 und Rockenau nachgewiesen; und auch die ganze petrographische Beschaffenheit der Gesteine, in denen die Gerölle auftreten, spricht dafür, daß sie zu dem untersten Niveau gehören¹⁾.

Was die Begrenzung des Muschelkalkeinbruchs betrifft, so muß von dem durch die Bohrungen in der Nähe der Brücke (Punkt 8 des Kärtchens) nachgewiesenen Grenzpunkt ein Bruch zwischen dem nördlichen Portal des Scheuerbergtunnels und dem Muschelkalk der BALDE'schen Brauerei (10 des Kärtchens) durchstreichen. Im Süden kann dieser Bruch aber die 210 m-Isopyse am «Böserberg» nicht erreichen, da dort Pseudomorphosensandstein ansteht. Nun muß aber der obere

¹⁾ Die von KLEMM unterschiedenen beiden Geröllhorizonte seines grobkörnigen Sandsteines (sm 4) unterhalb des Kugelhorizontes sind am Neckar meines Wissens bisher nicht nachgewiesen. (Vergl. Erläut. geol. Karte Hessen. Blätter Erbach und Michelstadt. Darmstadt 1897. S. 33.) Doch ist es natürlich ungemein schwer, ohne eingehende Kartierung in großem Maßstabe und ohne den entsprechenden, mir bei der vorliegenden Arbeit unmöglichen Zeitaufwand genaue Parallelisierungen nicht sehr charakteristischer Buntsandsteinniveaus in Gegenden mit so wenigen Aufschlüssen auszuführen.

Geröllsandstein des Orsbrunnens durch zwei Bruchlinien von dem zu beiden Seiten in gleichem Niveau anstehenden Pseudomorphosensandstein getrennt sein; und ich habe deshalb eine zweite Bruchlinie von einer Stelle etwas unterhalb der 200 m-Isolypse am Böserberg zu einem Punkte etwas östlich des Orsbrunnens gezogen. Die westlich die oberen Geröllsandsteine begrenzende Verwerfung muß, wenn sie überhaupt als einheitliche Linie den Neckar erreicht, östlich von dem Buntsandstein-Aufschluß am Hungerbuckel (Punkt 15) und westlich des in der Fortsetzung der Friedrichstraße erbohrten Muschelkalkes durchziehen und dürfte daher ungefähr den auf der Karte dargestellten Verlauf besitzen. Sie muß aber noch vor dem Ohrsberg umbiegen, da dieser ganz aus Buntsandstein besteht; und darum habe ich in allerdings willkürlicher Weise erst hinter dem Bahnhof eine der zweiten Verwerfung parallele vierte unter der 200 m-Kurve des Ohrsberges hindurch bis zum Durchschnitt mit der ersten Verwerfung gezogen. Die ersten drei werden kaum in wesentlichen Stücken falsch eingezeichnet sein. Die vierte könnte möglicherweise schon südlich des Bahnhofs aufsetzen und mehr ONO streichen. Endlich muß der offenbar in der Fortsetzung des Muschelkalkeinbruches, aber viel weniger tief eingesunkene Geröllsandstein des Orsbrunnens an einer vermutlich quer gerichteten Verwerfung gegen den Muschelkalk angrenzen. Doch ist der auf dem Kärtchen gezeichnete Verlauf dieser Verwerfung ganz hypothetisch.

Obwohl nun also im einzelnen Abweichungen in der Konstruktion eines Teiles der den Muschelkalkeinbruch begrenzenden Linien denkbar sind, so können diese doch das Gesamtbild in keiner Weise beeinträchtigen. Dies aber zeigt, daß der Eberbacher Grabeneinbruch die Form eines langgezogenen unregelmäßigen schmalen und spitzen Rhomboides besitzt. Wie weit der Einbruch des Geröllsandsteines

vom Orsbrunnen nach SW verfolgar sein wird, das festzustellen lag außerhalb des Bereiches der mir gestellten Aufgabe. Es wird sich aber seiner Zeit bei der Aufnahme des Blattes Eberbach leicht bestimmen lassen.

Aus den angeführten Daten ergibt sich übrigens auch noch das Vorhandensein einiger anderer Brüche von geringerer Bedeutung. So muß vor allen Dingen zwischen dem Wellendolomit, auf dem die Brücke steht, und dem jüngeren Muschelkalk, der den übrigen Teil des Grabens bildet, eine Verwerfung hindurchziehen. Da indessen deren Richtung gänzlich unbestimmt ist, so habe ich auf eine Eintragung des eventuellen Verlaufes verzichtet. — Ein zweiter, ungefähr dem untersten Teile des Itterthales folgender Bruch ergibt sich aus der bereits angeführten Höhenlage des Eck'schen Horizontes zu beiden Seiten der Itter; und ein dritter unbedeutender Bruch dürfte zwischen Scheuerberg und Böserberg ungefähr dem Neckar folgen, da das Eck'sche Niveau auf dem rechten Ufer noch in mehr als 200 m Höhe ansteht, auf dem linken Ufer aber schon in etwa 180 m Höhe aufhört.

Was die Sprunghöhen der einzelnen Brüche betrifft, so beträgt die Absenkung des Grabens eine nicht genau bestimmbare Anzahl von Metern mehr als die Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins, da dessen unterste Lagen in gleiches Niveau mit Wellendolomit bzw. Schaumkalk oder sogar noch höheren Lagen des Muschelkalkes geraten sind. Der obere Buntsandstein hat auf Blatt Mosbach der badischen Karte, dem nächsten Punkt der Umgebung von Eberbach, wo er genauer untersucht ist, nach SCHALCH¹⁾ ungefähr 72 m Mächtigkeit. Der mittlere Buntsandstein hat nach ANDREAE²⁾ bei Heidelberg eine Mächtigkeit

¹⁾ Die Gliederung des oberen Buntsandsteins, Muschelkalkes und unteren Keupers nach den Aufnahmen auf Sektion Mosbach und Rappenu. Diese Mitteilungen. II. Taf. XVIII.

²⁾ Ebenda. II. Taf. XIV.

von 300—350 m, der untere von 30—60 m. Die Gesamtmächtigkeit ergibt sich danach zu 400—480 m. Nun dürfte aber nach den vorher angeführten Daten über die Lage der Bröckelschiefer am Scheuerbergtunnel und des Eck'schen Geröllhorizontes über diesem Tunnel die Mächtigkeit des unteren Buntsandsteins bei Eberbach etwa 60—70 m betragen; ja nach KLEMM's¹⁾ Schätzung erreicht der gesamte Buntsandstein bei Michelstadt und Erbach nördlich Eberbach 500—600 m. Vernachlässigen wir also ganz die Mächtigkeit des noch unter das Niveau der Bröckelschiefer eingesunkenen Muschelkalkes, so ergibt sich als Minimalbetrag der Versenkung des Eberbacher Grabens noch immer $60+300+72=432$ m. Wahrscheinlich liegt aber die wirkliche Zahl zwischen 500 und 600 m. Die Sprunghöhe des Bruches im Itterthal ergibt sich aus den oben angeführten Daten zu wenigstens 40, wahrscheinlich etwas über 60 m. Der Bruch zwischen Scheuerberg und Böserberg dürfte eine Absenkung von nur etwa 20—30 m herbeigeführt haben. Die Sprunghöhen des den Wellendolomit der Brücke vom Muschelkalk der übrigen Grabenscholle und des diesen von dem Geröllsandstein des Orsbrunnens trennenden Bruches sind zur Zeit nicht näher bestimmbar.

Übrigens sind in dem Steinbruch an der SW-Ecke des Ohrsbirges nördlich vom Bahnhofe und in dem Steinbruch des Herrn GÜTSCHOW auf der rechten Seite des Itterthales in etwa 260 m Höhe kleinere Verwerfungen unmittelbar aufgeschlossen. In dem GÜTSCHOW'schen Steinbruche sah ich eine ungefähr NNW streichende, mit etwa 85° nach W einfallende Verwerfung, an der der westliche Flügel abgesunken zu sein schien. Bemerkenswerterweise stiegen die an den Harnischwänden der Spalte be-

¹⁾ Erläuter. zur geol. Karte des Großherzogtums Hessen. Blätter Erbach und Michelstadt. S. 37. Die größere Ziffer beruht auf größerer Mächtigkeit des mittleren und oberen Buntsandsteins.

findlichen Streifen mit nur etwa 18° nach N an, was auf eine ziemlich starke horizontale Verschiebung schließen läßt, da die Sprunghöhe wenigstens einige Meter beträgt¹⁾.

Untersuchen wir die Oberfläche der Eberbacher Muschelkalkversenkung, so ergibt sich aus der Kartenskizze, daß sie im Maßstabe von 1:25000 etwa 16 □cm, in der Natur also ungefähr einen Quadratkilometer einnimmt, wobei die größte Breite etwa 500 m, die Länge etwa 2750 m beträgt.

Die Entstehungszeit des Einbruches läßt sich mit größerer Genauigkeit leider nicht ermitteln. Indessen macht es schon der Parallelismus der Längsrichtung des Grabens mit den Hauptspaltensystemen unserer Gegend²⁾ ungemein wahrscheinlich, daß er erst in sehr junger Zeit, nämlich nach Beginn des Tertiärs entstanden ist. Die unmittelbar an Ort und Stelle beobachteten Thatsachen würden freilich nur den Beweis liefern, daß die Versenkung nach der mittleren Trias entstanden ist. Auch die obere³⁾ Altersgrenze läßt sich nicht sehr genau ermitteln. Aus der bereits citierten⁴⁾ Schilderung von PLATZ über die Verhältnisse in dem Scheuerbergtunnel der Eisenbahn ergibt es sich, daß in diluvialer Zeit ein Neckarlauf ungefähr in der Richtung der jetzigen Tunnelaxe im Gehänge des Scheuerberges entlang zog und sich dort nach dem auf S. 220 Anm. 3 dieser

¹⁾ Überhaupt ist die scharfe Trennung von Blatt-Verwerfungen und gewöhnlichen Verwerfungen kaum gerechtfertigt. Bei den allermeisten Blatt-Verwerfungen dürften neben den horizontalen auch vertikale Verschiebungen vorhanden sein.

²⁾ Im weiteren Sinne. — Vergleiche die tektonische Karte Südwestdeutschlands, herausgegeben vom Oberrheinischen geologischen Verein, die hessischen und badischen Odenwaldblätter, BENECKE's Blatt Sinsheim, die Erläuterungen zu den Blättern Erbach und Michelstadt der hessischen Karte (von G. KLEMM) S. 5 u. zahlr. andere Publikationen.

³⁾ Wenn es im Hinblick auf die gegenseitige Lage der Schichten gestattet ist, so zu sagen!

⁴⁾ A. a. O. S. 311.

Arbeit Auseinandergesetzten bis in das Niveau der Bröckelschiefer des unteren Buntsandsteins eingeschnitten hatte. Damit stimmt es nun gut überein, daß, wie mir Herr BALDE mitteilte, bei den schon auf S. 218 wegen des Muschelkalkfundes citierten Grabungen auf seinem Grundstück auch Flußkiese angetroffen wurden, die nach seiner Schilderung aller Wahrscheinlichkeit nach als Neckarkiese zu deuten sind. Die Höhenlage der in dem Tunnel angeschnittenen Kiese beträgt nach dem PLATZ'schen Profile 126 bis 132 m, was sich sehr wohl mit dem auf S. 218 über die Höhe des Muschelkalkes auf dem BALDE'schen Grundstück Angeführten vereinigen läßt. Die normale Höhe des Neckarspiegels bei Eberbach ist 119,3 m. Ich halte es bei dem Betrage der Höhen-Differenz für sicher, daß die alten Kiese schon zum älteren Diluvium zu stellen sind, und daß demnach schon während dieses Zeitabschnittes ein Neckarlauf am Gehänge des Scheuerberges von Punkt 13 über Punkt 10 zu Punkt 11 des Kärtchens, also zweimal über die Grenze des Muschelkalk-einbruches hinwegfloß. Das ist aber nur denkbar, wenn die durch den Einbruch hervorgerufenen orographischen Differenzen schon damals annähernd so weit wie heute ausgeglichen waren. Wir müssen daher den Einbruch wohl schon in vordiluviale Zeiten, also in irgend einen nicht näher bestimmbaren Abschnitt des Tertiärs versetzen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch bemerken, daß am NO-Ende des Ohrsberges, hoch über dem Itterboden und schon außerhalb des Grabenbereiches, eine beträchtliche Masse von Töpferthon jedenfalls lacustriner Entstehung abgelagert ist, in dem ich einen Koniferenstamm¹⁾ in horizontaler Lagerung beob-

¹⁾ «Tannzapfen», die wie mir von mehreren Augenzeugen mitgeteilt wurde, bei dem Stamme gelegen hatten, habe ich leider nicht mehr erhalten können. Doch hat mir auf meine Bitte mein Freund und Kollege, Herr Privatdozent Dr. GLÜCK in Heidelberg, durch mikroskopische Untersuchung des Holzes bestätigt, daß es sich um eine Konifere handelt.

achtete. In den Thonen liegen nicht gerade selten große und kleine unregelmäßig gestaltete Sandsteinblöcke in regelloser Verteilung. Sie sind offenbar durch Eisschollen an Ort und Stelle getragen und abgelagert worden¹⁾. Die genaue Höhenlage dieser Thone habe ich nicht festgestellt; doch liegen sie noch ganz beträchtlich höher als die alten Neckarkiese des Scheuerberges. Sie dürften entweder schon in das Pliocän oder in das älteste Diluvium zu stellen und mit den Thonen und Klebsanden von Waldhilsbach²⁾ bzw. den auf den hessischen Karten als oberpliocän bezeichneten Sanden und Thonen des Odenwaldes³⁾ zu parallelisieren sein.

Die eigentümlichsten Charakterzüge in der Orographie des Eberbacher Beckens sind die Loslösung des Ohrsberges von dem sich hinter ihm erhebenden Gebirge und die entsprechende Lage des auf dem linken Neckarufer in ähnlicher Weise vorspringenden Hungerbuckels. Diese Eigentümlichkeiten des Reliefs zusammen mit den eben aufgeführten Thatsachen legen die Vermutung nahe, daß entweder der Durchbruch des Neckar zwischen Hungerbuckel und Ohrsberg oder der der Itter zwischen Ohrsberg und Itterberg sehr jungen Alters ist und daß noch in alt-diluvialer Zeit sich östlich des Ohrsberges entweder der Neckar in das Itterthal oder die Itter in den Neckar ergoß. Eine Entscheidung dieser interessanten Frage, sowie die Erklärung der Thatsache, daß auch der Hungerbuckel durch eine flache Einsenkung von dem dahinter liegenden Bocksberg getrennt ist, gestatten die mir bekannten jetzigen Aufschlüsse

¹⁾ Mit Grundmoränen ist, wie ich ausdrücklich hervorheben möchte, keine Ähnlichkeit vorhanden.

²⁾ Vergl. A. SAUER, Erläuterungen zu Blatt Neckargemünd.

³⁾ Vergl. z. B. G. KLEMM, Erläuterungen zu den Blättern Erbach und Michelstadt. S. 51—53.

nicht.¹⁾ Wie diese Verhältnisse aber auch zu erklären sein mögen, das steht zweifellos fest, daß die Veranlassung zur Herausbildung des großen Eberbacher Thalbeckens in dem Grabeneinbruch zu suchen ist. Wäre der Graben nicht entstanden, so würden wir dort an Stelle eines weiten zur Aufnahme einer beträchtlichen und blühenden Stadt geeigneten Beckens zwei schmale Cañon-artige Thaleinschnitte vor uns haben.

Wir kommen nun zur Erörterung der Frage, inwieweit Beziehungen zwischen dem Eberbacher Graben und anderen Störungen des Gebirges in der näheren und weiteren Umgebung bestehen. — Ziemlich genau nördlich von Eberbach, in einer Entfernung von wenig über 20 km treffen wir den schon im Eingange unserer Betrachtungen angeführten Grabenbruch von Michelstadt-Erbach, der ein vollständiges Analogon zu dem Eberbacher Graben bildet. Seine geologischen Verhältnisse sind wesentlich durch die Untersuchungen von SEIBERT und LUDWIG²⁾, FR. NIES³⁾, C. CHELIUS⁴⁾ und ganz besonders durch die vortrefflichen und sorgfältigen Aufnahmen von G. KLEMM⁵⁾ bekannt geworden. Der Michelstädter Graben ist ebenso wie der Eberbacher seitwärts von NNO-streichenden Spalten eingeschlossen und in dieser Richtung deutlich ver-

¹⁾ Die auf den ersten Blick verführerisch erscheinende Hypothese, daß der Neckardurchbruch zwischen Ohrsbarg und Hungerbuckel erst durch die Grabenbildung hervorgerufen sei, ist schon durch die auf S. 227 angeführten Thatsachen bezüglich des altdiluvialen Scheuerberg-Bettes widerlegt.

²⁾ Sektion Erbach d. geol. Spez.-Karte des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1863.

³⁾ Der Kalkstein von Michelstadt im Odenwald. Verh. Würzb. Phys. Med. Ges. N. F. Bd. III. 6 S.

⁴⁾ Das Pliocän von Michelstadt i. O. Notizblatt. Darmstadt 1892. IV, Heft 13. S. 18—21.

⁵⁾ Geol. Karten u. Erläuter. zu den geol. Karten der Blätter Erbach und Michelstadt des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1897. S. 5—6, 53 u. a. a. O.

längert. Er wird im N von einer NW-streichenden Spalte begrenzt, jenseits welcher aber eine zweite noch tiefer eingesunkene Scholle den Graben fortsetzt, ähnlich wie bei Eberbach die Muschelkalkscholle eigentlich eine tiefer eingebrochene Fortsetzung des südlich anstoßenden Grabens des oberen Geröllsandsteins ist. Die südlich den Michelstädter Graben begrenzende Spalte ist nicht aufgeschlossen. KLEMM vermutet, daß sie gleichfalls NW gerichtet ist. Bei Eberbach ist die Richtung der den Graben im N abschließenden Verwerfung jedenfalls nicht NW, sondern ungefähr NO bzw. ONO. Die Richtung der südlich den Muschelkalk begrenzenden Verwerfung ist ganz unbekannt. Eine zweite Analogie zwischen den beiden Gräben besteht darin, daß auch bei Michelstadt die Oberfläche der eingebrochenen Scholle meist von Muschelkalk und zwar sicher von unterem, möglicherweise auch von mittlerem Muschelkalk gebildet wird, während das seitlich angrenzende Gebirge hier aus oberem Buntsandstein besteht. Infolgedessen ist die Sprunghöhe des Einbruches im Verhältnis zu den unmittelbar benachbarten Gebirgsstreifen viel geringer als bei Eberbach. Doch ist dieser Unterschied nur scheinbar, da wie KLEMM's Karte, Profile und Text zeigen, der Michelstädter Einbruch überhaupt kein einfacher, sondern ein Staffelgraben ist. «Die Hochfläche, welche den Michelstädter Graben im Westen begrenzt, setzt sich zusammen aus 4 Streifen, die um so tiefer gegeneinander und gegen den Höhenzug Lärmfeuer-Morsberg abgesunken sind, je weiter sie nach Osten liegen¹⁾.» In gleicher Weise steigen aber auch im Osten des Grabens mehrere Staffeln nacheinander in die Höhe, so daß in Wirklichkeit der Gesamtbetrag der Vertikalbewegung des Muschelkalkes bei Michelstadt gegen den unteren Buntsandstein unter dem

¹⁾ KLEMM. A. a. O. S. 6.

Lärmfeuerberge ungefähr denselben, wenn nicht einen höheren Betrag wie bei Eberbach erreichen dürfte.

Trotz dieser vielfachen Analogieen, der nicht sehr großen Horizontalentfernung unserer beiden Gräben und der Lage des einen ziemlich genau nördlich des anderen, ist es ausgeschlossen, daß ein direkter Zusammenhang zwischen ihnen besteht, da bei ihrem nach NNO gerichteten Streichen die Verlängerung des Michelstädter Grabens den Neckar ziemlich weit westlich von Eberbach erreichen würde. Auch die sehr deutlich ausgesprochene orographische Fortsetzung des Mümlingthales bei Michelstadt, das noch auf unserer Kartenskizze einbegriffene Gammelsbachthal, liegt bereits vollständig außerhalb des Bereiches des Eberbacher Grabens und ist auch anders gerichtet als dieser. Dennoch dürften, wie weiterhin gezeigt werden soll, dieselben dynamischen Erscheinungen sowohl den Eberbacher wie den Michelstädter Graben erzeugt haben, so daß in einem weiteren Sinne allerdings wohl beide als syngenetisch zu bezeichnen sind und auch in annähernd gleicher Zeit entstanden sein dürften¹⁾.

Die zweite Gruppe von Störungen, die, wie in der Einleitung zu dieser Arbeit auseinandergesetzt ist, nach PLATZ' Darstellung die Eberbacher Gegend betreffen und somit vielleicht einen Zusammenhang mit unserem Graben besitzen könnten, sind die NO gerichteten großen Spalten der Langenbrückener Jurasenke und zwar insbesondere die sogenannte Ubstädter Verwerfung. Indessen zeigt hier schon ein Blick auf die von CHR. REGELMANN im Auftrage des oberrheinischen

¹⁾ Man vergleiche aber die Gründe, welche CHELIUS (a. a. O. S. 21) für ein jungpliocänes oder gar postpliocänes Alter des Michelstädter Grabens anführt und die deren Beweiskraft einigermaßen einschränkenden Bemerkungen von KLEMM. (A. a. O. S. 53.)

geol. Vereins herausgegebene tektonische Karte von Südwestdeutschland¹⁾, daß die Verlängerung dieser bedeutenden Bruchlinie nicht die Gegend unseres Grabens, sondern erst etwa den Ort Rockenau südöstlich von Eberbach schneiden würde. Außerdem sind wir aber in der glücklichen Lage, daß das unmittelbar südlich an Blatt Eberbach anstoßende Blatt Epfenbach der geologischen Karte von Baden in 1 : 25000 bereits fertig vorliegt²⁾ und uns so den Verlauf der Störungen südlich Eberbachs genau zu verfolgen gestattet. Wir sehen darauf, daß die Verlängerung der Ubstädter Verwerfung bei Eschelbronn nach N umbiegt und schließlich bei Spechbach sogar NNW-lichen Verlauf annimmt. — Eine zweite NO gerichtete Verwerfung in der Gegend von Michelbach würde in der Verlängerung den Neckar sogar noch oberhalb Rockenau schneiden. Irgend eine Bruchlinie, die man als Fortsetzung des Eberbacher Grabens auffassen könnte, ist nicht bekannt. Doch ist es immerhin bemerkenswert, daß das zwischen der Michelbacher und der weiter im Osten folgenden, NO bis NNO gerichteten großen Aglasterhausener Verwerfung gelegene Gebirgsstück gleichfalls den Charakter eines, wenn auch flachen und breiten Grabens von sehr geringer Sprunghöhe trägt. Wir finden also auch dort ein, obgleich viel weniger deutliches Analogon zu der Eberbacher Versenkung. — Auch auf Blatt Neckargemünd finden wir einen kleinen von SAUER³⁾ betriebenen Graben in der Gegend von Waldhilsbach. Unterer Muschelkalk ist dort zwischen oberen Buntsandstein eingesunken. Die Begrenzung des Grabens ist unbekannt.

Wenn also auch eine unmittelbare Beziehung des Eberbacher Grabens zu den aus der Langenbrückener

¹⁾ Erste Auflage. 1898. Blatt IV.

²⁾ Aufgenommen von F. SCHALCH. Heidelberg 1898.

³⁾ Erläuter. zu Blatt Neckargemünd der bad. geol. Karte. Heidelberg 1898. S. 98.

Senke bis in das Buntsandsteingebiet hineinstreichenden Verwerfungen fehlt, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß die den Eberbacher Einbruch auf zwei Seiten begrenzenden, NO gerichteten Brüche demselben Spaltensystem angehören, das in dem Juragebiet und in der Gegend zwischen diesem und Eberbach so hohe Bedeutung besitzt. Ja, es ist wahrscheinlich, daß die Bildung des Eberbacher Grabens mit dadurch bedingt ist, daß derartige NO gerichtete Spalten mit den weiter im Norden des Odenwaldes so häufigen und wichtigen NNO-streichenden Verwerfungen zum Durchschnitt kamen und so ein spitz rhomboidisches Stück des Gebirges aus seinem Zusammenhange herausgeschnitten.

Die angeführten Beispiele aus der Umgebung von Eberbach werden genügen, um zu zeigen, daß die Bildung sekundärer Gräben in dem Horstgebiete¹⁾ des Odenwaldes eine keineswegs seltene Erscheinung ist. Ja, die Zahl dieser Beispiele ließe sich noch sehr vermehren, wenn wir weiter entfernte Teile des Odenwaldes und Kraichgaues berücksichtigen wollten. Übrigens fehlen derartige Einbrüche auch im Schwarzwalde nicht. Ich erinnere nur an die von PAULUS²⁾ und EBERHARD FRAAS³⁾ eingehend dargestellte Grabenversenkung im Glattthalgebiete bei Freudenstadt, wo gleichfalls Muschelkalk zwischen Buntsandstein eingesunken ist, wo aber freilich die Horizontaldimensionen des Grabens im Verhältnis zu Eberbach ungleich bedeutender sind.

¹⁾ Ich verbinde, wie aus dem letzten Abschnitt dieser Arbeit hervorgehen wird, mit dem Worte «Horst» keineswegs die Vorstellung, daß eine wirkliche Hebung des betreffenden Gebietes über die Umgebung ausgeschlossen ist.

²⁾ Begleitkarte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Freudenstadt. Stuttgart 1866. S. 13.

³⁾ Ebenso 1894, S. 15—19 und besonders Fig. 3.

Fragen wir uns zum Schlusse nach der Ursache und dem Mechanismus unseres Eberbacher Einbruches, so fällt vor allen Dingen die im Verhältniß zu der sehr geringen Oberfläche ungemein beträchtliche Sprunghöhe auf. Eine Scholle von nur einem Quadratkilometer Oberfläche und einem halben Kilometer Breite ist um 500–600 m in die Tiefe gesunken. Welche Neigung müssen da die seitlich die Scholle begrenzenden Wände gehabt haben? Offenbar ist Konvergenz nach unten ganz ausgeschlossen. Sie ist bei Gräben denkbar, wenn eine Auseinanderzerrung der beiden den Graben einschließenden Gebirgsteile stattfindet. Sie ist auch möglich, wenn, wie dies A. VON KOENEN¹⁾ gezeigt hat, in einem in Faltung begriffenen Gebirge Sattelspalten aufreißen, keilförmige Stücke sich oben von der Spaltenwand ablösen und in die Tiefe sinken. Ohne diese beiden Voraussetzungen aber scheint sie mir undenkbar zu sein. Nun besteht für die Eberbacher Gegend wie für den ganzen Südabhang des Odenwaldes kein Grund dazu, Zerrungen anzunehmen, noch ist auch nur die kleinste Andeutung einer Faltung des Buntsandstein-Schichtsystemes vorhanden.

Eine zweite Möglichkeit wäre die, daß die Spaltenwände vertikal in die Tiefe gehen. Sie ist gewiß nicht ganz auszuschließen, involviert aber eine nach meinem Dafürhalten immer noch beträchtliche Schwierigkeit der Erklärung. Es muß nämlich bei einer Scholle von so geringer Oberfläche und so schmaler spitzer Gestalt, wie sie der Eberbacher Graben tatsächlich besitzt, die Reibung an den Seitenwänden ganz enorm sein. Außerdem ist es aber ungemein unwahrscheinlich, daß

¹⁾ Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland. Jahrb. kgl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1885. Berlin 1886. S. 53–83. Bes. Taf. I. Fig. D.

Spalten durch einen Teil des Jura¹⁾, sämtliche Triasschichten, das Rotliegende und Granit²⁾, also Massen von verschiedenartigster petrographischer Beschaffenheit ganz vertikal und ebenflächig hindurchreißen sollen. Sobald sie aber diese Bedingungen nicht erfüllen, muß die Reibung an den Wänden des Einbruches noch ganz erheblich gesteigert worden sein; und um so schwerer wird es zu verstehen, wie unsere Scholle um einen so bedeutenden Betrag einsinken konnte.

Es bleibt aber noch eine letzte Annahme übrig, nämlich die, daß man die Spalten nach unten divergierend denkt. Die in den beiden anderen Fällen vorhandenen Schwierigkeiten fallen dabei weg. Es müßten dann, wenn wir uns zunächst die den Graben begrenzenden Gebirgsmassen unbeweglich vorstellen, klaffende Spalten entstehen und vulkanischen Massen den Weg zur Erdoberfläche öffnen. Diese fehlen aber bei Eberbach, obwohl der nur 4¹/₂ km entfernte Katzenbuckel zeigt, daß die übrigen Faktoren, die das Empordringen vulkanischer Magmen begünstigen, in unserer Gegend offenbar vorhanden waren.

So bleibt denn nur die Möglichkeit übrig, daß bei nach unten divergierender Stellung der begrenzenden Spalten die seitlichen Gebirgsmassen gegen den versinkenden Keil gepreßt wurden, ja daß dieser in tangentialer Richtung wirkende Druck wohl überhaupt die Ursache des Versinkens der Grabenscholle war.

1) Der betreffende Teil des Odenwaldes war im Tertiär jedenfalls noch von Lias bedeckt. Bei Wiesloch war sogar noch brauner Jura vorhanden. Am Steinsberg im Kraichgau kommen nach THÜRACH'S (Erläuterungen zu Blatt Sinsheim, S. 34) und meinen Beobachtungen im Basalttuff sogar an Malmkalk (?) erinnernde Fragmente vor.

2) Von der Ausdehnung des Granites nach unten, ja von der Tatsache, daß vertikale Spalten hier durch die ganze feste Erdkruste hindurchsetzen müßten, da kein Anhaltspunkt zur Annahme von unterirdischen Hohlräumen vorliegt, sehe ich dabei ganz ab.

Diese Erklärung scheint mir den thatsächlich beobachteten Verhältnissen am besten zu entsprechen. Frägt man aber, mit welchem Recht man einen in ungefähr OSO—WNW-Richtung wirkenden Tangentialdruck annimmt, so verweise ich auf die sehr einleuchtende Antwort, die schon vor längerer Zeit von ANDREAE¹⁾ in einer ausgezeichneten Untersuchung über die Neigung der Rheinthalspalten gegeben worden ist. In den beiden hierauf bezüglichen Arbeiten ist ein wesentlicher Teil der im vorhergehenden und im folgenden beigebrachten Argumente für die hier vertretene Anschauung, wenn auch an einem anderen Beispiel schon in so vortrefflicher Weise auseinandergesetzt worden, daß ich nur wenig Neues hinzufügen kann. Ich möchte aber ausdrücklich hervorheben, daß ich zu dem im vorhergehenden dargestellten Gedankengang unabhängig von ANDREAE'S mir erst später bekannt gewordenen Untersuchungen gekommen bin. Ich halte das bei einer vielen und hervorragenden Fachgenossen so wenig wahrscheinlichen Hypothese²⁾ für geboten. Ehe ich aber auf ANDREAE'S Begründung eingehe, muß ich einen kurzen allgemeinen Überblick über die betreffenden Fragen geben.

Die von SUSS³⁾ mit einem der Bergmannssprache entlehnten Ausdrücke als «Graben» oder «Grabensenkung» bezeichnete Lagerungsform tritt an so vielen Stellen der Erdoberfläche auf, daß ich von vornherein darauf verzichte, hier mehr als eine kleine Anzahl mir besonders geeignet erscheinender Bei-

¹⁾ Eine theoretische Reflexion über die Richtung der Rheinthalspalte und Versuch einer Erklärung, warum die Rheinthalebene als schmaler Graben in der Mitte des Schwarzwald-Vogesenhorstes einbrach. Und: Beiträge zur Kenntnis des Rheinthalspaltensystems. Verhandl. d. Naturhist.-Medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. IV. 1887. S. 16—24 und 47—55.

²⁾ Vergl. die Diskussion nach THÜRACH'S Vortrag auf der Münchener Versamml. d. deutschen geol. Ges. 1899. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1899. S. 96—97.

³⁾ Antlitz der Erde. I. S. 166.

spiele zum Vergleiche heranziehen zu wollen. SUSS selbst und die meisten anderen Autoren sahen in der Entstehung der Gräben stets rein die Äußerung des auf der Schwerkraft beruhenden, vertikal nach unten wirkenden Zuges. Bei der Darstellung der Gräben im Profil und speziell der wohl in den meisten Lehr- und Handbüchern als typischstes und bekanntestes Beispiel eines Grabens abgebildeten oberrheinischen Ebene zeichnete man nun in früherer Zeit ganz allgemein die begrenzenden Verwerfungen nach unten konvergierend.¹⁾ Dabei stützte man sich nur sehr selten auf Thatsachen, die eine derartige Stellung der Spalten bewiesen oder doch wahrscheinlich gemacht hätten.²⁾ Denn es ist, wie schon vorher besprochen, klar, daß ein Absinken von Schollen an nach unten konvergierenden Spalten überhaupt nur dann denkbar ist, wenn die neben dem Graben stehen bleibenden Gebirgsteile auseinandergezerrt werden und sich voneinander entfernen.³⁾ Das ist denn auch thatsächlich von einigen Forschern in durchaus folgerichtiger Weise als Voraussetzung dieser Art der Grabenbildung angenommen worden und dürfte auch für eine Reihe

¹⁾ Vergl. E. de BEAUMONT's Profil in LEPSIUS, Die oberrheinische Tiefebene und ihre Randgebirge. Stuttgart 1885. S. 6. — Profil von LASPEYRES in CREDNER's Geologie, Aufl. VI. 1887. S. 184. — Aufl. VIII. 1897. S. 172. Prof. 46 (schematisch). Prof. 47. Rheinebene nach SCHUMACHER. — KAYSER, Allgem. Geologie. 1893. Fig. 101, 103—105. MARGERIE und HEIM, Die Dislokationen der Erdrinde. Zürich 1888. S. 36. Fig. 39. — v. FRITSCH, Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888. S. 101. Fig. 53. — REYER, Theor. Geol. Stuttgart 1888. S. 601. Fig. 468. — v. RICHTHOFEN, Führer für Forschungsreisende. S. 603—604. Fig. 96 und 97.

²⁾ An einigen Punkten kennt man übrigens Thatsachen, die dafür zu sprechen scheinen. Man vergl. z. B. C. CHELIUS, Erläuterungen zu Blatt Zwingenberg und Bensheim. Darmstadt 1896. S. 6. «Die Flächen, an denen die Hauptverschiebungen statthatten, sind oft noch annähernd erhalten geblieben; sie bilden . . . Wände, die besonders zwischen Seeheim und Alsbach noch gut sichtbar sind und hier gegen NW einfallen.»

³⁾ Das ist ja im Grunde genommen auch bei der v. KOENEN'schen Erklärung der Fall.

von Fällen zutreffen. So sagt REYER¹⁾: «Falls eine Zerrung (Entfernung der Verwerfungsflügel) erfolgt, sinken die keilförmigen Bruchstreifen der Bruchzone grabenförmig ein». Ebenso bildet F. v. RICHTHOFEN²⁾ in Fig. 97 u. 98 einen Graben mit nach unten konvergierenden Spalten nebst einem analogen Horste ab und sagt: «In Fig. 97 u. 98 sind die Erscheinungen der Grabenversenkungen und der Horste schematisch dargestellt und zwar die am häufigsten vorkommenden, auf schiefen Dislokationsflächen beruhenden, daher auf Zerrung und Streckung deutenden Fälle». Einen wirklichen Beweis für Konvergenz von Grabengrenzspalten nach unten liefert F. v. HUENE³⁾ für einen Teil der zahlreichen von ihm im Tafeljura bei Liestal nachgewiesenen Gräben. Er zeigt nämlich durch die Einbiegung bez. Ausbiegung der Verwerfungslinien an Thälern bez. Bergen, daß die eingesunkenen Stücke keilförmige, nach unten zugeschärfte Schollen sind. In dem von ihm untersuchten Gebiete sind aber, wie er überzeugend darlegt, in der That senkrecht zur Längsrichtung der Gräben Zerrungen entstanden.⁴⁾ Das Streichen der Gräben kreuzt annähernd rechtwinklig die Richtung benachbarter Faltenzüge. Wenn aber durch Kontraktion des Erdinnern Falten entstehen, die die Horizontalentfernung senkrecht zu ihrer Streichrichtung verkleinern, so muß auch parallel zum Faltenstreichen eine bei kurzen Falten nicht unbeträchtliche Zerrung bewirkt werden, da ja in dieser Richtung gleichfalls eine Emporwölbung der Schichten zu einer wenn auch flacheren Antiklinale stattfindet. Nun dürfte aber in Faltengebirgsregionen das Bedürfnis nach einer Verkleinerung der Horizontalentfernungen in der Erdkruste auch parallel

¹⁾ A. a. O. S. 601. Fig. 468.

²⁾ A. a. O.

³⁾ Geol. Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. Verhandl. Naturforsch. Ges. Basel. XII, 1900. S. 339—341.

⁴⁾ A. a. O. S. 338—339.

zum Faltenstreichen, wenn auch in geringerem Maße vorhanden sein¹⁾; und so wird es nach meinem Dafürhalten in den meisten Fällen nicht zu einer wirklichen Zerrung, sondern nur zu dem notwendigen Ausgleich des Tangentialdruckes in der betreffenden Richtung kommen.

Während man so im allgemeinen in den vergangenen Jahrzehnten Zerrungserscheinungen nur eine relativ geringe Bedeutung unter den geodynamischen Prozessen zuzuschreiben pflegte, hat F. v. RICHTHOFEN 1882 in seinem Chinawerk und wieder im vorigen Jahre zu zeigen gesucht, daß sie im großartigsten Maßstabe auftretend den tektonischen Bau des östlichen Asiens geradezu beherrschen und ein staffelförmiges Absinken weit ausgedehnter Landstrecken vom Innern des Kontinentes her nach dem pacifischen Ocean hervorgebracht haben.²⁾ Dabei, hebt er hervor, «giebt, soweit die Kenntnis reicht, Absenkung des tieferen Teils entlang einer steil nach auswärts (gegen den pacifischen Ocean) geneigten Bruchfläche die einfache Erklärung»³⁾. Würde man also, füge ich hinzu, auf der gegenüberliegenden Westküste von Nordamerika einen analogen Bau annehmen können, so hätte man in dem zwischen Ostasien und Nordamerika gelegenen Teil des pacifischen Oceans das denkbar großartigste Beispiel eines Grabens mit nach unten gerichteter Konvergenz der Staffelbrüche vor sich. Lassen wir aber auch diese bisher nicht auf Thatsachen basierte Hypothese ganz beiseite, so verlangt doch schon die RICHTHOFEN'sche Auffassung

¹⁾ Darauf beruht es ja auch, daß Faltengebirge oft beträchtliche auf ihrem Hauptstreichen annähernd senkrechte Zweige entsenden (z. B. Alpen und Apennin bzw. dinarische Ketten).

²⁾ Über Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens. Sitz.-Ber. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1900. Bd. 40. S. 888—925.

³⁾ A. a. O. S. 922. Ganz analoge Verhältnisse soll RUSSELL in einer bei REYER (Theor. Geologie. S. 779 Anm.) zitierten Abhandlung aus Oregon beschreiben.

des östlichen Asiens eine beträchtliche Vergrößerung der horizontalen Entfernungen in der Erdkruste. v. RICHTHOFEN sagt denn auch ganz ausdrücklich: «Staffelsenkungen, die wir mehrfach nachweisen konnten, deuten an sich auf Raumerweiterung».¹⁾ Nun ist es aber für die zur Zeit noch immer bei der großen Mehrheit der Geologen und Geographen verbreitete Hypothese von den Ursachen der Gebirgsbildung ganz außerordentlich schwer, eine Erklärung für derartige Raumerweiterungen zu finden. Und diese Schwierigkeit ist wohl die Ursache, warum man in den Darstellungen der Grabensenkungen, besonders in der letzten Zeit, allmählich immer mehr dazu überging, die Brüche vertikal zu zeichnen, bezw. auf den Karten die Verwerfungen geradlinig über Berg und Thal hinwegzuziehen.²⁾ Dazu kommt, daß ja vertikale Verwerfungen von zahllosen Punkten der Erde wirklich nachgewiesen sind und daß man selbst bei einzelnen Grabenverwerfungen Anhaltspunkte für vertikale Stellung der Grenzspalten beobachtete.³⁾

Der erste, der, soweit mir die Litteratur bekannt ist, auf die Möglichkeit nach unten divergenter oder, wie er es nannte, antiklinaler Stellung von Graben-Grenzspalten hinwies, war ANDREAE, dessen schon vorher citierte Arbeiten im Jahre 1887 erschienen. ANDREAE führte aus dem Elsaß

¹⁾ A. a. O. S. 922.

²⁾ KAYSER, Lehrb. allg. Geologie. Fig. 102. — O. LANG, Z. d. D. geol. Ges. 1880. Profil durch das Leinethal bei Göttingen. Taf. 29. — LEPSIUS, Geologie von Deutschland. Teil I. Prof. I. Rheinebene. — KJERULF, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 137. Fig. 6. — GILBERT in POWELL'S Geology of the Eastern Portion of the Uinta Mountains. 1876. Fig. 4 und 5. Vergl. auch SUESS, Antlitz d. Erde. I. 173. Fig. 14. — Übrigens citiert auch v. RICHTHOFEN Gräben mit vertikalen Brüchen. Vergl. Führer für Forsch. S. 544 und 603. — Vergl. auch STEINMANN, Bericht Naturf. Freiburg i. Br. 1887. Taf. V. — STEINMANN und GRAEFF, Geolog. Führer d. Umgebung von Freiburg. Taf. IV u. Fig. 12—13. Freiburg 1890.

³⁾ Vergl. z. B. für die Rheinebene C. CHELIUS, Erläuterungen zu Blatt Darmstadt. S. 2. Darmstadt 1891, u. LEPSIUS, Z. d. D. geol. Ges. 1899. S. 96.

erstens eine Reihe von teils unmittelbaren Beobachtungen der Spaltenstellung, teils aus dem Verlaufe ihres Ausstreichens über Berg und Thal und aus den Schichtneigungen in der Nähe der Spalten gewonnenen Schlüssen an und zeigte, daß die Hauptspalten dort in der That mehrfach gegen die Vogesen einfallen, während unbedeutendere Nebenspalten oft ein entgegengesetztes Verhalten erkennen oder vermuten lassen.¹⁾ Er legte ferner dar, daß nach unten konvergierende Richtung der Hauptspalten im Rheinthale ebenso wie rein vertikale Stellung eine Reihe von Gegeneinwürfen gestatten, während nach unten divergente Stellung ihm die beobachteten Verhältnisse am besten zu erklären scheint, besonders wenn man einen von Osten nach Westen gegen die Rheinhalschollen wirkenden Tangentialdruck annimmt. Zur Erklärung dieses Druckes zeichnet er in Fig. 5 (a. a. O. S. 23) ein Idealprofil von der Rheinebene bis in die beiden seitlichen Senkungsfelder hinein, wobei er die von den Horsten an nach außen folgenden Staffelbrüche in der üblichen Weise nach den Senkungsfeldern hingeneigt zeichnet. Haben nun die Grabenspalten, wie vorausgesetzt, dieselbe Neigung nach außen, so muß das Absinken der Staffeln in der That einen gegen die Grabenscholle gerichteten Tangentialdruck hervorbringen, der diese wegen ihrer nach außen abfallenden Wände nach unten pressen, oder wie ich hinzufügen möchte, die unmittelbar an die Hauptspalten angrenzenden Horststreifen auf der schiefen Ebene der Graben-Grenzspalten in die Höhe drücken wird. Die Vorstellung eines Emporgleitens dieser Stücke haben aber mehrere der mit der Rheinebene vertrauten, wenn auch der von ANDREAE vertretenen Anschauung durchaus abgeneigten Geologen unabhängig vonein-

¹⁾ Man vergleiche aber auch die Einwürfe, die VAN WERVEKE (in den Mitteil. d. Kommission f. d. geol. Landes-Untersuchung von Elsaß-Lothringen. Straßburg 1888. S. 15—17) gegen die Deutung von ANDREAE'S Beobachtungen gemacht hat.

ander gewonnen. So sagen STEINMANN und GRAEFF¹⁾: «Nach den heute herrschenden Vorstellungen führt man die Verschiebungen, welche zwischen dem Gebirge und dem Rheinthale Platz gegriffen haben, in erster Linie auf ein Absinken der tiefer gelegenen Teile zurück. In unserer Gegend würden sich aber manche Erscheinungen, wie z. B. die Infiltrationen von Quarz und Schwespat in den der Hauptverwerfungsspalte anliegenden Gesteinen, das Auftreten der Erzgänge — die z. T. erst in der letzten Dislokationsperiode entstanden sind — besonders auch die an den Geröllen des Hauptbuntsandsteins häufigen Eindrücke und Quetschungserscheinungen naturgemäßer erklären, wenn wir außer der Abwärtsbewegung der Sedimentschollen des Rheinthales ein durch den Einbruch des Rheinthales selbst hervorgerufenes, schwach aufwärts gerichtetes Hinübergleiten der krystallinen Massen des Gebirges über die gesunkenen Teile bis zu einem mäßigen Betrage annehmen wollten. Es ließe sich dann auch leichter verstehen, weshalb das Gebirge gerade dort seine bedeutendste Höhe besitzt, wo die Einsenkung am tiefsten ist.» Auch das bekannte, von FROMHERZ²⁾ zuerst beschriebene Auftreten oligocäner Meereskonglomerate auf dem 646 m hohen Gipfel des Schönberges bei Freiburg scheint mir darauf zu deuten, daß bei den späteren Dislokationen seitliche Stücke der Grabenscholle abgepreßt wurden und auf schiefer Ebene wirklich in die Höhe glitten, nicht etwa nur eine ursprüngliche hohe Lage bewahrten. Auch CHELIUS³⁾ kommt für Stücke der Odenwaldrandzonen zu einem übereinstimmenden Resultat. Er sagt: «Schmale Randgebiete an

¹⁾ Geol. Führer d. Umgebung von Freiburg. 1890. S. 132—136.

²⁾ K. FROMHERZ, Geogn. Beschreibung des Schönberges bei Freiburg. Freiburg 1837. Vergl. auch STEINMANN u. GRAEFF, Führer. S. 128, u. LEPSIUS, Geologie von Deutschland. I. S. 521.

³⁾ Erläuterungen zu den Blättern Zwingenberg und Bensheim. Darmstadt 1896. S. 4.

der großen Rheinthalpalte, wie der Granit des Melibokus, der Gabbro des Frankensteins, gehören jedenfalls zu den tiefsten Gebirgstheilen; ihre Sonderstellung mag daher rühren, daß sie nicht nur weniger tief gegen die benachbarten Zonen eingesunken sind, sondern beim Abwärtsgleiten der seitlichen Massen unter dem Drucke dieser etwas gehoben wurden». Ebenso zeigt LENT, daß zwischen Staufen und Badenweiler am Schwarzwaldrand die Hauptverwerfung zwar «normal steil gegen W gerichtet zu sein scheint», daß aber «im Bereiche des Laufener Reiberges auf ein Einsinken gegen das Gebirge geschlossen werden kann. Diese Ausnahme, welche übrigens nicht die einzige am westlichen Schwarzwaldrande zu sein scheint», läßt es ihm als möglich erscheinen, ob «nicht die tiefe Einsenkung des Rheingrabens ein Hinüberwölben der Horstränder veranlaßte». ¹⁾ Wir haben hier also eine Reihe von ganz unabhängig von der ANDREAE'schen Hypothese erkannten Thatsachen vor uns, die auf das beste mit deren Voraussetzungen harmonieren und jedenfalls zeigen, daß man sie zur Zeit nicht unberücksichtigt lassen darf. Übrigens kamen MARGERIE und HEIM, offenbar ohne ANDREAE's Betrachtungen zu kennen, schon im folgenden Jahre zu der theoretischen Konstruktion eines Grabens mit der von ANDREAE für die Rheinebene vermuteten Begrenzung. ²⁾ Sie nannten die bei dieser Art der Versenkung entstehende Schollenart «Keilgraben» mit einem mir nicht sehr passend erscheinenden Namen, da die keilförmige Gestalt den Grabenschollen auch bei der üblichen Darstellung der Grabenversenkungen mit nach unten konvergenter Spaltenstellung zukommt. Sie hielten auch offenbar den von ihnen bezeichneten Fall für unbekannt, da sie kein Beispiel dafür citieren, nahmen aber schon ganz richtig einen Zu-

¹⁾ Der westliche Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. Mitteil. d. Bad. geol. Landesanst. II. S. 681—682 u. 698—699.

²⁾ Die Dislokationen der Erdrinde. Zürich 1888. S. 39. Fig. 34. Mittlgn. d. Bad. geol. Landesanst. IV. (1901.)

sammenhang der betreffenden ihnen hypothetisch erscheinenden Lagerungsform mit Wirkungen des Tangentialdruckes an. Denn es heißt a. a. O.: «Ein gleiches Resultat kann übrigens auch indirekt aus einem horizontalen Zusammenschub hervorgehen, wenn derselbe auf Spalten trifft, die in vertikaler Richtung konvergieren oder divergieren. Die dadurch entstehenden Verwerfungen sind dann Überschiebungen. So entstehen die Keilhorste und Keilkessel oder Keilgraben.» Seit dieser Zeit hat meines Wissens nur THÜRACH¹⁾ die ANDREAE'sche Hypothese für das Rheinthal verfochten, indem er sich auf das Resultat «einiger Tiefbohrungen am Rheinthalrand» stützte, «bei welchen unter den mesolithischen Gesteinen tertiäre Bildungen angetroffen wurden». Er vertritt dabei auch die Anschauung, daß die mittelrheinischen Gebirge «nicht ausschließlich als Aufwölbungen der Erdrinde in SW-NO-Richtung zu betrachten sind, sondern daß auch eine Erhebung derselben entlang dem Rheinthalgraben stattgefunden hat, bei welcher ein von Osten und wahrscheinlich auch von Westen her wirkender Druck eine geringe Überschiebung der Gebirgsmassen auf die gesunkenen Teile der Rheinebene zur Folge hatte». Leider ist eine ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse bisher noch nicht erfolgt; und es darf nicht unerwähnt bleiben, daß der THÜRACH'sche Vortrag auf mehrfachen Widerspruch²⁾ stieß. — Ein ganz besonders schönes und charakteristisches Beispiel für einen von beiden Seiten, wenn auch ungleich stark, auf zwei nach unten divergenten Spalten überschobenen Graben würde endlich das Leinethal bei Dehnsee nach KLOOS' Darstellung sein.³⁾ Doch ist zu berücksichtigen,

¹⁾ Z. d. Deutsch. geol. Ges. 1899. Protokoll. 96.

²⁾ A. a. O. 96—97.

³⁾ Die tektonischen Verhältnisse des norddeutschen Schollengebirges u. s. w. Festschr. d. Herzogl. Techn. Hochschule Carolo-Wilhelmina. Braunschweig 1897. S. 258, u. N. Jahrb. f. Mineral. 1898. II. S. 61—63.

daß von A. v. KOENEN eine Reihe von bedeutsamen Einwänden gegen KLOOS' Auffassung erhoben worden sind.¹⁾

Überblicken wir die vorhergehenden Ausführungen, so sehen wir, daß bisher weder für den Eberbacher Graben, noch für die Rheinebene und endlich, soweit mir bekannt, für irgend eine andere Grabensenkung der Welt der strikte Beweis für Divergenz der Grenzspalten erbracht ist, obwohl für Eberbach eine andere Stellung sehr schwer zu erklären sein würde und für die Rheinebene immerhin schon eine ganze Anzahl von Argumenten zu Gunsten von ANDREAE'S Hypothese vorliegen. Dennoch halte ich es aber schon aus theoretischen Gründen für ungemein wahrscheinlich, daß derartige «Überschiebungsgräben», wie ich sie lieber statt mit dem HEIM-MARGERIE'schen Ausdrucke «Keilgräben» nennen möchte, in Wirklichkeit in der Welt weite Verbreitung haben dürften. Die Kontraktion des Erdinnern muß die Tendenz haben, Hohlräume zwischen der kalten Kruste und dem heißen Erdinnern zu bilden. Die feste Kruste kann entweder gewölbeartig über wirklichen Hohlräumen stehen bleiben, worauf vielleicht die neuerdings so vielfach beobachteten Massendefekte unter Gebirgen hindeuten, oder sie kann durch Einbrechen oder Absinken an Flexuren den Hohlraum ausgleichen. Dabei muß sie das Bestreben haben, ihre Horizontalmaße zu verkleinern und erreicht das auf drei Weisen, durch Faltung, durch Einsinken an Flexuren oder durch Überschiebung und Hinunterdrücken von nach oben keilförmig zugeschärften Grabenschollen. Es wird Gegenden geben, in denen der notwendige Effekt wesentlich durch Faltung, andere wo er wesentlich durch Bildung von Überschiebungsgräben erzielt wird. Flexuren werden meist nur eine Ausnahme sein, die aber nach allen bisherigen Erfahrungen häufiger mit echten Brüchen als mit Falten verbunden ist. Das Ein-

¹⁾ N. Jahrb. 1898. I. S. 68–70.

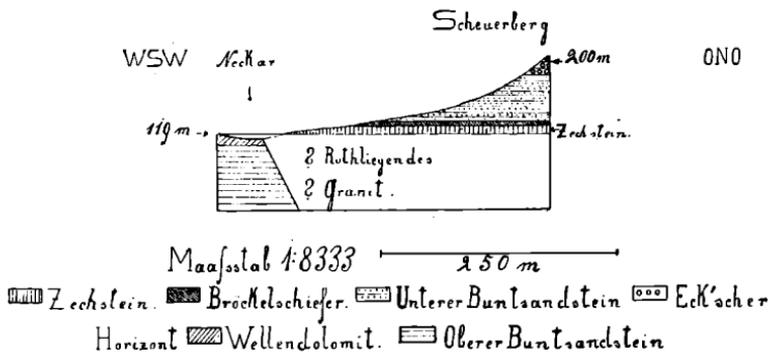
sinken von vertikal begrenzten Gräben kann zwar Ausfüllung bereits vorhandener oder in Bildung begriffener Hohlräume, aber keine Verminderung tangentialer Spannung bewirken. Untersuchen wir also Gegenden, wie das südliche Deutschland, in denen eine durch Faltung bewirkte Verkleinerung der Horizontalentfernungen in einer durch Faltungsprozesse in benachbarten Gegenden ausgezeichneten Periode so gut wie gar nicht stattgefunden hat, so ist es von vornherein wahrscheinlich, daß wir Überschiebungsgräben finden werden. Die Faltung der Alpen und des Jura hat für unsere Gegend den notwendigen Zusammenschub in meridionaler Richtung erzeugt. Den Zusammenschub in äquatorialer Richtung scheinen große und kleine Überschiebungsgräben bewirkt zu haben.

Ich täusche mich nicht darüber, daß der vorhergehende Gedankengang zu einem erheblichen Teil auf Hypothesen aufgebaut ist. Wenn er aber nichts weiter erzielt, als daß man die zur Feststellung der Neigung von Grabenspalten geeigneten Thatsachen von neuem eingehend prüft und überprüft, um Richtigkeit oder Irrtum dieser Hypothesen zu konstatieren, so wird mein Zweck erreicht sein.

Zum Schlusse möchte ich übrigens noch auf eine Vermutung aufmerksam machen. Im Odenwald ist es wesentlich durch das Verdienst der hessischen Geologen LEPSIUS, CHELIUS und KLEMM festgestellt, daß die vorherrschenden Thalrichtungen NNO, N und NNW zum Teil auf echte Verwerfungen zurückzuführen sind, die zum System der Rheinthalspalten gehören. Wenn nun meine Auffassung von der Neigung der Eberbacher Grabenspalten richtig ist, so liegt die Möglichkeit vor, daß auch die den angegebenen Richtungen folgenden Thäler, an deren Wänden keine Vertikalverwerfungen nachweisbar sind, auf schmale von beiden Seiten überschobene Gräben zurückzu-

führen sind, deren Nachweis natürlich wie bei Eberbach meist nur durch Bohrungen stattfinden könnte. Ich führe auch diese Hypothese noch an, weil sie gestattet, ohne die Annahme von Zerrungen und durch solche erzeugten klaffenden Spalten zu operieren.

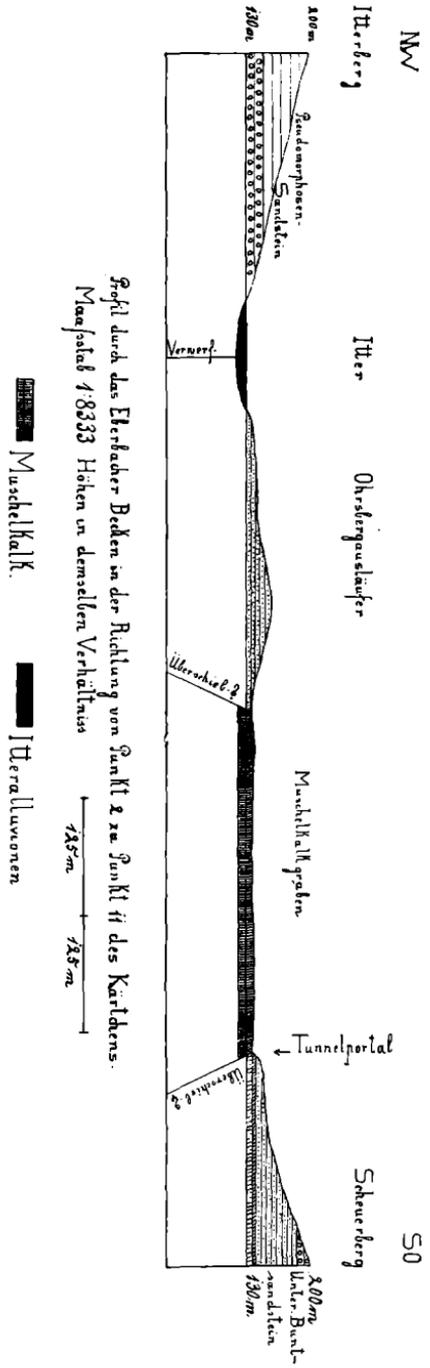
In den beigegebenen Profilen sind die Grenzverwerfungen des Grabens entsprechend meiner Vermutung nach unten divergierend gezeichnet.

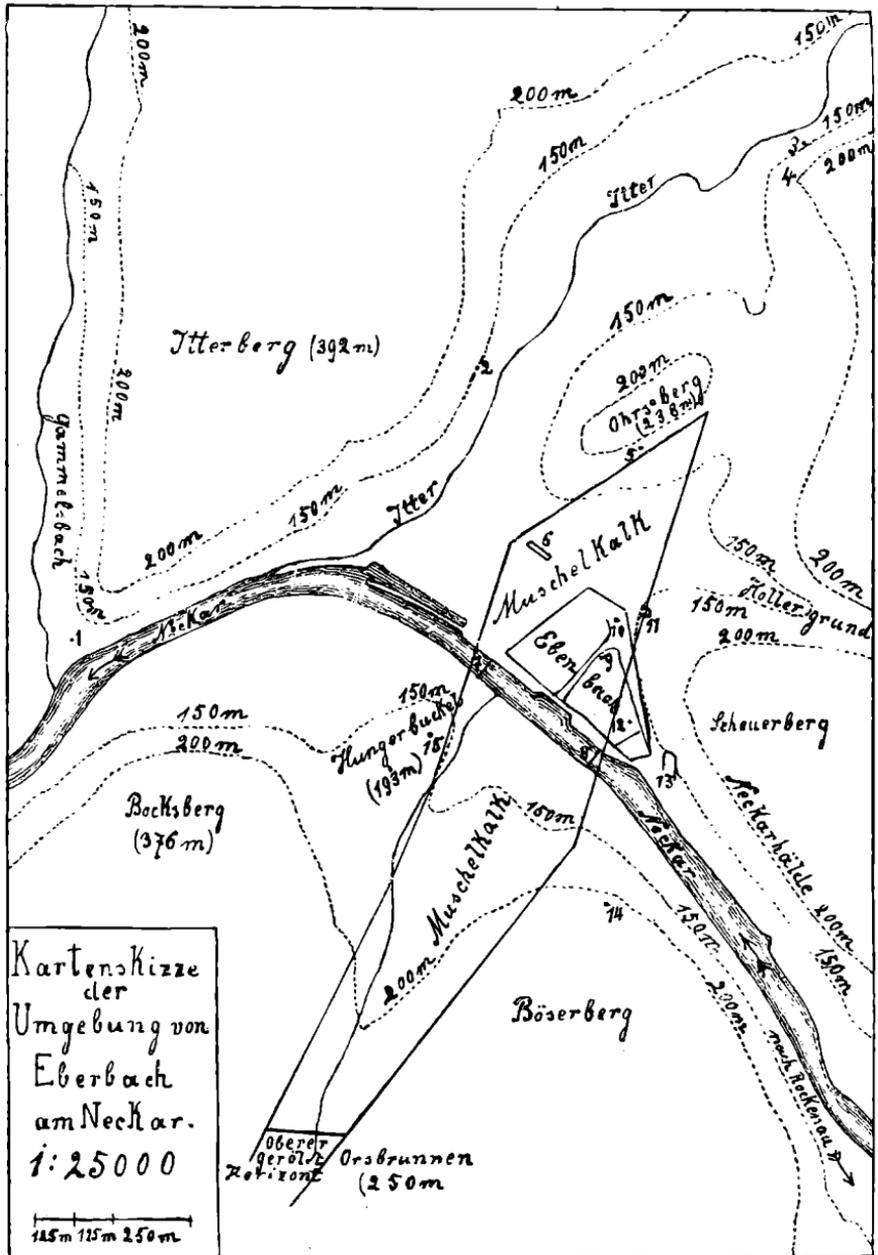


Auf dem Kärtchen aber habe ich, da ja diese Neigung nicht sicher feststeht und jedenfalls ihrem Betrage nach ganz unbekannt ist, die Verwerfungen geradlinig gezeichnet. Ich bemerke noch ausdrücklich, was für den Kenner unserer südwestdeutschen Mittelgebirge hervorzuheben unnützlich ist, daß man sich des geradlinigen Verlaufes der Verwerfungslinien auf den Karten dort meist nicht bedienen kann, um vertikale Stellung der Verwerfungsflächen abzuleiten. Die Aufschlüsse reichen nur in ganz wenigen Fällen dazu aus, um mehr als weit voneinander entfernte Punkte des Ausstreichens der Verwerfungen festzulegen.

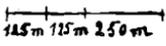
Fassen wir die Ergebnisse der vorhergehenden Darstellungen in wenigen Worten zusammen. Bei Eberbach im südlichen Odenwald ist eine beinahe

3 km lange, in NNO-Richtung verlängerte und einen Quadratkilometer Oberfläche besitzende Scholle um 500—600 m tief eingebrochen, so daß Wellenkalk, ja vielleicht sogar noch höhere Teile des Muschelkalkes in das Niveau des untersten Buntsandsteins hinabgesunken sind. Die diesen Graben begrenzenden Spalten dürften aller Wahrscheinlichkeit nach abwärts divergieren. Ähnliche Gräben finden sich vielfach in dem Odenwaldgebiet. Sie scheinen ebenso wie die Rheinthalversenkung selbst durch einen in aequatorialer Richtung wirkenden Tangentialdruck erzeugt worden zu sein und dürften die in NS-Richtung durch die Alpenfaltung für die betreffende Gegend bewirkte Verringerung der Horizontalmaße in der OW-Richtung hervorgerufen haben.





Kartenskizze
der
Umgebung von
Eberbach
am Neckar.
1:25000



Nachtrag.

Schon nach Vollendung und Niederschrift des allergrößten Teiles der vorhergehenden Arbeit¹⁾, aber noch vor der Herstellung der Karte und der Profile entdeckte ich bei Punkt 12 dieser letzteren an einem erst vor ganz kurzer Zeit begonnenen Schurf am SW-Abhang des Scheuerberges einen Aufschluß von sandreichem Zechsteindolomit mit schwarzem Manganmulm und beschalten, wenn auch, soweit meine bisherigen Funde reichen, unbestimmbaren Zweischalern. Der Aufschluß beginnt im Straßenniveau in ungefähr 131,8 m Höhe. Es folgen von unten nach oben in etwa 1 m Gesamtmächtigkeit ungefähr einen Decimeter starke, im verwitterten Zustande wie Sandstein aussehende bräunlichgelbgraue Dolomitschichten mit dünnen muskovitreichen Zwischenlagen von graugrüner Farbe, darüber wieder 1 m dünnere und seltenere Dolomitlagen mit alternierenden Lagen von rotbraunen Letten und darüber noch etwa 1 m bräunlichroter Bröckelschiefer des untersten Buntsandsteins. Die Dolomitschichten des untersten Drittels des Profiles sind teils von Manganmulm überzogen, teils dadurch ersetzt, so daß die CHELIUS'sche Anschauung von der Bildung des Mulmes als Auslaugungsresiduum des manganhaltigen Dolomites hier eine Bestätigung erfährt. Die Mächtigkeit der Bröckelschiefer ist nicht mehr festzustellen. Die auf S. 220 Anm. 3 gegebene Deutung der PLATZ'schen Angaben und meine eigenen Niveaubestimmungen sind also dadurch als zweifellos richtig erkannt. Bei der praktischen Bedeutung und dem theoretischen Interesse, das dieser am weitesten nach SO im Odenwald und zwar in einer Gegend, wo man bisher so tiefe Niveaus überhaupt nicht erwartete, gelegene Zechsteinaufschluß besitzt, werde ich das Profil demnächst und

¹⁾ Wie mein Freund, Herr Dr. SCHALCH in Heidelberg, bestätigen kann. Es ist mir bei der genauen Übereinstimmung der Vorhersagung mit dem später beobachteten Thatbestand wichtig das hervorzuheben.

hoffentlich bei besserem Wetter genau untersuchen und beschreiben. Doch möchte ich darauf aufmerksam machen, daß es nun zweifelhaft geworden ist, ob die in 10 m Abstand oberhalb der neuen Brücke erbohrten «Sandsteine» (vergl. S. 217 dieser Arbeit) nicht vielleicht Sandsteine des Rotliegenden waren. Wenn, dann geht die den Böserberg und die Neckarhölde trennende Verwerfung dort auf dem linken Ufer entlang. Auf Blatt Beerfelden ist nach KLEMM (vergl. die folgenden Bemerkungen) kein Rotliegendes entwickelt. Doch beweist das nichts, da das Rotliegende in unserer Gegend überhaupt keine kontinuierliche Schicht ist.

Gleichfalls zu spät zur Berücksichtigung im Text der Arbeit erhielt ich durch das freundliche Entgegenkommen meines Freundes, des Herrn Landesgeologen Prof. Dr. G. KLEMM in Darmstadt, seine Dienstexemplare des noch nicht herausgegebenen, nördlich an Blatt Eberbach anstoßenden Blattes Beerfelden und der dazugehörigen Erläuterungen. Nach KLEMM's Aufnahmen endet der Michelstädter Graben schon wenig südlich von Beerfelden, also noch weit entfernt von der südlichen Blattgrenze. Die östliche Hauptverwerfung folgt aber ungefähr dem Gammelsbacher Thal und ist also jedenfalls keine Fortsetzung des Eberbacher Grabens, ganz entsprechend der auf S. 231 gemachten Angabe.

Der Buntsandstein ist auf Blatt Beerfelden sehr mächtig entwickelt. KLEMM schätzt seine Stufe sm^2 , die also nur dem unteren Teil des Pseudomorphosensandsteins der badischen Karten entspricht in der SO-Ecke seines Blattes, also relativ nahe von Eberbach auf 280 m, seine Stufen sm_4 und sm_5 auf je 150 m, so daß danach meine Berechnung der Sprunghöhe des Eberbacher Grabens auf 500—600 m sich noch wenigstens um 100 m erhöhen muß.

Ich möchte die vorliegende Arbeit nicht beschließen, ohne Herrn Dr. SCHALCH, der mir, wie schon aus dem Text hervorgeht, mehrfach mit Rat und That zur Seite stand, und den Herren Prof. BENECKE, Prof. KLEMM und Dr. STRÜBIN für verschiedene Litteraturnachweise meinen herzlichen Dank auszusprechen. Auch den Herren Bürgermeister Dr. WEISS, Regierungsbaumeister DRACH, Steinbruchbesitzer GÜTSCHOW, Brauereibesitzern BALDE und KNAUBER bin ich für ihre freundlichen Mitteilungen zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

