

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1870. Band I.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1870.

In Commission bei G. Franz.

Herr Gümbel hält einen Vortrag

„Ueber den Riesvulkan und über vulkanische
Erscheinungen im Rieskessel.“

Zu den merkwürdigsten topischen Eigenthümlichkeiten in dem langen Zuge des fränkisch-schwäbischen-Jura-gebirges gehört unstreitig der tiefe jetzt eingeebnete Kessel des sog. Rieses. Schon der flüchtige Blick, welchen etwa eine Fahrt auf der Eisenbahn zwischen Donauwörth und Wassertrüdingen über diesen Landstrich zu werfen gestattet, muss uns auf das Aussergewöhnliche aufmerksam machen, welches in dem plötzlichen Auftauchen einer weiten grossen, fast kreisrunden Ebene mitten in der sonst vielkuppigen und nur von engen Thalungen durchschnittenen „Alb“ uns vor Augen tritt. Wie der leicht bewegte Spiegel eines grossen See's breitet sich die braune fruchtbare Ebene des Rieses, rings von hohen kalkfelsigen Steilrändern eingeschlossen und nur von einigen kegelförmigen inselartigen Hügeln unterbrochen im Umfange von 18 Stunden vor uns aus. Lebhaft erinnert dieses Bild im vergrösserten Maassstab an die Maare der Eifel. Es ist daher sehr erklärlich, dass bei den so sehr ins Auge springenden Eigenthümlichkeiten, welche das Ries aufweist, dieses die Aufmerksamkeit der Topographen und Geognosten schon frühe auf sich gezogen hat. Unser unübertrefflicher Topograph Walther, der ein so richtiges Gefühl für den Zusammenhang zwischen Oberflächengestaltung und ihrer tieferen geognostischen Ursache bei so vielen Schilderungen verräth, spricht bereits von Stauungen im uralten Seegrunde, vom Thalkessel und Becken des Rieses, obgleich er nicht näher auf die tiefere Deutung des ihm nicht unbekannten Trasses und der Bänke von Süss-

wasserkalk im Ries eingeht. Mehrfach stellte man die Ansicht auf, dass das Ries vormals ein See gewesen sein müsse. Die beiden im Ries heimischen Botaniker Schnitzlein und Frickinger, welche als die besten Kenner der natürlichen Verhältnisse dieser Gegend gelten, heben in ihrem so gründlichen Werke über die Vegetationsverhältnisse des Landstrichs zwischen Wörnitz und dem Altmühlthale, da wo sie sich über die topographischen und geognostischen Verhältnisse aussprechen, bereits das Eigenthümliche dieses tiefen Beckens ausdrücklich hervor und erklären dieses als eine auffallende Ausbiegung oder vielmehr Versenkung oder Verückung des Jura, welcher die Riesebene ihren Ursprung verdanke. Auch sie theilen die Ansicht, dass das Ries vor dem Durchbruche des Dammes bei Harburg ein See gewesen sei und weisen bereits dem vulkanischen „Basaltpuff“ (Trass) welcher das Ries rings umgebe, die Wirkung der Versenkung des Jura zu, während sie das hier stellenweis zugleich mit Keuper vorkommende Urgebirge als durch Basaltpuff gehoben annehmen. In der vortrefflichen geognostischen Karte, welche dem erwähnten Werke von Schnitzlein und Frickinger beigegeben ist, wurde auch der Ausgangspunkt für die richtigere Auffassung der geognostischen Verhältnisse der Riesgegend gewonnen, welche in neuster Zeit durch wiederholte genauere Untersuchungen vielseitig erweitert werden konnte.

Auch die interessanten geognostischen Verhältnisse speziell hatten schon vor langer Zeit eingehendere Untersuchungen in der Riesgegend veranlasst. Um nicht von älteren Beschreibungen zu sprechen, war es zunächst B. v. Cotta, welcher 1834¹⁾ seine Beobachtungen über den Riesgau veröffentlichte. Er bezeichnet die abnormen Gesteine des Ries-

1) N. Lehrb. f. M. u. G. 1834. S. 307.

gaues als „Basaltgebilde“, deren Entwicklung sich durch „vulkanische Tuffe“ zu erkennen geben und durch rings um die Riesebene liegende „Eruptionspunkte“ sich bemerkbar machen. Die in der Gegend schon damals übliche Bezeichnung „Trass“ glaubt Cotta besser durch den Namen „vulkanischen Tuff“ ersetzen zu können, da der wahre Trass von Brotel-Thal zwar dem Riesgestein ähnlich, aber nicht vollständig gleich sei. Bei der näheren Beschreibung vulkanischen Tuffes erwähnt nun v. Cotta weiter als Einschlüsse in demselben runde Bomben-ähnliche Klumpen, basaltische Lava und Schlacken mit eigenthümlich Tau-ähnlich gewundener Struktur, wie man sie auf der Oberfläche der Lavaströme beobachte, glaubt ihre Entstehung aber durch ein Hindurchtreiben durch unregelmässig gestaltete Klüfte sich erklären zu müssen. Für wirkliche Bomben hatte v. Cotta diese so auffallend geformte Stücke nicht erkannt. Voith²⁾ vervollständigte diese Angaben namentlich durch den Nachweis des Vorkommens granitischen Gesteins und Walz³⁾ durch die Deutung der das Ries umgebenden jurassischen Gebilde. Später lieferte Prof. Schafhäutl eine Abhandlung über die chemische Zusammensetzung des sog. Riestrasses und nahm Veranlassung dabei einige geognostische Bemerkungen beizufügen.⁴⁾ Das Ries leitet auch er von einer Einsenkung ab, die einmal vom Wasser ausgefüllt gewesen sein müsse, läugnet aber darin jede vulkanische Thätigkeit. Er nennt den sog. Trass des Rieses geradezu „eine ursprüngliche Bildung, wie sie im wässerig-teigigen Zustande gleich und mit den Graniten aus den Spalten der Erdoberfläche gedrungen sei und nur, wo die Verwitterung begonnen

2) N. Jahrb. 1835. S. 169.

3) Beiträge z. Gang. d. Rieses im Corr. Bl. des Württemb. landw. Vereins 1843 II, 55.

4) N. Jahrb. 1849 S. 641.

habe, erhalte die Bildung ein staubiges, pulveriges Ansehen,“ Das von Schnitzlein und Frickinger als Basalt bezeichnete harte Gestein vom Wenneberg sei „nichts anderes als dichter Trass ohne Olivin“ und die von Andern vielfach für durch Schmelzhitze verursachte Schlacken gehaltenen blasigen Massen nur gleichsam ausgetrockneter wässeriger Teig, ähnlich wie eine aus Wasserglas durch Entweichen des Wassers entstehende blasige Kieselsubstanz.

Bei diesem Gegensatz von Ansichten, welche über die Entstehung der vulkanischen Tuffgesteine des Rieses herrschen und bei dem grossen allgemeinen geognostischen Interesse für diese Tuffbildung, welche in analoger Weise an so vielen Stellen des schwäbisch-fränkischen Juragebirgs, aber immer mehr oder weniger isolirt und auf kleine Flecken beschränkt, auftauchen, im Ries aber zu einer grossartigen und mächtigen Entwicklung gelangen, schien es wünschenswerth, dieselben auf's Neue einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen.

Wenn wir uns hier darauf beschränken von den gewonnenen Resultaten nur Einiges mitzutheilen, so geschieht diess desshalb, weil die Erscheinungen im Ganzen ohne weiter ausgeführte Schilderung der geognostischen Verhältnisse eines grossen Theils der schwäbisch-fränkischen Alb sich nicht erschöpfend behandeln lässt, letzteres aber für eine anderweitige Darstellung vorbehalten bleiben muss. Die Frage, welche hier zunächst zu beantworten versucht werden soll, bezieht sich daher nur auf den Ursprung der Riestuffe, und was damit zunächst im Zusammenhange steht.

Vor Allem drängt sich bei der Beobachtung der tuffartigen Gebilde die Thatsache in den Vordergrund, dass, wie verschieden auch immer die Lage der ungemein zahlreichen, in sehr viele jetzt isolirte Parthieen getheilten Tuffmassen sein mag, ihre Gesteinsbeschaffenheit eine merkwürdige Uebereinstimmung und Gleichförmigkeit erkennen lässt. Wo immer der Tuff vorkommt, besteht derselbe

aus einer porösen aschenartigen Grundmasse, mit unzähligen Stückchen von glasigen oder steinigen schwarzen Schlacken und feinporösen bimssteinartigen Massen, selbst von ächten weissen gestreiften und faserigen Bimssteinen, deren Substanz häufig ohne scharfe Grenze in die Schlackenbrocken und selbst in die aschenartige Grundmasse verläuft oder auch nicht selten in derbe pechsteinartige Glasmasse übergeht. Daneben finden sich zugleich, wiewohl weniger constant, grosse und kleine Brocken, von meist in der Zersetzung begriffenen Urgebirgsfelsarten namentlich hornblendigem Gestein — Diorit, Dioritschiefer und Amphibolit und Hornblendegneiss — eingebacken. Einzelne unregelmässige Körner von Quarz und Feldspathsubstanz scheinen von aufgelockerten Urgebirgsfelsarten abzustammen. Im Uebrigen aber kann man weder spiegelnde Feldspathkrystalle noch Augit oder Magneteisen in unzweideutiger Weise in dieser Masse entdecken. Auch ziemlich scharfkantige nicht ganz abgerollte, aber meist an den Kanten abgerundete Stücke von Jurakalk, welche in auffallender Weise fast durchgehends dunkelgrau bis schwärzlich gefärbt sind, fehlen selten. Am auffallendsten aber ist der Einschluss von eigenthümlich geformten Brocken und Fladen, welch' erstere v. Cotta offenbar unter den erwähnten tauartig-gewundenen Stücken verstanden wissen wollte. Viele dieser Einschlüsse kann man nur in Stücken und zersprungenen Fragmenten aus dem Tuff herausschlagen oder bereits durch Verwitterung aus dem Tuff herausgefallen an der Oberfläche liegend beobachten. In nicht zerstückelter Form gleichen sie in der Gestalt theilweise kleinen Dickrüben, theilweise gewissen oben abgeplatteten Schwämmen, sie sind aber häufig seitlich zusammengedrückt und flügelartig erweitert, so dass sich scharf zulaufende Ränder bilden, die schraubenförmig gewunden oder mit wulstigen Vorsprüngen versehen und zuweilen eingeschlagen einen halb offenen Canal bilden. Ausserdem überziehen ähnlich schraubenförmig ver-

laufende Wülste und Linien die Oberfläche und es zeigen sich kleine Querrisse, welche namentlich an den Stellen der stärkeren Krümmungen häufig sind und unzweideutig einem Bruch in der äussern schon fest gewordenen Rinde der Stücke entsprechen, während das Innere noch weich und formbar geblieben war. Diese Körper entsprechen in der einen mehr rundlichen Form nach Gestalt und Bildung so genau den sog. vulkanischen Bomben, dass man sie, mit den Bomben unserer Vulkane zusammengehalten, nicht davon unterscheiden kann. Die schraubenförmigen Windungen, Wülste und Streifen entstehen in Folge der drehenden Bewegung bei dem Fluge der noch weichen Masse durch die Luft, wobei in Folge nach und nach eintretender Erhärtung zugleich die Querrisse in der bereits erstarrten Rinde durch die Abkühlung und ungleiche Ausdehnung sich bilden.

Diese Uebereinstimmung solcher Ausscheidungen im Ries- tuffe mit den Bomben noch thätiger Vulkane ist so gross, dass wohl selbst der eifrigste Neptunist dieselbe anerkennen müsste.

Was die zweite, mehr abgeplattete schwammähnliche Form anbelangt, so gleicht die Aussenfläche auch an diesen jener der mehr kegelförmigen Bomben nur mit dem Unterschiede, dass der äussere Rand vielfach zerrissen, ausgezackt und gelappt erscheint, während die Wülste und Streifen auf der abgeplatteten Fläche wie verwaschen sich zeigen. Es stellen diese „Fladen“ Bomben vor, welche nicht hoch in die Luft geschleudert noch in weichem Zustande zur Erde zurückfielen und beim Auffallen auf die feste Unterlage zusammengedrückt und abgeplattet wurden, wie es bei dem sog. Schlackenkuchen der Fall ist. Sehr bemerkenswerth sind gewisse mehr unregelmässig geformte Bomben, deren abweichende Gestalt sich aus dem Umstande erklärt, dass sie Bruchstücke von Urgebirgsfelsarten in sich schliessen und durch diese gehindert wurden, sich genau nach dem allgemeinen

Typus, den wir so eben beschrieben haben, auszubilden. Solche Bomben mit Urgebirgseinschlüssen finden sich stellenweise nicht eben selten und zeichnen sich häufig durch kanalartig zusammengebogene Wülste aus.

Die Masse nun, aus welcher diese Bomben bestehen, ist nicht bei Allen vollständig gleich, doch besitzt die Mehrzahl einen steinigen Charakter; sie nähert sich theilweise der Beschaffenheit der Pechsteins, vorwaltend schliesst sie sich jedoch mehr dem Felsit an, seltener gewinnt sie ein krystallinisches trachytisches Aussehen. In Glanz und Farbe gleicht die vorherrschende Art am meisten gewissen Varietäten des sog. Porzellanjaspis. Durch Gasporen ist sie meist namentlich gegen Aussen blasig porös und rauh. Die Wandungen dieser Poren sind durchgehends mit einem grünlich-weissen Häutchen überzogen. Mit Ausnahme kleinrundlicher Quarzausscheidungen fehlen grössere porphyrartige Einsprengungen fast gänzlich, während kleine, weissliche spiegelnde Theilchen, die in der Grundmasse auftauchen, wahrscheinlich einem Feldspath angehören. In Dünnschliffen beobachtet man jene stromartigen Zeichnungen, welche für die Rhyolithe so sehr charakteristisch sind und auf das Unzweideutigste Zeugnis ablegen von den Bewegungen innerhalb der erstarrenden Masse. Ein unregelmässiges Netzwerk von helleren Streifchen, welche bald sich vereinigen, bald sich wieder verzweigen, jedoch in ihrer Gesamtausdehnung einer gewissen Längenrichtung folgen, umschliesst sehr ungleich grosse, in der Richtung des Stroms in die Länge gezogene Maschen, während die umgebende Gesteinsmasse aus wasserheller oder bräunlicher amorpher Gesteinssubstanz, wie bei den vulkanischen Gläsern, besteht. Mit den hellen Streifchen zeigen sich dunklere verflochten, welche von sehr zahlreichen, ziemlich wirr durcheinanderliegenden langen Krystallnadelchen (Mikrolithen) erfüllt und durch diese Einschlüsse undurchsichtiger, d. h. dunkler erscheinen, während die

helleren Streifchen frei oder arm an Mikrolithen sind. Neben den ziemlich langen und gleich dicken, der Länge nach oft wie sägeartig zackigen Krystallnadelchen sieht man noch viele kleine pulverförmig rundliche Körnchen, welche durch ihre stellenweise Anhäufungen dunklere Flecke erzeugen. Einzelne lichtere Stellen scheinen vorherrschend aus wasserheller Quarzsubstanz, die unter dem Polarisationsapparat gleichmässigen Farbenwechsel zeigt, und aus bräunlicher Glassubstanz, die keinen Farbenwechsel wahrnehmen lässt, zu bestehen. Regelmässige und häufige feldspathartige Ausscheidung konnte ich auch in den Dünnschliffen nicht entdecken, es zeigen sich stellenweise nur unregelmässige weisse opake Körner, die von fremdartigen Einschlüssen abzustammen scheinen. Dagegen treten häufig Bläschen von runder Form hervor, welche sowohl in den wasserhellen, wie bräunlichen Einschlüssen vorkommen. Damit ist die Aehnlichkeit der Substanz unserer Riesbomben mit den rhyolitischen Gesteinsmassen der vulkanischen Gebilde unzweideutig festgestellt, wie solche von Zirkel⁵⁾ so meisterhaft geschrieben worden sind. Aehnlich verhalten sich auch die im Riestuffe eingeschlossenen Schlacken, welche die Lapilli der Eruptionen darstellen. In der Regel ist ihre Substanz noch ganz glasartig. In Dünnschliffen solcher obsidianartiger Lapilli sah ich sehr häufig Trichitenbüschel, wie ein Knäuel von verwirrten Haaren, deren Spitzen etwas über die zusammengeballte Masse hervorstehen. Es bleibt nur noch die abweichende Beschaffenheit einiger bimssteinartig porösen Bomben hervorzuheben, welche von jener der steinigen Bomben durch die glasige Beschaffenheit der zwischen der porösen dunklen, selbst in dünnsten Schliffen kaum durchscheinenden Massen in dünnen, mehr oder weniger parallelen, den Jahrringen im Holz ähnlichen Lagen auf-

5) Zeitschr. d. geol. Ges. 1867. S. 737.

tretenden Lamellen sich auszeichnen. Die Glasstreifen bestehen aus durchsichtiger bouteillenbrauner durch zahlreiche Risse zertheilter Masse ohne merkliche Einschlüsse, während die dunklen Streifen selbst bei grösster Vergrösserung neben den zahlreichen Poren nur unregelmässige Körnchen und pulverförmig zusammengesetzte Klümpchen von tiefbrauner Farbe, welche eben die sie einschliessende Masse in so hohem Grade undurchsichtig machen, aufzuweisen haben. Zugleich sind zahlreiche unregelmässig geformte Körner von opaken Quarz, vielleicht auch noch von andern Mineralien, dieser Masse in den dunklen Streifen eingemengt. Hier, wie überhaupt bei allen vulkanischen Bomben, entspricht die Längenausdehnung der eingeschlossenen Blasenräume der Richtung, in welcher das Material nach und nach eine Streckung erlitt; man beobachtet sogar Blasenräume mit gewundener Form, ganz in der Art, wie die Bombe äusserlich gedreht ist. Am auffallendsten zeigen sich bei den fladenförmigen Schlackenkuchen die Hohlräume ausgeprägt, indem sie genau die zusammengedrückte Form der ganzen Masse angenommen haben und meist linsenförmig breit und niedrig gestaltet erscheinen.

Mit der Feststellung dieser tauartig gewundenen Brocken der Riestuffe als vulkanische Bomben, d. h. als vulkanisch geschmolzene Lava, welche zur Zeit der vulkanischen Thätigkeit im weichen Zustande aus irgend einem Punkte der Eruption emporgeschleudert worden sein muss, haben wir für die Entstehung der Riestuffe einen, nach ihrer ganzen Natur vielleicht unnöthigen, aber gleichwohl augenscheinlicheren und unzweideutigeren Beweis, als jeder andere wäre, gewonnen: Die Riestuffe sind vulkanische Tuffe und Produkte der Eruption eines früheren Vulkans in der Riesgegend. Es wird dadurch im hohen Grade wahrscheinlich, dass für die längs des Albrandes von Stelle

zu Stelle vorfindlichen ähnlichen Tuffgebilde ein gleicher Ursprung angenommen werden darf.

Die Riestuffe bestehen demnach aus einer Grundmasse, die der vulkanischen Asche entspricht, aus in dieser eingeschlossenen Lapilli, die in Form von Schlacken und Bimssteinen ausgebildet sind und endlich aus mehr zerstreut vorkommenden vulkanischen Bomben und Schlackenkuchen. Dazu gesellen sich nun noch fremdartige Einschlüsse der Urgebirgsgesteine — hauptsächlich Granit und hornblendige Gesteine, selten Schiefer — ferner Fragmente von Keuper, Lias, Oolith und Jurakalk. Die granitischen Gesteine sind häufig sehr zersetzt, aufgelockert, rauh, oft trachitähnlich geschmolzen oder stark gebrannt. Da viele auch mit Schlackenmasse umhüllt sind, so ist es unzweideutig, dass sie aus der Tiefe mit emporgeschleudert worden sind.

Die Tuffmassen bilden im Grossen und Ganzen keine regelmässigen Lagen und Schichten, sondern mehr Haufenwerke von kuppiger Form. Die Abgrenzung verschiedener Regionen innerhalb dieser Massen, welche sich durch Wechsel der Farbe und oft auch an der Häufigkeit der Einschlüsse bemerkbar macht, nähert sich daher dem Schalenförmigen wie sie ein Haufwerk zeigen würde, welches durch Uebereinanderschütten von der Zeit nach verschiedenen Massen entstanden ist. Dieser vorherrschende Mangel an einer regelmässigen schichtenartigen Ausbreitung scheint nur als ein Beweis dafür angesehen werden zu dürfen, dass man solche Tuffe als Trockentuffe anzusprechen habe, d. h. dadurch entstanden sich denken muss, dass sie durch stellenweise Uebereinanderhäufungen von vulkanischem Eruptionsmaterial gebildet wurden, ohne dass sie ins Wasser gelangten, und vom Wasser in mehr horizontale Lagen ausgebreitet wurden. Die Zersetzung und Umbildung, welche sie inzwischen durchgemacht haben, ist nur eine Folge ihrer Durchtränkung durch Tagewasser oder

durch Quellwasser. Es ist diese deshalb meist auch nur sehr gering und beschränkt sich in Grossen auf die Neubildung von Kalkspath, welcher häufig in den Blasenräumen der Schlacken, die Wandungen auskleidend und nach innen mit ausgebildeten Krystallspitzen in den Hohlraum ragend, vorkommen. Es ist daher der Tuff meist locker geblieben, selten so fest verkittet, dass er zu einem dauerhaften Baustein sich eignet. Doch kommen auch offenbar geschichtete und durch das Wasser verarbeitete Lagen vor. Die vorherrschenden Farben, grau, gelb röthlich und grünlich, welche die Tuffe besitzen, entsprechen vielleicht verschiedenen Eruptionen.

Für die vulkanischen Tuffe des Rieses, welche wir ihrer Gesteinsnatur nach Rhyolith- und Liparit-Tuffe nennen können, haben wir nun weiter zu untersuchen, in welcher Zeit die eruptive Thätigkeit des Riesvulkans gesetzt werden darf und wo etwa dessen Eruptionspunkt sich befunden haben mag. Daran schliesst sich die weitere Frage, ob auch andere Spuren vulkanischer Thätigkeit sich in den geognostischen Verhältnissen des Rieses wahrnehmen lassen. Vulkanische Tuffe kommen in dem Ries und seiner Umgebung an ungemein zahlreichen Punkten vor, aber stets sind sie auf eine geringe Verbreitung beschränkt und scheinbar ohne Verbindung zerstreut abgelagert. Sie sind aber nicht bloss im Ries selbst oder auf den Rand desselben angewiesen, sondern greifen weit über die nächste Nachbarschaft hinüber. Vorherrschend legen sie sich in Vertiefungen des Jurakalks, oft in spaltenartige Einschnitte des letzteren an, oder sind an die flachen, dem Wasserstoss entgegengesetzten Gehänge älterer Felsmassen angelehnt. Nie werden sie von Jurakalk oder noch älterem Gesteine, wenn dieses nicht dislocirt ist, bedeckt, dagegen enthalten sie, wiewohl nicht sehr häufig, Fragmente von Jurakalk und stehen zuweilen mit eigenthümlichen Kalkbreccien in näherer genetischer Verbindung, welche ein Glied der tertiären Ablagerungen

ausmachen. Mit den tertiären Schichten selbst finden sie sich an mehreren Punkten in Zusammenlagerung, und zwar werden sie von den jüngeren kalkigen Schichten, welche innerhalb des Riesbeckens entwickelt sind, überlagert. Damit ist ihr relatives Alter ziemlich genau festgestellt. Die besten Aufschlüsse, welche diese Art der Lagerung erkennen lassen, findet man zunächst bei Nördlingen an der Ostseite des Marienberges an den Kellern und in den alten Steinbrüchen an dem Stoffelsberg, dann oberhalb M. Offingen und in Lierheim selbst. Der tiefere Untergrund der Hügelreihe, welche von Nördlingen in südlicher Richtung hervortritt und in die einzelnen Erhebungen des Marien- Stoffels- Fuchsberg u. s. w. bis zum Schmähinger Kirchberg und Aalbuck sich bemerkbar macht, besteht aus Urgebirgsmassen in gehobener Lage. In dem Profile neben dem von O. zwischen Marien- und Stoffelsberg zur Höhe ziehende Wege sieht man zu tiefst wohlgeschichtete Dioritschiefer (mit Pistazitadern) in St. 9 mit 45° NW. einfallend und von einem Pegmatitgange durchsetzt. Ueber diesen stark zersetzten Urgebirgstock breitet sich 3—5' mächtig eine Lage von Quarzsandstein aus, der nach oben Urgebirgsblöcke aufnimmt, und endlich einem wahren Blockwerk von meist scharfkantigen wirr durcheinander liegenden Urgebirgsstücken verschiedener Art Platz macht. Diese grossbrockige Urgebirgsbreccie besteht vorherrschend aus hornblendehaltigen Urgebirgsgesteinsarten, Diorit, Hornblendeschiefer, Hornblendegneiss neben Granit, welche unten durch ein sandiges Bindemittel, nach oben von feinem Urgebirgsgrus und endlich von vulkanischer Asche verkittet oder zu einer Gesteinsmasse verbunden sind. Diese Lage wird nun unmittelbar vom Süsswasserkalk bedeckt, der in seinen untern Bänken die *Helix* des Horizontes von Zwiefaltern, in den oberen *Cypris* in Unzahl enthält. Endlich zeigt sich an dieser Stelle noch Diluvialgeröll und zu oberst Löss, welche den Tertiärkalk bedecken. Ein ähnlicher Auf-

schluss war früher an den Kellern und auf der Höhe des Marienfelsens vielfach zu sehen, jetzt sind die Profile durch Mauerung meist wieder verdeckt.

Aehnlich verhält sich das Profil in Lierheim, welches um so wichtiger ist, weil hier sehr schöner, grobkörniger rother Granit deutlich als anstehendes Gestein die Unterlage ausmacht, auf der zunächst eine bunte grossbrockige Breccie theils aus Urgebirgsfragmenten, theils aus Jurakalk, Keuper und Dogger gebildet sich ausbreitet und nach Oben in vulkanischen Tuff übergehend, auf halber Höhe des Wegs im Dorfe von sandigem Kalk voll der charakteristischen Rieshelix (*Helix Lartetii*)⁶⁾ bedeckt wird in vollständiger Uebereinstimmung, wie am Stoffelsberg. Solchen Urgebirgsbreccien aus oft gigantischen Brocken bestehend begegnen wir fast überall im Ries, wo Tuffe entwickelt sind. Besonders merkwürdig sind diese Breccien, wenn Urgebirgsgrus die Zwischenräume zwischen den einzelnen Brocken ausfüllt und die durch kieselige oder kalkige Infiltrationen erhärtete Masse ein ähnliches Aussehen, wie das Urgebirge selbst gewinnt. Es entstehen auf diese Weise Urgebirgsbreccien, welche sich oft schwierig von normalen, durch unzählige Klüfte zersprengten, vielfach in kleinen Parthieen verschobenen und breccienartig zertrümmerten, dabei oft durch Zersetzung sehr unkenntlich gewordenen Urgebirgsfelsarten, wie sie im Ries so häufig sind, unterscheiden. Namentlich ist diess bei gewissen regenerirten Graniten der Fall, bei welchen rothgefärbte Tuffe das Bindemittel abgeben. Am schönsten fand ich solche regenerirte Granite am Wege zwischen Lierheim und Appenhofen. Erst genauere Untersuchungen lehren

6) Nach der Mittheilung und Bestimmung Sandberger's an zahlreichen Exemplaren, die ich im Gesamtgebiete des norddanubischen Süsswasserkalks gesammelt habe und nicht *Helix sylvestrina*.

uns bei solchen Vorkommnissen die heterogenen Arten von Urgebirgsfelsarten, welche in Brocken dicht aneinander gedrängt liegen, und die Ungleichheit der Streichrichtungen bei krystallinischen Schieferstücken als zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal solchen regenerirten Urgebirgs erkennen, wenn nicht vielleicht irgend ein Stück grellrothen Keuperlettens oder weissen Jurakalks, welche sich mit anderen Brocken von benachbarten Sedimentgebilden zuweilen auch den Urgebirgsfragmenten beigesellen, als Verräther sofort uns in die Augen sticht und vor längerem Zweifel bewahrt.

Misslich bleibt die zuverlässige Unterscheidung bei schlecht aufgeschlossenen Profilen, wenn Breccien unmittelbar auf anstehendem Urgebirge aufruhend, oder wo nur Blöcke auf der Oberfläche zerstreut sich finden, so dass es nicht in allen Fällen sicher zu ermitteln ist, ob man anstehendes Gestein oder nur lose Brocken vor sich habe. Das Gestein in diesen Breccien zeigt sich oft in hohem Grade zersetzt und aufgelockert. Unter allen das lehrreichste Beispiel findet sich in einem Hohlweg an der Südseite des Spitzbergs, wo durch Benützung des Granitgruses als Sand der Hohlweg beiderseitig zu einer Art Sandgrube erweitert wurde. Hier stösst man auf mächtige Massen granitischer Gesteine, mit welchen hornblendehaltige Stücke, hie und da auch ein Brocken von Keupersandstein und grellfarbigem Keuperletten in chaotischem Durcheinander vergesellschaftet sind. Alles ist in hohem Grade zersetzt und aufgelockert, so dass sich die granitischen Stücke wie lockerer Sand heraushauen, die quarzarmen hornblendigen Fragmente, welche nicht selten von Pistazitschnürchen durchsetzt sind, wie Thon oder Seife schneiden lassen. Besonders merkwürdig ist, dass bei dieser völligen Umsetzung die Hornblende nicht, wie gewöhnlich, in eine Eisenoxydhydratsubstanz verwandelt wurde und dem Ganzen eine schmutzig braune Färbung mitgetheilt hat, sondern ihre

dunkelgrüne Farbe beibehaltend in eine grünerdeartige Substanz, oder auch in eine lichtgelblichgrüne fettig anzufühlende Nontronit-ähnliche Mineralmasse übergeführt erscheint, neben welcher das weisse Zersetzungsprodukt des Feldspaths theils als Kaolin, theils als ein Steinmark-artiges Mineral grell sich abhebt. Findet sich daneben ein rother Streifen von Keuperletten, so gewinnt das Ganze ein äusserst buntes Aussehen. Diese und ähnliche Zersetzungen und Umbildungen begleiten die Urgebirgsbreccien, wo sie sich finden, in bald höherem, bald geringerem Grade durch das ganze Ries. Ganz frische Urgebirgsstücke zu erhalten, hält daher sehr schwer, und selbst in dem anscheinend an wenigsten angegriffenen rothen Granit von Lierheim zeigt sich der schwarze Glimmer z. Th. in eine Rotheisensubstanz verwandelt.

Was das Verhältniss dieser Breccie zu dem vulkanischen Tuff anbelangt, so weist schon das Auftreten von Tuffmasse gleichsam als Verkittungsmittel der Breccien auf einen genetischen Zusammenhang hin. Deutlicher noch stellt sich dieses Verhältniss durch den allmählichen Uebergang von Breccien in auflagernden Tuff fest, wie es sich an mehreren Orten beobachten lässt, indem die Urgebirgsfragmente nach oben seltener werden und dafür die Tuffmasse die Oberhand gewinnt. Auch die stellenweis reichliche Beimengung von Urgebirgsbrocken im Tuff entspricht demselben Verhältnisse. Es ist nicht zweifelhaft, dass ein guter Theil der Urgebirgsfragmente in den Breccien durch vulkanische Thätigkeit aus der Tiefe nach Art der Bomben emporgeschleudert wurden. Ein Beweis hiefür liegt in der Thatsache, dass viele der beschriebenen Bomben Urgebirgsstücke eingeschlossen enthalten oder doch mit solchen verbunden, gleichsam an dieselbe angeschmolzen sind. Daraus erklärt sich wohl auch der Fund einzelner Urgebirgsstücke entfernt von Tuff- oder Breccienablagerungen auf den Platten der benachbarten Juraberge. Auch zeigen viele (nicht alle) in dem Tuff ein-

geschlossene Urgebirgsfragmente eine eigenthümliche Art der Umwandlung, welche darin besteht, dass Feldspath und Quarz opak, der Glimmer zerrissen, das ganze Gestein rauh, trachytartig geworden ist. Solche Veränderungen können wohl zum Theil auch als Folge einer Umänderung durch Feuchtigkeit betrachtet werden. Indess treten hier Erscheinungen hinzu, welche wenigstens andeuten, dass der Zustand vieler solcher Urgebirgstücke mit der Annahme einer erlittenen Einwirkung von Wärme nicht im Widerspruche steht.

In Uebereinstimmung mit der aus den Profilen von Stoffelsberg und von Lierheim gefolgerten Lagerungsweise des vulkanischen Tuff über allen älteren Sedimenten und selbst über dem offenbar bereits tertiären Sande steht auch das Profil in einer Sandgrube neben der Strasse oberhalb M. Offingen. Im Grunde dieser Grube beobachtet man auf der N. Seite mittelkörnigen röthlichen Granit, welcher sich gegen die Höhe des Strassengehanges aufwärts zieht und von einem Gange Pegmatit-artigen Granits durchsetzt wird. Der Granit sieht gewissen Varietäten des Spessarts sehr ähnlich und enthält in feinsten Pünktchen ein Orthit-ähnliches Mineral. Ein schmaler Schwerspathgang durchzieht an dieser Stelle den Granit. Der S. Theil des Untergrundes ist aus grauem Glimmergneiss gebildet. Granit und Gneiss endigen nach Oben mit einer sehr unebenen bald vorspringenden, bald vertieften Oberfläche. Diesen Unebenheiten folgend legt sich darüber Quarzsandstein, der in eine Art Quarzbreccie verläuft und grosse Aehnlichkeit mit dem sog. Braunkohlensandstein besitzt. Erst auf diese ebenfalls sehr uneben abgegrenzte Sandsteinlagen folgt der vulkanische Tuff, der unten vollgespickt ist mit Urgebirgsfragmenten und an einzelnen Punkten fast reine Urgebirgsbreccie darstellt, nach oben dagegen in reinen Tuff verläuft. Dieser Tuff wird oben in einer nahezu horizontalen, schwach welligen Lage von zu unterst sandigen wohlgeschichteten Bänken eines

Süsswasserkalks voll *Cypris* und *Paludinen* (der kleinen *Litorinella acuta*) bedeckt, denen höher dann unregelmässige Süsswasserkalkmassen von wulstiger schaliger Absonderung — die sog. Schalenkalke — folgen.

Nach diesen Nachweisen ist der geognostische Horizont der vulkanischen Tuffe zwischen den Quarzsandstein und den *Cypriskalk* einzustellen. Aus Gründen, die an einem andern Ort ausführlich besprochen werden sollen, ist dieser gewissem Braunkohlensandstein vergleichbare Quarzsandstein bereits vom miocänem Alter, während die *Cypris* und *Litorinellen* enthaltenden Kalke im Alter den Litorinellen Kalken im Mainzer Becken entsprechen. Wir haben also anzunehmen, dass die Thätigkeit des Riesvulkans in die Mitte der Miocänzeit fällt und, wie die Erscheinungen uns belehren, von verhältnissmässig kurzer Dauer war, wenn wir nicht gewisse Erscheinungen als deren Folgen noch hinzurechnen, nämlich die Entstehung der Schalenkalke, über welche später einige Bemerkungen folgen werden.

Sind diese vulkanischen Tuffe das Erzeugniss der Eruptivthätigkeit von vulkanischen Erscheinungen, so fragt man wohl mit Recht nach den Bestand des Vulkans selbst. Ein solcher fehlt aber jetzt im ganzen Ries ohne allen Zweifel; nirgends bemerken wir irgend einen vulkanischen Schuttkegel, eine kraterähnliche Bildung oder Lavaströme. Das Einzige, was ausser den Tuffen an vulkanische Bildungen erinnert, ist das oft genannte Gestein vom Wenneberg, welches z. Th. als Basalt,⁷⁾ z. Th. als dichter Trass beschrieben wurde. Dieses Gestein kommt zwischen gneissartigen Urgebirgsfelsmassen in einem gangartigen Stocke vor und scheint nach den bisherigen Aufschlüssen, welche man durch Steinbruchsarbeit gewonnen

7) In der Bavaria habe ich dieses Gestein ebenfalls als Basalt bezeichnet, ein Irrthum, der erst jetzt bei näherer Untersuchung sich ergeben hat.

hat, nicht oberflächlich gelagert, sondern in die Tiefe nieder zu gehen. Ein Steinbruch hat eben jetzt die zur Pflasterung für Nördlingen benützte Gangmasse bis zur Tiefe von 18' verfolgt. Das Gestein ist schwarz mit einem Strich in's Graue, sehr hart, aphanitisch, dicht-steinig mit nur spärlichen Mineralausscheidungen, hauptsächlich von runden Quarztheilchen und Glimmer. Der Quarz ist theils wasserhell, theils dunkel und gelblich gefärbt; letztere Theile wurden früher wohl für Olivin angesehen. Neben dem Quarz ist am häufigsten brauner Glimmer ausgeschieden. Seine matte Farbe, sein zerrissenes Aussehen und der Mangel an elastischer Biegsamkeit in dünnen Blättchen spricht für einen hohen Grad begonnener Zersetzung. Weisse Krystallausscheidungen zeigen sich nur hie und da. Ein Theil derselben kann als Feldspath gedeutet werden, ein Theil sieht zeolithartig aus und ein Theil besteht aus Kalkspath, da er sich unter Brausen in Säuren löst. Sehr vereinzelt stellen sich dunkelgrüne weiche grünerdeartige Ausscheidungen ein, welche in runden hell umsäumten Parthieen auftreten. In den sehr schwierig, in zureichend durchsichtigen Blättchen herzustellenden Dünnschliffen löst sich, abgesehen von den so eben erwähnten grösseren Ausscheidungen, die ganze anscheinend dichte oder im höchsten Grade feinkörnige Grundmasse in ein wirres Haufwerk von breiten, der Länge nach gestreiften Nadeln auf, die bei gekreuzten Nicol'schen Prismen gleichmässige Farbenwandelung zeigen und orthoklastischem Feldspathe entsprechen. Eine eigentliche Grundmasse neben diesen im Vergleiche mit den Mikrolithen ziemlich grossen Nadeln konnte ich nicht deutlich gesondert sehen. Einzelne sechsseitige Querschnitte deuten auf Apatit. Grünliche stängliche Ausscheidungen, die zwischen den Feldspathnadelchen eingestreut liegen, lassen beim Drehen des einfachen Nicol'schen Prisma's sehr bestimmt eine Verdunklung der Färbung erkennen, dürfte demnach als der Hornblende zugehörig an-

gesprochen werden. Magneteisentheilchen sind nicht sichtbar. Pulverig körnige, in lockere Klümpchen zusammengehäufte oder auch einzelne zerstreut vorkommende braune, bei gekreuztem Nicol'schem Prisma in der Tiefe der Farbe wenig veränderliche Theilchen liessen sich bei einer 300maligen Vergrösserung nur als aus kleinen Körnchen bestehend erkennen, neben welchen Poren in grosser Anzahl zugleich sichtbar werden. Das Gestein braust ziemlich lebhaft mit Säuren, was auf einen gewissen Grad der Zersetzung hinweist, aber möglicherweise auch nur durch Infiltration von kohlensaurer Kalkerde aus dem benachbarten und überlagernden Süsswasserkalke sich erklären liesse.

Wir besitzen zwei Analysen dieses Gesteins vom Wenneberg, eine von Prof. Schafhäutl und eine von Herrn Röthe, Lehrer der Chemie an der Gewerbeschule in Nördlingen, welche im Wesentlichen zusammenstimmen. Darnach besteht das Gestein aus:

	nach Schafhäutl	nach Röthe
Kieselsäure	63,04	64,21
Thonerde	10,51	15,88
Eisenoxyd	5,10	2,69
Eisenoxydul	—	1,21
Kalkerde	2,14	3,91
Bittererde	7,43	2,24
Kali	6,70	3,90
Natron		1,99
Wasser ⁸⁾	5,08	3,47
	100,00	99,50

Diesem seiner chemischen Zusammensetzung nach schliesst sich das Gestein dem Porphyrit und Liparit an. Im Zusammenhang mit seinem geognostischen Auftreten möchte ich das-

8) In beiden Analysen ist der Antheil, den Kohlensäure an der Zusammensetzung nimmt, nicht bemerkt, ein Theil des Glühverlustes ist also auch auf Kohlensäure zu beziehen.

Gümbel,
Liparit
aus 2. 2. 25

selbe der mannigfach modificirten Reihe des letzteren zuweisen. Am nächsten steht ihm der Gesteinsbeschaffenheit nach die Substanz der steinigen Bomben. Eine Analyse, die ich theilweise durch Herrn Dr. Loretz vornehmen liess, lieferte auch nach der chemischen Zusammensetzung den Beweis sehr naher Uebereinstimmung, indem eine steinige Bombe vom Schmähinger Berg enthielt:

Kieselsäure	66,686
Titansäure	0,890
Thonerde	15,700
Eisenoxyd	5,290
Bittererde	1,880
Kalkerde	3,970
Kali	1,131
Natron	4,473
Wasser und Kohlensäure (Glühverlust) .	0,452
	<u>100,570</u>

Vergleichen wir damit nach den Analysen von Prof. Schafhäütl und Röthe⁹⁾ die Zusammensetzung

- I 1) der schwarzen schlackigen Ausscheidungen im Ries-
tuff (Sch.);
- II 2) des gelben porösen Antheils derselben Masse (Sch.);
- III 3) des gelblichen Theils im Riestuffe von Otting (Sch);
- IV 4) des als Wassermörtel benützten Tuffes von Mauren
am Ries nach Röthe;

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	65,15	67,55	64,91	63,25
Thonerde	10,85	15,065	10,88	13,77
Eisenoxyd	5,10	4,08	5,26	3,59
Kalkerde	2,35	1,97	2,21	3,13
Bittererde	7,85	0,18	7,71	1,68
Kali	5,25	6,70	5,31	3,72
Natron	1,57	2,70	1,59	0,20
Wasser	1,95	1,30	2,00	10,85 (Glühverl.)
	<u>100,07</u>	<u>99,53</u>	<u>99,87</u>	<u>100,19</u>

9) N. Jahrb. 1863 S. 169.

so finden wir ein so nahe gleiches Verhältniss der Bestandtheile, dass dadurch die Zusammengehörigkeit des Wenneberggesteins mit dem Riestuff auch von dieser Seite ausser Frage gestellt wird. Dagegen ergeben sich unter den sog. Vulkan-Tuffen anderer Gegenden wenig Analogien. Hauptsächlich weichen die Riestuffe durch ihren hohen Gehalt an Kieselsäure ab und zeichnen sich zugleich durch Thonerde- und relativ grösseren Kaligehalt aus. Die vulkanischen Aschen noch thätiger Feuerberge enthalten nur 47—59% Kieselsäure und vorwaltend Natron neben wenig Kali, und ähnlich verhält sich auch Puzzulan. Die Palagonit- und Basalttuffe erreichen in ihrem Kieselsäuregehalt kaum 50% und der oft mit dem Riestuff zusammengestellte Trass nur 49—57% Kieselsäure und enthält grosse Mengen von Wasser. Am nächsten stehend erweist sich der Trachyttuff namentlich jener des Siebengebirgs, welcher annähernd gleichen Kieselsäure- und Alkaliengehalt besitzt. Dadurch ist der engere Anschluss unseres Tuffs an die trachytischen Eruptivmassen angedeutet und wir dürfen denselben mit um so grösseren Rechte als Rhyolithtuffe bezeichnen. Auch lässt die schalig-körnige Absonderung des glasigen Antheils der Schlacken eine entschiedene Annäherung am Pechstein und Perlstein erkennen.

Wir betrachten das derbe Wenneberggestein als die gangförmig auftretende Lavaform der Eruptionen, welchen andererseits die Riestuffe ihren Ursprung zu verdanken haben.

Ehe wir über den örtlichen Ursprung des Riestuffs weitere Mittheilungen machen, dürfte hier die geeignete Stelle sein, die unserer früheren Bezeichnung der Riestuffe als vulkanische entgegenstehende Ansicht des Herrn Professor Schafhäutl anzuführen. Professor Schafhäutl¹⁰⁾

10) N. Jahrb. 1849 S. 641.

betrachtet Alles, was man im Ries Granit oder Gneiss nennt, so wie sie z. Th. auch als sog. zersetzte Massen bezeichnet werden, als eine ursprüngliche Bildung in dem Zustand, in welchen sie sich noch heute finden, entstanden. Diese Bildung sei nur eine Fortsetzung jener vom bayerischen Walde; im Ries habe der nach und nach vertrocknende Granitbrei einen kleineren Raum eingenommen, in Folge dessen sei die nicht mehr unterstützte Decke eingebrochen und habe an den dadurch entstandenen Spalten durch den Druck der zusammenbrechenden Kalkmasse den granitischen und dann den Pechstein-artigen Teig herausgepresst. Das zugleich mit empor gedrungene Wasser, reich an kohlensaurer Kalkerde habe dann das Material zu den Süßwasserkalkablagerungen geliefert, welches in solcher Menge undenkbar durch die Flüsse hergebracht sein könne. Die Unmöglichkeit, dass der sog. Trass des Rieses von einem Granit-Magma abstamme, hat bereits Delesse¹¹⁾ schlagend aus der Differenz ihrer Zusammensetzung nachgewiesen. Es ist in dieser Beziehung nichts weiter zuzufügen nöthig. Was aber die sonstige theoretische Vorstellung der Tuffbildung, des Süßwasserkalkabsatzes und der topischen Entstehung des Rieses anbelangt, so widersprechen derselben alle Beobachtungen der Lagerung, des Verbandes der Gesteine namentlich der Tuffe mit den Urgebirgsfelsarten, insbesondere auch die Art und Weise der Ausbildung der Kalkmassen, wie sich aus dem bereits früheren Mitgetheilten zur Genüge ersehen lässt. Um nur an einem Beispiele den Widerspruch anzudeuten, welcher zwischen der theoretischen Annahme und der Thatsache, wie sie die Beobachtung an die Hand gibt, hervortritt, mag es genügen, daran zu erinnern, dass die Bildung der granitischen Gesteine des Riesgegend

11) N. Jahrb. 1850. S. 314.

von jener der Riestuffe, wie es nach der Zwischenlagerung auf's unzweideutigste nachweisbar ist, durch die unendlich langen Zeiten der Primär- und Sekundärperiode und sogar auch noch eines guten Theils der Tertiärperiode von einander getrennt liegen, anstatt ein und demselben Erguss von Material anzugehören.

Die auffallendste geognostische Erscheinung, welche sich im Riesgebiet in grossartigsten Maassstab zu erkennen gibt, ist die höchst beträchtliche Dislokation fast aller hier vorkommenden Gesteinslagen. Denken wir uns einen Augenblick in die Zeit vor der Riesbildung zurückversetzt, so erstreckte sich damals zweifelsohne das Juragebirge ohne Unterbrechung vom Hahnenkamm quer über die jetzige Riesgegend zum schwäbischen Härtfeld und reichte südlich über den jetzt abgebrochenen Rand, dessen Senkungsspalte zur Zeit die Donau zu ihrem Flussbett erhalten hat, weit noch nach Süden fort. Nordwärts folgten in aufsteigender Altersfolge die verschiedenen Jura-, Dogger- und Liasstufen bis zum Keuper, an dessen vorragenden Höhen sie sich anlehnten. Der allgemeinen Einsenkung nach S. zu entsprechend verflachen sich sämtliche Schichten vom Keuper weg in südlicher Richtung so stark, dass in der Donauegend bereits die oberste Jurastufe nahe bis zur Thalsole eingesenkt erscheint, während die tiefere Juraschichtenlage des Schwammkalkes am Hesselberg noch eine normale Höhe von etwas über 2000 Fuss aufweist. Die allgemeine Beckensenkung reicht jedoch nicht hin, die Höhenlage der Gesteine im Ries, so wenig, wie das plötzliche Aufhören der jurassischen Gebilde am Donauthale zu erklären. Hier hat eine andere Einwirkung stattgehabt. Der plötzliche, gewaltsame Abbruch des Juragebirgs am Donauthalrande steht im Zusammenhange mit einer Versenkung eines anderen grösseren Theils der Kette in die Tiefe der Donauhochebene, wie ich an anderen Orten

gezeigt habe¹²⁾). Aus dem Fehlen der älteren, d. h. oligocänen Tertiärablagerungen an diesem südlichen Jurarande und aus der unverrückten Lagerung der nächst jüngsten neogenen oder miocänen Ablagerungen daselbst ist mit Grund zu schliessen, dass dieser Abbruch und diese Versenkung einer grossartigen Jurafelsmasse zwischen die oligocäne und miocäne Zeit fällt. Mit dieser Senkung stand aber stellenweis eine Hebung im Zusammenhange wie diess z. B. bei Donauwörth längs des Gebirgsrandes zu sehen ist, an welchen öfters selbst Liasschichten zwischen Jurakalk eingeklemmt bis zu Tag emporgeschoben lagern; während daneben und darüber die Meeresmolasse voll *Ostrea Gingensis* ganz ruhig und unverrückt ausgebreitet ist. Werfen wir einen nur flüchtigen Blick in's Ries, so ergibt sich sofort die Analogie mit den Erscheinungen am Donauthalrande, und wir gewinnen für die scheinbar unmotivirt und vereinzelt stehende geologische Erscheinung der Riesbildung hiermit einen innigsten Zusammenhang mit einem der grossartigsten Phänomene der Tertiärzeit, der Bildung und Ausfüllung der Donauhochebene, welche in die Oberflächengestaltung aller mitteleuropäischen Länder tief einschneidet. Es ist jene wichtige Zeit, innerhalb welcher der bis dahin dem Osten allein zugewendete Wasserabzug der ganzen Nordalpen sich in das dreigliedrige Wassergebiet der Donau, des Rheins und der Rhone theilte. ✕

Im Ries und in der durch das jetzige Wörnitzthal angezeigten Gebirgszerspaltung, die vom Ries in mehreren Parallellinien bis zum Donauthalrande durchreicht und in ähnlicher Weise radienförmig rings um das ganze Ries tief über die benachbarte Gegend sich erstreckt, lagern die heterogensten, verschieden-alterigen Gebilde in nahezu gleichem

12) Bavaria Bd. III Buch IX S. 3, 5 u. s. w.

Horizonte, Granit neben Keuper oder Lias oder Dogger oder jüngstem Jurakalk, die älteren Gesteine an vielen Stellen über jüngere geschoben, während eine ältere von den Dislokationen unberührt gebliebene Ablagerung, als der neuentertiäre Süsswassersandstein, nirgends zu entdecken ist. Stellen wir diesen Sandstein im Alter jener Meeresmolasse am Donaurande gleich, wie es ihre Lagerung unter dem Süsswasserkalke andeutet, so haben wir hier vollständige zeitliche Uebereinstimmung zwischen den Erscheinungen, welchen der Rieskessel seine Entstehung zu verdanken hat, mit jener Katastrophe, welche den Abbruch des Juragebirgs am Donauthalrande bewirkte. Genau dasselbe Alter ist auch für die Riestuffe nachgewiesen worden, und es ist daher sicher begründet, wenn wir den Riestuff mit der Bildung des Rieskessels und demgemäss die letztere mit vulkanischer Thätigkeit in genetischen Zusammenhang bringen. Die Riestuffe sind nicht Ursache der Entstehung des Rieses, sondern Folgen derselben vulkanischen Erscheinungen, welche auch die Rieseintiefung bewirkten. Betrachten wir nun die das Ries umgebenden Gesteine älterer Zeit, so sind für dasselbe die zwei Verhältnisse von ganz besonderer Wichtigkeit, welche sich auf das Vorkommen von krystallinischen Felsarten und auf die Lagerung der jurassischen Gebilde beziehen.

Man hat das Erscheinen von granitischen Gesteinen im Ries vielfach in der Art gedeutet, dass dieselben nur als aus der Tiefe hervorgeschleuderte Fragmente ohne Zusammenhang mit einem tieferen Urgebirgsmassiv anzusehen seien. Die Untersuchung fast aller Stellen, an welcher solche Urgebirgsfelsarten in und am Ries sich zeigen, lässt mich diese Auffassung nicht theilen, sondern führt vielmehr in zahlreichen Fällen zu der Annahme, die zu Tag tretenden Gebirgstheile nur als das obere, zur Oberfläche gehobene Ende grösserer, unter dem jüngeren Gestein lagernder Urgebirgsmassen anzusehen. Hierzu bestimmen mich die Beobachtungen

der oft örtlich sehr ausgedehnten Verbreitung solcher Urgebirgsfelsmassen, die Art ihrer Lagerung unter sich und zu den benachbarten Gebilden, sowie ihre Gesteinsbeschaffenheit.

In dem grossen Einschnitte am Reisberge zunächst W. von Nördlingen beobachtete ich bei dem Bau der Eisenbahn fast längs der ganzen Sohle des Einschnitts ein ununterbrochen fortlaufendes Urgebirgsmassiv, welches vorherrschend aus Dioritschiefer und Hornblendegneiss bestehend regelmässig in St. 9 mit 70° südöstliches Einfallen zeigten und ganz den Eindruck eines Urgebirgsmassiv machten, um so mehr, als auch auf der Gegenseite des Berges bei der Lodenwalkmühle dasselbe Gebilde ansteht und unzweifelhaft mit ersterem im Zusammenhang stehend einen ganzen Berg ausmacht. Einen solchen Bergstock, wie ihn der Reisberg darstellt, für ein blosses Fragment zu halten, scheint mir nicht zulässig. Auch rings um die Marienhöhe und den Stoffelsberg finden sich namentlich durch die vielen Keller in lehrreichen Profilen aufgeschlossen grossartige, zusammenhängende Urgebirgsfelsmassen. Sie zeigen am Engelwirthskeller dasselbe Streichen, wie am Fuchswirthskeller des Stoffelbergs bei bald NW. bald SO. Einfallen. Es wechselt hier Glimmergneiss mit Hornblendegneiss; doch bleibt auch in dieser Gruppe, wie am Reisberge, Dioritschiefer vorherrschend. Granitgänge und Adern durchschwärmen die krystallinen Schiefer und verstärken den Eindruck des anstehenden Urgebirgs wesentlich. Auch in anderen Gegenden des Rieses stossen wir ganz auf dieselben Verhältnisse. Oberhalb M. Offingen z. B. liefert der auf der Nordseite einer Grube anstehende Granit mit Pegmatit und Schwerspathgängen im Verhalten zu dem an der Südseite entblössten Glimmergneiss ganz das Bild, wie wir es so tausendfach sich in Urgebirgsdistrikten wiederholen sehen. Weniger günstig für unsere Annahme scheint für den ersten Augenblick das Verhalten von Gneiss-

schichten am Keller von Itzing zu sein. Hier steht an einer hohen Wand in grossen Massen Gneiss an, der von dünnen Granitadern durchsetzt wird. Unter dieser Gneisswand aber gewahrt man eine Parthie von wirr durcheinander liegenden Urgebirgsfelsbrocken von Gneiss in verschiedenen Varietäten und von Granit durch einen granitartigen Sand zu einer Breccie verbunden, welche die Unterlage der Gneissmasse auszumachen scheint, und demnach durch das Unterteufen unter die Gneissmasse letzterer den Stempel eines wenn auch kolossalen abgerissenen Felsblockes aufdrücken würde. Nähere Untersuchung der im Keller fortsetzenden Gebilde lehrt aber, dass diese Breccie seitlich an den Gneissstock angelehnt ist und nur in eine Unterhöhlung des letzteren hineinragt.

Was nun im Allgemeinen den Charakter dieser Urgebirgsfelsarten anbelangt, so ist derselbe durch das Vorherrschen von Hornblende-haltigem Gestein und röthlichem Granit ausgezeichnet. Dasselbe ist auch bei allen den Bruchstücken der Fall, welche als Einschlüsse in den Breccien im Ries eine so grossartige Verbreitung gewinnen zum Beweise ihrer Zusammengehörigkeit zu einem ursprünglichen Urgebirgsmassiv. Suchen wir aber eine Analogie der Gesteinsbeschaffenheit mit anstossenden Urgebirgsdistrikten, so finden wir dieselbe annähernd nur in dem Gestein vom Odenwald und Spesshart, während eine weit entferntere Aehnlichkeit mit jenem des ostbayerischen Grenzgebirgs besteht. Mit diesen Urgebirgsparthieen treten aber nirgend ältere sedimentäre Gebilde in Verbindung. Das älteste Gestein, welches ausserdem im Ries bis jetzt beobachtet wurde, ist Keuper und zwar so viel sich aus kleinen Bruchstücken beurtheilen lässt, Stücke der jüngeren Stufen desselben. Ueberall treten die Urgebirgsmassen in unregelmässigen Verband zu den ihnen auf- und angelagerten Keuper-, Lias-, Dogger- und Juraschichten und es lässt sich in allen ein-

zellen Fällen aus den gegenseitigen Zusammenlagerungsverhältnissen nachweisen, dass die Gebilde nur in Folge von erlittenen Dislokationen in so abnormem Verbande sich befinden können. Weder Lias noch Dogger oder Jurakalk hat sich im Ries auf einem granitischen Untergrunde abgelagert, wohl aber ist diess der Fall bei den Tertiärgebilden. Die Urgebirgsfelsarten haben mithin nicht ursprünglich in der Lage, in der wir sie jetzt sehen, die unmittelbare Basis der Riesgegend ausgemacht, und sind etwa einfach in Folge der Zerspaltung der jurassischen Berge entblösst worden, sondern sie müssen aus tieferem Untergrunde gewaltsam emporgeschoben worden sein. Diese Vorstellung wird durch die Thatsache bekräftigt, dass auch der Keuper, der Lias und vielfach selbst der Dogger, welche in dem Ausbruch des Rieskessels an so vielen Stellen in abnormen Verbande auftauchen, an solchen Stellen sich nicht vermöge des ihnen zukommenden geognostischen Horizontes im Vergleich zu der Entwicklungsstufe des den Riesrand umrahmenden Jurakalks vorfinden könnten, und dass man auch bei ihnen nothgedrungen ein Emporgeschobensein aus tieferer Lage voraussetzen muss. Die ununterbrochene Fortsetzung der Lias-, Dogger- und Juragebilde in geognostisch-normaler Lage im N. des Rieses von Thannhausen über den Oettingerforst zum Hahnenkamm, die unverrückte Stellung, welche die verschiedenen Stufen des Jurakalks, ihre Einsenkung gegen S. abgerechnet, westlich und östlich vom Ries zeigen, liefern ferner den unzweideutigen Beweis, dass dieses abnorme Aneinanderstossen der verschieden-alterigen Felsmassen auf gleichem Horizonte im Ries sich nicht durch eine blosse Senkung erklären lässt. Für die Jurakalke wäre diess allerdings zulässig, weil viele Stücke derselben jetzt tiefer vorkommen, als ihre abnorme Lage im Gebirge ist; aber bei Gebilden, wie der Lias und der Keuper, welche im Ries höher liegen, als es nach ihrem geognostischen Horizonte der nächsten

Nachbarschaft möglich gedacht werden darf, kann ihr Vorkommen auf relativ höherem Niveau doch wohl nicht durch eine Versenkung bewirkt worden sein.

Wir sehen im Ries als erste auffallende Erscheinung mithin eine hebende Dislocirung, welche bewirkte, dass Urgebirgsmassen aus unbekannter Tiefe bis zum Niveau der jurassischen Schichten, Keuper, Lias und Dogger stellenweis bis zu jenem des Jurakalkes verrückt wurden. Diese Hebungserscheinung ist als die Fundamentalursache der Bildung und Gestaltung des Riesbeckens anzusehen. Hat aber eine Hebung stattgefunden, so müssen sich an diese noch vielfache andere Erscheinungen angereiht haben. Eine solche Hebung kann nicht gedacht werden, ohne dass auch die Schichten der Nachbarschaft in Mitleidenschaft gezogen worden sind. Wir beobachten in der That rings am Riesrande in den jurassischen Schichten die auffallendsten Schichtenstörungen, welche sich bis auf sehr beträchtliche Entfernungen erstrecken. Zunächst weisen die Beobachtungen in zahlreichen Stellen nach, dass die Jurakalkschichten vorherrschend in der Richtung vom Innern des Rieskessels wegfallen und zwar ungefähr radienförmig, wie es bei einer Hebung etwa von der Mitte des Rieses aus der Fall sein müsste. So fallen z. B. die Jurakalkbänke bei Heroldingen nach S. u. SO, bei Gössheim rein nach O., bei Wemding nach NO., bei Ehingen nach NW., ebenso bei Hausen, Fremdingen, und Dirgenheim, bei Uzmemmingen und Hohlheim nach SW., bei Ebernheim und im Aalbuch nach S., ebenso am Hahnenberg und bei Lierheim. Doch fehlt es nicht an sehr zahlreichen Ausnahmen und namentlich begegnen wir vielfach einer dem Rieskessel zugewendeten Einfallrichtung, auf deren Erklärung wir später zurückkommen werden. Indess darf man auf diese Schichtenstellung kein zu grosses Gewicht legen, weil nach der ersten Aenderung in den Schichtenlagen durch vielfache, spätere, nicht immer deutlich erkennbare Einwirk-

ungen z. B. Auswaschungen etc. wohl öfter nachträgliche sekundäre Dislocirungen, Rutschungen, Ueberschiebungen, Gleitungen unter sehr verschiedenen Einfallrichtungen sich werden ereignet haben. Es zeigt sich daher das ganze Gebirge der Nachbarschaft wie zerstückelt; zahllose Spalten streichen radienförmig durch die Gesteinsschichten und nicht selten stossen wir auf spiegelglatte parallelgestreifte Rutschflächen, längs welcher einzelne Gebirgtheile aneinander verschoben wurden.

Als eine weitere Erscheinung, welche mit einer Erhebung im Ries in Zusammenhang gebracht werden muss, ist das Vorkommen und die Bildung sehr zahlreicher Breccien, sowohl von Urgebirgsfelsarten, als auch von Kalk namhaft zu machen. Eine Betheiligung von Urgebirgstrümmern an der Zusammensetzung der vulkanischen Tuffe des Rieses haben wir schon früher zur Sprache gebracht. Noch häufiger als im Tuffe bilden solche scharfkantige Urgebirgsbrocken zusammengehäuft, anstatt durch Tuff, durch Urgebirgsdetritus, granitischen Sand und Kieselerde verbunden mächtige Lagen neben den gehobenen Urgebirgsgruppen. In vielen Fällen stellen sie wahre Reibungsbildungen vor. In andern Fällen erscheinen sie vermengt mit anderen Gesteinsstücken des Keupers oder jurassischer Bildungen selbst, wie bei Wemding, über normal horizontal gelagertem Jurakalk abgesetzt. Dass solche Urgebirgsbreccien über Jurakalk, welcher sich noch in seiner normalen Höhenlage befindet, nicht durch eine Senkung entstanden sein können, ist an sich klar, wie denn überhaupt alle Erscheinungen, welche bei solchen Ablagerungen im Ries zum Vorschein kommen, übereinstimmend auf ihre Entstehung in Folge dislocirender Hebungen hinweisen.

Wie die Urgebirgsbreccien verhalten sich auch viele Kalkbreccien. Sie sind das Erzeugniss einer gewaltigen Zerrüttung und Zertrümmerung, welche die Kalkfelsmassen

erlitten haben. Nachweislich geschah diess zu einer Zeit, welche annähernd mit jener der Entstehung der Urgebirgsbreccien und der Tuffbildung zusammenfällt, wenigstens einer gleichen Bildungsperiode angehört. In vielen Fällen ist die Breccie unzweideutig und sichtbar als Reibungsbreccie der nächst benachbarten Jurakalkfelsmassen zu erkennen. Südlich von Lierheim gegen den Thiergarten ist eine solche Bildung entblösst, die statt vieler anderer als belehrendes Beispiel dienen kann. Die Breccie ist hier in Lagen entwickelt, welche mit den anstehenden Jurakalkschichten zu wechseln scheinen, aber in der That nur bei der steilen Aufrichtung der Kalkbänke zwischen den bald vorstehenden härteren, bald zurücktretenden, weicheren, daher tief unterhöhlten Lagen eingefügt sind, so weit die Hohlräume Platz gewährten. Die anstehenden Jurakalkschichten vom Alter der tiefsten Lagen, welche *Ammonites tenuilobatus* enthalten, sind der Art zertrümmert, von Rissen und Rutschflächen durchzogen, dass sie selbst ein Breccien-ähnliches Aussehen gewinnen, welches um so täuschender ist, als diese Klüfte häufig wieder durch Kalksubstanz ausgefüllt und dadurch das Bild einer Breccie in hohem Grade nachgeahmt wird. Nicht selten tritt die Kalkbreccie direkt und unmittelbar mit dem vulkanischen Tuff in Beziehung.

Wir sehen eine solche Verbindung sowohl in dem grossen alten Tuffbruche bei Altenbürg, als am Heerhof in der Art, dass die Kalkbreccie zwischen Jurakalk und Tuff eingeklemmt erscheint und Stücke des Breccienmaterials selbst noch in den Tuff mit übergehen. Die Breccienbildung ging demnach der Ablagerung des Tuffs unmittelbar voraus und verhält sich genau so, wie die Urgebirgsbreccie. Eine höchst bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieser Kalkbreccie, an welche Tuffmassen sich anschliessen, und zwar nur dieser, ist ihre grauliche Färbung. Sie rührt von dem Gehalte des Kalkes an bituminösen, d. h. organischen Beimengungen her, welche

durch eine Erhitzung bis zu einem gewissen Grade verkohlt wurden. Genau denselben Farbenton nehmen die an sich weissen oder gelblich weissen Jurakalkstücke aus den nächst anstehenden Felsen der Schichten mit *Ammonites tenuilobatus* an, wenn wir sie künstlich mindestens bis zur Temperatur der schwachen Rothgluth erhitzen. Wir haben durch diese Färbung gleichsam einen Thermometer, welcher uns über den Höhengrad der bei der Bildung der Breccien und des Tuffs stellenweise herrschenden Wärme Aufschluss ertheilt.

Eine andere höchst bemerkenswerthe Erscheinung, welche mit dem Vorkommen dieser Breccien verknüpft sich erweist, bietet sich uns in den Exemplaren von Belemniten, welche oft mehrfach quer entzwei gebrochen, in den Bruchstücken etwas seitlich verschoben und wieder zusammengekittet sind. Solche Brüche zeigen meist gleichzeitig eine entsprechende seitliche Verschiebung, so dass förmlich treppenförmige Formen entstehen. Derartige auffallende Bildungen deuten darauf hin, dass, wie die *Belemniten*-Einschlüsse, so jeder Theil der Felsmassen wiederholt einer zertrümmernden Kraft ausgesetzt war, welche die zerstückelten Felsmassen überdiess noch in Bewegung setzte, sodass die einzelnen Stücke in ihrer Lage verschoben wurden. So kann es wohl der Fall sein, dass manche dieser Breccienbildungen nichts anderes sind, als völlig zertrümmerte und durcheinander gerüttelte Lagermassen von Jurakalk, welche durch kalkiges Kittmittel wieder zu festen Felsmassen verbunden wurden.

Neben diesen Erscheinungen, welche an die Wirkung einer hebenden dislocirenden Kraft geknüpft gedacht werden müssen, treten ebenso unzweideutige Senkungserscheinungen im Ries auf. Wenn wir Schwammkalk aus den höchsten Lagen der *Ammonites tenuilobatus*-Schichten und plumpen Felsenkalk, der in diesen Gegenden den Dolomit fast ganz verdrängt hat, nicht nur neben einander lagernd, sondern selbst in gleichem Horizonte mit Dogger, Lias oder Keuper finden tief unter-

halb des ihnen nach ihrer geognostischen Stellung in dieser Gegend zukommenden Horizontes, so können wir an grossartigen Senkungen nicht mehr zweifeln. Am augenscheinlichsten tritt eine solche Senkung am Nordrande des Rieses hervor, wo in einem mit dem Rande des Rieskessels fast gleichlaufenden Bogen von Fremdingen über Schopfloch, Hausen, Dornstedt bis zum Wörnitzthal Lias, Dogger und selbst die untere Stufe des Jurakalks durch deutlich erkennbare Verwerfungsspalten bis in das Niveau des Burgsandsteins des Keupers gegen den Rieskessel zu herabgezogen sind, sodass Jurakalk in abnormer Stellung neben dem unverrückten Keupersandstein liegt. In einer breiten Zone reihen sich hier Verwerfungen an Verwerfungen bis zum Nordrande des Rieses an, und es wechseln in schmalen Streifen die verschiedenen jurassischen Gesteine mit Keuper ab, es liegen selbst wiederholt ältere Gesteinsschichten auf jüngeren auf. Auch die früher schon erwähnten, in vielen Schichtenparthieen beobachteten, dem Innern des Rieses zugewendeten Fallrichtungen sind auf Rechnung erlittener Senkungen zu schreiben. Längs des Randes der Rieseintiefung erklären sich solche Einsenkungen auf die natürlichste Weise. Mag der Rieskessel entstanden sein wie immer, durch Hebung oder Senkung, so werden sich an den Bruchrändern viele überhängende oder leicht zu unterwaschende Schichten gebildet haben, die zu Bruch gehend dem Innern des Kessels zu niederstürzten und dadurch einen Schichteneinfall in dieser Richtung annahmen. Auch hiedurch gelangen wiederum ältere Schichten zuweilen auf jüngere.

Haben wir im Vorausgehenden eine Uebersicht über die geognostischen Verhältnisse der Umgegend des Riesgrundes zu gewinnen gesucht, so erübrigt nur noch specieller auf die Bildung der eigentlichen Rieseintiefung einzugehen. Es wäre wohl völlig unnöthig hier die Bemerkung voranzustellen, dass diese Eintiefung nicht als direkte Folge der zuerst erwähnten Hebungs-

erscheinungen betrachtet werden könne; aber es verknüpfen sich damit gleichwohl Erscheinungen, welche als vorbereitende bezeichnet werden müssen. Dass diese Hebung eine grossartige Zertrümmerung aller im Umfang des Rieskessels früher ausgebreiteten Gebilde im Gefolge hatte, wird schon durch die grossartige Entwicklung der Breccien nachgewiesen. Mit dem Maas einer solchen Zerstücklung muss aber auch der Grad der Zerstörung der Felsmassen gleichen Schritt halten. Jedenfalls hat die Wirkung der oberflächlichen Zerstörung und der Wasserfluthen einen guten Antheil an der Erniedrigung des früher gehobenen Gebirgstheils gehabt. Wenn auch die Wörnitz noch nicht ihr jetziges Spaltenthal gewonnen hatte, um Gerölle massenhaft aus diesem Trümmerhaufen fortzuschaffen, so gab es doch andere Ausflusskanäle, wahrscheinlich in östlicher Richtung, vielleicht durch die breite Thalung der Schwab und eine Fortsetzung über Fünfstetten und Itzing ins jetzige Usselthal. Auch ist es sogar nicht unwahrscheinlich, dass ein Wasserabfluss in nördlicher Richtung dem jetzigen Flusslauf entgegengesetzt zur Altmühl früher einmal stattfand, deren ungewöhnliche Thalentwicklung zwischen Gunzenhausen und der Thalenge bei Dietfurth für einen früher beträchtlich grössern Wasserzufluss, als der jetzige ist, zu sprechen scheint.

Ein solches Fortführen von Schuttmassen hätte aber, wie grossartig es immer gedacht werden mag, nur bis zur Sohle der damaligen Wasserrinnsale wirksam sein können. Diese Schwellen müssen früher aber eher höher, als tiefer, wie heutigen Tages angenommen werden. Nun finden wir aber den Rieskessel nicht nur bis zu diesem Niveau, sondern, wie viele tiefe Bohrungen unzweifelhaft kennen lehrten, bis zu beträchtlicher Tiefe, stellenweis zu etwa 200 Fuss, unter diesen Schwellenrand ausgetieft, wenn auch nachträglich wieder durch Tertiärschichten zum Theil ausgefüllt. Diese Auskesselung unter dem Niveau der jetzigen Thalung

kann daher auf andere Weise, als durch eine der Hebung nachfolgende Senkung nicht erklärt werden. Hier stehen wir nun an dem Punkte, die Mitwirkung einer Thätigkeit anzurufen, deren grossartige Kraftentfaltung wir bereits in der Entstehung der weit verbreiteten vulkanischen Tuffe nachzuweisen versuchten. Wir haben den Zeitpunkt dieser vulkanischen Thätigkeit, welcher die Tuffbildung entstammt, früher genauer festgestellt. Können wir für die Zeit der Rieseintiefung ebenso eine bestimmte geognostische Stunde ermitteln, und zeigt es sich, dass beide Bestimmungen auf gleiche Zeiten hindeuten, dann möchte es wohl gestattet sein, die Entstehung der vulkanischen Tuffe und der Riesvertiefung von der gleichen geognostischen Thätigkeit abzuleiten, welche sich erwiesener Massen auch heut zu Tage noch nach beiden Richtungen hin in analogen Wirkungen äussert. Das ist die vulkanische Thätigkeit, deren Vorhandensein wir durch den Nachweis vulkanischer Bomben, Lapilli und Schlacken ganz ausser allen Zweifel gestellt haben. Ein wirklich thätiger Vulkan war mithin im Ries vorhanden. Jetzt ist er mit Ausnahme seiner Auswurfsprodukte spurlos verschwunden und dieses Verschwinden kann nur als Folge einer späteren Rücksenkung in die Tiefe gedacht werden.

Betrachtet man das Ries in seiner Beschaffenheit im Untergrunde, wie dieser durch die Schächte und Tiefbohrungen nach Braunkohlen bei Dürrenzimmern, Heuberg, Bettendorf und Ehringen aufgeschlossen wurde, so sehen wir in demselben grünlich-grauen, z. Th. plastischen Thon wechseln mit Mergel, bituminösem Thon, Braunkohle und kalkig-tuffigen Lagen. Die Thonschichten enthalten z. Th. *Cypris*, wie die Süsswasserkalke, die Braunkohlenthone Pflanzenreste. Auch der Einschnitt einer Kellergrabung auf der Höhe beim Fuchsbrückl zwischen Deiningen und Nördlingen lieferte ähnliche Thonlagen und Braunkohlen mit ziemlich gut er-

haltenen Pflanzeneinschlüssen, wie sie gleichgeartet auch in den Braunkohlenlagen am Riesrande oberhalb Wemding beobachtet wurden. Im höchsten Grade auffallend ist das Fehlen entschiedener und mächtiger fester Süsswasserkalkschichten in der Tiefe der Riesebene, wie sie der mächtigen Entwicklung in den inselartigen Aufragungen und am Riesrande, wo Süsswasserkalke grosse Hügel in mächtigen Massen überdecken z. B. am Wallerstein, oder Marienhöhe, Stoffels-, Spitzberg, Hahnenberg, Wenneberg, Kirchenberg, Oberholz, Mühlberg, Katzenstein u. s. w, entsprechen würden. Nur kalkreiche Mergel und mächtige tuffige Kalklagen wurden aufgeschlossen. Die *Cyprisschalen* liegen hier auch nur im thonigen Gestein. Das tiefste Gestein, welches bei 200' gefunden wurde, verhielt sich wie Granitgrus.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich wichtige Folgerungen. Die Hauptmasse des die Tiefe des Rieskessels ausfüllenden Braunkohlenthons ist eine mit der Bildung der Süsswasserkalke der höheren Lagen zwar gleichzeitige aber heterogene Ablagerung. Diese Schichten liegen horizontal und lassen nirgends Spuren von Aenderungen in ihren Lagen bemerken, sie sind erst nach der Einkesselung entstanden, welche die Eintiefung des Rieses darstellt. Da die Hebungserscheinungen, wie wir gesehen haben, vor der Bildung der Tuffe und Sandsteine, die Eintiefungen dagegen vor der Entstehung der Süsswasserkalke stattfanden, so stellt sich das Ereigniss, welches dem Ries seine letzte massgebende Form aufdrückte, als nahe gleichzeitig mit der Ablagerung der vulkanischen Tuffe heraus und es dürfte demnach kaum als gewagt anzusehen sein, die Entstehung des Rieskessels einer Rücksenkung in Folge jener durch die Eruption der vulkanischen Asche, Lapilli und Bomben erwiesenen vulkanischen Elemente zuzuschreiben. Wo jener jetzt verschwundene Eruptionsmittelpunkt zu suchen sei, darüber können nur Vermuthungen aufgestellt werden. Am wahrscheinlichsten lag derselbe

nahe im Mittelpunkt des fast kreisförmigen Gebirgsausschnittes, welcher in der Form des Rieses sich bemerkbar macht und auf den auch die ringsum ständig wechselnden Streich- und Einfallsrichtungen der dislocirten Schichten, ob dieselben einwärts oder auswärts geneigt sind, hinweisen. Dieser Mittelpunkt wäre in der Gegend von Klosterzimmern zu suchen, in dessen Nähe unbedenklich die grösste Eintiefung vor der Schwellensprengung bei Harburg gesucht werden muss. Denn sehen wir einen Augenblick ab von dem gegenwärtigen Abzug des Wassers durch die Wörnitz und suchen uns ein Bild zu schaffen von der Vertheilung der Wasseradern vor dem Durchbruch der Wörnitz, so lässt die radienförmige Richtung der kleineren Seitenbäche in der Umgebung des Rieses einen entschiedenen Gesamtzug eben nach der bezeichneten Gegend des Rieskessels durchschimmern. Auch trifft die Verbreitung der Braunkohlenablagerungen im Ries hauptsächlich auf jene ursprünglich tiefste Gegend zwischen Deiningen, Heuberg, Schwörsheim, Wechingen, nach welcher der Zug der kleineren Bäche gerichtet ist. Dass sich dieser Lauf der Gewässer nach der Durchbrechung des Dammes bei Harburg zu Gunsten der Richtung des Hauptwasserabzugkanals durch die Wörnitz jetzt vielfach geändert zeigt, bedarf keiner näheren Erläuterung.

Was im Ries noch besonders auffällt, ist die Art der theilweisen Ausfüllung der früheren kesselförmigen Eintiefung. Hier tritt uns die Gesteinsbildung innerhalb der Ebene des Rieses und jene auf den inselartigen Hügeln und am Rande derselben in sehr verschiedener Weise entgegen. Um zuerst jene nachjurassischen Ablagerungen zu erwähnen, welche von meist sandig-quarziger, theilweise thonig-sandiger Beschaffenheit sind, und insbesondere ihren eigenthümlichen Charakter in der Bildung von äusserst harten Quarzsandsteinen — sog. Braunkohlensandsteinen, glasirten Sandsteinen — besitzen, so zeichnet sich die Umgegend des Rieses vor den anderen an die

Donau angrenzenden Gegenden des Juragebirgs höchstens durch die grössere Verbreitung dieser sandigen Gebilde aus. Zu denselben gehört auch der durch Eisenoxyd röthlich gefärbte und durch den Einschluss gröberer Quarzkörner dem Porphyr^{ähnliche} Sandstein im Jungholz auf dem Stettberg bei Harburg, welcher von Schnitzlein und Frickinger früher als wirklicher Porphyr angesprochen und auf der Karte eingezeichnet wurde. In gleiche Kategorie stellen sich auch manche sandige und kieselreiche Eisenerz- und Bohnerzablagerungen auf dem Juraplateau der fränkischen Alb. Doch fehlt es hier auch nicht an zahlreichen Kalkabsätzen mit Land- und Süsswasserschnecken, oft mit Bohnerzen in unmittelbarer Zusammenlagerung, welche über das Eichstätter Gebirge, ja selbst bis über die jurassischen Berge ins Keupergebiet hineinragen, wie z. B. auf dem Bubenheimer Berg bei Gunzenhausen und in dem Steinbruch des durch seine zahlreichen Knocheneinschlüsse berühmten Süsswasserkalks bei Georgsgemünd. Es muss demnach eine über einen grossen Theil der Alb bis nach Burglengenfeld hin hereinragende, jung tertiäre Wasserüberdeckung angenommen werden, welche von der Donauseite her vielfach buchtenartig in das Juragebirge einschnitt.¹³⁾ Einen nähern Nachweis hierüber zu geben, ist hier nicht die Absicht. Es genügt an diese Thatsache zu erinnern, um etwa dem Auftreten von sandigen und kalkigen Gebilden im Ries selbst den Charakter des Aussergewöhnlichen, welchen dasselbe für den ersten Augenblick zu haben scheint, zu nehmen und mit einer allgemeineren geognostischen Erscheinung der fränkischen Alb in Zusammenhang zu bringen. Die als Ausfüllungsmassen in und am Ries entwickelten Gesteinsmassen gehören mithin einem Kreis von weit verbreiteten Ablagerungen an, sie weisen gleichwohl Abweichungen auf, welche

13) Geog. Beschreib. d. Alb. Grenzgebirgs. S. 791.

sie von jenen scheiden und in der Eigenthümlichkeit der speziellen Verhältnisse des Rieskessels begründet sind. Hierher gehört in erster Linie, abgesehen von den vulkanischen Tuffen, deren Natur im Vorausgehenden bereits näher erörtert wurde, die Art der Süßwasserkalkablagerungen auf den inselartigen Aufragungen in dem Ries und z. Th. auch am Innenrande desselben. Wir haben die Reihenfolge vom Urgebirge oder älterem Sedimentärgestein als Basis solcher Ablagerungen, zu der darauffolgenden Sand- und Süßwasserquarzbildung, den Breccien, und vulkanischen Tuffen bis zum Süßwasserkalk bereits namhaft gemacht und erwähnt, dass eine diesem Süßwasserkalk genau entsprechende Kalkmasse in der Tiefe der Riesausfüllung fehlt. Dieser Kalk beschränkt sich der Hauptsache nach auf die Riesinseln und den Riesrand. Hiermit ist eine Eigenthümlichkeit der Kalkbildung angedeutet, welche verbietet anzunehmen, dass sie als eine einfache Sedimentbildung aus einer seeartigen Wasseranstauung, wie man bisher allgemein annahm, anzusprechen sei. Betrachtet man die Kalkmassen selbst näher, so bemerken wir in Uebereinstimmung mit dieser Folgerung, dass eine deutliche, regelmässige und über grössere Strecken gleichbleibende, mehr oder weniger horizontale Schichtung bei diesen Kalkmassen an den meisten Stellen fehlt, und dafür eine eigenthümliche schalenförmige Ueberrindungs-schichtung eintritt, ähnlich wie wir eine solche bei grossen Kalktuffablagerungen finden. Nur an vereinzelten Stellen und hauptsächlich in den tieferen Lagen macht sich eine bankweise Absonderung, welche als Folge direkter Sedimentirung gedeutet werden kann, geltend. Auch das Poröse und Tuffartige des Kalks, das Vorkommen von Tropfstein-ähnlichen Zapfen, Zacken und Rinden, von Zusammenhäufungen feiner Röhrchen, welche wie Ueberrindungen von Pflanzen — Algen und Gräser — sich verhalten, das Alles erinnert so lebhaft an Kalktuffbildungen der Gegenwart, dass wir den Bildungs-Vorgang dieser eigenthüm-

lichen Rieskalke kaum anders, als jenem analog uns denken können, durch welchen der Kalktuff heutzutage aus Quellwässern ausgeschieden wird. Wir glauben sogar nicht selten ganz die Erscheinung wiederzuerkennen, welche die sog. Sprudelschalen darbieten, da wo oft dünne gewölbähnlich geformte Decken dichten festen Kalks über weiche, poröse, durch die atmosphärischen Einflüsse oft völlig aufgelockerte und fortgeführte Kalkmassen sich ausspannen. Gleichwohl aber umschliessen diese Kalke Wasserthierüberreste in Unzahl: *Paludina* od. *Litorinella acuta* u. *Cypris faba*, neben verschiedenen Arten von *Helix* und *Melanopsis*. Namentlich giebt es ganze Bänke, die fast nur aus *Cypris*-Schalen bestehen; andere, in welchen die Algen-artigen Incrustationen besonders häufig sind, enthalten *Paludinen* in grösster Menge. Dieses Vorkommen schliesst die Entstehung der Kalkmassen weit über dem Horizont eines stagnirenden Wassers durch Quellen, welche etwa am Ufer emporgedrungen wären, aus und macht es wahrscheinlich, dass sie an seichten Uferstellen in der Nähe des Landes oder auf Inseln, die vielleicht als Untiefen nicht ganz über den Wasserhorizont hervorragten, gebildet wurden. Dass hier von keinen allgemeinen Niederschlägen aus dem Seebecken die Rede sein kann, beweist der Mangel an bedeutenden Kalklagen in dem die Tiefe des Rieses ausfüllenden Schichtensystem. Vielmehr scheint es wahrscheinlich, dass das Material Quellen entstammte, welche besonders reich an kohlensaurer Kalkerde waren. Diese Vorstellung schliesst nicht aus, dass der Absatz des Kalks nach Art des Kalksinters, Schale auf Schale auf bauend bald in mehr horizontalen Lagen, bald hoch in Gewölben bis über das Niveau des Süsswassersee's fort dauerte und dass auf solche Weise kegelförmige Kalkkuppen und Kalkriffe im See entstanden, indem der Ausfluss der Quelle mit der Erhöhung der Kalksinterbildung gleichfalls sich höher stellte. Noch glaubt man zuweilen, wie an dem mächtigen Fels von Wallerstein, die Kanäle erkennen zu können, durch welche

die Quellen durch die Kalkmasse aufwärts gestiegen sind. An manchen Stellen mag die Kalkausscheidung direkt am Ufer in sumpfiger Gegend erfolgt sein, oder doch bald mit dem Ufer zusammengewachsen sein, oder wohl auch, wo *Cypris* und *Litorinella* fehlen, von Anfang an sogleich auf dem Festland stattgefunden haben. Solche Vorstellungen passen sehr gut zu dem Einschluss von Vogelresten und Nagerknochen, welche im Rieskalke des Hahnenbergs gefunden werden. Im Ganzen müssen diese an gelöstem Kalk so sehr reichen Quellen als Mineralquellen betrachtet werden, mit deren Wassererguss höchst wahrscheinlich auch Kohlensäure in grosser Menge mit ausströmte. Es genügt hier anzudeuten, wie nahe es liegt, den Ursprung solcher Quellen mit den vulkanischen Erscheinungen in der Riesgegend in Zusammenhang zu bringen. Zu einer gleichen Annahme, dass der Kalk hauptsächlich durch das Hervortreten gewisser Arten von Mineralquellen gebildet wurde, führt uns auch mit zwingender Nothwendigkeit die Zusammensetzung des Süsswasserkalks selbst. Schon Röthe hat in seinen schönen Untersuchungen¹⁴⁾ über die chemische Zusammensetzung der in der Riesgegend vorkommenden Kalke und Dolomite bei dem Tertiärkalk den hohen Gehalt an kohlensaurer Bittererde und damit die dolomitische Natur nachgewiesen. Röthe fand in dem Kalkstein vom Fuchsberg bei Nördlingen:

Kohlensaure Kalkerde	68,621
Kohlensaure Bittererde	28,647
In Salzsäure unlöslicher Theil	0,980
Glühverlust	1,671
	99,919

Dieser Gehalt entspricht am nächsten einer Zusammensetzung aus 2 Ca C und 1 Mg C.

14) 9. Jahresbericht des naturhist. Vereins in Augsburg für 1867. S. 75.

Um die allgemeinere Verbreitung dieser dolomitischen Natur bei dem Rieskalke noch bestimmter nachzuweisen, liess ich eine Probe des Kalks von dem isolirten Fels der Marienhöhe bei Nördlingen (I) und von der allerhöchsten Felsspitze des Wallersteins — diese noch mit Litorinellen — (II) durch Hrn. Dr. Loretz untersuchten. Die Analyse lieferte folgendes Ergebniss:

I Süsswasserdolomit von dem isolirten Felsen der Marienhöhe bei Nörd- lingen.		II. Süsswasserkalk von dem höchsten Theil des Felsen von Wallerstein.
Kohlensaure Kalkerde .	65,21	95,20
Kohlensaure Bittererde .	32,57	1,90
Kohlensaures Eisenoxydul	0,81	0,60
In Salzsäure unlöslicher Rückstand	1,30	1,20
	99,89	98,90

Das Verhältniss zwischen kohlensaurer Kalk- und kohlensaurer Bittererde in dem Gestein von der Marienhöhe nähert sich dem Verhältniss $3 \text{ CaO CO}^2 + 2 \text{ MgO CO}^2$ in der Art, dass man das Gestein in der entsprechenden Weise zusammengesetzt annehmen darf. Indessen kommen auch, wie die Analyse des Gesteins von Wallerstein lehrt, mehr oder weniger reine Kalkfelsbildungen vor.

Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die jungen Kalkmassen des Felsen auf der Marienhöhe, welche frühzeitig aus der Wasserbedeckung gelangten und ringsum kein höheres Gebirge zur Nachbarschaft haben, erst nachträglich den Gehalt an kohlensaurer Bittererde aufgenommen haben. Es ist in diesem speziellen Falle kein vernünftiger Grund aufzufinden, diese Süsswasserdolomite für etwas anderes, als ursprüngliche Absätze anzusprechen. Dieser Charakter scheint den gleichalterigen Ablagerungen am Nordrande der Donau über weite

Strecken eigen zu sein, denn G. Leube¹⁵⁾ erwähnt bereits einen tertiären Süsswasserdolomit von Dächingen bei Ulm, dessen Lagerungsverhältnisse ich ähnlich, wie die der Tertiärkalke am Riesrande fand. In verschiedenen Lagen enthält dieser kreideartige Dolomit von Dächingen¹⁶⁾

Kohlensaure Kalkerde	56,12	58,45	52,64	55,66
Kohlensaure Bittererde	36,12	29,19	42,90	42,84
Kohlens. Eisenoxydul	1,06	0,61	0,91	0,90
Thon	6,70	11,75	4,45	0,50

Die Betheiligung der kohlensauren Bittererde an der Zusammensetzung dieser dolomitischen Gesteine wird leicht begreiflich, wenn wir, wie im Ries nachgewiesen wurde, die Kalkablagerungen als aus Mineralquellen entstanden, betrachten dürfen.

Für den Bestand solcher Mineralquellen im Ries entdeckte ich einen handgreiflichen Beweis in dem grossen Süsswassersteinbruch am Spitzberg, in welchem die schalige Ausbildung des Kalks ganz besonders schön zu beobachten ist. Ich fand nämlich eine Spalte im Kalke aufgeschlossen, deren Wandung mit einer dicken Rinde von in mehreren Lagen über einander abgesetztem Brauneisenstein bedeckt sich zeigte. Nach oben erweiterte sich der Kanal zu einer umgekehrt kegelförmigen Vertiefung, welche mit anscheinend ockrigem und derbem Brauneisenstein ausgefüllt war. Das Ganze lässt kaum einen Zweifel, dass diese Ausfüllungsmasse als ein Absatz aus einer durch die Spalte aufgestiegenen, eisenhaltigen Quelle zu betrachten sei. In diesem Absatz von mulmigem Brauneisenstein fand ich nun kopfgrosse Ausscheidungen von pechähnlich glänzendem Eisensinter, dem Pittizit ähnlich, hauptsächlich aus arsensaurem Eisenoxyd bestehend. Die

15) Neues Jahrb. von L. und Bronn. 1840. S. 372.

16) Geogn. Besch. d. Umg. v. Ulm von G. Leube 1839.

Bildung dieses sonst seltenen, meist nur auf Metallerzgängen neben Arsenverbindungen bekannten Minerals aus früher vorhandenen Arsenikeisen ist hier vollständig undenkbar. Dagegen sprechen alle Umstände des Vorkommens, der noch sichtbare Quellkanal und die Art der Absätze, die ganz dem einen Quelle gleichkommt, dafür, dieses Mineral mit dem ockrigen Brauneisenstein als Erzeugniss eines Mineralwassers anzusprechen, analog dem an vielen Orten nachgewiesenen Arsenikgehalte der von Eisensäuerlingen abgesetzten Ockerkrusten z. B. von Rippoldsau, Lamscheid im Broklthal, Cannstadt, Ems, Schwalbach, Wiesbaden, Pyrmont u. s. w.¹⁷⁾ Mit der Ablagerung des Süßwasserkalkes hatte die Gesteinsbildung im Ries ihr Ende noch nicht gefunden. Auch die Quartärperiode hat ihren Antheil an der fortschreitenden Veränderung der Erdoberfläche in diesem Gebietstheile genommen. Eine mächtige braune Schlammschicht, welche sich innerhalb der ganzen Riesebeine über dem tertiären Untergrund in hohen Lagen ausbreitet, und selbst über die höheren Hügel, wenn auch minder mächtig hinüberreicht, begründet wesentlich den Segen der Fruchtbarkeit, dessen sich das Ries in so hohem Grade erfreut. Dieser Schlamm entspricht in seiner jetzigen Beschaffenheit nach allen Beziehungen ganz genau dem Löss. Er besitzt nicht bloss ganz dieselbe braune Farbe, die Eigenthümlichkeit der vertikalen Abblätterung, des Einschlusses von braunen oder schwarzen Knöllchen aus Eisenoxydhydrat

17) Nach der im chem. Lab. des hiesigen Polyt. durch Hrn. Putz vorgenommenen Analyse besteht dieser Pittizit aus Arsensäure 31,3; Eisenoxyd 28,0; Kalk 10,0; Wasser 26,0; Mg 0,08; Ba 0,15 in Salzs. unlösl. 2,6; Verlust und Kohlens. 1,90 zus. 100,00. Ausserdem fand ich einen namhaften Vanadingehalt, einen Gehalt an durch Essigs. zersetzbaren Ca. CO₂ (2,28%) etwas Phosphorsäure und dem Rückstande (bis 6%) hauptsächlich aus eisenhaltigem Thon bestehend.

und Manganoxyd bestehend, ebenso auch von grösseren, oft hohlen Kalkknollen, die unter dem Namen Lösskindchen bekannt sind, wie im rheinischen Löss, sondern lässt auch, wie letzterer, eine eigentliche Schichtung vermissen, und giebt nur durch bankweise wechselnde Farbenunterschiede die Natur einer Sedimentbildung zu erkennen. Seine physikalischen Eigenschaften sind im Uebrigen genau die des Lösses. Auch enthält er dieselben organischen Einschlüsse, wenn auch nur in zwei Arten *Succinea oblonga* und *Pupa muscorum*, aber diese in grosser Menge. Endlich liegt er, wie am Stoffelsberg zu sehen ist, auf Geröll auf, welches unbedenklich als quartäres angesehen werden darf. Der Rieslehm ist mithin unbezweifelt dem Rhein- und Donaulöss gleichzustellen, wenn auch seine chemische Zusammensetzung etwas abweicht. Wir verdanken Prof. Röthe in Nördlingen¹⁸⁾ eine Analyse des Lösses von einer Stelle oberhalb der Eisenbahnbrücke bei dem Bahnhof von Nördlingen. Derselbe besteht nach dieser Analyse aus

Kieselerde	65,395
Thonerde	18,403
Eisenoxyd	5,842
Kalkerde	0,459
Kohlens. Kalkerde	1,481
Bittererde	1,620
Kali	0,872
Natron	1,113
Glühverlust	4,503
	99,688

Hier ist die geringe Menge Kalkerde gegenüber der Ausscheidung von Kalkknollen um so auffallender, als das Ries rings von Kalkfelsen eingeschlossen ist. Aus diesem Grunde veranlasste ich Hrn. Röthe zur Vornahme von Analysen

18) Schulprogramm der Landw. u. Gew. in Nördlingen 1864.

des Lösses aus verschiedenen Lagen einer Lehmgrube zwischen der Marienhöhe und dem Todtenberg bei Nördlingen, deren Resultate ich durch dessen Güte bereits mittheilen kann

- I. Unterste gelbe Lage;
- II. etwas höhere, röthliche sandige Lage;
- III. obere gelblich-braune Lage;
- IV. oberste tiefbraune Lage unmittelbar unter der Ackererde;
- V. Löss aus der Ziegellehmgrube bei M. Offingen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	61,166	66,066	60,066	66,500	66,500
Thonerde	12,833	12,900	11,933	14,433	13,600
Eisenoxyd	3,900	5,266	3,733	4,913	3,400
Kalk	1,479	2,600	2,439	1,466	2,600
kohlensaure					
Kalkerde	9,502	—	9,513	—	—
Bittererde	1,201	1,613	2,186	1,800	2,450
Wasser	7,176	10,963	7,410	mit Humus { 9,977	9,218
Alk. Phosphors.					
Sand u. Verlust	1,833	0,592	2,720	0,911	2,232
	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>

Die Resultate dieser Untersuchung erklären nun vollständig die frühere Analyse, da es sich zeigt, dass die verschiedenen Lagen im Löss eine merklich verschiedene Zusammensetzung besitzen und schichtenweise fast frei von kohlensaurer Kalkerde sind. Dasselbe gilt von der 5. Probe, zu welcher ich das Material aus der Lehmgrube bei M. Offingen gesammelt hatte. Hier enthält der Löss keine Conchylien und keine Knöllchen.

Herr Prof. Röthe hat auch die Kalkknollen (Lösskindchen) aus der untersten (I) und mittleren Lage (III) derselben Lehmgrube, sowie die kleinen Bohnerz-ähnlichen Körnchen, welche oft stahlblau gefärbt einen grossen Gehalt

an Mangan vermuthen liessen, gleichfalls aus derselben Lehmgrube analysirt. Sie bestehen demnach:

	I	III
In Salzsäure unlöslichen Rückstand		
(Thon)	24,620	23,700
Durch Salzsäure zersetzt:		
Kieselerde	0,120	0,100
Thonerde und Eisenoxyd . .	0,300	0,500
Kohlensaure Kalkerde . . .	73,700	74,740
„ Bittererde . . .	0,861	1,134
Phosphors., feucht u. Verlust.	0,399	—
	100,00	100,000

Diese Lösskindchen des Rieslösses bestehen demnach, da der durch Salzsäure unzersetzte Theil der beigemengten Lösssubstanz angehört, wesentlich aus kohlensaurem Kalk mit etwas kohlensaurer Bittererde, verunreinigt durch Lössthon.

Die Bohnerz-ähnlichen, Mangan-haltigen Körnchen zeigten sich dagegen zusammengesetzt aus:

1) in Schwefelsäure löslich:

Kieselerde	0,381
Manganoxydul	2,594
Kalkerde	0,407
Bittererde	1,143
Eisenoxyd	28,084
Thonerde	8,217

2) der in Schwefelsäure nicht lösliche Rückstand

Kieselerde	46,807
Thonerde	2,035
Eisenoxyd	0,687
Manganoxyd	Spuren
Glühverlust	10,959
	101,316

Sie gehören mithin in die Kategorien der Quellerze oder

Sumpferze, zeichnen sich aber von dieser durch ihren hohen Gehalt an Mangan besonders aus.

Mit der Ablagerung des Quartärgerölls, welches, wo es vorkommt, unmittelbar auf Süsswasserkalk oder älterem Gestein aufruht, und der Beschaffenheit nach mit dem Geröll des Donauthales Aehnlichkeit besitzt, war die direkte Verbindung des Rieskessels mit der Donauthalung eingeleitet und es scheint der völlige Abfluss der Wasseranstauung erst nach der Diluvialzeit eingetreten zu sein. Es ist in hohem Grade merkwürdig, dass die Sage von Ringen spricht, welche im Felsen des Wallersteins zum Anbinden von Fahrzeugen befestigt gewesen sein sollen. In dieser Richtung liess sich nur sicher stellen, dass alluviale Ablagerungen, Flusssand und schwarze moorige Erde auf die nächste Gegend der Wörnitz in geringer Höhe über den gewöhnlichen Wasserstand beschränkt sich zeigen, was jedoch eine höhere Wasseranstauung noch in der historischen Zeit nicht gerade ausschliesst. Die schwarze moorige Erde, welche sich auf die Niederung der Wörnitz beschränkt, verhält sich ganz so, wie der feine an organischen Einschlüssen reiche Schlamm, wie er beim Ablassen von Teichen dem letzten Wassertümpel nachzieht und zum Absatz gelangt. Diess scheint die letzte Ablagerung gewesen zu sein, mit welcher das Ries aus einem früheren See in ein reiches Fruchthland sich verwandelte und dem Menschen eine herrliche Wohnstätte bereitete, deren günstiger Einfluss sich auch in der körperlichen Entwicklung und geistigen Begabung der Riesbewohner deutlich abspiegelt.¹⁸⁾

18) Bei Corr. dieser Zeilen erhalte ich Deffners interessanten Aufsatz „der Buchberg bei Bopfingen.“ Obwohl ich schon während meiner Untersuchung im Ries mit der hier entwickelten Ansicht bekannt war, konnte ich gleichwohl nirgends eine sie bestätigende Thatsache feststellen; vielmehr ergab sich mit zwingender Nöthigung, alle die zahlreichen gestreiften und polirten Rutschflächen als Dislokationserscheinungen aufzufassen.