

9. Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Ries.

VON HERRN W. VON KNEBEL in Erlangen.

Einführung.

In keinem der zahlreichen Gebiete vulkanischer Eruptionen, durch welche zu tertiärer Zeit unser deutscher Boden beunruhigt wurde, begegnen wir so eigenartigen Spuren ihrer ehemaligen Tätigkeit als im vulkanischen Ries von Nördlingen.

Ein kreisförmiger Kessel mit ebenem Boden, erscheint es topographisch scharf von der umgebenden ca. 100—150 m höher gelegenen Hochfläche des Tafeljura geschieden.

In dem Kessel selbst und ganz besonders an seiner Peripherie ist an zahlreichen Punkten vulkanischer Tuff ausgeworfen worden, welcher meistens wohl die Auswurfskanäle selbst erfüllt, ebenso wie dies uns BRANCO¹⁾ in dem benachbarten Vulkangebiet von Urach an ca. 130 der sog. Vulkanembryonen Schwabens kennen lehrte. Nirgends im Ries ist mir eine Stelle bekannt, wo eine Auflagerung von vulkanischem Tuff auf Nachbargestein erfolgt wäre.

Niemals ist, wie es scheint, so viel ausgeworfen worden, daß dies hätte stattfinden können. Gerade so wie auf dem ebenen Boden der dem Ries so ähnlichen, wenngleich zumeist viel größeren Mondkratere andere, verhältnismäßig winzige Krateröffnungen vorhanden sind, welche mit der Entstehung der ersteren nichts zu tun haben (denn sie sind sekundäre Bildungen), — gerade so verhält es sich mit den vulkanischen Tufferuptionen im Ries: so wichtig sie uns auch erscheinen mögen, für die geologische Entstehungsgeschichte dieses Gebietes bedeuten sie nichts anderes, als das letzte Ausklingen einer Reihe schon lange zuvor begonnener, ungleich gewaltigerer vulkanischer Phänomene. Diese Tufferuptionen im Ries sind nicht einmal den Vulkanembryonen Urachs völlig gleichzustellen: denn hier hat, wie BRANCO dartat, der Vulkanismus ohne vorherige Spalten sich den Weg durch die feste Erdrinde, gleichsam wie eine Kugel durch ein Blatt Papier

¹⁾ Schwabens 125 Vulkanembryonen. Stuttgart 1895.

hindurch, geschlagen. Anders im Ries; hier hat es einer derartigen Kraftäufserung nicht bedurft, denn lange zuvor hatte der Vulkanismus in anderer Weise den Boden dazu vorbereitet.

Durch vulkanischen Auftrieb, wie KOKEN sagt, oder durch einen in die Tiefe der Erdrinde sich einpressenden laccolithischen Schmelzfluß, wie BRANCO und FRAAS meinen, sei ein Propfen von nahezu kreisförmigem Querschnitt — der heutige Rieskessel — hochgehoben worden. Ein Berg habe sich also an der Stelle des heutigen Rieses aufgetürmt. Von den Höhen dieses Berges seien, so meinen BRANCO und FRAAS weiter, Abrutschungen nach allen Seiten erfolgt, und durch eine gewaltige Explosion ähnlich der am Bandai San, seien mit einem Schläge ungeheure Schollen auf eine Anzahl von Kilometern bei Seite geschoben worden. So seien die eigenartigen Überschiebungen älterer Gesteine auf jüngere, wie bei Hertsfeldhausen und am Buchberge, oder jüngerer Gesteine auf viel ältere, durch die Denudation bereits freigelegt gewesene Schichten entstanden.

Solche großen Explosionen seien es auch gewesen, welche die oft sehr starke Zertrümmerung der Gesteine hervorgebracht haben. Die Felsenmassen sind vielerorts in kleine Bruchstücke zerschmettert; kalkhaltige Wasser haben die Fragmente wieder verkittet, so entstand das sog. Gries-Gestein, ein Zeuge explosiver vulkanischer Tätigkeit. Durch Abrutschung und Explosion war somit das Riesgebiet zum Teil bis auf das Urgestein hinab abgetragen worden. Später aber hat es sich anscheinend noch gesenkt. Ein Kessel entstand an dessen Stelle: das Ries. In diesem sammelten sich die Wasser, einen See bildend, auf dessen Boden sich jüngere Sedimente niederschlugen. Ihre Höhenlagen zeigen an, daß auch in nachtertiärer Zeit noch Senkungen erfolgt sind. Aber trotz dieser Senkungen besteht die paradox klingende Tatsache: geologisch gesprochen ist der Rieskessel ein Berg.

Denn der Boden des Rieskessels, ja sogar die meisten der Berge in ihm bestehen aus Urgestein. Dieses liegt nun in der umgebenden Alb mehr als vierhundert Meter tief unter der Decke triassischer und jurassischer Sedimente verborgen. Wenn es hier in dem nur ca. 100—150 m eingesenkten Rieskessel auf weite Strecken hin zu Tage liegt, so ist der Boden des Rieskessels gehoben. Das Ries ist daher in geologischem Sinne als Berg aufzufassen, auch wenn es topographisch als ein Kessel bezeichnet werden muß.

Der eigentliche Boden des Rieses, wie er nach Abschluß der vulkanischen Vorgänge aussah, ist größtenteils dem Auge des Forschers verborgen. Känozoische Bildungen verdecken den tieferen

Untergrund. Erst nach deren Abtragung kann dermaleinst der Schleier über noch so manchem Geheimnis in der geologischen Geschichte des Rieses gelüftet werden.

„Das Ries ist“, wie DEFFNER sagt, „eine in Sand und Schlamm versunkene Sphinx und gibt dem Forscher Rätsel auf, die nur durch anhaltende Bemühungen und nicht in kurzem Siegeslauf zu lösen sind.“

An Bemühungen, die Riesprobleme zu ergründen, hat man es denn auch nicht fehlen lassen. Seit nahezu siebenzig Jahren wird an der Geologie des Rieses gearbeitet, und immer noch bieten sich neue Probleme, neue Tatsachen, neue Ergebnisse, deren Deutung für die „Allgemeine Geologie“ von Interesse sind.

Die geologische Literatur über das Ries sei im Folgenden verzeichnet:

Literatur.

- B. COTTA: Geognostische Beobachtungen im Riesgau und dessen Umgebungen. (N. Jahrb. f. Min. 1834, S. 307—318.)
 VON VOITH: Nachträge zu Herrn Dr. COTTA's geognostischen Beobachtungen im Riesgau. (Ebenda 1835, S. 169—180.)
- A. FRICKINGER und A. SCHNITZLEIN, Die Vegetationsverhältnisse der Jura- und Keuper-Formation in den Flussgebieten der Wörnitz und Altmühl. Mit einer geol. Karte des Bezirkes. Nördlingen 1848 bei C. H. BECK.
- SCHAFHÄUTL: Chemische Analyse des sog. Trafsers aus dem Riese (Riesgau) bei Nördlingen in Bayern nebst Andeutungen über die künstliche Bildung feldspathartiger und trachytischer Gesteine. (N. Jahrb. f. Min. 1849, S. 641—670.)
- A. DELESSE: (Briefliche Mittheilung.) N. Jahrb. f. Min. etc. 1850, S. 314—317.
- O. FRAAS: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Giegen. Nach den geognostischen Aufnahmen von H. BACH, C. DEFFNER, J. HILDENBRAND u. O. FRAAS. Stuttgart 1869.
- C. DEFFNER: Der Buchberg bei Bopfingen (Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1870, S. 95—147.)
- C. W. GÜMBEL: Über den Riesvulkan und über vulkanische Erscheinungen im Rieskessel. (Sitz.-Ber. d. K. bayr. Akad. d. Wiss. 1870. I. S. 153—200.)
- C. DEFFNER und O. FRAAS: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblätter Bopfingen und Ellenberg. Stuttgart 1877.
- C. W. v. GÜMBEL: Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. IV. Theil: Die fränkische Alb. 1891, S. 183—236.
- E. KÖKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries I. (N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. XII, 1899.)
 — Beiträge zur Kenntniss des schwäbischen Diluviums. (Ebenda Beil.-Bd. XIV, 1901.)
- BRANCO und FRAAS: Das vulkanische Ries von Nördlingen in seiner Bedeutung für die Fragen der allgemeinen Geologie. Abhandl. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1901.

- BRANCO und FRAAS: Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Ries von Nördlingen. Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1901.
- E. KOKEN: Die Schliefflächen und das geologische Problem im Ries. (N. Jahrb. f. Min. 1901, I.)
- VON KNEBEL: Beiträge zur Kenntniss der Überschiebungen am vulkanischen Ries von Nördlingen. Diese Zeitschr. LIV, 1902, S. 56.
- E. KOKEN: Geologische Studien am fränkischen Ries II. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. XV, 1902.
- VON KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries von Nördlingen. Diese Zeitschr. LV, 1903, S. 23.
- W. BRANCO: Das vulkanische Vorries und seine Beziehungen zum vulkanischen Ries von Nördlingen. Abhandl. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1902.

Ries und Vorries.

Mit dem vulkanischen Ries steht ein anderes, zu geologisch gleicher Zeit entstandenes Vulkangebiet in nächstem Zusammenhang. Dasselbe ist dem eigentlichen Ries vorgelagert; gleich dem Ries selbst ist es topographisch eine, wenn auch minder deutlich ausgesprochene Senke, welche das Riesgebiet im Süden halbmondförmig umgibt. GÜMBEL hat es als vulkanische Gürtelzone bezeichnet und mit dem Ries in direkte Verbindung gebracht. BRANCO und FRAAS haben es aus bestimmten Gründen das Vorries genannt und ihm eine gröfsere Selbständigkeit zugeschrieben.

Wie das Verhältnis beider Gebiete vulkanischer Tätigkeit auch sein mag, jedenfalls sind Ries und Vorries ganz analoge Gebilde.

In beiden Vulkangebieten hat sich die extrusive vulkanische Tätigkeit auf ihre explosive Seite beschränkt; nirgends sind gröfsere Schmelzmassen dem Erdinnern entquollen.¹⁾

In beiden Gebieten kommen jene durch grofse Explosionen zerschmetterten Gesteine vor, welche unter dem Namen Gries bekannt sind.

In beiden Gebieten haben wir dislocierte Massen, welche man als Überschiebungen bezeichnen mufs.²⁾

In beiden Gebieten endlich haben, wie hier gezeigt werden soll, in nachtertiärer Zeit Einsenkungen stattgefunden.

Ries und Vorries sind demnach einander sehr ähnlich; aber doch wiederum auch bedeutend verschieden.

¹⁾ Der vulkanische Gang von Amerbach bei Wemding ist zu geringfügig, als dafs ihm eine besondere Bedeutung beigelegt werden könnte. Vergl. v. KNEBEL: Weitere geolog. Beobachtungen etc. S. 42. Des Eruptivgesteines von Amerbach soll im dritten Abschnitt dieser Arbeit nochmals Erwähnung getan werden.

²⁾ Ebenda S. 33; weiteres hierüber folgt in dem Kapitel über die Griesbildung.

Einmal ist das Ries das große Vulkangebiet, an welches das viel unbedeutendere Vorries sich — wenigstens in topographischem Sinne — parasitär anschmiegt.

Sodann haben die vulkanischen Kräfte im Ries die ganze Decke mesozoischer Sedimente entfernt. Im Vorries dagegen hat der Vulkanismus dieselben nur zu zerrütten, nicht aber wegzuschaffen vermocht.

So betrachten wir das Vorries als das Produkt einer dem Ries zwar gleichartigen, aber viel unbedeutenderen Erscheinungsform des Vulkanismus.

Da derselbe im Vorries nicht in gleichem Maße zerstörend gewirkt hat, als im Ries selbst, so kann man auch hier viel eher Studien über die besondere Wirkungsweise und Aufeinanderfolge der vulkanischen Vorgänge machen: Was im Vorries gering auftritt, ist im Ries gigantisch; was der Vulkanismus im Ries vollendet hat, ist im Vorries nur angedeutet. Das Ries ist ein vollendetes Vorries, das Vorries ein in embryonalem Zustand abgestorbenes Ries.

Die Erkenntnis der relativ einfachen Verhältnisse im Vorries bietet daher auch wohl den Schlüssel für das Verständnis der ungleich komplizierteren Erscheinungen des Rieses.

Namentlich gilt dies in Bezug auf die Erkennung von Alter und Reihenfolge der Erscheinungen, in welchen der Vulkanismus umgestaltend wirkte. Hier im Vorries brandeten an den Jurahöhen zu miocäner Zeit die Meereswogen. Marine Sedimente bildeten sich. Ihnen folgten in obermiocäner Zeit Süßwasserlagen. Aus der Kenntnis des Alters und der Aufeinanderfolge der Schichten kann man auf das Alter und die Aufeinanderfolge der vulkanischen Vorgänge schließen. So wird im ersten Abschnitt gezeigt werden, in welcher unmittelbaren Beziehungen die Sedimente und die vulkanischen Ereignisse stehen.

Sodann vermögen wir aus den Studien im Vorries über die Vergriesung uns ein Bild von der Art und Weise dieser gewaltigen Explosionen zu machen. Dies soll im zweiten Abschnitt erörtert werden.

Endlich ist auch im Vorries die Möglichkeit gegeben, das Auftreten des vulkanischen Tuffes und dessen Bedeutung in der Gesamtheit der komplizierten vulkanischen Phänomene zu erkennen. Dies soll Gegenstand unserer Betrachtungen im dritten Abschnitt werden.

I.

Das Tertiärprofil von Dischingen und seine Bedeutung für die Erkennung der Reihenfolge der geologischen Vorgänge am vulkanischen Ries von Nördlingen.

Die Höhe der Alb wird, wie bekannt, von den obersten Schichten des Weißen Jura, ϵ und ζ gebildet. Beides sind geologisch gleichalterige Ablagerungen; ϵ besteht aus sich hochauftürmenden, meist ungeschichteten Kalk und Dolomit-Riffen, zwischen welchen in Mulden der Weißen-Jura ζ , aus Kalken und tonigen Kalken bestehend, gelagert ist.

Aus einer solchen, von steil emporragenden Riffkalken des Weißen-Jura- ϵ gebildeten ζ -Mulde von langgestreckter Form hat sich das Egautal bei Dischingen gebildet.

Als in mittelmiozänen Zeit das Meer den Südrand der Alb überflutete, drang es auch in die Egautalmulde ein; es entstand so eine fjordartige Meeresbucht, deren Boden mit Sedimenten erfüllt wurde. Außer diesen marinen Gebilden lagerte sich später im Egautal auch ein Süßwasserkalk ab, dessen zahlreiche Fossilien ein obermiozänes Alter anzeigen.¹⁾

Umrahmt werden alle diese Tertiärgebilde von den Höhen des Weißen-Jura ϵ . Aber nicht sind letztere, wie man erwarten sollte, feste Gebirgsmassive, sondern ihr Gefüge ist locker; die Felsmassen sind in zahllose eckige, oft stark durcheinander gewürfelte Trümmer aufgelöst, deren Zwischenräume teilweise durch neue Kalkausscheidungen vernarbt sind: das Gestein ist vergriest.

Diese Vergriesung der Weißen-Jura Massen ist im Riesgebiete eine sehr häufige Erscheinung. Durch meine Aufnahmen der vergriesten Gebiete hinsichtlich Umfang und Intensität wurde festgestellt, daß es eine Reihe von Vergriesungsgebieten und Vergriesungszentren gibt.²⁾ Die Erschütterungen, welche die Griesbildung hervorbrachten, werden auf gewaltige vulkanische Explosionen zurückgeführt, deren hohe Bedeutung für die Erklärung der Riesphänomene uns BRANCO und FRAAS kennen lehrten.³⁾

Auch die vergriesten Berge von Dischingen sind nichts anderes, als solche durch vulkanische Explosionen zertrümmerte Weißen-Jura- ϵ Massen.

¹⁾ Das obermiozäne Alter dieser Süßwasserkalke mit *Helix sylvana* v. KL. wird von ROLLIER bestritten (L. ROLLIER, Sur l'âge des calcaires à *Helix (Tachea) sylvana* von KLEIN. Bull. soc. géol. France (4) II, S. 278). ROLLIER'S Ansicht wird auf den folgenden Seiten ausführlicher diskutiert werden.

²⁾ Vergl. v. KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries von Nördlingen. S. 25—30.

³⁾ BRANCO: Das vulkanische Vorries etc. S. 27—41.

Die Vergriesung allein wäre daher hier kaum einer besonderen Beachtung wert, wenn wir nicht in der Talmulde der Egau, wie nirgends im ganzen Riesgebiete, eine Serie tertiärer Schichten hätten, welche in ungeahnter Schärfe die Altersverhältnisse jener vulkanischen Explosionsgebilde präzisieren würden. Denn meine Schürfungen in der engen Talschlucht zwischen Mühlberg und Michaelsberg im SW von Dischingen haben ein **Profil der tertiären Schichten** entblößt, welches einen klaren Einblick in die geologischen Vorgänge zu miocäner Zeit im östlichen Schwaben gewährt.

Das Tertiärprofil besteht von oben nach unten aus:

Schichten	Ungefähre Mächtigkeit	Geologisches Alter
1. Süßwasserkalk	über 3 m	} Obermiocän
2. Glaukonitführender Sandstein, wahrscheinlich Marin	2—3 m	
3. Süßwasserkalk mit zahlreichen, eckigen Weifs-Jura-Fragmenten	5 m	} Mittelmiocän.
4. Feiner mariner Sand (Pfohsand)	7 m	
5. Muschelsandstein	8 m	

Das Liegende der Schichtenreihe ist Weifs-Jura ζ.

Die untersten marinen Sedimente (4 und 5) sind frei von eckigen Bruchstücken des Weissen Jura. Ein gleiches gilt von den oberen Schichten (1 und 2.)

Um so auffallender ist es daher, daß die hier mit 3 bezeichneten Süßwasserkalke, namentlich in ihren unteren Lagen, stellenweise recht zahlreich solche Fragmente führen.

Dieser Umstand läßt wohl nur eine einzige Deutung zu, nämlich die, daß die Griesbildung nach Absatz der mittelmiocänen Meeressedimente vor sich gegangen sei und daß darauf die Malm-Bruchstücke von dem sich nun erst bildenden Süßwasserkalk eingeschlossen worden seien.

Zu späterer Zeit, als sich die wenige Meter mächtigen glaukonitführenden Sandsteine (2) und die darauf folgenden, noch jüngeren Süßwasserkalke absetzten, war bereits die Verkittung der Weifs Jura-Breccien soweit vorgeschritten, daß diese Lagen sich wieder frei von Breccieneinschlüssen bilden konnten.

Wir entnehmen also allein schon aus diesem Tertiärprofil folgendes Ergebnis: Die Breccienbildung ist jünger als die mittelmiocänen Meeressedimente, jedoch älter als die darauf folgende obermiocäne Serie, bei deren Bildung die Vergriesung des Malm bereits vollständig zum Ab-

schlufs gelangt war. Die Verkittung der Griesbreccien fand demnach zu früh-obermiocäner Zeit statt.¹⁾

Aber auch in anderer Hinsicht ist dieses Tertiärprofil von Dischingen noch von besonderer Bedeutung. Heftig ist jetzt in Württemberg der Streit über das geologische Alter der Sylvanakalke, sowie der übrigen Miocänschichten entbrannt. Die württembergischen Geologen haben von je her die Sylvanakalke für obermiocän, mithin jünger als die mittelmiocäne Meeresmolasse angesehen. Nun aber kommt ROLLIER, der ausgezeichnete Kenner des schweizerischen Tertiärs, auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß der Süßwasserkalk mit *Helix sylvana* oligocän, mithin bedeutend älter als die mittelmiocäne Meeresmolasse sei.²⁾

Dieser Auffassung ROLLIER'S sind E. KOKEN³⁾ und K. MILLER⁴⁾ auf das Entschiedenste gegenübergetreten. Letzterer erwähnt in seiner zweiten Schrift gegen ROLLIER eine Reihe von Stellen, an denen durch Schürfung unzweifelhaft erwiesen sei, daß der Sylvanakalk die mittelmiocäne Molasse überlagert.

ROLLIER selbst nennt als Hauptstützpunkt für seine Ansicht die schon früher aus der Gegend von Dischingen bekannte Schichtenfolge: Auf den Höhen Süßwasserkalk, tiefer in den Talmulden auf Weiße-Jura ζ liegend marine Molasse. Bisher wurde dies Profil so gedeutet, daß in dem Tale sich die mitteimiocäne Molasse abgelagert habe, darüber in obermiocäner Zeit der Süßwasserkalk mit *Helix sylvana*. Gerade dieses Profil, welches von je her als Beispiel der Folge tertiärer Schichten in Württemberg galt —, gerade dieses Profil hält ROLLIER für seine Auffassung über die Stellung der Sylvanakalke beweisend und erläutert es folgendermaßen: Zu oligocäner Zeit habe sich auf der von Talungen noch nicht durchschnittenen Juraplatte der Sylvanakalk abgesetzt. Spätere Erosion habe diesen durchnagt und sich auch noch tief in die jurassische Unterlage, bis auf dem Weiße-Jura hinab, ein-

¹⁾ Gleiches folgerte ich aus den Ergebnissen der im Jahre 1902 von mir in Dischingen ausgeführten Schürfungen, auf die im II. Abschnitt noch weiter eingegangen werden soll. — Vergl. v. KNEBEL: Weitere geol. Beobachtungen etc., S. 33—36 und W. BRANCO: Das vulkanische Vorries etc., S. 67—69.

²⁾ ROLLIER: Vorläufige Notiz über das Alter des Sylvanakalkes, Centralbl. f. Min. 1900, S. 89—91. — Derselbe: Sur l'âge des calcaires à *Helix (Tachea) sylvana* VON KLEIN. Bull. soc. géol. France, (4) II, S. 278.

³⁾ E. KOKEN: Bemerkungen über das Tertiär der Alb. I. (Centralbl. f. Min., 1900, S. 145—152.)

⁴⁾ K. MILLER: Zum Alter des Sylvanakalkes. (Ebenda 1901, S. 129—133. — Derselbe: Zu ROLLIER, das Alter des Sylvanakalkes. (Ebenda 1903, S. 141—144.)

gesägt. In diesem durch Erosion gebildeten Tal habe sich dann erst die marine Molasse abgelagert.¹⁾

Nun liegt aber die Molasse nicht, wie ROLLIER sagt, auf Weifs-Jura γ auf, sondern auf Weifs-Jura ζ . Nicht also ist das Egautal ein Erosionstal, sondern, wie wir oben sahen, ein ursprüngliches Tal,²⁾ eine langgestreckte ζ -Mulde inmitten des Weifs-Jura ϵ . Somit hätte sich der Sylvanakalk garnicht auf den Höhen absetzen können, wenn er nicht zugleich die Tiefen der Täler erfüllt hätte. Aber keine Spur eines Süßwasserkalkes ist unter der Meeresmolasse zu finden, vielmehr ist überall die unmittelbare Auflagerung der letzteren auf Weifs-Jura ζ deutlich zu beobachten.

Folglich kann man nicht anders, als der alten Auffassung der württembergischen Geologen beipflichten, nämlich man muß annehmen, daß die Süßwasserkalke mit *Helix sylvana* jünger sind, als die Meeresmolasse.

Aber mehr noch, als diese theoretischen Erwägungen spricht gegen die ROLLIERsche Ansicht das Resultat meiner oben erwähnten Schürfungen in der Talschlucht bei Dischingen zwischen Mühlberg und Michaelsberg. Hier wurde durch den Spaten mit völliger Sicherheit die Auflagerung der Sylvanakalke auf marinem Tertiär festgestellt.

Das neue Tertiärprofil von Dischingen gibt also auch für diese Frage eine befriedigende Antwort: Der Sylvanakalk liegt auf mittelmiocäнем marinen Tertiär, ist daher jünger als dieses.

Da nun gerade das Profil von Dischingen nach Ansicht ROLLIERs der Hauptstützpunkt für seine Auffassung von der Stellung der Sylvanakalke ist, so dürfte, nachdem sich dies Profil selbst als irrig herausgestellt hat, die schon seit langem erkannte Altersfolge des schwäbischen Tertiär auch weiterhin zu Recht bestehen.

Noch in einem weiteren dritten Punkt ist aber unser Profil durch die Tertiär-Serie für die Deutung geologischer Beobachtungen im Riesgebiet von Wichtigkeit.

Wie bereits dargelegt, können wir aus demselben bezüglich des Alters der Vergriesung den Schlufs ziehen, daß diese nach

¹⁾ Daß diese Auffassung wenigstens in Bezug auf Dischingen irrig ist, habe ich bereits früher dargetan (vergl. v. KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries, S. 31 u. 32, Fußnote).

²⁾ Spätere Erosion hat das Egautal natürlich vertieft; so wurden die miocänen Schichten, sowie die oberen Lagen des Weifs-Jura ζ durchnagt. Aber dieses sekundär gebildete Erosionstal ist an derselben Stelle, wo seit jurassischer Zeit ein ursprüngliches Tal war: nämlich die langgestreckte Weifs-Jura- ζ -Mulde von Dischingen.

Ablagerung der marinen Molasse erfolgt, jedoch älter bzw. gleichalterig mit dem unteren Teil des Süßwasserkalkes sei. Über letzterem liegt nun in geringer Mächtigkeit ein glaukonitführender Sandstein. Zwar konnte ich trotz eifrigen Suchens in demselben keine Fossilien finden, glaube aber aus der petrographischen Gleichheit mit den Schichten des marinen Muschelsandsteines folgern zu müssen, daß auch diese Lagen mariner Entstehung sind.

Denn der untere, sowohl als auch der obere Sandstein sind Kalksandsteine. Beide enthalten ferner in großer Menge Glaukonit, welches ihre eigenartige grünlich-graue Färbung bedingt.

Glaukonit wäre zwar an und für sich kein sicherer Beweis für die marine Bildungsweise des Sedimentes; diesen könnte nur die Anwesenheit von Fossilien erbringen. Indessen haben die Studien, die bisher über die Verbreitung und Bildung von Glaukonit gemacht wurden, wie es scheint, mit Sicherheit ergeben, daß dieses eigentümliche Mineral mariner Entstehung sein muß. Denn wie aus den Beobachtungen der Challenger Expedition hervorgeht¹⁾ ist zur Glaukonitbildung einmal das Vorhandensein von Urgestein-Detritus nötig, welcher, von Meeresströmungen [vielleicht unter bestimmtem höheren Druck?] ausgelaugt, das Material zur Ausscheidung von Glaukonit hergibt. Sodann dürfen nach MURRAY keine Süßwasserströme vorhanden sein, weil diese die Glaukonitbildung verhindern würden.

So ist denn der Glaukonit bis jetzt auch nur aus marinen Schichten bekannt; und zwar bildet er sich hauptsächlich als Ausfüllungsmasse von Foraminiferenschalen. Verschiedene Beobachtungen haben gezeigt, daß durch anhaltendes Wachstum dieses Glaukonitkernes die Foraminiferenschalen gesprengt werden und abfallen; indem alsdann der Glaukonitkern weiter wächst, verliert er die ihm als Innenabguß der Foraminiferenschale ursprünglich charakteristische Form, so daß man nicht mehr die ursprüngliche Bildung als Steinkern zu erkennen vermag.²⁾ Allgemein schließt man ja auch aus dem Vorhandensein von Glaukonit auf jenes von Foraminiferen. Schichten aber, in denen Foraminiferen vorkommen, sind fast durchweg marine Gebilde, nur ganz ausnahmsweise brackischer Entstehung.

Daher müssen wir denn auch wohl die zwischen Süßwasserkalke eingeschobene glaukonitführende Sandsteinlage als eine marine Einlagerung bezeichnen. Bestätigt wird diese Auffassung durch die Beobachtung der Gestalt einzelner der Glaukonitkörner.

¹⁾ Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. CHALLENGER 1873—76. MURRAY: Deep Sea Deposits, S. 234.

²⁾ Vergl. JOH. WALTHER: Einleitung in die Geologie, II. Die Lebensweise der Meerestiere, Jena 1893, S. 215.

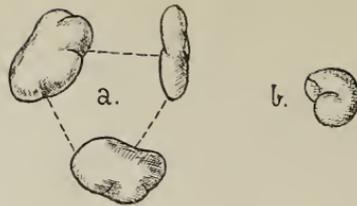


Fig. 1. Formen zweier Glaukonitkörner aus der Sandsteineinlage
im obermiocänen Süßwasserkalk.
a = 0,29 mm lang. b = 0,24 mm Durchmesser.

Beifolgende Abbildung zeigt die auffallenden Formen von zwei Glaukonitkörnern, welche diesem Sandsteine entnommen sind. Man vermeint in ihrer Gestalt noch deutlich die ursprüngliche Bildungsweise als Steinkerne von Foraminiferenschalen zu erkennen.

Wenn nun, was dieses Sediment offenbar anzeigt, nach Entstehung der Griesbreccien und deren Verkittung durch den unteren Süßwasserkalk unseres Profiles das Meer nochmals das Land auf weite Strecken überflutete, so ist hierdurch eine Beobachtung **KOKENS** erklärt, welche bisher recht rätselhaft erschien. **KOKEN** hat nämlich an mehreren Stellen (bei Zöschingen, Hohenmemmingen, Staufen, Brunnsee bei Harburg) Pholadenlöcher von völlig intakter Beschaffenheit in vergriestem Gestein gefunden. Es muß also noch nach dem Akt der Vergriesung eine neue Meeresinvasion stattgefunden haben,¹⁾ welche von der ersten tertiären Transgression durch einen Zeitraum getrennt war. In der Zwischenzeit hatte sich der untere Teil des Süßwasserkalkes mit *Helix sylvana* gebildet, und das zertrümmerte Gestein war fest verkittet worden.

Die Löcher, welche die Pholaden in den Griesfels bohrten, bezeichnen also die Strandhöhe eines späteren Meereseinbruches, desselben Meeres, in dem sich dieser glaukonithaltige Sandstein absetzte, welcher zwischen den obermiocänen Süßwasserkalkabsätzen eingelagert ist.

Das Auftreten von Pholadenlöchern in den Griesbreccien hat somit nichts rätselhaftes mehr an sich, sondern steht vielmehr mit der von mir schon früher behaupteten Reihenfolge der geologischen Vorgänge im sog. **Vorries** in vollstem Einklang.

Ferner beweisen die von **KOKEN** im Gries beobachteten Pholadenlöcher, deren Entstehungszeit wir nun so genau präzisieren können, daß die Griesbildung in obermiocäner Zeit bereits beendet

¹⁾ Diesen Schlufs war ich bereits früher gezwungen zu ziehen (Weitere geolog. Beobachtungen am vulk. Ries, S. 34, Fußnote). Hier liegt nun der Beweis für die Richtigkeit desselben vor.

war. Das Gestein ist von da ab durch keine vulkanischen Explosionen mehr zerschmettert worden. Denn wenn solche stattgefunden hätten, so wären diese Bohrlöcher sicherlich zerdrückt worden.

Aber noch Weiteres können wir folgern: Da die Vergriesung in obermiocäner Zeit beendet war, so ist es auch unmöglich, die Griesbildung durch den Einfluß glacialer Kräfte zu erklären, wie dies O. FRAAS und DEFFNER versuchten.¹⁾

Das in so mannigfacher Weise für das Verständnis der Riesvorgänge wichtige Profil durch die tertiären Schichten von Dischingen führt nun aber auch noch zu einem tektonisch bemerkenswerten Ergebnis.

Es war, nachdem das Profil einmal richtig erkannt war, auch möglich, auf der etwa 500 m langen Talschlucht drei ungefähr nordsüdlich streichende Verwerfungen zu beobachten, längs deren der östliche Teil sich gesenkt hat.

Wir begegnen nämlich in der Talschlucht aufwärts steigend den tertiären Schichten in der Reihenfolge 54 | 5321 | 21 | 5, wobei 5 den Muschelsandstein, 1 das jüngste Glied des obermiocänen Süßwasserkalkes und 4, 3, 2 die dazwischen liegenden Sedimente bedeuten. (Vergl Fig. 2, S. 248.)

Das Auftreten von Muschelsandstein (5) im obersten Teile dieser Schlucht war schon den Geologen bekannt, welche das Kartenblatt Giengen aufnahmen (H. BACH, C. DEFFNER, J. HILDENBRAND, O. FRAAS), nur hielten sie das Gestein für eine jüngere marine Bildung, welche sich ihrer Ansicht nach über dem Süßwasserkalk niederschlug. Die aus diesem Horizont gesammelten, allerdings schlecht erhaltenen Fossilien unterscheiden sich aber keineswegs von denen des Muschelsandsteines. Paläontologisch liegt mithin kein Grund vor, auf einen noch jüngeren Meereseinbruch zu schließen. Dies bestätigte mir auch Herr Dr. E. SCHÜTZE in Stuttgart, dem ich eine der fossilreichen Proben des Gesteines sandte. Auf meine Anfrage teilte er mir freundlichst mit, daß es sich hier tatsächlich nur um echten Muschelsandstein handelt. Daher kann auch dieses hochgelegene Vorkommen von Muschelsandstein nur durch eine Verwerfung erklärt werden, welche in gleichem Sinne erfolgt ist, wie die, welche ich weiter unten in der Schlucht sicher nachweisen konnte.

Am eigenartigsten sind die Verhältnisse an der untersten Verwerfung: im Westen 5, 4; im Osten 5, 3, 2 etc. Es fällt also das Glied 4 der tertiären Serie, der feine marine Sand, aus. Dies ist wohl nur so zu erklären, daß diese Sande sich verhältnis-

¹⁾ Vergl. Begleitworte zu Kartenblatt Giengen, S. 13, 14.

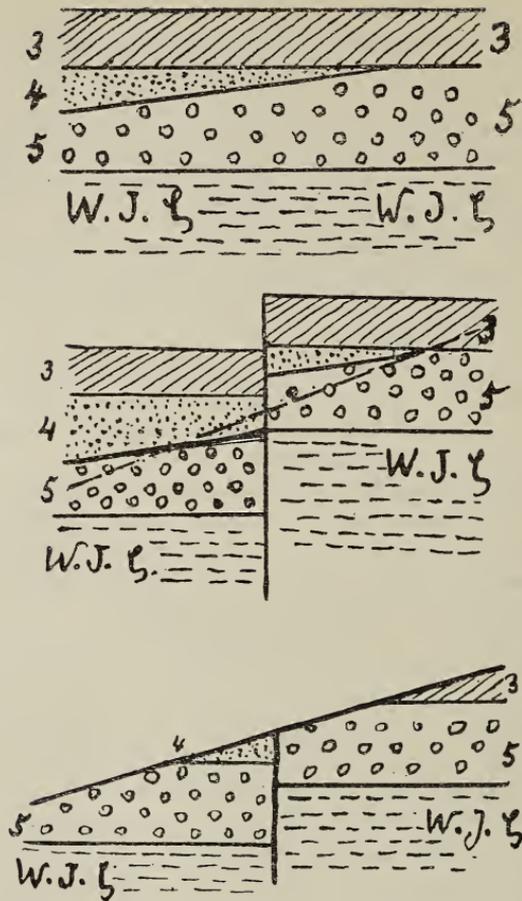


Fig. 2. Die unterste Verwerfung in der Schlucht am Michaelsberg bei Dischingen.

mäßig schnell auskeilen, und dafs westlich der Verwerfung dieselben bereits abgetragen sind, wie die in Fig. 2 zeichnerisch dargestellte Reihenfolge der Vorgänge andeutet.

Das Profil der ganzen Schlucht ist in Fig. 3 gezeichnet.

Eine weitere, der eben erwähnten analogen Verwerfung liegt unter den quartären Bildungen des Egautales verborgen. Sie gibt sich durch die zu tiefe Lage der marinen Sedimente auf der Ostseite des Tales zu erkennen.

Durch diese vier, ungefähr parallel verlaufenden Verwerfungen wird ein treppenförmiger Abbruch nach Osten hin angezeigt. Der Betrag, um welchen sich dieser Teil des Vorrieses gesenkt hat,

ist allerdings ziemlich unbedeutend. Die Gesamtsenkung beträgt ca. 50 m. Die Sprunghöhe der einzelnen kleinen Verwerfungen ist dementsprechend natürlich gering. Indessen sind diese Beobachtungen insofern beachtenswert, da wir uns an der Westgrenze des von BRANCO sog. Vorrieses befinden, jener großen Senke, welche als Gebiet selbständiger vulkanischer Tätigkeit dem Ries vorgelagert ist.

Im Vorries sind demnach geologisch junge Einsenkungen erfolgt; selbst die jungmiocänen Schichten sind noch durch diese Brüche zerrissen worden. (Vergl. Fig. 3).

Hieraus ergibt sich noch eine weitere Analogie mit dem Ries. Auch das Ries hat sich, wie BRANCO und FRAAS zuerst gezeigt haben, noch im postmiocänen Zeit gesenkt.¹⁾ KOKEN hat durch vergleichende Zusammenstellung der Höhenlagen des Tertiärs im Riesgebiet dies Resultat bestätigt.²⁾ Nach KOKEN läßt sich ein allmähliches Einsinken der zentralen Teile des Rieses erkennen. Stufenförmig scheint also auch hier das Riesgebiet sich gesenkt zu haben. Aus meinen Beobachtungen am Rande des „Vorries“ geht nun aufs Deutlichste hervor, daß auch dieses Vulkangebiet in posttertiärer Zeit Einsenkungen erfahren hat. Da solche Einsenkungen unmerklich langsam vor sich gehen, ist es nicht ausgeschlossen, daß dieses Gebiet auch jetzt noch im Sinken begriffen ist, wie wir das vom Riesessel wohl als wahrscheinlich annehmen können.

Jedoch ist bis jetzt im Vorries nur an dieser einen Seite im Westen die Einsenkung erwiesen, während am Ries selbst die jungen Senkungen rundum nachgewiesen sind. Dies ist offenbar nur auf zwei Möglichkeiten zurückzuführen: Entweder sind die Einsenkungen im Vorries nicht überall von Verwerfungen begrenzt, sondern nur von unmerklich schwachen Flexuren, oder aber die vorhandenen Brüche lassen sich infolge der äußerst spärlich vorkommenden Aufschlüsse nicht beobachten.

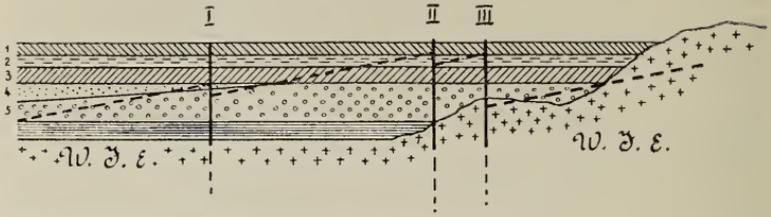
Letzteres möchte ich für wahrscheinlicher erachten, jedoch könnten ja jede der genannten beiden Möglichkeiten stellenweise das Richtige treffen. Jedenfalls geht aus meinen Beobachtungen aufs Deutlichste hervor, daß hier am Westrande des Vorrieses ein stufenförmiger Abbruch vorhanden ist.

Wir sind also instande, aus dem Tertiärprofil von Dischingen eine Reihe wichtiger Ergebnisse abzuleiten

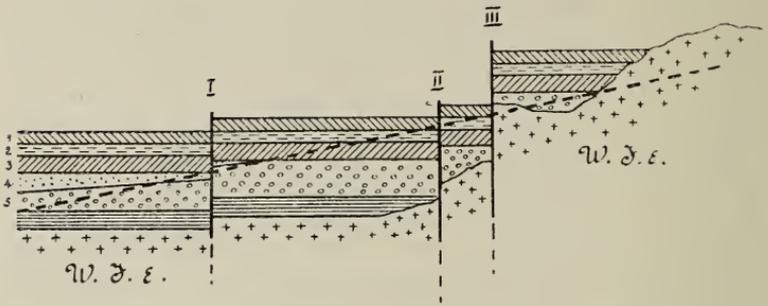
¹⁾ BRANCO u. FRAAS: Das vulkanische Ries; S. 114.

²⁾ E. KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries, II. Folge, S. 444, 445.

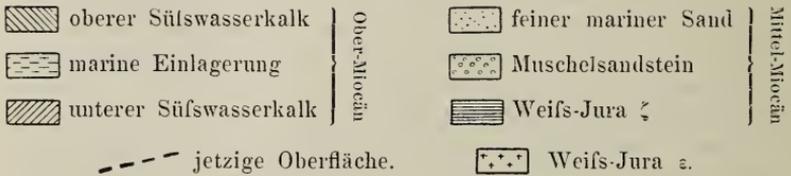
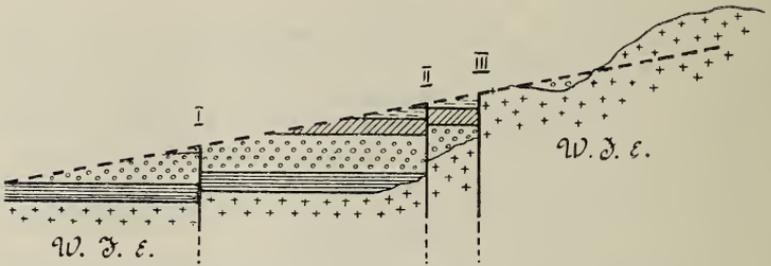
Ursprüngliche Lagerung.



Absenkung im Osten.



Gegenwärtiges Profil.



I II III Verwerfungen.

Fig. 3. Profil durch die Schlucht zwischen Mühlberg und Michaelsberg bei Dischingen.

welche von hoher Bedeutung für die Geologie des Riesgebietes sein dürften:

1. gibt es Aufschluss über das geologische Alter der Vergriesung; dieselbe ist alt-obermiocän oder jung-mittelmiocän.
2. ist hierdurch in Bezug auf die Dischinger Gegend die Auflagerung des Sylvanakalkes auf mittelmiocänum marinen Tertiär sicher nachgewiesen;
3. zeigt es an, daß ein neuer Meereseinbruch nach Verkittung der Jurabreccien in obermiocäner Zeit stattgefunden hat;
4. wird dadurch die Tatsache erklärt, daß wohl-erhaltene Pholadenlöcher im Griesgestein vorkommen; ihre völlig intakte Beschaffenheit beweist,
5. daß nach obermiocäner Zeit keine derartig großen Erschütterungen mehr vorkamen. Daraus folgt wiederum,
6. daß man die Griesbildung nicht durch glacialen Druck oder Schub erklären kann;
7. ist durch dieses Profil gezeigt, daß im Vorries postmiocäne Einsenkungen stattfanden, gerade so wie dies vom Ries bekannt ist.

II.

Weitere Studien über die Explosionserscheinungen im Riesgebiet — die Vergriesung und die Überschiebungen.

Die Griesbildung, deren geologisches Alter wir im I. Abschnitt an der Hand des Tertiärprofils von Dischingen darlegten, ist im vulkanischen Ries und dessen Umgebung, namentlich in dem sog. Vorries eine sehr verbreitete Erscheinung.

Meine in einer früheren Arbeit hierüber veröffentlichten Studien lieferten folgendes Gesamtergebnis¹⁾:

1. Die Vergriesung ist auf einzelne Gebiete beschränkt, welche sich oft nahe aneinander reihen und das Ries im Süden umgeben. Ihre Gesamtheit bildet das vulkanische Vorries BRANCOS und FRAAS'.

2. Es gibt verschiedene Intensitäten der Vergriesung; ich unterschied Gries I, II und III, Gries III als höchsten, Gries I als schwächsten Grad der Zertrümmerung.

3. Diese Gebiete sind namentlich in ihren zentralen Teilen besonders stark vergriest; es gibt Vergriesungszentren.

¹⁾ v. KNEBEL: Weitere geolog. Beobacht. a. vulk. Ries, S. 25—36.

Aus diesen Beobachtungen ließ sich des weiteren ableiten, daß keine Erdbeben dies bewirkt haben können, weder tektonische, welche etwa mit der Bildung der Donauversenkung in Verbindung stünden, noch vulkanische; denn mit einer derartigen Annahme würde das inselförmige Auftreten der Erschütterungsgebiete nicht in Einklang zu bringen sein. Von welchen Erdbeben wäre zudem ähnliche Wirkung bezüglich der festen Gesteinsschichten der Erdoberfläche bekannt?

Es bleibt also nur eine Erklärung der Vergriesung übrig, nämlich die, welche auch BRANCO und FRAAS aus dem oben Geschilderten gefolgert und ausführlich begründet haben: Die Erklärung der Vergriesung durch vulkanische Explosionen.¹⁾ Mit dieser Erkenntnis war jedoch noch keine Vorstellung von der Art und Weise verbunden, wie diese die Erdkruste durchsetzen und wie sie auf der Erdoberfläche gewirkt haben.

Die im Nachstehenden dargelegten Beobachtungen aus den vergriesten Gebieten dürften wohl imstande sein, in einigen Punkten weitere Aufklärung zu verschaffen. Die vergriesten Gebiete sprechen sich auf der Erdoberfläche meist als unregelmäßig gestaltete Senken aus. Ihr Durchmesser schwankt zwischen ca. 1 km und 6 km. Der Flächeninhalt einzelner Vergriesungsgebiete erreicht 30 qkm. Ihre Dimensionen sind aus der von mir aufgenommenen Karte der vulkanischen Explosionserscheinungen (Diese Zeitschr. 1903, t. II) ersichtlich.

Am besten ist die Vergriesung an den zu oberst liegenden Schichten des Weißen Jura, namentlich an den höheren Horizonten desselben zu beobachten. Denn diese bestehen aus Kalken; ihre Fragmente können daher leicht durch sekundäre Ausscheidungen von Kalk aus den in diesen Gesteinen stets kalkführenden Gewässern zu festem Brecciengestein — Gries genannt — verkittet werden.

So ist es denn verhältnismäßig leicht, heute noch den Spuren der ehemaligen vulkanischen Explosionen nachzugehen. Jedoch muß man sich vergegenwärtigen, daß diese Explosionen wohl noch viel gewaltiger gewesen sind, als man dies aus der Größe der Vergriesungsgebiete und aus der Intensität der Vergriesung schließen würde. Denn in vielen Fällen sind wohl die zerschmetterten Felsen abgetragen worden, bevor sie zu festem Griesgestein zusammengebacken werden konnten. Daher muß der Vergriesungsakt — also die Explosion — noch viel heftiger gewesen sein, als man dies jetzt glauben möchte. Das erweist sich denn auch in verschiedener Hinsicht.

¹⁾ W. BRANCO: Das vulkanische Vorries etc., S. 14—16.

Einmal liegen zwischen den zertrümmerten Massen größere oder kleinere Schollen, welche ihre Schichtung bewahrt haben; sie fallen ganz unregelmäßig ein. Diese Schollen sind offenbar aus ihrem Schichtenverbande losgelöst, aufgehoben und in beliebiger Stellung zwischen andere mehr oder weniger zertrümmerte Schollen beim Niedersturz geklemmt worden.

Sodann beobachtet man vielerorts, wo der Gries in tiefen Gruben aufgeschlossen ist, wie beispielsweise im Norden des Dorfes Aufhausen im Kesseltal, eine andere Erscheinung. Läßt man nämlich hier das Auge von einiger Entfernung aus in Ruhe über die 20 m tief abgebrochenen Wände des aus Weiß-Jura ϵ -Gries bestehenden Steinbruches gleiten, so wird es einem nicht entgehen können, daß die oberen Teile desselben heller sind, als die mehr grau erscheinende untere Hälfte. Tritt man alsdann, hierauf aufmerksam geworden, näher herzu, so erkennt man, worauf dies beruht. Die unteren Teile des Bruches bestehen aus kleinen Fragmenten des Malmkalkes, die oberen Teile dagegen durchweg aus größeren Bruchstücken. Die größere Anzahl der dunkel erscheinenden Risse zwischen den Griesfragmenten im unteren Teile des Steinbruches bedingt die mehr graue Farbe des Gesteins.

Die Vergriesung nimmt hier also in der Tiefe an Intensität zu.

Gleiches konnte ich auch an anderen Steinbrüchen im Vorries bei Amerdingen, Seelbrunn, Zoltingen, Diemantstein, Frolohofen und Mauren beobachten.

Ich glaube dies durch die Annahme erklären zu dürfen, daß diese Massen emporgehoben und auf eine feste Unterlage geschleudert worden sind.

Diese Annahme wird in einem weiteren Punkt bestätigt durch Beobachtungen an einzelnen besonders mehr zentral gelegenen Stellen der Vergriesungsgebiete. Den jetzt leider ganz überwachsenen Griesbruch im „Englischen Park“ von Schloß Taxis bei Dischingen z. B. beschreibt O. FRAAS in folgender Weise:

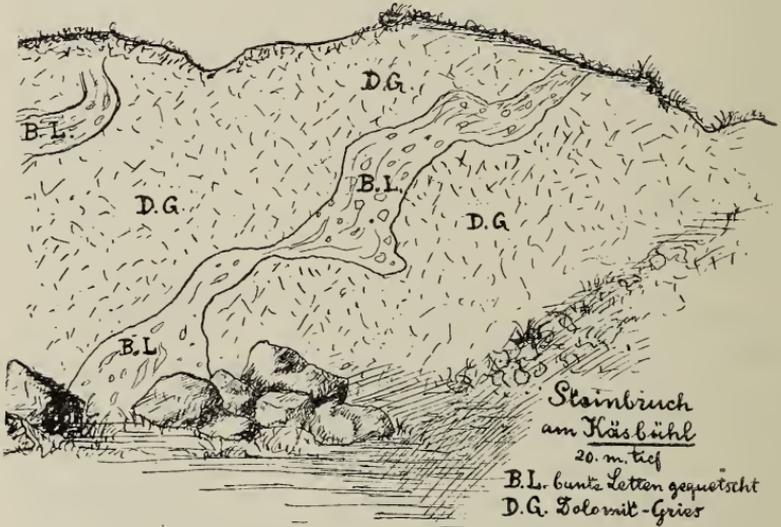
„In die Kreuz und Quer liegen dort (Weiß-Jura)-Epsilon-massen, die ohne Brechwerkzeug einfach mit der Hacke ausgebeutet werden und beim Hieb mit dem Hammer in kleingeschlagenen Grus (Gries) zerfallen. Dazwischen hinein laufen Striemen gefärbten Juraschutttes, Striemen von Tonen und fetten Sanden, die von Granit oder Diorit herrühren, Süßwasserknauer, die zu feinem Mehl zerfallen, grauer schieferiger Letten, möglicherweise von Opalinuston herrührend oder von Amaltheenton.“¹⁾

¹⁾ Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Giengen, Stuttgart 1869, S. 14.

Solche in vergristern Weißen Jura eingeklemmten Massen älterer Gesteine, vorwiegend Tone und Letten, findet man ungemcin häufig; so am Michaelsberg bei Dischingen, Altenburg, Zöschingen, Thalheim, Gunzenheim, am Käsbühl bei Bopfingen, sowie an zahlreichen anderen Orten.

Am Käsbühl beobachtete KOKEN an der Ostseite des Steinbruches am Nordhang des Berges, wie ein sehr großer Block von Weiß-Jura-Gries förmlich in Keuperletten eingewickelt war. Sie enthalten Einschlüsse von fossilfreien hellen Kalkknauern, welche KOKEN als obermiocäne Süßwasserkalke ansprechen zu müssen glaubte.¹⁾ Die ganze südliche Rückwand des Steinbruches bietet, genauer betrachtet, gleichfalls ein höchst eigenartiges Bild. (Fig. 4).

Fig. 4.



¹⁾ KOKEN spricht zwar nur (Geol. Studien i. fränk. Ries, I, S. 485) von „miocänen“ Rieskalk mit *Helix*. Aus seinen Angaben geht aber nicht hervor, ob eine *Helix* auch daselbst von ihm gefunden wurde. Jedenfalls ist sie dann wohl nicht zu bestimmen gewesen, sonst wäre diesem wichtigen Funde wohl mehr Gewicht beigelegt worden. KOKEN scheint indessen anzunehmen, daß diese Kalke „obermiocän“ sind; denn er sagt, daß kein Punkt so deutlich wie der Käsbühl beweise, daß zwei Phänomene (das vulkanische zu tertiärer Zeit und das glaciale in diluvialer Zeit erfolgte) zu trennen seien. Ein alt- oder mittelmiocäner Kalkeschluß würde ja der Annahme eines durch vulkanische Kräfte erfolgten Schubes nicht widersprechen, da die vulkanischen Vorgänge in spätmittelmiocäner oder frühobermiocäner Zeit sich ereigneten.

Es ist hierselbst zwischen den vergriesten Dolomitmassen (Gries II—III) eine breite Schliere von bunten Letten, Keuper und Braunem Jura eingeschlossen. In dieser finden sich gleichfalls jene Kalkknauern, wie sie KOKEN an der östlichen Wand beschrieben hat. Alles ist in einander gepreßt und gequetscht.

Es ist kaum denkbar, daß diese größeren oder kleineren Schollen älterer Gesteine, welche normaler Weise tief unter der Hochfläche des Jura verborgen liegen sollten, auf andere Weise in diese abnorme Höhenlage¹⁾ gelangt seien, als dadurch, daß sie bei einer Explosion — derselben, welche die Vergriesung hervorbrachte, — heraufgeschleudert wurden. Dies hätte nicht geschehen können, wenn nicht gleichzeitig auch der darüberliegende Weiße Jura in die Höhe geworfen worden wäre.

Diese Auffassung wird also durch drei Umstände erwiesen, nämlich:

1. Im Gries kommen geschichtete, unregelmäßig aufgerichtete Schollen weniger zertrümmerten Weiß Jura-Kalkes als Einschlüsse in stärker vergriestem Kalke vor.
2. Die Vergriesung nimmt vielerorts in der Tiefe zu. Dies erklärt sich durch den größeren Anprall der tieferen Schichten beim Zu-Boden-Stürzen.
3. Im Gries kommen eingeklemmt größere oder kleinere Fetzen und Schlieren älterer Gesteine vor.

Demnach müssen wir annehmen, daß in den Vergriesungsgebieten große Schichtenmassen hochgeworfen und wieder zu Boden geschleudert worden seien. Hierbei zerschellten die Felsen; es entstand der Gries.

Damit sei aber nicht gesagt, daß die Brecciennatur eines jeden Grieses auf diese Weise bewirkt sei: Es ist sicherlich auch ein Teil der Griesmassen, namentlich derjenigen, welche einen geringeren Grad der Vergriesung aufweisen, nicht hochgeworfen, sondern nur an Ort und Stelle durch die gewaltigen, bei der Explosion hervorgebrachten Erschütterungen zerschmettert worden.

Solche Erschütterungen haben oft sehr weit auf das umgebende Gestein eingewirkt. Man kann sie z. B. beobachten in den von Griesbreccien ziemlich weit entfernten mittelmiozänen Sanden, welche südwestlich von Ballmertshofen rechts von der nach Zöschingen führenden Straße anstehen. Die hierselbst ca. 4 m tief aufgeschlossenen, wohlgeschichteten Sande sind z. T. gegen Nord geneigt (10—20°). Außerdem lassen sich zahlreiche

¹⁾ Der Käsbühl ist von den angegebenen Punkten der am tiefsten gelegene. Der Steinbruch daselbst liegt 540 m hoch. Der darin vorkommende Keuperletten steht normaler Weise ca. 150 m tiefer an.

Sprünge in ihnen erkennen; die kleinen Spalten zwischen den Bruchflächen sind mit Steinmark erfüllt, so daß sich die Sprünge als helle Streifen deutlich zwischen den gelben Sanden abheben. Man kann so sehr deutlich erkennbar zwei Sprungsysteme unterscheiden, das eine nach N., das andere nach S. einfallend. Die Bruchflächen eines jeden der beiden Systeme verlaufen untereinander parallel. (Vergl. Fig. 5).

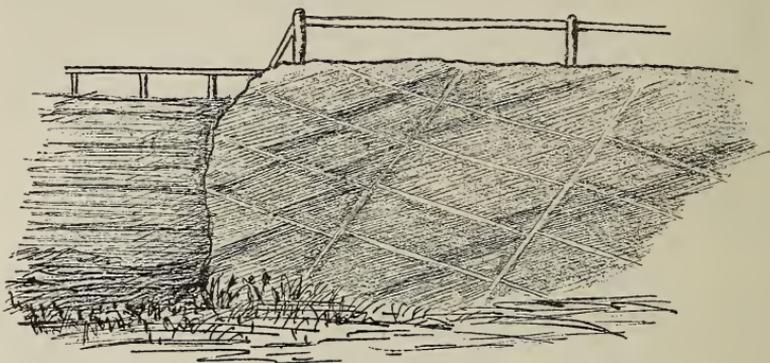


Fig. 5. Aufschluß in mittelmioocäner Molasse bei Balmertshofen.

Die hier beschriebene Druckerscheinung in den marinen Sanden von Balmertshofen kann wohl nicht anders, als durch eine seitliche Pressung entstanden, erklärt werden. Eine solche Pressung kann aber hier im Tafeljura nur auf die vulkanischen Erschütterungen bei dem Vergriesungsakte zurückgeführt werden.

Der nur sehr geringe Betrag der Verschiebungen zwischen den einzelnen Bruchflächen läßt weiterhin erkennen, daß der Druck kein nachhaltiger gewesen sein kann, d. h. daß die Erschütterungen nur kurze Zeit anhielten.

Schließlich beweist auch das Vorhandensein solcher, durch den Vergriesungsakt hervorgebrachter Störungen in den mittelmioocänen Sanden, daß die Vergriesung post-mittelmioocän ist, genau, wie wir dies aus dem oben mitgeteilten Profil von Dischingen folgern mußten.

Einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der mechanischen Vorgänge bei dem Akte der Vergriesung lieferte meine Schürfung am Armenhaus bei Dischingen. Hier befindet sich ein Hügel von Weiß-Jura- ϵ -Gries. Derselbe liegt, wie das Resultat meiner Schürfungen beweist, dem feinen marinen Sande auf, welcher den Muschelsandstein überlagert und gleich diesem mittelmioocänen Alters ist. Die Lagerungsverhältnisse sind in beiliegendem Profil (Fig. 6) ohne die sonst übliche Überhöhung dargestellt.

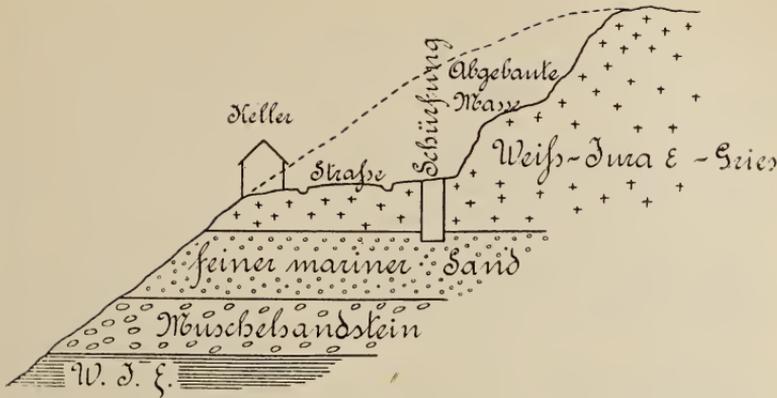


Fig. 6. Profil durch die Lagerungsverhältnisse am Armenhaus bei Dischingen.

Dieser beiläufig jetzt noch mehr als 11 000 cbm fassende Hügel von vergriestem Gestein ist, wie meine Schürfung feststellte, mit solcher Heftigkeit auf den Sand geworfen bzw. geschoben worden, daß letzterer tief in das Liegende der Griesbreccien eingequetscht wurde.

Diese Grieskuppe wurde früher als Steinbruch abgebaut. Um die Lagerungsverhältnisse zwischen dem zerschmetterten Weißen Jura und der mittelmioocänen Molasse zu ermitteln, habe ich auf der Sohle des alten Steinbruches nach Wegräumung des Schutttes eine Schürfung angesetzt, die nachfolgendes Profil ergab.

0—0,6 m Schutt.

0,6—2,3 m Weiß Jura Gries. Schlecht verkittet. Die einzelnen Fragmente paßten noch in einander, sie waren nicht gegen einander verschoben: Gries I.

2,3—2,6 m Gries mit Schlieren marinen Sandes.

2,6—3,6 m Gries mit eingequetschten Letten und Sanden, welche aus der obersten Lage des marinen Tertiärs stammen.

3,6—3,8 m Griesfragmente mit feinem marinen Sand gemengt.

3,8—4,0 m Feiner mariner Sand in durchaus normaler Lagerung.

Dieses Profil ist in dreifacher Weise von hoher Wichtigkeit, denn es wird hierdurch unzweideutig der Beweis geliefert, daß

1. die große Griesscholle auf dem marinen Tertiär liegt,
2. daß sie durch einen äußerst gewaltsamen geologischen Vorgang, Explosion, auf das Tertiär zu liegen kam; wurde doch die sandige Unterlage 2 m tief stellenweise in den darüber liegenden Gries eingepreßt!
3. daß die Vergriesung jünger als der mittelmioocäne

marine Sand ist.¹⁾ — wiederum das gleiche Ergebnis, aber in anderer Weise erwiesen als in der Schlucht bei Dischingen und in der Sandgrube bei Ballmertshofen.

Die durch diesen Schurf festgestellten Tatsachen stehen in Widerspruch zu der Auffassung E. KOKENS. Derselbe sagt:

„Auf der ganzen langen Wanderung vom Südrand des Ries bis Giengen an der Brenz sieht man (1) deutlich, daß es sich um zerstückeltes Malmgebirge handelt, dessen Schollen und Fetzen randlich zwar in Breccien und Schlutt übergehen, im Innern aber fast intakt geblieben sind. (2) Das Tertiär ist ihnen angelagert aber es unterteuft sie nicht. (3) Die Dislocationen, die diese großartige Zerstückelung und Zertrümmerung hervorgerufen haben, fallen schon in das untere (!) Miocän; (4) die Pholadenlöcher an verschiedenen dieser Klippen beweisen, daß ihre Felswände schon z. Z. der Meeresmolasse entblößt waren. (5) Aber auch dafür, daß die Bewegungen sich noch spät fortgesetzt haben, liegen Anzeichen vor.“²⁾

Dem gegenüber ließ sich nun aber feststellen:

1. sind die Felsen keineswegs bloß an der Außenseite vergriest und im Innern intakt, sondern stellenweise nimmt sogar die Vergriesung in der Tiefe zu.

2. zeigt die Schürfung bei Dischingen, daß das Tertiär stellenweise den Gries unterteuft und nicht dem Gries angelagert ist; das Tertiär war dem „unvergriesten“ Malm angelagert. Durch den Vergriesungsakt jedoch wurde derselbe stellenweise auf das Tertiär geschoben.

3. ist, wie zuvor, auf verschiedene Tatsachen gestützt, dargelegt werden konnte, die Vergriesung spät- oder post-mittelmiocän, jedoch prae-obermiocän, also **nicht** untermiocän.

4. beweisen die Pholadenlöcher in dem vergriesten Gestein nicht, daß dieselben schon z. Z. der Meeresmolasse — also in mittelmiocäner Zeit — in gleicher Weise wie heute entblößt waren; sondern es sind die Pholadenlöcher Spuren eines späteren Meereseinbruches, welcher in obermiocäner Zeit erfolgt ist. Die Sedimente dieses obermiocänen Meeres sind zwischen Süßwasserschichten gleichfalls obermiocänen Alters gelagert und von mir in der Schlucht bei Dischingen nachgewiesen (s. S. 245).

¹⁾ Die auf Grund meiner früheren kürzeren Angaben von BRANCO erwogene Möglichkeit, ob nicht etwa der Weiße-Jura-Gries nur als Gesimse hervorgeragt haben könnte, unter welchem sich alsdann erst der marine Sand absetzte, läßt sich mithin, wie aus dem hier mitgeteilten genauen Profil ersichtlich, doch nicht aufrecht erhalten.

²⁾ E. KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries I, S. 498 bis 499.

5. endlich hebt KOKEN selbst an anderer Stelle hervor, daß die Pholadenlöcher im Gries stets völlig intakt erhalten seien, und folgert daraus mit vollem Recht im Gegensatz zu seiner obigen Angabe, daß in späterer Zeit derartige Bewegungen nicht mehr vorgekommen sein können.

Fassen wir nun die im Vorstehenden dargelegten Beobachtungen über die uns in den Vergriesungsgebieten des Weißen Jura entgegentretenden Erscheinungen zusammen:

Die Vergriesung ist, wie BRANCO und FRAAS zeigten, eine Folge großer vulkanischer Explosionen. Diese Explosionen haben die obersten Schichten z. T. geprellt, also in die Höhe geworfen und dabei zertrümmert.

Zwischen dem so zertrümmerten Weiß-Jura-Gestein finden sich aber Schollen, welche ihre Schichtung bewahrt haben, völlig regellos eingeklemmt. Auch ältere, besonders tonige Gesteine, welche aus größerer Tiefe entstammen, treten schlieren-, fetzen-, oder ungleichmäßig gangförmig innerhalb der Weiß-Jura Breccien auf. Nur durch besonders starke „Bläser“ können sie bei der Explosion in diese abnorme Lage gelangt sein.

Da, wo in den tieferen Lagen die Vergriesung eine intensivere ist, als in den oberen, erklärt sich dies unschwer durch den Aufprall und den Druck, dem die zuerst wieder zu Boden gefallen Massen seitens der später herabfallenden ausgesetzt waren.

Bei dem Vergriesungsakt wurden auch noch die den Explosionszentren benachbarten Gesteinszonen mit erschüttert. Dies beweisen die Beobachtungen an den marinen Sanden von Ballmertshofen.

Bei stärkeren Explosionen wurden auch größere Schollen emporgehoben und zur Seite geschoben bzw. geschleudert. Ein Beispiel hierfür bietet die Gries-scholle am Armenhaus bei Dischingen.

Dislocierte Schollen, deren Auftreten zunächst recht rätselhaft erscheint, sind bekanntlich in der Umgebung des Rieses sehr häufig. Wir betrachten sie jetzt als durch Überschiebung dislociert und lernen in ihnen wohl das eigenartigste Erzeugnis der vulkanischen Kräfte kennen, welches sich bis jetzt nur im Ries gezeigt hat. BRANCO (Das vulkanische Vorries, S. 30—32) hebt aber hervor, daß notwendig auch bei anderen großen vulkanischen Explosionen ähnliches vorgekommen sein müsse. Eine Analogie mit den Überschiebungen des Rieses erblickt BRANCO (a. a. O.

S. 27—30) in der Explosion des Bandai-San im Jahre 1888, über welche SEKŪJA und KIKUCHI berichtet haben.¹⁾

Einer solchen Überschiebung aus dem Riesgebiet haben wir bereits Erwähnung getan; es war der Käsbtühl bei Aufhausen unweit Bopfingen. Nahe dabei liegen weiter östlich die großen Klippen der Karksteine, auf welche wir nochmals zurückkommen werden.

Andere überschobene Schollen sind die Braun-Jura-Massen von Hertfeldhausen,²⁾ dann die zahlreichen sog. „Klippen“³⁾ in der Nähe des westlichen und nordwestlichen Riesrandes.

Die weitaus wichtigste dieser überschobenen Schollen aber ist diejenige vom Buchberg bei Bopfingen, über welche ich hier noch einige Ausführungen zu machen für nötig erachte.

Die Buchberg-Beiburg-Überschiebung bei Bopfingen.

Südlich vom Bahnhof Bopfingen erblickt man einen lang gestreckten Bergrücken, welcher sich an seiner Basis, einer Mauer gleich, steil erhebt, dessen oberer Teil jedoch in sanfter Böschung, einem Brotlaib nicht unähnlich, sich aufwölbt: es ist der Buchberg bei Bopfingen, jener Berg, über dessen Lagerungseigentümlichkeiten eine ganze Literatur bereits berichtet hat.⁴⁾

Der steile Sockel des Berges besteht aus den geschichteten Kalken des Weißen Jura β , die gerundete Kuppe aber — und dies ist das Problematische — aus viel älterem Gestein: Braunem Jura und Unterstem Weißen Jura. Diese anomal gelagerten Massen sind, wie BRANCO und FRAAS gezeigt haben, in einem ca. N—S streichenden Sattel gelagert. Denn die von der Neresheimer Chaussee in östlicher Richtung über den Buchberg hinweg nach dem Dorfe Schloßberg abzweigende Straße ließ in ihrem Einschnitt die Schichten in folgender Reihenfolge erkennen:

1. Graue Mergel des Weiß-Jura α , 2. oberer Braun-Jura

¹⁾ The eruption of Bandai-San. Journal of the college of science. Imp. University, Japan III (2), Tokyo 1889.

²⁾ VON KNEBEL: Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkanischen Ries von Nördlingen I. Die Überschiebung bei Hertfeldhausen, S. 56—72, t. IV.

³⁾ Den Ausdruck „Klippe“ haben BRANCO und FRAAS für die überschobenen Weiß-Jura Berge, welche auf dem unteren Braunen Jura ruhen, angewendet. BRANCO und FRAAS: Das vulkanische Ries S. 98). Die vielseitige Bedeutung dieses Wortes in geologischem Sinn ist ebendasselbst erörtert worden S. 98—100.

⁴⁾ DEFFNER: Der Buchberg bei Bopfingen, Stuttgart 1870. — KOKEN: Geologische Studien im fränk. Ries I, S. 480. — Derselbe, ebenda II, S. 461—464. — BRANCO und FRAAS: Das vulkanische Ries von Nördlingen, S. 74—77. — Dieselben: Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Ries von Nördlingen 1901.

ζ—δ, 3. Braun-Jura γ-Tone, 4. Eisensandstein, Br. Jura β, 5. von nun an in aufwärtssteigender Folge Braun Jura γ, 6 oberer Braun Jura δ—ζ, 7. Weiß Jura α.

Diese Aufeinanderfolge beweist eine sattelförmige Lagerung; denn nur bei einer solchen ist es möglich, daß man zuerst in immer ältere Schichten (Weiß-Jura α, Braun-Jura ζ—β) gelangt und dann wieder umgekehrt immer jüngere Schichten überschreitet.

Wie sind nun diese Massen, welche z. T. doch etwa 150 m tiefer das Anstehende bilden dürften, in solche abnorme Höhe auf den Weißen Jura β gelangt? Diese Frage ist in zweierlei verschiedener Weise beantwortet worden:

Die eine Auffassung ist die gewesen — und sie wurde von DEFFNER, BRANCO und E. FRAAS verteidigt —, daß die anomal gelagerten Massen durch seitlichen Schub auf das Plateau des unteren Malm hinaufgeschoben worden sind.

Eine zweite Ansicht wurde von QUENSTEDT und KOKEN vertreten; diese glaubten, daß die dislocierten Massen des Braunen Jura nicht durch Überschiebung auf den Malm gelangt, sondern durch irgendwelche, in ihrer Wirkungsweise nicht näher definierte vulkanische Kräfte an Ort und Stelle von der Tiefe heraufgepreßt seien.

Daß erstere Ansicht dem Tatsächlichen entspricht, ist durch Abteufung eines im Braun-Jura β, also inmitten der dislocierten Massen angesetzten Schachtes von BRANCO und FRAAS bewiesen worden.¹⁾ Der Schacht stieß in 26 m Tiefe auf die Unterlage der Überschiebung, die Kalke des Weiß-Jura β; diese waren geschliffen und geschrammt; die Richtung der Schrammen zeigte einen von Osten her wirkenden Schub an. Über der Schlifffläche lagen die überschobenen Massen des Braunen Jura, deren Liegendes ein wirr durcheinander gequetschtes Gemenge war, bestehend aus Braun-Jura α-Tonen, Feuersteinen, Sand und Kalkgeröllen — „Buchberggeröllen“ — welche durch die Reibung mit den Sandkörnern gekritzelt worden sind. Die ganze Masse, welche das Liegende der überschobenen Scholle des Buchberges bildet, gleicht demnach auffallend einer Grundmoräne. Da solche grundmoränenartige Massen an vielen Orten vorkommen, glaubte KOKEN auf eine Vergletscherung des Riesgebietes in diluvialer Zeit schließen zu müssen. Hiergegen machten BRANCO und FRAAS eine große Zahl von Gründen geltend, aus denen hervorging, daß die überschobenen Schollen vom Ries her durch vulkanische Kräfte geschoben sein mußten. Sie zeigten ferner, daß auch bei einer durch vulkanische Kräfte hervorgerufenen Überschiebung unter den

¹⁾ Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Ries von Nördlingen. 1901.

obwaltenden Verhältnissen der Gesteinsmassen pseudoglaciale Gebilde hervorgerufen werden mußten, welche echten glacialen Produkten durchaus gleichen.

Daß wir aber in dieser grundmoränenartigen Masse tatsächlich ein pseudoglaciales Gebilde zu sehen haben, bewies der Fund, welchen ich in dem vulkanischen Tuff von Burgmagerbein machte.¹⁾ Dort fand ich einen großen Block jener grundmoränenartigen Masse in den vulkanischen Tuff eingeschlossen. Die darin enthaltenen Buchberggerölle waren deutlich gekritzelt. Die Außenseite der tonigen Masse mit den Buchberggeröllen war jedoch durch die Hitze des vulkanischen Tuffes verändert. Die Gerölle waren rotgebrannt. Da diese vulkanischen Tuffe, wie alle Riesforscher meinen und die Untersuchungen KOKENS bestätigen, tertiären Alters sind, so müssen auch die Buchberggerölle, welche in dem vulkanischen Tuff eingeschlossen sich vorfinden, bereits zu tertiärer Zeit gekritzelt gewesen sein. Ihre Kritzung ist daher unmöglich auf glaciäre Kräfte, welche nur in diluvialer Zeit hierselbst gewirkt haben könnten, zurückzuführen.

Diese Buchberggerölle bieten nun noch in anderer Hinsicht ein besonderes Interesse. Wie ich schon früher hervorhob²⁾, lassen viele derselben den Beginn einer Facettierung erkennen, wie wir dies in Vollendung an den Geschieben der permischen Eiszeit in Indien beobachten können. Nun haben KÖKEN und NÖTLING³⁾ in letzter Zeit ihre Studien über das Palaeoglacial in Indien veröffentlicht. Nach ihrer Ansicht seien größere Stücke von dem auf der Sohle des Gletschers vorkommenden Geröllsande zu einem festen Geröllsandstein gefroren gewesen und dieser sei dann gleichsam wie ein einziges Geschiebe als ganze Masse vom Eise weiter transportiert worden. Dabei seien die aus dem gefrorenen Sande herausschauenden Höcker der darin eingeschlossenen Gerölle abgehobelt worden. So entstand eine Facette. KÖKEN und NÖTLING benennen das so entstandene Geröll mit einer angeschliffenen Fläche sehr treffend einen „Reibstein“. Wenn nun diese gefrorene Sandscholle auftaut, dann, so folgern sie weiter, verschieben sich diese Gerölle. Durch nochmaliges Einfrieren wird alsdann eine zweite Fläche angeschliffen u. s. f., bis das ursprüngliche Geröll zu einem jener Facettengewölbe wird, deren seltsame Gestalt bisher ein Rätsel war.

¹⁾ VON KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries von Nördlingen, S. 32, 33.

²⁾ Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkanischen Ries von Nördlingen, S. 62 u. 63.

³⁾ Geologische Mitteilungen aus der Saltrange, Centralbl. f. Min. 1903, S. 45—49, 72—76, 97—103.

Nun kommen aber auch unter den Buchberggeröllen, welche zweifellos pseudoglaciale Gebilde sind, Stücke vor, welche den von KOKEN und NÖTLING beschriebenen gleichen. Nebenstehendes Bild, Fig. 7, zeigt ein etwas vergrößertes Geröll, welches vom Boden

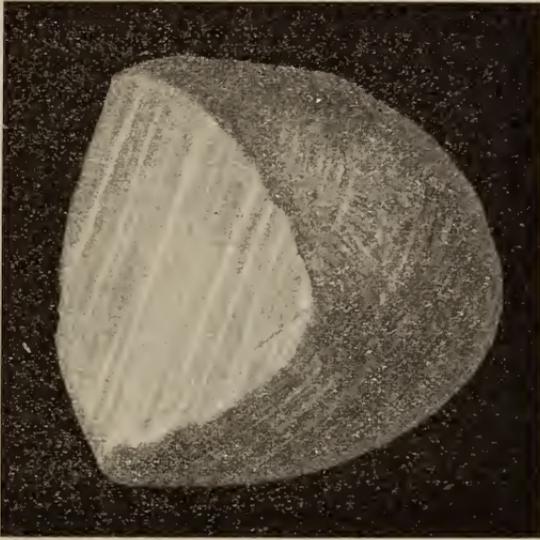


Fig. 7. Buchberggerölle Typus Reibstein.
Buchberg bei Bopfingen a./Ries.

des Buchbergschachtes heraufgefördert wurde. Es gleicht einem der sog. indischen „Reibsteine“. Und doch ist es ein pseudoglaciales Gebilde! Ferner ist noch die nicht selten bei Buchberggeröllen vorkommende, dem Dreikantigen zustrebende Gestalt zu beachten, welche z. B. jenes Gerölle erkennen ließ, welches in dieser Zeitschrift (Jahrgang 1902, S. 62) von mir abgebildet wurde. Dieses Buchberggerölle ist zwar kantengerundet, aber man kann deutlich drei nahezu ebene Flächen erkennen, welche die trigonale pyramidale Gestalt des Gerölles bedingen.

Das tonige Mittel, in welchem die Buchberggerölle transportiert wurden, wirkte also in ganz analoger Weise, wie nach KOKEN und NÖTLING die durch Gefrieren zu einem festen Gestein erhärtete Sandmasse gewirkt hat.

Die verschiedenen Grade der Facettierung bei den Buchberggeröllen könnte man vielleicht dadurch erklären, daß die Tone, in welche jene Gerölle bei dem Überschiebungsvorgange gequetscht wurden, in verschiedenem Maße plastisch waren. Der Grad der

Plastizität hängt von dem höheren oder geringeren Wassergehalt der Tone ab. Wenn nun solche Gerölle bei dem Überschiebungsvorgänge in Tonmassen von größerer Zähigkeit gepreßt wurden, so haben diese — ebenso wie jene Schollen des zu Sandstein gefrorenen Sandes — das Gerölle festgehalten, so daß im Augenblicke eine Fläche mehr oder weniger deutlich angeschliffen werden konnte. Waren aber die Tone infolge eines höheren Gehaltes an Wasser in höherem Maße plastisch, so vermochten sie die bei dem Überschiebungsvorgang eingequetschten Gerölle weniger fest zu packen und erlaubten diesen, sich mehr oder weniger leicht in der tonigen Masse zu drehen. In diesem Falle kam es auch nicht zur Ausbildung scharfkantiger Facetten; es entstanden nur Gerölle mit abgerundeten Kanten, welche indessen oft pyramidale Formen — den „Beginn der Facettierung“ erkennen lassen.

Durch die Abteufung des erwähnten Schachtes wurde also von BRANCO und FRAAS unzweideutig festgestellt, daß die älteren Gesteinsmassen daselbst durch Überschiebung vom Osten her auf den normal anstehenden Weiß-Jura gelangt sind; ferner, daß das Liegende der Überschiebung eine Masse bildet, welche einer Grundmoräne sehr ähnlich ist.

Diese grundmoränenartige Masse war es, welche KOKEN veranlaßt hat, an eine Vergletscherung des Rieses zu denken. Jedoch lassen die bereits erwähnten Umstände zweifellos erkennen, daß es sich hier um ein pseudoglaciales, in tertiärer Zeit durch den Überschiebungsvorgang hervorgebrachtes Gebilde handelt.

Demnach ist das Auftreten jener grundmoränenartigen Masse mit den gekritzten Buchberggeröllen ein Anzeichen dafür, daß an diesen Stellen Überschiebungen vorkommen, bzw. ehemals vorhanden waren, nun aber abgetragen sind.

Da die Buchberggerölle das Liegende der Überschiebung bilden, ist es leicht zu verstehen, daß man sie stets am Rande der überschobenen Schollen herausgewaschen aufsammeln kann. So ist rund um die überschobene Masse des Buchberges ein solcher Kranz von Buchberggerölle-führenden, tonig-sandigen Massen zu erkennen. Ich habe die Buchberggerölle daselbst nahe der Straße nach Neresheim gesammelt, welche an der Nord- und West-Seite des Buchberges vorbeiführt; ferner finden sie sich äußerst zahlreich im Süden des Berges an dem Rande des Tales, welches den Buchberg vom Hertsfelde trennt. Im Nord-Osten sind sie in der Schlucht, welche von Norden her, westlich vom Dorfe Schloßberg, zum Buchberge sich hinzieht, vorhanden.

In dieser Schlucht sind auch wohl die grundmoränenartigen Massen herabgerutscht, welche an der Papiermühle nordwestlich

des Schloßberges sich vorfinden. KOKEN hat dieses Vorkommen von „Geröllchem“ für glacial erklärt; ¹⁾ BRANCO und FRAAS ²⁾ haben jedoch bereits dargetan, daß es sich hier nur um eine größere Gehängerutschung handeln kann, durch welche diese Masse vom Buchberg her in dies tiefere Niveau gelangt ist.

Im Norden, Nordosten, Westen und Süden der Buchberg-Überschiebung sieht man überall das Liegende der Überschiebung in die grundmoränenartige Masse über dem anstehenden Unteren Malm zu Tage treten. Nur im Südosten des Buchberges in Richtung auf die benachbarte Bergkuppe der Beiburg kann man dieses nicht beobachten. Vielmehr ist daselbst der Weiße Jura α , welcher das Hangende des zuvor beschriebenen, auf das Plateau des Buchberges überschobenen Sattels bildet, vom Weiß-Jura Schutt höherer Stufen völlig überdeckt. Diese Weiß-Jura-Schuttmassen dehnen sich bis zur Beiburg, jener dem Buchberg benachbarten Bergkuppe, hin aus.

Der steile Kegel der Beiburg besteht aus Weißem Jura ϵ und δ . Nun ist es höchst auffallend, daß diese Schichten sich in einer viel tieferen Lage befinden, als dies normaler Weise der Fall sein dürfte; denn oberer Jura liegt hierselbst im gleichen Niveau, wie in dem ganzen übrigen Egertal der Weiße Jura α und β . Gerade umgekehrt, also wie am Buchberge, wo sich Braun-Jura Massen über dem Weißen Jura — somit in einem viel zu hohen Niveau befinden. Daß aber an der Beiburg der obere Weiße Jura viel zu tief liegt, ist deutlich in dem untersten Steinbruche auf der NO-Seite der Beiburg nahe dem Dorfe Schloßberg zu erkennen. Hier steht der Weiße Jura ϵ nur wenige Meter höher als der nächste vorhandene Weiße Jura α an, mithin befindet er sich mindestens um 100 m tiefer, als man dies erwarten sollte! BRANCO und FRAAS ³⁾ haben in richtiger Erkenntnis der Abnormität dieser Lagerungsverhältnisse die Beiburg als eine Überschiebung aufgefaßt und zu den sog. „Klippen“ gezählt, jenen Weiß-Jura-Bergen, welche sehr zahlreich namentlich im Nordwesten des Rieses vorkommen, und welche sämtlich nach BRANCO und FRAAS als dislocierte Massen, d. h. Überschiebungen von Weißem Jura auf die zumeist aus unterem Braunen Jura bestehende Basis aufgefaßt werden müssen. Aus dem Umstand, daß dort zwischen dem anstehenden Gestein und dem überschobenen Weißen Jura die Massen des Braun-Jura γ — ζ fehlen, folgerten sie, daß der Tafel-

¹⁾ Beiträge zur Kenntnis des Diluviums in Schwaben. N. Jahrb. f. Min. 1901, Beil.-Bd. XIV, S. 162.

²⁾ Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung des vulkanischen Ries von Nördlingen 1901, S. 13.

³⁾ Das vulkanische Ries, S. 76.

Jura hier bereits bis auf den unteren Braunen Jura abgetragen war, als die „Malm-Klippen“ auf denselben überschoben wurden.

Genau so ist es an der Beiburg, Weiß-Jura ε über Weiß-Jura α liegend! Die gesamten Schichten von Weiß-Jura β an bis zum Weiß-Jura δ — also Massen von wenigstens 100 m Gesamtmächtigkeit — waren bereits abgetragen, als die Beiburg-Klippe auf den unteren Malm geschoben wurde.

Diese Gründe bewogen BRANCO und FRAAS, die Beiburg als eine „Klippe“, d. h. als eine Überschiebung aufzufassen, genau ebenso wie sie dies von den Klippenkalken z. B. in der Kirchheimer Gegend taten. Das aber bestreitet KOKEN¹⁾:

„BRANCO und FRAAS behaupten, daß die Felsen der Beiburg „als „überschoben“ aufgefaßt werden müssen. Das war DEFFNERS „Ansicht allerdings, aber ich glaubte diese längst berichtigt und „habe deswegen nicht besonders auf diesem Punkt verweilt . . .“

Um zu erkennen, welche von beiden Auffassungen über die Lagerungsverhältnisse der Beiburg, die von BRANCO und FRAAS einerseits — KOKEN andererseits, die richtige ist, habe ich dies Gebiet nochmals einer genaueren geologischen Aufnahme unterzogen, über deren Ergebnisse ich hier berichte.²⁾

Betrachtet man im Egertal, von Osten her talaufwärts wandernd, die linker Hand gelegene Beiburg, so wird sofort die höchst eigentümliche Gestalt des Berges auffallen: nach Süden zu fällt derselbe steil ab, während die Nord-Seite von einer nahezu ebenen, unter ca. 30° nach NO einfallenden Fläche gebildet wird; diese geneigte Ebene entspricht, wie auch in drei großen Steinbrüchen zu beobachten ist, einer Schnittfläche. Die in ihnen aufgeschlossenen Gesteinsmassen des oberen Malm lassen eine Schichtung noch gut erkennen, jedoch sind sie stark zertrümmert — vergriest — ein Zeichen, daß sie heftige Bewegungen erfahren haben. Diesen Schluß könnte man allein schon aus der im Tafel-Jura sonst niemals vorkommenden steilen Schichtenstellung ziehen. Ganz besonders auffallend ist die schon erwähnte Tatsache, daß gerade unter dem untersten, im Weißen Jura ε befindlichen Steinbruch, nahe bei dem Dorfe Schloßberg, der Weiß-Jura α -Mergel mit *Terebratula impressa* zu Tage tritt. Aus diesem Umstand läßt sich erkennen, daß der Obere Weiße Jura hierselbst in irgend

¹⁾ Geologische Studien im fränkischen Ries, II. Folge, S. 435

²⁾ Die ersten Studien in diesem Gebiete machte ich bereits vor 3 Jahren in Gemeinschaft mit Herrn Professor Dr. A. ROTHPLETZ; für die freundliche Anleitung, welche mir von demselben zu Teil wurde, erlaube ich mir früher schon, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. An dieser Stelle möchte ich meinen Dank dafür nochmals wiederholen.

einer Weise dislociert ist. Zwar ist die scharfe Grenze von Weiß-Jura α zum oberen dislocierten Malm hierselbst durch Schutt verhüllt, jedoch finden sich in nächster Nähe dieser Stelle Buchberggerölle, welche, wie erwähnt, stets das Liegende einer Überschiebung anzuzeigen pflegen. Die Beobachtungen an der NO-Seite der Beiburg sprechen demnach sehr für die Auffassung, daß die Beiburg, gleich den übrigen Klippen am Riesrande, eine Überschiebung sei.

Auf der ganzen Nordseite des Berges kann man wegen des völligen Mangels an Aufschlüssen schwer Beobachtungen machen. Überall begegnet man zertrümmerten Weiß-Jura Fragmenten verschiedener Stufen. Aus diesem Schutt besteht auch der flache, sattelförmig gestaltete Höhenrücken, welcher den Buchberg mit der Beiburg verbindet. Besonders deutlich treten in diesem Rücken an einem kleinen Aufschluß ca. 200 m westlich von der höchsten Spitze der Beiburg die mergeligen Kalke des Weiß-Jura γ hervor.

Der Weiß-Jura γ hierselbst befindet sich in durchaus normaler Höhenlage. Deswegen hat KOKEN ihn auch für anstehend erklärt. Wandert man nämlich vom Weiß-Jura γ der Beiburg nach SW, so gelangt man, ein wenig bergabsteigend, in die plattigen Kalke des Weiß-Jura β , unter diesen in α .

Anders gestaltet sich jedoch das Profil, wenn man die steile Südseite des Berges herabschreitet. Hier findet man unter dem Weißen Jura γ , welcher teilweise mit Schuttmassen des Weißen Jura überdeckt ist, direkt Weiß-Jura α . Die überall sonst im Terrain gleichsam wie eine Mauer sich deutlich hervorhebenden Schichten des Weiß-Jura β fehlen hierselbst. Statt ihrer trennt eine lehmig-sandige Masse mit jenen Buchberggeröllen den anstehenden Impresa-Mergel von dem als dislociert anzusehenden Weißen Jura γ und δ -Schutt.

Diese Gerölllage wurde von KOKEN als Grundmoräne beschrieben, welche nach seiner Ansicht indessen den Weiß-Jura-Massen der Beiburg angelagert sein soll. Nach den Erfahrungen am Buchbergschacht müßte man aber wohl annehmen, daß diese Gerölle das Liegende einer Überschiebung bilden — der Beiburg Überschiebung — an deren Rande sie zu Tage treten. Hierfür spricht auch das Fehlen des Weißen Jura β , was jedoch von KOKEN nicht beachtet wurde. Indessen halte ich gerade den Mangel dieser Schichten für beweisend, daß die Beiburg, an deren Basis wir uns befinden, nichts anderes als eine Überschiebung sein kann.

Noch beweisender für diese Auffassung ist die Ostseite des Berges. Hier liegen überall Massen des Obersten Malm unmittelbar über dem oberen Braunen Jura. Dies kann meines Er-

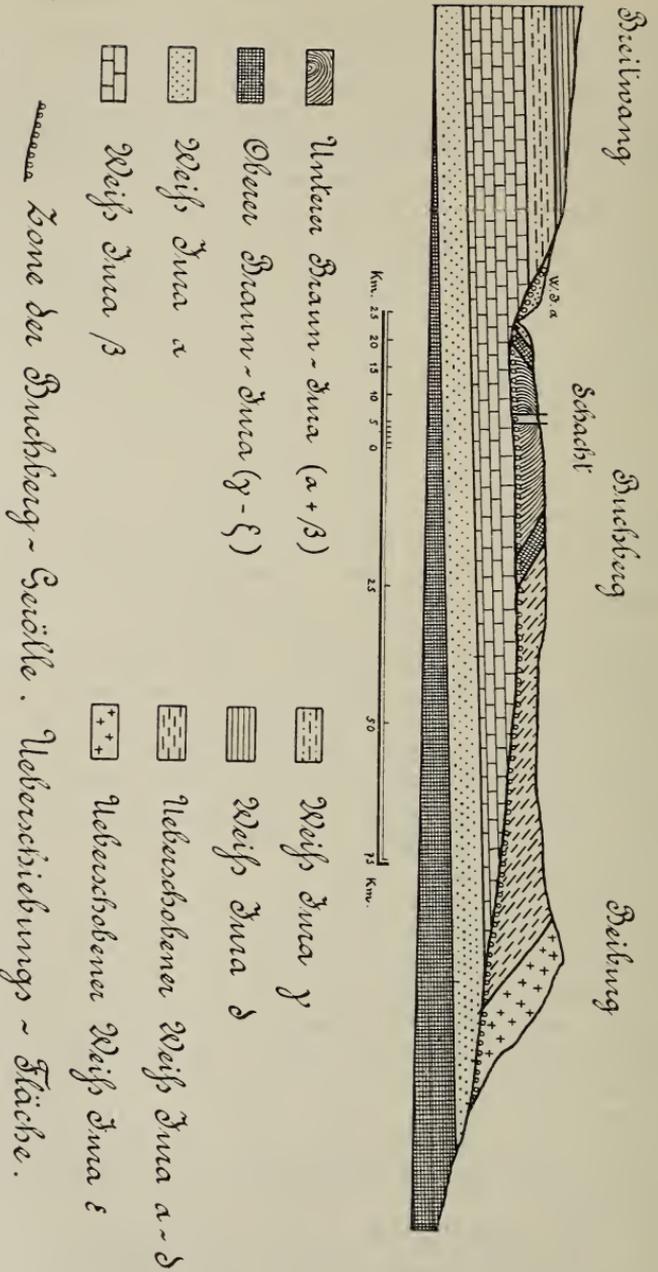


Fig. 8. Profil durch die Überschiebung des Buchbergs und der Beiburg bei Bopfingen.

achtens nicht durch die Annahme erklärt werden, daß hierselbst größere Massen des oberen Malm infolge einer Gehängerutschung in dies tiefe Niveau gelangt seien; denn es würde dann rätselhaft bleiben, warum nur die obersten Schichten desselben herabgerutscht sind, während doch von den unteren Lagen nichts zu beobachten ist. Ich erkläre dies einfach dadurch, daß auf der Ostseite des Berges seit der Zeit, in welcher die Überschiebungen stattfanden, niemals die Schichten des Unteren Weißen Jura entstanden, vielmehr über dem Untersten Malm, bzw. obersten Dogger die überschobene, aus Oberem Weißen Jura bestehende Beiburgmasse liegt.

Fassen wir also nochmals die Beobachtungen über den Schichtenaufbau der Beiburg zusammen: Die Ost- und Nordostseite des Berges wird vom Obersten Weißen Jura gebildet, welcher unter ca. 30° nach NO geneigt ist. Unter diesen Massen tritt im Osten Weiss-Jura α , im Westen Weiß-Jura δ und γ hervor, unter welchem wiederum nach Süden zu eine grundmoränenartige Masse zu Tage streicht. Diese liegt auf dem normal anstehenden Weiß-Jura α .

Westlich vom Weißen Jura γ trifft man Breccien-Schutt des Weißen Jura β . Hier aber befinden wir uns bereits am Buchberge; wir sind inmitten der dislocierten Scholle, welche daselbst auf den Weißen Jura geschoben ist. Unmittelbar westlich daran schließt sich die oben beschriebene Folge der überschobenen, sattelförmig gelagerten Schichten-Massen: Weiß-Jura α , Braun-Jura ζ — γ , Braun-Jura β , Braun-Jura γ — ξ , Weiß-Jura α an.

Buchberg und Beiburg bilden demnach eine einzige Überschiebungsmasse. Die beiden anscheinend isolierten überschobenen Bergkuppen sind heute noch durch einen gleichfalls dislocierten Höhenrücken verbunden, dessen Schichtenaufbau den Zusammenhang beider Berge deutlich erkennen läßt

Diese Verhältnisse habe ich in dem Profil, Fig. 8, dargestellt.

Wie ferner aus diesem Profil ersichtlich, sind die Schichtenmassen der Beiburg-Überschiebung im Gegensatz zu der des Buchberges asymmetrisch gelagert: im Osten jüngerer, nach Westen zu immer älteres Gestein. Die überschobenen ältesten Schichten befinden sich auf der Westseite der Beiburg; sie gehören dem Weißen Jura γ an. Derselbe befindet sich in derselben Höhenlage, die er normaler Weise einnehmen würde. Daher hebt auch Koken hervor, daß die Beiburg „im Westen ein normales Profil von Weißem Jura α bis δ aufweist.“¹⁾ Jedoch ist der Schluß,

¹⁾ Geologische Studien im fränkischen Ries, II. Folge, S. 435.

welchen KOKEN hieraus zieht, nämlich der, daß deshalb die Beiburg keine Überschiebung sein könne, wie wir sehen, irrig. Gerade der Umstand, daß nur auf einer Seite des Berges die normale Aufeinanderfolge bewahrt ist, beweist, daß die Beiburg überschoben ist. Stünde sie normal an, so müßte die gleiche Beobachtung an allen Seiten zu machen sein; da aber vielmehr auf den übrigen Seiten des Berges im Gegenteil eine anomale Überlagerung höherer Stufen des Malm auf jüngere zu konstatieren ist, so folgt, daß die ganze Masse des Berges überschoben ist. Die richtige Reihenfolge der Schichten im Westen ist eine zufällige Erscheinung, dadurch hervorgebracht, daß bei dem Überschiebungsakt ein Teil des Weiß-Jura γ auf den anstehenden Weißen Jura β zu liegen gekommen ist.

Die hier dargelegten Beobachtungen sind wohl beweisend für die BRANCO-FRAASSCHE Auffassung über die Lagerungsverhältnisse der Beiburg. Nicht also steht dieselbe normal an, wie KOKEN meint, sondern sie ist, wie die hier dargelegten Spezialbeobachtungen beweisen, eine überschobene „Klippe“.

Von besonderer Bedeutung ist das Ergebnis, daß die Beiburg- und Buchberg-Überschiebungen noch in Zusammenhang stehen.

Die ganze Überschiebungsmasse besitzt eine Gesamtlänge von 1,7 km, eine Maximalbreite von 0,6 km. Das Areal, das diese Scholle bedeckt, ist fast 1 qkm groß. Die Mächtigkeit der überschobenen Decke ist sehr verschieden. An der Stelle, an welcher von BRANCO und FRAAS der Schacht abgeteuft worden ist, betrug die Dicke der überschobenen Scholle 26 m. Auf der Höhe des Buchberges mag sie auf ca. 40 m steigen. Ehedem war jedoch die Mächtigkeit der Überschiebung eine bedeutendere, denn die überschobenen Massen bilden ja einen Sattel (vergl. das Profil), welcher bereits so stark abgetragen ist, daß der innerste Teil derselben, der Untere Braune Jura, hervortritt.

Ebenso wie die Mächtigkeit der überschobenen Masse früher eine weit größere war als heute, so ist auch das Areal, welches sie bedeckte, früher ein größeres gewesen. Dies beweist das Vorkommen von Buchberggeröllen weit außerhalb der Überschiebung im Umkreise um dieselbe.

Von einer weiteren Beobachtung möchte ich hier berichten: Nördlich von der Beiburg erhebt sich der steile Felskegel des Schloßberges, welcher wie der südwestlich gelegene Buchberg den normalen Schichtenaufbau bis zum Weiss-Jura β hinauf erkennen läßt. Hier tritt plötzlich eine Verebnung ein, welche den mergeligen Schichten des Weißen Jura γ entspricht. Der Weiße Jura γ ist indessen nur unvollständig, denn er besitzt hier nur eine Ge-

samtmächtigkeit von etwa 2 m. Darüber liegen Massen des Weiß-Jura δ bzw. ϵ , auf welchen die den Gipfel des Berges krönende Burg errichtet ist. Nahe der Grenze dieser Auflagerung des Oberen Malm auf Weiß-Jura γ fand ich einzelne herausgewaschene Buchberggerölle. Sollte hier auch eine Überschiebung vorliegen? Diesen Beobachtungen nach ist es wahrscheinlich, aber nachweisbar ist es hier wohl kaum. Wenn dem aber so ist, so ist wohl anzunehmen, daß sie mit der Buchberg-Beiburg-Überschiebung einst zusammenhing, nun aber durch die Erosion getrennt worden ist.

Aber noch größer scheint diese gewaltige Überschiebung gewesen zu sein. Denn KOKEN hat etwa auf gleicher Höhe, jenseits des Egertales am Gehänge des Ip jene grundmoränenartige Masse aufgefunden, welche, um einen treffenden Ausdruck BRANCOS zu wiederholen, als „Leitgestein einer Überschiebung“ angesehen wird. Wenn die Buchberg-Beiburg-Überschiebung sich bis dorthin einst erstreckt haben sollte, so wäre wohl auch anzunehmen, daß sie mit den weiter westlich gelegenen überschobenen Schollen des Käsbühl bei Aufhausen und der Karksteine bei Oberdorf in Zusammenhang stand.

Wir müßten alsdann annehmen, daß auch das Egertal, genau wie ich dies früher von dem südlich gelegenen Tale des Röhrbaches nachwies, von hineingeschobenen Massen — jenen merkwürdigen Überschiebungen teils älterer Gesteine auf jüngere, teils umgekehrt, jüngerer auf viel ältere, zur Zeit der Überschiebung durch Erosion bereits freigelegt gewesene Gesteinsmassen — erfüllt war.

Durch spätere Abtragung ist der ursprüngliche Zusammenhang der Überschiebungsdecke zerrissen. Die Überschiebung ist in viele zumeist isolierte Schollen zerlegt: Die hier beschriebenen Buchberg-Beiburg-Massen haben jedoch heute noch ihren Zusammenhang bewahrt. Aber noch eine, geologisch gesprochen, kurze Zeit, und der Höhenrücken, welcher — einer Brücke gleich — die Schollen verbindet, wird durchnagt sein, und statt einer Überschiebung haben wir deren zwei von einander getrennte Überschiebungen.

Die unbedingte Zusammgehörigkeit der Buchberg- und Beiburg-Überschiebung ist schon BRANCO und FRAAS völlig sicher gewesen. „Beiburg und Buchberg gehören zusammen, bilden eine Überschiebungsmasse.“¹⁾ Jedoch haben sie sich diesen Zusammenhang nur geistig rekonstruiert. Denn in ihrem Profil (S. 76) sind Buchberg und Beiburg als zwei, durch das Hervortreten des anstehenden Gesteines getrennte Überschiebungen eingezeichnet,

¹⁾ BRANCO und FRAAS: Das vulkanische Ries S. 69.

während in Wirklichkeit, wie wir sahen, es nur eine einzige Überschiebung ist, welche durch die Abtragung allerdings fast in zwei aufgelöst ist; beide Teile sind indessen jetzt noch durch eine „Brücke“ überschobenen Gesteines verbunden.

Die Buchberg-Beiburg-Überschiebung ist von all den Überschobenen Schollen in der Peripherie des Rieses die wichtigste, weil hier die Lagerungsverhältnisse durch Abteufung eines Schachtes völlig klar gelegt wurden. Aber die größte Überschiebung im Riesgebiete ist sie nicht. Vielmehr wird sie darin von einer anderen: der zuvor erwähnten, gleichfalls im Egertal gelegenen Überschiebungsmasse übertroffen; es ist die:

Sigart-Käsbühl-Karkstein-Überschiebung.

Nordwestlich von Bopfingen bei Oberdorf mündet die von N. her kommende Sechta in das Ost-westlich verlaufende Egertal ein. Westlich der Sechta gegenüber dem steilen Bergkegel des Ipf ragen aus der flachen Plateaulandschaft des Braunen Jura und unteren Weißen Jura, welche das Egertal im N. begrenzt, die Felsenkuppen dreier Berge steil empor: es sind dies die Karksteine.

Die drei Kuppen bilden eine N—S verlaufende Reihe; sie bestehen aus den z. T. vergriesteten Gesteinsmassen des Weißen Jura δ und ϵ , unter welchem aber auffallender Weise bei den zwei südlich gelegenen Weißen Jura α , bei dem nördlichsten sogar oberer Brauner Jura zu Tage tritt.

Hier ist also genau das Gleiche zu beobachten, wie an der Beiburg und an den übrigen sog. Klippen-Überschiebungen des Rieses. Daher haben sowohl DEFFNER¹⁾ als auch BRANCO und FRAAS die Karksteine²⁾ als eine Überschiebung gedeutet.

Diese Deutung erscheint wohl als die einzig mögliche, denn hier kann man unmöglich an eine Aufpressung durch vulkanische Kräfte aus der Tiefe herauf denken, wie KOKEN die anomale Lagerung der Buchberg-Überschiebung zu erklären versuchte, sind doch die dislozierten Massen des oberen Malm anomaler Weise viel zu tief, nämlich auf dem, durch die Abtragung bereits freigelegten, untersten Malm bezw. sogar oberen Braunen Jura gelegen, mithin können sie nicht in die „Höhe“ gepreßt sein. Auch mit den „Bühlen“, welche am Nordrande der Alb in der Uracher Gegend vorkommen, können „Klippen“ wie die Karksteine nach BRANCO und FRAAS unmöglich verglichen werden.

¹⁾ Der Buchberg bei Bopfingen S. 37.

²⁾ BRANCO u. FRAAS: Das vulkanische Ries S. 69, 95. Irrtümlich wurden diese Berge daselbst Karksteine genannt.

Denn diese gleichfalls aus Weißem Jura bestehenden Bühle sind Erosionsreste — terrain remanié — d. h. härtere, widerstandsfähigere Schichten, welche der Abtragung Trotz geboten haben, während die aus den weicheren Schichten des Braunen Jura bestehende Unterlage herausgewaschen worden ist.

Als „Bühle“ in diesem Sinne können die Karksteine nun keineswegs aufgefaßt werden, und zwar aus folgenden beiden Gründen.

Einmal haben bereits BRANCO und FRAAS als wichtiges Unterscheidungsmerkmal hervorgehoben „ . . . dort (bei Urach) bestehen diese Massen aus einer Anhäufung zahlreicher Blöcke von Weiß-Jurakalk, die zudem nicht eine Spur von Zerdrückung und Vergriesung zeigen. Im Riesgebiet dagegen sind sie (die „Klippenbühle“) gebildet durch ganze, mehr oder weniger große Schichtencomplexe, durch Gebirgsstücke, die zudem mehr oder weniger tief in ihr Inneres hinein vergriest sind“¹⁾.

Hierzu kommt nun noch ein zweites wichtiges Unterscheidungsmerkmal: Die Karksteine werden von einer Lage jener grundmoränenartigen Masse mit echten Buchberggeröllen unterteuft. Diese Geröll führende Lage tritt rund um diese Klippen herum im Niveau der Überschiebungssohle hervor — geradeso wie an der Buchberg-Beiburg-Überschiebung und bei Hertsfeldhausen. An dem Ostrande des Mittleren Karksteines treten die Buchberggerölle sogar derartig massenhaft auf, daß man geradezu von einer Gerölllage und nicht nur von einer Gerölle-führenden Lage reden muß. Von diesen Geröllen lassen sehr zahlreiche den oben geschilderten Beginn einer Facettierung, d. h. eine abgerundet trigonal-pyramidale Gestalt erkennen.

Da die verschiedenen Beobachtungen über die Buchberggerölle ergeben haben, daß dieselben geradezu als Leitgesteine für die Überschiebungen im Ries aufzufassen sind, so ergibt sich allein schon hieraus, daß die Karksteine Überschiebungen gleich den „Klippen“ sind. Die Größe derjenigen überschobenen Scholle, welche den südlichsten der Karksteine bildet, geht aus folgenden Dimensionen annähernd hervor: Länge 580 m, Breite 300 m, Höhe 30 m. Das Volumen der Überschiebungsmasse des südlichsten der Karksteine allein beträgt also ca. $1\frac{3}{4}$ Millionen Kubikmeter.

Annähernd die gleiche Masse mag dem mittleren und dem nördlichsten Karkstein zusammen zukommen, sodaß das Gesamtvolumen der Karksteinüberschiebung heute noch mehr als drei Millionen Kubikmeter beträgt. Die Überschiebung

¹⁾ BRANCO u. FRAAS: Das vulkanische Ries S. 96, 97.

war jedoch früher ungleich gewaltiger, denn es kann sich hier offenbar nur um eine einzige überschobene Scholle handeln, welche durch Erosion in drei Teile zerlegt ist.

In westlicher Richtung schließen sich nun an die Karksteine zwei weitere große Bergmassen an: der Sigart im Norden und der Käsbühl südlich davon gelegen, nicht weit entfernt von dem Dorfe Aufhausen im Egertal.

Käsbühl und Sigart bestehen ebenso wie die Karksteine gleichfalls größtenteils aus vergriestem Massen des oberen Weißen Jura, welche anomal auf Braunem Jura gelagert sind; wie aber aus dem Bild des Steinbruches im Käsbühl (Fig. 4, S. 254) ersichtlich ist, befinden sich auch ältere Massen, z. B. Keuper und Braun-Jura-Letten, in Gestalt schlierenförmiger Einwalzungen inmitten des dislozierten Oberen Weißen Jura. Alle diese Massen sind nun nichts anderes als Überschiebungen — genau wie z. B. der Buchberg bei Bopfingen. Wie dort, so treten daher auch hier am Rande des Sigarts und des Käsbühls vielerorts Buchberggerölle auf. Solche hat auch Koken am Westrande des Käsbühles auf dem Plateau des Tonnenberges gefunden. Ferner habe ich am Nordabhang des Sigart und im Westen desselben einzelne ausgezeichnet gekritzte Buchberggerölle aufgelesen; ebenso auf der Südseite des Käsbühls. Beide Berge: Käsbühl und Sigart sind durch eine schwache muldenförmige Einsenkung getrennt. Der Untergrund derselben besteht, soweit die mangelhaften Aufschlüsse erkennen lassen, aus einer wahren Musterkarte der verschiedensten Gesteine: Weiß-Jura, Braun-Jura, Keuperletten und Sandsteine, Diorit und Granitschutt. Diese völlig verruschelten, teilweise durcheinander gekneteten Massen bilden höchst wahrscheinlich das Liegende der ursprünglichen Überschiebung — eine Auffassung, die durch das Auftreten von Buchberggeröllen auf der Westseite dieser bunten Masse eine weitere Bestätigung erfährt.

Karksteine, Käsbühl und Sigart sind also Bergmassen, welche vorwiegend aus vergriestem oberem Malm bestehen, der anomaler Weise auf älterem, durch die Abtragung bereits freigelegten Gestein, nämlich Braunem Jura und Weiß-Jura α aufsitzt. Es besteht also dasselbe Lagerungsverhältnis wie an der Beiburg und den übrigen „Klippenüberschiebungen“ im Ries; am Rand der Karksteine, des Käsbühls und des Sigarts treten auch gleichfalls jene Buchberggerölle hervor, welche im Liegenden der überschobenen Massen stets vorzukommen pflegen.

Käsbühl und Sigart sind durch eine bunte ge-

quetschte Masse verbunden, in welcher auf der Westseite Buchberggerölle vorkommen. Sie ist nichts anderes als das Liegende der Überschiebung und durch die Abtragung des oberen Teiles der dislozierten Massen freigelegt worden.

Diese Bunte Masse ruht nun ihrerseits auf oberem Braunen Jura auf; die Überlagerung ist in dem Taleinschnitt zwischen Käsbühl und dem südlichsten der Karksteine zu beobachten. Alle diese Beobachtungen bestätigen also durchaus die alte, zuerst von DEFFNER vertretene Ansicht, daß die Massen „Sigart-Käsbühl-Karksteine“ überschoben seien. So sagte bereits DEFFNER¹⁾

„. . . über dem regelmäßigen aus Braun-Jura β bis Weiß-Jura α bestehenden Kern des Sigarts her (ist) ein Schub von Weiß-Jura Schutt, von der Größe des Kleingrieses an bis zu zusammenhängenden Felsbänken hergewalzt und in deutlichen Hügelketten wallartig aufgetürmt. Alle Etagen des Weißen Jura von α bis in's ϵ sind darin vertreten, aber auch Braun β und Keupersandstein liegt dazwischen, daneben eine tertiäre Süßwasserbildung und der Granit und Diorit gewinnt eine so beträchtliche Ausdehnung mitten in dem Schuttfeld, daß man unsicher wird, ob derselbe nicht wirklich hier ansteht.“

Dieser letzte Satz läßt bereits einen Zweifel erkennen, welchen DEFFNER hinsichtlich seiner Auffassung über diese Überschiebungen hatte. Wenige Jahre später (1877) brachten die Erläuterungen zu dem Kartenblatt Bopfingen²⁾ eine durchaus andere Auffassung. Der Granit wird hier als auf einer Spalte von der Tiefe heraufgepreßt angesehen. Diese Spalte wird als die Sigartspalte bezeichnet.

Die Sigartspalte.

Diese von DEFFNER und O. FRAAS angenommene Spalte soll sich vom Siegart aus in ostsüdöstlicher Richtung erst durch das Egertal, dann über den Rothberg bei Utzmemmingen hinweg bis nach Hürnheim erstrecken. Der südliche Flügel derselben soll eine beträchtliche Absenkung längs dieser Spalte erfahren haben. Auf der tektonischen Karte Süddeutschlands ist der Betrag derselben sogar als „über 100 m“ angegeben.³⁾

¹⁾ Der Buchberg bei Bopfingen S. 37, 38. DEFFNER glaubte allerdings, daß die Überschiebung durch glaciale Kräfte hervorgebracht sei, aber die Tatsache, daß hier Überschiebungen vorliegen, war ihm bekannt.

²⁾ Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblätter Bopfingen und Ellenberg, geognostisch aufgenommen von C. DEFFNER, O. FRAAS und J. HILDENBRAND.

³⁾ Die „Sigartspalte“ ist hier noch weiter gegen NW gezeichnet,

Auf dieser Sigartspalte seien nun, so nehmen DEFFNER und O. FRAAS an, die großen Urgebirgsmassen des Sigart und des Rothenberges bei Utzmemmingen aufgetrieben worden.

Meine Studien in diesem Gebiete führen mich zu dem Ergebnis,

1. daß eine solche Spalte nicht existiert bezw. als Verwerfung nicht nachweisbar ist,
2. daß die Urgebirgsmassen **nicht** aufgepreßt sein können, sondern seitlich auf das anstehende Jura-Gebirge überschoben sind.

Um diese, wie es schien, so wichtige Sigartspalte zu studieren, habe ich durch barometrische Messungen die Höhenlagen der einzelnen Jura-Horizonte zu beiden Seiten des Egertales bestimmt. Das Ergebnis war, daß tatsächlich die Schichten am nördlichen Talrand höher gelegen sind, als im Süden. Jedoch ist der Unterschied in der Höhenlage nur sehr gering. Denn es befindet sich die besonders leicht zu erkennende Grenze zwischen Braunem und Weißem Jura am Buchberg bei Bopfingen (also im Süden des Egertales) in einer Höhe von 495 m, dagegen am Pf und an den Karksteinen im Norden des Tales in einer Höhenlage von 508 bzw. 515 m. Wollte man den Unterschied in der Höhenlage auf eine Verwerfung zurückführen, so würde diese doch höchstens 20 m, nicht aber 100 m oder gar noch mehr betragen. Nun fallen aber die Schichten des Jura in diesem Gebiete durchschnittlich unter geringem Winkel nach Südwesten ein. Infolgedessen müssen die Schichten im Süden des Egertales an und für sich schon tiefer liegen, als auf der Nordseite. Je breiter das Tal ist, um so beträchtlicher muß naturgemäß die Differenz in der Höhenlage bestimmter Horizonte erscheinen.

Das Egertal bei Bopfingen hat eine Breite von 1500 m, die Höhendifferenz beträgt 20 m. Ein derartiger Unterschied weist auf ein Einfallen der Schichten von etwa $\frac{3}{4}^{\circ}$, welches also der durchaus normalen Neigung der Schichten entspricht.

Hieraus ergibt sich, daß man am Sigart und im Egertal¹⁾ aus der Höhenlage der Schichten **nicht** auf eine Verwerfungsspalte schließen kann.

Wenn nun die Sigartspalte auch keine Verwerfung ist, so könnte man aber doch annehmen, daß vielleicht eine einfache

als DEFFNER und FRAAS annahmen. (Begleitworte Blatt Bopfingen und Ellenberg S. 27.)

¹⁾ Auch auf der weiteren Fortsetzung der angeblichen Sigartspalte vermochte ich eine Absenkung des einen Flügels nicht nachzuweisen. Der weitere Verlauf der sog. Sigartspalte kommt hier nicht mit in Betracht.

Lithoklase — d. i. eine Bruchzone, welche sich nicht durch Absenkung des einen Flügels als eine Verwerfung zu erkennen gibt, — hierselbst vorliegt. Auch auf einer solchen Lithoklase könnte ja das Urgebirge am Sigart aufgetrieben worden sein. Bruchspalten, welche nicht mit Verwerfung verbunden sind, entziehen sich jedoch stets der Beobachtung, deswegen könnte ja auch das Urgestein am Sigart auf einer verborgenen Lithoklase aufgepreßt sein.

Gegen diese an und für sich schon nicht gerade wahrscheinliche Annahme sprechen aber die Beobachtungen über die Art des Auftretens von Urgestein am Sigart.

Einmal sind nämlich die Urgesteinsmassen keineswegs so bedeutend, wie DEFFNER und FRAAS annahmen. Ferner bilden sie mit Keuper und Braun-Jura-Gesteinen, ganz besonders aber mit solchen des Weißen Jura ein unzertrennbares Ganzes, dessen einzelne Teile durcheinander gequetscht sind. Die in Fig. 4 (S. 254) dargestellte, den dislozierten Malm des benachbarten Käsbühl schräg durchsetzende große Schlicke älteren Gesteines (Keuper und Braun-Jura) ist ein typisches Beispiel für die Art und Weise, wie hierselbst älteres Gestein zwischen jüngerem eingeklemmt auftritt. Da nun das jüngere Gestein (hier also der Malm des Käsbühl und des Sigart) überschoben ist, so muß, meines Erachtens, auch wohl das dazwischen eingeklemmte ältere Gestein mit dem Weißen Jura zugleich überschoben sein. Hiergegen ließe sich jedoch noch ein Einwand erheben: es könnte in den bereits dislozierten Malm das durch vulkanischen Auftrieb von der Tiefe heraufgepreßte ältere Gestein eingequetscht sein. Diese ebenfalls an sich schon höchst unwahrscheinliche Annahme wird aber fast zur Unmöglichkeit, wenn man in Betracht zieht, daß das Urgestein nicht eine einheitliche Masse ist, sondern nur in einzelnen größeren oder kleineren Fetzen vorkommt. Wäre das Urgestein aufgepreßt, so müßte es ein zusammenhängendes Ganze bilden; man könnte dann nicht verstehen, wie es in einzelne von einander getrennte Schollen zerlegt worden wäre, welche sich einzeln in die überschobenen Massen eingepreßt hatten.

Meine Ansicht ist daher, daß das Urgestein am Sigart nicht durch vertikalen Auftrieb, sondern durch Überschiebung — geradeso wie die Braun-Jura-Masse des Buchberges und die von Hertsfeldhausen — in die jetzige Lage gelangt sei. Zugleich mit dem Urgestein wurden Massen des Keupers, Braunen und Weißen Jura überschoben. Die widerstandsfähigen Kalke des Weißen Jura haben sich am besten vor der Erosion bewahrt erhalten, sie bilden daher Bergkuppen: so der Sigart, die Karksteine und der Käsbühl. Ein Teil der über-

geschobenen Massen besteht aus regellos durcheinander gequetschten Gesteinsmassen vom Urgestein aufwärts bis zum Weißen Jura. Daß diese Masse aber nicht aufgepreßt sein kann, sondern überschoben ist, beweist nicht nur das Vorkommen von oberem Malm in derselben, sondern auch der bereits erwähnte Umstand, daß Buchberggerölle am Westrande dieser bunt durcheinander geschobenen Massen auftreten.

Von der angeblich vorhandenen Sigartspalte ist im Egertal wenigstens garnichts zu beobachten. Die von DEFFNER und FRAAS als Aufpressungen erklärten anomalen Lagerungsverhältnisse sind durch Überschiebungen, wie deren nun schon so viele aus der Peripherie des Rieses bekannt sind, hervorgebracht.

Überschiebungen bei Dischingen im Vorries.

Nirgends als im Riesgebiet waren bisher Überschiebungen zusammenhängender Massen festen Gesteines, hervorgehoben durch vulkanische Kräfte, bekannt. Lockere Massen, wie z. B. die Tuffmasse des Kobandai-Kegels am Bandai San mögen wohl des öfteren bei Seite geschoben worden sein; aber bei losen Aschen- und Lapilli-Massen von Vulkanbergen kann natürlich durch solche Explosion nur loses Material auf loses geschoben werden, wodurch, wie BRANCO hervorhob, der Vorgang der Überschiebung unkenntlich wird. Anders ist es jedoch mit den Ries-Überschiebungen. Hier sind die Massen nicht völlig in einen Trümmerhaufen verwandelt, vielmehr sind die geschobenen Schollen nur stellenweise verruschelt; sie haben ihren Zusammenhang bewahrt. Die Überschiebungen, welche das Ries hervorbrachte, sind also leichter als solche zu erkennen.

Wie nun in dem einführenden Kapitel „Ries und Vorries“ gesagt wurde, ist das, „was der Vulkanismus im Ries vollendet hat, im Vorries nur angedeutet“. So gilt dies auch für das merkwürdigste aller Riesphänomene: die Überschiebungen durch vulkanische Kräfte. Denn die zuvor bei Dischingen am Armenhaus erwähnte Scholle von Weißem Jura, welche auf den tertiären Sand geschoben wurde, ist, wenn auch nur auf kurze Strecke geschoben, doch eine Überschiebung ebensogut wie die auf mehrere Kilometer weit geschobenen großen Schollen in der Peripherie des Rieses.

Eine noch größere Dislokation als diese scheinen Teile des Michaelsberges oder Kellerberges westlich von Dischingen erfahren zu haben. Die Nordseite dieses aus Weiß-Jura-Gries bestehenden Berges ruht nämlich allem Anschein nach auf denselben feinen

marinen Sanden, wie jene Scholle am Armenhause. Dieses abnorme Lagerungsverhältnis habe ich hier indessen nicht durch Schürfung erwiesen. Aber ich glaube dennoch, daß meine Annahme berechtigt ist; denn es erhebt sich hier über diesen Sanden ganz unvermittelt der aus Breccien des Weißen Jura bestehende Kellerberg. Nun wäre es ja denkbar, daß die Sande an die Weiß-Jura-Breccien angelagert wären, ja man müßte dies sogar a priori als das wahrscheinlichere annehmen, wenn nicht direkt an der Grenze der Weiß-Jura-Breccien zum Tertiärsande Quellen auftreten würden. Die obersten Lagen der Sande zeichnen sich nämlich durch einen Gehalt an Ton aus.¹⁾ Daher halten diese Sande in ihren oberen Lagen das Wasser, während die Griesbreccien völlig wasserdurchlässig sind. Wenn nun an der Grenze beider Grundwasser zu Tage tritt, so kann man dies wohl kaum anders erklären als durch die Annahme, daß der wasserdurchlässige Gries doch auf beträchtliche Ausdehnung von dem marinen Sand unterteuft wird, was nur durch eine Aufschiebung der ersteren erklärlich wäre. Die Bestätigung dieser Annahme durch spätere Schürfungen behalte ich mir vor.

Die Masse des Kellerberges, welche also allem Anschein nach nordwärts überschoben wurde, ist allerdings eine enorme. Sie mag wohl das hundertfache jener Scholle am Armenhause von Dischingen betragen. Gleichviel ist auch diese Überschiebung immer noch viel unbedeutender, als jene, welche wir von der Peripherie des Rieses kennen. Denn einmal sind im Ries die überschobenen Massen noch um vieles größer, als im Vorries, sodann ist auch der Längenbetrag der Überschiebung ungleich beträchtlicher. Mehrere Kilometer weit sind im Ries die Massen verschoben! Die Explosionen besaßen im Vorries eben eine geringere Heftigkeit als im Ries, daher waren auch ihre Wirkungen hier geringfügiger. Es fehlte aber, wie BRANCO hervorhebt, vor allem im Vorries an der Hebung zu einem Berge, vor dem aus im Ries die Schollen abfuhren.

Das Vorries, im besonderen der Teil desselben, welcher das Vergriesungsgebiet von Dischingen bildet, hat nach vorigem in mancherlei Hinsicht analoge Verhältnisse wie das Ries aufzuweisen.

¹⁾ Diese Tone sind zumeist kleinere Brocken älterer Tongesteine (Keuper, Braun-Jura z, [Lias?]); sie wurden durch die vulkanischen Explosionen ausgeschleudert und in die Sande bei deren Absatz eingestreut. Daher enthalten diese Sande natürlich vieles von dem tonigen Material eingeschlëmmt; infolgedessen sind diese Schichten wasserundurchlässig. (Vergl. VON KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries S. 35).

In beiden Gebieten fanden große Erschütterungen statt, welche die Gesteine zertrümmerten und durcheinanderwarfen; in beiden Gebieten haben Verschiebungen großer Gesteinsmassen in horizontaler Richtung stattgefunden; in beiden Gebieten ließen sich endlich, wie wir sahen, Einsenkungen nachweisen, welche in geologisch sehr junger Zeit erfolgt sind, da die jüngsten tertiären Gebilde durch die Senkungen in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Im Ries sowohl wie im Vorries ist schließlich der Vulkanismus in gleicher Form später extrusiv geworden. Den Studien über die extrusive vulkanische Tätigkeit soll der nächste Abschnitt vorbehalten bleiben.

Fassen wir nun nochmals die **Hauptergebnisse aller bisher gemachten Studien über das Vergriesungsphänomen und die damit verbundenen Überschiebungen** zusammen:

1. Durch große Explosionen — höchstwahrscheinlich, wie BRANCO dargelegt hat, durch den Kontakt glutflüssigen Magmas mit unterirdischen Wasseransammlungen hervorgebracht — wurden die Vergriesungsgebiete durch Emporschleudern der ganzen Schichtenmassen geschaffen.

2. Bei diesem Vorgang wurden große Schollen im Riesgebiet viele Kilometer weit auf das Nachbargestein überschoben. Es entstanden jene rätselhaften Überschiebungen, wie z. B. die Buchberg-Beiburg-Überschiebung, die von Hertsfeldhansen, sowie die der Karksteine, des Käsbühls und Sigart. Auch im Vorries fanden, wie die geologischen Studien bei Dischingen zeigten, Überschiebungen, wenn auch in kleinerem Maßstabe, statt.

3. Die Zeit, in welcher die Vergriesung und die Überschiebungen geschahen, ist postmittelocän, jedoch präobermiocän¹⁾; dies wurde durch das im ersten Abschnitt beschriebene Tertiärprofil in der Schlucht von Dischingen erwiesen und wird durch die zuvor erwähnten Überschiebungen ebenfalls bei Dischingen im Vorries des weiteren bestätigt. Denn es sind hierselbst ver-

¹⁾ Dies Ergebnis steht im Widerspruch mit der Angabe KOKENS (Geologische Studien im fränkischen Ries II, S. 456): „die Breccien, welche wesentlich durch die Erschütterungen entstanden sind, sind von der marinen Molasse überlagert (Zöschingen); daß aber die Meeresmolasse die heftigen Schwingungen des Erobdens nicht mitgemacht hat, geht aus ihrer ruhigen Lagerung über den Breccientelsen . . . hervor“. Es ist jedoch indessen keine einzige Stelle bekannt, wo ruhig gelagerte Molasse über vergriestem Gestein sich befindet. In Zöschingen besonders ist an keiner Stelle das Liegende der Molasse erschlossen, also ist eine Auflagerung auch hier nicht nachzuweisen; vielmehr scheinen im Norden des Dorfes genau wie in Dischingen Griesfelsen randlich auf die Molasse geschoben zu sein. Schürfungen hierselbst wären wohl am Platze.

grieste Massen auf die obere mittelmiocäne Masse überschoben worden.

III.

Die extrusiven vulkanischen Erscheinungen im Riesgebiet.

Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Wirkungen großer Explosionen wurden, wie wir sahen, durch Heraufsteigen vulkanischer Magmamassen aus der Tiefe hervorgerufen. Bei diesen Explosionen ist anscheinend ein großer Teil der dem Magma ursprünglich inwohnenden Energie verbraucht worden, so daß nunmehr eine Ruhepause in den vulkanischen Vorgängen im Ries eintrat. Jedoch waren damit die vulkanischen Kräfte keineswegs erschöpft, vielmehr kam es noch zu zahlreichen vulkanischen Eruptionen, deren Produkte uns in dreierlei verschiedener Gestalt entgegentreten. Man muß folgende drei Arten extrusiver vulkanischer Tätigkeit im Ries unterscheiden:

1. Reine Gaseruptionen,
2. Liparitische Tuffe,
3. Lavaergüsse.

Alle diese extrusiven vulkanischen Vorgänge stellen einen neuen Abschnitt in der geologischen Geschichte des Rieses dar, welcher von den im II. Abschnitt besprochenen vulkanischen Explosionen zu trennen ist. Denn von diesen hat, wie wir sahen, BRANCO dargetan, daß es sich hier wahrscheinlich um nichts anderes als „Kontakt“-Explosionen handelt, welche also nur eine mittelbare Wirkung der vulkanischen Kräfte darstellen.

Die nunmehr zu besprechenden vulkanischen Eruptionen sind dagegen wohl als eine Folge der explosiven Kraft des gasreichen Magma selbst anzusehen. Hierauf soll späterhin noch eingegangen werden (S. 293).

1. Die reinen Gaseruptionen.

Ausgeblasene Massen festen Gesteines, welche keine Einschlüsse zerspratzten Magmas bergen. Infolge dieses Mangels haben sie auch keine Kontaktwirkungen im Nachbargestein hervorgebracht (wie dies von den liparitischen Tuffen des Rieses bekannt ist).

Von den im vorigen Abschnitt behandelten Produkten der großen „Kontakt-Explosionen“ unterscheiden sich die hier gemeinten Gaseruptionen durch ihre mehr räumliche Beschränkung, welche ihnen den Charakter echter vulkanischer Tuffe verleiht.

Das Vorhandensein solcher reiner Gaseruptionen ist im Ries früher nicht bekannt gewesen. Erst durch die Studien von BRANCO

und E. FRAAS sind dieselben erkannt worden. Diese Autoren beobachteten in den durch vulkanische Kräfte aufgepreßten Graniten des Vorrieses, sowie auch an einzelnen Punkten im Ries selbst, daß der Granit von gangförmig auftretenden Massen zerstückten Urgesteinsmaterialen durchsetzt wird. Diese benennt BRANCO¹⁾ „granitische Explosionsprodukte“ und begründet diese Bezeichnungsweise. Da aber die granitischen Explosionsprodukte von den übrigen (liparitischen) Tuffen des Riesgebietes sich nur durch den Mangel an Auswürflingen vulkanischen, d. h. magmatischen Materialen unterscheiden, so könnte man ihnen immerhin im Gegensatz zu den letzteren auch den Namen „granitische Tuffe“ geben. Diesen Ausdruck halte ich deswegen nicht für ungenau, da nicht einmal größere Auswürflinge granitischen Schmelzflusses also Granite, sondern als Liparite erstarren müßten, noch viel weniger als die zumeist fein zerblasenen Massen; denn ein solches Magma könnte bei der sehr schnellen Erstarrung, welcher ausgeblasenes Material notwendig unterworfen ist, nicht die Tiefengesteinsstruktur der Granite annehmen. Daher glaube ich, daß der Ausdruck „granitischer Tuff“ besser ist als „granitisches Explosionsprodukt“.

Diese Art vulkanischen Tuffes ist durch die zahlreichen Einschlüsse verschiedener Urgesteinsvarietäten und Gneiß in einer roten, erdigen, oft stark zurücktretenden Grundmasse charakterisiert.

BRANCO sprach, auf mehrere Gründe gestützt, die Vermutung aus, daß diese rote Grundmasse wahrscheinlich nichts anderes, als ein durch die Explosion zerblasener Granit und nicht, wie man vielleicht meinen könnte, ein völlig zersetzter rhyolithischer Tuff sei.²⁾

Eine Schlemmung dieser Grundmasse, welche Herr SCHOWALTER im mineralogischen Institut der Universität Erlangen ausführte und mir freundlichst mitteilte, hat die Ansicht BRANCOS bestätigt. Es ergab sich, daß diese Masse ganz ausschließlich aus völlig zerriebenem granitischem Material besteht und daß ausgespratzter Schmelzfluß dieser Masse nicht beigemischt ist.³⁾

W. von GÜMBEL hat die granitischen Explosionsprodukte

¹⁾ Das vulkanische Vorries S. 47.

²⁾ Ebenda S. 47 und 48.

³⁾ Herr EUG. SCHOWALTER ist dabei, eine Reihe von Gesteinen des Rieses petrographisch-chemisch zu untersuchen. Er wird diese Untersuchungen in einer Arbeit veröffentlichen, auf welche ich daher verweisen will.

nicht von dem Granite getrennt, in dem sie auftreten, sondern das Ganze als Granit in den geognostischen Kartenblättern eingetragen, obwohl sie stellenweise Einschlüsse jüngeren Gesteines enthalten.

Ohne die Ausdrücke „granitische Explosionsprodukte“, „granitische Tuffe“ zu beanstanden, möchte ich hier dieselben vermeiden, da durch weitere Beobachtungen über diese Erscheinungsform extrusiver vulkanischer Tätigkeit mir andere Vorkommen bekannt wurden, welche hinsichtlich ihrer Entstehung von den granitischen Tuffen sich nicht unterscheiden, jedoch so viel andere Einschlüsse jüngeren Gesteins führen, daß das Urgesteinsmaterial im Verhältnis zu letzterem völlig zurücktritt. Solche Tuffe kann man daher kaum mehr als granitische bezeichnen; deswegen möchte ich den ganz allgemeinen Ausdruck „reine Gas-eruptionen“ anwenden, welcher nichts in Bezug auf das ausgeworfene Gesteinsmaterial aussagt, sondern nur andeutet, daß, abgesehen von den hervorgebrochenen Gasen, kein vulkanisches Material, d. h. also kein Magma ausgeworfen wurde.

Schon BRANCO hat bereits erwähnt, daß in dem granitischen Explosionsprodukt, welches in dem Hohlweg südwestlich von Rohrbach im Vorries aufgeschlossen ist, Blöcke von vergriestem Weißem Jura vorkommen.¹⁾ Außerdem finden sich zahlreiche Einschlüsse von Keuperletten in vielen von den granitischen Explosionsprodukten, so bei Stillnau und Rohrbach im Vorries, ferner bei Sabelweiher, Ehingen, Tiefenweg bei Appethshofen u. a. O. im Ries selbst.

Nun aber habe ich einen neuen **vulkanischen Tuff bei Zöschingen** im Vorries, ca. 3 km südwestlich von Dischingen gelegen, aufgefunden.

Derselbe ist im Norden des Dorfes gelegen und durch einen ca. 15 m tiefen Straßeneinschnitt aufgeschlossen. Der Tuff durchsetzt den feinen marinen Sand — denselben, welchen wir bereits von Dischingen beschrieben haben. Das Alter desselben ist mittelmiocän, jedoch ist er jünger, als der sog. Muschelsandstein. In diesem feinen Sande bzw. Sandsteine ist der Keller des Gasthauses zum Lamm eingegraben; wenige Schritte westlich davon entblößt der nördliche Straßeneinschnitt jenen Gang vulkanischen Tuffes.²⁾

¹⁾ Das vulkanische Vorries, S. 61.

²⁾ v. GÜMBEL erwähnt bei Zöschingen einen anderen vulkanischen Tuff, welcher auf der Höhe des Friedhofes — also im Süden des Dorfes — gelegen sein soll. Versuchsschürfe, welche ich an einer Reihe von Stellen daselbst machte, haben ihn jedoch nicht erschlossen (vergl. v. GÜMBEL: Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb

Dieser Tuff ist ebenfalls als eine reine Gasexplosion aufzufassen. Denn er enthält nichts anderes als ausgeworfene Gesteinsmassen der festen Erdrinde; er zeichnet sich also wie die „granitischen Tuffe“ durch Mangel an Einschlüssen zerspratzten Schmelzflusses aus. Von letzteren unterscheidet er sich aber dadurch, daß das granitische Aufwurfsmaterial stark zurücktritt gegenüber den Massen jüngerer Gesteine.

Einschlüsse folgender Gesteine fand ich in diesem Explosionsprodukt von Zöschingen:

- | | |
|--|--|
| 1. Diorit (ein großer Block). | 8. Parkinsoni-Oolith (großer Block). |
| 2. Granit (fein zerstielt). | |
| 3. Keuperletten (große Blöcke). | 9. Weiß Jura α (kleinere Massen). |
| 4. Stubensandstein (ein Stückchen). | 10. Weiß Jura δ oder γ (ein großer Block). |
| 5. Graue Letten (Lias δ ?). | |
| 6. Opalinuston (große Blöcke). | 11. Weiß Jura ζ (großer Block). |
| 7. Eisensandstein (ein kleines Stück). | 12. Feiner Molassesandstein (verschiedene Blöcke). |

Dieser neue vulkanische Tuff von Zöschingen ist nun in mehrfacher Hinsicht von ganz besonderer Wichtigkeit:

Einmal ist es derjenige Eruptionspunkt, welcher vom vulkanischen Ries am weitesten entfernt ist. Die Entfernung vom Rande des Rieses beträgt etwa 18 km.

Zweitens ist der Tuff von Zöschingen das einzige Vorkommen, bei welchem man auf eine größere Tiefe (16 m) die senkrecht verlaufenden Wände des mit den Explosionsprodukten erfüllten Schußkanales durch Schürfung erschließen konnte. Wir haben hier genau das gleiche Bild, wie bei den zahlreichen, mit vulkanischem Tuff erfüllten Ausbruchsröhren im Gebiete von Urach — den sog. Vulkanembryonen BRANCOS.

Drittens — und darin liegt hauptsächlich die Bedeutung

S. 197). Vielleicht gehört die hinter dem Kirchhof anstehende Bunte Breccie einem vulkanischen Tuff an.

E. KOKEN scheint diesen Tuff auch nicht gefunden zu haben; indessen spricht er von einzelnen, auf den Äckern zerstreut liegenden Granitfragmenten, welche auf die Nähe des Tuffes hinweisen (Geologische Studien im fränkischen Ries I, S. 528—529). Diese Urgesteinsfragmente weisen anscheinend darauf hin, daß hier ein granitischer Tuff — also eine reine Gasexplosion — vorkommt, wie ich sie hier im Norden von Zöschingen aufgefunden und durch Schürfungen erschlossen habe.

In der Umgebung des Friedhofes finden sich auch vereinzelt Bruchstücke liparitischen Tuffes, welche aber nach Auskunft der Leute von Backofensteinen aus dem bekannten vulkanischen Tuff von Amerdingen herrühren.

dieses Fundes — ist es das einzige bisher bekannte Vorkommen im Riesgebiet, wo granitischer Tuff bezw. eine reine Gaseruption mit älteren Tertiärschichten in Berührung tritt: Der Tuff hat den jung-mittelmioocänen feinen marinen Sand durchschlagen. Mithin sind die reinen Gaseruptionen zweifellos jünger, als die mittelmioocäne Molasse.¹⁾

Über das genauere geologische Alter der „reinen Gaseruptionen“ war bisher noch nichts bekannt.

BRANCO und FRAAS haben allerdings die Ansicht ausgesprochen, daß die „reinen Gasexplosionen“, d. h. die „granitischen Explosionsprodukte“ älter seien, als der vulkanische d. h. liparitische Tuff des Rieses.²⁾ Wirkliche Beweise für das Alter der granitischen Tuffe fehlten jedoch bis jetzt. Man wußte nur, daß Gänge granitischen Tuffes das aufgepreßte Urgestein des Rieses durchschlagen. Hieraus folgt naturgemäß, daß die „Bläser“, welche granitisches Material auswarfen, jünger als die Aufpressungen sein müssen; jedoch um wie viel? Es wäre sehr wohl denkbar, daß die Gaseruptionen unmittelbar dem Aufpressungsakt des Urgesteines im Riesgebiet gefolgt seien, so daß also zeitlich keine Trennung zwischen den Gaseruptionen und dem durch Aufpressung des Urgesteines hervorgebrachten Zertrümmerungs- und Vergriesungsakte sei. Dies ist wohl die Auffassung BRANCOS. Indessen glaube ich doch, daß ein größerer Zeitintervall zwischen dem Vergriesungsakt und den „reinen Gaseruptionen“ angenommen werden muß. Denn es finden sich, wie auch BRANCO berichtet,³⁾ in dem granitischen Tuff von Rohrbach Einschlußblöcke von vergriestem Jura. Eine gleiche Beobachtung bezüglich der Malm-einschlüsse kann man nun auch in dem vulkanischen Tuff von Zöschingen machen; hier kommen gleichfalls Breccienkalke im Tuff eingeschlossen vor.

In einer früheren Arbeit habe ich schon auseinandergesetzt, daß Einschlüsse vergriesten Gesteines im liparitischen Tuff für diesen ein jüngeres Alter erweisen, als für die Vergriesung. Denn beide Vorgänge, Vergriesung und Tufferuption, müssen, wie ich dartauf, durch ein Zeitintervall getrennt sein, welcher dazu ausgereicht hat, die losen Breccien zu verkitten.⁴⁾ Die dort angeführten Gründe gelten offenbar nicht allein für liparitischen Tuff,

¹⁾ Denn was von dieser „reinen Gaseruption“ von Zöschingen gilt, muß auch wohl notwendig von den übrigen Eruptionen dieser Art gelten. Denn allem Anschein nach sind die extrusiven vulkanischen Vorgänge sämtlich gleichen Alters.

²⁾ BRANCO: Das vulkanische Vorries S. 65.

³⁾ Ebenda S. 61.

⁴⁾ v. KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen etc. S. 27, 28

sondern naturgemäß genau ebenso auch für die granitischen Explosionsprodukte. Folglich beweisen meines Erachtens die erwähnten Einschlüsse von vergriestem und wieder verkittetem Gestein, daß auch die granitischen Tuffe um eine gewisse Zeit jünger sind als die Vergriesung.

Beide Phänomene, die Vergriesung sowohl als auch die Eruptionen vulkanischen Tuffes, sind, wie wir sahen, jünger als der feine mittelmiocäne Sand. Denn einerseits wurden bei dem Vergriesungsakt Griesschollen auf diesen Sand heraufgeschleudert (vergl. S. 278), andererseits hat der eben erwähnte Gang vulkanischen Tuffes bei Zöschingen dieselben Sande durchschlagen.

Wir haben zuvor dargetan, daß die Gaseruptionen noch jünger sind als die Vergriesung; es bleibt nun, um das geologische Alter der granitischen Tuffe genau präzisieren zu können, übrig, eine Altersgrenze nach oben zu ermitteln. Eine solche erkennt man aus den Lagerungsverhältnissen östlich von Ehingen im Norden des Rieses. Hier selbst bilden die im Tale bei Schaffhausen vorkommenden granitischen Explosionsprodukte das Liegende des obermiocänen Sprudelkalkes. Also: oben miocäner Süßwasserkalk, unten granitischer Tuff. Folglich ist der granitische Tuff älter als die obermiocänen Kalke des Rieses.

2. Die liparitischen Tuffe.

Diese Tuffe sind die häufigste Erscheinungsform des extrusiven Vulkanismus im Ries. Sie unterscheiden sich von den reinen Gaseruptionen dadurch, daß sie Einschlüsse liparitischen Gesteines bergen. Da bei diesen Eruptionen flüssiges Magma mit ausgeworfen wurde, besaßen diese Tuffe eine hohe Temperatur; sie haben infolgedessen im Gegensatz zu den granitischen das Nachbargestein häufig verändert.

Die liparitischen Tuffe waren früher die einzigen bekannten extrusiven vulkanischen Erscheinungen des Riesgebietes, bis durch BRANCO eine andere neue Art vulkanischen Tuffes: die „granitischen Explosionsprodukte“ ausgeschieden wurden. Daher benannte man den liparitischen Tuff des Rieses früher einfach „vulkanischen Tuff“, bezw. „Traß“. Letzteren Namen hat jedoch schon CORRA¹⁾ für unzweckmäßig gehalten, da das unter dem Namen „Traß“ bekannte Gestein des Brohltales mit dem vulkanischen Tuff des Rieses nicht identisch ist. Zum Unterschied von den „Bläsern“, den reinen Gaseruptionen, bzw. granitischen Explosions-

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1834, S. 311.

produkten hat BRANCO den von jeher bekannten vulkanischen Tuff des Rieses als „liparitischen Tuff“ bezeichnet.

Dieser liparitische Tuff ist ebenso, wie wir das von den „reinen Gaseruptionen“ sahen, von dem Vergriesungsvorgange und von dem gleichzeitigen Überschiebungsakt durch ein Zeitintervall getrennt. Dies haben schon BRANCO und FRAAS¹⁾ angenommen. Ich habe später darauf hingewiesen, daß auch im Röhrbachtal „der Vulkanismus erst nach den tektonischen Ereignissen im Ries extrusiv geworden sei.“²⁾ Also hatte ich durch meine Beobachtungen doch nur die BRANCO-FRAASSche Ansicht bestätigt. Auf diese einzige Beobachtung allein gestützt, hätte ich nie eine derartig scharfe Trennung der vulkanischen Phänomene behauptet. Nun aber sagt KOKEN unter Zitierung meiner Worte, daß die von mir aufgestellte „Scheidung viel schärfer klinge, als das der Natur der Sache entspricht;“³⁾ KOKEN kommt zu der Auffassung, daß „alle älteren Dislocationen mit dem Vulkanismus eng zusammenhängen.“

Erstens möchte ich hiergegen einwenden, daß ich dies nicht zuerst behauptet habe, sondern BRANCO und FRAAS haben es getan, zweitens, daß diese Trennung, wie meine weiteren Beobachtungen bewiesen haben, tatsächlich eine sehr scharfe ist; drittens, daß auch KOKEN ja eine solche Trennung zwischen den Dislocationen und vulkanischen Durchbrüchen annimmt:

„Der vulkanische Schlot von Hohlheim, welcher die zwischen den Malmklippen aufgepreßten Dogger- und Keuperschichten durchsetzt, ist zweifellos jünger als diese Lagerungsform, aber die Altersdifferenz ist, geologisch gesprochen, eine minimale.“⁴⁾

Daß diese Zeit, geologisch gesprochen, eine große gewesen sei, ist ja von Niemanden behauptet worden. Im Gegenteil, ich habe durch spätere Beobachtungen nachgewiesen, daß das Zeitintervall, „geologisch gesprochen“, nur ein ganz kurzes gewesen sein kann; indessen war es doch lang genug, daß der Griesschutt sich in dieser Zeit wenigstens teilweise zu festem Brecciengestein verkitten konnte.⁵⁾ Aber daß beide Vorgänge, die großen Explosionen und die damit verbundenen Überschiebungen, durch eine gewisse Zeit getrennt sind, muß aus den ebendasselbst angegebenen Gründen unbedingt angenommen werden. Auch BRANCO hat diese

¹⁾ Das vulkanische Ries, S. 125.

²⁾ v. KNEBEL: Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulk. Ries, S. 83.

³⁾ KOKEN: Geologische Studien II, S. 468.

⁴⁾ KOKEN: Geologische Studien II, S. 468.

⁵⁾ v. KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen, S. 34.

zeitliche Trennung als wahrscheinlich angenommen. Es sind eben zwei verschiedene Perioden vulkanischer Tätigkeit im Riesgebiet vorhanden. In der ersten Periode stieg lakkolithischer Schmelzfluß auf und rief nach BRANCO die Kontaktexplosionen hervor; darauf trat eine (geologisch gesprochen) kurze Ruhepause ein; nach dieser erst fanden die Eruptionen des vulkanischen Tuffes statt.

Die Ausbrüche liparitischen Tuffes waren aber, wie das längst bekannte Profil von Hainsfarth beweist, älter als der obermiocäne Süßwasserkalk des Rieses, denn hier ist Süßwasserkalk über vulkanischem Tuff gelagert. Mithin haben die liparitischen Tuffe genau die gleiche Altersbegrenzung, wie ich sie zuvor für die granitischen Tuffe des Rieses festgestellt habe.

Liparitische Tuffe und die reinen Gaseruptionen sind demnach beide jünger als die Vergriesung und die Überschiebungen im Riesgebiet. Diese wieder sind jünger als der mittelmiocäne feine marine Sand, welcher den Muschelsandstein überlagert. Aber beide — granitische und liparitische — Tuffe sind älter als der obermiocäne Süßwasserkalk des Rieses.

Es wäre nun wichtig zu wissen, wie die reinen Gaseruptionen sich zu den liparitischen Tuffen des Rieses verhalten, d. h. welches von beiden Produkten das ältere sei, oder aber, ob sie beide gleichen Alters seien.

Diese Frage könnte erst dann entschieden werden, wenn man an irgend einer Stelle im Ries beide Tuffe in Kontakt beobachten könnte. Das Altersverhältnis beider Tuffe würde wohl dann am ehesten zu erkennen sein, wenn im Riesgebiet Decken vulkanischen Tuffes vorhanden wären, so daß man den einen der Tuffe über dem anderen gelagert auffinden würde.

Nun aber scheinen solche Tuffdecken im Riesgebiete völlig zu fehlen. GÜMBEL nahm zwar von dem größten Teil der Tuffe an, daß sie deckenförmig gelagert seien und das benachbarte Gebiet des ehemaligen Riesenvulkanes überlagern. Jedoch haben hiergegen BRANCO und FRAAS¹⁾ ihre Bedenken geäußert. Nach ihrer Ansicht sind diese Tuffvorkommen selbständige Eruptionspunkte, welche, an Ort und Stelle ausgeworfen, den Ausbruchschlot selbst erfüllen. Hierfür spricht nun auch die von GÜMBEL zuerst beobachtete Schwärzung der anstehenden Jurakalke im Kontakt mit vulkanischem Tuff; denn diese Schwärzung ist nur auf die Hitze des Tuffes zurückzuführen. Wenn nun der Tuff an dieser Stelle nicht hervorgebrochen, sondern der Rest einer aufgestreuten Tuffdecke wäre, so hätte das anstehende Gestein

¹⁾ Das vulkanische Ries, S. 126.

infolge der Hitze des Tuffes nicht geschwärzt werden können; denn die vulkanische Asche wäre, bevor sie niederfiel, bereits derart abgekühlt worden, daß eine solche Kontaktwirkung nicht hätte entstehen können.

Daher muß man wohl diese vulkanischen Tuffe, größtenteils wenigstens, als an Ort und Stelle ausgeworfen und in die vulkanische Esse selbst zurückgefallen, auffassen. Hierfür spricht auch der Umstand, daß nirgends eine Auflagerung des Tuffes beobachtet wurde, wohl aber an vielen Stellen die durchgreifende Lagerung des vulkanischen Tuffes festzustellen ist. Die Tuffvorkommen des Vorrieses haben allerdings z. T. eine beträchtliche Ausdehnung. Wenn man dagegen die Tuffmaare des benachbarten Uracher Vulkangebietes in Vergleich zieht, so muß die Größe der vulkanischen Tuffgebiete von Aufhausen, Amerdingen, Ringingen und Mauren im Vorrieße auffallen. Denn diese haben stellenweise 2—3 Kilometer im Durchmesser, während im Uracher Vulkangebiet das größte Tuffvorkommen, das des Randecker Maares, nur etwa 1 km im Durchmesser mißt. Die bedeutendere Oberflächenausdehnung der Tuffe des Vorrieses glaube ich aber darauf zurückführen zu können, daß gerade die genannten Vorkommen liparischen Tuffes sich in Vergriesungsgebieten befinden. Der Eruption setzte sich daher hier geringerer Widerstand entgegen, als z. B. im Vulkangebiet von Urach in Schwaben. Dort ist, wie BRANCO dartat, die von den Tuffröhren durchsetzte Gegend nicht zuvor von anderen Kräften, sei es tektonischen, sei es vulkanischen, bearbeitet worden, sondern der Vulkanismus hat sich selbständig durch die feste Juratafel hindurchgebrochen. Anders im Vorrieß; durch die Explosionen ist das Gebiet völlig erschüttert worden: es hatten sich die Vergriesungsgebiete gebildet. Durch das bereits erschütterte und völlig zerrüttete Gebirge haben sich die Eruptionen ihren Weg gebahnt. Da aber das Gestein schon zerrüttet war, muß die Wirkungsweise der Tuffe eine ungleich größere gewesen sein, denn sie haben nichts von ihrer Energie eingebüßt, um sich erst einen Ausbruchskanal zu schaffen, wie dies bei Urach der Fall war. Daher halte ich es sehr wohl für denkbar, daß alle diese Tuffe des Riesgebietes als an Ort und Stelle hervorgebrochen und in die gewaltig großen vulkanischen Essen zurückgefallen aufzufassen sind. Die Tuffe besitzen also meines Erachtens eine durchgreifende Lagerung und sind nicht deckenförmig gelagert, wenigstens ist noch niemals solches nachgewiesen worden.

Damit sei aber keineswegs gesagt, daß es niemals Tuffdecken im Ries gegeben habe: sie könnten ja bereits der Abtragung zum Opfer gefallen sein. Indessen dürfte wohl niemals so viel aus-

geworfen worden sein, daß größere Decken zu Stande gekommen wären, sonst würde man wohl Reste derselben antreffen müssen.

Kleinere Tuffdecken waren aber sicherlich vorhanden. Dies geht aus folgender Überlegung hervor: Durch die gasreiche, mit hin explosive Natur des Vulkanismus im Ries wurde das Gestein zersprengt und an den Eruptionspunkten herausgeschleudert. Das dabei wirr durcheinander geworfene Gemenge der Gesteinsmasse der festen Erdrinde nimmt aber offenbar ein weit größeres Volumen ein, als ehemals; denn es kommt noch das keineswegs unbedeutende Porenvolumen hinzu. Folglich konnten die ausgeworfenen Massen nicht mehr in die Ausbruchsröhre quantitativ zurückfallen, vielmehr mußte ein Teil derselben über den Rand der Ausbruchsröhre hinausgeworfen sein. Also muß im Riesgebiet auch ursprünglich eine deckenförmige Lagerungsform von vulkanischem Tuff vorgekommen sein.

Um annähernd diese Zunahme an Volumen der klastischen Tuffmasse im Verhältnis zur ehemaligen festen Gesteinsmasse abschätzen zu können, bestimmte ich das spezifische Gewicht¹⁾ von zwei Quarzsanden; und zwar das eines groben, dem oberen Keuper der Umgegend von Erlangen entstammenden Sandes und eines feinen Quarzsandes aus den Alluvionen der Regnitz. Das Ergebnis ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

Material	Spezifisches Gewicht			Volum- abnahme bei der Sackung
	des Quarzes	des Sandes in lockerer Aufschüttung	des „ge- sackten“ Sandes	
grober Quarzsand	2,65	1,376	1,488	ca. 7,5 %
feiner Quarzsand		1,372	1,491	ca. 8 %

Hieraus ist ersichtlich, daß der lockere Sand nahezu das halbe spezifische Gewicht des ursprünglichen Gesteines, hier also des Quarzes, besitzt. Wenn nun umgekehrt festes Gestein infolge einer Gasruption zerblasen wird, so müßte das Volumen der zerstückelten Masse um nahezu 100 % zunehmen.

In Wirklichkeit ist diese Volumzunahme indessen keine so bedeutende. Denn dies Experiment kann ja nur die Volumzunahme anzeigen, welche das Gestein erfährt, wenn es in lauter gleich große Fragmente zersplittern würde; sind doch die Sande infolge des natürlichen Schlemmungsprozesses von einerlei Korn-

¹⁾ Unter spezifischem Gewicht eines Sandes sei hier also das der ganzen Masse und nicht der einzelnen Körner gemeint. Das „Porenvolumen“ ist daher mit eingerechnet.

größe. Anders wenn die Massen in verschiedene große Brocken zerstioben. Dann konnten sich die Bruchstücke naturgemäß enger an einander anordnen, das Porenvolumen wird also ein geringeres sein.

Ferner kommt in der Natur bei den großen Auswurfsmassen noch das bedeutende Gewicht derselben in Betracht. Infolge dieses auf der ganzen Masse lastenden Druckes wird ebenfalls das Porenvolumen, um welches die zertrümmerte Masse zunimmt, verringert werden müssen.

Daher beträgt die Volumzunahme des Tuffes im Verhältnis zur ausgeworfenen festen Masse nicht so viel, als man aus obiger Tabelle anzunehmen geneigt ist. Aber gleichwohl ist die Volumzunahme immerhin beträchtlich. Ich habe dies direkt gemessen, indem ich das spezifische Gewicht zerblasenen Materiales ermittelte. Ich verwendete ein Stück der aus zerblasenem Granit bestehenden rötlichen Grundmasse des granitischen Explosionsproduktes von Rohrbach, ferner ein Stück liparitischen Tuffes der „Alten Burg“ bei Utzmemmingen, nahe dem südlichen Riesrande. Es ergab sich folgendes:

Material	Spezifisches Gewicht		Volumzunahme
	des ursprünglichen Materiales	des ausgeblasenen Materiales	
Grundmasse des granitischen Tuffes . . .	sp. Gewicht des Granites ca. 2,65	2,1	ca. 31 %
liparitischer Tuff	ca. 2,5	1,92	ca. 23 %

Aus diesen Beispielen ist ersichtlich, wie bedeutend das Volumen der Tuffbreccie im Vergleich zum ursprünglichen Volumen ist; die Volumenzunahme beträgt $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der ursprünglichen Masse.

Hieraus folgt, daß das ausgeblasene Material beim Niederfall nicht mehr in der vulkanischen Esse Platz haben konnte, es mußte notwendiger Weise zum Teil seitlich über diese hinaus auf das umgebende Gestein gestreut worden sein. Also müssen ehemals Decken vulkanischen Tuffes existiert haben, auch wenn heute nicht mehr eine Spur davon zu beobachten ist; denn wir kennen aus dem Riesgebiet weder Decken granitischen noch solche liparitischen Tuffes.

Da solche Decken fehlen bzw. zurzeit noch nicht bekannt

sind, ist es auch bisher unmöglich, das Altersverhältnis zwischen den reinen Gaseruptionen und dem liparitischen Tuff festzustellen.

Als wahrscheinlich mag wohl a priori anzunehmen sein, daß die reinen Gaseruptionen die älteren, und die Eruptionen, bei welchen Magma zugleich mit den Gasen herauspratzte, die jüngeren seien. Beweise hierfür fehlen bis jetzt. Aber jedenfalls sind beide von den Kontakt-Explosionen, welche die Vergriesung hervorbrachten, durch ein gewisses Zeitintervall getrennt.

3. Die Rhyolithlava von Amerbach.

An einer Stelle im östlichen Ries bei Amerbach ist auch zusammenhängender Schmelzfluß zu Tage getreten, welcher eine kleine, im zerpreßten Urgestein des Rieses aufsetzende Kuppe rhyolithischen Gesteines bildet.

Dieses Amerbacher Gestein ist auf der geognostischen Karte des Königreichs Bayern¹⁾ von C. W. v. GÜMBEL zwar als Liparit eingezeichnet. Indessen bemerkt VON GÜMBEL ausdrücklich, daß dies Vorkommen ein Tuff sei, welcher sich durch das massenhafte Auftreten von Fladenlava auszeichne, so, „daß man zu der „Annahme geführt werden könne, als hätten wir hier zerbrochene „Schollen eines Lavastromes vor uns.“²⁾

Ich habe früher bereits die Gründe auseinander gesetzt, welche beweisen, daß dieses Vorkommen keineswegs ein vulkanischer Tuff, sondern ein echter Gang vulkanischen Schmelzflusses sei.³⁾ Damit wird die VON GÜMBEL mehrfach betonte Ansicht,⁴⁾ daß im Ries der Vulkanismus sich lediglich von seiner explosiven Seite gezeigt habe, so daß es nur zur Bildung von vulkanischen Tuffen kam, eingeschränkt.

Dieser Rhyolithgang von Amerbach zeigt an, daß neben den vulkanischen Spratzerscheinungen, welche die Bildung der Tuffe bewirkt haben, lokal auch zusammenhängender Schmelzfluß in die Höhe gestiegen und dort zu Tage getreten ist.

Über das geologische Alter des Rhyolithgesteines von Amerbach läßt sich nichts aussagen, da es mit keinem der tertiären Gebilde — seien es Sedimente, seien es vulkanische Produkte — in irgend welche Beziehung tritt. Nur dies eine läßt sich mit Sicherheit behaupten, nämlich, daß dies Eruptivgestein jünger

¹⁾ Blatt Nördlingen

²⁾ C. W. v. GÜMBEL: Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb S. 234.

³⁾ VON KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries S. 23 und 24.

⁴⁾ Ebenda S. 223 und 224. — Geologie von Bayern S. 804. — Erläuterungen zur geognostischen Karte des Königreichs Bayern, Blatt Nördlingen S. 25.

als die Zerpressung des Granites im Ries ist. Denn das Amerbacher Gestein ist völlig intakt und läßt keineswegs die Mosaikstruktur erkennen, welche das charakteristische Zeichen dynamischer Vorgänge ist; wenn dieser Rhyolith ein älteres Eruptivgestein, etwa wie das am Wenneberg, wäre, so müßte er dieselbe Zerpressung erfahren haben, wie das Urgestein, welches er durchsetzt.

Aus der chemischen Beschaffenheit des Gesteines möchte man vermeinen, daß dies Rhyolithgestein gleichalterig mit den liparitischen Tuffen sei. Denn die von mir an unten zitiert Stelle gegebene Analyse¹⁾ beweist, daß das Amerbacher Gestein von nahezu gleicher Zusammensetzung ist, wie die Liparitbomben des Rieses. Dies ist jedoch meines Erachtens kein sicherer Beweis; indessen macht die chemische Gleichheit es doch in hohem Maße wahrscheinlich, daß Rhyolith und liparitischer Tuff gleichen Alters sind.

Ursache der extrusiven vulkanischen Tätigkeit im Ries.

Die vulkanischen Eruptionen sind nicht wie die Vergriesung auf „Kontakt“-Explosionen zurückzuführen, sondern sie sind wohl als eine Folge der explosiven Kraft des gasreichen Magma selbst anzusehen. Für diese Annahme spricht der ungemein hohe Wassergehalt, welcher vielen der ausgeworfenen Schlacken eigen ist. Das in den Lava-Auswürflingen des Rieses eingeschlossene Wasser ist wahrscheinlich ursprünglich im Magma selbst gelöst enthalten gewesen; bei dem allmählichen Erstarren desselben frei werdend, mag es das Herausspratzen vulkanischen Tuffes bewirkt haben. Jedenfalls glaube ich nicht annehmen zu dürfen, daß auch bei der Entstehung der vulkanischen Tuffe Kontakt-Explosionen mitgewirkt haben, wie sie zur Erklärung des Vergriesungsphänomens angenommen werden mußten. Denn bei solchen Explosionen wäre es kaum erklärlich, wie Gase in den Schmelzfluß selbst hätten gelangen können, da dieselben sich doch nach oben Bahn brachen.

Deswegen müssen meines Erachtens die Eruptionen im Ries von den „Kontakt“-Explosionen, deren Wirkungen im II. Abschnitt besprochen wurden, **genetisch** scharf getrennt werden, wie auch BRANCO schon die letzteren als zeitlich den ersteren vorangehend, als zwei verschiedene Ereignisse, annimmt.

Meine Studien haben ergeben, daß nach Beendigung der großen „Kontakt“-Explosionen eine Zeit der Ruhe eintrat, nach deren Verlauf erst die extrusive vulkanische Tätigkeit begann.

¹⁾ VON KNEBEL: Weitere geologische Beobachtungen S. 42—44. Die Analyse wurde von Herrn E. SCHOWALTER ausgeführt.

Schluss.

Drei Ereignisse sind also auseinander zu halten, erstens das Aufsteigen lakkolithischen Schmelzflusses, zweitens die „Kontakt“-Explosionen, welche die Vergriesung hervorriefen, drittens nach Ablauf einer, geologisch gesprochen, kurzen Ruhezeit die extrusive vulkanische Tätigkeit.

In ihren Wirkungen waren die an zweiter Stelle genannten „Kontakt“-Explosionen am gewaltigsten. Einmal haben sie, abgesehen vom Ries selbst, im Vorries bis zur Donau hin und vielleicht noch darüber hinaus große Gebiete erschüttert, es entstanden die Vergriesungsgebiete. Sodann haben sie Überschiebungen teils älterer Schollen auf jüngere, teils jüngerer auf ältere, durch die Abtragung bereits freigelegt gewesene, verursacht. So die gewaltigen zuvor besprochenen Überschiebungen des Buchberges und der Beiburg, welche sich als eine einzige noch in Zusammenhang befindliche Überschiebung herausgestellt haben, ferner die große, ebenfalls hier behandelte Karkstein-Käsbühl-Sigart-Überschiebung, sowie die Überschiebungen von Hertfeldhausen und der sog. Klippen im Westen des Rieses.

Minimal dagegen sind im Vergleich zu letzteren in ihren Wirkungen die Eruptionen des Rieses. Sie haben, wie BRANCO und FRAAS schon hervorgehoben haben, einen embryonal-vulkanischen Charakter, gerade wie die Vulkanembryonen des Uracher Gebietes. Nur ist der Vulkanismus dort gewaltiger hinsichtlich der Wirkungen gewesen, er hat sich selbst Ausgang verschafft, unabhängig von Dislocationen in der Erdrinde. Hier aber war der Boden durch die „Kontakt“-Explosionen bereits zerrüttet. „Loci minoris resistentiae“ waren sehr zahlreich vorhanden, so daß der Vulkanismus mit nur einem geringen Maß von eigener Arbeit sich den Weg durch die Erdrinde hindurchbahnen konnte. Hierauf möchte ich, wie oben erwähnt, die bedeutende Größe einiger der Eruptionsgebiete zurückführen.

In dreierlei verschiedener Form ist der Vulkanismus extrusiv geworden. Als Produkte reiner Gaseruptionen treten uns einmal die „granitischen Explosionsprodukte“ des Rieses entgegen, sodann der höchst eigenartige, neu aufgefunden vulkanische Tuff von Zöschingen. Als liparitische Tuffe hat BRANCO die von jeher im Ries bekannten vulkanischen Tuffe von den granitischen gesondert. Meine Beobachtungen haben gezeigt, daß die beiden extrusiven vulkanischen Vorgänge zu geologisch gesprochen gleicher Zeit sich ereigneten. Das Altersverhältnis beider untereinander ist noch nicht sicher festgestellt.

Die dritte Form extrusiver vulkanischer Tätigkeit, welche uns in dem Gestein von Amerbach entgegentritt, bestand in einem Aufstieg von Rhyolithlava. Ob es aber zu einem Lavastrom gekommen ist, ist zweifelhaft, ja sogar unwahrscheinlich; denn der Vulkanismus hat sich im Ries eben vorwiegend von seiner explosiven Seite gezeigt.

Dies die Resultate, zu welchen die Studien im Riesgebiet bis jetzt geführt haben. Damit sind aber noch keineswegs alle Probleme gelöst, welche das Ries dem Geologen stellt; namentlich ist noch eine weitere Form vulkanischer Tätigkeit schwer zu erklären, das sind die Aufpressungen älterer Gesteine durch jüngere hindurch, von welchen KOKEN bei Hohlheim im Ries spricht und welche auch BRANCO zur Erklärung der Granite des Vorrieses in der abnormen Höhenlage zwischen den Massen des oberen Weißen Jura annimmt. Einzelbeobachtungen über dieses in seiner Wirkungsweise noch niemals studierte Phänomen bleiben weiteren Studien vorbehalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Knebel Walther von

Artikel/Article: [9. Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Kies. 236-295](#)