© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Über vulkanische Bildungen in den Vorbergen von Ettenheim-Herbolzheim

von

Kurt Sauer, Freiburg i. Br.

Inhaltsübersicht

Einleitung 54

Beobachtungen 54

1. Vulkanische Erscheinungen im Hauptrogensteinbruch Behrle 54

a) Der Tuffgang West 54

b) Der Tuffgang Ost 61

2. Tuffvorkommen im Bereich des Stollens IV der Grube Kahlenberg 68

Deutung 70

1. Gedanken über Ursache und Mechanik der vulkanischen Vorgänge 71

2. Zur Altersfrage der Tuffvorkommen 76

Vergleich mit den südafrikanischen Kimberlit-Pipes 77

Zusammenfassung 79

Literatur 80

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Einleitung

Vulkanische Erscheinungen im Herbolzheimer Bereich sind seit 1920 bekannt und von PFANNENSTIEL (1934 und 1937) schon ausführlich bearbeitet. Inzwischen haben sich aber die Aufschlußverhältnisse wesentlich verbessert und neue Beobachtungen ermöglicht, so daß eine erneute Bearbeitung dieser Eruptiverscheinungen angebracht erschien. Folgende Aufschlüsse werden beschrieben:

1. Tuffgänge im Hauptrogensteinbruch Behrle, nördlich Herbolzheim (genaue Lage: Blatt Ettenheim, Koordinaten r = 3409400, h = 5344520).

2. Tuffvorkommen im Bereich des Stollens IV der Grube Kahlenberg (genaue Lage: Blatt Ettenheim, Koordinaten r = 3409500, h = 5344200 = Stolleneingang).

Hinter der evangelischen Kirche in Herbolzheim war während des Krieges 1939—45 ein Tuffvorkommen aufgeschlossen, das heute aber nicht mehr zugängig ist. Genauere Angaben darüber liegen nicht vor.

Beobachtungen

1. Vulkanische Erscheinungen im Hauptrogensteinbruch Behrle

Im Hauptrogensteinbruch Behrle (vgl. Abb. 1) befinden sich in der Nordwand derzeitig zwei der Beobachtung zugängliche Tuffgänge. Beide Vorkommen stehen im Hauptrogenstein. Es werden das westlich gelegene Tuffvorkommen kurz als Tuffgang West und das östliche als Tuffgang Ost bezeichnet.

a) Der Tuffgang West (vgl. Abb. 1).

Er befindet sich ganz im Westen der Nordwand und entspricht wohl dem von PFANNENSTIEL (1937) auf seiner Abb. 6 am weitesten westlich eingetragenen Tuffvorkommen. Der Tuffgang steht in einer etwa 60° streichenden Spalte. Bis zu einer Höhe von etwa 5 m über der Bruchsohle ist er durch einen aus Hauptrogenstein-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

und Tuffmaterial bestehenden Schuttfuß verdeckt. Darüber steht er bei direkter Blickrichtung aus Süden auf eine Breite von 2,50 m bei einer Gesamthöhe von etwa 13 m an. Blickt man dagegen genau im Streichen, so ist er nur 1 m breit. Nach W zweigt ein nach oben blind endender Gang ab, dessen Höhe von der Oberkante des

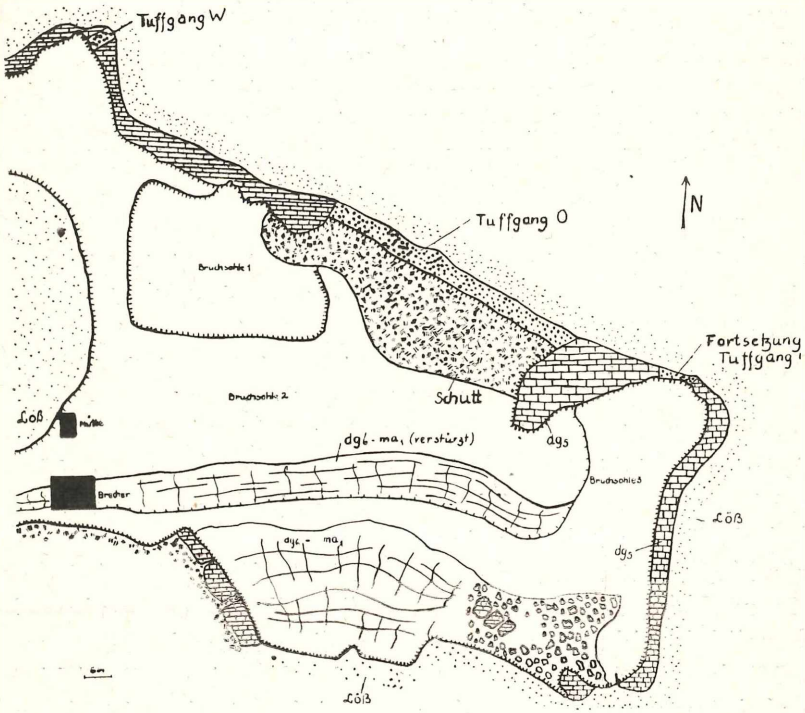

Abb. 1

Schuttfußes bis zu seinem Ende etwa 10 m beträgt. Das Lumen des Ganges verengert sich nach oben stetig, besonders von dem Knickpunkte an, wo eine Abnahme des Durchmessers von 150 cm über 60 und 20 cm zu nur noch 5 cm festzustellen ist. Eine Kluft, auf der sich dieser Gang etwa ausgebreitet hätte, läßt sich nicht beobachten. Er wird deshalb als „wilder Schuß" bezeichnet, was der Bezeichnung „wilde Sprengkluft" von PFANNENSTIEL (1937) entspricht. Die größte Breite erreicht der Tuffgang West auf der Höhe des wilden Schusses mit 6—7 m.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Der Tuff ist ein Sedimenttuff in stark verwittertem Zustand. Er ist gelblich bis hellbraun. Sein Gesteinsverband ist ziemlich gelockert, das Material infolgedessen sehr mürbe und wenig standfest, vielfach so klüftig, daß es paketartig abbricht. Daraus erklärt sich der relativ mächtige Schuttfuß.

Der Tuff des Ganges West läßt sich sehr gut in die von CLOOS (1941) aufgestellte Strukturgliederung der schwäbischen Tuffe einreihen. Er entspricht einem geordneten, ungeschichteten Tuff. Die Korngröße der sog. Grundmasse ist ziemlich fein, in ihr liegen dann gleichmäßig verteilt haselnuß- bis walnußgroße Einschlüsse meist sedimentären Ursprungs, die kantig und unregelmäßig eckig sind.

Der vulkanische Anteil tritt gegenüber dem sedimentären zurück. Die vulkanischen Bomben sind kugelig bis länglich oval und erreichen meist nur Erbsengröße. Es sind richtige Pisolithe. Als Kern führen sie sehr häufig ein schwarzes Biotitpaket, auch völlig kaolinisierte Feldspatbruchstücke, an denen in manchen Fällen noch einzelne kristallographische Flächen erhalten sind. In ganz wenigen Fällen wurde auch ein kleines Sedimentbröckchen als Zentrum der Bomben festgestellt. Die Lapilli sind meist grau bis schwarzgrau. Sie sind außerordentlich stark verwittert und zerfallen in Wasser sehr rasch, nachdem sie zuvor schaumig gequollen sind. Sind sie längere Zeit den Atmosphärilien ausgesetzt, werden sie grünlich. Ihr größter Durchmesser liegt im Tuffgang West bei etwa 0,5 cm. PFANNENSTIEL (1934) hatte die vulkanischen Bomben als Phonolith bezeichnet. In einer Veröffentlichung hat dann SOELLNER (1939) dagegen Stellung genommen und aufgrund von Vergleichen der bei PFANNENSTIEL aufgeführten chemischen Analyse des Phonolithes mit anderen Phonolithanalysen und Umrechnung der Analysen auf Niggliwerte die Vulkanika für essexitgabbroidisch erklärt. Um in dieser Streitfrage eine Klärung zu erreichen, wurden sowohl aus dem Tuffgang West als auch Ost, wo die Lapilli wesentlich größere Ausmaße erreichen, Bomben aufgesammelt und die frischesten Stücke zum Zwecke genauer petrographischer Untersuchung ausgesondert. Herr Prof. Dr. C. BURRI von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich war so liebenswürdig, diese durchzuführen. In einer brieflichen Mitteilung vom 12. 12. 1947 teilt Herr Prof. BURRI über seine Untersuchungen folgendes mit:

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

„Leider war das Resultat der Untersuchung enttäuschend, da die Stücke viel unfrischer waren, als man aufgrund ihres äußeren Aussehens erwartet hätte. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln und Einkochen im Vacuum war es überhaupt nicht möglich, Schliffe herzustellen, da die Masse z. H. aus Tonsubstanz zu bestehen scheint, die infolge Quellung vollständig zerfiel. Ich versuchte es dann mit Streupräparaten, die aber nichts anderes erkennen ließen als spärliche Biotite und Hornblendespaltblättchen neben viel toniger und limonitischer Substanz. Der Biotit und die Hornblende sprechen eher zu Gunsten von Phonolith als von Basalt, aber etwas genaueres läßt sich mit dem besten Willen nicht aussagen. Wenn Herr Kollege SOELLNER glaubte, Essexitgabbro feststellen zu können, so muß er ganz entschieden viel besseres, d. h. frischeres Material gehabt haben als ich ."

Herrn Prof. Dr. C. BURRI sei auch an dieser Stelle für die freundliche Untersuchung des strittigen Materials bestens gedankt.

Zu der Frage der Materialfrische ist zu bemerken, daß die zur Untersuchung verwendeten Proben etwa 20—30 cm tief aus der Wand herausgeholt wurden. Frischeres Material aus dem Herbolzheimer Tuffvorkommen hat zu keiner Zeit vorher existiert.

Auch Herr Dr. MEHNERT, Freiburg, fertigte freundlicherweise ein Körnerpräparat des Materials an. Nach mündlicher Mitteilung weisen seine Untersuchungsergebnisse auch eher auf Phonolith als auf ein anderes Gestein.

Herr Dr. HOENES erklärte sich freundlicherweise ebenfalls zu einer Untersuchung des Materials bereit. Im folgenden wird eine kurze Zusammenfassung seiner ausführlichen brieflichen Mitteilung seiner Untersuchungsergebnisse gebracht. An sicher identifizierbaren Mineralkompenenten wurden festgestellt:

Plagioklasindividuen mit ausgeprägter Zwillingslamellierung, die etwa dem Andesin entsprechen, dann Calzit, Brauneisen in sehr großer Menge (aus der Zersetzung Fe-haltiger dunkler Komponenten und primärem Magnetitgehalt hervorgegangen), sowie teils völlig isotropes, teils schwach doppelbrechendes Glas (bestimmte als Glas angesprochene Anteile können mit

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Zeolithmineralien verwechselt sein). Makroskopisch können vermutet werden etwa 1 mm große Kristalle, ob Plagioklas oder Kalifeldspat (Sanidin) läßt sich nicht entscheiden, dann wahrscheinlich durch Karbonate zersetzte Plagioklase und vielleicht Leuzit. Da sämtliche dunklen Gemengteile zersetzt und völlig verschwunden sind, kann lediglich der sichere Nachweis größerer Plagioklasindividuen gewisse Anhaltspunkte für die Gesteinsbestimmung geben. Danach scheidet Phonolith s. str. aus. Nach dem makroskopischen Eindruck kommt Basalt ebenfalls nicht in Frage. Vermutlich handelt es sich bei den untersuchten Proben um einen basaltoiden Tephrit (bzw. Leuzittephrit) mit vitrophyrischer Grundmasse.

CISSARZ (1931) hat solchen Tephrit als Bestandteil der Schlotbreccie vom Nonnensohl auf der Gemarkung Oberschaffhausen a.K. nachgewiesen. In dieser Breccie treten neben tephritischen Bomben, die den Hauptanteil bilden, auch zahlreiche Phonolithbomben im weitesten Sinne auf, vor allem auch Phonolithe, die von CISSARZ als tephritisch bezeichnet werden, da sie Plagioklas (Andesin und Labrador) führen.

Zu erwähnen ist noch das Auftreten isolierter Biotitplättchen und ganzer Biotitpakete, die Fingernagelgröße erreichen. Sie werden an manchen Stellen so vorherrschend, daß man ihr umgebendes Medium in Herbolzheim als Kristalltuff bezeichnen kann.

Auch in den Herbolzheimer Gängen sind Bomben phonolithischer und tephritischer Natur vorhanden (der Tuffgang Ost stimmt grundsätzlich in allen wesentlichen petrographischen Punkten mit dem westlichen überein; deswegen konnten die folgenden Feststellungen schon vorweggenommen werden). Dies und die Tatsache, daß auch in Herbolzheim die Größe der Bomben stark wechselt, daß von einem festen Bindemittel zwischen den Bomben nicht gesprochen werden kann, daß auch in den Tuffgängen West und Ost die Grundmasse aus fein zerblasenem Auswurfmaterial, allerdings gemischt mit stark tuffisiertem Sediment- und Grundgebirgsmaterial, besteht, daß sowohl am Nonnensohl als auch in den Tuffen des Bruches Behrle bis zentimetergroße Kristalle braunen und schwarzen Biotites vorkommen, erlaubt den Schluß, daß die Herbolzheimer Tuffvorkommen ebenfalls Schlotbreccien sind.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Neben den grauen bis schwarzgrauen Bomben sind auch noch rötlichbraune vorhanden, die wesentlich fester sind und selbst nach erfolgtem Schlämmen nicht zerfallen. Sie erreichen Erbsengröße und scheinen aus ähnlichem Material aufgebaut zu sein wie die grauen. Einzelne Exemplare haben ebenfalls einen stark verwitterten Feldspatrest als Kern.

Unter den nicht vulkanischen Einschlüssen, die nicht über Haselnuß- bis Walnußgröße hinausgehen, meist sogar wesentlich darunter bleiben, befinden sich Reste von Sedimenten und Grundgebirge.

Das Grundgebirge des Schwarzwaldes ist durch verschiedene Typen vertreten. Eine genaue Diagnose ist unmöglich, da die Stücke zu stark verwittert und so mürbe sind, daß sie vielfach schon bei Berührung zu Grus auseinanderfallen. Die Feldspäte sind völlig kaolinisiert. In den meisten Fällen handelt es sich wohl um Gneisreste, die aus wechselnden Lagen von Quarz-Feldspatmaterial und Glimmern aufgebaut sind. Auch Stücke granitischer Beschaffenheit sind beobachtet worden. Sie treten zahlenmäßig hinter dem Gneisanteil zurück. Unregelmäßig geformte, fettig glänzende Quarzreste sind nicht selten. Die Granitstücke sind meist wesentlich frischer als die Gneise

Unter den Sedimenten fällt der große Reichtum an Dogger-5-Stücken und Material der unteroligozänen streifigen Mergel auf. Die Hauptrogensteinreste sind alle eckig und sehr bizarr geformt. Man kann förmlich von einer Tuffisierung des Gesteinsmaterials sprechen. Auffällig sind einige sehr große Blöcke. Die Reste der dreistreifigen Mergel sind im allgemeinen etwas größer als die Hauptoolitheinschlüsse. Das übrige Sedimentmaterial ist sehr kleinstückig, der größte Teil unter 1 mm Korngröße. Den Hauptanteil bilden tonige und mergelige Bestandteile. Da kein genereller Unterschied zu der Sedimentführung des Tuffganges Ost zu beobachten war, wurde hier die Untersuchung nicht weiter geführt und auf den Ostgang verlegt. Besondere Erwähnung verdient nur im Tuffgang West eine etwa 1 m lange Scholle der unteroligozänen streifigen Mergel, die als einziger Großeinschluß im wilden Schuß liegt. In ihrer Nachbarschaft befinden sich einige kinderfaustgroße Bomben roter Farbe

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

und ziemlicher Festigkeit. Die Herkunft der schon oben erwähnten großen Hauptrogensteinblöcke soll später diskutiert werden.

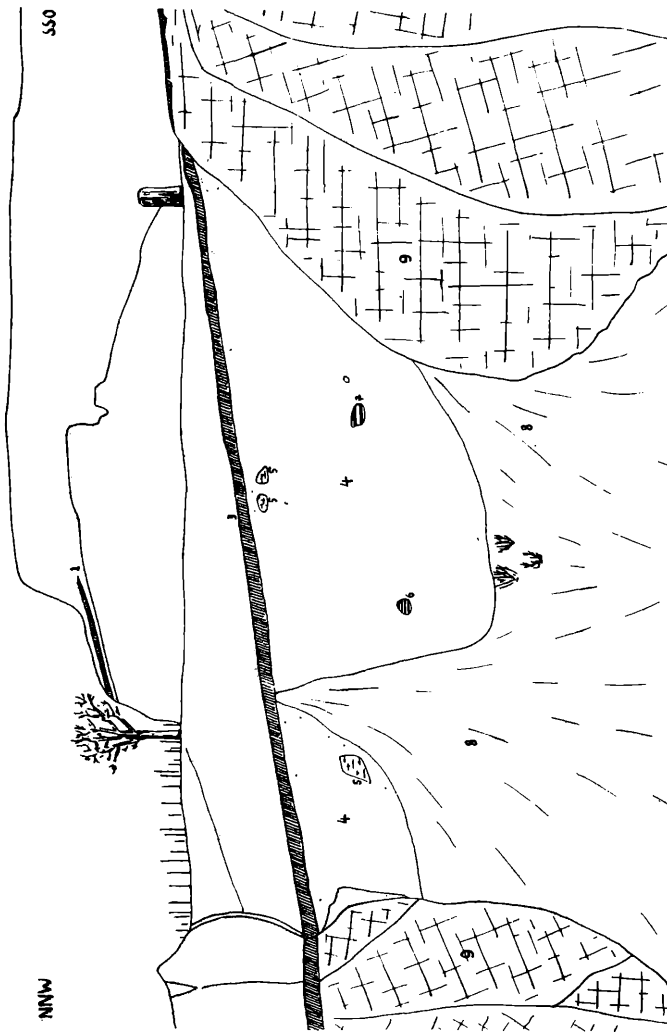

Abb. 2, Tuffgang Ost.
1 = Löß, 2 = Verlehmungsband im Löß, 3 = Bohnerzlehm, 4 = Tuff, 5 = Hauptrogensteinblöcke, 6 = roter, geschichteter Tonblock, 7 = geschichteter Ersttuff, 8 = Schuttfächer, 9 = anstehendes Nebengestein (Hauptrogenstein).

Klare Kontaktverhältnisse zum Nebengestein sind nur an der Südost-Wand des Ganges zu beobachten. Der Hauptrogenstein steht

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

hier in völlig normaler Lagerung an, irgendwelche Veränderungen, etwa Aufbiegung oder Schleppung des Kalkes, sind nicht vorhanden.

b) Der Tuffgang Ost (vgl. Abb. 1 und 2).

Der Gang hat wesentlich größere Ausmaße als der eben besprochene und liegt in der Mitte der Bruchnordwand. Er steht in einer ± 140° streichenden Spalte. Seine Ausdehnung in der Nord-Süd-Richtung läßt sich nicht ermitteln. Der Tuff wird unten durch die Steinbruchsohle und oben durch die pliozänen Tone begrenzt. Er ist auf eine Breite von rund 42 m aufgeschlossen bei einer Höhe von 29 m. Davon sind etwa 16 m durch den aus herabgebrochenem Tuffmaterial und abgekipptem Löß gebildeten Schuttfuß verdeckt. Daher sind nur die oberen Tuffpartien einzusehen.

Das Tuffvorkommen ist ein typischer Sedimenttuff von gelber bis hellbrauner Farbe, ebenfalls stark verwittert. Der Verband ist standfester als im Westgang. Es ist mancherorts mühevoll, frisches Material aus der Wand herauszuschlagen.

Schon von ferne hat man den Eindruck eines geordneten, ungeschichteten Tuffes. Er verdichtet sich bei der Nahbetrachtung zur Gewißheit. Die sog. Grundmasse, die aus vulkanischen Resten sowie Sediment- und Grundgebirgsmaterial unter 1 mm Korngröße besteht, birgt in sich eine große Anzahl Grobeinschlüsse. Diese bestehen aus Lapilli, Sedimenten und Grundgebirge. Ihre Größe ist außerordentlich variabel und schwankt zwischen Erbsenform und Blöcken bis zu 60 cm Durchmesser.

Das vulkanische Material tritt in sehr vielseitiger Form auf. Regellos über den gesamten Aufschluß verstreut sind graue, schwarzgraue, seltener grünliche Bomben ebenfalls tephritischer und phonolithischer Natur. Die Hauptmasse der Bomben hat einen Durchmesser von 1—2,5 cm. Die Stücke sind sehr mürbe und zerbrechen in trockenem Zustand. Es lösen sich dann die Schalen von außen konzentrisch ab. Einzelne Exemplare erreichen Radien von 2 und mehr cm, sie sind aber nicht sehr verbreitet. Kleine, etwa erbsengroße Formen treten häufig auf. In fast allen Fällen sind die Bomben ± kugelig. Der Kern wird zumeist von stark verwitterten Grundgebirgsstücken gebildet. Diese sind in manchen Fällen durch ein Biotitpaket ersetzt. Das eigentlich

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

vulkanische Material umgibt die Kerne als dünne Schale. Es besteht aus einer dichten, grauen Grundmasse, in der weiße Einsprenglinge (verwitterte Feldspäte?) und Biotite liegen.

Neben diesen relativ frischen Bomben mit nicht vulkanischem Kern und einheitlicher Hülle von Eruptivmaterial treten unregelmäßig geformte Stücke auf. Sie sind größer und meist nicht kugelig, vielmehr fladenförmig. Es wurden Stücke beobachtet, die 10 cm breit und 7 cm hoch sind. Sie sind hellgrau, bestehen aus Tuffmaterial, in das aber unregelmäßige Lapilli, dünne Biotitpakete, Grundgebirgsreste und auch Sedimenttrümmer eingebettet sind. Hier ist also der Fall vorhanden, daß ein größerer Einschluß, der aus schon verfestigtem Tuffmaterial verschiedenster Zusammensetzung besteht, bei einer späteren Eruption herausgerissen und nach oben bewegt wurde (Tuff in Tuff).

Außer dieser Form sind auch regelrechte, bis hühnereigroße Bomben beobachtet worden, die aus einem feinkörnigen Tuffmaterial mit Lapillifetzen, Tertiärbrocken, stark kaolinisiertem Grundgebirge bestehen, das völlig durcheinander gerührt ist. Um diesen inhomogenen Kern legt sich ein Rand grauen, feinkörnigen, vulkanischen Materials von 0,5—0,8 cm Dicke, in das allenfalls einige Biotite eingestreut sind.

Hatten die bisher beschriebenen Vulkanika ziemlich einheitlich graues bis schwarzgraues Aussehen, so sind aber auch vulkanische Bomben in großer Anzahl vorhanden, die schwach fleischrot bis schmutzigrot sind.

Die Hauptmasse dieser Typen erreicht etwa Eigröße, mit einem Durchmesser von 4—6 cm. Sie sind meist wesentlich härter als die grauen Bomben und besitzen einen ± deutlichen Kalkgehalt. Die äußersten Partien sind etwas gebleicht und blättern leicht schalig ab. In die roten Bomben sind manchmal vereinzelt, manchmal wolken- bis nesterartig gehäuft, rotbraune, weiche Pisolithe von 2—3 mm Durchmesser eingelagert. Sie sind stark tonig und führen sehr kleine Biotite. Neben diesen Pisolithen führen die Bomben auch größere Biotittäfelchen. In ganz geringer Anzahl wurden Einschlüsse tertiären Sedimentes und kleine, hellgrüne, nicht näher bestimmbare Bömbchen festgestellt. Die Außenseite der eigroßen Bomben ist viel-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

fach glatt, manchmal sogar mit einer dünnen Eisen- oder Manganhaut überzogen. Einige Bomben weisen Gleitstreifen auf. Alle bisher beschriebenen vulkanischen Bomben zeigen keinerlei Gesetzmäßigkeit in der Materialanordnung.

Von ganz besonderem Interesse sind in Herbolzheim erstmalig festgestellte Tuffe mit flächiger Lagenschichtung (CLOOS 1941), die als Einschlüsse in den rohen, ungeschichteten Tuffen liegen. Obwohl sie nicht völlig aus Vulkanmaterial bestehen, sollen sie doch hier beschrieben werden. Sie werden auch als Ersttuffe bezeichnet, da sie wohl Ergebnisse der Primärförderung der Gänge sind. Nach Härte und Aussehen lassen sich verschiedene Varietäten unterscheiden.

Die widerstandsfähigsten Schichttuffe sind grau bis graugrün und aus einzelnen Lagen verschiedener Korngröße und Zusammensetzung aufgebaut, die jeweils durch ebene Flächen voneinander getrennt sind. Innerhalb der einzelnen Lagen ist eine große Gleichförmigkeit und Vollkommenheit in der Korngröße, Anordnung usw. zu konstatieren. Es wechseln beispielsweise Lagen mit sehr feinkörnigem, makroskopisch kaum auflösbarem Material mit solchen, die fast ausschließlich aus Sedimenttrümmern und vulkanischen Gesteinsfetzen gröberen Kornes bestehen. Sowohl Tuff als auch Vulkanikum sind dann kantig und nicht gerundet. Daneben sind Partien beobachtet, die kaum aus Grundmasse, sondern fast nur aus hellen Pisolithen bestehen. Die vulkanischen Einschlüsse sind meist sehr hart und vielfach von einer dünnen, weißen Haut umgeben. Die Mächtigkeit der Lagen schwankt zwischen 2 und 3 cm. Die beobachteten Bildungen entsprechen den von CLOOS (1941) erwähnten Ersttuffen völlig. Die von WAGER (1934) auf Seite 125 gebrachte Abbildung entspricht den in Herbolzheim auftretenden Schichttuffen völlig. Die Feinkörnigkeit ist hier wie in den württembergischen Vorkommen gleich gut entwickelt. Sowohl von CLOOS als auch anderen Autoren wird für die Entstehung dieser Art Tuffe dem bewegten Wasser eine wesentliche Rolle zugeschrieben. Die Stücke liegen als kantige Brocken in dem ungeschichteten Tuff und deuten daraufhin, daß eine einheitliche Schichttuffdecke durch eine spätere Eruption in den Gängen gewaltsam zerrissen und zu Einschlüssen aufgearbeitet wurde.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Als weitere Schichttuffe sind braun- bis schmutzigrote Stücke zu nennen, die aber nicht die Festigkeit der oben beschriebenen besitzen. In den übrigen Eigenschaften sind sie den grauen Ersttuffen ziemlich gleich. Einzelne Lagen bestehen oft nur aus millimetergroßen Bömbchen.

Schließlich ist ein völlig verwitterter, dunkelroter, körniger Schichttuff zu nennen, der ziemlich homogen erscheint. Leider ist er so tiefgründig zersetzt, daß nähere Bestimmungen der Komponenten nicht mehr möglich sind. Sein Kalkgehalt ist beträchtlich. Unter starker Vergrößerung konnten im Binokular völlig zersetzte Überreste von Feldspäten und Biotiten erkannt werden.

Hinsichtlich des Auftretens ist hervorzuheben, daß die drei festgestellten Schichttuff-Typen nicht nach einem gewissen Prinzip angeordnet sind, etwa derart, daß die frischen Exemplare zu unterst in der Wand auftreten und nach oben allmählich durch verwitterte Formen ersetzt würden. Alle drei Arten liegen unregelmäßig über die ganze Fläche des aufgeschlossenen Tuffganges verteilt.

Außerordentlich bezeichnend für die vulkanischen Produkte sind die zahllosen Biotitpakete und -plättchen; sie erreichen in einzelnen Fällen bis 2 cm Durchmesser.

Über die im Herbolzheimer Tuff vorhandenen Sedimenteinschlüsse hat PFANNENSTIEL (1934) schon eine ausführliche Liste aufgestellt. Alle von ihm als sicher bestimmbar angeführten Reste konnten auch bei der erneuten Untersuchung festgestellt werden. Da aber der Aufschluß mittlerweile besser zugänglich ist, konnten noch einige bisher nicht bekannte Abteilungen des vom Vulkan durchgeschlagenen Deckgebirges durch Einschlüsse im Tuff belegt werden. Im folgenden werden nur solche Stücke erwähnt, die sicher bestimmt werden konnten.

Das Schwarzwälder Grundgebirge tritt in großer Anzahl als Einschluß auf. Die Größenverhältnisse sind außerordentlich verschieden. Das größte beobachtete Stück erreichte Faustgröße; Nußgröße ist die Regel. Meist sind die Grundgebirgsbrocken sehr stark verwittert. Am häufigsten sind solche Stücke, in denen sich kaolinisierter Feldspat und Quarz lagig mit Glimmerpartien ablösen. Granitbruchstücke sind vorhanden. Auch Reste pegmatitischer Beschaffenheit treten auf.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von PFANNENSTIEL tritt im Verhältnis zum Grundgebirge sehr wenig Buntsandstein auf. Mehrmalige sorgfältige Aufsammlungen innerhalb eines Zeitraumes von neun Monaten ergaben nur wenige, bis markstückgroße Einschlüsse mittleren Buntsandsteines, sowie wenige spärliche Quarzgerölle aus den Konglomerathorizonten des sm. Nur ein Stück von etwa Eigröße trat zutage, das eine gebleichte Rinde trug, sonst aber die typischen Eigenschaften des sm aufwies. Etwas häufiger sind die schon weicheren und feinkörnigeren Reste aus dem oberen Buntsandstein. Die Ausbeute an glimmerreichen Stücken des Plattensandsteines (so) ist im Vergleich zum sm-Material reichlich zu nennen, an sich aber bescheiden.

Eine ähnliche Armut an Einschlüssen ist für den Muschelkalk zu beobachten. Nur wenige Stücke rauchgrauen, muscheligen Trochitenkalkes sind vorhanden, Stielglieder von *Encrinus* und kleine Terebrateln wurden in den Stückchen erkannt. Inwieweit noch Einschlüsse dem unteren und mittleren Muschelkalk zuzuschreiben sind, läßt sich schwer entscheiden. Einige hellgelbe Stücke sandig-dolomitischen Charakters könnten dem Wellendolomit des mu entsprechen.

Der Lias ist durch zahlreiche, dunkel- bis schwarzgraue, zum Teil bituminöse Kalke vertreten; eine nähere Aufgliederung ist nicht möglich. Auch ein Teil der grauen bis schwärzlichen Toneinschlüsse gehört sicherlich in den schwarzen Jura.

Die Suite des Doggers ist nahezu vollständig vertreten. Ziemlich häufig sind Gesteine aus den Murchisonae-Schichten; Reste der Wedelsandsteine, der erzführenden Bänder der Sowerbyi-Schichten; Blaukalke (gleich hangende Kalke des Ringsheimer Profiles). Besonders reichlich sind graue bis schwarzgraue, mergelige Kalke, die nach ihrer petrographischen Beschaffenheit den Blagdeni-Schichten zuzurechnen sind. Die Humphriesi-Schichten sind schwach vertreten. Die größte Häufigkeit erreicht der Hauptrogenstein, der in allen Größen von Haselnußform bis zu groben, schweren Blöcken vorhanden ist. Meist ist die aus den Aufschlüssen bekannte gelbe Variante vertreten. Daneben sind aber auch Stücke blaugrauer und rötlicher Farbe vorhanden, wie man sie sonst aus Tiefbohrungen

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

kennt. Vereinzelte Einschlüsse sind den gelblichen, mergeligen, sehr fossilreichen Variansschichten zuzuordnen. Wägt man die Anteile der einzelnen Doggerstufen gegeneinander ab, so erreicht der Hauptrogenstein den höchsten Prozentsatz.

Hatte PFANNENSTIEL (1934) den Rauracienkalk nur als Bestandstandteil des Oligozänkonglomerates vermuten können, so sind jetzt einige Stücke eines weißen oder hellgelblichen, dichten, ungeschichteten, sehr harten, beim Schlage splitternden Kalkes nachgewiesen, die nach eingehendem Vergleich mit den Rauracienvorkommen des Isteiner Klotzes und am Schönberg bei Freiburg als einwandfreies Rauracien anzusprechen sind. Das größte Stück ist kindskopfgroß. Daneben sind noch einige kleinere Reste vorhanden. Alle sind kantig und unregelmäßig geformt, also aus dem Anstehenden herausgerissen. Den von PFANNENSTIEL (1937) erwähnten zwei Stückchen Macrocephalenoolith (ma 1) konnten weitere hinzugefügt werden. Aus dem Vorkommen von Rauracienkalk kann geschlossen werden, daß zur Zeit der Tufferuptionen ma 2 im Herbolzheimer Bereich noch anstand.

Auch zu den bisher bekannten Einschlüssen tertiären Alters läßt sich eine Ergänzung machen. Zwei gut erhaltene Stückchen eines weißen, harten Breccienkalkes wurden gefunden, der in seiner petrographischen Beschaffenheit mit dem Süßwasserkalk des Nimberges völlig übereinstimmt (Beschreibung bei GUENTHER 1935). KIEFER (1931) hat aufgrund eingehender Untersuchungen die völlige Übereinstimmung des Süßwasserkalkes vom Nimberg mit dem Isteiner Melanienkalk nachgewiesen. Damit ist das Melanienkalkalter der Herbolzheimer Einschlüsse festgestellt. Die Herbolzheimer Süßwasserkalkreste sind also obereozäne Bildungen. 1949 wurden zahlreiche Einschlüsse angetroffen, die den eozänen Huppersanden aus dem Markgräflerland entsprechen.

Die häufig auftretenden, verschieden großen, gut gerundeten bis länglich ovalen Gerölle (nuß- bis kindskopfgroß) aus Hauptrogenstein und Malm (Rauracien) sind mit den Bildungen des unteroligozänen Strandkonglomerates gleichzusetzen, die bereits aus der Gegend von Lahr nachgewiesen sind (KIEFER 1931 und WITTMANN 1934). Die Hauptmasse stammt aus dem Hauptoolith, der haupt-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

sächlich in seiner graugelben bis lebhaft braungelben Form auftritt. Die wenigen Rauraciengerölle schwanken zwischen Hühner- und Gänseeigröße und bestehen aus einem hellgelbgrauen, zum Teil weißgrauen, grauen, sehr harten und dichten, splittrigen, muscheligen, scharfkantigen Kalk. Eine Anzahl der Gerölle aus dem Oligozänkonglomerat trägt Schlagspuren.

Alle übrigen, von Pfannenstiel schon erwähnten Tertiäreinschlüsse treten in großer Anzahl auf.

Eine Bestimmung der vorhandenen Keuperreste stößt auf Schwierigkeiten, da die Ablagerungen dieser Formation sehr stark mergelig und tonig entwickelt sind. Sie sind von den tonigmergeligen Resten des Jura und Tertiärs sehr schlecht abzutrennen.

Der Tuffgang Ost zeigt eine ziemlich lückenlose Abfolge vom Schwarzwälder Grundgebirge über die Trias, fast den gesamten Jura bis zu den Schichten des Tertiärs, die mit den Ablagerungen des oberen Sannoisien (streifige Mergel mit plattigen Steinmergeln) abschließen. Die gesamte Deckgebirgsabfolge mit Ausnahme des Rotliegenden ist vorhanden. Das Rotliegende ist bisher in der weiteren Umgebung von Herbolzheim nicht durchgehend anstehend beobachtet worden, wie die direkte Auflagerung des unteren Buntsandsteines auf dem Gneis bei Ettenheimmünster und in der Gegend von Schweighausen beweist. Es braucht also auch in der vom Vulkanismus durchschlagenen Scholle nicht abgelagert zu sein.

Mengenmäßig am stärksten sind Grundgebirge, Hauptrogenstein und Unteroligozän vertreten. Buntsandstein und Muschelkalk treten als Einschlüsse sehr zurück. Nur der Keuper ist als einziges Glied der Trias in reichlicherem Maße im Tuff eingeschlossen. Mit dem Jura beginnt eine kontinuierliche Häufigkeitszunahme, die im mittleren Dogger ihr Maximum erreicht, aber in den Variansschichten und den Ablagerungen des unteren Malmes wieder rasch absinkt.

Während im Tuffgang West keine Veränderungen in der Kontaktzone festzustellen waren, liegen die Dinge beim östlichen Tuffgang wesentlich anders. Von einem durchgehenden Kontakt kann allerdings schlecht gesprochen werden, da ja bei dem ± 140° streichenden Gang die ganze südliche Begrenzung fehlt und die nördliche noch nicht erreicht ist. Nur da, wo der Hauptrogenstein den Tuff

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

verdeckt, also am West- und Ostende des Vorkommens sind die Berührungsverhältnisse zwischen Tuff und Nebengestein zu beobachten. Am Westende zeigt der Hauptrogenstein eine deutlich ausgeprägte Schleppung nach oben. In die einzelnen Lücken und Zwickel des Gesteines ist Tuffmaterial stark tonigen Charakters eingedrungen und hat die Hohlräume ausgefüllt. Das hochdringende Eruptivmaterial hat also den Nebengesteinsverband beansprucht, gelockert und deformiert.

Im Laufe der Sommermonate 1947 wurde im östlichen Teile der Nordwand durch Steinbrucharbeiten die vermutliche Fortsetzung des Tuffganges Ost freigelegt. Das Material ist stark verwittert, führt aber undeutlich erkennbare Vulkanbömbchen und völlig zersetzte Stücke von Ersttuff. Die aufgeschlossene Fläche ist noch zu klein, um genauere Untersuchungen durchzuführen.

2. Tuffvorkommen im Bereich des Stollens IV der Grube Kahlenberg

Im Verlauf des Erzabbaues der Rohstoffbetriebe Ringsheim unter Tage im Gebiet südlich des Tagebaues West wurden im Stollen IV an verschiedenen Stellen der Südstrecke Tuffvorkommen angefahren. Die Ostgrenze der Vorkommen wurde durch einzelne Querschläge festgestellt, deren Vortrieb beim Auftreffen auf die Tuffmasse jeweils eingestellt wurde, so daß nur ungefähr der Kontakt zwischen Erz, bzw. Liegendem oder Hangendem des Erzes und Tuff erreicht wurde. Einige Querschläge sind schon wieder versetzt, fallen also für die Beobachtung aus. Im nördlichen Teil der Südstrecke verläuft die Fahrung etwa 70 m im Tuff. Die Strecke ist aber völlig verzimmert, so daß auch hier nur selten ein Einblick in die Gesteinsverhältnisse möglich ist. Die beste Orientierung geben noch zwei Querschläge im Südteil des Vorkommens, die nach Westen abgehen. Die Kontaktverhältnisse von Nebengestein zu Tuff sind in allen Fällen sehr unvollkommen aufgeschlossen, da sie für den Bergmann nicht von Bedeutung sind. Die westliche Begrenzung des Tuffvorkommens wurde durch Bohrungen und gravimetrische Messung mit der Feldwaage näherungsweise festgelegt.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Der gesamte Tuffkomplex liegt zwischen den Koordinaten r = 3409480 und 3409640 und h = 5344100 und 5343880.

Die Stellen, an denen der Tuff beobachtet werden konnte, sind in der Lageskizze mit I, II und III bezeichnet. Sie werden auch in dieser Reihenfolge beschrieben. An anderen Punkten ist der Tuff nicht aufgeschlossen. Es ist deshalb nicht zu entscheiden, ob es sich um einen zusammenhängenden Komplex handelt, der dann eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 220 m und eine Ost-West-Ausdehnung von etwa 160 m hätte, oder um eine Vielfalt selbständiger Tuffgänge und kleinerer Schlote.

Aufschluß I.

Aus der Fahrung konnten nur wenige Stücke gewonnen werden. Es handelt sich dabei um einen hellgrauen, sehr feinkörnigen, stark tonigen Tuff, in dem vulkanische Bestandteile sehr schwach vertreten sind. Es werden meist nur kleinere, schwarze, bisweilen grünlich gebleichte Biotitplättchen gefunden. Lapilli wurden bisher nicht beobachtet, doch sollen nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. GEISLER solche Reste vorhanden sein, die aber nie genau bestimmt wurden. Die hellgraue, außerordentlich stark zerblasene und infolgedessen sehr feinkörnige, mit feinen weißen Punkten durchsetzte Grundmasse birgt zahlreiche, verschieden große Einschlüsse eines grauen, sandigen, weiße Glimmer führenden Tones. Daneben sind auch Stücke eines porösen, weißgrauen Kalkes vorhanden mit unregelmäßiger Form. Sehr stark verwitterte Grundgebirgseinschlüsse sind nachgewiesen. Sie zerfallen bei Berührung meist sofort zu Grus.

Aufschluß II.

In ihm herrschen wesentlich dieselben Verhältnisse wie bei I.

Aufschluß III.

Die tonige Komponente tritt hier nicht so stark hervor. Der Tuff ist in seiner Gesamtheit stark durch auf Klüften zirkulierende Wässer zersetzt und verändert. Er ist gelb und stark zerblasen, was sich in dem sehr feinen Korn ausdrückt. Vulkanische Bomben wurden nicht beobachtet, doch ist Biotit (zum Teil durch die Verwitterung gebleicht) sehr häufig. Größere Einschlüsse sind selten. Stücke kalkiger Sedimente des durchschlagenen Deckgebirges sind

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

vorhanden. Es ließen sich darunter feststellen: Murchisonae-Horizont, Sowerbyi-Sauzei-Schichten, wenig Hauptrogenstein. Von den Ablagerungen des unteren Malmes ist das Rauracien durch ein faustgroßes Stück vertreten. Das oligozäne Küstenkonglomerat ist durch ein völlig gerundetes Hauptrogensteingeröll und ein etwa kiebitzeigroßes Geröll aus Rauracienkalk belegt.

In dem Tuff treten zahlreiche verkohlte Pflanzenreste auf, die nach freundlicher Mitteilung von Prof. Dr. KIRCHHEIMER von Koniferen stammen und gagatisiert sind.

Die Sedimenteinschlüsse zeigen Spuren kaustischer Veränderung in Form von Frittung.

Auffällig ist in allen Aufschlüssen im Bereich des Stollens IV die starke Übermacht des Tones unter den Einschlüssen und an bestimmten Stellen auch die der vertretenen Schichten des Dogger 3. Beobachtungen, die Schlüsse über den Mechanismus der Tufferuptionen gestatteten, konnten bei den sehr unvollkommenen Aufschlußverhältnissen nicht gemacht werden.

Südlich des beschriebenen Vorkommens im Stollen IV liegt nach Angaben der Grubenverwaltung noch ein weiterer, ausgedehnter Tuffkomplex, der aber noch nicht angefahren ist, vielmehr nur roh gravimetrisch vermessen sein soll. Genaue Lage und Ausmaße sind nicht bekannt.

Deutung

Für die Aufstellung gewisser Gesetzmäßigkeiten und den Versuch einer Entschleierung der mechanischen Vorgänge des Vulkanismus in der Ettenheimer Vorbergzone können nur einwandfrei aufgeschlossene Tuffvorkommen Verwendung finden. CLOOS weist 1941 schon ausdrücklich auf diesen Gesichtspunkt hin. Infolgedessen kommen im vorliegenden Falle für diese Zwecke nur die beiden Tuffgänge Ost und West aus dem Bruch Behrle in Frage. Die an sich bedeutsamen Aufschlüsse im Stollen IV sind für das angedeutete Vorhaben nur in sehr geringem Maße geeignet und werden deshalb nur gelegentlich zur Beweisführung herangezogen. Sie sind aber für die Paläogeographie von Wichtigkeit.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

1. Gedanken über Ursache und Mechanik der vulkanischen Vorgänge

Zu Beginn sollen die wichtigsten Beobachtungen noch einmal kurz zusammengefaßt werden:

a) Die Tuffvorkommen stehen beide in orientierten Klüften (herzynisch und variskisch).

b) Die Tuffe bestehen aus Eruptiv-, Sediment- und Grundgebirgseinschlüssen. Diese liegen in einer feinkörnigen Grundmasse, die sich aus fein zerblasenem Material der drei Einschlußbestandteile zusammensetzt.

c) Der Tuff ist in seiner Hauptmasse geordnet und ungeschichtet.

d) Unter den Eruptiveinschlüssen lassen sich stofflich und zeitlich verschiedene Typen unterscheiden:

   α) graue Bomben mit homogenem Kern,

   β) graue Bomben mit inhomogenem Kern aus Tuff älterer Förderung,

   γ) graue Tuff-Fetzen als Einschlüsse,

   δ) rötlichbraune Tuffbomben.

e) Eine Zwischenstellung zwischen Eruptiv- und Sedimenteinschlüssen nehmen die geschichteten Ersttuffreste ein, die meist in rötlichbraunem Zustande als größere, kantige Einschlüsse vorliegen.

f) Die Sedimenteinschlüsse umfassen das gesamte aus dem Rheintalgraben bekannte Deckgebirge vom Buntsandstein bis zum Rauracien des unteren Malmes sowie Reste des Sannoisien. Das Grundgebirge ist durch Gneis und Granit vertreten.

g) Der Einschlußanteil von Buntsandstein und Muschelkalk ist sehr spärlich im Vergleich zu den Grundgebirgsresten und den Belegen aus dem restlichen Mesozoikum.

h) Die größte Häufigkeit unter den Einschlüssen in den Tuffgängen West und Ost erreichen Hauptrogenstein und Tertiär, im Stollen IV graue Tone (dg 1?).

i) Je kleiner die Dimensionen der Tuffvorkommen sind, desto kleiner sind auch die Einschlüsse.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

k) Der Kontakt Tuff/Nebengestein ist in einem Falle durch eine aufwärtige Schleppung des Hauptrogensteines verändert, im anderen Falle durch die Bildung eines wilden Schusses.

In den folgenden Zeilen soll der Versuch gemacht werden, die Beobachtungen an den Herbolzheimer Vulkanerscheinungen zu einem möglichen Entstehungsbild zusammenzufassen. Da vorläufig nur Tatsachenmaterial aus sehr begrenztem Raume vorliegt, kann die Deutung noch nicht endgültig sein und nur als Versuch gelten, der noch stark hypothetische Züge trägt und erst durch auf weitere Vulkangebiete Badens ausgreifende Beobachtungen auf festere Basis gestellt werden kann.

Der Zusammenhang des Herbolzheimer Vulkanismus mit der Tektonik erscheint bei den vielen nachgewiesenen und vermuteten Störungen in der unmittelbaren Umgebung offensichtlich. Jedoch wird man sich von der Ansicht freimachen müssen, daß der Vulkanismus nur an die Störungslinien selbst gebunden ist. Vielmehr schuf die Tektonik in unmittelbarer Störungsnähe zahlreiche Klüfte und Spalten, die dann den Eruptionen als natürliche, präexistente Abzugskanäle zur Verfügung standen. Die spät- bis nacholigozänen tektonischen Bewegungen sind wohl als Ursache für die Entstehung der präexistenten Spalten anzusprechen (Hebung und Dehnung unter Bruchbildung). Daß die Tuffe im vorliegenden Falle die präexistenten Gänge tatsächlich als Wege benutzt haben, ist durch die Beobachtung eindeutig erwiesen (Auftreten auf orientierten Klüften). Sie haben nicht blindlings von ihrem Herd aus eine Röhre durch das Grund- und Deckgebirge herausgeschossen, sondern sie folgten den durch Dehnung oder Aufwölbung der Kruste geschaffenen Wegen geringsten Widerstandes. Dabei ist klar, daß die vulkanischen Kräfte die Abzugswege auch gestalteten. Dafür sprechen einmal die Hochschleppung der dg-5-Kalke im Tuffgang Ost und dann der beträchtliche „wilde Schuß" des Tuffganges West.

CLOOS (1941) hat die geschichteten Ersttuffe als Produkte der frühvulkanischen Förderung bezeichnet. Auch im Herbolzheimer Falle kann man die gutgeschichteten Pisolithtuffe dieser Phase zuordnen. Die Erstförderung ist daraus abzuleiten, daß die Tuffreste als kantige Blöcke regellos in allen sichtbaren Teilen inmitten

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

anderer Einschlüsse und umgeben von Ponolith- und Tephritbomben verstreut liegen. Nach der Beschaffenheit dieser ersten abgelagerten Vulkanprodukte muß die erste Eruption nicht mit allzu großer Vehemenz vor sich gegangen sein.

In den oberen Partien des Grundgebirges oder an der Grenze Grund-/Deckgebirge (eine ähnliche Lage nimmt SCHNEIDERHÖHN (1934) für den Intrusivkörper unter der Uracher Alb an) liegt ein vulkanischer Herd, der nach erfolgtem Durchreißen der Spalten auf diesen eine gasreiche Schmelze nach oben entsandte. In den auf dem Grundgebirge aufliegenden Schichten des Buntsandsteines und Muschelkalkes, die an sich schon zur Klüftung neigen, hatte die vorhergegangene Spaltenbildung keine schwere Arbeit, so daß dem aufsteigenden gasreichen Magma in diesen Gesteinen rasche und ungehinderte Aufstiegsmöglichkeiten beschieden waren. Es brauchte sich nicht erst einen Weg durch das Gestein bahnen und es tuffisieren. So kann die verschwindend geringe Häufigkeit von Einschlüssen der unteren und mittleren Trias eine Erklärung finden. Andererseits ist das Vorhandensein eines geringfügigen Prozentsatzes von Buntsandstein und Muschelkalk ein Hinweis dafür, daß es doch zu einer, wenn auch unbedeutenden Auseinandersetzung mit dem Nebengestein und zu gewissen Formänderungen kam. Vor dem Aufreißen der Spalten hat das Magma im Grundgebirge gestanden. Aus der großen Anzahl von Gneis- und Graniteinschlüssen kann gefolgert werden, daß eine Tuffisierung des Grundgebirges stattgefunden hat, jedoch ist der Zeitpunkt nicht genau festzulegen, wann diese stattgefunden hat, ob vor der Spaltenbildung, gleichzeitig mit ihr oder als deren unmittelbare Folge.

Für das Hochdringen der Schmelze spielen nicht nur die präexistenten Spalten an sich, sondern auch die petrographische Beschaffenheit des Nebengesteins, dessen Härte (weniger die mineralogische als die Gesteinshärte im Sinne ROSIWAL's), Porenvolumen, Grad der Schichtung sowie Druck-, Zug- und Scherfestigkeit eine wesentliche Rolle.

Nach Durchwandern der unteren und mittleren Trias änderten sich die Nebengesteinsverhältnisse im Keuper wesentlich. Das gespannte Magma schreitet hier zu einer stärkeren Tuffisierung, da

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

das Material weicher ist und die Klüfte sich in weichem Gestein weniger scharf ausprägen. In diesem Zusammenhang scheint es beachtenswert, daß die Grundmasse des Tuffes zu einem sehr großen Prozentsatz aus tonigem, fein zerblasenem Material besteht. Von PFANNENSTIEL (1937) wird der Explosionsherd an dieser Stelle angenommen. Die Entgasung des Magmas schreitet nach oben weiter fort, ob sie jedoch schon so stark war, um eine regelrechte Ausblasung des Förderweges vorzunehmen, erscheint angesichts der vorhandenen Ersttuffe fraglich. Der Ablauf scheint mehr ruhiger Natur gewesen zu sein, der erst später im Laufe der Haupteruptionen an Heftigkeit wesentlich zugenommen hat. Die Vorgänge waren mehr aszendenter Natur, welche die Röhre für die nachfolgenden Erscheinungen heftigeren Charakters präparierten.

Waren die Ersttuffe Anhaltspunkte für eine vorhandene frühvulkanische Phase, so sind die verschiedenen Bomben und Tuff-Fetzen gröberer Natur als Beweise für spätere, heftige Phasen anzusehen. Es ist wohl damit zu rechnen, daß der Vulkanismus nicht nach einer Vor- und einer darauffolgenden Hauptphase seine Tätigkeit eingestellt hat, da durch Form und Erhaltungszustand zeitlich deutlich verschiedene vulkanische Bomben und Reste nachgewiesen sind (Vorkommen von Tuff in Tuff). Leider ist es nicht möglich, aufgrund der verschiedenen Lapilli einzelne Phasen auszugliedern, da das Material ohne jede Spur von Ordnung in dem ungeschichteten, geordneten Tuff liegt.

Für den Vorgang der Eruptionen ist die Feststellung von Wichtigkeit, daß in den beiden, in verschiedener Tiefe angeschnittenen Stockwerken im Bruch Behrle und im Tuffschlot im Stollen IV unter den Sedimentäreinschlüssen jeweils diejenigen bis zu einem gewissen Grade vorherrschen, aus denen das Nebengestein besteht, also Hauptrogenstein und ? Opalinuston. Aus dieser Beobachtung könnte gefolgert werden, daß der frühvulkanischen Phase folgende Eruptionen ebenfalls keine ausgesprochenen Durchschießungen des Deckgebirges waren, daß vielmehr immer noch eine gewisse Tuffisierung des durchschlagenen Sedimentpaketes erfolgte, die allerdings schon Anklänge an eine kräftige Eruption zeigt, die aber noch nicht im Stande war, die Reihenfolge der Formationen völlig aus-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

zulöschen. Daraus wäre das Überwiegen der aszendenten Bewegungsrichtung über die deszendente zu folgern.

Für das Auftreten von Einschlüssen jüngeren Alters als Hauptrogenstein ist eine Erklärung schwer zu finden, da die Abtragung alle Schichten bis zum Hauptrogenstein weggeführt hat. Immerhin läßt sich aus der Tatsache, daß sich sowohl in den Tuffvorkommen von Herbolzheim als auch im Stollen IV Reste des abgetragenen Deckgebirges bis zum Oligozän befinden, schließen, daß auch deszendente Kräfte wirksam waren. Es ist durchaus vorstellbar, daß eine Explosion besonders heftig war und in den offen stehenden Kanal Stücke aus dem umgebenden Nebengestein der oberen Partien zurückfielen, wobei nicht nötig ist, daß das Material zuerst hoch in die Luft hinaus gewirbelt wurde. Um das Rückfallen von Gestein in den Schlot zu ermöglichen, genügte, daß in den obersten Deckschichten der Gesteinsverband überhaupt sehr klüftig war und durch die mehrfachen, gasreichen, explosiven Vorgänge besonders gelockert wurde. So ist es möglich, daß schon ohne direkte Einwirkung der Explosionen Teile des Nebengesteins durch die eigene Schwere in den Gang oder Schlot nachgesackt sind, die dann vom vulkanischen Material eingeschlossen wurden. Auf diese Weise könnte das Auftreten des reichlichen Tertiärmaterials und vor allem auch die große Scholle dreistreifigen Mergels im wilden Schuß erklärt werden. Es handelt sich hier um ein Rücksinken des Nebengesteins in den Förderkanal, das zuvor tektonisch und vulkanisch präpariert war.

Zusammenfassend kann der Ablauf der vulkanischen Erscheinungen für Herbolzheim vorläufig so gedeutet werden:

Zwei zeitlich verschiedene Phasen sind mit Sicherheit zu unterscheiden; eine schwächere f r ü h v u l k a n i s c h e, die unter relativ schwacher Eruptionstätigkeit wesentlich präexistenten Spalten folgte und zur Bildung der geschichteten Ersttuffe führte. Die explosiven Kräfte mögen an der Grenze Keuper/Muschelkalk in erhöhte Wirksamkeit getreten sein und die nach oben folgenden Teile der Spalte verändert und erweitert haben. Stärkere H a u p t p h a s e n folgten, die zuerst nicht so wirksam waren, daß die Schichtenabfolge der Sedimente völlig aufgelöst und verwischt wurde. Die aszendente Bewe-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

gungsrichtung war noch vorherrschend. Welche vulkanischen Bomben dieser Stufe zuzurechnen sind, ist nicht zu sagen. Anschließend ist der intrusive Charakter der Magmaförderung in einen mehr extrusiven übergegangen. Die Heftigkeit der Explosionen nahm zu, es kam zum Einsinken von Material aus dem höheren Nebengestein in den Förderkanal, zur Bildung kleiner Sinkschollen. Der Förderkanal wurde ausgeweitet, wohl besonders deutlich ab Grenze Keuper/Muschelkalk. Ein Einsinken der Nebengesteinsschollen wurde nach der starken Explosion durch das Rücksinken des vulkanischen Materials im verbreiterten Förderkanal begünstigt.

2. Zur Altersfrage der Tuffvorkommen.

a) Tuffgänge im Hauptrogensteinbruch Behrle.

Die von PFANNENSTIEL (1934) aufgestellte früheste Möglichkeit der letzten Eruption im ausgehenden oberen Unteroligozän bleibt weiterhin bestehen, da keine Sedimenteinschlüsse jüngeren Datums gefunden wurden. Eine nähere Altersbestimmung kann nur auf indirekte Weise durchgeführt werden. Aufgrund analoger petrographischer Beschaffenheit der Kaiserstuhlphonolithe und der Herbolzheimer Phonolithtuffe nahm PFANNENSTIEL (1934) das Mittelmiozän als Zeitraum für die Entstehung der Herbolzheimer Tuffe an.

Durch den Nachweis des Schlotbrecciencharakters der Herbolzheimer Vorkommen erhält diese Datierung eine wesentliche Stütze; denn sowohl die Phonolith- als auch Tephritförderung und die Bildung der einzelnen Schlotbreccien sind im Kaiserstuhl nach PFANNENSTIEL (1933) mittelmiozänen Alters. Ein Zusammenhang des Vulkanismus der Ettenheim-Herbolzheimer Vorberge mit dem Kaiserstuhl erscheint sehr wahrscheinlich, vor allem auch deshalb, weil durch die Riegeler Bohrungen der Stahlwerke phonolithisches Material angefahren wurde und in einem Falle Kohlensäureaustritte beobachtet werden konnten. So ist also eine Brücke vorhanden, die von den Schlotbreccien am Ostrand des Kaiserstuhles (Meisensitz bei Eichstetten, Nonnensohl bei Oberschaffhausen) über die Riegeler Zeugen vulkanischer Tätigkeit zu denen von Herbolzheim (Bruch

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Behrle und Stollen IV) führt. Überhaupt wird es sich bei kommenden Untersuchungen über den Vulkanismus im Oberrheintal als fruchtbar erweisen, die Förderschlote in den Vorbergen als periphere Erscheinungen eines großen „Oberrheinvulkans" mit dem Kaiserstuhl als Zentrum zu betrachten, der sich auch nach Westen über die Grenze hinaus in das Elsaß fortsetzt.

b) Tuffvorkommen im Bereich des Stollens IV

Die Tuffe zeigen als jüngste bisher festgestellte Einschlüsse Stücke des Küstenkonglomerates aus dem Sannoisien. Somit kann als untere Grenze für das Alter das Unteroligozän angenommen werden. Da bisher über den petrographischen Zustand der äußerst spärlichen Vulkanika dieser Lokalität keinerlei Aussagen gemacht werden konnten, kann auch auf indirektem Wege (etwa durch Vergleich mit entsprechenden Gesteinen des Kaiserstuhles) nicht auf das Alter geschlossen werden. Eine Gleichaltrigkeit mit dem Herbolzheimer Vulkanismus kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit angenommen, bis heute aber noch nicht bewiesen werden.

Vergleich mit den südafrikanischen Kimberlit-Pipes

Die beträchtlichen Ausmaße des Tuffkomplexes im Stollen IV regten gleich zu Anfang der Untersuchungen Vergleiche mit anderen Tuffen und explosiven Durchschlagsröhren an, vor allem mit den Vorkommen von Kimberley. Wenn sich auch im Laufe der Bearbeitung zeigte, daß nicht sicher ist, ob der Tuff des Stollens IV ein einheitlicher Komplex ist, so erwies sich der Vergleich mit den Pipes von Kimberley doch als fruchtbar. Einige analoge Züge der Kimberley-Schlote sollen kurz zur Darstellung gebracht werden.

Im Bereich der Kimberlit-Schlote Südafrikas drang das Magma auf präexistenten Spalten hoch, wobei es öfters vorkam, daß solche Stellen zur magmatischen Förderung benutzt wurden, an denen sich mehrere Spalten schneiden (Kimberley-Mine auf drei Spalten).

Eine weitere wichtige Beobachtung ist, daß die breiten trichterförmigen Pipes nach unten, in allerdings sehr verschiedener Tiefe, in enge Spalten übergehen. Die St. Augustine-Mine (WILLIAMS 1932) gibt einen sehr guten Einblick in die Bauverhältnisse eines Kimberlit-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Schlotes: „An der Oberfläche war die Mine eine runde Pipe, es trat aber rasch Verengung ein und auf der 800-Fuß-Sohle war von der ziemlich gut gerundeten Pipe nur noch eine enge Spalte übrig. Bei etwa 500 Fuß findet der Übergang statt."

In der Kimberley-Mine, die aus drei Pipes besteht, ist ein Ausdünnen der westlichsten Pipe in einer Tiefe von rund 610 m in einen zwischen 0,91 und 2,13 m breiten Gang zu beobachten. Die Hauptpipe geht noch tiefer hinab. Nach Angaben von WAGNER (1929) kann die Explosion, die den Hauptschlot geschaffen hat, erst in 731 m stattgefunden haben.

Neben den eigentlichen Pipes treten noch „fissure enlargement" auf, es handelt sich dabei um unregelmäßig geformte, an- und abschwellende Kimberlit-Gänge, die von WAGNER als Produkte größerer Tiefe, also tiefere Stufen der Fördergänge bezeichnet werden.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß mit den größeren Pipes immer Kimberlit-Gänge vergesellschaftet sind.

Für alle südafrikanischen Kimberlit-Vorkommen wird in der einschlägigen Literatur, hinsichtlich ihrer Form und Größe, eine starke Abhängigkeit von der Beschaffenheit des durchschlagenen Nebengesteins angeführt.

Die Lage des Nebengesteines ist vielfach unverändert, es werden aber auch Fälle berichtet, in denen das Nebengestein am Kontakt auf geringe Entfernung deutlich emporgehoben ist (WAGNER 1909). Diese Erscheinung ist besonders bei leichter deformierbaren Gesteinen, z.B. Schiefern zu beobachten.

Der kurze Vergleich zeigt, daß zwischen den neu beschriebenen badischen Vorkommen und denen aus Kimberley gewisse Analogien bestehen. So wäre es z. B. denkbar, daß in den heute bis auf den Hauptoolith abgetragenen Schichten der Schlot des Tuffvorkommens von Herbolzheim vorhanden war, also ein Stadium, das bei einzelnen Kimberlit-Schloten heute noch erhalten ist.

Schließlich seien auch die Größenverhältnisse noch angeführt. Die meisten Pipes variieren in ihrem Durchmesser zwischen 30 und 100 m. Vorkommen mit solchen Größenordnungen sind die Regel, die großen Schlote Ausnahmen. Aber selbst ihre Ausmaße sind nicht

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

so gewaltig, wenn man sie mit den Größenangaben des Tuffes aus dem Stollen IV vergleicht, die aus den Vermessungsergebnissen erschlossen wurden. Die folgende Aufstellung gibt darüber Auskunft:

	Ausmaße in m
Tuffvorkommen Ringsheim (Stollen IV)	220 × 160
Kimberley-Mine (Oberfläche)	275 × 145
De Beers-Mine	330 × 210
Dutoitspan-Mine	670 × 260
Bulfontein-Mine	350 × 340

Wenn über den Vulkansimus am Oberrhein weitere Ergebnisse vorliegen, läßt sich der Vergleich mit den Kimberlit-Vorkommen weiter ausdehnen. Es zeigt sich aber heute schon, daß ein Vergleich möglich ist und sich für die Mechanik der Vulkaneruptionen Feststellungen werden ableiten lassen.

Auch mit den württembergischen Vulkanvorkommen zeigen sich Parallelen. Es wird dafür auf die ausführliche Arbeit von CLOOS (1941) verwiesen.

Zusammenfassung

Die Tuffgänge West und Ost des Bruches Behrle in Herbolzheim wurden infolge derzeitig günstiger Aufschlußverhältnisse erneut bearbeitet. Das mittlerweile bekanntgewordene Vorkommen eines ausgedehnten Tuffschlotes im Bereich des Stollens IV der Grube Kahlenberg der Rohstoffbetriebe wurde in die Untersuchung einbezogen. Folgende Beobachtungen konnten gemacht werden. Die auf orientierten Klüften auftretenden Tuffgänge liefern Eruptiv- (tephritisches und phonolithisches Material), Sediment- und Grundgebirgseinschlüsse in einer fein zerblasenen Grundmasse aus denselben Komponenten. Das vulkanische Material konnte in Bestandteile aufgegliedert werden, die verschiedenen Förderperioden angehören, nämlich geschichtete Ersttuffe und spätere Eruptivprodukte (Lapilli mit sedimentärem Kern und unregelmäßige Bomben mit Tuffbrocken als Kern).

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Die Grundgebirgs- und Sedimenteinschlüsse umfassen mit Ausnahme des Rotliegenden das gesamte im Rheintal bekannte Deckgebirge bis zum Rauracien des unteren Malmes. Weiter nachgewiesen sind eozäne Huppererde, obereozäner Melanienkalk sowie Reste aus dem Sannoisien.

Die Feststellungen wurden zu einer Deutung ausgewertet. Zusammenhänge zwischen Tektonik und Vulkanismus sind vorhanden derart, daß präexistente Spalten (geschaffen durch die Bewegungen im Oligozän bis Miozän) dem Aufdringen der Schmelze den Weg bereiteten. Die Eruptionstätigkeit begann mit einer frühvulkanischen Phase, die bei aszendenter Bewegungsrichtung geschichtete Ersttuffe erzeugte. Ihr folgten spätere stärkere Phasen, die aber keine völlige Durchmischung des durchschlagenen Gesteinsmateriales erzeugten, wohl aber zu einer Erweiterung der Röhre führten. Dadurch, daß das umgebende Gestein tektonisch vorpräpariert war (Klüfte und Verwerfungen meist geringer Sprunghöhe), war jedoch auch das Einsinken von größeren und kleineren Schollen höher liegenden Sedimentmateriales in größere Schlottiefe möglich (Tertiär etc. als Sinkschollen).

Aufgrund des stofflich verschiedenen vulkanischen Materials sind die Herbolzheimer Vorkommen Schlotbreccien, für die in Analogie mit entsprechenden Bildungen am Kaiserstuhl mittelmiozänes Alter angenommen wird.

Literatur

CLOOS, H.: Bau und Tätigkeit von Tuffschloten. Geol. Rdsch. 32, 1941.

DEECKE, W.: Der Basalt von Mahlberg bei Orschweier. Jb. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 19, 1930.

GUENTHER, E.: Der geologische Aufbau der Freiburger Bucht. Bad. Geol. Abh., 7, 1935.

KIEFER, H.: Das Lahrer Tertiär und seine Bedeutung für die ehemalige Verbreitung des unteren Malms. Centralbl. f. Min. etc., 1931 B.

PFANNENSTIEL, M.: Die Geologie des Kaiserstuhls in „Der Kaiserstuhl", Freiburg 1933.

— Die vulkanischen Tuffe in der Umgebung des Kaiserstuhls. Mitt. Bad. Landesver. f. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. 3, 1934.

— Ein badischer „Steinheimer Klosterberg" N. Jb. f. Min. etc. B. B. 77 B, 1937.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

ROGERS, A. W.; HALL, A. L.; WAGNER, P. A. und HAUGHTON, S. H.: The Union of South Africa in: Handbuch d. reg. Geol. VII, 7a, Heidelberg 1929.

SAUER, K.: Neue Befunde zur Paläogeographie des unteren Malmes im Oberrheintal. Mitteilungsbl. Bad. Geol. Landesanst., 1947.

— Neue Beobachtungen am Malecker Basalttuff bei Emmendingen. Mitt. Bad. Landesver. f. Naturkunde u. Naturschutz, September 1949.

SCHNEIDERHOEHN, H.: Der Intrusivkörper unter der Uracher Alb. Jb. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 23, 1934.

SOELLNER, J.: Über den angeblichen Phonolith von Herbolzheim im Breisgau. Centralbl. f. Min. etc., 1939 A.

WAGER, R.: Über gangförmiges Auftreten von vulkanischem Material im Urach-Kirchheimer Vulkangebiet. Jh. Ver. vaterl. Naturkunde Wttbg., 87, 1931.

— Kugelförmige Absonderung in einem Tuffvorkommen der mittleren Schwäbischen Alb. Jb. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 22, 1933.

— Über die mehrmalige Förderung von Tuffen in den Vulkanen der mittleren Schwäbischen Alb. Jh. Ver. vaterl. Naturkunde Wttbg., 90, 1934.

WILLIAMS, A. F.: The Genesis of Diamond, London 1932.

WITTMANN, O.: Über neugefundene Aufschlüsse im Lahrer Tertiär und die Tektonik der Randhügelzone. Bad. Geol. Abh., 6, 1934.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Sauer Kurt F.J.

Artikel/Article: Über vulkanische Bildungen in den Vorbergen von Ettenheim-Herbolzheim 53-81