

Die Gegend zwischen Sabzwâr und Meschhed in Persien.

Von A. Houtum Schindler,

General im Dienste Sr. Maj. des Schah.

Die zu beschreibende Gegend enthält Theile der Nischâpûr- und Meschhed-Districte und bildet ein Dreieck, dessen Basis die Linie Sabzwâr-Mesehhed ($36^{\circ} 15'$ n. Breite) ist und dessen Spitze weiter nördlich unter $36^{\circ} 50'$ n. Breite liegt. Sie enthält vier grössere Gebirgszüge, Tâghun Kûh, Kûh i Batau, das Gebirge mit den Türkisminen und die Nischâpûr-Gebirge.

1. Der Tâghun Kûh bildet die Fortsetzung des die Sabzwâr- und Djowein-Districte trennenden Djaghatâi-Gebirges und hat wie alle Gebirge dieser Gegend, eine nordwestliche bis südöstliche Richtung (richtiger N. 60° W. bis S. 60° O.). Es fängt an bei dem Alsek-Gebirge nordöstlich von Sabzwâr und hört auf zwischen Sabzwâr und Nischâpûr, wo es an die Salzwüste grenzt. Der Tâghun Kûh besteht aus Schiefer und darauf hängenden Kalken, die hier und da von Porphyren durchbrochen sind. Geht man von Sabzwâr nach den Türkisminen, über Alsek und Sultânâbâd, so sieht man erst von Trachyten durchbrochene Glimmerschiefer, auf welchen horizontal geschichtete Conglomerate hängen, dann folgen bei dem Dorfe Alsek nach Nordosten fallende und N. 60° W. bis S. 60° O. streichende Kalke. Bei Alsek sind zwei zackige, durch Erosion gebildete Kalksteinspitzen, die auf Thonschiefern hängen. Die Kalke sind stark von Quarzadern durchzogen und fallen und streichen regelmässig. Die unterliegenden Schiefer sind stark gebogen und sind an einigen Stellen vertical. Bei einem zu Alsek gehörenden und ungefähr $\frac{1}{4}$ Meile davon gelegenen Garten bemerkte ich verschiedene, die Kalke durchziehende Grünstein-Porphyr-Durchbrüche. Zwei andere Spitzen, Kûh i Olar genannt, liegen südöstlich von hier und weiter östlich, wo die Gebirge dieselben Formationen zeigen, sind die Qualâh Djûg-(5160 F.), Tâghun-(5980 F.) und Djistî-(6570 F.) Spitzen. Ich hatte keine Gelegenheit, diese Spitzen näher zu beobachten, sie scheinen aber wie die von Alsek aus Kalken gebildet zu sein. Bei Sultânâbâd bilden Talkschiefer

das Hangende der Kalke; die Schiefer fallen nach Nordosten und streichen regelmässig. Bei Schârkâb auf der Hauptstrasse zwischen Sabzwâr und Nischâpûr kommen Mergel und Gyps auf Kalken vor.

2. Das Batau-Gebirge. Dieser Gebirgszug fängt dicht bei Sultânâbâd mit dem Bârâb-Gebirge an und hat eine Länge von ungefähr fünf Meilen. Das kleine Bârâb-Gebirge besteht aus Sandstein und Kalken, die mit den gleichen Schichten des Batau-Gebirges zusammenhängen. Der den Knoten des Batau-Gebirges bildende 6400 Fuss hohe Sattel besteht aus Schiefern und Trachyten. Die Axis des Hauptsattels ist in der Richtung N. 65° W. bis S. 65° O.; die Lagerung der Schichten ist sonst regelmässig und antiklinal, jedoch oft von Porphyr-Durchbrüchen gestört. Die Schiefer des Batau-Gebirges sind theils grünlich, theils röthlichgrau und tuffartig, theils sind es graue Griffelschiefer. Nach Norden zu sind die Abhänge des Gebirges nicht sehr steil und sind die Schiefer von Kalk- und Sandsteinen bedeckt. Auf der Südseite hat die Erosion stärker gewirkt, die Kalke und Sandsteine sämmtlich weggeschafft, die Schiefer blosgelegt und steile kahle Abhänge und schroffe Thalabstürze gebildet, sofern dieser Erscheinung nicht etwa eine tektonische Störung zu Grunde liegt. Auf der Südseite des Gebirges tritt eine wenig mächtige Kupferkies-Ader in dem Griffelschiefer hervor. Die Griffelschiefer, welche vielleicht mit denen des Schemirangebirges verwandt sind, welche Tietze (Jahrb. d. geol. R.-A. 1879, pag. 631) erwähnte, fallen hier 80° nach Süden und streichen N. 74° O. bis S. 74° W.

Auf der Nordseite des Gebirges und nicht weit vom Gipfel ist eine verlassene Bleigrube. Das Erz kommt hier in 2 bis 3 Zoll mächtigen Gängen in tuffigen Schiefern und Lagen von zersetzen Eruptivtuffen vor. Der in den Fels getriebene Stollen geht in der Richtung N. 40° W. bis S. 40° O., während die Richtung der Erzgänge N. 17° W. bis S. 17° O. ist. Ich bemerkte drei Erzgänge. Die Reihenfolge der Schichten bestand hier aus einem mannigfaltigen Wechsel der oben erwähnten schiefrigen und tuffigen Gesteine. Der Weg zwischen den Dörfern Schâhkâu und Batau durchschneidet das Gebirge rechtwinklig zur Axis. Von Schâhkâu an wurden folgende Schichten beobachtet: 1. Alluvium in horizontalen Schichten. 2. Ein hellfarbiger Sandstein; derselbe fällt nördlich und streicht N. 58° W. bis S. 58° O. 3. Ein grobkörniger, kleinconglomeratischer, an Quarzstücken reicher Sandstein mit Mühlsteinbrüchen, etwas östlich vom Wege. 4. Abermals jenes hellfarbige sandige Gestein; dasselbe fällt 20° nach Norden, streicht N. 58° W. bis S. 58° O. 5. Wiederum der schon genannte conglomeratische Sandstein mit 70° nördlichem Fallen und einem Streichen N. 66° W. bis S. 66° W. 6. Ein immer noch nicht feinkörniger, aber doch etwas minder grober bräunlicher Sandstein mit Partien von bläulichgrauem, stellenweise zerfressen ausselgenden Quarz. 7. Die oben genannten Schiefer, tuffigen Gesteine und Griffelschiefer, welche letztere den Kamm bilden und anhalten bis Batau. Sie sind hie und da stark von Quarzadern durchzogen, dann wieder stark gestört und gebogen.

Nicht weit von dem Dorfe Batau, die Griffelschiefer durchbrechend, befindet sich ein 50 Fuss mächtiger, N. 40° W. bis S. 40° O. streichender Durchbruch eines grauen, sehr feinkörnigen Trachyts. Im Bereich des früher genannten, etwas conglomeratischen, quarzreichen Sandsteines

bei Abbâsî, am nordwestlichen Ende des Batau-Gebirges, sieht man einige durch Erosion kesselartig ausgehöhlte Hügel. Der grösste Kessel ist 1600 Meter lang und 500 Meter breit, und hat 40 Meter hohe Wände mit Terrassen. Die Längsaxe des Kessels verlief in N. 70° — 72° W. bis S. 70° — 72° O. Der bräunliche Sandstein war auf beiden Wänden des Kessels in Eruptivtuff eingelagert, und gekrönt wurden die Sandsteinwände von einem harten quarzitischen Gestein.

3. Die Gebirge mit den Türkisgruben, vom Safidrûd im Osten bis Kûh i Germâb im Westen, der Bâr i Madân Bezirk des Nischâpûr-Districtes.

Die jüngsten Bildungen sind Löss und Alluvium mit den von den Bergen heruntergebrachten Steinen. Die sogenannten Châkî-Türkise werden im Alluvium am Fusse der Berge mit den Türkisgruben gefunden. Die Türkise enthaltende Alluvialschicht ist von 2 bis 20 Meter mächtig. Dicht an den Bergablängen ist sie dünn, weiter südlich bildet sie Hügel, die durch Erosion der Schicht entstanden sind. Gute Türkise werden nur in einer Tiefe von 1 bis 2 Meter gefunden, bis zu 6 Meter findet man schlechtere, grüne oder weisliche, dann gar keine mehr. Wahrscheinlich sind die Türkise mit der Zeit zersetzt worden, daher gute nur in den jüngeren Schichten. Die Châkî-Türkise haben alle eine äussere weisse Schale, reine Thonerde. Oft findet man Türkise, die ihre Farbe gänzlich verloren haben, nur aus weicher weisser Thonerde bestehen und mit leichtem Druck zu Pulver zerfallen. Ein Theil der Türkise tragenden Alluvialschicht liegt unmittelbar auf Gyps.

Die nächst ältere Bildung ist die des Gypses. Mergel und rothe Conglomerate mit Gyps und Salz, ebenso wie die Gyps- und Salzbildungen an anderen Orten Persiens. Unmittelbar unter dem Gyps und dem Salze von Qaragûtschî liegen Nummulitenkalke.

Dann folgen meist gelbliche Nummulitenkalke und Sandsteine mit Gryphaeen. Diese Kalke bilden eine höhere Hügelreihe im Osten der Türkisberge bis zum Safid Rûd und eine niedrigere im Westen bis hinter Pahna. Das Sîsar-Gebirge besteht aus Nummulitenkalken und ist 5913 Fuss hoch. Auf dem Nordabhang dieser Bergkette sind Gypsbildungen mit Aushöhlungen und einem kleinen See. Die Kalke und Sandsteine liegen concordant. Auf der Südseite des Sîsar-Gebirges steht eine 380 Fuss mächtige Conglomerat-Schicht an. Sie ist wohl zu vergleichen den Conglomeraten, welche Tietze (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1879, pag. 570) aus dem Talakhan im westlichen Alburs beschrieb. Sie fällt wie die Nummulitenkalke des Sîsar 30° nach Norden und bildet das Hangende derselben. Sie besteht aus meist kantigen Porphyristücken und einem festen kalkigen Cement. Dieselben Conglomerate kommen auch reichlich in den Türkisbergen vor. Auf diese Schichten folgen ältere (Jura?) Kalke, an welche die triadischen (?) Schiefer stossen. Dieselben Schiefer und andere Schichten sieht man auf den anderen Seiten des Gebirges.

Wo die Sandsteine und Kalke von den Eruptivgesteinen durchbrochen werden, scheinen sie verändert zu sein. So könnten gewisse rothe Sandsteinschichten durch Basalt verändert worden sein. Aus Eruptivgesteinen¹⁾ und deren Tuffen bestehen die Berge westlich von den

¹⁾ Anmerkung: Herr C. v. John erkannte nach den eingesendeten Stücken einen schönen Hornblende-Andesit. (Die Red.)

Türkisbergen bis zur Germâb-Spitze (6554 Fuss hoch), und nördlich bis Mâr Küh. Die Schichten dieser Berge streichen bei Ardelân N. 35° W. bis S. 35° O. und fallen südlich. Nördlich von den Türkisbergen fallen sie nördlich. Sie sind oft von Grünstein-Durchbrüchen¹⁾ gestört. Bei Ardelân ist ein Durchbruch eines grünen, vielleicht diabasischen Gesteines, auch nördlich vom Sîsar-Berge bricht dasselbe Gestein durch Nummulitenkalke. Hier und da hängen Schichten einer bunten, vielfach Elemente von grünen Eruptivgesteinen enthaltenden Breccie auf einem violett und grünlich gefärbten, anscheinend als Diabas anzusprechenden Gestein. Ein röthlichgrauer Trachyt bildet verschiedene Berge und bricht durch die Nummulitenkalke nördlich von der Sîsar-Spitze. Basalt²⁾ überlagert und durchbricht rothe Sandsteinschiefer und Nummulitenkalke.

Die Berge mit den Türkisgruben bestehen aus trachytischen Porphyren und deren Breccien, wie Tietze (Verhandl. geol. R.-A. 1884, pag. 93) andeutete, zum Theil aber auch aus diabasähnlichen Gesteinen und diesen entsprechenden Trümmerbreccien. Hier und da ist eine Schichtung zu bemerken, namentlich in gewissen roth gefärbten trachytischen Breccien mit Türkisen. Die höchste Spitze dieser Berge ist 6675 Fuss hoch. Auf der Nordseite des Türkis-Gebirges werden keine Türkise gefunden. Die Türkise befinden sich nur auf den südlichen Abhängen des Gebirges.

Nördlich von dem Türkisgebirge wechseltallern Kalke und Schiefer mit Hornblendecandesiten und trachytischen, bisweilen auch grünsteinartigen Tuffen mit Durchbrüchen jener bereits erwähnten grünen, vielleicht diabasischen Gesteine.

Die westlichste Grube ist die Kamerî-Grube, die jetzt voll Wasser ist. Sie hat mehrere Schächte, die jetzt alle verschüttet sind.

Dicht dabei ist das grüne Thal, Derreh i Sabz, mit den Ardelânî-, Andjîrî- und Sabz-Gruben. Die Ardelânî-Grube ist schon seit alten Zeiten bekannt, hat über zwölf Schächte und viele Galerien. Der tiefste Schacht hat eine verticale Tiefe von 85 Fuss. Die Sabz-Gruben haben grüne Türkise. Die Andjîrî-Gruben, die ihren Namen von einigen dort wachsenden Feigenbäumen (Andjîr) haben, sind erst in neuerer Zeit exploitirt worden. Andere mehr oder weniger unbedeutende Gruben dieses Thales sind die Ghâr (Grube) i Seid Muhammed, Ghâr i Seif Ullah Beg, Dahbaschî, Ramazân Alî, Kerbelâî Mîr Alî, Muhammed Rezâ Chân, Djehângîrî. Weiter östlich liegt das schwarze Thal, Derreh i Siyah, mit den Röisch- und Alî Mirzâ-Gruben. Die Reisch-Grube, früher die schwarze genannt, ist ziemlich weitläufig und hat viele Schächte, deren einige mit der Ardelânî-Grube in Verbindung stehen. Oberhalb der alten Reisch-Grube, die jetzt verlassen ist, liegt die neueroeffnete Sar i Reisch-Grube. Die Alî Mirzâ-Grube liegt östlich

¹⁾ Anmerkung: Ein eingesendetes Muster dieses Grünsteins stammt entschieden von einem klastischen Gestein ab. Es ist ein nicht sehr grobkörniges, meist aus diabasartigen Bestandtheilen zusammengesetztes Gebilde, in welchem Herrn C. v. John sehr schöne Feldspate mit Glaseinschlüssen auffielen. Man dürfte es hier nicht mit Durchbrüchen, sondern mit Wechsellsagerungen zu thun haben. (Die Red.)

²⁾ Anmerkung: Nach einem eingesendeten Stück von C. v. John bestimmt und mikroskopisch untersucht. (Die Red.)

von der Reîsch. Andere in diesem Thale gelegene und eigentlich zu den Alî Mirzâ und Reîsch gehörige Gruben sind: Bi Râh rô, Gulû, Muhammed Hassan, Aghâl Küftar, Tah i Meidân (die südlichste des Thales mit ungeheuren Massen alten Gerölles), Bâr i Nô, Babâ Welî, Hassan Chân Yezdî.

Dann folgt das Dar i Kûh-Thal mit den Dar i Kûh- und Kerbelâi Kerîmî-Gruben. In der Dar i Kûh-Grube wird seit alten Zeiten gearbeitet; ein Schacht derselben ist über 150 Fuss tief; ein anderer, der Dânekî-Schacht, ist des Gerölles wegen sehr gefährlich. Die Galerien dieser Grube sollen sich bis zur Zâkî-Grube ziehen. Andere Gruben dieses Thales sind die Maleh, Sehal Sahih, Tschiragh Kusch, Kalâschpûsch und Tschoschmâki; (dieser letztere Name röhrt davon her, dass das Muttergestein dort sehr hart, wie Feuerstein [Tchoschmâk] ist).

Nicht weit vom Dar i Kûh-Thale liegt das weisse Thal, Derrch i Safid, mit den alten Malekî-, Zâkî- und Mirzâ Ahmedî-Gruben. Diese Gruben sollen in alten Zeiten alle vereinigt gewesen sein. Der Eingang derselben soll sich unterhalb der Mirzâ Ahmedî-Grube befunden haben. Die Schächte der Zâkî- und Malekî-Gruben sind verschüttet; man arbeitet dort in kleinen engen, in Gerölle getriebenen Schächten und Stollen. In der Mirzâ Ahmedî-Grube ist eine Galerie, die goldene genannt, da dort Schwefelkies im Gestein eingesprengt vorkommt. Die östlichste Grube ist die Abdurrezzâg-Grube; sie ist auch die älteste, früher als die Abû ishag-Grube bekannte und weitläufigste Grube. Die Tiefe vom Eingange bis zum Boden des Hauptschachtes ist 160 Fuss vertical. Gegenüber dieser Grube und in denselben Thale sind die fast gänzlich verschütteten Surch-, Aghâlî- und Schahperdâr-Gruben.

Separat von diesen Gruben und südlich davon liegt die Churâdj-Grube mit fünf Schächten; diese Grube soll erst im letzten Jahrhundert eröffnet worden sein, was mir unwahrscheinlich vorkommt, da sie sehr gross ist; sie ist jetzt verlassen.

Seit Jahrtausenden ist in diesen Gruben gearbeitet worden, und da man nicht allein nach unten hin, sondern auch seitwärts und nach oben arbeitete und alles Gerölle und taube Gestein aus den Gruben schaffte, wurden riesige Höhlen gebildet; einige derselben sind 200 Fuss hoch und messen 100 Fuss im Durchmesser. In alten Zeiten wurde jedoch der Minenbau gut betrieben. Die Eingänge der Gruben waren hoch und breit, ebenso die Galerien und Stollen; überall wurden Säulen als Stützen gelassen und jede Grube hatte Ventilationsschächte. In neueren Zeiten sind alle Gruben in Verfall gerathen, die Bergleute schafften das Gerölle und taube Gestein nicht hinaus, Stützen wurden weggehauen, Galerien fielen zusammen und die alten Eingänge, die Stollen und Ventilationsschächte wurden verschüttet. Jetzt gelangt man in die Gruben nur mit grosser Gefahr, einige Galerien sind nur 2 Fuss hoch durch altes Gerölle getrieben, und oft kommen Bergleute um. Der jetzige Hauptschacht der Zâkî-Grube ist ein 60 Fuss tiefes, 250 Fuss im Umfange messendes Loch mit senkrechten Wänden. Der Boden dieses Schachtes scheint mir das frühere Dach der Grube gewesen zu sein, welches in Folge des Weghanens der Stützen endlich hinunterfiel und die ganze Grube verschüttete. In der Mitte des Schachtes

ist überall hartes Gestein. An einer Seite am Boden des Schachtes, also zwischen dem hinuntergefallenen Dache und dem festen Gestein, hat man neuerer Zeit einen engen Schacht abgeteuft, der, als ich noch dort war, in einer Tiefe von 40 Fuss auf eine grosse Seitengalerie stiess und 20 Fuss tiefer immer noch das Ende des alten Gerölles nicht erreicht hatte. Hieron kann man sich eine Vorstellung von der Grösse der alten Grube machen. In der Abdurrezzâg-Grube, 120 Fuss senkrecht vom jetzigen Eingange, liess ich 40 Fuss Gerölle heraus schaffen, war aber noch nicht bis zum Ende des alten Gerölles gekommen.

Die besten Türkise kommen jetzt noch wie in alten Zeiten aus der Abdurrezzâg-Grube, doch findet man dort auch schlechte, ebenso wie man in anderen Gruben gute und schlechte Türkise findet. Man würde gewiss bessere Türkise finden, wenn man tiefer arbeitete; um dieses jedoch thun zu können, müsste man erst die Gruben vom Schutt frei machen, und dies würde viel kosten und viel Zeit nehmen. Nur die Hauptgruben zu reinigen, würde sicher 150.000 Gulden kosten. Im festen Gestein sind die Türkise dunkler und härter, im lockeren Gestein sind sie heller und weicher. Die Abdurrezzâg-Grube hat grössttentheils festes Gestein, auch die Dar i Kûh- und Reîsch-Gruben. In der Kemerî-Grube ist das Gestein am lockersten. Die lockeren Gesteine hängen gewöhnlich auf dem festen, jedoch kommt es vor, wie bei den Andjîrî- und Sar i Reîsch-Gruben, dass das lockere Gestein das Licgende ist. In einigen Gruben wird Alaun durch Zersetzung des im Gestein enthaltenden Eisenkieses gebildet, namentlich in der Zâkî-Grube, die auch ihren Namen (Zâk = Alaun) davon erhalten hat.

Im selben Gesteine wie hier kommen Türkise im Gebirge nordöstlich von Nischâpûr vor; bei Zeberkûh im Tabbas-Districte, 29 Farsach von Nischâpûr sind auch Türkisminen, dort aber treten die Türkise im geschichteten Gesteinen (Schiefer?) auf.

Türkise werden gewonnen:

1. Aus Gruben; vom Muttergestein abgehauen oder abgesprengt; das Gestein wird in der Grube mit dem Hammer zerschlagen; Türkise und Gestein mit Türkisen werden zu Tage gebracht, taubes Gestein in der Grube gelassen.

2. Aus den Steinen, die frühere Arbeiter in der Grube gelassen haben; gewöhnlich sammeln Kinder diese Türkise.

3. Aus dem feineren Gerölle in den Gruben. Das Gerölle wird zum Dorfe gebracht und dort gewaschen und im Wasser gerieben, bis Türkise erkenntlich werden; auch diese Arbeit wird gewöhnlich von Kindern unternommen. Die auf die Arten 2 und 3 gewonnenen Türkise heissen Tschâl. Auf diese Weise entstehen grosse Hügel dicht bei dem Dorfe.

4. Aus dem groben Gerölle, welches am Eingange der Gruben oder auf den Bergabhängen unterhalb der Gruben liegt. Kinder brechen die Steine an Ort und Stelle.

5. Aus dem Alluvium; dies sind die Châkî-Türkise. Männer und Kinder, manchmal auch Frauen, arbeiten hier. Die Erde wird gesiebt und Steine und gesiebte Erde sorgfältig durchsucht.

Ein guter Bergarbeiter erhält täglich $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Kran (120 bis 200 Centimes); gewöhnliche Arbeiter erhalten 1 Kran (80 Centimes);

Kinder werden mit 24 bis 48 Centimes per Tag bezahlt. Seit langen Jahren arbeitet aber ein Jeder für seine eigene Rechnung und dann gewinnt ein Arbeiter in den Bergwerken gewöhnlich Türkise 4 Francs im Werthe pro Tag. Seine Kinder sammeln Tschâl oder arbeiten in den Châkî-Gruben. Die Weissbärte beschäftigen sich mit dem Ankauf der Türkise von den Arbeitern, dem Schleifen der Türkise und dem Verkaufe an Händler oder deren Agenten.

Das Schleifen der Türkise geschieht auf sehr primitive Weise, indem ein kleines Rad auf einem groben Gestelle mittelst einem bogenartigen Instrumente, dessen Sehne an die Axis des Rades gewunden ist, gedreht wird, wobei auf dessen Scheibe der Arbeiter den Stein mit der linken Hand hält, während er mit der rechten Hand dreht. Das Rad wird aus Smirgel und Harz angefertigt. Hat der Stein die richtige Form erhalten, so wird er durch Reiben auf einem feinkörnigen Sandsteine, der vom Sîsar-Gebirge herkommt, und später auf einem mit Thonerde bepulverten Leder polirt. Nur wenige Steine werden im Minendorfe geschliffen und polirt; die meisten werden nur halbgeschliffen und dann nach Meschhed gesandt, von wo aus sie über Russland in den Handel kommen.

Folgender Auszug aus der von Muhammed ibn Mansûr circa im Jahre 1300 in persischer Sprache geschriebenen Mineralogie dürfte nicht ohne Interesse sein:

„Der Türkis wird nach den verschiedenen Fundorten in verschiedene Arten getheilt und Kenner wissen sogleich, wenn sie einen Türkis sehen, aus welcher Grube er gekommen ist. Es gibt fünf Arten: Nischâpûrî; Ghaznewî (Afghanistân), Ilâgî (Transoxanien), Kermânî (vergl. Jahrbuch d. geol. R.-A. XXXI, 177) und Charezmî (Chiwa). Nur die Nischâpûrî sind werthvoll, die anderen Arten sind weich, unrein, und verlieren bald ihre Farbe. Die Nischâpûrî sind hart, schön und rein und verändern ihre Farbe nicht; es gibt deren 7 Gattungen: Abû Ishagî, die eine schöne, dunkle Farbe besitzen, glänzend und rein sind; A zherî, den Abû Ishagî ähnlich, aber nicht so gut; Soleimânî, die etwas milchfarbig sind; Zarbûmî mit goldenen (Eisenkies) Punkten, nicht so glänzend wie die ersten Gattungen; Châkî, himmelblau; Abdül Medjîdî, dunkelblau, aber nicht rein; Andelîbî, milchfarbig. Der Türkis ist bei klarem Wetter hell und glänzend, bei bewölkt Himmel trübe und matt. Einige Türkise sind weich, und mit Butter beschmiert wird ihre Farbe dunkler; aber die auf solche Weise entstandene Farbe vergeht bald. Juweliere nennen diese Qualität Sedjâ (andere Manuscrite haben hier Meschâ und Messîhâ). Ein Türkis mit zwei Farben heisst âbresch (scheckig; andere MSS. haben abras, leprös). Der harte Türkis wird mit Diamant gebohrt, der weichere mit Stahl. Von falschen Türkisen gibt es drei Arten: 1º Glassfluss; 2º einige harte, grüne aus Kupfer und anderen Mineralien zusammengesetzte Steine; 3º Madjûn i Tschînî, auch Boreizeh genannt (chinesische Paste). Es ist sehr leicht, echte Türkise von falschen zu unterscheiden. Man theilt Türkise auch nach dem Alter in alte und neue ein. Der Glanz und die Farbe der alten verändern sich nicht, die neuen verlieren bald ihre Farbe. Man sagt, dass man nie einen schönen, fehlerfreien Türkis, der mehr als 23 Gramm¹⁾ wog, gefunden hätte, obwohl grosse Türkise gar nicht

¹⁾ Ich habe durchwegs die persischen Gewichte und Werthe in französische verwandelt.

selten sind. Juweliere sprechen von einem İlâgî-Türkis, der mehr als 920 Gramm wog und dessen Preis fünfzig (tausend?) Dinar war (850 Francs, oder 850.000). In der Geschichte der Seldjungen steht geschrieben, dass man den König Alparslân, als er Fârs einnahm, aus dem Schlosse von Istaehr eine Türkisschüssel brachte, die 6 Kilogramm Moschus und Amber enthielt, und dass der Name Djamschids auf ihr gravirt war. Sultan Sandjar soll einen apfelgrossen Türkis gehabt haben. In der Schatzkammer des (Samaniden) Königs Noh ibn Mansûr war ein Türkis-Topf, der sechs, je $4\frac{1}{2}$ Liter fassende Flaschen Rosenwasser enthalten konnte. In der Umgegend von Nischapûr findet man einen, dem Türkis ähnlichen Stein, aus welchem man Schachfiguren u. s. w. verfertigt, aber seine Farbe vergeht bald. Türkisminen befinden sich bei İlâg, Ghaznî, Châarezm, im Gebirge zwischen Yezd und Kermân und im Gebirge zwischen Tûs und Nischapûr bei dem Dorfe Paschân (der alte Name des Dorfes Mâdén, wo die Türkisminen). Die besten Minen sind die bei Nischapûr; dort sind sieben Gruben, aus welchen die obengenannten sieben Gattungen der Nischâpûri-Türkise kommen. Die beste Grube ist die, welche von Isaak, dem Vater Israels, entdeckt wurde und daher auch die Isaaksgrube heisst; die schlechteste Grube ist die Andelîbî. Türkise werden auf dem Rade geschliffen, dann werden sie mit einem weichen Steine und Weidenholz polirt. Die beste Art der Türkise ist die Nischâpûri und die beste Gattung der Nischâpûri ist die Abû Ishâgî; dann nächst im Werthe ist der Azherî-Türkis, dann der Soleimânî, dann der Zarbûmî, dann die Châkî und Abdul Medjîdi und endlich der Andelîbî, welcher der schlechteste ist. Die beste Farbe ist die dunkelgrüne (sic!), die nächstbeste Farbe ist die (weissliche) milchige, dann folgt die himmelblaue. Die in Chorassan und Transoxanien beliebteste Form ist die peikânî (spitze), während die Araber und Syrier die mussateh (flachen) Türkise vorziehen. Die Chinesen lieben die Tarmaleh (?), Türkise, die von anderem Gestein durchzogen sind, und verwenden sie zum Schmücken ihrer Götzenbilder und Frauen.“

„Ein guter Türkis fühlt sich weich an, ist rein und glänzend. Ein Abû Ishagî oder Azherî von schöner, dunkler Farbe, fchlferfrei, 2·3 Gramm schwer, hat den Werth von 119—170 Francs; 4·6 Gramm schwer, ist er 340—510 Francs werth; 9·2 Gramm schwer, 850—1190 Francs. Die milchfarbigen Türkise, 4·6 Gramm schwer, kosten 14 Francs; mittlere Qualitäten kosten 3 Francs für einen Stein von 4·6 Gramm; schlechtere Qualitäten haben wenig Werth. Der Türkis ist ein durch Hitze verändertes Kupfererz.“

„Durch das Ansehen eines Türkises wird das Ange gestärkt. Sieht man einen Türkis früh am Morgen an, so wird man einen glücklichen Tag erleben. Zur Zeit des Neuen Mondes soll man einen Türkis anschauen. Der Türkis hilft einem Besitzer zum Siege über seine Feinde, schützt ihn vor Verwundung und macht ihm bei allen Menschen beliebt. Feuchtigkeit und Oel und starke Gerüche schwächen den Glanz des Steines; Hammelfett stärkt die Farbe, daher sind die Türkise in den Händen der Schlächter immer schön gefärbt.“

4. Die Nischâpûrgebirge. Im Frühlinge des Jahres 1883 machte ich eine kleine Reise nur das Nischâpûrgebirge herum und einen Abstecher nach Bâr.

Das Nischâpûrgebirge, auf den Karten gewöhnlich Kûh i Benâlûd genannt, besteht aus den Gebirgszügen Kûh i dauleh, Kûh i Heidarî, Qurûnch, Benâlûd, mit vielen Spitzen und Kuppen von einer absoluten Höhe von 9000—11000 Fuss.

Am Südrande des Gebirges ist die Gyps- und Salzformation stark vertreten und hängt sie unmittelbar mit dem Gypse von Qaragûtshî zusammen. Ueberall liegt sie auf Nummulitenkalken. Bei Abqû und Scherifâbâd sind Salzgruben. Bei Abqû hat der Salzstock eine Mächtigkeit von 30 Fuss und liegt unter 8 Fuss Mergel und Gyps. Die zu dieser Formation gehörenden Conglomerate bestehen meistens aus eckigen Stücken von Glimmer- und Thonschiefern, Sandsteinen und Quarz. Die Schieferstücke liegen flach, einige der grünlichgrauen, etwas mergeligen, weil mit Säuren schwach brausenden Thonschiefer, bei Ali Kûrî zeigen kleine, würfelförmige, dunkelbraune Krystalle, welche vermutlich umgewandelte Pyrite sind. Die Sandsteine sind im Nischâpûrgebirge stark vertreten und bilden einige höhere Gebirgszüge. Dieselben liegen unter den Nummulitenkalken, und unter den Sandsteinen, die meistens röthlich gefärbt sind, liegen ältere Kalke, die auf Schiefer hängen. Unter den Schiefern liegen Quarzite und Gneiss. Die Eruptivgesteine dieses Gebirgszuges sind Basalte und Trachyte. Basalte bilden die hohen Gipfel des Benâlûdgebirges und durchbrechen und bedecken an vielen Stellen die Kalke und Sandsteine. Ich werde jetzt die auf meiner Reise beobachteten Gesteine näher beschreiben.

A. Von den Türkisminen nach Meschhed über Nischâpûr, Gadamgâh und Scherifâbâd, dann nordwestlich bis Seidâbâd, westlich bis Kûh i gerâb und zurück südlich durch die Mârûsebene bis zu den Türkisminen.

Von den Türkisminen geht man erst über die schon oben beschriebenen Conglomerate, Sandsteine und Kalke des Sîsarzuges, dann durch das Qaragûtshîthal, in welchem sich die Salzgruben befinden. Dicht bei Qaragûtshî hängt der Gyps unmittelbar auf einer dünnen Schicht von Sandstein, die das Hangende der Nummulitenkalke bildet. Bei dem Uebergang über den Safîdrûd bestehen die Conglomerate aus Stücken von Basalt. Dicht dabei auf der linken Seite des Flusses befindet sich ein isolirter, aus demselben Gesteine bestehender Berg, der unmittelbar von der Gypsformation umgeben ist. Dann geht der Weg über zur Gypsformation gehörende Conglomerate, die jedoch bald aufhören. Von dort bis Gadamgâh, 15 engl. Meilen von Nischâpûr geht man durch die fruchtbare Nischâpûrebene. Bei Gadamgâh tritt man wieder in die tertiäre Gypsformation, die am ganzen Südrande des Nischâpûrgebirges kommt. In der Nähe von Alikûrî geht man über Sandstein, der unter Conglomeraten mit grünlichgrauen Schieferstücken liegt, welche an das Material der von Tietze sogenannten grünen Schichten erinnern. Etwas weiter kommen in den Conglomeraten viele kantige Stücke reinen Quarzes vor. Bei Ali Kûrî bilden Gyps und Mergel ziemlich hohe Hügel; Salz kommt hier nicht vor. Links vom Wege sind Kalke und Sandsteine und (nördlich) hinter diesen zieht sich eine Kette von basaltischen Gesteinen entlang. Bei Fachr Dâûd stehen horizontal geschichtete Thonschiefer an, die oft von Basalt durchbrochen und von Quarzadern durchzogen sind. Dann geht man über aus Thonschiefer und Basalt bestehende Conglomerate: Zwei Farsach von Fachr Dâûd bei Bozmischk

sind alte Kupfergruben, deren Schächte jetzt voll Wasser sind. Der am Fusse des Berges liegende Sand enthält dort Kupfer und Gold. Aus 180 Pfund Sand soll man durchschnittlich zwei Gramm Gold gewinnen. Dort sind Schiefer, die auf Quarzit hängen. Andere Kupfergruben befinden sich bei Qasemâbâd in der Nähe von Dizbâd i bâlâ im selben Gebirgszuge als die von Bozmischk. Bei Scherifâbâd sind viele zur Gypsformation gehörende Hügel. Die Mergel sind dort ziegelroth und heisst das Thal dort „das rothe“. Von Scherifâbâd nach Meschhed zu verlässt man, kurz nördlich von Scherifâbâd, die Gypsformation und geht über Schiefer und Quarzit, auf welchen Breccien und Conglomerate hängen. Die Thonschiefer sind oft sehr dünn geschichtet, an einer Stelle fand ich, dass auf einen Zoll dreissig Schichten gingen. Dann folgen Berge von Gneiss, auf welchen Conglomerate hängen, die aus grossen Glimmerstücken und Quarz bestehen. Der Gneiss zeigt oft Risse und Sprünge, die mit Quarz und Glimmerstücken gefüllt sind. Einige der Glimmerstücke waren $1\frac{1}{2}$ Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit und dick. Die Risse haben gewöhnlich die Richtung N. 5° O.—S. 5° W. Das Streichen der Gneissschichten ist etwas unregelmässig, im Allgemeinen aber N 38° W. bis S. 38° O. Bei dem Turuq Caravanserai hören die Berge auf und geht der Weg über Sand bis Meschhed. Einige der Gneissberge bilden zackige Spitzen. Zwei engl. Meilen in der Richtung S. 72° W. von Meschhed liegt eine solche Gneissspitze, Kûh i Sangî genannt. Die Gneissschichten streichen dort N. 15° W.—S. 15° O., während die Spaltflächen des Gesteines die Richtung N. 75° O.—S. 75° W. haben. In der Nähe dieses Berges wird Quarz für Glasmanufatur gewonnen. Der Quarz wird in grossen abgerundeten Stücken im Sande gefunden. Von dem Golde, das in diesem Berg vorkommen soll, habe ich nichts gefunden (cf. Mémoire sur la partie méridionale de l'Asie Centrale, Khanikoff, pag. 104).

Etwas westlich von Kûh i Sangî stehen auf Gneiss hängende Thon- und Glimmerschiefer an, die von Diorit¹⁾ durchbrochen und viel gestört sind. Ans dem Gesteine des Diorit-Durchbruches werden die Grabsteine von Meschhed gemeisselt. Das Gestein bricht leicht in zwei bis drei Fuss breiten vierseitigen Prismen. Der Durchbruch hat die Richtung O. bis W. In den Thonschiefern kommt hier unter Mergel mit Gyps krystallen etwas Kupfervitriol vor.

Die Gneiss-Schicht zieht sich bis Bildâr, gegenüber Kâzemâbâd, nach Nordwesten hin. Von Kâzemâbâd aus besuchte ich die alte Goldgrube bei Turkobeh. Bei Bildâr sind kahle Gneiss-Berge. Zwei Meilen weiter, dicht bei Turkobeh, hängen Thonschiefer auf dem Gneiss. Die Schiefer streichen hier S. 65° O. bis N. 65° W., fallen fast vertical nach Süden und führen viele Quarzadern, deren Richtung N. 52° W. bis S. 52° O. ist. Die Adern fallen 75° bis 80° nach Süden. In diesen Quarzadern ist Gold gefunden worden. Die alte Goldgrube liegt etwas höher; dort sind keine Schiefer. Der goldführende Gang kommt im Gneiss vor mit Saalbändern von eisenschüssigem Quarz. Der Gang hat

¹⁾ Anmerkung: Die Bestimmung dieses Gesteins wurde nach einer eingesendeten, allerdings stark zersetzen Probe von Herrn C. v. John nach einem Dünnenschliff vorgenommen.
(Die Red.)

die Richtung N. 30° W. bis S. 30° O. und fällt beinahe senkrecht. Die alte Grube ist ziemlich weitläufig. 25 Meter vom Eingange des fast horizontal getriebenen Hauptstollens ist ein 12 Meter tiefer Schacht; in diesem Schachte, der, als ich ihn sah, einen Meter Wasser hatte, wurde im Jahre 1879 etwas Gold gefunden; 25 Meter weiter, wo ein senkrechter Schacht hinaufsteigt, geht man 2 Meter hinunter, 56 Meter weiter steigt man etwas, 29 Meter weiter geht man wieder hinab und 6 Meter weiter (141 vom Eingange) erreicht man das Ende. Dieser Hauptstollen ist am Eingange 3 Fuss breit und 10 Fuss hoch; ungefähr 70 Meter vom Eingange ist er nur $1\frac{1}{2}$ Fuss breit und an einer anderen Stelle nur 2 Fuss hoch, sonst ist er überall 2 bis 3 Fuss breit und 9 bis 10 Fuss hoch. Die Horizontalstrecken dieser Grube gehen immer in der Richtung der Quarzader N. 30° W. bis S. 30° O. An den Seiten des Stollens bemerkte ich von Eisenoxyd braun gefärbte Krystalle schwefelsauren Kalkes, rothen Eisensand, und am Ende des Stollens Brauneisenstein. Oberhalb des Hauptstollens sind zwei halbverschüttete Eingänge anderer Stollen und oben auf dem Berggrücken ungefähr 120 Fuss höher als der Haupteingang der Grube ist ein senkrechter Schacht im Gneiss abgeteuft und ausgehöhlt worden. Dieser Schacht hat über 50 Fuss im Durchmesser. 400 Meter von der alten Grube in der Richtung N. 83° W. sind noch zwei verschüttete Schächte und in der Richtung S. 61° O. zwei andere gleichfalls verschüttet. Der Gneiss ist hier fast überall frei und unbedeckt, nur an einigen Orten sind kleine Partien von darauf hängenden Schiefern zu sehen. Die goldführenden Gänge der alten Grube sitzen nicht, wie Herr Hübel mir mittheilte (Jahrbuch d. geol. R.-A. Bd. XXXI, pag. 172) im Glimmerschiefer auf, sondern immer im Gneiss. Nur die in neueren Zeiten versuchsweise betriebenen goldführenden Gänge in der Nähe der alten Grube setzen in Schiefern auf. In den Bächen der umliegenden Thäler hat man vor einigen Jahren auch Schürfarbeiten unternommen; z. B. im Noghunder Flussbette, dicht bei der Asali-Quelle, wo zwei Quarzadern anstehen, hat man den Fels 10 Fuss tief gesprengt, nur um einen schön glänzenden Eisenkies, den man sich als Gold vorstellte, zu erbeuten. Einige Mauthier-Ladungen dieser Eisenkiese wurden nach Teherân gesandt; der mit den Arbeiten betraute Regierungsbeamte war sehr überrascht, als man ihm telegraphisch mittheilte, dass sein Gold Eisen wäre und dass er doch die Arbeiten einstellen möchte.

Nordwestlich von Bildâr steht Gneiss nicht mehr an, er wird dort von Schiefern und diese wieder von Kalken und Sandsteinen bedeckt. Einige Miles von Bildâr bei Schandîz sind Marmorbrüche in Kalksinter-Bildungen, welche denen von Daschkesen zwischen Tauris und Marâgha sehr ähnlich sind. Noch weiter nach Nordwesten bei Firizî kommt Steinkohle im Sandstein vor. Bis hinter Seidâbâd sind die Berge Sandsteine und jüngere Kalke. Dann bei Schefiâbâd stehen Schichten eines hellfarbigen harten, vermutlich trachytischen Tuffes an, die 20° nach N. fallen und N. 40° W. bis S. 40° O. streichen. Dann folgen wieder Kalke und bei Gulschanâbâd rothe Mergel, Conglomerate und Gyps. Von Chalalû an geht man über aus jenen hellen Tuffen und ähnlichen Gesteinen bestehende Schichten. Die Küh i Dauleh-, Heidarî, die Sumbek-, Gerâb- und Aschug-Spitzen bestehen auch aus diesem Gestein,

das jedoch verschieden gefärbt ist, grau, bläulich und röthlich. Dann folgen Conglomerate und Sandsteine, und von dort bis zum Gebirge mit den Türkis-Minen wechseltlagern Kalke und Schiefer, die oft von einem hellgrünen, quarzhaltigen anscheinend klastischen Gestein durchsetzt sind, während die Berge nach Westen zu aus mannigfaltigen Gesteinen der Trachytfamilie bestehen, unter welchen sich ein Hornblendeandesit befindet.

B. Abstecher nach Bâr, von Nischâpûr aus.

Bis Mihrâbâd geht es über Löss, Kies. Bei Mihrâbâd sah ich Nummulitenkalke, rothe Sandsteine, rothe Sandsteinschiefer und Basalte, sowie Gyps. Nach Beobachtungen nördlich von Bachschân scheinen dort die Basalte auf dem rothen Sandstein zu liegen und ihrerseits stellenweise von den rothen Sandsteinschiefern bedeckt zu werden.

Zwischen Bachschân und Abqû liegen grosse Conglomerat-Blöcke. Diese Blöcke sind nicht von den Bergen heruntergebracht worden, da sie dann gewiss in Stücke gefallen wären. Sie müssen hier das Hangende von lockeren, mit der Zeit weggewaschenen Mergelschichten gebildet haben. Die Berge nördlich von hier sind sehr steil. Nicht weit von Abqû grenzt die Gypsformation an rothe schiefreiche Sandsteine; wahrscheinlich geht zwischen diesen Bildungen eine Störung durch. Jene rothen Sandsteinschiefer und die sie überlagernden Kalke sind aber concordant und fallen hier nach Norden, während der Gyps sich im Süden der genannten Ablagerungen befindet. Bei Malachderreh sind Nummulitenkalke, die von einem röthlichgrauen Trachyt von kleinkörniger Beschaffenheit durchbrochen und bedeckt werden. Auf den Kalken hängt die Gypsformation mit dem Salzstocke von Abqû. Unter den Kalken liegen Schichten von jenen rothen Sandsteinschiefern, die eine ziemlich hohe Bergkette bilden und sich östlich bis Mihrâbâd hinziehen.

Von Malachderreh bis Bâr geht man den Bârfluss hinauf. Der Fluss bahnt sich seinen Weg durch die Berge rechtwinklig zur Axis (N. 65° W. bis S. 65° O.) derselben. Kurz hinter Malachderreh sind Nummulitenkalke, die auf Schiefer hängen. Etwas weiter hängen rothe Sandsteine auf Schiefer. Die Sandsteinschichten sind gestört und von einem basaltischen dunkelfarbigen Eruptivgestein durchbrochen. Bei Tâghum bilden Nummulitenkalke das Liegende der rothen Sandsteine. An andern Orten ruhen gelbe Sandsteine auf wellig geschichteten Nummulitenkalken. Die hohen Berge um Bâr herum bestehen aus Kalken, die auf Schiefer hängen. In den Schiefern sind verlassene Blei- und Kupfergruben. In den Kalken befinden sich die Quellen von den Bâr- und Safid-Rûd-Flüssen. Westlich von Bâr sind die Schieferschichten mitbedeckt; der Kâtsch-Pass führt über Schiefer. Dann stehen die Kalke wieder an; Sandsteine und Conglomerate hängen auf denselben. Diese Schichten sind oft gestört und knieförmig gebrochen, wie derartige Kniegungen beispielsweise bei Teng i bôlâ zu beobachten sind, wobei die Conglomerate den obersten, die Sandsteine den mittleren und die Kalke den tiefsten Platz in dieser Schichtenreihe annehmen. Hinter Mârûs fängt die Gypsformation wieder an.

Spalten und Vulcane.

Von Dr. Ferdinand Löwl.

Unsere Vulcantheorien greifen zu derselben Kritik, an der in früheren Jahren die Lehre von der Thalbildung einherhinkte. Solange man die Arbeitskraft des Wassers verkannte, waren die Thäler klaffende Spalten; seit das Schlagwort von der Passivität der Eruptivgesteine durch den allgemeinen Gebrauch die Weihe eines Glaubensatzes erhielt, können Laven und Dämpfe nur dort ausbrechen, wo ihnen Verwerfungen die Wege bahnten. Doch die Herstellung solcher Wege ist nicht die einzige Function der grossen Bruchspalten. Die Theorie muthet ihnen im Ganzen drei Leistungen zu. Sie sollen erstens Wasser zu den vulcanischen Herden hinableiten, zweitens im Augenblicke ihres Entstehens das unter dem Drucke der Erdrinde verfestigte Magma örtlich entlasten, verflüssigen und ausbruchfähig machen, drittens endlich dem gluthflüssigen Gesteinsbrei den Durchbruch durch die Erstarrungskruste unseres Planeten ermöglichen. Man scheut sich nicht einmal, in einem bestimmten Falle einer und derselben Spalte mehrere dieser Verrichtungen aufzubürden. So behauptet Verbeek, dass der Krakatão-Bruch, dessen Vorhandensein noch gar nicht sichergestellt ist, im Jahre 1880 durch eine von Erdbeben begleitete Störung wieder aufgerissen wurde, von 1880 bis 1883 das Seewasser in die Tiefe dringen liess und zum Schlusse für die gespannten Dämpfe und die emporgespressten Laven die Dienste eines Ventils versah.¹⁾

Die klastische Infiltration des Oberflächenwassers, die Annahme von Wassersäulen oder spaltenfüllenden Wassergängen, die in magmatische Teufen hinabsteigen²⁾, verträgt sich nicht mit dem heutigen Stande der Geophysik. Erstens dürfte die Temperatur in jener Tiefenstufe den kritischen Punkt des Wassers weit übersteigen, und zweitens

¹⁾ Johnston-Lavis bemerkt dazu: If this were so, it certainly seems a strange thing, that no less than three years should be necessary to heat the water before the explosion took place. Nature, XXXIII, 6. — In Verbeek's erstem Berichte war nur von einer Krakataospalte die Rede, in dem Hauptwerke aber werden bereits drei Bruchlinien vorausgesetzt, deren Schnittpunkt mit der Ausbruchstelle der Insel Krakatao zusammenfallen soll. Vergl. Nature, XXX, 10 und XXXII, 601.

²⁾ Reyer: Beitrag zur Physik der Eruptionen und der Eruptivgesteine. pag 37. u. folg.

ist die Voraussetzung tiefgreifender, klaffender Spalten unvereinbar mit einer der wichtigsten und auch gesichertesten Errungenschaften der Erdkunde, mit der Lehre von dem batholithischen Gebirgsdrucke und der latenten Plasticität der von ihm betroffenen Gesteine. Wer diese Theorie in dem Mechanismus der Gebirgsbildung gelten lässt — und das thun heutzutage wohl die meisten Geologen — der darf sich ihrer auch in der Erklärung anderer Phänomene nicht entschlagen.

Der Gesichtspunkt, den Gilbert bereits im Jahre 1875 in den Henry Mountains aus der Beobachtung bruchlos aufgetriebener lakkolithischer Schichtenkuppen gewann, wurde durch die grundlegenden Untersuchungen Heim's gegen jeden Einwurf gesichert.¹⁾ Heim gab dem Resultate, zu dem er auf verschiedenen Wegen gelangte, die allbekannte Fassung: „In einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche sind die Gesteine weit über ihre Festigkeit hinaus belastet. Dieser Druck pflanzt sich in allen Richtungen fort, so dass ein allgemeiner dem hydrostatischen Drucke entsprechender Gebirgsdruck allseitig auf die Gesteinstheilchen einwirkt. Dadurch sind dort die sprödesten Gesteine in einen latent plastischen Zustand versetzt. Tritt eine Gleichgewichtsstörung durch eine neue Kraft hinzu, so geht die mechanische Umformung in dieser Tiefe ohne Bruch, in zu geringen Tiefen bei den spröderen Materialien mit Bruch vor sich.“

Nach dieser wohl begründeten Theorie kann es in der Zone der latenten Plasticität gar keine klaffenden Risse geben. Alle Verwerfungen, welche die in der Erdkruste eintretenden Spannungsdifferenzen zu lösen haben, müssen in jener Tiefenstufe, wo jede Gleichgewichtsstörung durch eine bruchlose molekulare Umlagerung aufgehoben wird, in Flexuren übergehen.²⁾ Obzwar klaffende Risse sich auch in höheren Horizonten bald wieder schliessen oder durch Secrete vernarben, wird man doch nicht in Abrede stellen, dass sich das Wasser in ihnen seine Wege offen hält. Ein tieferes Eindringen aber — sei es auf klastischen, sei es auf capillaren Wegen — ist nach dem Gesagten schlechterdings undenkbar. Heim zieht nur eine unvermeidliche Consequenz aus seiner Theorie, wenn er behauptet: „Dass der Gebirgsdruck in solche Tiefen, wo Lavahitze herrscht, kein Wasser mehr eindringen lässt, dass schon in viel geringeren Tiefen alle Spalten und überhaupt alle Wasserwege geschlossen und verquetscht sein müssen, ist nach unseren Erörterungen selbstverständlich. Es ist undenkbar, dass Wasser in Tiefen über 5000 Meter unter das durchschnittliche Niveau der Oberfläche eindringe. Die vulkanischen Herde sind vom Meerwasser abgeschnitten.“³⁾

Auch die zweite Function der Spalten, die Entlastung des durch den Druck verfestigten Magmas, ist mit Heim's Theorie nicht in Einklang zu bringen. Wenn sich die Brüche in einer Tiefe von 2 bis 5 Kilometer unter dem Einflusse der latenten Plasticität im Kniefalten umsetzen, können sie den Druck, der das Magma gefesselt halten soll,

¹⁾ Gilbert: *Geology of the Henry Mountains*, pag. 75. Heim: *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung*. II. 1. Abschnitt. Vergl. auch *Zeitschrift der deutschen Geol. Ges.* 1880. 262.

²⁾ Heim hat solche Uebergänge sogar beobachtet — allerdings nur in kleinen Verhältnissen, a. a. O. 198.

³⁾ a. a. O. 110.

nicht vermindern. Da die Hypothese einer Entlastung des Erdinnern durch den Spaltenwurf in der heutigen Vulcanlehre eine sehr wichtige Rolle spielt, wollen wir ihr an der Hand Reyer's, der sie am klarsten entwickelte, näher treten.¹⁾ Reyer sagt: Das Magma besteht aus Stoffen, welche durch den Druck im Erstarren gefördert werden. Da nun die Wärmezunahme gegen das Erdinnere langsamer erfolgt als die Druckzunahme, dürfen wir annehmen, dass sich die Hauptmasse des Magmas in einer gewissen Tiefe verfestigt und dass auch die Liquida, mit denen der Gesteinsbrei durchtränkt ist, einen hohen Grad von Zähigkeit erreichen. Der Erdkörper ist also tatsächlich starr. Potentiell aber ist er in sehr geringer Tiefe schon magmatisch. Um das verfestigte, starre Magma in den flüssigen Zustand zurückzuführen und so ausbruchsfähig zu machen, ist nichts weiter nötig als eine Druckverminderung. Diese Druckverminderung kann nur durch die Brüche und Spalten der Erdrinde bewirkt werden. In dem Augenblicke, da eine Spannungsdifferenz in der Erstarrungskruste ausgeglichen wird durch einen Berstungsriss, der bis zum Magma hinabreicht, kann sich dieses in Folge der plötzlichen Entlastung wiederum ausdehnen und verflüssigen. Es hat das natürliche Bestreben gegen den Ort des geringsten Druckes in der Spalte emporzudringen und bietet so auch dem tiefer liegenden Magma Raum zum Aufdunsen, Verflüssigen und Nachrücken. — Die Entlastung und Auflockerung muss nun immer weiter um sich greifen und zum Schlusse ein förmliches Auslaufen des Erdkerns herbeiführen. So kann die kleinste tektonische Störung den Anstoß geben zu einer Weltkatastrophe.

Das wäre das Ziel, welches Reyer's Deduction erreichen müsste, wenn sie nicht unterwegs, bei dem oben eingeschalteten Gedankenstriche, entgleiste. Man stösst an dieser Stelle wider Erwarten auf den Satz: „Ob die Lava injicirt oder ejicirt wird, die Endfolge ist neuerliches Erstarren des Magmas in der Tiefe, denn die emporgedrungenen Massen drücken auf die tiefer liegenden erweichten Theile, und dieser Druck stellt jene Starrheit wieder her, welche vor dem Risse geherrscht hat; so setzt die Injection oder Eruption der anfänglichen Erweichung Grenzen und gestattet nicht, dass die Verflüssigung mehr als eine locale Bedeutung gewinne.“²⁾ An diesem beschwichtigenden Schlusse ist mancherlei auszusetzen. Erstens bietet eine Spalte, wenn sie an einer oder an mehreren Stellen durch den aufquellenden Gesteinsbrei verstopft ist, in ihrer Längenerstreckung noch zahllose andere Auswege, und zweitens müssen die Liquida des entlasteten Magmas sich so gewaltsam ausdehnen, dass sie die einmal aufgesprengten Vulcanschlote nicht nur offen halten, sondern auch erweitern können. Es ist daher nicht einzusehen, wie die Auflockerung und das Emporquellen des magmatischen Erdkerns zum Stillstande zu bringen wäre. Diese Schwierigkeit scheint sich auch Reyer aufgedrängt zu haben, denn er bemüht sich an einer andern Stelle seines Buches, sie durch eine längere Auseinandersetzung zu bannen.³⁾ „Jeder Ausbruch“, heisst es da, „würde durch Zeiträume fort dauern, von denen wir uns keine Vorstellung machen können, wenn dessen äussere und innere Bedingungen

¹⁾ Beitrag zur Physik der Eruptionen, pag. 119—125.

²⁾ a. a. O. 124.

³⁾ a. a. O. 105.

ungeändert blieben. Unter dieser Voraussetzung könnte erst Ruhe eintreten, wenn das Erdinnere so weit von Gasen befreit wäre, dass der herrschende Druck genügt, die Gasspannung in jedem Theile des Ganges zu hemmen.“ — Ein werthvolles Zugeständniss, das der früher angeführten Behauptung geradezu widerspricht.

Was für Bedingungen sind es nun, die sich ändern müssen, wenn ein Feuerberg zur Ruhe kommen soll? Reyer glaubt das Versiegen der vulcanischen Ergüsse aus der schlierigen Beschaffenheit der geförderten Laven erklären zu dürfen. Reichlich mit Wasser imprägnirte und basische Schmelzflüsse zeichnen sich bekanntlich durch eine grosse Beweglichkeit aus. Kommt nun nach solchen dünnflüssigen Laven eine wenig durchtränkte oder eine sauere Schliere zur Förderung, so kann es geschehen, dass der Schlot durch den zähen Teig verstopft wird und der Vulcan zeitweilig oder für immer erlischt. — Die Möglichkeit eines solchen Vorganges soll nicht geläugnet werden. Man vergegenwärtige sich nur den Trachytbuckel Monte della Croce in dem basaltischen Ringgebirge der Rocca Monfina oder die schöne, glockenförmige Trachyt-kuppe Puy de Sarcouï zwischen den Slackenkegeln Puy la Goutte und Petit Puy Sarcouï. In diesen und ähnlichen Fällen wurde die vulcanische Thätigkeit wirklich durch das Aufsteigen saurerer Schlieren unterdrückt. Doch die Erfahrung lehrt, dass das Ende einer Eruption in der Regel nicht durch die Verstopfung des Schlotes, sondern nur in Folge einer sichtlichen Erschöpfung der vulcanischen Kraft eintritt. Uebrigens wäre die Lehre von der Entlastung des Magmas durch Bruchspalten auch dann nicht zu retten, wenn sich in allen Fällen nachweisen liesse, dass die Vulcane durch die Förderung zäher Laven zum Schweigen gebracht werden. Setzt man mit Reyer und anderen Geologen voraus, das Erdinnere werde durch die Verwerfungen und Risse der Erstarrungs-kruste in den flüssigen und magmatischen Zustand zurückgeführt, dann muss man auch zugeben, dass nichts im Stande ist, der weiteren Auflockerung und dem fortgesetzten Ausströmen des Magmas Einhalt zu thun. Die erörterte Hypothese widerspricht also nicht nur der Lehre Heim's von der latenten Plasticität der tieferen Zonen der Erdrinde, sondern auch den Erscheinungen, welche die thätigen Vulcane dem Beobachter darbieten. Für ihre Vertreter bleibt der rasche Abschluss, den die meisten Ausbrüche finden, ein unlösbares Räthsel.

Auf dieselben Schwierigkeiten stösst jene eklektische Theorie, welche Reusch auf Grund älterer Anschauungen Herschel's, Hunt's, Mallet's und Anderer entwickelte.¹⁾ Die Felsarten der Erdkruste haben nach Reusch's Ansicht einen ähnlichen Kreislauf durchzumachen, wie das atmosphärische Wasser. Jede Schichtenreihe, die unter jüngeren Ablagerungen begraben wird, kann durch den gebirgbildenden Seiten-schub und unter dem Einflusse des Regionalmetamorphismus in eine magmatische Schliere umgewandelt werden, welche durch die während oder nach der Faltung entstandenen Risse zur Förderung gelangt. Es liegt auf der Hand, dass sich diese Auffassung mit Heim's Theorie und mit den Ergebnissen einer unbefangenen Beobachtung ebenso wenig in Einklang bringen lässt, wie die ihr nahe verwandte Hypothese

¹⁾ Ueber Vulcanismus, pag. 30.

Reyer's. Beiläufig sei noch bemerkt, dass auch Fisher's Versuch, die Entlastung des Magmas auf den Abstau der zusammengeschobenen und gefalteten Rindentheile zurückzuführen, an der Lehre von dem allgemeinen Gebirgsdrucke scheitert. In den tieferen Zonen der Erdkruste können weder senkrechte Spalten noch wagrechte Hohlräume aufgesprengt werden.¹⁾

Die dritte Aufgabe der grossen Brüche und Verwerfungen ist das Erschliessen von Auswegen für das „passive“ Magma. Soweit die einzelnen Vulcantheorien sonst auseinandergehen, in diesem Punkte treffen sie einträchtig zusammen. Die Gründe dieser auffallenden Uebereinstimmung liefern zwei Thatsachen, deren Erklärung dem Anscheine nach nur durch die Annahme einer Spalteninjection ermöglicht wird: Die geographische Verbreitung der Vulcane lehrt, dass die Ausbruchstellen an gebrochene, zerstückte, verworfene Schollen der Erdkruste gebunden sind und dass sie mit Vorliebe in Reihen auftreten, deren Verlauf an das Streichen von Bruchlinien erinnert. — Nachdem Buch's Hebungstheorie durch die exacten Forschungen Scrope's, Prevost's, Jungbühn's und Anderer gefällt und die ältere Auffassung Dolomieu's und Spallanzani's wieder in ihre Rechte eingesetzt worden war, mussten die beiden Erfahrungssätze, die sich aus der räumlichen Vertheilung der Vulcane ergeben, der Reaction gegen die Annahme einer gebirg- oder auch nur bergbildenden Wirksamkeit der Eruptionen kräftig Vorschub leisten. Es konnte gar nicht ausbleiben, dass die Sieger in diesem ungleichen Kampfe durch ihren Eifer in das entgegengesetzte Extrem getrieben wurden. Wenn die ausströmenden Dämpfe und Laven keinerlei Störungen in den durchbrochenen Schichtenreihen hervorrufen, wenn die Mündungen der vulcanischen Schlote überdies in Reihen geordnet und an Bruchregionen gebunden sind, dann empfiehlt sich allerdings Prevost's Annahme, dass das eruptive Magma „nur die vorhandenen Lösungen der Continuität der Erdrinde benützt, um hervorzutreten und sich auszubreiten.“ Dieser Satz hat etwas so Verlockendes, dass ihm selbst Heim rückhaltlos zustimmt, und zwar in demselben Werke, in welchem er der Voraussetzung tiefgreifender Spalten jeden Anspruch auf weitere Duldung entzieht.²⁾

Prüfen wir nun die einzelnen Erscheinungen, in denen sich das passive Verhalten des Magmas äussern soll. Dass die Vulcane vorzugsweise auf solchen Schollen der Erdrinde sitzen, welche von Bruchlinien durchzogen sind, wird heutzutage wohl Niemand mehr in Abrede stellen. An' den niedergebrochenen Rändern pelagischer Becken, auf der abgesunkenen Innenseite mancher Faltengebirge und auch in zerstückten und verworfenen Tafellandschaften herrscht zwischen dem Gebirgsbaue und den Eruptionen ein gesetzmässiges Verhältniss, mit dem sich jede Vulcantheorie abfinden muss. Doch über dieses Zugeständniß darf man ohne zwingende Gründe nicht hinausgehen. Ist eine Bruchregion der Schauplatz vulcanischer Ausbrüche, so folgt daraus noch nicht, dass diese Ausbrüche an die einzelnen Bruchlinien gebunden sind. Die

¹⁾ Fisher: On the Elevation of Mountain Chains, with a Speculation on the Cause of Volcanic Action. Geol. Mag. V. 493.

²⁾ a. a. O. 124, 125.

effusiven Basaltdecken Nordböhmens lasten auf dem abgesunkenen Südflügel des Erzgebirges. Zieht man aus dieser unbestreitbaren Thatsache, wie ich selbst vor einigen Jahren that, ohne weiteres den Schluss, dass die eruptiven Massen aus den Spalten der verworfenen Scholle emporquollen, so zeigt man eben nur, dass man unter der Herrschaft eines Vornurtheiles steht. Um das Verhältniss zwischen Spalten und Eruptionen zu ergründen, muss man zunächst die räumlichen Beziehungen derselben mit der grössten Genauigkeit feststellen. Das lässt sich aber nur in Regionen durchführen, deren Gebirgsbau nicht etwa in sporadischen Entblössungen sondern auf weite Strecken hin vollkommen aufgeschlossen ist. Als ein solches Gebiet stellt sich das Coloradoplateau dar, und hier wurde denn auch in der That ein durchschlagender Erfolg erzielt. Wie ich bei einer früheren Gelegenheit erwähnte¹⁾, konnte Dutton nachweisen, dass die Schlotte der Kratberge, welche über das Uinkaret-Plateau ausgestreut sind, die zusammenhängende Schichtentafel selbst durchbrechen und den grossen Spalten derselben fernbleiben.²⁾ An einer Stelle der linken Thalwand des Grand Cañon, gegenüber der Mündung des Torowcap-Grabens, ist ein Profil aufgeschlossen, welches wohl auf der ganzen Erde nicht seines Gleichen findet. Hier thront 1000 Meter über dem Flusse, hart am Rande der „Esplanade“ — jener breiten Seitenterrasse, welche in die Wände des Grossen Cañon eingescchnitten ist — ein basaltischer Schlauckenkegel, dessen lavaerfüllter Schlot an dem Absturze der wagrechtliegenden Plateauschichten bis zum Colorado River hinab zu verfolgen ist.³⁾ Da der Basaltgang nicht mit einem Bruche zusammenfällt, sondern die ungestörten Sedimente auf vielfach gebrochenem Wege durchschneidet, muss die Lava an dieser Stelle ebenso wie im Uinkaret-Plateau gewaltsam emporgedrungen sein. Suess behauptet ohne Rücksicht auf die Angaben seines und unseres Gewährsmannes, dass „die Basalte in engen, im Cañon oft auf grosse Höhen blossgelegten Spalten aufgestiegen sind und, ohne an den Wänden zu erkalten, hoch oben ihre Aschenkegel aufgeschrüttet und ihre Laven ergossen haben.“⁴⁾ Man ersieht aus diesem Zugeständnisse an die Theorie, dass in dem Kampfe gegen ein tief eingewurzeltes Vorurtheil mitunter auch die glaubwürdigsten Beobachtungen unterliegen. Es muss daher, je sorgsamer man dem Zeugnisse Dutton's aus dem Wege geht, mit desto grösserem Nachdrucke immer und immer wieder hervorgehoben werden, dass die im Coloradoplateau gesammelten Erfahrungen die Unabhängigkeit der Vulcane von den Spalten erweisen.

Das „reihenförmige“ Auftreten der Eruptionskegel und der älteren Massenergüsse ist dem von Dutton gefundenen Beweismaterial nicht gleichwertig. Es kann die Spalteninjection im günstigsten Falle nur wahrscheinlich machen. Dieser günstige Fall ist an zwei Voraussetzungen gebunden, um die man sich bisher wenig kümmerte. Wenn das Magma durch Spalten emporstiege, dann müssten seine Anhäufungen

¹⁾ Die Granitkerne des Kaiserwaldes.

²⁾ Dutton: Tertiary History of the Grand Cañon District. 105.

³⁾ Dutton a. a. O. 95, 96.

⁴⁾ Suess: Das Antlitz der Erde. I. 740.

auf der Erdoberfläche erstens dicht geschaart sein und zweitens in ihrem Streichen den Zug der Bruchlinien getreu widerspiegeln. Einige Massenergüsse, z. B. die langen Trachytzüge auf der Innenseite der Karpathien, scheinen diesen Anforderungen zu entsprechen. Gewissheit ist nicht zu erreichen, da die Lage der Ausbruchstellen durch die eruptiven Massen selbst verdeckt wird. Man muss demnach die Topographie der Kraterberge zu Rathe ziehen. Auf diesem Gebiete aber kann Jeder selbständige Untersuchungen anstellen. Wer irgend eine unserer „Vulcanreihen“ auf einer Karte, und wäre es auch nur auf einer Uebersichtskarte, prüft, dem werden sofort die grossen Abstände zwischen den einzelnen Eruptionskegeln auffallen. Ist er ein Anhänger der Spaltentheorie, so wird er sich zu der Annahme bequemen müssen, dass ein meilenweit fortstreichender Bruch von dem gluthflüssigen Gesteinsbrei nicht wie bei den Massenergüssen in seiner gesamten Längenerstreckung, sondern nur an einigen, weit von einander entfernten Stellen als „Ausweg“ benutzt wurde.

Eine noch grössere Verlegenheit erwächst der Theorie aus dem gebrochenen, zickzackartigen Verlaufe der „Vulcanreihen“ und aus ihrem Anschwellen zu breiten Zonen und Gürteln. Man hilft sich hier in der Regel mit der Interpolation einer beliebigen Anzahl peripherischer und transversaler Brüche. Jeder abseits stehende Krater erhält seine eigene Spalte. Doch wer je den Versuch anstellte, für irgend eine Vulcanregion, etwa für die Ausbruchstellen Javas oder für die Vulcanreihe von Mexico, ein Spaltennetz zu construiren, der dürfte sehr bald den Eindruck gewonnen haben, dass er sich mit einem Geduldsspiele beschäftige. Eine Hypothese, die, um ihr Dasein weiter zu fristen, zu solchen Mitteln greift, gibt sich selbst auf. Die Vulcanspalten sind gerade so imaginär, wie jene Thalspalten, die sich nicht aus dem Gebirgsbaue, sondern nur aus den Oberflächenformen erschliessen lassen.

Damit soll das Vorhandensein wahrer Lavagänge, wahrer Dykes, keineswegs geleugnet werden. Es wäre ja auch nicht einzusehen, warum das Magma, wenn es während des Durchbruches durch die Erdkruste in den höheren Schichtenreihen auf Brüche stösst, diesen Brüchen nicht folgen und in ihnen nicht gangförmig erstarrten sollte. Ob dabei klaffende Risse oder nur Flächen gelockerten Zusammenhaltes, gleich den Schichtfugen, in's Spiel kommen, bleibt ohne Belang. In beiden Fällen muss die Kraft, welche die Laven emportreibt, im Vereine mit den ausspratzenden Gasen die Hauptarbeit leisten.

Die Spaltentheorie hat den Sachverhalt umgestülpt. Sie lässt das Magma durch die Risse der Erstarrungskruste so rubig wie etwa das Quecksilber in dem Glasrohre eines Barometers emporsteigen. Dass diese Ansicht nicht allein der Lehre von dem batholithischen Gebirgsdrucke, sondern auch orologischen und geographischen Erfahrungen widerspricht, wurde bereits dargethan; wir haben also nur noch die Frage aufzuwerfen, ob sie in den Erscheinungen, welche einen vulcanischen Ausbruch zu begleiten pflegen, eine Stütze findet.

Oeffnet sich irgenwo ein neuer Schlund oder nimmt ein alter Vulcan nach längerer Ruhe seine Thätigkeit wieder auf, so wird die Eruption durch heftige Erdstöße angekündigt, deren Schüttergebiet im Gegensatze zu dem Bereiche der grossen tektonischen Beben eng umgrenzt

ist. Die drohende Sprache dieser Vorboten wurde bisher immer verstanden — auch von Jenen, die sich am Schreibtische in die Lehre von der Passivität der Eruptionen eingesponnen haben. Aus den Berichten und aus den lebhaften Schilderungen aller Augenzeugen geht deutlich hervor, dass die Wucht der Sinneseindrücke auch das hartnäckigste Vorurtheil überwindet und jeden Zweifel an dem gewaltsamen Empordringen, an dem Durchbrüche des Magmas unterdrückt. Eine Ueberrumpelung des Urtheils durch die Schrecken erregenden Aeusserungen der vulcanischen Kraft wäre durch eine nachträgliche sorgsame Prüfung der beobachteten Vorgänge und der bleibenden Wirkungen leicht unschädlich zu machen. Doch gerade eine solche Prüfung pflegt die Richtigkeit des ersten Eindruckes zu bestätigen. Wenn man in den Auswürfen einiger Eifelvulcane nicht allein Bruchstücke des anstehenden Grundgebirges, sondern auch einzelne Brocken eines batholithischen Granits antrifft; wenn der graue, trachytische Tuff, welcher die Grundlage des Mte. Somma bildet, förmlich gespickt ist mit silicatreichen Trümmern und Blöcken von Apenninkalk, so spricht das jedenfalls entschieden für die Annahme, dass die Laven nicht ruhig in vorhandenen Spalten emporsteigen, sondern sich ihre eigenen Wege aussprengen. Besonders lehrreich ist das zweite Beispiel. Die Kalkblöcke des Vesuv, welche durch das glühende und mit Lösungen getränktes Magma zum Theil in Marmor umgewandelt und mit den schönsten Silicaten imprägnirt wurden, sind auf die ältesten Auswürfe des Vulcans beschränkt. Sie kommen nur in dem Trachyttufe an der Basis des Mte. Somma vor. Wir dürfen daraus schliessen, dass der Schlot, den die ersten Eruptionen in dem Kalkgebirge gewaltsam aufsprenghen, seither nie völlig verstopft und verschlossen war. Nur die heftigsten, nach langen Ruhepausen eingetretenen Ausbrüche, z. B. der vom Jahre 79, förderten unter basaltischen Schlacken und Aschen auch zahlreiche kleine Kalkfragmente zu Tage. Offenbar musste in solchen Fällen der durch den Gebirgsdruck verquetschte Eruptionskanal neuerdings geöffnet oder doch erweitert werden. In den jüngsten Auswürfen des Vesuv sind Kalkbrocken grosse Seltenheiten.¹⁾

Wo die Erosion den inneren Bau der Vulcane oder gar deren Untergrund aufgeschlossen hat, mehren sich die Beweise für die Aktivität des Magmas. Die Erscheinungen, welche hier in Betracht kommen, sind allgemein bekannt. Wer sie in seinen Speculationen ausser Acht lässt, der will eben nicht sehen, der glaubt ein Hirngespinnst dadurch retten zu können, dass er beide Augen zudrückt. Unregelmässig verzweigte Apophysen, Gänge, welche die Schichtenreihen nicht als blattförmige Gesteinskörper, sondern auf gebrochenen Wegen durchschneiden oder wohl gar streckenweise als Lagergänge den Schichtfugen nachgehen²⁾; intrusive Stiele und Stöcke von elliptischem oder auch kreisrundem Querschnitte, deren Aufsteigen im Sinne der Theorie keine

¹⁾ G. vom Rath, Der Vesuv, 23. — Auswürfe losgerissener Fragmente des Untergrundes lassen sich in den meisten Vulcanregionen nachweisen. Ein ungewöhnliches Mass scheinen sie nach dem Berichte Barons am Itasysee im centralen Madagascar zu erreichen. Nature, XXXIII, 415 u. folg.

²⁾ Vergl. Dutton a. a. O. 96, Fig. 2; Gilbert a. a. O. 28—30, Fig. 19—23.

gewöhnlichen Spalten, sondern förmliche Schächte erfordert hätte — alle diese Formen der durchgreifenden Lagerung widersprechen der Annahme einer klastischen Injection des Magmas so entschieden, dass man schwer begreift, wie sich diese naturwidrige Hypothese so lange zu halten vermochte. Den Gnadenstoss gab ihr wohl die Entdeckung jener gesellig auftretenden Trachykerne des Coloradoplateaus, welche den Verband der ungestörten Schichtenreihen durch radiale Intrusion sprengten und die hangende Gesteinsbänke zu Kuppeln und Gewölben auftrieben.¹⁾

Halten wir nun Umschau unter den Thatsachen, denen jede Vulcantheorie Rechnung tragen muss.

1. Die geographische Verbreitung der Vulcane gibt uns nur zwei Regeln an die Hand, welche an zahlreichen Ausnahmen leiden und erst durch eine tiefere, geologische Begründung Werth erhalten: Die Vulcane suchen die Nähe des Meeres und treten vorzugsweise in langen Streifen und Gürteln auf.

2. Aus dem Gebirgsbane der Vulcanregionen lässt sich der Erfahrungssatz ableiten, dass die Eruptionen an solche Schollen der Erdkruste gebunden sind, die entweder selbst eine Verwerfung erleiden oder an Senkungsfelder grenzen. Als Typus der ersten Art kann die Grabenverwerfung des Rothen Meeres, der mediterrane Einbruch oder die Innenseite der Karpathen gelten, während der Scheitel des Erzgebirges mit seinen zahlreichen Basaltkuppen, das im Streichen der Sierras jäh abgebrochene Hochland von Anahuac, insbesondere aber die Anden Südamerikas der zweiten Art angehören. Wie diese drei Beispiele lehren, kann ein Horst gleichzeitig mit der an ihm verworfenen Scholle vom Magma durchbrochen werden. Man vergleiche die Galapagos-Inseln mit den Vulcanen von Ecuador, die Kraterberge am Fusse des mexicanischen Hochlandes mit denen, die dem Hochlande selbst aufgesetzt sind, die Basaltdenken des Egerthales mit den gleichaltrigen Ergüssen auf der Höhe des Erzgebirges.

3. Die Formen der durchgreifenden Lagerung und der intrusiven Einschaltung lassen auf gewaltsame Durchbrüche schliessen. Mit der Annahme einer Spalteninjection vertragen sich nur die regelmässigen, blattförmigen Lavagänge.

4. Die vulcanischen Erscheinungen und die Beschaffenheit der zu Tage geförderten Stoffe weisen auf eine mehr oder minder reichliche Durchtränkung des Magmas mit Wasser — genauer: mit gesättigten Lösungen — hin. Der Grad der Durchtränkung bedingt im Vereine mit dem chemischen Bestande nicht nur die Art des Ausbruches — Eruption oder Zerstäubung — sondern auch die Beweglichkeit und die Erstarrungsformen der Lava. Ausser Wasserdampf werden noch andere Gase und Dämpfe entbunden, welche nur aus dem Erdinnern stammen können und diesem offenbar seit der Ballung unseres Planeten angehörten.

¹⁾ Einen zusammenfassenden Bericht über die Arbeiten Gilbert's, Holmes', Peale's und Anderer findet man in meiner Abhandlung über die Granitkerne des Kaiserwaldes. Dort wurden auch die theoretischen Schlüsse, die man aus dem eigenartigen Baue der Lakkolithe zu ziehen hat, nach Gebühr gewürdigt.

5. Die Erdbeben, welche den Eruptionen vorauszugehen pflegen, und die ausgeworfenen Trümmer des Grundgebirges widersprechen der Voraussetzung, dass der gluthflüssige und mit Wasser durchtränkte Ge steinsbrei im Schlothe ruhig emporquelle.

6. Die Geophysik entwindet den Vulcantheorien die Annahme tief greifender Spalten und auch die Annahme unterirdischer, durch den gebirg bildenden Seitenschub aufgesprengter Hohlräume. Eine klastische oder capillare Wasserzufuhr, eine Entlastung und Verflüssigung batholithischer Schlieren, ein Anzapfen des Magmas durch klaffende Risse ist daher ausgeschlossen.

Ueber den Zustand des Erdinnern lässt uns die Geophysik heute noch im Unklaren. Glücklicher Weise fordern die vulcanischen Erscheinungen nur ein Zugeständniss, zu dem sich jede Hypothese herbeilassen kann, ohne mit sich selbst in Widerspruch zu gerathen. Ob man die Resultate, welche H. Darwin aus den indischen und englischen Pegel beobachtungen gewann, für durchaus gesichert hält und der Erde eine grössere Starrheit zuschreibt als einer Stahlkugel von derselben Grösse, ob man sich den Erdkern im Sinne der älteren Auffassung gluthflüssig oder in Ueberinstimmung mit Ritter und Zöppritz als einen bis zur Starrheit comprimirten Gaskörper vorstellt, der gegen die ober flächliche Erstarrungskruste hin, der Temperaturabnahme entsprechend, schlierenweise in den flüssigen Zustand übergeht — der Vulcanismus widerspricht keiner dieser Ansichten. Er setzt nichts weiter voraus, als eine magmatische Kugelschale zwischen dem Erdkerne und der Erdrinde oder zum Mindesten einzelne magmatische Schlieren. Welche Mächtigkeit diese Zone erreicht und in welcher Tiefe sie beginnt, entzieht sich der Rechnung und Schätzung.

Unter den oben zusammengestellten Thatsachen scheinen sich zwei — die Häufung der Vulcane in der Nähe des Meeres und die Ab sperrung der Wasserzufuhr durch den Gebirgsdruck — gegenseitig aus zuschliessen. Doch der Widerspruch, der zwischen ihnen herrscht, lässt sich ohne Zwang lösen, wenn man die aus der räumlichen Vertheilung der Vulcane gewonnene empirische Regel nicht auf das Meer als solches, sondern auf jene tektonischen Störungen bezieht, welche an der Grenze zwischen den Festländern und den pelagischen Becken so häufig zu beobachten sind. Für die Richtigkeit dieser Auffassung bürgt erstens die vulcanische Immunität flacher, ungestörter Continentalränder und zweitens die grosse Entfernung zahlreicher Vulcangruppen von der Meeresküste. Unter den Feuerbergen der Neuen Welt treten die von Centralamerika am nächsten an die Strandlinie heran, und doch ist ihr mittlerer Abstand vom Stillen Ocean noch immer grösser als die Entfernung des Milleschauer von Dresden oder Prag. Der Lassen's Peak in der Sierra Nevada, der Popocatepetl und seine Nachbarn, der Tolima, Antisana, Sangay, die Vulcane von Bolivia und Atacama sind von der Küste ebenso weit und zum Theile noch weiter entfernt als die Kraterberge der Eifel von der Nordsee oder die der Auvergne vom Golfe du Lion. Der Abstand zwischen den vor Kurzem erloschenen Vulcenen des Colorado-Plateaus und dem Stillen Ocean ist um 60 Kilometer grösser als der zwischen dem Egerländer Kammerbühl und der Nordsee.

Vulcane	Entfernung vom Meere in Kilometern
Gunung Semeru (Java)	25
Fusi-no-jama	28
Vulcanreihe von Guatemala	50
Gunung Korintji (Sumatra)	55
Demawend	60
Gunung Lawu (Java)	64
Gunung Tudjn (Sumatra)	70
Irazu	70
Vultur	75
Ararat vom Goktscha-See	90
Ararat vom Wan-See	100
Vulcane von Arequipa	100
Pic von Orizaba	105
Aconcagua	140
Ilinissa	150
Chimborazo	150
M. Shasta	150
Sahama	160
Tolima	190
M. Hood	190
Cotopaxi	200
Antisana	210
Lassen's Peak	210
Llullalco im O. der Salina de Punta Negra	220
Popocatepetl	240
Kraterberge der Auvergne	260
Vulcane im O. der Salina de Atacama	270
Kraterberge um den Laacher See	280
Krater des Uukaret-Plateaus in Arizona	520

Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass in dieser Zusammenstellung neben den thätigen Vulcane nur solche erloschene angeführt wurden, deren Ausbrüche unter denselben Verhältnissen stattfanden, die noch gegenwärtig an Ort und Stelle herrschen. Die meerentlegenen Schlackenkegel des Colorado-Plateaus sind nach Dutton nur wenige Jahrzehnte alt. Seit ihrer Aufschüttung kann die Strandlinie keine erhebliche Verschiebung erlitten haben. Da nun trotz der ungehöheren Entfernung vom Ocean und von den Binnenseen des Great Basin eine Zerstäubung der Laven stattfand, müssen wir im Sinne Angelot's annehmen, dass der hierzu erforderliche Wasserdampf dem Erdinnern selbst entstammte.

Tschermak hält die Menge von Gasen und Dämpfen, welche durch die fortschreitende Erstarrung des Magmas frei werden, für hinreichend, um 20.000 Vulcanchlöte in ununterbrochener Thätigkeit zu erhalten.¹⁾ Wem die Rechnung, die zu diesem Ergebnisse führt, kein Vertrauen einflösst, der kann mit Prestwich einen guten Theil des entweichenden Wasserdampfes auf das im Bereiche der Vulcane angesammelte Grundwasser zurückführen.²⁾ Das Versiegen der Brunnen,

¹⁾ Tschermak: Ueber den Vulcanismus als kosmische Erscheinung. Sitz.-Ber. der Wiener Akademie. Bd. 75, 1. Abth., pag. 174 n. folg.

²⁾ Prestwich: On the Agency of Water in Volcanic Eruptions, with some Observations on the Thickness of the Earth Crust, and on the Primary Cause of Volcanic Action. Nature, XXXI, 592.

welches den Eruptionen voranzugehen pflegt, beweist jedenfalls, dass die Vulcane durch das empordringende Magma gleichsam ausgesogen werden, dass das Grundwasser aus den entfernten Theilen capillar gegen den Schlot vordringt, um hier nach und nach zu verdampfen und zu verpuffen. Prestwich geht jedoch viel zu weit, wenn er das Grundwasser als die ausschliessliche Quelle des entweichenden Dampfes ansieht. Die Lösungen, mit denen der magmatische Schmelzfluss getränkt ist, können nur aus der Tiefe stammen. Eine Vermengung des kalten Grundwassers mit der glühenden Lava ist undenkbar, weil sich das erstere absondern und in Dampf verwandeln muss.

Wir stehen nun vor der Erage, ob die Ausscheidung der Gase aus dem erstarrenden Erdkerne oder aus einzelnen erstarrenden Flüssigkeitsschlieren als die letzte Ursache der vulcanischen Erscheinungen gelten darf, ob die Eruptionen wirklich nichts Anderes sind als Spratzvorgänge. Wer diese Frage bejaht, sieht sich zur Annahme eines tief greifenden Spaltenwurfes gezwungen.¹⁾ Dass die ausgeschiedenen Gase eine gentigende Tension besitzen, um die Erdkruste gewaltsam zu durchbrechen, behauptet heutzutage wohl Niemand mehr. Für unseren Planeten „sind die Zeiten des Spratzens für immer vorbei“.²⁾ Das Ausstossen von Dämpfen und Gasen ist ein secundärer Vorgang, der sich erst in den höheren Theilen der Vulcanschlote abspielt und bei zahlreichen Eruptionen ganz vermisst wird. Der Erguss mancher Lavafelder, z. B. der ausgedehnten Basaltdecken im Gebiete des Snake River, ging ohne Dampfentwicklung vor sich.³⁾

Die Beschränkung der Vulcane auf Bruchregionen, sowie die reihen- oder streifenförmige Anordnung der eruptiven Bildungen sprechen dafür, dass man die Kraft, welche einzelne magmatische Schlieren ausquetscht und durch die Erdrinde emportreibt, in dem örtlich gesteigerten Drucke der Erstarrungskruste zu suchen hat. Wodurch die Druckunterschiede, die jedenfalls sehr gross sind, hervorgerufen werden, ist ein Problem der Geophysik, das noch der Lösung harrt.

¹⁾ Vergl. Tschermak a. a. O. 159 u. 162.

²⁾ Reyer a. a. O. 59.

³⁾ Arch. Geikie, Geolog. Sketches. 278.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [036](#)

Autor(en)/Author(s): Houtum-Schindler Albert

Artikel/Article: [Die Gegend zwischen Sabzwar und Meschhed in Persien.](#)
[303-326](#)