**XIV. Ein Vorlesungsversuch aus dem Gebiete der
physikalischen Geographie (Bildung der Schlamm-
vulkane und der Mondringgebirge);
von H. Ebert.**

Im Folgenden möchte ich mir erlauben, einen Vorlesungsversuch zu beschreiben, welcher die Ueberfluthungserscheinungen einer gegen eine feste, flache Einschliessung brandenden, mit festen suspendirten Theilchen beladenen Flüssigkeit oder eines im Erstarren begriffenen geschmolzenen Materiales erläutert.

Wenn eine Flüssigkeit über ihre Umgebung übertritt, so lässt sie bei nicht zu raschem Zurückgehen in ihr suspendirte Theilchen auf der Inundationsfläche liegen, oder wenn sie sich im Schmelzflusse befindet, bleibt ein Theil von ihr im erstarrten Zustand zurück. Wird der Flüssigkeitsspiegel dadurch wieder gehoben, dass an einer Stelle von neuem Flüssigkeit zuströmt, so entsteht eine nach der Peripherie vordringende Welle; diese brandet an den liegen gebliebenen festen Partikeln oder den erstarrten Massen empor, bei weiterem Zufluss übersteigt die Flüssigkeit die Einschliessung und setzt von neuem Material ab. So entsteht allmählich längs der Brandungslinie ein Wall, der an der inneren, dem Stoss und der Brandung der Flüssigkeit ausgesetzten Seite eine steilere Böschung, an der äusseren eine sanftere, der Zähigkeit und Cohäsion der abgelagerten Massen entsprechende Böschung aufweist. Ist insbesondere das Material der festen Begrenzung der Flüssigkeit in dieser mehr oder weniger löslich, oder reicht im Falle eines Magmas die in demselben aufgespeicherte Wärmemenge hin, die Umrandung zum Theil abzuschmelzen, so wird sich die Begrenzung allmählich erweitern. Da alle in die Flüssigkeit convex einspringenden Partien der festen Umrandung längs einer im Verhältniss ihrer Horizontalausdehnung langen Linie der zerstörenden Einwirkung der Flüssigkeit ausgesetzt sind, so werden diese vorspringenden Theile verhältnissmässig schneller

abgenutzt, und die Begrenzungslinie nähert sich allmählich immer mehr der Gestalt eines Kreises, dessen Mittelpunkt in die Stelle fällt, in der der Zufluss der Flüssigkeit stattfindet, gleiche Festigkeitsverhältnisse nach allen Richtungen vorausgesetzt. Diese Erscheinung hat sowohl in geophysikalischer wie in astrophysikalischer Hinsicht ein gewisses Interesse. Kreisförmige, umwallte flache Becken, deren Entstehung auf den angedeuteten Vorgang hinweist, treten uns bei den Schlammvulkanen entgegen, in ausgedehntestem Maasse beobachten wir sie ferner auf dem Monde, bei dem sie gewissermaassen den Grundtypus der ganzen Oroplastik ausmachen, endlich dürfte für manche noch räthselhafte Erscheinungen des irdischen Vulkanismus der erwähnte Vorgang bei näherem Studium den Schlüssel bieten.

In den Gebieten der Schlammvulkane trifft man neben ausgesprochenen Kegeln, an deren Gipfel sich nur ein kleines, untergeordnetes Wasserbecken befindet, grössere flache, mit Wasser gefüllte Becken von kreisförmiger Gestalt, welche rings von einem niedrigen Schlammwall begrenzt werden. Ich fand gelegentlich einer Studienreise in die vulkanischen Districte Siciliens im Frühjahr 1888 unter den Maccalubi bei Girgenti solche Becken von 2 bis 3 m Durchmesser und nur wenigen Decimetern Wallhöhe.¹⁾ Hier heben grössere Massen von Kohlenwasserstoffblasen, welche sich intermittirend durch den vermuthlich engen Zugang zur Tiefe empordrängen, die Flüssigkeit bis an den Rand des Beckens empor, die dann nach erfolgter Gaseruption wieder zurücksinkt. Gerade die Entstehung dieser weiten Kraterbecken sollen die im Folgenden beschriebenen Versuche erläutern.

Aehnlichen Bildungen, wie den oben genannten, begegnen wir auf dem Monde. Bezüglich der wahren Verhältnisse in den Dimensionen der Mondringgebirge sind vielfach nicht ganz zutreffende Vorstellungen und Bezeichnungen verbreitet. Wohl mag es den Anschein erwecken, wenn wir aus der Vogelperspective auf ein mit Schatten gänzlich erfülltes solches Gebirge blicken, als müsse sich dessen Inneres in

1) Bezüglich der Litteratur über diese in mehrfacher Hinsicht berühmten Schlammvulkane vgl. S. Günther, Geophysik. 1. p. 336 ff. 1884.

ungeheure Tiefen erstrecken. Indessen sind alle darauf bezüglichen Benennungen, wie „tiefe Höhlen“, „ungeheure Schlünde“, „halbkugelförmige Vertiefungen“, die man häufig antrifft, übertrieben; tragen wir dem wahren Verhältniss der horizontalen zu den verticalen Dimensionen Rechnung, so finden wir, dass diese Gebilde eher sehr flachen Tellern zu vergleichen sind, die bei grosser Weite verhältnissmässig nur sehr wenig vertieft sind. Wir können sie also ihrer äusseren Form nach der erwähnten Classe von Schlammvulkanen an die Seite setzen.

Um die geschilderten Formen nachzuahmen und das Zustandekommen ihrer besonderen Eigenthümlichkeiten im Experimente genauer zu studiren, habe ich mich der leicht schmelzbaren Wood'schen Metalllegirung bedient (12,5 Proc. Cadmium, 12,5 Proc. Zinn, 25,0 Proc. Blei, 50,0 Proc. Wismuth. Schmelzpunkt 68°). Es kam darauf an, geschmolzene Theile der Legirung über bereits erstarrte in regelmässigen Intervallen möglichst gleichförmig emporzudrängen und nach eingetretener Ueberfluthung ebenso wieder zurückfliessen zu lassen.¹⁾

Von dem benutzten Apparate gibt die nachstehende Figur eine schematische Seitenansicht. Auf den Metallcylinder *D* von 4 cm Durchmesser und 8 cm Höhe ist die an den Rändern umgebogene quadratische²⁾ Platte *P* von 15 cm Seitenlänge gelöthet. An einer centralen Oeffnung von 1 cm Durchmesser ist unten an diese Platte eine Röhre *O* gesetzt, welche ziemlich am Boden der gleichfalls mit *P* verlötheten cylindrischen Kammer *Q* von 3 cm Durchmesser und 6 cm Höhe endet. An diese Kammer ist seitlich das Rohr *R* angesetzt, welches erst horizontal verläuft, dann vertical nach oben gebogen ist und in einer gewissen Höhe oberhalb der Platte *P* endet. Dasselbe ist von dem weiteren Rohre *E* umschlossen, welches in den Cylinder *D* mündet.

1) Ueber die im Folgenden beschriebenen Versuche erschien eine vorläufige kurze Notiz in den Astron. Nachr. 122. p. 263. Juni 1889.

2) Statt der viereckigen Platte *P* habe ich auch runde verwendet und mit diesen die gleichen Resultate erzielt. Ich bin zu den viereckigen Platten übergegangen, um die Versuche von dem Einwande frei zu halten, als ob die kreisförmige Umgrenzung des Metallbeckens auf die Gestaltung der ringförmigen Gebilde einen Einfluss haben könnte.

In diesen mündet ferner rechts durch *E* das Zuleitungsrohr *H*, links das Ableitungsrohr *B*, und unten der Hahn *F*.

Fig. 1.

Bei den Versuchen wird das geschmolzene Metall, nachdem seine Temperatur unter die Siedetemperatur des Wassers gesunken ist (damit die Weichlöthungen des Apparates nicht angegriffen werden), auf die Platte *P* gegossen. Von hier läuft es zum Theil durch *O* in die Kammer *Q* hinab, füllt diese etwa bis *C* und dringt von hier in das Rohr *R* vor. Oberhalb *C* bleibt also ein mit Luft gefüllter Raum *S* übrig. Damit das Magma unterhalb der Platte und namentlich in dem Rohre *R* nicht vorzeitig erstarrt, wird durch das Rohr *H* fortwährend Dampf in *D* eingeleitet; dieser umspült das Rohr *R* und die Kammer *Q* und entweicht durch *B*; bei *F* lässt man von Zeit zu Zeit das gebildete Condensationswasser ab.

Durch diese Dämpfe wird zugleich die centrale Partie von *P* fortwährend warm erhalten. An den Rändern und

besonders den Ecken erstarrt das Metall sehr bald und es bleibt nur in der Mitte eine Lache flüssiger Substanz übrig.

Nun verdichtet man und verdünnt abwechselnd die Luft in dem Rohre *R* durch eine Luftpumpe, die abwechselnd als Druck- und als Saugpumpe wirkt. Beim Comprimiren treibt man zunächst das Metall aus der Röhre *R* in die Kammer *Q*. Die eintretende Luft dringt in Blasen nach oben und vergrößert den Luftraum *S*. Bei weiterem Zupumpen von Luft wird das Metall mehr und mehr aus *Q* gedrängt und dringt durch den Schlot *O* nach oben: Der Flüssigkeitsspiegel der Lache hebt sich, es tritt eine Ueberfluthung des Magmas über die bereits erstarrten Theile ein. Beim Zurückziehen des Luftpumpenstempels tritt das Umgekehrte ein: der Spiegel sinkt, und es ist nicht schwer, den der Ebbe entsprechenden Spiegel durch Hinaufsaugen des Metalles in den verticalen Theil des Rohres *R* eben so tief unter das mittlere Niveau sinken zu lassen, als sich derselbe bei der Fluth über demselben befindet. Die punktirte Linie an der unteren Oeffnung von *O* zeigt an, bis wie weit der Spiegel der Metallmasse in *Q* sinken kann, ohne dass Luftblasen durch *O* nach oben treten. Der entsprechende Stand des Luftpumpenstempels wurde durch eine Marke bezeichnet, wodurch es vollkommen vermieden werden konnte, dass Luftblasen in dem auf *P* oscilirenden Magma erschienen. Die Magmamasse des Tellers *P* kann also bei der Fluth um die ganze unter *P* oberhalb der gestrichelten Linie befindliche Metallmasse vermehrt werden. Bei dem Empordrücken des geschmolzenen Metalles wirkt die bei *S* abgeschlossene Luft wie ein Kissen und gleicht etwaige Stöße des Kolbens noch vollends aus.

Unter dem fortgesetzten Spiele dieser aufeinanderfolgenden Hub- und Senkwirkungen gestalten sich die obenerwähnten Gebilde ganz von selbst und zwar ohne Mitwirkung von Luftblasen.¹⁾ Man vermindert allmählich den Zufluss des

1) Bei den, Astron. Nachr. 122. p. 263. 1889, beschriebenen Versuchen hatten Luft- und Wasserdampfblasen, welche die Magmaoberfläche in wallende Bewegung versetzten, einen gewissen Antheil an der Entstehung der den hier erhaltenen Gebilden vollkommen ähnlichen; die vorliegenden Versuche zeigen, dass die Blasen und die Wellenbewegung

erwärmenden Dampfes, das Metall wird immer zäher, erstarrt mehr und mehr, und die an den Schlammvulkanen und den Mondringgebirgen zu beobachtende Gestalt bleibt zurück.

Die äussere Umgrenzung ist in allen Fällen kreisförmig, wie auch die Gestalt der ursprünglich vorhandenen Flüssigkeitslache war.¹⁾ Das Innere liegt im allgemeinen tiefer als das Niveau der Umgebung, was für die Mondringgebirge charakteristisch ist. Nur in den ziemlich seltenen Fällen, wo die Communication der noch flüssigen Theile mit den unterhalb der Platte *P* gelegenen Theilen infolge eintretender Erstarrung in der Phase abgeschnitten wird, in der das Magma emporgedrückt ist, bleibt das Becken gefüllt, unter Umständen bis zum Rande; der Grund dafür, dass dies ziemlich selten eintritt, liegt darin, dass mit dem Empordringen der Massen zugleich neue Wärmemengen aus der Tiefe heraufgeführt werden; nur dann, wenn schon alles noch flüssige Material so weit abgekühlt ist, dass es gerade zu erstarren im Begriffe ist, kann die zugeführte Wärmemenge unzureichend sein, und der erwähnte Fall tritt ein. Auf dem Monde ist er auch durch Beispiele vertreten (das Ringgebirge Wargentin). Der Wall hat rings um das Becken dieselbe mittlere Höhe; dies schliesst indessen nicht aus, dass er auf seiner ganzen Länge mit kleineren, untergeordneten Kuppen besetzt ist und dass sein zusammenhängender Verlauf vielfach durch kleinere Durchlässe und Scharten unterbrochen ist. Die letzteren entsprechen den Stellen, durch die zuletzt noch Magma nach aussen floss. Die an der äusseren Abdachung abfliessenden und erstarrenden kleinen Magmaströme geben oft Veranlassung zur Bildung von Reihen kleiner Erhebungen, welche radial von dem Ringgebirge aus verlaufen; gerade diese radiären Hügelketten sind für viele Mondringgebirge sehr charakteristisch (Aristarch, Eudoxus, Aristoteles). Die äussere Böschung ist immer sehr flach, die in-

des Magmas nicht einmal nöthig sind, sondern ein vollkommen ruhiges Auf- und Absteigen des Magmas zum Zustandekommen der Erscheinung schon genügt.

1) Dass hiervon nicht etwa der kreisförmige Querschnitt des Cylinders *D* die Ursache ist, geht daraus hervor, dass die Contur des Ringgebirges in den meisten Fällen gar nicht mit der von *D* zusammenfiel.

nere viel steiler. Die erhaltenen Gebilde zeigten im Durchschnitt 5° äussere und 34° innere Böschung. Diese Grössen sind natürlich von der Natur des Materials abhängig; bei dem feinen lettigen Schlamm der Maccalubi schienen die Böschungen etwas steiler zu sein, für die Mondringgebirge gibt Jul. Schmidt¹⁾ für die äussere Böschung Neigungen von 3 bis 8° , für die innere von 25 bis 50° an.

Aus dem Durchmesser der erhaltenen Becken, ihrer Tiefe unter dem Grate des Walles und der Höhe desselben über der Umgebung berechnete ich das Verhältniss der Volumina der Eintiefung unter das mittlere Niveau und des Walles; es ergab sich im Mittel $2,5$, sodass im allgemeinen das Volumen des aufgeworfenen Walles kleiner ist als das der Vertiefung, welche schliesslich übrig bleibt, wenn alles erstarrt ist; ich werde an einem anderen Orte zeigen, dass ein ähnliches Verhältniss auch bei den meisten Mondringgebirgen stattfindet. Auch im Einzelnen ergibt sich eine grosse Reihe von Eigenthümlichkeiten, die namentlich in den verschiedenen Mondringgebirgen vollständige Analoga finden. Wird der Bildungsprocess eine Zeit lang unterbrochen und setzt dann das Heben und Senken des Magmas wieder ein, so legt sich an den schon fertigen Wall innen ein zweiter an; man erhält so die für die meisten grösseren Ringgebirge charakteristischen mehrfachen Wälle. Mitunter bildet sich der secundäre, tertiäre u. s. f. Wall nur unvollkommen aus und ist an manchen Theilen der Peripherie vollkommen unterbrochen; es sind dies die vielfach zu beobachtenden grossen Durchlässe in den Umwallungen der Ringgebirge.

Treten Unregelmässigkeiten in dem Bildungsprocesse ein, so bildet sich nicht ein einfacher, glatter innerer Abhang, sondern derselbe wird treppenförmig, es bilden sich Terrassen. Auf dem Monde kennen wir fast kein Ringgebirge, bei dem solche Terrassen nicht wenigstens angedeutet sind.

Die Reliefgestaltung des Inneren der Einsenkung verläuft verschieden, je nachdem bei welcher Phase der Hub- und Senkwirkung der Process durch Erstarren der letzten

1) Jul. Schmidt, Erläuterungsband zur Karte der Gebirge des Mondes. p. 96. 1878.

Massen sich selbst abschliesst. Ist noch ziemlich viel Magma geschmolzen, so bildet sich ein flach concaves Becken, oder wenn sich die Hubwirkung noch geltend machen kann, ein flach convex, beulenartig emporgetriebenes Innere. Ist der ganze Boden der Einsenkung erstarrt und nur in der Mitte ein Canal noch frei passirbar, so quillt das Magma zu einem kleinen centralen Kegel empor, der bald steiler, bald flacher, doch nie bis zur Höhe der Umrandung emporragt. Mitunter bildet sich eine centrale Gruppe kleiner Kegel. Wenn noch genügend viel flüssiges Magma vorhanden ist, werden Erstarrungsproducte weiter weggeschoben, innerhalb deren der letzte Rest des Magmas auf und ab oscillirt, es bildet sich ein centrales kleines Ringgebirge, ein Centralkrater. Für alle die genannten Erstarrungsmodificationen lassen sich von der Mondoberfläche zahlreiche Beispiele heranziehen. Bei den Schlammvulkanen sind sie nur selten zu sehen, weil diese meist im Inneren mit Wasser gefüllt sind.

Einen Vergleich der erhaltenen künstlichen Gebilde mit den Mondringgebirgen gestattet die Fig. 2. *a* ist ein künst-

a

Fig. 2.

b

licher einfacher Ringwall mit einfachem Centralkegel, *b* ist ein (in den Einzelheiten etwas schematisch gehaltenes) Modell des Mondringgebirges Herschel im natürlichen Höhenverhält-

niss. Das in Thon modellirte Ringgebirge ist nach der Karte von Beer und Mädler und den Höhenangaben von Jul. Schmidt gefertigt. Beide Gebilde wurden unter gleichen Bedingungen dem Sonnenlicht ausgesetzt und photographirt; die Uebereinstimmung beider Formen in den Hauptdimensionen ist am Schattenwurf kenntlich.

Man kann die Frage aufwerfen: Haben wir denn noch andere Anzeichen dafür, dass sich auf dem Monde Processe mit einst flüssigen Massen, z. B. Magmen, abgespielt haben? Ein Nachweis solcher Anzeichen würde offenbar sehr für die innere, genetische Verwandtschaft der durch das Experiment erhaltenen Ringgebirge mit den Mondringgebirgen sprechen.

An den Rändern vieler der grossen dunklen Mareflächen zeigen sich deutliche Spuren von Ueberfluthungen; bei diesen Ueberfluthungen hat eine theilweise Zerstörung der bereits vorhandenen Gebilde stattgefunden, denn den Ringgebirgen, welche am Rande liegen, fehlen die nach dem Mare zugekehrten Theile der Wälle, ihr Inneres liegt in demselben Niveau, wie das umgebende Mare und zeigt dieselbe dunkle Färbung; es ist also von dem Material der dunklen Mareflächen erfüllt. Besonders schön beobachtet man dies am westlichen Rande des Mare serenitatis, wo das sonst ganz normale Ringgebirge Le Monnier zu einer solchen Ruine verwandelt worden ist, oder an dem am Mare nectaris gelegenen Fracastor.

Diese von allen Selenographen so gedeuteten Beobachtungen gestatten indessen noch keinen Schluss auf die Natur des flüssigen Materiales, dessen Invasionen wir hier vor uns haben. Bekanntlich hat man vielfach an eine Eisbedeckung in den grossen Mareflächen gedacht; man glaubte grosse „Eiswüsten“ vor sich zu haben. Zöllner¹⁾ wiess darauf hin, dass sich das Wasser hier in der That selbst unter dem Einflusse der durch keine merkliche Atmosphäre gedämpften Sonnenstrahlung im festen Zustande erhalten könnte und auch Langley's Bestimmung der Mondtemperatur etwa zu 0° C. würde hiermit übereinstimmen; Schmick glaubte sogar bei stereoskopischer Betrachtung bei verschiedener Libration

1) Fr. Zöllner, Photometrische Untersuchungen p. 283 f. 1865.

aufgenommener Mondphotogramme in die Tiefe der Mare hinabsehen zu können und die im Relief fehlenden Theile der Wälle der überflutheten Ringgebirge am Grunde der Mare zu erkennen.¹⁾

Zur Entscheidung dieser für die physische Beschaffenheit des Mondes so wichtigen Frage über die Natur des Materiales der dunklen Mareflächen können Beobachtungen herangezogen werden, welche in neuerer Zeit von Landerer²⁾ über den Polarisationswinkel des Mondes veröffentlicht worden sind. Landerer zeigt, dass dem Oberflächenmaterial der dunklen Mareflächen, ein Polarisationswinkel $P = 33^\circ 17' (\pm 7')$, von der Oberfläche an gezählt, zukommt. Dies entspricht nach dem Brewster'schen Satze einem Brechungsindex $n = 1,5233$; dies ist aber ziemlich genau der Brechungsindex der Opale oder der Obsidiane. Andererseits schliesst das von Landerer gefundene Resultat die Möglichkeit einer Eisbedeckung vollkommen aus. Denn entsprechend dem viel kleineren Brechungsexponenten des Eises (etwa 1,312) müsste jener Polarisationswinkel sich zu $37^\circ 18'$ ergeben haben, also weit grösser, als die Grenze der mittleren Beobachtungsfehler zulässt.

Wir werden demnach mit ziemlicher Bestimmtheit auf ein Material hingewiesen, welches in optischer Beziehung unseren leichtflüssigen Laven nahe steht; dabei ist nicht ausgeschlossen, dass dieses Material ebenso wie unsere Opale und Obsidiane in hohem Grade pellucid ist, und dass sich hieraus vielleicht das eigenthümliche Verhalten der zerstreut reflectirenden Kraft (Albedo) dieser dunklen Mareflächen bei verschiedenen Sonnenständen erklärt. Jedenfalls dürfte der Hinweis auf ein einst flüssiges Magma, den wir hier erhalten, eine weitere Stütze für die Berechtigung sein, die

1) Faye hat 1881 eine Ansicht über die Entstehung der Mondgebirge ausgesprochen, welche sich auf die Annahme einer Eisbedeckung des ganzen Mondes stützt (*Revue scientif.* 1881. p. 130). Die von ihm zum Vergleich herangezogenen Bildungen, welche entstehen, wenn Wasser aus einer Oeffnung in einer schwankenden Eisdecke auf diese übertritt, schienen mir aber immer nur eine höchst entfernte Aehnlichkeit mit den Mondringgebirgen zu haben.

2) Landerer, *Compt. rend.* 109. p. 360. 1889.

Ergebnisse der oben geschilderten Versuche auf den Mond anzuwenden.

Zum Schlusse möchte ich mir erlauben, kurz die verschiedenen, sehr zahlreichen Theorien zu berühren, welche man über die Natur und Entstehung der Mondgebirge aufgestellt hat.

Bei dem Versuche, die Entstehung der für die Mondoberfläche in erster Linie charakteristischen Ringgebirgsformen zu erklären, hat man manche zum Theil sehr hypothetische und weit hergeholte Annahmen gemacht. Bald nahm man seine Zuflucht zu ungeheuren Gasmassen, welche aus dem Mondinneren hervorbrechend, das breiartig zähe Oberflächenmaterial des Mondes zu gewaltigen Blasen aufgebläht haben sollten, bald zu riesigen Meteorsteinmassen, welche die Mondkruste durchschlagend, rings um die Durchbruchstellen das zur Seite gedrängte Material wulstartig aufthürmten; der Centralkegel sollte dem über den versunkenen Massen zusammenschlagenden emporgedrungenen feuerflüssigen Innenmaterial sein Entstehen verdanken. Endlich dachte man sich Meteorstaub auf die staubförmige Mondoberfläche fallen und sah in den Ringgebirgen die Fallspuren dieser kosmischen Staubmassen.

Gegen alle diese Erklärungsversuche lässt sich einwenden, einmal, dass die herbeigezogenen Agentien zu Bildungen geführt haben würden, die, abgesehen etwa von der kreisförmigen Begrenzung, in allen Einzelheiten nur eine äusserst geringe Aehnlichkeit mit den wirklichen Ringgebirgen haben, vor allem aber, dass sie Annahmen machen, die nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse wenigstens durchaus nicht berechtigt erscheinen.

Das Einzige, was wir auf Grund anderweitiger Erfahrungen mit einiger Sicherheit annehmen können, ist:

1) dass der Mond einst eine glühend flüssige Masse gewesen ist, die durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum allmählich ihre Wärme verlor und daher erstarrte, und zwar an der der Strahlung ausgesetzten Oberfläche zuerst;

2) dass der Mond, ehe er in seinen jetzigen Bewegungszustand überging, eine Periode durchgemacht hat, in der er eine selbstständige Rotationsbewegung um eine Axe besass,

der vielleicht eine Periode folgte, in der er, wie noch heute der Mercur, eine pendelnde Bewegung ausführte. Die Bewegung beim Monde geschah um eine Axe, welche nahezu senkrecht stand zu der Verbindungslinie von Erd- und Mondschwerpunkt.

Es lässt sich aber zeigen, dass diese beiden Annahmen auch vollkommen hinreichend sind, um die Entstehung der Mondringgebirge zu erklären.

Denken wir uns einen glühendflüssigen Weltkörper der Abkühlung durch allseitige Strahlung unterworfen, so werden sich allmählich auf seiner Oberfläche feste Erstarrungsschollen bilden, die in dem noch flüssigen Magma schwimmen. Beim Monde trat nun hierzu die Anziehung der Erde, welche eine grosse Fluthwelle der flüssigen Bestandtheile erzeugte; rotirte der Mond unter dieser Fluthwelle hinweg, so wurde in jedem Theile seiner Oberfläche das flüssige Magma abwechselnd emporgehoben und gesenkt; es quoll bei jeder Fluth über die festen Schollen empor, überfluthete diese, zog sich dann bei eintretender Ebbe zurück, und wiederholte das Spiel bei der nächsten Fluth. Dabei war das heisse Magma im Stande, entgegenstehende Ecken und Kanten der umgebenden Schollen abzuschmelzen und sich die Austrittsöffnung kreisförmig auszurunden. Wir haben hier genau dieselben Verhältnisse im Grossen, wie in dem oben beschriebenen Experimente im Kleinen. Dass unter diesen Bedingungen sich Gebilde ergeben müssen, welche mit den Mondringgebirgen thatsächlich eine ausserordentlich grosse Aehnlichkeit haben, zeigten die Versuche.

Bei dem Strömen des Magmas nach den verschiedenen Theilen der Oberfläche ging durch Reibung namentlich in den mitunter vielleicht sehr engen Zuflusscanälen der Tiefe eine grosse Menge lebendiger Kraft verloren, der Mond verlor allmählich seine selbstständige Axendrehung und passte diese vollkommen seiner Umlaufsbewegung an.

Nach dieser Vorstellung über die Entstehung der Ringgebirge müssten diese Formationen an den Mondpolen fehlen; ob dies der Fall ist, lässt sich nicht entscheiden, da wir nicht wissen, wo die Mondpole vor dem Eintreten des jetzigen Bewegungszustandes gelegen haben, und ob der

Mondkörper nicht, nachdem er seine freie Axendrehung verloren hatte, eine Kippung um eine Axe erfuhr, die nicht mit seiner Rotationsaxe zusammenfällt; in der That sprechen hierfür einige Anzeichen.

Der Einwand, dass in Wirklichkeit die Verhältnisse um die Austrittsöffnung des Magmas nicht so gleichförmig gewesen sind, als bei den Versuchen, wird durch die Bemerkung widerlegt, dass zwar die Schollen eines erstarrenden Weltkörpers einen viel grösseren Spielraum von Unterschieden in der Grösse und Form darbieten als die kleinen der Wood'schen Legirung des Versuches, dass dementsprechend aber auch die Inundationsflächen entsprechend ausgedehnter waren, sodass mit Rücksicht auf den vergrösserten Maassstab doch wieder ein mittlerer Zustand in dem ganzen Gebiete, in dem sich die Erscheinung abspielte, voranzusetzen ist.

Endlich ist noch die Frage zu berühren, warum wir auf der Erde nicht ähnliche Erscheinungen finden, da doch auch sie unter der Ebbe- und Fluthwirkung eines benachbarten Weltkörpers steht. Hierauf ist zu antworten, dass wir bei der Erde nirgends bis zur ursprünglichen Erstarrungskruste hinabdringen; diese ist durch die Wirkung des Wassers und der Atmosphärien überall zerstört und mit mächtigen Sedimentärformationen bedeckt. Beim Monde zog die wohl zugleich mit seiner allmählichen Abkühlung und Umgestaltung seiner Bewegungsverhältnisse stattfindende Verlegung seines Schwerpunktes um 59 km nach der uns abgekehrten Hälfte zu von vornherein die gesamte Atmosphäre und ihre Niederschläge nach der jenseitigen Hemisphäre; auf der uns zugekehrten Hälfte hat das flüssige Element nie seine Wirkung entfaltet, darauf deuten alle eingehenden Detailstudien seines Reliefs, dieselbe zeigt uns das Bild der Primitivformation.

Durch die vorstehenden Betrachtungen dürfte gezeigt sein, dass sich die charakteristischen Erscheinungen der Mondoberfläche erklären lassen mit alleiniger Zuhilfenahme von Kräften und Bedingungen, deren Vorhandensein auch durch alle anderen Erfahrungen bestätigt wird.

Phys. Inst. d. Univ. Erlangen, im Juli 1890.