

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



2535

L. inw.

Der Mond.

Eine Studie

von

Professor Dr. J. Heinr. Schmick,
Ehrenmitglied der Görlitzer „Naturforschenden Gesellschaft“.

Nebst 3 lithographischen Beilagen.



Leipzig.

Alwin Georgi.

Der Mond.



II - 349240

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000308763

BPK-B 227/2017

Inhaltsangabe.

Einleitung	Seite	1
1. <i>Kapitel.</i> Allgemeine Beschreibung der Mondoberfläche . . .	„	3
2. <i>Kapitel.</i> Die Theorie Kant's und Laplace's in Bezug auf Mond und Erde	„	7
3. <i>Kapitel.</i> Die Entwicklung des Mondes, illustirt durch die grossen Züge seiner uns sichtbaren Oberfläche . .	„	13
4. <i>Kapitel.</i> Die Entwicklung der Mondoberfläche, illustirt durch die Details derselben	„	23
5. <i>Kapitel.</i> Einzelvorkommen abweichender Eigenschaften . . .	„	30
6. <i>Kapitel.</i> Der Mond als Ganzes unter dem Einflusse der kosmischen Gewalt	„	40
7. <i>Kapitel.</i> Aeltere Versuche, die verschiedenen Detailbildungen der Mondscheibe zu erklären	„	52
8. <i>Kapitel.</i> Die Lehre von einer säkularen Wasser- und Stoffumsetzung durch den Mond bewiesen	„	60

Einleitung.

Hat der Mond zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Menschen fesseln müssen, so ist das namentlich der Fall gewesen seit der Erfindung des Fernrohres, welches einen tieferen Einblick in die Einzelheiten seiner Oberfläche gestattete. *Galiläi* erkannte schon bei der von seinem Instrumente erreichten Vergrößerung, dass dieser Weltkörper eine Anzahl Züge darbiete, welche mit solchen der Erdoberfläche grosse Aehnlichkeit tragen, wenn er auch, wie viele seiner Nachfolger, die hervorragendsten fälschlich für Meere hielt. Die durch das Fernrohr immer mehr befestigte Ueberzeugung, dass man es beim Monde mit einer erdenähnlichen Welt zu thun habe, erregte nun in stets wachsendem Grade die Sehnsucht, die Vergleichung beider Weltkörper stetig weiter treiben zu können. Der Mond bildete doch gleichsam eine Brücke von der Erde in das Universum hinein, dessen nun als Welten zu deutende Lichtpunkte ohne Zahl zwar auch mit der wachsenden Kraft der künstlichen Sehinstrumente in immer neuen Schaaren aus den Tiefen des Himmels auftauchten, zugleich aber immer weniger Aussicht boten, sie näher kennen zu lernen, da ihr scheinbarer Durchmesser nur in wenigen Fällen zunahm, sonst aber trotz aller erreichten Vergrößerung sogar einzuschumpfen schien und so die undenkbar grosse Entfernung der Sehobjekte bekundete. Der Mond dagegen zählte zu den wenigen derselben, deren Bilder in den sich vervollkommnenden Teleskopen rasch wuchsen und immer mehr neue Details erkennen liessen.

Wenn auch die Männer der astronomischen Wissenschaft, welche die Leistungsfähigkeit ihrer Instrumente kannten, die Grenzen ersterer, den Hindernissen der stetig bewegten Erdatmosphäre gegenüber, bald erreicht sahen und somit begriffen, dass die Mondoberfläche dem Auge nie scheinbar näher treten könne, als etwa die Entfernung der Schweiz von der Mitte Deutschlands beträgt, so gingen doch stets die Erwartungen des grossen Publikums weiter und hofften sogar auf Entdeckung von etwaigen Mondbewohnern oder wenigstens von deren Werken, ferner auf die Auffindung

von Details, wie sie das Auge etwa von Berghöhen der Erde in der umliegenden Landschaft unterscheidet.

Im Laufe der Zeit schwanden nicht nur diese Hoffnungen der Ungelehrten, sondern auch die andern der Gelehrten, im Monde eine der Erde wenigstens in Hauptzügen ähnliche Welt zu erkennen. Es stellte sich immer deutlicher heraus, dass dieser unserem Heimathplaneten nächste Vertreter des Weltalls schon gleich ein total von ihm verschiedener Körper sei, was die Forscher um so mehr in Erstaunen setzen musste, als er nach der sehr plausiblen Theorie von *Kant* und *Laplace* doch gleichsam Fleisch vom Fleische der Erde sei. Die Brücke von ihr hin in das unnahbare Reich der ausser-terrestrischen Schöpfung war also schon gleich etwas ganz Fremdartiges.

Es fand sich aus der fehlenden Ablenkung und Schwächung des Lichtstrahles an den Mondrändern vorbei, dass dieser Körper keine Lufthülle habe wie die Erde, oder höchstens nur eine von solcher Dünne, wie sie unsere Luftpumpen bei weitem nicht herstellen.

Es fand sich aus demselben Grunde sowohl, als aus dem stetigen Mangel jeder nebelhaften Trübung der lunaren Oberflächen-Objekte, dass der Mond heutzutage Wasser gänzlich entbehre, und dass seine vermeintlichen Meere nichts weiter seien als Strecken abweichender Bodenbeschaffenheit, die das Sonnenlicht minder stark reflektiren.

Man schloss aus der grossen Tag- und Nachtlänge des Mondes, dass die Temperatur an seiner Oberfläche um mehre hundert Grade bei Tag und Nacht schwanken müsse.

Aus diesen Umständen allein folgte schon, dass die dem Monde etwa angehörende Lebewelt nichts enthalten könne, was sich auch nur einigermaassen irdischen Geschöpfen nähere. Wahrscheinlicher wurde aber, aus noch andern Gründen, die Annahme, dass er sowohl jetzt eine völlig todte Welt sei, als auch nie Geschöpfe irgend welcher Art beherbergt haben könne, wofern solche lediglich an seine Oberfläche gebannt gewesen seien.

Diese Oberfläche nämlich zeigte sich mehr und mehr deutlich als ein solch' wüstes Durcheinander ungeheuerlicher Unebenheiten, wie es nur die heftigsten und wildesten Umwälzungen hervorgerufen haben können, mit denen sich eine zwischenfallende Lebensexistenz terrestrischer Art kaum vertragen hätte.

So sicher diese, den stillen ersten Erwartungen gegenüber negativ zu nennenden Forschungsergebnisse waren, so unsicher blieben bis heute eine Menge anderer, welche die Bodenbildung und Zusammensetzung der Mond-

oberfläche betreffen. Die Schwierigkeit der Erklärung des Gesehenen erwuchs zum Theil eben aus der alten Vorstellung, dass der Mond im Grunde eine zweite Erde sei, und dass seine Oberflächen-Beschaffenheit sich aus derjenigen letzterer verstehen lasse. Das würde vielleicht in einem gewissen Grade wirklich der Fall sein, wenn wir bei der Erdoberfläche lauter ursprünglichen Bildungen gegenüberständen, wie bei dem wasserlosen Monde, wenn nicht bei ersterer das Wasser diese Bildungen zum allergrössten Theile selbst überdeckte und sie auf jetzt trocken liegender Fläche sehr arg verwischt hätte. Wie aber die Sachen stehen, ist schon aus diesem Grunde die Analogie sehr schwach, abgesehen von andern offenbaren Verschiedenheiten. Eher dagegen kann die genauere Kenntniss der Mondoberfläche und die richtige Würdigung vieler uns bei ihr entgegentretenden Züge uns manche geologische Zweifel lösen helfen. Letzteres soll die Aufgabe dieses Büchleins bilden.

1. Kapitel.

Allgemeine Beschreibung der Mondoberfläche.

Die nunmehr seit etwa zwei Jahrhunderten andauernde Betrachtung der uns Erdbewohnern vom Monde im ganzen zugekehrten $\frac{4}{7}$ seiner Oberfläche, welche Betrachtung bei mehren der ausdauernden Beobachter von Versuchen zeichnender Darstellung des Gesehenen begleitet war, hat uns endlich ein in topographischer und orographischer Hinsicht so genaues Bild geliefert, wie wir es kaum je mit aller Schärfe der Messkunst und Rechnung bei dem terrestrischen Relief als Ganzem erreichen können. Da der Mond, wie offenbar, schon seit lange bei dem Zustande vollkommener Starrheit und Unveränderlichkeit der in Teleskopen wahrnehmbaren Züge seines Reliefs angekommen ist, so wird die sehr genaue *Beer-Mädler'sche Mappa selenographica* in Bezug auf Topographie für alle Zeiten Geltung behalten und spätere ähnliche Arbeiten fast unnöthig machen. In Rücksicht des lunaren Reliefs als solches aber hat die auf *Beer-Mädler* fussende, zeichnende und modellirende Arbeit der englischen Herren *Carpenter* und *Nasmyth* uns ganz kürzlich in einer photographirten Gesamtkarte und in detaillirteren Nachbildungen interessanterer Oertlichkeiten den Eindruck der Wirklichkeit so vollkommen vermittelt, dass gleichfalls kaum etwas nennenswerth Besseres zu leisten oder auch zu wünschen übrig bleibt.

Als Kontrolle besonders der *Beer-Mädler'schen* und etwa auch der *Carpenter-Nasmyth'schen* Leistungen können dazu auch schon dem vollständigen Laien die in den letzten Jahren jedem zugänglich gewordenen photographischen Aufnahmen der Mondscheibe durch *Warren de la Rue* in London und durch *Rutherford* in New-York dienen. Diese Bilder von *Warren de la Rue*, zu Hunderten in Zeiten entgegengesetzter Librationen, dagegen bei ganz oder nahezu gleichen Phasen des Mondes aufgenommen, haben die von ihnen gehegte Hoffnung in überraschendem Grade verwirklicht, nämlich durch dieselben, paarweise zusammengestellt, die Mondscheibe stereoskopisch, d. h. mit ihrer der Erde zugekehrten Wölbung so zu erblicken, wie das von zwei Augen mit ein paar tausend Meilen Zwischenraum geschähe. Die Schärfe der photographischen, kleinen Mondbilder ist dabei meist so ausserordentlich gross, dass sie sehr gut eine bedeutende Vergrösserung vertragen, und da die Linsen eines Stereoskops schon recht stark sein dürfen, so lässt sich die der stereoskopischen Bilder ohne Einbusse an Schärfe bis zu 150maligem scheinbaren Durchmesser und darüber bringen. Ein Stereoskop dieser Stärke, welches sich der Verfasser selbst konstruirt hat, zeigt nun nicht bloss die Wölbung der ganzen Mondscheibe, sondern auch das Relief bei allen einzelnen Parthien derselben ebenso deutlich, wie die *Carpenter-Nasmyth'sche* photographirte Reliefkarte, bringt daneben aber noch andere Eigenthümlichkeiten zur Erscheinung, welche dem Beobachter am Fernrohre, der nur ein Bild, also immer nur eine Fläche, keinen Körper sieht, verborgen bleiben müssen.

Das aus Bekanntem und bisher Unbekanntem bestehende Gesamtbild des Mondes ist nun folgendes:

Die Mondscheibe zeigt uns zunächst zweierlei Flächenbeschaffenheiten. Die eine besteht in grosser Unebenheit, die andere in vorherrschender Ebenheit zusammenhängender Strecken. Diese letzteren sind dazu von mehr oder minder dunklerer Färbung als die ersteren und von den frühesten Beobachtern für Wasseransammlungen gehalten worden. Im Sinne der Erdoberfläche orientirt, gehören die überwiegend gestörten Strecken der südlichen, die namentlich ebenen Theile der nördlichen Mondhalbkugel an. Beiderlei, Unebenes und Ebenes, tritt uns durchgängig mit runder Flächenabgrenzung der Einzelheiten entgegen. Die sogenannten Meere, welche wegen ihrer Grösse am meisten auffallen, bestehen entweder aus Reihen runder Flächen, oder liegen als solche isolirt da. Die Unebenheiten stellen sich fast sämmtlich als runde Wälle der verschiedensten Grösse dar, und wenn einzelne der Erhebungen dem Verlaufe nach mehr irdischen Gebirgs-

zügen ähneln, so findet sich, dass sie meist Segmente grösster Umwallungen bilden, wie sie die Mare-Kreise einschliessen, oder dass sie deren Umfänge folgen.

Der durchgreifende Zug des Runden tritt ausser in genannten Bildungen noch ebenso deutlich hervor in der Aneinanderreihung vieler Wall-ebenen und in der zahlreicher hellerer Punkte, welche die dunkleren, ebenen Flächen verschiedentlich durchziehen, ohne dass dabei eine Unebenheit an der Oberfläche sichtbar wäre.

Wenn wir nun das unruhige Relief der Mondoberfläche als das Resultat von Bodenstörungen auffassen müssen, so geht aus der ausgesprochenen Neigung zum Runden aller Bildungen hervor, dass die gestörte Materie sehr homogen sein musste. Die Störungen konnten nur Folge eines Druckes von unten oder von oben sein, und da dieser bei einer Kugel mit Nothwendigkeit immer runde Flächen gleich betrifft, diese aber nur bei bedeutender Gleichartigkeit der bewegten Massen dem Drucke gleichmässig nachgeben, so folgt letztere aus der gedachten Gleichgestalt, während die Ungleichgrösse der Störungsflächen uns fast lediglich auf Gradverschiedenheiten der bewegenden Gewalten oder des gefundenen Widerstandes schliessen lässt, welcher letztere zu verschiedenen Zeiten des Mondalters verschieden sein musste, wovon später zu reden sein wird.

Das Stereoskop sagt uns nun noch mehr über die Natur der Materie, aus welcher die Mondoberfläche besteht. Wir wissen, dass es durch Zuhülfenahme dieses Instrumentes gelingt, Falsifikate von Kassenanweisungen zu entdecken, deren zahlreiche Einzelheiten des Druckes die grösste Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit wohl kaum zu vollkommener Uebereinstimmung mit dem nachgeahmten Originale bringen könnte. Wenn letzteres zugleich mit der Nachahmung vor das Stereoskop gebracht wird, so zeigt das aus beiderlei entstehende Kollektivbild sofort alle die kleinsten unvermeidlichen Abweichungen in Schriftabständen, Figuren etc. in der Weise, dass die Ungleichheiten nicht derselben Papierebene anzugehören scheinen, sondern dass die nicht genau einander deckenden Wörter und Figurenthelle einen auf dem Papiere senkrecht stehenden Zickzackverlauf darbieten.

Eine ganz ähnliche Erscheinung tritt uns entgegen, wenn wir die unter verschiedenen Librationslagen des Mondes aufgenommenen photographischen Bilder desselben in ein Stereoskop mit starken Linsen bringen. Wir erblicken alsdann deutlich, ausser der Körperlichkeit der ganzen Mondhälfte, die ihrer Einzelheiten. Theile der Gesamtfläche springen alsdann auf das handgreiflichste aus der gewölbten Fläche hervor. Die sogenannten Maria

erscheinen als offenbare Einsenkungen derselben, aber bei ihnen beträgt dann die Vertiefung augenscheinlich mehr, als das blossе Relief unter schräger Sonnenbeleuchtung ergibt. Dazu scheinen die vereinzeltē kleineren Vertiefungen, Krater oder Gruben, welche auch in den dunkleren Ebenen einzeln vorkommen, deutlich näher am beschauenden Auge, aus der Ebene emporgerückt, in welcher andere Bildungen der Maria liegen. Wir haben ganz den Eindruck, als sähen wir die kleinen Krater oder Gruben oben in eine durchsichtige Eisdecke eingegraben, durch letztere **hindurch** aber die Gestaltungen und Dinge am Boden eines eisbedeckten Teiches. Diese Bildungen am Boden der Maria sind ungefähr dasselbe, wie die Reliefverschiedenheiten der helleren Mondfläche um die Meere herum. Runde Vertiefungen, meist bedeutender Dimensionen, oft mit grossen schwarzen Punkten (Löchern) in ihrer Mitte, Reihen hellerer Punkte entlang ihren Grenzen, ähnlich den Kreisen kleiner Krater um die Wälle der grössten, einzelne Krater mit heller beleuchtetem zentralem Konus und Ringwall, von denen das Relief der Oberfläche nichts andeutet, füllen die ganze grosse Vertiefung aus und erscheinen nur überhaupt schwächer erhellt als die ausserhalb liegenden ähnlichen Bildungen.

Es liegt demnach auf der Hand, dass eine durchscheinende, ja theils vollkommen durchsichtige Masse, über eine andere undurchsichtige nachträglich geflossen und erhärtet, die sogenannten Maria bildet, und dass deren namentlich in den Photographien schärfer hervortretende geringere Reflexionsfähigkeit auf einer Lichtverschluckung durch die überlagernde Masse beruht.

Diese Masse muss also glasartig sein, ähnlich unserem irdischen Obsidiane, theils schwach rōthlich, theils schwach grünlich gefärbt, wie ein so verschiedener Schimmer der Marebildungen bekundet. Das stimmt mit der aus der Rundung der Bildungen hervorgehenden Homogenität und erklärt also auch diese durchgehende Form bei den lunaren Oberflächendetails.

Eine andere Eigenschaft glasartiger Stoffe ist deren Sprödigkeit nach der Erkaltung und deren sternförmiges Zerspringen unter Einwirkung des Druckes und Stosses. Auch sie wird über die ganze sichtbare Oberfläche des Mondes so deutlich wie möglich dargethan. Eine derartige Zersprengung der Mondschaale gerade hat in der grossartigsten Weise stattgefunden. Von mehren Zentren aus gehen sternförmig ausstrahlende Sprünge, welche sich theils über mehr als die Hälfte der Mondscheibe verfolgen lassen. Die Sprünge zweier der Hauptzentren der südlichen Halbkugel durchkreuzen einander theilweise, woraus hervorgeht, dass die einen schon verkittet und vernarbt waren, als die andern entstanden. Von geringerer Erstreckung, theils ganz kurz,

sind die Sprungstrahlen anderer Zentren, dafür aber kommen sie, wie bei Kopernikus, nach Ausweis des Stereoskops aus grösserer Tiefe herauf.

Das Glasartige der nunmehr starren Hüllschichten des Mondes erklärt zudem tausenderlei Einzelheiten der lunaren Oberfläche, welche ohne diese Natur der Stoffe räthselhaft bleiben würden. Im Allgemeinen ist der Anblick der vollen Scheibe bekanntlich total verschieden von dem anderer Phasen, d. h. unter ganz anders auftreffendem Sonnenlichte. Streiflicht bringt das kühne Relief der betroffenen Striche mit grosser Schärfe zur Geltung, senkrecht oder fast so auffallendes lässt dasselbe so völlig verschwinden, dass in den meisten Fällen nur die eingehendste Orientirung die Oertlichkeiten tiefer Krater und hoher Wälle annähernd feststellen lehrt. Dagegen erscheinen lichte Ringe, Punkte und gerade Streifen bei Vollmond oder sonst senkrechter Beleuchtung der Flächen, von welchen Dingen wir bei schrägen Sonnenstrahlen nicht eine Spur bemerken. Der Vollmond und die ihm naheliegenden Mondphasen, so wie das senkrecht auftreffende Sonnenlicht schmaler Segmente anderer Gestalten der Lichtseite bringen ein solches Chaos von durcheinander geschlungenen Einzelheiten zur Erscheinung, dass wir daraus schliessen müssen, die durchscheinende Mondschaale sei von den mannigfaltigsten Reflexionsebenen, den Folgen von Sprüngen, von verschiedenen Schichtungen und Zertrümmerungen im einzelnen durchsetzt, welche je nach dem Winkel des ein- und ausfallenden Lichtes sichtbar werden oder verschwinden. Schon lange hat man (*Mädler*) aus dem ungemein lebhaften Glanze grösserer und kleinerer Krater und ihrer nächsten Umgebung geschlossen, dass er von einer Art Spiegelung herrühren müsse, die bei den Kraterhöhlungen durch eine parabolisch gekrümmte Fläche glasartiger Beschaffenheit erhöht werde.

So viel als Allgemeines über die Erscheinung der uns bekannten Mondschaale vorausgeschickt, gehen wir nun an eine ausführlichere Betrachtung ihrer Heranbildung zur heutigen Gestalt, wobei uns neue Resultate bezüglich der Erdrinden-Entwicklung unterstützen werden.

2. Kapitel.

Die Theorie Kant's und Laplace's in Bezug auf Mond und Erde.

Das nahezu vollständige Zusammenfallen aller Revolutions- und Rotationsebenen der Planeten unseres Sonnensystems gab, wie bekannt, den beiden grossen Denkern die Idee an die Hand, das Ganze sei durch allmälige Verdichtung eines in langsamer Rotation befindlichen Dunstballes entstanden,

welcher ursprünglich den ganzen Raum bis weit über die äusserste Planetenbahn hinaus erfüllt habe. Die weiteren Forschungen der Astronomie sowohl als der Physik, welche letzteren zu der grossen *Mayer'schen* Lehre von der Erhaltung der Kraft und zur Spektralanalyse führten, haben nur Bestätigungen dieses Gedankens zugebracht, und kein Faktum hat ihm bis jetzt widersprochen. Geologische und verwandte Untersuchungen werden in der Gegenwart nur zu weiterer Befestigung der Wahrheit gedachter Theorie führen, und so wird der Mond, rücksichtlich seiner graduellen Entwicklung im Lichte dieser Lehre betrachtet, auch das Seine in besonders handgreiflicher Weise zur Erhärtung derselben beitragen, wenn sich zeigen lässt, dass die uns Erdenbewohnern allein sichtbare Seite dieses Weltkörpers nur nach ihren Prinzipien ihre Gestalt erhalten haben könne.

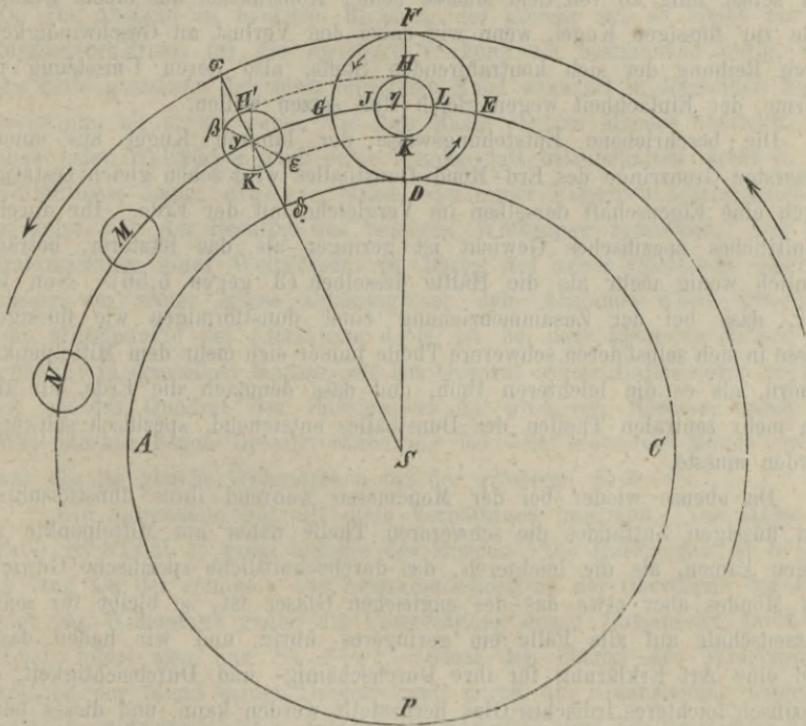
Es wird dabei zugleich bis zur Evidenz das durch uns ausgesprochene Gesetz klar werden, dass die benachbarten Weltkörper einander in Rücksicht ihrer Gestalt und inneren Stoffanordnung so lange beeinflussen, als dieselben ganz oder zum Theile noch aus beweglicher und bildsamer Masse bestehen.

Mond und Erde bildeten also nach *Kant* und *Laplace* zunächst einen Dunstring, welcher sich in der Reihe der Planetenfolge endlich vom Gesamtballe abgelöst hatte, nachdem letzterer, sich weiter zusammenziehend, rascher rotirte und so die Schwingkraft der äussersten Theile die Gesamt-Attraktion des Ganzen zu übertreffen anfang. Aus dem zurückgelassenen Ringe wurde durch dessen eigene innere Attraktion nach und nach eine linsenförmige Masse, welche mit unveränderter ursprünglicher Geschwindigkeit den Zentralball umkreiste.

Die **linsenförmige** Gestalt der zurückgebliebenen Dunstmasse, den Stoff zu Erde und Mond enthaltend, war aber eine nothwendige Folge der Rotation um sich selbst, die ihrerseits eine eben solche Konsequenz der Zusammenziehung in sich selbst bildete.

Wenn in beistehender Figur A B C D den nach Ablösung des Erd-Mond-Ringes übrigen Dunstball, S dessen Mittelpunkt (heutigen Ort der Sonne), D E F G den aus dem abgelösten Ringe zusammengezogenen kleineren Erd-Mond-Ball bedeutet, und wenn das Ganze vor der Ablösung des letzteren in der Richtung der grossen äusseren Pfeile rotirte, so musste die kleinere, abgelöste Masse so lange ohne eigene Rotation bleiben, als sie sich nicht auf engere Grenzen zusammenzog, so lange, als ihr Durchmesser D F derselbe blieb und die Grenzpunkte D und F die ursprünglichen Abstände von S beibehielten. So wie aber die kleinere Dunstmasse in sich selbst schrumpfte, wie das durch eigene innere Kontraktion bedingt

war, musste sich auch eine eigene Rotation im Sinne des ursprünglichen Ganzen, also in der Richtung der kleinen Pfeile bei ihr entwickeln. Als sich der Ball D E F G auf die Grösse H I K L zusammengezogen hatte, war für den Punkt H die ursprüngliche Drehungsgeschwindigkeit $F \alpha$ um S noch vorhanden und förderte ihn also, während das Ganze sich durch die Strecke $\eta \gamma$ um S bewegte, vorwärts um die Strecke $H \beta = F \alpha$.



Gleicherweise war die Geschwindigkeit des Punktes K noch die ursprüngliche des Punktes D und brachte ihn während der Zurücklegung der Strecke $\eta \gamma$ nur weiter um die Strecke $K \varepsilon = D \delta$. Der Durchmesser H K der ersten Lage, nach S gerichtet, hatte also bei der zweiten Lage die Richtung $\beta \varepsilon$ statt H K angenommen, d. h. eine Drehung um γ gemacht. In gleicher Art ging es weiter an den folgenden Punkten M, N der Weiterbewegung der verkleinerten Dunstmasse, so dass im Punkte N schon etwa eine halbe Drehung, nach Zurücklegung des ganzen Rundlaufes um S eine

etwa 4malige selbstständige Rotation derselben um ihren Mittelpunkt η herauskam.

Wie solchergestalt die Rotation der Erde um sich selbst entstand, so auch wieder eine selbstständige des Mondes um eine eigene Achse, nachdem auf beschriebene Weise die Mondmasse sich ebenfalls von dem anfänglichen Erd-Mond-Dunstkomplexe abgetrennt und eine Kugel für sich gebildet hatte, und die erste Geschwindigkeit der Drehung des Mondes um sich selbst hing ab von dem Maasse seiner Kontraktion aus einem Dunstballe zur flüssigen Kugel, wenn wir dabei den Verlust an Geschwindigkeit durch Reibung der sich kontrahirenden Stoffe, also deren Umsetzung in Wärme, der Einfachheit wegen gleich Null setzen wollen.

Die beschriebene Entstehungsweise der lunaren Kugel aus einem äussersten Grenzringe des Erd-Mond-Dunstballes wird schon gleich bestätigt durch eine Eigenschaft derselben im Vergleiche mit der Erde. Ihr durchschnittliches spezifisches Gewicht ist geringer als das letzterer, beträgt nämlich wenig mehr als die Hälfte desselben (3 gegen 5,56). Nun ist klar, dass bei der Zusammenziehung einer dunstförmigen wie flüssigen Masse in sich selbst deren schwerere Theile immer sich mehr dem Mittelpunkte nähern, als es die leichteren thun, und dass demnach die Erde, als aus den mehr zentralen Theilen des Dunstballes entstehend, spezifisch schwerer werden musste.

Da ebenso wieder bei der Mondmasse während ihres dunstförmigen und flüssigen Zustandes die schwereren Theile näher am Mittelpunkte zu liegen kamen, als die leichteren, das durchschnittliche spezifische Gewicht des Mondes aber etwa das des englischen Glases ist, so bleibt für seine Aussenschale auf alle Fälle ein geringeres übrig, und wir haben darin also eine Art Erklärung für ihre Durchscheinig- und Durchsichtigkeit, da spezifisch leichteres irdisches Glas hergestellt werden kann, und dieses beim Monde am Ende durch Hinzukommen eines uns unbekanntes Stoffes in noch höherem Grade möglich war. Wir kommen an späterer Stelle aus andern Gründen auf die Natur der lunaren Hüllschichten zurück.

Erd- und Mondkörper, obschon nunmehr räumlich getrennt, blieben doch in gewisser Hinsicht ein Ganzes, an einander gebunden, ein Welten-system im Kleinen. Wie der Mond stets die Erde umkreisen musste, so hatte letztere an dieser Bewegung theilzunehmen und sich mit dem Monde um einen gemeinsamen Schwerpunkt zu drehen, welcher indessen noch innerhalb des Zentralkörpers, der Erde, lag.

Der Antheil der Erdkugel an dieser Gesamtbewegung spricht sich

noch heute auf das deutlichste aus in dem Flut- und Ebbphänomen des terrestrischen Meerniveaus, welches Phänomen also beweist, wie so nahe verbundene Weltkörper gegenseitig ihre Gestaltung beeinflussen, so lange sie noch nicht gänzlich erstarrt sind.

Nach dem *Newton'schen* Attraktionsgesetze nun hängt dieser Einfluss ausser von dem Abstände ab von den Massen der sich um einander wälzenden Körper, d. h. steht im geraden Verhältnisse dieser Massen. Da der Abstand in beiderlei Richtung der gleiche ist, so bleibt nur das Massenverhältniss für die reziproke Wirkung als bestimmend übrig, d. h. die Erde gestaltete den noch bildsamen Mond zunächst in demselben Maasse mehr um, als er sie selbst, wie ihre Masse die des Mondes übertrifft. Da aber jeder Weltkörper auch seine Kugelgestalt beizubehalten strebt in dem Verhältnisse seiner eigenen Masse oder seiner eigenen Zentralanziehung, so setzt sich das Resultat aus beiderlei Wirkungen zusammen. Die Zentralanziehung eines Weltkörpers in Bezug auf seine Oberfläche aber ist ausser von seiner Masse abhängig von dem Abstände dieser Oberfläche vom Mittelpunkte der Attraktion, d. h. ist bei dem kleineren Körper dort grösser in demselben Maasse, wie das Quadrat seines Halbmessers kleiner ist, als das Quadrat des Halbmessers des grösseren Körpers, daher das Widerstreben gegen Gestaltveränderung bei dem kleineren Monde grösser war als das gleiche Widerstreben bei der grösseren Erde.

Die Astronomie hat alle diese Verhältnisse bestimmt. Die Masse der Erde ist 81mal so gross als die des Mondes. Ihr Halbmesser ist $3\frac{2}{3}$ mal so lang als der seinige. Die Zentralanziehung an der Oberfläche der Erde, oder ihr Widerstand gegen die Umgestaltung dieser Aussenseite durch den Mond, bildet also nur $81 : 3\frac{2}{3}^2 = 6$ mal den Betrag des Widerstandes, welchen der Mond seiner Umgestaltung durch die Erdanziehung entgegensetzt; er widerstrebt, oder richtiger, widerstrebte einst der Umbildung seiner Aussenseite mit nur $\frac{1}{6}$ der entsprechenden Kraft des Erdkörpers. Daraus folgt, dass die lunare Oberflächen-Veränderung durch die Erde $81 \cdot 6 = 486$ mal relativ so gross war, als die der Erdoberfläche (des Niveaus der Meere) durch den Mond. Absolut genommen aber, d. h. als thatsächliche Aufwölbung über die mathematische Kugelfläche, war sie wieder im Verhältnisse des lunaren Radius zum terrestrischen kleiner als genannter Betrag, daher nur $486 : 3\frac{2}{3} = 132\frac{1}{2}$ mal die an der Erdoberfläche, wenn wir Rotationsgeschwindigkeit und Reibungswiderstand bei Erdwasser und flüssiger Mondmasse gleich setzen wollen. Hebt der Mond bei senkrechter Anziehung das Meerniveau der Erde also um $16\frac{4}{7}$ Zoll (wie astronomisch bestimmt), so

hob die senkrechte Erdanziehung die flüssige Mondoberfläche um $182\frac{1}{2}$. $16\frac{4}{7}'' = 182\frac{1}{3}$ Fuss.

Die neuesten Untersuchungen über das Flutphänomen haben ergeben, dass die Reibung demselben bei der Erdrotation nur etwa $\frac{1}{3}$ seiner normalen Entwicklung in der Höhe gestattet, und setzen wir diese Behinderung gleich bei den äussersten flüssigen Mondstoffen, so würde deren Flutwelle ohne Rotation die Höhe von fast $3 \cdot 182\frac{1}{3} = 547$ (rund 540) Fuss erreicht haben.*)

Nach Analogie der irdischen Gezeiten müssen wir dabei schliessen, dass Stauungen die lunaren zu einem Vielfachen der gefundenen Höhe steigerten an Stellen, wo der Ausgleich nach und nach feste Grenzen sich entgegenstimmten, dass sie also lokal völlig an die Wirkungen hinanreichten, welche wir ihnen an späterer Stelle zuschreiben. Ebenso selbstverständlich nahmen wieder die Flut- und Ebbschwankungen an Amplitude ab mit der Verkleinerung der bewegten Spiegel, wie uns das die terrestrischen Binnenmeere beweisen. Von andern Steigerungen und Beschränkungen so gleich und weiter unten.

Es geht aus diesem allen zunächst hervor, dass die flüssige Mondoberfläche, so lange der Körper rotirte, in der heftigsten täglichen, durch die Erdanziehung erregten Flut- und Ebbebewegung war, welche erst graduell sich verminderte mit der zunehmenden Zähflüssigkeit und wachsenden Reibung der bewegten Massen. Zweitens folgt daraus, dass diese Flut- und Ebbebewegung, als der Rotation entgegenwirkend, dieselbe nach und nach, aber verhältnissmässig rasch, zum Stillstande bringen musste. Drittens ergibt sich mit Nothwendigkeit der Schluss, dass der Mondkörper schliesslich nicht als vollkommene Kugel erstarren konnte, sondern, in der Rotation aufgehalten, ein mit seiner langen Achse zur Erde gerichtetes Ellipsoid bilden musste. Auch die Sonne könnte nicht ganz ohne Einfluss auf die Entwicklung des Mondkörpers bleiben, wenn derselbe auch im Vergleiche zu dem der Erde so schwach war, dass wir ihn schon desshalb vernachlässigen dürfen, mehr aber noch aus später zu besprechenden Gründen. Das theoretisch so Festgestellte wird uns nun bestätigt durch die Betrachtungen im

*) Bei genauerer Vergleichung der terrestrischen und lunaren Fluthöhen muss man natürlich die betreffenden Kubikinhalte als Maasse nehmen.

3. Kapitel.

Die Entwicklung des Mondes, illustriert durch die grossen Züge seiner uns sichtbaren Oberfläche.

Ueber die ursprüngliche Rotationsgeschwindigkeit des Mondes würden wir uns eine ziemlich genaue Vorstellung bilden können, wenn wir die diametrale Dicke des Dunstringes wüssten, aus dem er sich kontrahirt hat; denn, seine heutige Umlaufgeschwindigkeit um die Erde als konstant betrachtet, würde es sich alsdann aus der Differenz der Drehungsstrecken an seinen äussersten und innersten Theilen in einer gegebenen Zeiteinheit berechnen lassen, um wie viel ein von der Erde abgekehrter Punkt der späteren Mondoberfläche dem Revolutions-Fortschritte des lunaren Zentrums in derselben Zeiteinheit vorausgeilt, ein der Erde zugekehrter hinter diesem Fortschritte zurückgeblieben wäre. Bei einer rascheren Rotation würden die von der Erde erregten Mondgezeiten weniger ausgebildet worden sein, als bei einer langsameren, da jedes Zusammenströmen, wie beim Wasser, so bei der flüssigen Mondmasse eine gewisse Zeit erfordert. Auf alle Fälle aber wissen wir, wie oben gezeigt, dass die Mondfluten, gegen die irdischen gehalten, ungeheuer gross waren so lange, als nicht die Abkühlung die Verschiebbarkeit der Mondstoffe beeinträchtigte.

Beiderlei, Rotation, entstehende und fortschreitende Erstarrung der alleräussersten Hüllschichten des Mondes, lagen aber in zunehmendem Widerstreite und verminderten einander. Mit der Bildung fester, oben schwimmender Schöllchen und Schollen entstand ein immer steifer werdender Brei, dessen bedeutende Reibung die lunaren Flutwellen stark an normaler Höhe verlieren liess; andererseits konnten diese Schöllchen und Schollen kaum zu einem allgemeineren Zusammenhange gedeihen unter der heftigen Schwankung der riesigen Gezeiten-Bewegung. Was zusammenzuhängen anfang, wurde immer wieder von neuem zerbrochen. Ein Bild in kleinstem Maassstabe der endlich doch sich entwickelnden festen Decke werden wir in unsern polaren, gleichfalls unter verhältnissmässig starken Störungen entstandenen Packeisshollen und -decken haben, deren Oberfläche so rauh und höckerig ist, dass sie kaum irgend eine Fortbewegung der Reisenden gestattet. Von den graduell durch Zusammendrückung sich bildenden grösseren festen Schollen werden wir annehmen müssen, dass sie zuerst an den Mondpolen sich bildeten, weil das Niveau in deren Nähe am wenigsten beunruhigt wurde, indem die Schwingungen der Gezeiten sich

dorthin nur oszillatorisch verpflanzten; auch trieben die heftigeren äquatorialen Niveauschwankungen die Schollen dieser Breite immer mehr nach den Polen hin, (ähnlich wie die raschere Strömung einer Flussmitte schwimmende Körper nach stilleren Winkeln der Ufer stösst) so dass sich dieselben dort dicht drängten, überschoben, überlagerten und allmählig der starren, rauhen Kruste grössere Dicke und Festigkeit gaben, wenn auch die nach der Tiefe gedrängten festen Massenstücke anfangs immer wieder in der heissen unterliegenden Flüssigkeit abschmolzen.

Endlich einmal wuchsen bei fortschreitender Erkaltung die polaren festen Kalotten nach allen Seiten hin so an, dass sie am Aequator zusammenstiessen, und nun eine ziemlich ähnlich rauhe, nach dem Aequator zu ein wenig ebenere Kruste den Mondkörper bedeckte. Ebener musste sie um den Aequator sein deshalb, weil schliesslich die Gezeitenbewegung in dieser Gegend viel unbedeutender geworden war wegen der grossen Reibung der unzähligen kleinen festen Schollen.

Mit dem äquatorialen Schlusse der festen Decke war entweder schon die von seinem Umlaufe um die Erde verschiedene Rotation des Mondes zum Stillstande gekommen, oder es war das bald nachher der Fall; denn entweder hatte die Wucht der ursprünglichen kolossalen Flutwellen oder die ebenso gewaltige Reibung der späteren kleineren des steifen Massenbreies durch die stetig der Rotation entgegengesetzte Druckrichtung diesen Erfolg gehabt, oder er knüpfte sich, was das Wahrscheinlichere ist, an die nothwendig schliesslich restirende Unregelmässigkeit der Mondgestalt, d. h. deren kleine ellipsoidische Verlängerung zur Erde hin, wie sie bei der vollkommen flüssigen und später oberflächlich festen Kugel den Attraktionsverhältnissen entsprach. Die Mondkugel war zu allen Zeiten ihrer Rotation schon immer nach zwei mathematischen Hälften ungleich schwer gewesen, und die schwerere blieb schliesslich der Erde zugekehrt stehen, wie wir das an späterer Stelle weiter erörtern wollen.

Damit entstand eine neue Phase der Mondbewegung der Erde gegenüber, nämlich die schwingende, welche derjenigen eines stark angestossenen Pendels glich, wie *Mädler* sagt. Der um ein Geringes nach der Erde hin verschobene Schwerpunkt des Mondes bildete gleichsam die Scheibe des mit der ganzen Mondmasse beschwerten Pendels, und das mathematische Zentrum des Ellipsoids war dessen Aufhängepunkt. Mit der Pendelbewegung waren nun wieder, wie wir sogleich im Allgemeinen und später ausführlicher sehen werden, die Bedingungen für deren endliches Aufhören gegeben, nach welchem dann die heutige Stabilität des Mondes der Erde gegenüber eintrat.

Welcher Art war nun der Einfluss der Pendelbewegung auf die Mondkugel, resp. auf die uns sichtbare Hälfte ihrer Oberfläche? Wir können uns denselben in grossen wie kleineren Zügen mit Leichtigkeit vorkonstruiren.

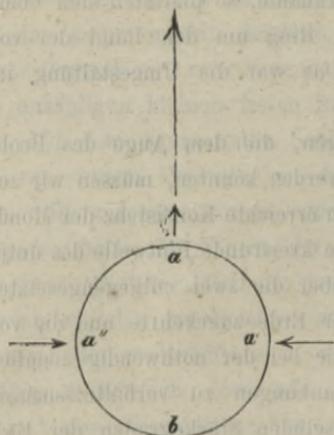
War bei der vollkommenen Rotation die noch weiche Mondkugel wenigstens nahezu als solche bestehen geblieben, so fing nunmehr eine Ellipsoidgestalt an sich rascher auszubilden. Die senkrechte Anziehung der Erde durchlief nun nicht weiter alle Punkte des Mondäquators in ununterbrochener Folge, sondern hin- und hergehend nur zwei entgegengesetzte Bögen desselben; die zwischenliegenden Stücke blieben von ihr nicht allein unberührt, sondern standen unter der entgegengesetzten Einwirkung, die sich als sekundäre Folge der beschränkten, wechselnden Anziehungsrichtung ergab. Wie die grosse Achse des Mondes zur Erde hin und von ihr weg zunahm, so platteten sich beide Pole ab, und mit ihnen verflachte sich ein Ring um den Rand der von der Erde aus sichtbaren Mondhalbkugel. Das war die Umgestaltung im Grossen.

Um zu Einzelheiten derselben zu gelangen, die dem Auge des Beobachters von der Erde aus allenfalls sichtbar werden konnten, müssen wir zunächst bedenken, dass die früher in etwa schon erreichte Konsistenz der Monddecke von Neuem zerstört wurde. Eine doppelte kreisrunde Flutwelle des unter der festen Kruste liegenden Flüssigen lief über die zwei entgegengesetzten Oberflächenhälften des Mondes, über seine der Erde zugekehrte und die von ihr abgekehrte Seite hin und her, und da sie bei der nothwendig ziemlich langsamen Bewegung der pendelnden Schwankungen zu verhältnissmässig hoher Ausbildung gelangen, d. h. den wechselnden Stärkegraden der Erdanziehung für jeden betroffenen Ort mehr entsprechen konnte, als bei der früheren, schnelleren Rotation der steiffüssigen Mondschaale, so musste letztere nun unter der abwechselnd entgegengesetzten Einwirkung des Fluthubes und der Ebbe-Depression neu zerbrechen oder zusammenhangsloser werden. Hatte doch jeder Ort, in mehr äquatorialen Breiten in erhöhtem Grade, bei jeder vollen Schwankung zwei Fluten und zwei Ebben zu passiren, wie nebenstehende Figur zeigt, bei welcher der Mondäquator in der Ebene des Papierees liegend gedacht ist. Die äquatoriale Stelle a hatte in der durch den grossen Pfeil bezeichneten Lage zur Erde Unterflut, welche sie hob, bei ihrer demnächstigen in a' , die sie, anfangs wenigstens, wechselweise annähernd erreichte, Unterebbe, welche sie hinabdrückte, bei der zweiten Lage unter dem grossen Pfeile abermals hebende Unterflut, bei der ungefähr erreichten Stelle a'' wieder deprimirende Unterebbe, und demselben alternirenden, wenn auch nicht allerorten gleich starken Einflüsse

war jeder Punkt des Umkreises (Aequators) a a' b a'' zweimal bei jedem doppelten Pendelschwunge ausgesetzt.

Bei der ursprünglich jedenfalls im ganzen gleichdicken erstarrten Hülle, so wie der augenscheinlich homogenen Natur derselben musste ein solcher Wechsel zur Zertrümmerung in Kreisform führen und zwar anfangs über grössere, nach und nach, bei fortschreitender Erkaltung der Aussen- theile des Mondes, über weniger grosse Flächen hin, deren Ränder theils innere konzentrische Kreise der grössten runden Bruchlinien bildeten. Kam endlich die der Ellipsoidform mehr und mehr anbequemte Decke zu neuem festeren Halte, so mussten die noch entstehenden neuen ringförmigen

Bruchlinien viel enger ausfallen, bis sie zuletzt zu den kleinsten Dimensionen gelangten, unter denen wir überhaupt das Kreisförmige auf der Mondscheibe auftreten sehen. Jeder solcher Bruchkreise, der grösste wie der kleinste, liess flüssige Untermasse durch die Brüche dringen, welche Masse zur Flutzeit heraufquoll, zur Ebbezeit wieder zurücksank, dabei aber einen übergestossenen Rest um den Rand herum zurückliess, der theils sofort, theils bald nachher erstarrte. Das scheint schon auf den ersten Blick die einzig ganz naturgemässe, aus den Gestaltungsgesetzen und der allgemeinen Beschaffenheit der oberflächlichen Mondstoffe allein folgende Erklärung



Erklärungweise der Gebilde zu sein, an welchen sich der Scharfsinn auf die mannigfachste, bisher aber stets irgendwie unbefriedigende Art versucht hat. Spätere Betrachtungen ergeben, dass die Details in ihrer Gesamtheit uns den hier skizzirten Zusammenhang als eine Gewissheit aufzwingen.

Die Pendelbewegung des Mondellipsoids war in ihrem allmäligen Verlaufe bis zum Aufhören der Art beschaffen, dass sie nicht allerorten auf der uns sichtbaren Mondhälfte eine dem Grade noch gleiche Wirkung hervorbringen konnte. Die bekannte, dem Pendelschwunge eigenthümliche stehend verschiedene Geschwindigkeit konnte zwar keinen Unterschied der Gesamteffekte bewirken, da die von beliebigen Punkten der Mondparallele durchlaufenen Strecken sich umgekehrt verhielten wie die zugehörigen Zeiten: aber da, aus später anzuführenden Gründen, die Schwingungsamplituden

stetig abnehmen mussten, so kamen allgemach gewisse meridional verlaufende Striche der Mondoberfläche, die vorher abwechselnd entgegengesetzten Wirkungen, dem Hube und der Depression, gleich ausgesetzt gewesen waren, aus dem Bereiche des ersteren kaum oder gar nicht mehr heraus und kaum oder gar nicht mehr in die Region der letzteren hinein, wogegen bei andern Strichen das gerade Gegentheil eintrat. Dem Hubbereiche lediglich angehörend war zuletzt die Oberfläche eines breiteren, der Erde zugekehrten Kugelausschnittes, dessen Spitzen die beiden Pole bildeten, und zu seinen beiden Seiten lagen zwei mit ihm gleich breite, durch Meridiane begrenzte Streifen, die vorherrschend Depression erfuhren. Zwei zirkumpolare Regionen aber erlitten nie eine andere Wirkung als die des Druckes von oben. Welche Erscheinungen an der Oberfläche können wir aus diesen Sachlagen herleiten?

Die Mondschaale war zur Zeit der grössten Schwingungsamplituden durch die alternirenden Hub- und Niederdruckwechsel namentlich in mehr äquatorialen Breiten zerbrochen worden, durch die dem Erstarrten aufgezwungene Abplattung an den Polen gleichfalls in grossen runden Flächen eingesunken. An letzteren Stellen drang unterliegendes Flüssiges als das leichter Verschiebbare über die Sprengstellen empor, drückte, als spezifisch schwerer, die starren Schalenstücke hinterher nieder und erhärtete selbst zu einer neuen Oberfläche. An allen Stellen des alten Druckwechsels kam gleichfalls seit je das tiefere Bewegliche herauf, weil es eben das leichter Verschiebbare war und stets steigend bereitwilliger nachgab als sinkend, da beim Hube die Sprünge des Festen sich öffneten, beim Niederdrucke schlossen. Es drängte die alte Mondrinde oder vielmehr deren Trümmer nach unten, bildete zwischen und über ihnen eine neue äussere Decke, und dieser Vorgang musste in bedeutend verstärktem Maasse stattfinden auf zwei Streifen meridionaler Richtung, welche, ursprünglich gleich zerbrochen, schliesslich dem Hubbereiche allein angehörten. Zwischen diesen beiden Streifen musste ein anderer, der Erde gerade zugekehrter übrig bleiben, welcher von Anfang an fast nur den Hub erfahren hatte, durch das stetig stärkere Andringen der Unterstoffe mehr gefestigt war und durch die wachsende Zuspitzung des Ellipsoids nur noch sternförmig gesprengt werden konnte, ohne sonderlich viel unterliegendes Flüssiges durchzulassen.

Die so skizzirte Umgestaltung der Mondoberfläche nun führte fast mit Nothwendigkeit zu grossen Veränderungen ganz verschiedener Art, nämlich zu dauernden Drehungen des Ellipsoids in eine andere Lage zur Erde.

Das Empordringen, Ueberfliessen und schliessliche oberflächliche Er-

starrten unterliegender flüssiger Stoffe war, wie sich leicht ergibt, nicht bloss abhängig von den Pendelschwingungen des Mondes, sondern auch von seinen Librationen, welche, wie jetzt bei seiner Stabilität, so auch in den Zeiten seiner Bewegungen bestanden. Dieser scheinbaren Schwankungen des Mondes gibt es bekanntlich zwei, eine nordsüdliche und eine ostwestliche. Die erstere ist eine Folge der im Mittel um 5° von der Ekliptik ebene abweichenden Ebene der Mondbahn, so wie der stabilen Neigung von $1\frac{1}{2}^\circ$ des lunaren Aequators gegen die Ekliptik. Die letztere steht in Zusammenhang mit der monatlich stehend verschiedenen Laufgeschwindigkeit um die Erde, welcher sich die immer gleiche Drehungsgeschwindigkeit nicht in allen Bahnpunkten anschliessen kann. Beiderlei Abweichungen bewirken, dass der der Erde nächste und gerade zugekehrte Punkt der Mondoberfläche nordsüdlich, oder nach der Breite, um $13^\circ 34'$, ostwestlich, oder nach der Länge, um $15^\circ 46'$ schwanken kann. Der gedachte Punkt läuft demnach mit der Zeit innerhalb eines sphärischen Rechtecks der angegebenen Ausdehnung hin und her, auf und nieder, d. h. die stärkste Anziehung der Erde trifft senkrecht auf Mondörter der in angegebener Weise verschiedenen Lage.

Wenn nun die starre Mondschale innerhalb dieses Bereiches nicht allein, sondern in einem viel grösseren nach allen Seiten hin nicht durchaus gleichmässig widerstandsfähig war, sondern irgendwo mehr flüssigen Unterstoff durchliess, so musste dieses das bisherige Gleichgewicht stören. Die Stelle massenhafteren Ueberfliessens wurde schwerer, da spez. schwerere Stoffe dort an einen längeren Hebelarm gelangten, bildete eine Art seitlicher Kugel (Scheibe) am Pendel, die Mitte der Pendelschwingung verschob sich nach ihr hin, und am Ende aller Bewegung musste die Mondkugel entgegengesetzt gedreht erscheinen. Das konnte in beiderlei Sinne der Libration zugleich geschehen, und so die Mondkugel schliesslich sowohl um eine nordsüdliche als um eine ostwestliche Achse gedreht stillstehen.*) Wenn ferner links und rechts auf der Mondfläche massenhafte Ueberfließungen nicht symmetrisch, d. h. nicht parallel zu dem gedachten Librationsrechtecke stattfanden, wie das die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hatte, so musste dieser Umstand zu einer Drehung des Mondes um die zur Erde

*) Die säkular verschiedene Beeinflussung der Erde durch die Sonne hat keine Bedeutung für den Mond, da der Sonnenort am Himmel für ihn nur innerhalb von nicht ganz 3 Graden nordsüdlich schwankt, überdiess aber diese Schwankungen in Perioden von 18 Erdenjahren stattfinden.

hin gerichtete Achse führen, welche Drehung den genannten Parallelismus herstellte.

Solcherlei langsame Vorgänge sind eine Nothwendigkeit bei einem bildsamen und umgebildeten Weltkörper, welchem die Rotation in Bezug auf den umbildenden mangelt, denn nur **diese** vermag Störungen des Gleichgewichtes immer sofort zu korrigiren. Die gedachten Bewegungen der Mondkugel würden um so energischer und bedeutender ausgefallen sein, wenn etwa die Erdanziehung auf der von uns abgekehrten Mondseite diametral immer die genau gleichen Wirkungen auf die Oberfläche ausgeübt hätte.

Vergleichen wir nun die thatsächlichen Befunde auf der Mondscheibe mit diesen theoretischen Betrachtungen, wobei die Bilderreihe der beigegebenen Tafel als Illustration dienen möge.

Die Figur a stellt die Mondkugel dar zu der Zeit, als eben die von der Revolution abweichende Rotation zum Stillstande gekommen war; α bedeutet diejenige Stelle der Scheibe, welche schliesslich nicht mehr um den Rand herum sich zu bewegen vermochte. In ihrer mittleren Lage, wie bei unserer Figur, werden am Ost- und Westrande die meridional verlaufenden Streifen sichtbar, über die hin der wechselnde heftige Hub und Niederdruck, je nach ihrer Lage der Erde gerade gegenüber oder seitlich in der Randregion, die schon erstarrte Mondschaale neu zerbrach und flüssige Unter Massen über sie emporquellen machte. Die beiden polaren schraffirten Segmente β und γ bedeuten die kreisförmigen Flächen, innerhalb derer gleichfalls Zertrümmerung der schon bestehenden, stärkeren Erstarrungskruste und dazu eine bedeutende Senkung des Bodens stattfinden musste in Folge der nunmehr eingeleiteten und wachsenden Verunregelmässigung der bisher bestandenen, fast vollkommenen Kugelgestalt. Die kleinen Sterne bezeichnen die damaligen Oerter der beiden späteren Hauptcentra grosser strahlenförmiger Zersprengungen der festeren Mondschaale durch andauernden Hub, die ursprünglichen Lagen von Tycho und Fabricius.

Die Figur b illustriert die abnehmende Pendelschwingung und die beginnende Drehung der Mondkugel zugleich nach Süden um eine ostwestliche und in der Richtung der Pfeile um eine zur Erde gerichtete Achse. Die zerbrochenen und mit Untermaße überflossenen Streifen im Westen und Osten erscheinen breiter. Sie bleiben schon vorherrschend unter dem Einflusse des Hubes und lassen die grossen hineinfallenden Bruchkreise, die nachmaligen Mareflächen erkennen. Das südliche Polsegment γ ist dem Verschwinden von der auf der Erde sichtbaren Mondscheibe nahe; dafür ist das nördliche β um so mehr auf dieselbe übergegangen, und an ihrem

nördlichen Rande, welcher in den Hubbereich einzutreten anfängt, zeigt sich das Heraufdringen unterliegender flüssiger Stoffe über die grosse und wachsende Depression, der Beginn der nordpolaren Mareebenen. Die beiden Sprungsterne des *Tycho* und *Fabricius* fangen an sich zu bilden, denn ihre Lokalitäten kommen schon gar nicht mehr aus der Hubregion heraus.

Die Figuren c, d und e zeigen nacheinander vorgeschrittenes und schliessliches Stadium der Oberflächengestaltung und doppelten langsamen Drehung des Mondes in Bezug auf die Erde, und ihnen reiht sich als f die sogleich zu besprechende Konstruktion des Librationsrechtecks an. Beide Figuren e und f sind genau gleiche und naturgetreue Nachzeichnungen der *de la Rue'schen* Photographie des Vollmondes, soweit die Hauptzüge der Fläche, unebener Hoch- und ebener Tiefboden, in Betracht kommen.

Die Rotationsachse des Mondes, d. h. diejenige, um welche er sich ursprünglich wälzte, später pendelte und heute von der Erde innerhalb eines Umlaufes gedreht wird, blieb in Bezug auf den Weltenraum und auf die Erde dieselbe, wich wenigstens nicht erheblich von ihrer Urlage ab, wie wir das aus dem Verlaufe der Marestreifen gegen die nordpolare Depression ersehen können. Sie passirte nördlich genau oder nahezu unterhalb der heutigen Mitte des Mare Imbrium hindurch und lag im Süden unterhalb einer Stelle östlich des Ringberges *Tycho*. Der lunare Nordpol hatte also vor der nordsüdlichen Drehung und vor derjenigen um eine gerade zur Erde hin gerichtete Achse genau oder nahezu das Zentrum des Mare Imbrium gebildet, und um dieses Zentrum lag dieses grosse Senkungsfeld als fast vollkommener Kreis, welcher uns heute nur durch perspektivische Verkürzung als Ellipse erscheint. Um den alten Nordpol und um das Mare Imbrium herum sehen wir ferner einen viel grösseren dunkleren Kreis, welcher östlich das Mare Serenitatis, den Lacus Somniorum und den Lacus Mortis, nordöstlich und nördlich das Mare Frigoris, nordwestlich den Sinus Roris, westlich und südwestlich einen Theil des Oceanus Procellarum, südlich den Sinus Aestuum, südöstlich das Mare Vaporum umspannt, sich in seinem ganzen zirkumpolaren Verlaufe mit grosser Deutlichkeit, besonders bei den photographischen Mondbildern, ausspricht und nur noch mehr als das innenliegende Mare Imbrium durch perspektivische Verkürzung zur schiefen Ellipse verzerrt ist. Diese ganze Region bezeichnet also genau diejenige Kalotte, welche in etwa schon zur Zeit der selbstständigen Achsendrehung und mehr und mehr während der Pendelungsperiode des Mondes eine grosse Depression erfuhr, dabei aber schon gleich und während der nordsüdlichen Drehung in zunehmendem Maasse mit unterliegender, schwächerlichtreflektirender Masse überflossen wurde.

Das Mare Imbrium sowohl als der beschriebene grössere Kreis der nordpolaren Depression werden genau von zwei gleichbreiten Streifen desselben Oberflächenzustandes durchkreuzt, welche augenscheinlich die ganze Kugel als grösste Kreise umziehen. Den östlichen Streif bilden nacheinander das Mare Serenitatis, das Mare Tranquilitatis, das Mare Foecunditatis nebst dem Mare Nectarum, und er geht deutlich über den südöstlichen Mondrand hinüber, nahe an welchem ihn nur die ehemals äquatoriale und solidere Umgebung des Sprungzentrums Fabricius in etwa unterbricht. Der westliche Streif beginnt mit der nachträglich gehobenen Umgebung des Kopernikus, welche ihn theils in seiner Deutlichkeit stört, umfasst einen grossen Theil des Oceanus Procellarum, das Mare Nubium nebst dem Mare Humorum, und er verläuft sehr bemerkbar weiter bis in die Nähe des Mondrandes, wo auch ihn wieder die früher äquatoriale, sehr sichtbarlich runde Umgebung des Tycho in der Klarheit des Hervortretens beeinträchtigt, so wie ihn am Mondrande selbst die durch perspektivische Verkürzung dicht gedrängt erscheinenden und seitlich stark lichtreflektirenden Kraterwälle unsichtbar machen. Auffallend genug manifestirt sich, trotz gestörter Deutlichkeit, das Vorhandensein der weniger lichtreflektirenden, übergetretenen Materie innerhalb des westlichen Strahlenbereiches des Tycho dadurch, dass die hellen Sprunglinien nach der Seite des Mare-Streifs hin fast ganz fehlen, dass eine allgemein dunklere Färbung der Fläche vorherrscht, und dass Tycho selbst, noch eben in seinem Bereiche gelegen, mit einer dunkleren Aureole umgeben ist. Letzterer Umstand beweist die nachträgliche Depression dieses Ringwalles, als er durch die nordsüdliche Mondrehung unter den Rand der stetigen Niederdruckregion des Mondrandes geschoben wurde, und die so erfahrene Senkung ist überdiess darin ausgesprochen, dass die Tychostrahlen ganz in der Nähe dieses Berg-ringes zu diesem hin, also nach unten eingebogen erscheinen.

Ueber den nördlichen Kreuzungspunkt beider Marestreifen hinaus passirt der erstgenannte, östliche deutlich den Mondrand, weil dort, bei selteneren Ringwällen, die störende Lichtreflexion fast gänzlich fehlt; der westliche dagegen wird seinerseits durch dichteren Randgebirgs-Reflex verdeckt.

Nach dieser Orientirung in Bezug auf die Marestreifen und ihre nordpolare Kreuzungsfläche, das Mare Imbrium, können wir daran gehen, die Drehung der Mondkugel um eine zum Erdmittelpunkte hin gerichtete Achse zu beweisen, indem wir unsere Figur f der Tafel zu Hülfe nehmen.

Der Verlauf der Marestreifen führt uns auf die Lage der Kugel gegen die Achse, um welche die Pendelbewegung zuerst stattfand. Dieselbe lag in einer Ebene mit dem grössten Kreise aa' , welcher den Raum zwischen den

Marestreifen in zwei Hälften theilt, und welcher grösste Kreis heute als halbe flache Ellipse erscheint in Folge der westöstlichen Drehung des Mondes durch ungleiche Beschwerung rechts und links (westlich und östlich); $b b'$ bezeichnen also die Endpunkte der Pendelungsachse in ihrer Urlage zur Kugel, und die sie verbindende Gerade ist ihre älteste Richtung gegen den Mondkörper. Sie liegt schief zu dem kleinen Librationsrechtecke $c d e f$ und zu dem grösseren $g h i k$, welches den Hubbereich darstellt und sich stetig nach Maassgabe des kleineren hin und her, auf und nieder verschiebt. Genau gleich schief zur alten Achsenrichtung liegen auch die Hauptgrenzen und die Längachsen der beiden grossen Mareflächen, die langen Südränder des Mare Imbrium und des Mare Serenitatis, so wie deren ostwestliche Halbirungslinie, dazu die Südenden der vier Mareflächen Humorum, Nubium, Nectaris und Foecunditatis und der ganze Nordrand des grössten Marekomplexes. Da nun die heutige Rotationsachse des Mondes $N S$ offenbar noch ganz oder nahezu die ursprüngliche ist, da sich zu ihr die gedachten Maregrenzen in senkrechter, zum Hubrechtecke der Librationen in vollkommen paralleler Lage befinden, so kann dieser Sachverhalt nur durch eine entsprechende Drehung der Kugel um den Betrag $N b$, $S b$ behufs Herstellung des Gleichgewichtes eingetreten sein. Details ohne Zahl, auf die wir erst später zu reden kommen können, beweisen diesen Vorgang ebenso unwiderleglich wie vorstehende Betrachtung.

Die ostwestliche Drehung des Mondkörpers oder seine schliessliche Ruhe in einer Lage zur Erde, bei welcher die alte Zentralstelle der Scheibe um einige Mondäquator-Grade nach Osten verschoben erscheint, ist ebenso leicht als Nothwendigkeit zu erkennen, wenn wir eine offenbare Krustenschwäche gegen den nunmehrigen nordwestlichen Mondrand hin in's Auge fassen. Dort trat der breite Oceanus Procellarum über die alte Oberfläche nachträglich hervor unter dem Hubbereiche, welcher diese Region mit der nordsüdlichen Drehung immer energischer betraf. Sehr deutlich zeigt die dortige Krustenzerstörung ein grosser Bruchkreis, an dessen Rande die Ringwälle Kepler und Aristarch stehen.

Was die bei weitem bedeutendste Drehung des Mondes von Norden nach Süden oder um eine ostwestliche Achse betrifft, so bedarf sie nach dem Vorhergehenden kaum noch der näheren Begründung. Das grosse Uebergewicht der auf der nördlichen Halbkugel nachträglich emporgedrungenen, spezifisch schwereren Unterstoffe gegen die der südlichen angehörigen musste eine solche Umlegung bewirken, und dieselbe würde jedenfalls noch bedeutender geworden sein, das Mare Imbrium in eine völlig zentrale Lage auf der Mondscheibe gebracht haben, wenn nicht ein überschüssiges Gegengewicht der Südhemis-

sphäre das verhindert hätte. Dieses Gegengewicht wurde gebildet durch die ehemals äquatoriale, schärfere Aufwölbung oder Spitze des Ellipsoids, zur Zeit der beginnenden Pendelbewegung entstanden.

Dass unsere gewöhnlichen Instrumente sie messend nicht nachweisen und den Mondrand als vollkommenen Kreis zeigen, liegt einmal an der verhältnissmässigen Kleinheit dieser ellipsoidischen Verlängerung, deren blosser Saum über den südlichen Mondrand hinüberreicht; zweitens an der ganzen heutigen Lage des Mondes, bei welcher er uns die alte nordpolare Abplattung schräge zukehrt.

Beide Streifen nachträglich übergetretener Materie oder die Reihen der Mareflächen haben, der westliche nach Westen, der östliche nach Osten hin, gleichgeartete, nur weniger ausgesprochene und durch Perspektive verschmälert erscheinende Erweiterungen, welche die grössere Amplitude bezeichnen, mit welcher die Pendelbewegungen uranfänglich stattfanden, die Mondkruste zerbrachen und flüssige Unterstoffe über sie empordringen liessen.

Wenn man die Handgreiflichkeit des Zusammenhanges aller dieser grossen Züge betrachtet, so kann man sich kaum der Verwunderung erwehren darüber, dass bis jetzt noch niemand in denselben die augenfällige Bestätigung der vorzeitlichen Bewegungen der Mondkugel erkannt hat, welche doch schon immer theoretisch feststanden oder wenigstens festzustellen waren. Dass man nicht dahin gelangte, lag aber an der Unbekanntschaft mit dem Principe kosmischer Gestaltbeeinflussung oder säkularer Stoffumsetzung, von Weltkörper auf Weltkörper ausgeübt, obschon diese Wirkung nur eine fernere Konsequenz aus *Newton's* grossem Gesetze war.

Wir kommen nun zu weiteren Belegen der langdauernden und mit der völligen Erstarrung endigenden oszillatorischen Bewegung des Mondes, welche Belege, zahllose bisher theils räthselhafte, theils falsch aufgefasste Einzelheiten umschliessend, durch unsere neue Auffassungsweise in das rechte Licht gestellt werden.

4. Kapitel.

Die Entwicklung der Mondoberfläche, illustriert durch die Details derselben.

Bei dieser spezielleren Umschau halten wir uns an die photographirte plastische Mondkarte *Carpenter's* und *Nasmyth's* in deren neuem Werke „*The Moon etc.*“, namentlich aber an die Mappa selenographica von *Beer* und *Mädler*, auf welche sich die englische plastische Darstellung gründet.

Die riesigen Flutwellen, welche alles Flüssige an der Oberfläche des

Mondes oder unterhalb derselben unter der Gewalt der Erdanziehung warf, bewegten sich mit der Pendelschwingung dieses Weltkörpers ostwestlich hin und her. Der jeweiligen Schwingungsrichtung entgegen, ging einmal die Stauung nach Osten, darauf nach Westen, die Ausgleichungswelle der Flut hinterher aber immer vorherrschend umgekehrt. Es mussten also die grössten und grösseren Flächen der über die schon feste Decke getretenen neuen, flüssigen Materie abwechselnd nach Westen und Osten hin Wellenkämme über ihre Ränder hinüberwerfen, von denen immer ein Rest zurückblieb, indem er, sich oberflächlich rascher abkühlend, an Ort und Stelle erstarrte. War anfangs die Breite solcher erstarrter, dünner Schichten grösser, so wurden sie durch den Aufbau neuer festwerdender Wellenreste allmählig höher, aber dafür schmaler. Der Wellen-Impetus dagegen blieb derselbe und trieb die flüssigen Massen an den graduell steiler werdenden Böschungen hinauf, so dass der Randaufbau der Erstarrungsschichten die Wellenhöhen nach und nach bedeutend übertraf. Es bildeten sich die Wälle, wie sie sich namentlich am Mare Crisium in westlicher und östlicher Lage längs desselben so deutlich und ungestört erhalten haben.

Sank der bewegte Marespiegel nach und nach durch Erstarrungsverlust an den Rändern, und nahmen die Flutwellen an Höhe ab durch wachsenden Reibungswiderstand, indem sich nämlich bald über die ganze Fläche hin Erstarrungsschöllchen bildeten, so wurden die aufgeschütteten Ringe der Uferbrandungen enger und bildeten niedrigere, parallel laufende Segmente von Rückenkreisen innerhalb der älteren höheren, wie wir es wieder am schönsten beim Mare Crisium vor uns sehen, da hier, als in einer später ziemlich neutralen Lage zwischen Hub und Niederdruck, kein neuerliches massenhaftes Emporquellen heisser Massen die ersten Uferringe abgeschmolzen und verwischt hat.

Der graduelle Fortschritt des Steif- und Zähwerdens über die Mareflächen hin verengerte natürlich immer mehr die freiwogenden Strecken derselben, und die so sich bildenden Grenzen letzterer mussten, wofern sie nur irgendwie einmal mehr stabil blieben, jedesmal durch flache Brandungsaufschüttungen für immer bezeichnet werden. War der Wogenschlag in Folge der Mondbewegung hauptsächlich nach Westen und Osten gerichtet, so mussten alle solche inneren flacheren Brandungsrücken einen vorherrschend nordsüdlichen Verlauf annehmen. Sehen wir nun nach, ob sich solcherlei Gebilde über die Mareflächen hin überhaupt zeigen und ob sie die theoretisch behaupteten Eigenschaften an sich tragen.

Mädler sagt in seiner Schrift: „Populäre Astronomie“, § 117: „Die

grauen, ebeneren Landschaften des Mondes (die Mareflächen) sind ohne Ausnahme von langen, flachen, geraden oder doch nur in grossen, freien Krümmungen dahinstreichenden Höhenrücken durchzogen, die man — nicht ganz passend — Bergadern genannt hat. Sie sind nicht als Verzweigungen und Ausläufer grösserer Gebirge zu betrachten, die überhaupt nur selten Verzweigungen zeigen, sondern meistens ganz unvermittelt aus der Tiefebene emporsteigen. Dagegen bestehen unter ihnen selbst mannigfaltige Verbindungen. Nur wenige sind von hellerer Farbe als die Umgegend; bei weitem die meisten verschwinden nicht nur im Vollmonde, sondern auch schon bei mässig hohen Erleuchtungswinkeln, denn da ihre Böschung äusserst gering, öfter unter als über 5° ist, so zeigen sie nur bei Sonnenauf- und Untergang einigen Schatten und werden dadurch kenntlich. Von einigen mag die Höhe nicht über 50 Fuss betragen; da sie aber beträchtlich breit (wohl $\frac{1}{2}$ bis 1 Meile und darüber) und viele Meilen lang fortstreichen, so kann ihr Schatten bei sehr geringem Erleuchtungswinkel sie uns kenntlich machen. Doch finden sich auch einige von 1000 Fuss und darüber hoch.

„Selten zeigen sich auf ihnen einzelne Gipfel; zuweilen indess enden sie an solchen. Die Rückenlinie ist entweder ganz gleichförmig oder bildet sehr sanfte Wellen. Oefter enden sie an Kratern, oder werden durch solche unterbrochen, auch wohl in ihrer Richtung geändert. Einzelne erstrecken sich auf 60 bis 80 Meilen, z. B. die, welche nördlich an Timocharis vorüberzieht. In den grösseren Wallebenen (Ringgebirgen ohne Zentralberg) bemerkt man bei Anwendung starker Vergrösserungen zuweilen äusserst zarte, schmale und niedrige Bergadern; in den helleren Landschaften (also ausserhalb der Mareflächen) sind sie seltener und dann immer nur kurz.“

Zu dieser Schilderung, welche in allen ihren Einzelheiten auf den von uns behaupteten Ursprung und auf keinen anderen hinweist, bringt die Mappa selenographica noch die von *Mädler* nicht in Worte gefasste, wichtige Ergänzung, dass fast alle sogenannten Bergadern (und es sind ihrer Tausende vorhanden) einer nordsüdlichen Richtung folgen in derjenigen Region der Mondscheibe, bei welcher der primäre Wellenschlag sich geltend machen konnte, und dass ein ostwestlicher Verlauf nur vorherrscht um den Nordpol herum, wohin bloss Ausgleichungs- oder Sekundärfluten gelangten, die von Süden kamen und an nordwärts gelegene feste Ränder am heftigsten anschlugen. Natürlich waren beim Wellenschlage und vornehmlich bei seiner Reflexion die Ufergestalt und die Form des flutenden Beckens in hohem Grade mitbestimmend, wie das jedem seit den Kinderjahren durch Beobachtung bewegter Flüssigkeits-Oberflächen bekannt ist; daher musste der nordsüdliche Zug der

Brandungsrücken in der Nähe ältester Ufer diesen, weiter nach innen den neueren Erstarrungsrändern, bei engen Becken deren Längachsen folgen; daher mussten bei Reflexionslinien, die unter Winkeln zusammenstießen, gekreuzte Brandungsriffe entstehen von mitunter so mathematisch genauer Regelmässigkeit der Zusammensetzung, dass den Beschauern bei ihnen der Gedanke an gigantische Kunstbauten lunarer Architekten nahe gelegt wurde. Wo die flutenden Ebenen durch Ringwälle oder sonstige Erhöhungen älteren Datums unterbrochen wurden, da mussten sich die Brandungsrücken um dieselben biegen, sich an sie anlehnen oder bei ihnen zu einem Ende kommen je nach der Gestalt der wellenwerfenden Fläche und den Reflexionsufern gegenüber.

Mit Beispielen für alle genannten Arten des Vorkommens könnte man ein grosses Buch füllen. Wir beschränken uns hier auf einige hervorragende für eine jede.

Dichtere westliche und östliche Parallelzüge von Brandungsrücken nahe an Mareufern zeigt, ausser dem besprochenen Mare Crisium, vornehmlich das Mare Nectaris in seinem mittleren und nördlichen Theile und das Mare Foecunditatis. Graduelles Schwinden der flutenden Fläche spricht sich an dichteren und vereinzelteren Parallelrücken über deren ganze Ausdehnung hin aus bei allen Maren gleichmässig, besonders instruktiv aber im Sinus Aestuum. Modifikationen der nordsüdlichen Richtung durch stark überwiegende Längachse eines Marebassins tritt hervor im südlichen Theile des Mare Tranquilitatis. Gekreuzte und rechtwinklig oder nahezu so sich begegnende Erstarrungsrücken finden sich in Unzahl nördlich und nordöstlich des Ringwalles Theophilus im Mare Tranquilitatis, in besonderer Vollkommenheit aber nördlich des Plato im Mare Frigoris. Durch entgegenstehende kleinere Hindernisse (Ringwälle oder isolirte Berge) entstandener abweichender Verlauf der Brandungsriffe zeigt sich in ausgezeichneter Klarheit an Kopernikus, bei Aristarch, Gassendi, Eratosthenes, Archimedes und vor allen um Maskelyne im Mare Tranquilitatis (siehe die plastische Mondkarte des *Carpenter-Nasmyth'schen* Werkes), so wie bei Tarantius am Nordende des Mare Foecunditatis.

Die Entstehungsart dieser sehr flachen, meist langgestreckten, fast gleich hohen und in allen Modifikationen den brandenden Wellenschlag genau nachahmenden Bildungen liegt so klar auf der Hand, dass es einen Wunder nimmt, wie man nicht schon seit lange auf die von uns hier dargelegte Weise geschlossen, sondern nur auf Emporquellen aus Spalten oder sogar (*Carpenter* und *Nasmyth*) auf Runzeln in lederartiger Mondrinde, gleich denen eines welken Apfels und einer Greisenhand, gerathen hat.

Wie die alternirend ost- und westwärts gerichtete Stauung der kolossalen

unaren Gezeiten der Pendelungsperiode durch die dieser Bewegung ganz entsprechend gebauten, mehrfach gedoppelten Ringwälle des Mare Crisium bewiesen wird, und wie diese Bildungen ihrerseits, nebst den nordsüdlich verlaufenden Brandungsriffen der Mareflächen wiederum in genannter Bewegung ihre volle und einzige Erklärung finden, so ist beiderlei ganz ebenso und wo möglich noch augenscheinlicher der Fall bei den zahllosen Rundgebilden der ganzen Mondoberfläche, bei den Ringwällen (Wallebenen) und sogenannten Kratern.

Dieselben bilden, nach ihrer Grösse geordnet, eine ununterbrochene Reihe identischer Objekte nach Gestalt und Entstehungsweise. Wenn wir diese Reihe mit dem Mare Crisium beginnen lassen (da andere in den Photographien noch deutlich sichtbare Bruchkreise durch nachträgliche Ueberflutung mit neuen Massen und durch andere Umgestaltung mehr verwischt sind), so geht sie nach abnehmender Grösse weiter mit den Wallebenen Clavius, Schickard, Hipparch, Grimaldi, Ptolemäus, Schiller, Stöffler, Purbach, Arzachael, Gassendi, Plato, Archimedes, Eudoxus, Aristillus etc. etc. und mit einer je weiter herab, je zahlreicheren Schaar von Gefährten gleicher Ausdehnung wie die genannten Ringwälle. Allen diesen Bildungen miteinander nun ist, nach Ausweis der englischen plastischen Detailausführungen, so wie der Mappa selenographica, der folgende, beim Mare Crisium schon besprochene Zug gemeinsam: Der Wall ist gerade oder fast gerade im Norden wie im Süden auffallend niedriger. Diese Erniedrigung ist oft so bedeutend, dass, wenn man die von den seitlichen Marewellen herrührenden, sich an die Wälle anlehenden Brandungsrücken mit hinzurechnet (die aber, wie wir gesehen, nicht zum Walle gehören), es fast so aussieht (bei Kopernikus), als seien die Kessel in Folge von Anfüllung mit flüssigen Stoffen geborsten und haben ihren Inhalt nach Norden und Süden hin entleert. Besonders auffallende Beispiele gerade dieses Sachverhaltes bieten, ausser Kopernikus, noch Archimedes, Cyrillus, Mercator, Aristarch, Herodot, Posidonius, Hevelius, Petavius, Furnerius, Metius, Fabricius, Piccolomini, Alphons, Schickard, Julius Cäsar u. a. m. Oestlich und westlich erreicht jeder von späteren Zerstörungen unberührt gebliebene Wall nicht nur seine höchste Erhebung, sondern ist auch ausschliesslich in beiden Richtungen in den allermeisten Fällen gedoppelt oder vielfach der Art, dass Segmente von Wällen streckenweise parallel laufen. Dabei steht die Haupt- und den Ring am meisten schliessende Erhebung fast regelmässig nach aussen, und die kürzeren Segmente, welche zugleich niedriger sind, liegen nach innen. Was kann anderes hierin ausgesprochen sein als das, die Wälle seien durch ost-westlich seitliches Ueberstossen und schichtenweise Erhärtung von

flüssigen Massen entstanden, welche an mehr oder minder grossen, kreisförmigen Durchbruchstellen der noch dünneren, starren Mondkruste unter dem wechselnden Hube der Erdattraktion empordrangen und je nach der Schwingungsrichtung des pendelnden Mondes bald mehr nach Osten, bald mehr nach Westen, niemals aber nach Norden und Süden mit gleichem Impetus an den schon vorhandenen Erstarrungsringen hinaufstiegen. Das allmälige Schwinden des Mondkörpers durch Abkühlung sowohl, wobei die durch die Wälle gefestigte Oberkruste nicht gleichen Schrittes nachfolgte, als auch namentlich der Verbrauch des Flüssigen durch Ueberstossen nach aussen brachte nach und nach den flutenden Spiegel innerhalb der Wälle zum Sinken, so dass er bei schliesslicher gänzlicher Erstarrung unter das Niveau der den Ringwall umgebenden älteren starren Fläche zu liegen kam, wofern er nicht durch die besprochene graduelle Drehung der Mondkugel neu unter stärkere Erdwirkung geschoben wurde, neu aufbrach und sich hob, wie das in den meisten Fällen da geschehen, wo die Ringwälle endlich unter die mehr senkrechte und kaum noch schwankende Erdanziehung geriethen.

Dass sich in vielen Fällen die Wälle nach aussen hin viel höher über die Umgebung erheben, als es die freien Flutwellen thun konnten, bildet keinen Einwand gegen unsere Erklärungsweise, denn einmal wurden letztere, wie schon gesagt, durch ihren gewöhnlichen Impetus an den inneren, wachsenden Böschungen hinaufgeschleudert, durch Stauung in der Höhe gesteigert (terrestrische Fluten können auf diese Weise sogar verdreissigfach werden); zweitens wuchs dieser Impetus selbst mit der Verengerung der Bruchkreise, durch welche sich die Flut unter der Oberfläche Luft machen musste. (Wenn eine Flüssigkeit durch eine Oeffnung hindurchgepresst wird, so wächst ihre Strömungsgeschwindigkeit, gleiche treibende Gewalt und Reibung vorausgesetzt, in dem Maasse, wie der Quadratinhalt der Oeffnung abnimmt.)

Wo das neue Vollfliessen der Ringwälle mit einer durch ihre geringere Lichtreflexions-Fähigkeit deutlich sich unterscheidende Masse stattfand, da trat zweierlei ein, dessen Spuren wir noch heute sehen: Erstens bildeten sich die durch den Wellenschlag auf engerer Fläche entstehenden minutiösen Brandungsriffe, auf welche *Mädler* in dem oben mitgetheilten Passus hinweist, zweitens verschwand mehr oder minder vollständig der sogenannte zentrale Konus der ursprünglichen Kraterbildung.

Dass die kleinen und von den stärksten Instrumenten jedenfalls nur zum Theile sichtbar gemachten Brandungsriffe im Inneren der Wallebenen gleichen Ursprunges sind mit den viel grösseren der ausgedehnten Mareflächen, wird jedem aus tausendfältigen Beobachtungen an verschieden grossen, bewegten

Flüssigkeitsspiegeln klar sein. Die Ringwellen einer angestossenen Schüssel mit Wasser stehen zu denen eines Fischteiches, eines Landsees, des Ozeanes der Grösse nach in demselben Verhältnisse wie die Schüsselfläche zu derjenigen der ausgedehnteren wassergefüllten Behälter. Als besonders hervorragende Beispiele von grösseren und kleineren Wallebenen mit deutlich sichtbaren Binnenriffen präsentiren sich uns Petavius, Langrenus, Frascator, Cyrillus, Fabricius, Metius, Posidonius, Hainzel, Gassendi, Grimaldi; doch fehlen sie nirgends gänzlich innerhalb ähnlicher Wallringe, und Unzahlen gleicher Brandungslinien werden sicher nur wegen ihrer Kleinheit nicht wahrgenommen. Wir kommen an späterer Stelle noch einmal auf die Brandungsriffe als Gesammtheit zurück.

Der sogenannte Zentralberg, welcher, wo er noch sichtbar geblieben, sich nie so hoch erhebt wie der Wall, ja tausende von Fussen ihm an Höhe nachstehen kann, hat die meisten Mondforscher betreffs der Entstehung der Ringberge irre geleitet. Man gab ihm dieselbe Bedeutung für die ganze zugehörige Bildung, welche die Zentralkegel bei vielen irdischen Vulkanen haben, glaubte, er sei, wie sie, das Erzeugniss letzter auswerfender Thätigkeit und schloss nun, der Wall umher sei eine Anhäufung von Auswurfstoffen gleicher Beschaffenheit und gleicher Aufschüttungsweise wie bei den terrestrischen Feuerbergen.

Nun aber ergeben sich die Mittelspitzen der lunaren Ringwälle, näher besehen, als sehr unregelmässige Gebilde, oft aus vielen kleinen Kegeln, oft aus einem wirren Durcheinander von allerlei Höckern und Rücken bestehend, keineswegs also in etwas mehr als der in etwa zentralen Lage den terrestrischen Auswurfkegeln mancher Krater ähnlich. Aus ihnen heraus oder aus der Stelle, wo die Zentralhöhen schliesslich stehen, sollen ferner die bis 20, ja sogar über 60 deutsche Meilen im Durchmesser haltenden Ringgebirge (der Wall des Mare Crisium) als Asche und Rapili emporgeschleudert und ringsum in meist beträchtlicher Steilheit aufgebaut worden sein. Ein derartiger Vorgang ergibt sich bei einigem Nachdenken als reine Unmöglichkeit. Von der auf keine Weise zu motivirenden Schleudergewalt gänzlich zu schweigen, würde nie und nimmer auf besagte Art ein jäh ansteigender, zackiger und so regelmässig ungleich hoher Wall, wie wir ihn thatsächlich vor uns sehen, entstanden sein, sondern dafür eine äusserst flache kreisförmige Erhebung gleicher Höhe ringsum und von grosser Breite, mit einer inneren Ebene, höher als die Umgebung des Ringgebirges. Der sogenannte zentrale Konus oder vermeintliche Auswurfkegel ist aber weiter nichts, als das Ergebniss des Wellenschlages in einem runden Behälter. Jeder weiss doch, dass

das Wasser in einer runden Schüssel, in der Mitte gestört, erst am Rande, dann in der Mitte und so weiter abwechselnd eine Welle aufwirft. Jeder hat gesehen, dass eine steifflüssige Masse mit runder Begrenzung, ebenso gestört, einen kleinen zentralen Höcker aufwirft und behält. So ist die Innenkuppe der lunaren Wallringe, in der Einzahl oder Mehrzahl vorhanden, zu Stande gekommen. Die zurückkehrenden Randwellen schlugen dort jedesmal zusammen und hinterliessen bald erstarrende Rückstände, welche allmählig zu Spitzen aufwuchsen; der ganze Vorgang aber musste mehr gegen das Ende der Ringwall-Entwicklung hin liegen, als sich in der seichter gewordenen Innenflut leichter Erstarrungsschollen festsetzen konnten.

Indem wir die Beleuchtung noch anderer, von der unserigen abweichender Auffassungen betreffs der Ringwall- und Kraterbildung für ein späteres, besonderes Kapitel aufsparen, fahren wir hier mit Ausführung der eigenen fort rücksichtlich solcher Fälle, welche Anomalien zu bilden scheinen.

5. Kapitel.

Einzelvorkommen abweichender Eigenschaften.

Sie lassen sich unter die drei Ueberschriften: Grössere und kleinere Krater, übergreifende Krater, Wallringe sehr unscheinbarer Höhe bei theils bedeutendem Umfange rubiziren.

Grössere und kleinere Krater. Die durch Abkühlung stetig an Dicke wachsende Mondkruste setzte natürlich der sie zerstörenden Gewalt der Unterfluten und -ebben einen immer bedeutender werdenden Widerstand entgegen, und die Bruchkreise mussten demgemäss je später je kleiner werden. Dabei waren nun zweierlei Abweichungen von der oben skizzirten Entwicklungsart des Kraterwalles unausbleiblich. Einmal konnte derselbe sich nicht bis zu derselben Höhe aufhäufen, wie bei den grösseren Bruchkreisen, weil das Gesamtquantum der übergestossenen flüssigen Stoffe, von der durch die Enge erzeugten Forcierung abgesehen, abnahm wie die Quadratfläche der Krustenöffnung, der Wallumfang dagegen nur wie der betreffende Halbmesser; zweitens musste die durch das allmähliche Sinken des überstossenden Innenspiegels entstehende Vertiefung innerhalb des Walles im Verhältnisse zur geringeren Wallhöhe grösser werden, als bei den älteren, ausgedehnten Gebilden, da die gedachte Senkung später wie früher mit gleich grossen Schritten stattfand; drittens konnte ein Unterschied der Wallhöhe nach Westen und Osten, gegen Norden und Süden gehalten, nicht

verhältnissmässig ebenso gross ausfallen wie vordem, weil innerhalb der kleineren flutenden Spiegelfläche Reflexionswellen von fast gleicher Höhe nach allen Seiten des näheren Randes in kurzer Zeit liefen und annähernd gleichgrosse erstarrende Reste zurückliessen.

Uebergreifende Krater. An vielen Stellen der Mondoerfläche, besonders aber in ihrem südlichen Theile und dort in vorzüglich ausgeprägter Weise bei einem Kraterkomplexe nahe östlich an Tycho*), finden wir Wallringe, welche in dicht benachbarte hineinragen und einen Theil derselben herausschneiden. Die Erscheinung erinnert an flache Teller, deren einer über den Rand des anderen hinüberläge. Zu allermeist greift ein kleinerer Krater in einen grösseren, also ein jüngerer in einen älteren hinüber. Daraus geht mit Sicherheit hervor, dass der verletzte, ältere Wall durch einen neuen Kreisbruch der Mondschale vollständig beseitigt wurde bis soweit wie die Bruchfläche reichte, und dass der neue Aufbau von einer neu hergestellten Ebene an stattfand. Es wird demnach schon durch diese zahlreichen Vorkommen allein die *Carpenter-Nasmyth'sche* Annahme der Aufschüttung aus einer zentralen Auswurfstelle vollständig widerlegt, da bei ihr unvermeidlich die beiden Wallstücke, das übergriffene und übergreifende, nachträglich sichtbar sein müssten, was nirgends der Fall.

Wallringe sehr unscheinbarer Höhe bei theils bedeutendem Umfange. Fälle dieser Art sind äusserst zahlreich über die ganze Mondscheibe hin, aber trotz aller Häufigkeit an den Mareboden gebunden, so dass der Schluss nahe gelegt wird, auf einem älteren Boden habe ein normal hoher Wall gestanden, welcher durch Senkung mit seiner ganzen Umgebung von heraufgedrungener neuer Masse um- und vollgeflossen und so in derselben mehr oder minder verschwunden sei. Diesen Schluss zunächst durch thatsächliche Befunde zu stützen und hinterher unsere oben ausgesprochene Behauptung einer durchsichtigen Beschaffenheit der nachträglich über Theile der Mondoerfläche geflossenen Untermassen durch zahlreiche Detailerscheinungen überzeugend zu begründen, müssen wir den Leser ersuchen, die schönen plastischen Einzelausführungen der Herren *Carpenter* und *Nasmyth* und die stark vergrösserten Stereoskop-Bilderpaare *Warren de la Rue's* mit uns zur Hand zu nehmen.

Die *Nasmyth-Carpenter'sche* Platte X umfasst das Kraterpaar *Aristoteles* und *Eudoxus* nebst nächster Umgebung. Diese Gegend gehört der nördlichen Polarregion an, deren ursprüngliche Abplattung nachträglich durch die

*) Auf der *Carpenter-Nasmyth'schen* Reliefkarte unrichtig verzeichnet.

nordsüdliche Mondsdrehung mit neuer Masse von unten theilweise wieder aufgefüllt worden ist. Hier sehen wir dicht südlich des letztgenannten Ringwalles die ovale, ganz ebene Innenfläche und einen Theil der inneren Böschung eines anderen versunkenen und hinterher nahezu völlig eingeebneten. Nahe an Aristoteles liegt westsüdwestlich der kleinere Ringwall Egede, welcher aus der neueren Maredecke noch etwas deutlicher hervorschaut als der vorgenannte überflutete. Nebenbei sei hier noch auf das schöne Exemplar eines Brandungsriffes des östlichen Mare Frigoris hingewiesen, welches sich in der unteren rechten Ecke unseres Bildes befindet.

Die Platte XII führt uns den Ringwall-Komplex Theophilus, Cyrillus, Katharina nebst anstossenden Gegenden vor. Der linke Theil des Bildes enthält ein Stück des östlich anliegenden Mare Nectaris, und rund um die Wallgruppe herum ist sogenannter Mareboden vorherrschend. Demzufolge haben wir eine förmliche Anhäufung solcher Krater, die schliesslich unter übergetretenen flüssigen Stoffen beinahe verschwunden sind. Als erstes Beispiel steht der in der linken oberen Ecke des Bildes liegende grosse Ringwall Frascator da. Ein nördliches Drittel seines Wallzuges ist vollständig versunken und überdeckt. Der entgegengesetzte südliche Theil, in welchem die charakteristische Lücke deutlich wahrzunehmen, ragt am meisten hervor, und die ursprüngliche Innenfläche des Ganzen muss nach Norden hin abfallend unter der gegenwärtigen Hüllschicht liegen. Zwischen Frascator und Katharina befindet sich der kleinere alte Krater Beaumont, welcher nahezu ganz zugedeckt, südlich von ihm ein noch kleinerer, der ziemlich vollgelaufen ist. Dasselbe ist der Fall bei Polybius und einem anderen kleineren Krater, beide südlich von Katharina, bei einem nur halb im Bilde befindlichen nordwestlich des letzteren, bei einem kleineren Krater nahe westlich an Cyrillus. Fast nur noch kenntlich an einer runden, ebenen Fläche sind 3 fernere Krater, der eine nordnordwestlich des letztgenannten verdeckten, die beiden andern dicht am unteren Rande des Bildes. Die Innenfläche des Ringwalles Katharina selbst ist eine solche sekundärer Entstehung und enthält 3 deutliche kleinere Wallebenen mit fast nur angedeuteten Wallringen, und eine Art von Verbindung zwischen Katharina und Cyrillus ist nichts anderes als ein später gefüllter, zerstörter Ringwall von ehemals grösserer Tiefe.

Die Platte XIII, eine kleine Parthie aus der heutigen Zentralregion der Mondscheibe darstellend, nämlich die Ringgebirge Ptolemäus, Alphons und Arzachael nebst Nachbarstrichen, kann zwar innerhalb ihres grösseren Theiles keine eigentlich versunkenen und überdeckten Krater enthalten, weil

dort kein Mareboden vorhanden ist; wie weit aber rechts oben das Mare Nubium in's Bild fällt, trifft auch die erwartete Erscheinung zu, denn wir sehen dort eine den Ptolemäus an Grösse übertreffende, bis jetzt namenlose Wallebene nur noch durch Wallspuren angedeutet, in welcher sich eins der interessantesten Brandungsriffe des Mondes, die sogenannte „Eisenbahn“ entwickelt hat.

Die Platte XIV enthält Plato, die Alpen, ein Stück des Mare Imbrium und ein Segment der nordpolaren Kalotte später übergeflossener Stoffe. Plato selbst ist ein mindestens bis zur Hälfte der ersten Tiefe vollgelaufener Ringwall, und dicht südlich desselben liegt ein ebenso grosser, welcher, schräge eingesunken wie Frascator, an den Stellen tiefster Senkung die Mareebene nur noch mit Spuren der Wallfirste überragt. Möglich wäre es freilich auch, dass diese vermeintlichen Wallspuren identisch wären mit sehr ähnlichen Gebilden der Nachbarschaft, die offenbar Brandungsriffe sind.

Auf Platte XV haben wir das schöne Kraterpaar Mercator und Campanus nebst breiten Umgebungen. Letztere gehen auf der linken Seite des Bildes schon in das Mare Nubium über, dessen hinabgedrückter Urboden sich auf Ost- und Südseite des Zwillingskraters in Bezug auf seine Lage verräth. Gerade östlich desselben ragt Kies fast nur noch mit einem westlichen Wallsegmente aus dem erstarrten Nachflusse hervor; ganz in derselben Weise thut das mit einem Doppelsegmente seines Walles ein noch tiefer überdeckter, grösserer Krater gerade südlich von Kies; wieder ebenso ein dritter, gleich grosser, zwischen Mercator und dem auf die Platte noch übergreifenden Capuanus; endlich ist bloss noch ganz rudimentär vorhanden ein vierter mächtiger Ringwall südwestlich des Campanus, welcher nach Süden hin ganz verschwunden, an allen übrigen Punkten zerfressen und zerbrochen ist. Die versunkenen Krater dieser Platte bringen insgesamt mit besonderer Deutlichkeit den oben besprochenen Sachverhalt zur Anschauung, dass alle Wälle östlich und westlich ihre grösste Höhe erreichen.

Die Platte XVI bringt Tycho und seine wirre Nachbarschaft. Unten links fällt in diesen Bereich ein südöstlichster Zipfel des Mare Nubium und mit ihm haben wir auch wieder die deutlichsten Spuren der Bodensenkung und des Uebertrittes neuer Marestoffe. Von einem ziemlich grossen Ringwalle dicht nordwestlich des Lexel ragt nur noch die Firste nach Osten, Süden, Westen hin über die jüngere Decke hervor, und gleich ihm nach Norden geneigt erscheint eine kleinere Kraterebene in seinem Inneren. Auf Südost- Ost- und Nordseite des Tycho sehen wir ausserdem

alte Wallebenen mit neuerer Füllung, wodurch eine schliessliche Senkung dieses Bereiches bewiesen und die dunklere Aureole des selbst helleuchten-Haupt-Ringwalles erklärt wird.

Die Platte XVII enthält als bedeutsamste Bildungen Schickard und Wargentin. Letzterer ist das einzige uns sichtbare Beispiel eines ganz vollgelaufenen und so erstarrten Wallringes. Die hier vorgeführte Gegend fällt in den Bereich, über welchen hin bei beginnender Pendelbewegung des Mondes eine Zertrümmerung der ersten festen Mondschaale und gegen Ende ersterer vorherrschend Abplattung stattfand. Grosse Bruchkreise und ein mehr allgemeines, als örtlich sehr bedeutendes Emporquellen von Untermassen waren also zu erwarten. Der riesige Schickard ist im Inneren eine vollkommene Ebene mit nur wenigen und winzigen Kratern neuesten Datums. Wargentin ist in Folge ausnahmsweise günstiger Umstände, rascher Füllung durch vielleicht besonders grosse Oeffnungen und durch deren nachträglichen gänzlichen Schluss ganz gefüllt geblieben. Von versunkenen und überflossenen Ringwällen aber haben wir hier die schönsten Exemplare aller Platten; nicht weniger als acht grössere und kleinere ältere Ringwälle, darunter ein schönes Exemplar ineinander übergreifender, deren grösserer zugleich, der gewöhnlichen Regel entgegen, der jüngere ist, sehen nur noch mit ihren Kämmen aus den sekundären Hüllschichten hervor. Schickard ist dazu einer der besten Belege für die oben besprochene charakteristische Ungleichhöhe der Wälle, welche sich aber auch sehr deutlich bei Phocylides, dem übergreifenden Wallpaare und den übrigen hierhinfallenden Wallringen ausspricht.

Die Platte XVIII mit Aristarch und Herodot ist eins der instruktivsten Bilder in Bezug auf die in Rede stehende nachträgliche Umgestaltung der Mondoberfläche. Der hier dargestellte Bezirk, ringsum vom Oceanus Procellarum umgeben, gehört dem nordpolaren Senkungskreise an, welcher schon von der Rotationsperiode her datirt. Hinterher durch die nordsüdliche und westöstliche Drehung der Mondkugel mehr und mehr in den stehenden Hubbereich gekommen, trat in dieser ganzen Gegend und noch viel weiter umher die unterliegende flüssige Masse reichlich über und führte zu den schlagendsten Beweisen für diesen ganzen Vorgang. Am linken Rande unseres Bildes haben wir einen durch schräge Senkung auf der südlichen Hälfte ganz verschwundenen, auf der nördlichen noch bis zu voller Höhe sichtbaren Krater nebst dem charakteristischen, nördlich gerichteten Sporn, welchen die spätere Brandung der wogenden Masse langsam erstarrend ihm ansetzte. Aristarch und Herodot selbst tragen in der stehend nordsüdlichen Richtung diese Sporen und Parallelriffe in so schöner Weise, wie es kaum in höherem Grade mög-

lich. Das Stereoskop aber bringt uns hier einen Aufschluss, den die plastische Darstellung nicht gibt, noch geben kann. Dicht nordwestlich des Kraterpaares nämlich zeigt uns dieses Instrument eine tiefe, plötzliche und hinterher vollgeflossene Einsenkung von etwa der halben Grösse des Mare Crisium, über welcher Einsenkung die Platte uns in den zahlreichen, nordsüdlich ziehenden Parallelriffen die Resultate des gewaltigsten Wellenschlages zur Zeit des lunaren Pendelschwunges verzeichnet. Die grosse Tiefe des Bassins gestattete eben höhere Wellen, welche ihre Kämme bis zu bedeutenderen Höhen emporschleuderten, als sich nach und nach feste Linien von Schollenanhäufungen quer auf die Pendelrichtung aufgebaut hatten.

Wenn die *Carpenter-Nasmyth'schen* Platten, welche zusammengenommen nur einen kleinen Theil der sichtbaren Mondfläche darstellen, uns durch die Grösse der Ausführung besonders auffällig gemachte Specimina der versunkenen und neu überflossenen Ringwälle vorführen, so wimmelt doch auch die ganze übrige Mondscheibe von solcherlei Bildungen an denjenigen Stellen, wo die Ebene, d. h. die Marenatur der Fläche vorherrscht und an das Unebene grenzt. Auf der leider sehr kleinen plastischen Mondkarte des englischen Werkes ist trotz ihrer Kleinheit noch eine Menge halbgefüllter, halb oder fast ganz überdeckter alter, grosser Ringwälle sichtbar. Man überschauere nur diese Karte und überzeuge sich; wir können uns dann die ermüdende Aufzählung hier ersparen.

Die *de la Rue'schen* Stereoskopbilder sind nun ein weiteres vortreffliches Mittel, unsere Kenntniss der Mondoberfläche zu erweitern, und zwar aus dem oben schon hervorgehobenen Grunde, dass sie uns mit dem unmittelbaren Eindrücke der Körperlichkeit sowohl das Mondganze als seine Einzelheiten darstellen, welches beides der Zeichner am Teleskope stets nur als Bilder oder blosser Flächen sieht. Der durch den Kunsthandel verbreiteten Doppelbilder gibt es sechs, welche eine Art Serie darstellen. Eins zeigt die Mondphase von etwa 5 Tagen nach Neumond, ein zweites die von 1 Tag über erstes Viertel, ein drittes die von etwa 2 Tagen später, ein viertes den Vollmond, ein fünftes die Phase von etwa 3 Tagen nach Vollmond, das sechste die von etwa 1 Tag hinter letztem Viertel, so dass man durch alle miteinander den Mond unter ziemlich allen Beleuchtungen vorgeführt erhält.

Ist auch am Teleskope aus dem Schattenwurfe die Erhebung der Wallringe, einzelnen Höhen und Berggruppen deutlich genug zu ersehen und sogar ziemlich genau zu berechnen; zeigt auch die schräge Sonnenbeleuchtung des Innenrandes aller Phasen ausser Vollmond da, wo dieser Rand Maregegenden überschneidet, deren Tieferlagen gegen den helleren Boden, so tritt uns dieser

Sachverhalt bei den Stereoskopbildern **unmittelbar** und ohne Zuhülfenahme irgend welchen Raisonnements entgegen. Wir sehen diese Vertiefungen sofort, aber wir sehen sie zugleich noch ganz anders als bei einem Bilde, nämlich weit mehr in die Mondfläche eingesenkt, als Schatten und der an Kratern verfolgbare Verlauf letzterer erschliessen lassen. Die vorhin besprochenen, zur Hälfte versenkten und verhüllten Ringwälle an den Maregrenzen, auf deren gegen den lokalen Horizont schräge Lage wir nur aus dem fehlenden Theile des Wallrings schliessen konnten, erscheinen hier nun wirklich schief zum Mare hinabhängend mit derselben Bestimmtheit, wie wir unsere Finger als rund erblicken. Wir erkennen bei dem einen Doppelbilde von 5 Tagen nach Neumond z. B. deutlich, dass das Mare Serenitatis um eine erhebliche Stufe tiefer liegt, als das anstossende Mare Tranquilitatis, so wie ebendort, dass der westliche Theil des letzteren unter den östlichen beträchtlich hinabsinkt und dass gleicherweise der Boden des Mare Serenitatis mit mehreren Stufen nach Westen hin sich vertieft. Bei dem Doppelbilde von 1 Tag nach letztem Viertel tritt uns das Mare Nubium ohne weiteres als sehr tiefer Kessel entgegen, in welchen Pitatus und alle andern Ringwälle der unmittelbaren Nachbarschaft hineinhangen. Bei eben diesem Bilde erscheint besonders klar die bedeutende, nach dem Relief gar nicht zu ahnende Mulde nordwestlich und nördlich neben Aristarch und Herodot, so wie eine Menge von Unebenheiten des Oceanus Procellarum, von denen als solchen das einfache Mondbild keine Spur verräth.

Das Doppelbild von 1 Tag nach erstem Viertel, aus zwei Aufnahmen bei verschiedenen nordsüdlichen Librationslagen zusammengestellt, ist ungemein instruktiv rücksichtlich der Gegend im Osten des Kopernikus. Dort befinden sich, wie das Fernrohr am auffallendsten bei senkrechter Beleuchtung zeigt, mehre grosse Bodenstellen von tiefgrauer Färbung, gleich dunkel mit den Innenflächen des Plato und Grimaldi. Das Stereoskop präsentirt uns diese Lokalitäten als grosse Depressionen unter alles Umgebende, obschon ihr Relief nichts von Vertiefungen aufweist. Eine dieser Stellen tieferer Farbe, fast genau östlich von Kopernikus gelegen und im Rohr von sichelförmiger Gestalt, stellt sich als das tiefstliegende Ende einer riesigen elliptischen Wallebene*) dar, die schräg nach Osten in den Mond hineinhängt, und deren alter Wall, auf welchem Eratosthenes steht, und welcher westwärts an Stadius heranreicht, noch auf einer bedeutenden nördlichen und westlichen Strecke genau verfolgt werden kann. Durch das nämliche Stereoskopbild erhalten

*) Der Sinus Aestuum bei Mädler.

wir ebenso weiteren Aufschluss über Differenzen zwischen dem unter schräger Beleuchtung modellirten und dem uns direkt körperlich entgagetretenden Relief derselben Mondgegend. Zwischen den Ringwällen Archimedes, Autolicus, dem Apenninengebirge und der Höhengruppe südwestlich zwischen Archimedes und Apenninen, in einer richtigen Mareegend also, verzeichnen *Carpenter* und *Nasmyth* auf der General-Mondkarte sowohl, als auf der speziellen Platte XI eine vollkommene Ebene, mit nur ein paar isolirten Höckerchen an den Rändern und ohne irgend welche Bodenstörung im ganzen. Statt dieser Ebene nun zeigt uns das Stereoskop, etwas über die Mitte der Fläche hinaus nach den Apenninen zu, deutlich vier kleinere, aber tiefe Krater, die dicht neben einander liegen und theils in einander laufen; dieselben sind einzeln genau nach dem auffallenden Sonnenlichte beleuchtet und gerade so, als wenn sie über die Oberfläche emporragten. Noch andere Unebenheiten befinden sich in derselben Ebene näher an Archimedes, von denen das wirkliche Relief nichts verräth. Wir sehen hier also Dinge unter der eigentlichen Oberfläche, und das kann nicht anders zugehen, als indem wir eine untere Fläche durch eine überliegende durchsichtige Hülle hindurch erblicken.

Diese paar Beispiele würden zwar genügen, um uns in Hunderten von Fällen die Verschiedenheit zwischen Relief und dem Anblicke unter anderer als streifender Beleuchtung zu erklären, somit uns den Schlüssel zu liefern zur Enträthselung des Wirrwarrs von Erscheinungen, auf welchen das Auge des Mondbeschauers allerorten trifft. Wir wollen aber zum Ueberflusse noch eine Anzahl von hervorragenden Parallelfällen angeben, denen der Leser sein Augenmerk vorab zuwenden könne, um so zu sagen seinen Blick an ihnen zu üben, welcher tüchtiger Schulung sehr bedarf, bevor er selbstständig unterscheiden kann.

Die plastische Karte zeigt uns, wie vorher angeführt, den Wallring des *Frascatore*, am südlichen Ende des *Mare Nectaris*, auf einem nördlichen Drittel unter die Mareebene vollkommen versunken. Das letzterwähnte stereoskopische Doppelbild aber enthält hier den geschlossenen Ring, innerhalb dessen an der versunkenen Stelle sogar noch ein innerer, kleiner Krater mit Zentralkuppe ganz ebenso als lichter Zirkel hervortritt, wie es die Ringberge des Reliefs *Ptolemäus*, *Alphons* etc. bei senkrechter Beleuchtung thun. Wir hielten diese ganze Erscheinung anfangs für eine Täuschung desshalb, weil zwei lange lichte Streifen, der eine von *Tycho*, der andere aus der Nähe des *Fabricius* herkommend, einander gerade an der betreffenden Stelle kreuzen, wie das drei andere Stereoskopbilder zeigen; aber auf dem hier vorliegenden ist der *Fabricius*-Streif völlig unsichtbar und kann also keinen Theil an dem doch Gesehenen haben.

Das Uebereinander verschiedener Bildungen tritt uns mit grösster Prägnanz da entgegen, wo der schräg gegen die Mondfläche gerichtete Sehstrahl das Stereoskop unterstützt und wir um so mehr im Stande sind, das Relief gesondert zu erblicken. Das ist in vorzüglicher Weise der Fall bei dem Doppelbilde der Phase von etwa 3 Tagen nach Vollmond. Wir sehen da im Mare Tranquilitatis den Plinius und die kleineren Krater Ross, Arago, Janssen, sowie die wenigen weiteren, im Mare liegenden, welche dem wirklichen Relief angehören, handgreiflich über mehren grösseren, gleichfalls sehr deutlichen Ringwall-Bildungen und über einem gewissen geflochtenen Durcheinander schweben, in einer dem Auge näheren Ebene liegen als diese Bildungen. Denselben Eindruck erhalten wir unverändert bei allen Bildern, welche die betreffende Lokalität unter schräge auftreffendem Sonnenlichte zeigen.

Das Mare Nectaris sehen wir auf der Reliefkarte als vollkommene Ebene dargestellt, welche nur an ihrer West- und Ostseite von einigen der sehr flachen Parallelriffe, den Spuren erstarrter Brandungen, durchzogen wird. Die Stereoskopbilder dagegen zeigen uns dort statt der Ebene eine sehr gestörte Fläche, auf welcher die Riffzüge nicht hervortreten, dafür aber andere, dem Relief unbekannt Ueberebenen zum Vorschein kommen. Als deutlich emporstehend erscheinen z. B. sogleich die zwei lichten Streifen des Tycho und Fabricius, welche sich hier kreuzen und die Fläche durchschneiden, und im Nordwesten, dicht östlich des kleinen Kraters am Ostrande des Theophilus, präsentirt sich auf's bestimmteste die volle Hälfte eines nach Osten hin stark geneigten, mächtigen Wallringes. Ausser diesem aber sehen wir nach Süden hin noch namentlich zwei helle Kurven, welche wahrscheinlich Stücke alter grosser, runder Bruchränder bilden.

Im Mare Foecunditatis ist es zunächst gar nicht zu verkennen, wie die von mehren Zentren ausgehenden, geraden Streifen, welche dasselbe durchkreuzen, sich über eine unterliegende Fläche erheben, wogegen wir wissen, dass dieselben im Relief schlechterdings nicht bemerkbar sind. Mehre grosse Rundbildungen sind dort in gleicher Weise als lichtere Kreise sichtbar, wie beim Vollmonde die hohen Ringwälle des eigentlichen Reliefs.

Das Mare Serenitatis, im Relief eine fast vollkommene Ebene mit nur wenigen kleinen Kratern und einigen der flachen Brandungsriffe gegen ihre Ränder hin, erscheint im Stereoskop nur als eine Zusammensetzung grosser Kreisbildungen, der ursprünglichen runden Senkungsbereiche des Unterbodens.

Aus solchen besteht ebenso lediglich das im Relief gleichfalls nur sehr unbedeutend von der vollkommenen Ebene abweichende Mare Imbrium, und hier zeigt sich nahe nördlich des Archimedes und Aristillus eine dichte Gruppe

von Wallringen, welche an der Oberfläche mit keiner Spur angedeutet werden, dagegen stereoskopisch jenen beiden genannten vollkommen gleichen, das Licht von ihrer Rundung ebenso und nur schwächer zurückstrahlen.

Wenn wir hier noch einmal auf die schon besprochene Einsenkung dicht nördlich an Aristarch und Herodot hinweisen, welche bloss stereoskopisch, aber so unter allen Beleuchtungen scharf unter die wirkliche Oberfläche zurücktritt; wenn wir zufügen, dass die Wallebenen Plato, Grimaldi, Schickard und Schiller stereoskopisch den Eindruck förmlicher Löcher im Monde machen, so glauben wir hinreichend viele Züge hervorragender Deutlichkeit zum Zwecke der Mitbetrachtung durch andere Beschauer bezeichnet zu haben, und wir leben der Ueberzeugung, dass jedermann durch sie bald zu unserer Ansicht über Durchscheinig- und Durchsichtigkeit einer obersten Mondhülle gelangen werde.

Eine solche Eigenschaft vorausgesetzt, verliert denn auch eine Reihe von Erscheinungen ihre Räthselnatur, an denen sich der Scharfsinn bis jetzt fast ganz erfolglos abgemüht hat. Wir meinen die geraden, lichten Streifen, welche, von Strahlungszentren ausgehend, die Mondscheibe nach allen Seiten und oft auf Hunderte von Meilen hin durchziehen. Was alles von Gasströmungen, welche die Reflexionsfähigkeit des Oberbodens erhöht haben sollten, in mehr oder minder gekünstelter Weise gesagt worden ist, konnte dem Vorkommen unmöglich gerecht werden, wie wir das später noch näher beleuchten wollen. Ebenso wenig kann man im Ernste auf Emporquellungen als Ursache schliessen wollen, da solche nicht über Berg und Thal mit der beobachteten Gleichmässigkeit hätten stattfinden können. Mit der Ueberzeugung von der glasartigen Natur der obersten Mondkruste schwindet jede Schwierigkeit, sobald wir uns, wie das im folgenden Kapitel geschieht, die mächtige umbildende Gewalt vergegenwärtigen, welcher die Mondkugel im Verlaufe ihrer Existenz unterlag. Die Streifen sind dann einfach Sprünge der Glaskruste, unter Druck von unten und oben entstanden. Sie gehen von einer schwächsten Stelle aus, welche diesem Drucke am frühesten und meisten nachgab, von einem Urloche der äussersten lunaren Hülle, dargestellt durch einen Bruchkreis oder einen Komplex mehrerer ältester Krater.

Wie schon beim Mare Foecunditatis erwähnt, erscheinen die Streifen im Stereoskope an Stellen, bei denen der Sehstrahl schräge auf die Mondfläche trifft, deutlich als Erhabenheiten. Es ist das wegen der günstigen Lage namentlich augenfällig bei der Zentralstelle der Streifen, welche sich gerade südlich des Mare Foecunditatis befindet, und ebenso bei den mehr

Das Uebereinander verschiedener Bildungen tritt uns mit grösster Prägnanz da entgegen, wo der schräg gegen die Mondfläche gerichtete Sehstrahl das Stereoskop unterstützt und wir um so mehr im Stande sind, das Relief gesondert zu erblicken. Das ist in vorzüglicher Weise der Fall bei dem Doppelbilde der Phase von etwa 3 Tagen nach Vollmond. Wir sehen da im Mare Tranquillitatis den Plinius und die kleineren Krater Ross, Arago, Janssen, sowie die wenigen weiteren, im Mare liegenden, welche dem wirklichen Relief angehören, handgreiflich über mehren grösseren, gleichfalls sehr deutlichen Ringwall-Bildungen und über einem gewissen geflockten Durcheinander schweben, in einer dem Auge näheren Ebene liegen als diese Bildungen. Denselben Eindruck erhalten wir unverändert bei allen Bildern, welche die betreffende Lokalität unter schräge auftreffendem Sonnenlichte zeigen.

Das Mare Nectaris sehen wir auf der Reliefkarte als vollkommene Ebene dargestellt, welche nur an ihrer West- und Ostseite von einigen der sehr flachen Parallelriffe, den Spuren erstarrter Brandungen, durchzogen wird. Die Stereoskopbilder dagegen zeigen uns dort statt der Ebene eine sehr gestörte Fläche, auf welcher die Riffzüge nicht hervortreten, dafür aber andere, dem Relief unbekannt Ueberebenen zum Vorschein kommen. Als deutlich emporstehend erscheinen z. B. sogleich die zwei lichten Streifen des Tycho und Fabricius, welche sich hier kreuzen und die Fläche durchschneiden, und im Nordwesten, dicht östlich des kleinen Kraters am Ostrande des Theophilus, präsentirt sich auf's bestimmteste die volle Hälfte eines nach Osten hin stark geneigten, mächtigen Wallringes. Ausser diesem aber sehen wir nach Süden hin noch namentlich zwei helle Kurven, welche wahrscheinlich Stücke alter grosser, runder Bruchränder bilden.

Im Mare Foecunditatis ist es zunächst gar nicht zu verkennen, wie die von mehren Zentren ausgehenden, geraden Streifen, welche dasselbe durchkreuzen, sich über eine unterliegende Fläche erheben, wogegen wir wissen, dass dieselben im Relief schlechterdings nicht bemerkbar sind. Mehre grosse Rundbildungen sind dort in gleicher Weise als lichtere Kreise sichtbar, wie beim Vollmonde die hohen Ringwälle des eigentlichen Reliefs.

Das Mare Serenitatis, im Relief eine fast vollkommene Ebene mit nur wenigen kleinen Kratern und einigen der flachen Brandungsriffe gegen ihre Ränder hin, erscheint im Stereoskop nur als eine Zusammensetzung grosser Kreisbildungen, der ursprünglichen runden Senkungsbereiche des Unterbodens.

Aus solchen besteht ebenso lediglich das im Relief gleichfalls nur sehr unbedeutend von der vollkommenen Ebene abweichende Mare Imbrium, und hier zeigt sich nahe nördlich des Archimedes und Aristillus eine dichte Gruppe

von Wallringen, welche an der Oberfläche mit keiner Spur angedeutet werden, dagegen stereoskopisch jenen beiden genannten vollkommen gleichen, das Licht von ihrer Rundung ebenso und nur schwächer zurückstrahlen.

Wenn wir hier noch einmal auf die schon besprochene Einsenkung dicht nördlich an Aristarch und Herodot hinweisen, welche bloss stereoskopisch, aber so unter allen Beleuchtungen scharf unter die wirkliche Oberfläche zurücktritt; wenn wir zufügen, dass die Wallebenen Plato, Grimaldi, Schickard und Schiller stereoskopisch den Eindruck förmlicher Löcher im Monde machen, so glauben wir hinreichend viele Züge hervorragender Deutlichkeit zum Zwecke der Mitbetrachtung durch andere Beschauer bezeichnet zu haben, und wir leben der Ueberzeugung, dass jedermann durch sie bald zu unserer Ansicht über Durchscheinig- und Durchsichtigkeit einer obersten Mondhülle gelangen werde.

Eine solche Eigenschaft vorausgesetzt, verliert denn auch eine Reihe von Erscheinungen ihre Räthselnatur, an denen sich der Scharfsinn bis jetzt fast ganz erfolglos abgemüht hat. Wir meinen die geraden, lichten Streifen, welche, von Strahlungszentren ausgehend, die Mondscheibe nach allen Seiten und oft auf Hunderte von Meilen hin durchziehen. Was alles von Gasströmungen, welche die Reflexionsfähigkeit des Oberbodens erhöht haben sollten, in mehr oder minder gekünstelter Weise gesagt worden ist, konnte dem Vorkommen unmöglich gerecht werden, wie wir das später noch näher beleuchten wollen. Ebenso wenig kann man im Ernste auf Emporquellungen als Ursache schliessen wollen, da solche nicht über Berg und Thal mit der beobachteten Gleichmässigkeit hätten stattfinden können. Mit der Ueberzeugung von der glasartigen Natur der obersten Mondkruste schwindet jede Schwierigkeit, sobald wir uns, wie das im folgenden Kapitel geschieht, die mächtige umbildende Gewalt vergegenwärtigen, welcher die Mondkugel im Verlaufe ihrer Existenz unterlag. Die Streifen sind dann einfach Sprünge der Glaskruste, unter Druck von unten und oben entstanden. Sie gehen von einer schwächsten Stelle aus, welche diesem Drucke am frühesten und meisten nachgab, von einem Urloche der äussersten lunaren Hülle, dargestellt durch einen Bruchkreis oder einen Komplex mehrerer ältester Krater.

Wie schon beim Mare Foecunditatis erwähnt, erscheinen die Streifen im Stereoskope an Stellen, bei denen der Sehstrahl schräge auf die Mondfläche trifft, deutlich als Erhabenheiten. Es ist das wegen der günstigen Lage namentlich augenfällig bei der Zentralstelle der Streifen, welche sich gerade südlich des Mare Foecunditatis befindet, und ebenso bei den mehr

vereinzelt langen Lichtlinien, die dem Nordrande der Mondscheibe zulaufen und ihn zu überschreiten scheinen. Wir erblicken da die ganze Sprungbreite von ihrer Unter- bis Obergrenze, ganz so, wie wir bei derselben schiefen Richtung des Sehstrahles die Sprünge einer geborstenen Glastafel oder Eisdecke deren Dicke bezeichnen sehen. Nur sind beim Monde die Sprungränder verwaschen, weil jedenfalls Unzahlen kleiner Seitensprünge wieder senkrecht auf der Haupt-Zertrümmerungslinie stehen, die, einzeln unerkennbar, im ganzen den Eindruck einer breiten weissen Fläche machen ohne scharfe Grenze und je nach verschiedener Beleuchtung mehr oder minder deutlich unterscheidbar.

Verfolgen wir einzelne der Streifen auf ihrem Zuge genauer, so finden wir weiter, dass sie durchaus nicht ganz gerade noch von gleicher Breite, dazu auch sehr häufig unterbrochen sind. Sie richten ihren Gang sehr oft nach den anliegenden hellen Ringwällen und bestehen häufig aus Segmenten derselben, so wie aus dem leuchtenden Inneren kleiner Krater, welche in ihren Zug hineinfallen. Daraus müssen wir schliessen, dass das Leuchten der Wälle und hie und da der eingeschlossenen Höhlungen auch nicht auf einer Verschiedenheit der dieselben bildenden Stoffe, sondern vielmehr auf einem Zustande der Zertrümmerung derselben beruhe. Wälle und Krater leuchten, müssen wir schliessen, mit demselben zerstreuten Lichte, wie ein Haufen kleiner Glasscherben, Eisschollen oder Schneekristalle, die mit Myriaden kleiner spiegelnder und verschieden brechender Flächen die Wirkung weissen Lichtes hervorbringen. Wenn dem allem so ist, so fällt die bisherige Annahme eines ungeheuren Temperaturwechsels an der Oberfläche des Mondes bei Tag und Nacht, denn die Sonnenwärme kann alsdann tief in den Mondkörper eindringen und sich über eine dicke Schale desselben verbreiten, welche sie hinterher auch wieder nur langsam abgibt, und deren Erwärmung an jeder einzelnen Stelle nur unbedeutend um ein Mittel schwankt.

Auf die besondere Art Sprünge des Strahlencentrums Kopernikus wollen wir weiter unten zu reden kommen, jetzt aber uns zu einer eingehenderen Betrachtung der Ellipsoidgestaltung des Mondes wenden im

6. Kapitel.

Der Mond als Ganzes unter dem Einflusse der kosmischen Gewalt.

Um gewissen Anomalien im Mondlaufe rücksichtlich ihrer Ursachen auf die Spur zu kommen, stellte der französische Astronom *Hansen* neuerdings

Berechnungen an, welche ihn zu dem Resultate führten, dass der Schwerpunkt der Mondkugel gegen 8 geographische Meilen von ihrem geometrischen Zentrum nach der Erde zu entfernt liege. Es liess sich so etwas schon im allgemeinen aus dem Maasse erkennen, in welchem sich der letztere Punkt an den Librationen thatsächlich theilnimmt, und welches Maass Null sein würde in dem Falle, dass der lunare Gravitationsmittelpunkt mit dem Kreuzungspunkte der drei Achsen des Ellipsoids zusammenfiel, wie man das bisher annahm.

Der Schwerpunkt des Mondes ist es, welcher die in Zahlen ausgedrückte Bahn um die Erde beschreibt und bei allen Abständen von der Erde gemeint ist. *Hansen* fand nun, dass man, um den Ort des mathematischen Mondzentrums zu finden, stets den Erdbestand des **Schwerpunktes** mit 1,0001544 multiplizieren müsse, wobei sich für den mittleren gesuchten Abstand 51,807,997 statt 51,800 Meilen ergaben.

Wir haben also hier einen vorher ungeahnten und abnorm erscheinenden Gleichgewichtszustand vor uns, dessen Herstellung lediglich auf Rechnung des nahen, verhältnissmässig grossen und dichten Erdkörpers zu setzen ist.

Die Erde hat aber in einem solchen Maasse umgestaltend erst dann auf den Mond wirken können, nachdem sie ihm durch die riesige Flutbewegung während seines flüssigen und bildsamen Zustandes die selbstständige Rotation genommen hatte und nun die nachfolgende Pendelbewegung der graduell weiter erstarrenden Kugel nach und nach zur Ruhe brachte.

Die Rotation, durch welche in kürzerer oder längerer Periode einem mächtigen anziehenden Nachbarkörper alle Aequatorpunkte des angezogenen zugekehrt werden, verhindert natürlich die dauernde einseitige Verlegung seines Schwerpunktes in der Ebene des Aequators, wie nun die thatsächliche des Mondes sich findet. Ohne die Rotation kann erst, muss aber auch ein theils noch flüssiger und allmählig erstarrender Weltkörper unsymmetrisch in Bezug auf seinen Schwerpunkt werden, wie das hier auseinander gesetzt werden soll.

Der *Newton'schen* Attraktionstheorie gemäss wird der Mittelpunkt einer Kugel von einem anderen Weltkörper schwächer angezogen, als ein dem anziehenden Körper gerade zugekehrter Oberflächenpunkt, stärker als ein gerade von ihm abgekehrter. Als bildsame Masse gibt die angezogene Kugel dieser Ungleichheit nach, wird in der Anziehungsrichtung verlängert, und die verschiebbaren Stoffe ordnen sich so, dass der Schwer- oder statische Stützpunkt zweier Halbkugeln, deren Grenzfläche senkrecht auf der Anziehungsrichtung steht, gleiches Gewicht auf beiden Seiten habe. Da aber

nach demselben *Newton'schen* Gesetze die Anziehung sich verhält, wie umgekehrt die Quadrate der Abstände sich verhalten, so erfährt die dem anziehenden Körper zugekehrte Halbkugel des angezogenen stets eine stärkere Anziehung als die von ihm abgewendete. Demgemäss beträgt die Verlängerung des letzteren vom ursprünglichen geometrischen Mittelpunkte aus nach dem anziehenden Körper hin etwas mehr, als die andere von ihm weg, oder mit andern Worten, das geometrische Zentrum des angezogenen Körpers rückt um ein Gewisses von seinem Schwerpunkte fort den anziehenden Körper zu.

Bei dauerndem vollkommenen Flüssigkeitszustande, gleicher Dichtigkeit durchhin und vollkommener Ruhe des angezogenen Körpers dem anziehenden gegenüber bliebe diese Sachlage unverändert bestehen. Da aber die genannten dreierlei Bedingungen entweder nicht erfüllbar sind oder nicht erfüllt bleiben können, so folgen aus ihrem Mangel andere Form- und Gleichgewichtsverhältnisse der kosmisch beeinflussten Kugel.

Der flüssige, von der Erde angezogene Mond hatte den Zustand der Fluidität nur in Folge hoher Temperatur. Letztere muss sich bekanntlich graduell durch Ausstrahlung gegen den kalten Weltenraum verlieren. Eine äusserste Schale musste zunächst allmähig in den Zustand der Steiflüssigkeit und schliesslich in den der Starrheit übergehen.

Wenn der rotirende Mond bei noch vollkommener Flüssigkeit seiner Gesamtmassen in jeder beliebigen Lage zur anziehenden Erde stets das Ellipsoid darstellte, dessen mathematischer Mittelpunkt der Erde um eine kurze Strecke näher lag als sein Gravitationszentrum, so wurde mit zunehmender Erkaltung und Verdickung seiner Aussenstoffe diese kontinuierliche Formveränderung immer unvollkommener, und es musste sich endlich einmal ereignen, dass die Oberfläche gewisse ziemlich stehenden Unregelmässigkeiten der Wölbung darbot, welche von der schwächer gewordenen Flut und Ebbe nicht mehr beseitigt werden konnten. Das war ungefähr die Zeit, in welcher die Rotation zum Stillstande kam, die unter dem wachsenden Reibungswiderstande der Flutwellen der immer zähflüssiger werdenden Mondhülle endlich sehr verlangsamt worden war.

Nun fragt es sich, in welcher Lage zur Erde blieb zuletzt der Mond stehen, oder oszillirte er von nun an?

Wir können uns diese Frage durch ein paar einfache Experimente beantworten. Bringen wir in einer hohlen Glaskugel exzentrisch und fest ein Gewichtchen an, wie das durch ein Drahtgerüst leicht zu bewerkstelligen ist, und lassen wir diese Kugel auf einer horizontalen Ebene, einem Billardtische z. B., langsam rollen, so wird dieselbe unveränderlich so zur Ruhe

kommen, dass das Gewichtchen senkrecht unter ihrem mathematischen Mittelpunkte, also genau zwischen diesem und dem anziehenden Erdzentrum liegt. Befestigen wir das Gewichtchen innen an der Glasschale selbst, machen diese also ungleich schwer, so wird die mehrbelastete Stelle oder Halbkugel bei der eintretenden Ruhe immer genau nach unten, nach dem terrestrischen Gravitations-Mittelpunkte gekehrt sein. Hängen wir drehbar eine runde Scheibe mit exzentrisch liegendem Schwerpunkte genau in diesem an einem Faden auf und schwingen um, so werden wir die Scheibe sich stets so richten sehen, dass ihr Schwer- und Aufhängepunkt sich in gerader Linie zwischen schwingender Hand und geometrischem Scheibennittelpunkte befindet.

So nun stand auch der Mond still der Erde gegenüber. Sein bei der Rotation stets um ein Gewisses hinter dem geometrischen Zentrum oder weiter von der Erde abliegender Schwerpunkt war jetzt das der Erde nähere beider Zentren. Es bildete gleichsam die Scheibe des Pendels, das, mit der ganzen Mondmasse beschwert, nun langsam um die Richtungslinie zur Erde hin in der lunaren Aequator-Ebene oszillirte, und dessen Schwingungen wieder nach und nach an Amplitude verloren durch dieselben Einflüsse, welche an ihren Theile vorher die Rotation hatten vernichten helfen, durch den sogleich zu erörternden Zuwachs an Gewicht auf der zur Erde gekehrten Mondhälfte.

Mit dem neuen Sachverhalte nämlich war, wie sich das nun leicht ausdenken lässt, die Nothwendigkeit gegeben, nach welcher der Mond allgemach zu der von *Hansen* gefundenen, sehr wenig mit früheren Meinungen stimmenden Gleichgewichtsgestalt und -lage kam.

Noch war die Mondkugel flüssig bis auf eine jedenfalls verhältnissmässig dünne, starre Aussenschale, die aber Biegsamkeit genug übrig hatte, um entsprechend grossem Drucke entweder als Ganzes nachzugeben, oder, bei der regelmässig alternirenden Stärke desselben, an Hunderten von Stellen zu zerreißen und andrängende flüssige Unterstoffe durchzulassen, welche alsdann, theilweise ausserhalb erhärtet, dort zurückblieben.

Auf der der Erde zugekehrten Mondseite waren die gewaltigen Hube der scheinbar hin- und herlaufenden Unterfluten in dem bekannten, aus *Newton's* Gesetze herfliessenden Verhältnisse stärker als auf der abgekehrten. Sie förderten also auch auf ersterer stetig mehr flüssige Untermasse zum Erstarren über die zerbrochene Oberfläche, als auf letzterer, so wie sie bei fortschreitender Erkaltung in demselben ungleichen Betrage flüssige Innenstoffe in die durch Zusammenziehung entstandenen Hohlräume der betreffenden lunaren

Halbkugeln hinaufschleuderten. Das musste bei dem relativ grossen Verhältnisse der Dimensionen des Mondes zu seinem Erdbabstande eine vergleichsweise rasch wirkende Ursache der ungleichen Gewichtsvertheilung in der Kugel werden. Wenn ohne Rotation die Fluthöhe, wie wir weiter oben gefunden, ursprünglich 540 Fuss erreichen konnte, so betrug der Unterschied derselben auf beiden Mondseiten 10 Fuss, wie die Quadrate von resp. 220 und 222 Mondhalbmessern Abstand ergeben, und diese Differenz war nur eine geringere nach Maassgabe der Rotationsgeschwindigkeit, näherte sich aber wieder dem Maximo während der Periode der langsameren Pendelschwingungen.

Um uns die so erwachsende Verlegung des Mondschwerpunktes zur Erde hin zu veranschaulichen, bedarf es wieder nur eines sehr einfachen Versuches. Balanziren wir auf einer Schneide einen geraden und allenthalben gleichschweren Holz- oder Metallstab, und bezeichnen wir mit Kreide die Stelle, unter welcher unterstützt er im Gleichgewichte steht. Beschweren wir nun das eine Ende mit 1 Loth, das andere mit $\frac{1}{2}$, balanziren neu und bezeichnen wieder die Stelle des Stützpunktes, wonach wir abermals gleich beschweren, balanziren und bezeichnen, so finden wir, dass die ersten drei Kreidestriche in nahezu denselben Entfernungen von einander stehen, die zweite nur um ein Geringes kürzer ist als die erste. Fahren wir in gleicher Weise fort, so erhalten wir sukzessive Verschiebungsstrecken des Stützpunktes von abnehmender Länge und sehen schliesslich denselben erheblich von seiner Ursprungsstelle seitwärts nach dem einen Ende des Stabes zu verlegt.

Der zur Erde hin gerichtete Monddurchmesser stellte einen solchen Stab von 468 geogr. Meilen Länge dar. Die auf der nach der Erde zu- und auf der von ihr abgekehrten Mond-Halbfläche stattfindenden Auswürfe der Erdflutwellen legten an ersterer Stelle fortwährend gleichsam immer neue 1 Loth-Gewichte, an letzterer ebenso viele $\frac{1}{2}$ Loth betragende auf, und das ging mit abnehmender Beträchtlichkeit, weil an stetig kürzeren Hebelarmen, weiter bis zum Erstarren der letzten beweglichen lunaren Innenstoffe. Die schliessliche bedeutende Exzentrizität des Mondschwerpunktes in der Richtung des mehrbeschwerten Hebelarmes erscheint darum ebenso nothwendig als die des Stützpunktes an unserem improvisirten Wagebalken. Derselbe würde den lunaren Vorgang noch treffender illustriren, wenn wir uns ihn als fernrohrartig ausziehbar dächten, seine beiden Hebelarme den Quadraten der auf beiden Mondseiten ungleichen Erdanziehung gemäss verlängerten und sukzessive bis zum Stützpunkte hin belasteten. Die Verlängerungen beider Hebelarme bedeuteten dann die unter der Erdattraktion wachsende Ausbildung des Mondellipsoids zur Erde hin und von ihr weg, und die Beschwerung mit Gewichten

über die ganzen Längen der Hebelhälften stände an der Stelle der Stoffanordnung im Inneren des Mondes nach Maassgabe der Verschiedenheit der Abstände von der Erde, welche Stoffanordnung in der lunaren Halbkugel nach der Erde hin grössere Massen zugleich an das Ende eines längeren Hebels schaffe.

Die uns sichtbaren Mondberge sind so zu sagen nur ein äusserliches Symptom der lunaren Stoffversetzung, denn das bei ihnen vorhandene Mehr im Vergleiche mit denselben Gebilden auf der von der Erde abgekehrten Mondhälfte kann nur einen geringen Theil des Uebergewichtes bilden, durch welches die grosse Verlegung des Schwerpunktes bewirkt wurde. Dieses Uebergewicht muss nämlich eine aus dem Monde herausgeschnittene Scheibe von 8 geogr. Meilen Dicke balanziren, die zwischen Schwer- und mathematischem Mittelpunkte liegt und senkrecht auf der Richtung der Erdanziehung steht. Der bei weitem überwiegende Theil dieser Leistung fällt also theils der grösseren Stoffverdichtung zu, welche durch das heftigere Andrängen der beweglichen Innenmassen nach aussen und die dadurch entstehende vollkommeneren Anfüllung aller durch Erkaltung und Kontraktion entstandenen Hohlräume der zur Erde gekehrten lunaren Hemisphäre entstand, theils der ellipsoidischen Ausziehung des Mondes in der Richtung zur Erde hin, welche das Moment am Hebel durch dessen Verlängerung vergrösserte. Wenn wir den bei vollkommener Kugelgestalt des Mondes durch ungleiche Verdichtung entstandenen Abstand des statischen Zentrums vom mathematischen als absolut genommen a nennen, so ist dessen relative Grösse in Bezug auf den Mondhalbmesser $\frac{r}{a}$.

Ist der längste Radius des Ellipsoids hinterher gewachsen um die Grösse b , so hat a ein kleineres Verhältniss zu diesem neuen Radius $r + b$. Das Verhältniss muss aber das gleiche bleiben, weil die Ungleichheit der Erdanziehung an den entgegengesetzten Punkten des Mondes dasselbe Verhältniss zur Gesamtanziehung beibehielt. Der neue Abstand des statischen Zentrums vom mathematischen ist demnach auch um eine solche Grösse x gewachsen, dass $a + x$ zum Radius $r + b$ dasselbe Verhältniss darstellt, wie vorher $a : r$, dass

also $\frac{r + b}{a + x} = \frac{r}{a}$. Die Verlängerung der Radien hat zudem die Ungleich-

heit des Gewichtes beider Mondhalbkugeln gesteigert in dem allerdings sehr geringen Maasse, wie Aufschüttung und Verdichtung durch die grössere Differenz der beiderlei Abstände von der Erde zugenommen haben.

Als handgreiflichster Beleg für die statische Wirkung dichter und spezifisch schwererer Massen an gleichem Hebel dienen uns die grossen Mare-

flächen, welche, wie oben ausgeführt, durch den Erdhub emporgezängt, früher unterliegende und also spez. schwerere Stoffe enthalten. Sie vermochten die ganze Kugel zu drehen in dem mehrfachen Sinne, welchen der Grad ihrer lokalen Massenhaftigkeit bedingte.

Die nachträglich ausgebildete ellipsoidische Verlängerung des Mondes zur Erde hin war nun auch die Ursache von Erscheinungen auf der Mondfläche, die ihrerseits wieder diese Umgestaltung des Ganzen nebst dessen Drehung beweisen helfen. Diese Erscheinungen sind die weithin die Mondschale durchsetzenden Sprünge älteren und neueren Datums, welche der Hauptsache nach jedenfalls eine Folge schärfer werdender Krümmung der äussersten starren Mondschale, daneben aber auch einer gegenseitigen Aenderung der Wölbung sind. Der älteren Zeit angehörig sind ohne Zweifel diejenigen Risse, über denen sich lange Ringwallreihen ausbildeten, welche aber nicht weiter durch eine verschiedene Färbung sichtbar blieben, weil sie durch gleichartige Stoffe der äussersten Mondhülle hinterher ganz geschlossen wurden. Aus neueren Zeiten dagegen datiren alle die als helle Streifen noch erkennbaren Sprungstrahlen, welche als Zertrümmerungen bestehen blieben, weil wegen ihrer Enge und der nunmehr bedeutenderen Dicke der starren Mondkruste kein flüssiger Unterstoff mehr zur Herstellung einer Vernarbung in sie hinaufgelangen konnte. Als die jüngsten Sprungsterne werden wir den des Kopernikus, den des Kepler, so wie mehre kleine aufzufassen haben, welche von vereinzelt Ringwällen ausgehen.

Die Ringwälle Stöffler und Maurolycus, nahe östlich des Tycho gelegen, bilden augenscheinlich einen Radiationsmittelpunkt von Schalenbrüchen frühester Entstehung, wie das schon seit lange angenommen worden ist. Nach dieser Ringgebirgsgruppe ziehen von fast allen Seiten, besonders auffallend aber von Norden, Nordosten, Nordwesten und Westen her, lange Reihen von Ringwällen annähernd gleicher Grösse, welche Reihen, wenn wir uns Stöffler-Maurolycus in die heutige Gegend des Hipparch versetzt denken, den Hubbereich und also die sich bildende Ellipsoidspitze der beginnenden Pendelbewegung umspannen.

In nahezu gleichen Abständen west- und ostwärts des gedachten ältesten Sprungzentrums haben wir gleichfalls die deutlichsten Spuren sehr früher starker Hebegehalt. Um Tycho tritt auf das auffallendste ein mächtiger, geschlossener Kreis von meist sehr grossen Ringwällen hervor, welcher jedenfalls eine uralte runde Bruchlinie bedeutet, die ein Areal gleich dem des Mare Imbrium einschliesst. Oestlich von Maurolycus dagegen bilden Fabricius-Metius das Herz eines grossen Strahlensternes, welcher dem des Tycho

an Grösse wenig nachgibt und einen Sprungbereich bezeichnet, der den letzteren wahrscheinlich an Alter übertrifft. Beide Bruchdistrikte bezeichnen durch den ostwestlichen Abstand ihrer Zentren offenbar die Pendelschlagweite einer schon vorgerückten Zeit der Oszillationsperiode, denn dieser Abstand ist bedeutend kürzer als der ehemals äquatoriale der Marestreifen und noch viel mehr so im Vergleiche zu den äussersten östlichen und westlichen Spuren der Pendelbewegung.

Dem Alter nach mit einander und mit dem heutigen Strahlensysteme des Tycho verglichen, würde folgende Anordnung dieser Bruchbildungen in der Zeit wohl mit ziemlicher Sicherheit als der Wahrheit entsprechend zu erkennen sein: Zuerst und wahrscheinlich zugleich mit den langen Ringwallsprüngen des Stöffler bildete sich der Zirkelbruch rund um den Tycho. Die Ringwälle desselben entstanden gleichen Schrittes mit jenen über den Stöffler-Sprüngen, der Zirkel schloss sich und die von ihm eingeschlossene Fläche erlangte theils durch die aufgetragenen Wallringe eine besondere Widerstandskraft späterem Sprengdrucke gegenüber. Darauf begann oder erweiterte sich wenigstens das Sprungsystem Fabricius, dessen Stelle noch nahezu im Mondäquator oszillirte. Die Mondschaale war nun schon so stark, dass keine Krater mehr über diesen Rissen auftraten. Zuletzt fing das Sprungsystem des Tycho an sich zu bilden, dessen Zentrum durch die Mondrotation lange hinter Fabricius her unter den Aequator und also den stärksten Hub gerieth. Das spätere Erscheinen des Tycho-Systemes ergibt sich dazu wohl als unzweifelhaft aus dem Umstande, dass seine östlich laufenden Glieder die Fabricius-Sprünge durchsetzen, welche demnach gewissermaassen geheilt sein mussten, um neue kreuzende Brüche als durchgehende Ganze zu ermöglichen.

Lagen alle diese Vorgänge um den Anfang der Oszillationsperiode, so gehört ebenso offenbar die Entstehung des Kopernikus-Sprungsystems an das Ende derselben und zugleich an den Schluss der nord-südlichen Mondrotation; dasselbe gilt von dem benachbarten Sprungsterne des Kepler. Beide Gebilde sind von verhältnissmässig geringem Umfange, beide machen unter dem Stereoskope den Eindruck, als haben die Strahlen eine grosse Breite nach der Tiefe hin, und ihr Verlauf zeigt eine grosse Unregelmässigkeit. Querbrüche verbinden auf mannigfache Weise die krumm streichenden Glieder, und das Ganze präsentirt sich als eine grosse Zertrümmerung unter mächtigstem Widerstande, wie ihn die durch Maredecken verstärkte und ursprünglich schon festeste Parthie der Mondschaale zu leisten im Stande war, als sie unter den dauernden Hubbereich geschoben wurde.

Wenn somit die Bruchsterne des Kopernikus und Kepler gleichsam

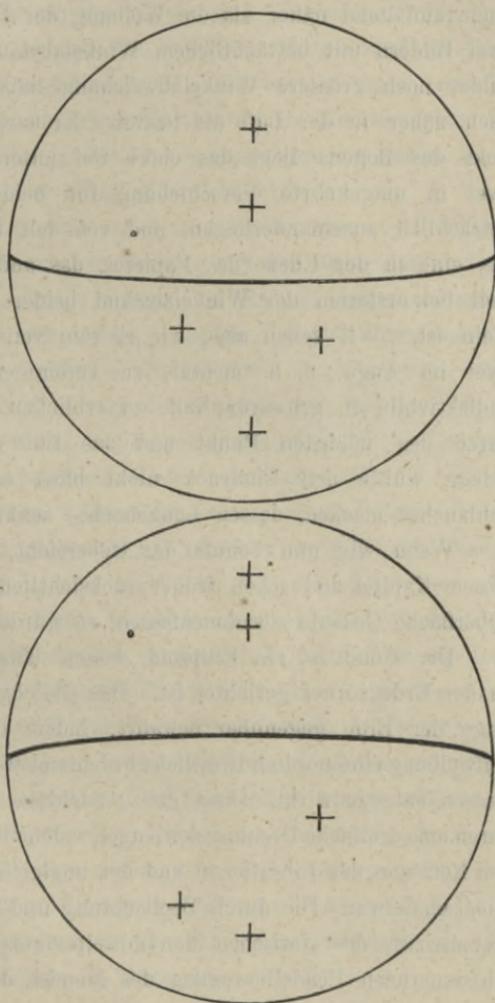
als Stücke der Bildung einer neuen, gerade zur Erde gerichteten Ellipsoidspitze aufzufassen sind an der Stelle der ursprünglich nordpolaren Abplattung, welche durch die nordsüdliche Kugeldrehung schräg zur Erde hingekehrt worden war, die Sprungsysteme Stöffler, Fabricius, Tycho aber als die Zertrümmerungen gelten müssen, welche die erste schärfere Krümmung der Mondschale zur Erde hin begleiteten, so folgt daraus das schon am Schlusse des 3. Kapitels Gesagte, dass nämlich heute die längste Mondachse nicht gerade zum Mittelpunkte der Erde hin gerichtet sei, sondern vielmehr südlich an derselben vorbeigehende, so wie, dass die lunare ellipsoidische Verlängerung überhaupt weniger bedeutend sein könne, als sie es sein würde, wenn der Körper keine Drehung erfahren hätte.

Das führt uns auf die Frage nach dem thatsächlichen Betrage des Längenüberschusses der grossen Mondachse. Natürlich kann hier von einer überhaupt bislang noch unmöglichen Feststellung ihrer absoluten Länge nicht die Rede sein, und wir wollen nur einige allgemeinere Bemerkungen bezüglich dieses Gegenstandes machen.

Zunächst ist nach Obigem die grosse Achse des Mondes nicht zu ihrer vollen Ausbildung gediehen. Weiter kann sie nicht die kurzen Achsen der von *Hansen* berechneten exzentrischen Schwerpunktslage entsprechend übertreffen, da diese Lage, wie ausgeführt, zum grossen Theile auf ungleicher Dichte der bezüglichen Mondhemisphären beruht. Mit ebenso grosser Sicherheit kann man weiter behaupten, dass der Unterschied der Achsenlängen das bisher theoretisch angenommene Maass von knapp 1000 Fuss bedeutend übertreffe, dagegen noch weit mehr hinter demjenigen zurückbleibe, auf welches ein gewisser Augenschein hat schliessen lassen. Letzterer, eine Sinnestäuschung, ist erst so alt wie die Stereoskopbilder des Mondes. Einige derselben (nicht alle) zeigen bekanntlich den Mond als etwa ein halbes Ei, welches dem Beschauer, also der Erde, seine Spitze zukehre. Das hat man vielfach, wie z. B. kürzlich noch Herr *Falb* in seiner Schrift „Grundzüge zu einer Theorie der Erdbeben“ etc. S. 408, für die richtige Erscheinung der Mondgestalt gehalten und dieselbe also für derartig zur Erde hin ausgezogen angesehen, dass selbst *Hansen's* Zahlenverhältnisse noch bedeutend hinter dieser Kugelverzerrung zurückbleiben würden. Die hierbei aus Täuschung erwachsene Irrthümlichkeit ergibt sich leicht wie folgt:

Gesetzt, der zur Erde gerichtete Halbmesser des lunaren Ellipsoids überträfe jeden anderen um mehre, sagen wir 4 geographische Meilen, so würde dieser Unterschied nur $\frac{1}{60}$ des mittleren Radius (234 M.) betragen. Dieses $\frac{1}{60}$ grösserer Länge würde für das blosse Augenmaass, um

welches es sich hier handelt, schon nach jeder seitlichen Richtung kaum erkennbar sein, jedenfalls aber sich der Wahrnehmung völlig entziehen müssen in der perspektivischen Verkürzung gerade zur Erde hin. Dagegen würde der Mond, auch wenn er eine vollkommene Kugel wäre, im Stereoskope als halbes Ei erscheinen können aus dem Grunde, auf welchen wir schon in unserer Schrift „Die Gezeiten etc.“ hingewiesen haben, wenn nämlich, wie das bei einigen der Stereoskop-Doppelbilder der Fall, ein einziges mental nur durch eine gesteigerte Kreuzung der Augenachsen herstellbar ist. Die für das Stereoskop bestimmten Photographien des Mondes sind bekanntlich paarweise zusammengestellt aus Aufnahmen zu Zeiten entgegengesetzter Librationslagen. Bei einzelnen Paaren stellt diese Entgegengesetztheit keine äussersten Grenzen des Schwankungsbogens dar, und sie machen nicht den Eindruck der Eigestalt, sondern den der richtigen Halbkugel; wo sich die Auszerrung nach dem Beschauer hin zeigt, da geht die das stereoskopische Sammelbild herstellende zwifache Lage der Mondscheibe um grosse Winkel auseinander, und um beide Bilder zu vereinigen, haben wir mehr zu schielen nöthig oder ihre koinzidirenden Punkte in grössere Nähe an's Auge zu verlegen. Beistehende stereoskopische Figur wird das verdeutlichen:



Vor das Stereoskop gebracht, zeigen sich die beiden flachen, senkrechten Bögen als Halbzirkel, und wir glauben nach ihnen eine durchsichtige

Halbkugel zu erblicken. Von den beiden Kreuzchen rechts scheint das rechte in gleichem Abstände von der Fläche des Papiere zu stehen, wie der zentrale Punkt der Halbkugel-Oberfläche, weil es sich aus zwei entsprechend gegen einander verschobenen Bildern zusammensetzt. Das linke liegt dem Auge auffallend näher als die Wölbung der Halbkugel, denn es besteht aus zwei Bildern mit beträchtlichem Winkelabstande. Der Punkt, dessen beide Bilder noch grössere Winkelabweichung haben, schwebt darum dem Auge noch näher in der Luft als letzteres Kreuzchen. Von den drei Kreuzchen links des Bogens liegt das obere tief unter der Papierfläche, weil seine zwei in umgekehrte Verschiebung für beide Augen gezeichneten Bilder beträchlich auseinanderliegen, und von den beiden andern Kreuzchen liegt das eine in der Ebene des Papiere, das andere wenig oberhalb derselben, weil bei ersterem der Winkelabstand beider Bilder Null, bei dem zweiten klein ist. Wir sehen also, wie es rein von der grösseren Entfernung der zwei im Auge, d. h. mental, zu vereinigenden Bilder abhängt, um das Kollektivbild in grösserer Nähe zu erblicken. Eine körperliche Oberfläche, durch den nächsten Punkt und das tief zurücktretende Kreuz zugleich gelegt, würde den Eindruck nicht bloss eines Eies, sondern den eines Schlauches machen, dessen Längachse senkrecht zum Papiere stände. —

Wenn wir nun behufs der Uebersicht und einiger Ergänzung das in diesem Kapitel und schon früher rücksichtlich der heutigen Mondgestalt und -Oberfläche Gesagte zusammenfassen, so würde dieses Resumé folgendes sein:

Der Mond ist ein Ellipsoid, dessen längste Achse etwa südsüdwestlich an der Erde vorbei gerichtet ist. Das Gleichgewicht wird bei dieser schiefen Lage der Erde gegenüber bewahrt, indem einer südsüdöstlichen stärkeren Aufwölbung eine nordnordwestliche bedeutendste Fläche schwererer Oberflächenmassen entgegenwirkt. Diese ganze Sachlage ist allmählig hergestellt worden durch eine dreifache Drehung der Kugel, welche ihrerseits eine Folge der mangelnden Rotation, der Librationen und der ungleichen Festigkeit der ersten starren Mondschaale war. Die durch Beobachtung und Rechnung gefundene bedeutende Exzentrizität des statischen Mondmittelpunktes ist lediglich das Resultat einer langdauernden Pendelbewegung des Mondes dem sehr nahen und verhältnissmässig massigen Erdkörper gegenüber, welcher durch gewaltige oszillatorische lunare Gezeiten oberflächliche Aufschüttungen und lokale Verdichtungen der verschiebbaren Stoffe erzeugte. Die einstige Existenz der charakteristischen lunaren Pendelbewegung, welche schon längst eine theoretische Annahme war, ist ihrerseits noch auf das Deutlichste zu erkennen: erstens an der ihr allein entsprechenden und ständigen Gestalt der Aufschüttungen, zweitens an den

unzähligen flachen und langen Erhöhungen, den Brandungsriffen, welche die nachträglich über die Mondoberfläche emporgetretenen flüssigen und graduell erstarrenden Massen unter der schwankenden Bewegung bilden mussten, und welche Riffe nach Gestalt und Richtung keine andere Erklärung zulassen. Bei dieser Auffassung rücksichtlich der sogenannten „Bergadern“ der Mareflächen werden diese Gebilde zugleich ein Beleg für die nord-südliche Mond-drehung durch eine lokale Eigenthümlichkeit. Sie besteht darin, dass die höchsten unter ihnen auf der südlichen Halbkugel des Mondes vorkommen (siehe die plastische Karte), also in die alte Aequatorialregion fallen, wo die Schwingungen und Stauungen am bedeutendsten waren.

Es erübrigt noch, hier zusätzlich von einer Art der lunaren Oberflächen-Objekte zu sprechen, die nach unserer Meinung mit den bisher besprochenen Vorgängen in keinem Zusammenhange stehen. Das sind die klaffenden Sprünge oder Rillen. Wir glauben die von andern gemachte Unterscheidung zwischen geknickten und mehr geraden Sprüngen (Rillen) nicht nachahmen zu sollen, da uns der verschiedene Verlauf nur lokal bedingt zu sein scheint. Die geraden Sprünge neben Triesnecker und die Zickzackbrüche nördlich des Aristarch z. B. verdanken sicher ihre abweichende Gestalt der Beschaffenheit und dem Relief der zersprungenen Flächen. Bei Triesnecker ist eine langgestreckte Ebene der Länge nach mehrfach geborsten, bei Aristarch ein äusserst höckeriger Boden, welcher der Kontraktion sehr ungleichen Widerstand leistete. Wir können nämlich in allen diesen Rissen nichts anderes erblicken als die Folge der schliesslichen Zusammenziehung der Aussenschale, nachdem die letzte innere Wärme des Mondkörpers ausgestrahlt war und nicht länger die Kruste auf einem gewissen höheren Grade der Temperatur erhielt, bei welchem die Oberdecke noch ihren Zusammenhang bewahrte. Dass die Rillen zuweilen in einem kleinen Krater zusammenlaufen, wie bei Triesnecker, besagt weiter nichts, als dass diese ältere Schalenöffnung den schwächsten Punkt des Zusammenhanges der Massen darstellte, und von ihm aus die Zerreibungen begannen. Es klingt wie Scherz, wenn man behaupten hört, der Boden sei auf 20 bis 30 geographische Meilen hin geborsten durch die Eruptionsgewalt eines solchen Zwergleins von Vulkan wie der hier in Rede stehende. Für unsere Ansicht sprechen aber am entschiedensten die Fälle, bei denen die Rille einer Reihe kleiner Krater folgt und dieselben spaltet. Dass solchen Kraterketten eine Urspalte die Entstehung gegeben, versteht sich von selbst, aber was wir jetzt sehen, ist nicht mehr diese, sondern ein neuer Sprung durch eine Folge schwächster Punkte hin.

7. Capitel.

Aeltere Versuche, die verschiedenen Detailbildungen der Mondscheibe zu erklären.

Bei einer Aufzählung und eingehenderen Besprechung derselben scheidet wir alles das aus, was mehr oder minder den Charakter des Abenteuerlichen trägt zufolge des Bestrebens, in den Einzelheiten der Mondscheibe durchaus Analoga zu terrestrischen Bildungen, sogar Spuren der Thätigkeit etwaiger Mondmenschen zu erkennen. Es soll sich hier um bezügliche Ideen handeln, die von Männern der Wissenschaft ausgegangen sind und auf Grundlagen fleissiger Beobachtung und kühlen Nachdenkens, nicht auf blosser Phantasie fussen. Dabei kann es sich natürlich nur um eine Abwägung des Werthes älterer Auffassungsweisen den unsern gegenüber handeln, denn eine neue Erklärung hat nur dann ein Recht, sich an die Stelle einer früheren setzen zu wollen, wenn sie unbestreitbar besser ist.

Die zu kritisirenden Ansichten älteren Datums betreffen namentlich die dreierlei Gebilde der Mondoberfläche: die sogenannten Krater, Mareflächen und Strahlensysteme, und in dieser Reihenfolge der Gegenstände wollen wir dieselben durchgehen, wobei wir schon früher Beleuchtetes, wie z. B. die durch *Carpenter* und *Nasmyth* vielen Vorgängern nachgesprochene Darstellung der Kraterentwicklung, nicht wiederholen.

Wie einleitend erwähnt, hat besonders bei den sogenannten Mondkratern (Gruben, Ringwällen und Wallebenen) die mehr oder minder grosse Aehnlichkeit der Erscheinung mit gewissen terrestrischen Vorkommen, Vorgängen oder deren Resultaten die Ansichten der Erklärer bestimmt. Der Engländer *Hooke* brachte zuerst die Idee auf, dass die lunaren Ringgebirge die Rückstände von Gasblasen seien, und Herr *R. Falb* hat neuerdings diese Meinung wieder aufgefrischt in seinem Werke „Grundzüge zu einer Theorie der Erdbeben und Vulkanausbrüche“, S. 403 ff.

Es ist keine Frage, dass der allgemeine Anblick der Mondscheibe, namentlich bei schwächerer Vergrösserung, wohl zu allererst an die Erscheinung erinnert, welche uns bei einer brodelnden, steifflüssigen Masse, einem im Topfe kochenden Brei, dem im Kessel siedenden Asphalte, Leim etc. entgegentritt, wo wir auch gleich hinter dem Zerplatzen aufsteigender Gasblasen her um deren Stelle Ringe sehen, die bei grösserer Steifheit der Masse eine Zeit lang stehen bleiben. Es ist ferner wahr, dass sich auf der Mondfläche an vielen Orten kleine domförmig aufgetriebene Erhöhungen befinden, die wir sehr wohl für hohl ansehen, und von denen wir annehmen können, dass sie,

nachdem das hebende Gas langsam verschlichen, unzerplatzt stehen geblieben seien. Endlich würde die sehr wahrscheinlich glasartige Natur der obersten Mondstoffe dieser Auffassung als Stütze dienen, da wir bei unserem, erkaltet so spröden Glase, wenn es sich im Zustande der Rothglühhitze befindet, zugleich grosse Dehnbarkeit und Zähigkeit beobachten. Trotz alledem häufen sich, wenn wir mit gedachter Meinung über die Entstehungsart an die grossen und grössten Rundbildungen herantreten, die Schwierigkeiten, dieselben mit ihr in Einklang zu bringen, dermaassen an, dass wir sie doch aufzugeben gezwungen sind.

Herr *Falb* denkt sich die Sache so: Gasmassen sammelten sich unter der dünnen erstarrten Mondkruste und hoben dieselbe empor, indem sie zugleich unterliegendes Flüssige seitlich und nach unten verdrängten. Als die Gase sich langsam verschlichen, sank die gewölbte Decke des Blasenraumes in die stehen gebliebene runde Höhlung unterhalb und demnach bis unter das Niveau der Umgebung ein. Dabei brach sie natürlich ringsum ab und liess einen runden starren Rand, den nachherigen Wall, oder wenigstens dessen Anfang, stehen. Durch die so entstandenen kreisförmigen Risse drangen weiter die flüssigen Untermassen herauf, welche die einsinkende Decke emporpresste, und so wuchsen die Wälle zu grösserer Höhe hinan. Wiederholungen des ganzen Vorganges schufen dann terrassenförmige Abfälle nach dem Inneren der Vertiefung, und Stücke der eingebrochenen Decke bildeten die zentralen Höcker derselben.

Wenn auch gegen Gasausströmungen bei dem noch fast flüssigen Zustande des ganzen Mondkörpers nichts einzuwenden wäre als die Frage, wo die Gase schliesslich geblieben sein könnten, da wir keine Spur derselben über der Mondoberfläche bemerken, so doch schon gleich sehr viel gegen deren lokale Ansammlungen in dem Maasse, dass sie Decken von 15 bis 20 und mehr geographischen Meilen Durchmesser als Ganze gehoben hätten. Wenn ferner auch rothglühende Glasmassen sehr zähe und dehnbar sind, so erscheint doch ein Zusammenhalt derselben in Flächen solcher Dimensionen geradezu als Ungeheuerlichkeit. Weiter würde ein hohler Unterraum, welcher nach der Aufblähung stehen bliebe, so dass die wieder einsinkende Decke in denselben hinterher hineinhangen und die bleibende äussere, kraterartige Vertiefung bilden könnte, mit Nothwendigkeit voraussetzen, dass, während die Blase bestand, die Mondkruste mindestens bis zur Tiefe der Höhlungen völlig erstarrt wäre, woraus sich ein unglaublich schneller Fortschritt der Gesamtabkühlung des Mondes ergäbe. War diese Erstarrung aber nicht eingetreten, so blieb nach dem Abgange der Gase keine Höhlung übrig, denn dieselbe hätte sich

mittlerweile mit flüssiger Masse füllen müssen, und die einsinkende Decke hätte schliesslich über ihr nur eine Ebene, wahrscheinlicher aber sogar eine flache, kreisförmige Erhöhung gebildet, da sie, erkaltet, leichter war als das unterliegende Flüssige. Der abgebrochene starre Blasenrand konnte nur sehr unscheinbar, nämlich äussersten Falles so hoch sein, wie die Blasenhülle dick gewesen war. Nachheriges Empordringen flüssiger Massen zu seinem Weiterbaue konnte nicht stattfinden, da zur Ermöglichung der Höhlung deren Wandungen, wie gesagt, vorher schon tief hinein hätten völlig erstarren müssen, und da die leichtere, eingesunkene Decke auch nicht die schwereren Unterstoffe hoch über ihr eigenes Niveau hätte hinaufpressen können. Eine Wiederholung des ersten Vorganges genau an derselben Stelle, um den Wall zu erhöhen und die inneren Terrassen desselben zu bilden, war bei einer noch fast vollkommenen Fluidität der ganzen Mondmasse, wie sie doch für die Möglichkeit des Angenommenen eine Grundbedingung ist, nicht wohl denkbar, da nur innere feste Kanäle die Gase wieder genau an dieselbe Oertlichkeit hätten führen können, nicht aber eine Flüssigkeit das vermocht hätte, die allorten den Austritt gestattete. Die von uns oben hervorgehobene und jedem Beschauer sofort sichtbare, stehende Höhen- und Bauverschiedenheit der Wallringe nach festen Richtungen findet durch die *Falb'sche* Auffassung keine Erklärung und ebenso wenig der Sachverhalt bei den in einander übergreifenden Kraterpaaren und -gruppen, da bei ihnen nach ihr der eine jüngere Ring unmöglich gleichmässig und in ganzer Rundung vorhanden sein könnte, wie dies doch allermeist der Fall. Jede Möglichkeit der *Falb'schen* Entstehungsweise wird schliesslich in Bezug auf die grossen Ringwälle rein abgeschnitten durch die unzweifelhaft in den lunaren Urzeiten stattgefundenen ungeheuren Flut- und Ebbebewegungen, welche ruhige Vorgänge, wie die hier supponirten, schlechterdings nicht zuliessen.

Was die kleineren und kleinsten Ringbildungen anbetrifft, so führt die Annahme ihrer Entstehung durch Gasblasen ebenfalls zu den schlimmsten Widersprüchen mit thatsächlichen Befunden. Es bliebe ein Räthsel, wie die Tausende von minutiösen Kratern sich dicht am Kopernikus und östlich des Theophilus, wie sich andere in grosser Zahl auf oder dicht an alten Wällen befinden könnten, wenn beiderlei, Riesen- und Zwergringe, die Folge von Gasblasen wären. Die ganze Mondmasse hätte dann nur eine breiartige Konsistenz haben dürfen bis zur Zeit der spätest entstandenen, kleinsten Gruben herab, wobei dann die grossen Gebilde nie hätten aufkommen können.

Kaum einer Erwähnung werth wegen ihrer Sinnlosigkeit ist die Meinung *Rozet's*, Wirbelstürme haben die Wallringe aufgeworfen zur Zeit des noch

allgemein flüssigen Zustandes der Mondoberfläche. Was sollte die Wirbelstürme gebildet haben, da Luft in nöthiger Dichte sicher nie auf dem Monde existirt hat? Was sollte auch bei vorhandener Luft die Wirbel veranlasst haben? Wie sollten sie Wälle mit so steilen Böschungen haben aufwerfen können? Was sollte jeden Wirbel Jahrtausende lang an dieselbe Stelle gebannt haben, um die schliesslich geleistete Arbeit zu thun?

Des Amerikaners *Dana* Ansicht dagegen, nach welcher die Ringgebilde durch eine Art Ueberkochen nach Art des grossen Lavasees auf Hawaii entstanden seien, trifft mit der unserigen zusammen, wenn man die Wirkung der alten Mondgezeiten ein Ueberkochen nennen will.

Wenden wir uns zu den Mareflächen. In Bezug auf ihre Natur und Vertheilung haben wir keine andere so eingehende und selbstständige Hypothese der unsrigen gegenüberstehen, als die des Herrn *Falb*. Die nach seiner Auffassung der Mondoberfläche durch dieselbe dargebotene Bestätigung der Erdbeben­theorie (welche Bestätigung indessen nur bei unserer Zurechtlegung wirklich gegeben und nun wahrhaft grossartig ist) hat diesen Herrn veranlasst, die vulkanischen Erscheinungen in den Entwicklungsgang der Weltkörper nach der *Kant-Laplace*'schen Skizze des Schöpfungsplanes einzu­reihen und dabei terrestrische wirkliche oder supponirte Bodengestaltungen und -beschaffenheiten in lunaren wiederzuerkennen. Das war im ganzen jedenfalls sehr zweckgemäss, wenschon zur Verifizirung der Erdbeben­theorie nicht eben dienlich. Dabei hat nämlich Herr *Falb* in Bezug auf Mond und Erde, namentlich auf ersteren, mitunter Ansichten entwickelt, die wir be­streiten müssen, wobei wir jedoch, wie nach Gesagtem selbstverständlich, so wenig seine Hypothese bezüglich der Symptome und Ursächlichkeit des irdischen Vulkanismus anzufechten gesonnen sind, dass wir mit unseren ab­weichenden Ausführungen derselben vielmehr erst die rechte Stütze bieten.

Herr *Falb* sieht also in den Mareflächen des Mondes Prototype unseres terrestrischen Seebodens in so fern, als beiderlei dichtere Schollen frühesten Er­starrung darstelle*). Er nennt beiderlei Hartboden und stellt demselben als Weichland die Flächen gegenüber, welche auf Erde und Mond in höherem Niveau liegen und von späterer Entstehung sein sollen. Von diesen „Urschollen“ nimmt Herr *Falb* zunächst an, dass sie als schwerere zum Theile oder ganz in die unterliegenden, noch flüssigen Massen eingesunken seien und auf solche

*) Nach einer in Nr. 12 der 1875er „Mittheilungen der Kaiserl. Kgl. Geographischen Gesellschaft zu Wien“ enthaltenen gelehrten Abhandlung des Herrn Dr. *J. Hann* ist es eine irrige Annahme, der terrestrische Seeboden sei dichter und spezifisch schwerer als jeder andere der trockenen Flächen.

Weise von Hause aus das tiefere Niveau gebildet haben, in welchem wir sie noch liegen sehen.

Hier haben wir gleich etwas Unklares und sehr wahrscheinlich ganz Irrthümliches. Gab es beim Monde solche Urschollen, und sanken sie in unterliegendes Flüssige zum Theile ein, wie das zu vermuthen, so bildeten sie höhere Niveaus als alles Umliegende; sanken sie ganz ein, so bildeten sie entweder selbst noch, oder doch das Ueberfliessende gleiche Niveaus mit den Umgebungen. Das konnte auch nur so bleiben und zugehen bei weiterer Erstarrung der Mondrinde in die Tiefe. Das Tieferwerden einzelner Parthien der Mondoberfläche ist daher aus dem blossen, verschiedenalterigen Erstarrungsprozesse schlechterdings nicht abzuleiten. Es kann nur erklärt werden durch kosmische Einflüsse, beim Monde durch die umgestaltende Anziehung der Erde, bei der Erde theils durch die alternirende Wirkung der Sonnenattraktion, theils durch die nothwendig ungleiche Zusammenziehung des Sphäroids, wie wir das weiter unten besprechen wollen.

Herr *Falb* setzt diese Agentien auch als zugleich wirksam, aber er stellt dabei Mond und Erde in eine unstatthafte Parallele. Er sagt S. 304 seines Buches „Gedanken und Studien etc.“: Das Gesicht des Mondes (d. h. dessen ungleiches Niveau auf Süd- und Nordhalbkugel) erklärt uns direkt die ungleiche Vertheilung des Wassers auf Süd- und Nordhalbkugel der Erde, und auf S. 238 desselben Werkes meint er in Bezug auf die säkulare Sonnenwirkung, die Erstarrungsepoche der Mondoberfläche, welche nach hemisphärischer Niveauhöhe des Festen eine Art Gegensatz zur Erde bildet, müsse um wenigstens 10,000 Jahre von derjenigen der Erdoberfläche verschieden liegen. Beides kann nur heissen sollen: Die mit je 10,500 Jahren alternirende Stärke der Sonnenanziehung rücksichtlich des terrestrischen Nordens und Südens hat in derselben Weise auch beim Monde die gleichnamigen Halbkugeln in den Gegensatz betreffs ihres allgemeinen festen Niveaus gebracht. Diese Wirkung der Sonne auf den Mond ist aber gar nicht möglich, wie die Astronomie lehrt. Der Stand und also die Richtung ihrer Anziehung schwankt für den Mond nur um nicht ganz 3 lunare Meridiangrade von Norden nach Süden und umgekehrt, also nur um eine winzige Grösse gegen die gleichartige Schwankung von durchschnittlich 47 Meridiangraden bei der Erde. Dieser fast unmerkliche Hin- und Hergang vollzieht sich aber beim Monde alle 18 Jahre (in der Periode des Rundlaufes der Knoten von Mondbahn und Mondäquator um die Ekliptik) und wechselt die Mondhemisphären 583mal in den einen und andern 10,500 Jahren eines ganzen Wechsels bezüglich der Erdhalbkugeln. Wie kann

man da an eine Parallele denken und an einen gleichen Grund für anscheinend analoge Differenzen der Kugelgestalt bei Mond und Erde!

Als gleich unzutreffend müssen wir alles das bezeichnen, was Herr *Falb* über die gestaltenden Einwirkungen einer Flut und Ebbe der noch grossentheils flüssigen Mondmassen sagt. Es ist unläugbar, weil aus tausend Zügen mit theils ungeheurer Deutlichkeit ersichtlich, dass die noch ganz flüssigen Mondstoffe gigantische Gezeiten (von denen übrigens bis jetzt noch niemand gesprochen hat) unter der Anziehung der Erde aufgewiesen haben, und dass diese Bewegungen bis zu weit vorgeschrittener Erstarrung der Kugel herab andauerten; aber diese Fluten und Ebben liefen ostwestlich hin und her, wie das nach unseren voraufgehenden Entwicklungen aus der Mondphysiognomie mit Handgreiflichkeit zu erkennen, und konnten nicht die einseitige Wirkung der Verschiebung des Harten und Weichen haben, welche Herr *Falb* ihnen zuschreibt, noch betrafen sie Strecken seines sogenannten Hartbodens in der von ihm bezeichneten Weise, weil derselbe von Hause aus ganz anders zur Erde lag als heutzutage. Demnach zerfallen schon aus diesen Gründen allein alle von Herrn *Falb* auf seine Darlegung der Mondfluten gestützten Schlüsse bezüglich der Anordnung der zweiartigen Oberflächenstücke.

Nun aber denkt sich Herr *Falb* obendrein die lunare wie terrestrische Flut- und Ebbebewegung in einer Weise vorgehend, wie sie nicht bestehen kann, und mit sekundären Erscheinungen, welche sich nach *Newton's* Gesetz und nach den Beobachtungen an den Erdozeanen nicht finden können noch thatsächlich finden. Die Fluten bilden einmal keine langgestreckten Kämme in meridionaler Richtung, von Pol zu Pol reichend, sondern kreisförmige flache Erhebungen, die sich nur oszillatorisch nach den Polen zu ausgleichend verbreiten; die Ausgleichung hinterher ist ebenfalls nur kreisförmig, und es kommt demnach nichts gleichzeitig einem und demselben Meridiane Folgendes dabei heraus, keine Zerreibungen in dieser Richtung, keine Sprünge mit späteren Kratern darauf, oder aus denen auf langer Strecke zugleich flüssige Stoffe hervorquöllen (die Bergadern). Es findet zweitens hinter der Flut her keine dem Flutlaufe entgegengesetzte Strömung in äquatorialer Richtung statt, wie das auch andere irrthümlicher Weise angenommen haben, und es kann also von einer Schwemmung fester Schollen in dieser Richtung keine Rede sein. Bei den hin und her gehenden Mondfluten wäre freilich auch mit einer Strömung hinterher eine einseitige Verschiebung schwimmender Schollen unmöglich gewesen. Alle aus Herrn *Falb's* irrthümlichen Annahmen von ihm gezogenen Folgerungen in Bezug auf Hart- und

Weichboden, Entstehung von Kraterreihen, Sprüngen und Rillen sind daher gänzlich unbegründet.

Wunderlicher Weise haben die Herren *Carpenter* und *Nasmyth* für die zahllosen flachen und langgestreckten Rücken der Mareflächen, so wie für die kleineren gleichartigen Gebilde der Wallebenen die Bezeichnung „Runzeln“ angewandt und zur Versinnlichung ihrer Idee über die hier zu Grunde liegende Bildungsursache einen verschrumpften Apfel und eine Greisenhand sogar photographisch darstellen lassen. Durch nachträgliches Schwinden der Mondkugel soll deren Aussenschale gleichsam zu weit geworden sein und sich nun gefaltet haben. Ein derartiger Zusammenhang würde, wie schon oben erwähnt, eine ledergleiche Beschaffenheit der erstarrten Mondrinde voraussetzen, die dann im direktesten Widerspruche mit der Auffassung derselben Verfasser bezüglich der Streifensysteme stünde, bei welcher Auffassung gerade eine höchste Sprödigkeit der äussersten Monddecke erforderlich ist. Was die Erde von anscheinenden Analogien aufweist, entspricht einmal der Eigenschaft terrestrischer Stoffe, die eine gewisse Zähigkeit und Plastizität auch nach völliger Solidifikation bewahrt haben, ist zweitens sehr vereinzelt gegen die gedachten lunaren Vorkommen und besteht drittens häufig aus Ueberschiebung der Aussenschichten an Sprüngen entlang.

Bei den an dritter Stelle zu besprechenden älteren Meinungen über die lunaren Systeme radial auseinanderstrahlender, lichter Streifen können wir mit der *Mädler*'schen anfangen, da frühere Mondbeschauer in diesen Gebilden fälschlich Höhen erblickten und sie als solche zeichnend darstellten. Unser hochberühmter Selenograph spricht sich nach Art richtiger Forscher über lunare Bildungen im ganzen zwar sehr vorsichtig, über die Strahlensysteme Tycho, Kopernikus, Furnerius etc. aber gerade weniger behutsam und zwar dahin aus, dass er sie für die Wirkungen mächtiger, heisser Gasströme halte, welche unter der Mondoberfläche hin einem Ringwall als einer Art Schlot zugezogen seien und die überliegenden Stoffe auf ihren Zügen verkalkt oder verglast hätten. *Mädler* selbst fühlt das sehr Gewagte dieser Idee und erklärt, er werde sich über eine bessere Erklärung von anderer Seite freuen.

Die Unwahrscheinlichkeit dieses Zusammenhanges bei den Strahlengebilden beruht auf dreierlei Gründen. Woher, fragen mit Recht auch *Carpenter* und *Nasmyth*, sollten erstens die jedenfalls erforderlichen Mengen des heissen Gases nach kommen bei einem Körper, der schon in seiner Erstarrung offenbar weit vorgeschritten war, und der dieselben, wenn er sie jemals barg, lange vorher abgeschieden haben müsste? Welcher Art Stoffe aber, fragen wir zweitens, könnten die lunaren oberflächlichen gewesen sein,

die auf Hunderte von Meilen den Gasen den Austritt verwehrt? Sie müssten eine kautschukartige Zähigkeit und Undurchdringlichkeit besessen und auch nach der Verkalkung behalten haben, um die Gase in schlauchähnlichen Gängen zu der sehr entlegenen Krateresse hinzuleiten. Warum sollten drittens alle die Gänge zu einem einzigen, so weit entfernten, durch gar keine schornsteinartige Erhebung ausgezeichneten Krater hingeführt haben, da jeder von ihnen auf seinem Zuge einer Menge anderer Krater begegnete, die ebenso gut den Schlot des Entweichens hätten bilden können?

Wenn Herr *Falb*, dessen eingehende Zurechtlegung der verschiedenen Mondgebilde auch die vorliegenden bedenkt, die *Mädler'schen* Gaswirkungen beibehält und nur einen mehr oder minder vollkommenen Durchbruch derselben auf ihrem ganzen Wege hinzunimmt, was sich in Bezug auf das Brechen wenigstens der Wahrheit merklich nähern wird, so bleibt doch auch bei ihm noch die **eine** bedeutsame Frage offen: Woher noch die Gase in einem so späten Stadium der Monderstarrung? wenn man nicht auch die **zweite** aufwerfen will: Wohin sind sie nachgehends gerathen?

Carpenter und *Nasmyth* haben in ihrem Buche „The Moon etc.“ eine neue Ansicht entwickelt und die sternförmigen, lichten Streifen des Tycho etc. auf Rechnung eines Umstandes gesetzt, welcher bei einigen irdischen Substanzen beobachtet wird, dessen nämlich, dass dieselben bei der Erstarrung zunächst einen grösseren Raum einnehmen als im heissflüssigen Zustande. Beim Wasser ist das längst bekannt, ebenso beim Wismuth. Die beiden Herren nun bringen Beweise dafür, dass es bei Eisen (auch der Eisenschlacke) und Silber sich gleich verhalte. Daraus folgern sie, die Innenmasse des Mondes habe bei ihrer Solidifikation, ein grösseres Volumen annehmend, die Aussenschale gesprengt, und sie geben als Analogon des Resultates das photographische Bild einer gläsernen Hohlkugel, die, mit Wasser ganz gefüllt und darauf hermetisch verschlossen, in einem warmen Bade nach vielen radialen Richtungen hin lange Risse bekam. Die Aehnlichkeit der so in Parallele gestellten Erscheinungen ist nicht zu verkennen. Trotz dessen aber ist dieselbe kein Beweis für die beim Monde supponirte Ursache aus folgenden Gründen:

Wenn die Glaskugel durch die Ausdehnung des erwärmten Wassers zersprengt wurde, so war bei ihr der Druck nach aussen verhältnissmässig bedeutend grösser, als er beim Monde sein konnte unter der Annahme, seine Stoffe hätten wirklich insgesamt die Eigenschaft gehabt, sich beim Erstarren auszudehnen. Die Schicht derjenigen Mondstoffe nämlich, welche immer zugleich in den festen Zustand übergingen, war nur sehr dünn, war

gleichsam ein Häutchen zunächst unter der harten Schale, während bei der Glaskugel die ganze Innenmasse zugleich ihr Volumen vergrösserte. Weiterhin sehen wir auf der unsern Blicken zugänglichen Mondhälfte schon solcher Strahlensterne eine ziemlich grosse Anzahl, und wir können schliessen, dass die andere Hälfte eine entsprechende derselben haben werde. Diese Streifsterne sind sehr verschieden gross, also wird es wahrscheinlich, dass auch die grössten anfangs klein gewesen, sukzessive gewachsen und nicht durch eine und dieselbe gemeinsame und gleichzeitige Aktion über die ganze Kugel hin entstanden seien. Die beiden grössten Streifbereiche endlich liegen genau in derjenigen frühesten, die des Kopernikus und Kepler in der spätesten Schalenregion, unter welcher der Haupthub der inneren Flut stattfand, so wie die Lokalitäten der kleinen derartigen Gebilde und die paar langen Streifen des nördlichen Mondrandes vor der Mondrotation den Rändern des von der Erde akgekehrten Hubzirkels angehörten.

8. Kapitel.

Die Lehre von einer säkularen Wasser- und Stoffumsetzung durch den Mond bewiesen.

Diejenigen Leser vorliegender Schrift, welche unsere sukzessiven Arbeiten im Sinne dieser Theorie, wenigstens die letzte „Die Gezeiten etc.“ kennen, werden mit uns der Meinung sein müssen, dass eine glänzendere Bestätigung der bezüglichen Grundidee, als sie das *Hansen'sche* Rechnungsergebniss betreffs des Schwerpunktes des Mondes bietet, nicht wohl geliefert werden könnte.

Der Mond stellt uns hiernach einen Weltkörper dar, welcher, während einer langen Dauer seiner Existenz einem nahezu gleichen und gleichgerichteten Einflusse eines anderen Weltkörpers ausgesetzt, seine beweglichen Innenstoffe so angeordnet hat, dass das Zentrum seiner eigenen Gravitation stark seitwärts seines mathematischen Mittelpunktes und nach dem anziehenden Weltkörper hin verlegt wurde, ganz so, wie es unsere Lehre von dem statischen Erdmittelpunkte in Bezug auf die Richtung der solaren Maximalanziehung für Zeiträume von 10,500 Jahren behauptet.

Es sieht jeder sofort ein, dass eine etwaige Wasserhülle, welche den Mond nach Art des Erden-Gesamtmeeres ursprünglich gleichmässig umgeben hätte, gemäss der heutigen Lage seines Schwerpunktes hätte verschoben und ganz seiner der Erde zugekehrten Halbkugel hätte zugetheilt werden müssen, da das statische Zentrum das Niveau dieser Wasserhülle so bestimmt haben würde. Ebenso lässt sich leicht begreifen, dass eine solche einseitige

Wasserbedeckung des Mondes in ihr gerades Gegentheil würde übergegangen sein in dem Falle, dass die exzentrische Lage des lunaren Gravitationszentrums einmal die gerade entgegengesetzte hätte werden können.

Wohl denn, bei der Erde haben wir der Sonne gegenüber erstens die Bedingung einer ähnlichen Asymmetrie der Wasservertheilung und zweitens die zu deren Umkehr. Obschon die Erde rotirt und sich also nach ostwestlicher Richtung noch stetig in dem Stadium befindet, bei welchem der Mond in seinen Urzeiten der Erde gegenüber immer seine Kugelrundung wieder herstellte, so nimmt ihre Drehungsachse doch eine solche Lage gegen ihre Bahnebene oder die Anziehungsrichtung der Sonne ein, dass sie nach Nord- und Südhalbkugel für lange Zeiträume auch die heutige und lange schon andauernde Stabilität des Mondes repräsentirt, wenn es sich um die jährlichen Maxima und Minima der Sonnenattraktion handelt. Für die Umkehr der terrestrischen unsymmetrischen Wasserbedeckung liegt die Ursache vollkommen vor in der bekannten, langsamen Drehung der Erdbahn.

Dass demnach die ungleiche Wasservertheilung über beide gedachten terrestrischen Hemisphären in den Urzeiten stetig säkular gewechselt habe, ist eine unbestreitbare Nothwendigkeit, und es sind ebenso unabweisbar alle die Folgerungen, welche sich aus der alternirend bewegten und ungleich tiefen Wasserhülle für die Gestaltung und Entwicklung der festen äusseren Erdschale ergeben. Es bleibt nur noch die Frage übrig, ob alles das auch noch für die heutige und künftige Erde Geltung habe und behalte.

Die Antwort würde, allgemein gefasst, so lauten müssen: Es hat und behält Geltung in dem Maasse, wie das langsam erstarrende Erdinnere noch Bildsamkeit genug übrig hat und behält, um dem kosmischen Einflusse sich alternirend anzubequemen. Mit vollständiger Erstarrung des flüssigen Erdkernes beginnt vollkommene Stabilität des Erdkörpers in Bezug auf seinen Schwerpunkt, und die schliessliche Lage des letzteren wird von da an für alle Ewigkeit dieselbe bleiben.

Eine speziellere Ausführung hätte folgenden Inhalt: In der Jetztzeit hat der Erdkörper noch hinreichend viel bewegliche Innenmasse übrig, um dem Sonneneinflusse alternirend nachzugeben, denn noch überall, namentlich aber in seinen mehr äquatorialen Regionen, treten als äusserste Spuren und Ausläufer der kosmisch erregten inneren Stoffverlegung flüssige Innentheile hervor, oder erregen durch ihre Verschiebung die verhältnissmässig kleinen Erschütterungen der starren Rinde, welche wir Erdbeben nennen. Dazu spricht sich in den deutlich erkennbaren Schritten, mit welchen sich die Wasserhülle der Schwerpunktsverrückung anpasst, die sie dabei auch an ihrem Theile mit her-

stellt, die langsame Gleichgewichtsänderung im Sinne des heutigen Sonneneinflusses deutlich aus, denn die von uns konstatierte langsame Spiegelbewegung ist wenigstens ein Abbild des Grundvorganges, wenn auch nicht, wie wir eine Zeit lang annahmen, der Grundvorgang selbst oder vielmehr allein. Wann aber einmal die allgemeine Starre des festen Sphäroids eingetreten sein wird, so muss das ihm etwa oberflächlich noch übrige Meerwasser trotz seiner sicher weitergehenden temporären Versetzung nach den Polen und zurück, je nach den kürzesten Perioden der Mond- und Sonnenkonstellationen, doch immer wieder zu einem und demselben Niveau zurückkehren, und dieses Niveau kann sehr wohl am Ende ein zum geometrischen Erdzentrum unsymmetrisches sein, wenn nämlich nicht die letzte innere Stoffanordnung eine genau gleiche zu beiden Seiten des Aequators ist. (Der äusserste Grad der Exzentrizität des Erdschwerpunktes erreicht übrigens, wenn uns höchstgelegene nordische Meeremuschel-Ablagerungen einen Anhalt für die Schätzung bieten dürfen, einen Betrag von nur etwa 180 mal so geringer Grösse, als *Hansen* sie beim Monde gefunden hat.)

Die säkularen Schwankungen des Erdschwerpunktes haben seit einem gewissen Zeitpunkte an Amplitude stetig abgenommen mit der durch Abkühlung und Festwerden wachsenden Einschränkung des flüssigen Erdkernes, wie wir das auch im ganzen und grossen durch die von unten nach oben abnehmenden Mächtigkeiten der gleichartigen sedimentären Hüllschichten bestätigt sehen. Die Schritte dieser Einschränkung lassen sich, allgemein redend, so bestimmen:

Das statische Uebergewicht nach der einen oder anderen mathematischen Halbkugel, je nach den Halbperioden des Perihellaufes, wurde und wird hergestellt durch die zwei Komponenten: die in der Halbperiode nach der einen Halbkugel in einem Mehrmaasse verschobenen Innenstoffe, das in derselben Zeit nach derselben Halbkugel in einem Mehrmaasse versetzte Wasser, welches, obschon es der inneren Stoffversetzung gleichsam nur folgt, doch immer seinen Theil des Uebergewichtes bildet. Das innere Bewegliche wird graduell vermindert um das Maass, in welchem es stetig nach aussen hin über die Erdoberfläche gezogen wird (vulkanische Ergüsse) und in Höhlungen der durch Erkaltung nach innen wachsenden starren Erdschale fest wird, also nimmt in demselben Grade das säkular erzeugte, alternirende Uebergewicht, mit ihm die Amplitude der säkular alternirenden Fluten und deren Leistung an oberflächlicher Sedimentablagerung ab.

Dabei finden das Bestehen und die Ursächlichkeit grosser Schwankungen, welche jedesmal eine Anzahl der 21,000jährigen umfassen und auf die wir

schliessen müssen, wenn wir das heute beobachtete Maass*) der Wasserumsetzung mit der thatsächlichen Ungleichheit der Meerestiefe und -fläche auf Erden vergleichen, in der durch den Mond bewiesenen Stoffumsetzung eine bessere Begründung, als früher möglich war.

Solche grossen Perioden können von Hause aus kaum existirt haben, weil die noch sehr dünne feste Erdkruste nennenswerthe Ungleichmässigkeiten, die nicht bei der Umkehr des kosmischen Einflusses bald wieder ausgeglichen werden konnten, nicht zulies. Mit zunehmender Mächtigkeit der äusseren starren Erdhülle dagegen wurde immer mehr Grund zu bleibenderem einseitig hemisphärischen Uebergewichte gegeben nach folgender Argumentation:

Wir wissen, dass das Wasser ein bedeutend schlechterer Wärmeleiter ist als beliebige feste Stoffe. Wurde nun eine Halbkugel durch Wasser- und Stoffversetzung mehr wasserbedeckt als die andere, so strahlte sie durch den schlechten Leiter hindurch weniger Wärme gegen den Weltraum aus, als die mehr trocken liegende. In Folge dessen erkaltete und erstarrte ihre Rinde langsamer als die der letzteren. Nun haben *Carpenter* und *Nasmyth* für Eisen,

*) Der von Prof. *Stahlberger* und vom Verfasser nach Ostseepegel-Ablesungen gefundene heutige Betrag der Spiegelsenkung ist aus den an betreffenden Stellen unserer Schriften angegebenen Gründen zu gering. Ausser diesen existirt aber noch eine andere Ursache, wegen welcher wir an den baltischen, so wie höchst wahrscheinlich an allen Flachufeln ozeanischen Schwemmlandes Senkungsbeträge finden, die hinter der Wahrheit zurückbleiben. Schwemmland wird nämlich auf sehr weite Strecken hin von sogenanntem Grundwasser durchdrungen, welches in gleicher Höhe mit dem Seespiegel steht. Dieses Grundwasser hat nothwendig in gleichen Tiefen etwa gleiches spez. Gewicht mit dem Seewasser und übt mit ihm gleichen Seitendruck aus. Die von demselben umgebenen und durchsetzten festen Stoffe, Schlamm, Thon und Sand verlieren durch eben diesen Druck einen Theil ihres eigenen Gewichtes, befinden sich gleichsam in einem Zustande des Schwimmens und liegen somit weniger dicht. Sinkt der Seespiegel, so wird der Seitendruck des mitsinkenden Grundwassers in entsprechendem Grade geringer, die festen Stoffe lagern sich dichter zusammen, das Gesamtvolumen derselben schrumpft, und die feste Oberfläche sinkt hinter dem Meeresspiegel her, wesshalb der am Festen abgelesene tiefere Wasserstand eine kleinere Differenz zeigt, als wirklich besteht. Dieses Sinken des Schwemmbodens wird verschieden sein je nach seiner Zusammensetzung, und so wird die Oberfläche nicht allenthalben die vorige relative Höhe gegen nebenliegende Stellen behalten. Beweise für einen solchen Zusammenhang bieten wohl vielfach hohe Gebäude auf solchen unsoliden Grundlagen, welche windschief werden, und selbst ganze Städte, die ihre Fundamente in verschiedenem Grade weichen sehen (Thurm zu Pisa; Venedig, dessen älteste Strassen jetzt theils sogar unter dem Seespiegel liegen; Palermo und eine Reihe anderer Küstenorte Siciliens, nach Dr. *Schubring's* interessanter Abhandlung im 1870er Programm des *Catharineus* zu Lübeck).

Eisenschlacke und Silber denselben Umstand konstatirt, welcher schon früher bei Wasser und Wismuth bekannt war, dass nämlich diese Stoffe im heissflüssigen Zustande einen kleineren Raum einnehmen als zunächst im festen. Ein gleicher Sachverhalt wird sich ohne Zweifel auch bei einer Reihe anderer Körper, namentlich bei Metallen und schmelzbaren Gesteinen finden, und wir sind demnach zu der Annahme berechtigt, dass die gleiche Raumerfüllung mit heissflüssigen Massen im Durchschnitte schwerer sei, als die mit kalten. Somit ergäbe sich für gleichen Kubikinhalt der unter grösserer Wasserbedeckung stehenden Erdhalbkugel ein grösseres Gewicht als für die unter geringerer, wodurch denn eben ihre Wasserhülle in Folge entsprechender Verschiebung des statischen Erdmittelpunktes noch mehr an Tiefe wachsen müsste. Bei der mehr trocken liegenden Halbkugel würde indessen mit der Zeit ein grösseres Gegengewicht wieder geschaffen dadurch, dass die tiefere Erkaltung zahlreichere und grössere Hohlräume des Festen erzeugte, welche durch die Stoffumsetzung sich mit neuer flüssiger und hinterher erstarrender Masse füllen würden, so dass endlich die Gesamtheit hier wieder, über das Gewichtsmoment der entgegenstehenden, innerlich wärmeren Halbkugel hinaufgesteigert, den statischen Mittelpunkt zu entgegengesetzter langsamer Verschiebung brächte*).

Dass heutzutage z. B. die mathematische südliche Halbkugel der Erde schwerer und also wohl dichter sei als die nördliche, folgert schon *Laplace* aus der langsam wechselnden Schnelligkeit des Mondlaufes, welche Unregelmässigkeit in einem solchen Uebergewichte ihre völlige Erklärung finde. —

Das Gesamtbild der sedimentären Hüllschichten der Erde ist ein verworrenes geworden durch einen Komplex anderer Bewegungen, welche mit denen des Wassers nichts zu thun hatten. Sie beruhen auf der langsamen Kontraktion des Erdkörpers in Folge seiner allmäligen Erkaltung.

Wiewohl die Kontraktionsbewegung im ganzen nur die eine Richtung

*) Die grossen Schwankungen des Seespiegels, bei denen auch die Perioden grösserer Exzentrizität der Erdbahn mit in's Spiel kommen müssen, helfen uns unter andern auch über immer noch übrige Schwierigkeiten bei der sogenannten Eiszeit hinweg. Es bleibt z. B. vielen schwer glaublich, wie eine solide Eismasse die ganze Mulde zwischen Alpen und Jura erfüllt habe, und wie Gletscherschliffe, an gewaltig hohen Felslehnen entlang ziehend, darauf schliessen lassen sollen, die ganze unterliegende Tiefe sei von einem Eisstrom gleiches Mächtigkeit durchzogen worden. Lag dagegen einmal der Seespiegel der Nordhemisphäre so hoch, um die Juramulde und dergleichen Thäler (Fjorde) zu bedecken, so konnte auch blosses Treibeis über ihn hin die Erraten an ihre jetzt so hoch liegende Stelle transportiren, und konnten später Gletscher, dem sinkenden Spiegel nachwachsend, ihre Spuren gradatim bis zu tiefsten Stellen hinab eingraben.

nach unten, d. h. auf das Erdzentrum zu, erzeugte, so musste sie wohl im einzelnen und für kleine Strecken der Oberfläche auch zu verhältnissmässig unbedeutenden Erhebungen über eine frühere Lage führen, weil die Erdstoffe, so weit wir sie kennen, sehr heterogen sind, von Hause aus jedenfalls sehr verschieden plastisch waren und ihre Plastizität zu sehr ungleichen Zeiten und in sehr verschiedenem Grade, wenn auch vielleicht nie ganz, verloren. Die Gesamtsumme aller Bewegungen des Festen, nach Abzug alles Gegenheiligen, war jedoch die Senkung, wie sich das auch in durchgängig je schärferer Faltung der je tieferen uns noch bekannten Erdschichten ausspricht.

Wenn auch ab und zu kleine heutige Erdgebirge das Resultat sekundärer Hebung sein mögen, so wird das nicht von den höchsten anzunehmen sein, und man wird von ihnen aussagen müssen, dass sie, durch mechanische Hindernisse in der Senkung aufgehalten, stehen gebliebene Reste des ehemals voluminöseren Erdkörpers sind.

Für die Richtigkeit dieser Auffassungsweise liefert wieder der Mond den handgreiflichsten Beleg. Diejenigen Bildungen auf seiner Oberfläche, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit terrestrischen Hochgebirgen haben, seine Apenninen, sein Kaukasus, seine Alpen, kurz gesagt seine höchsten Erhebungen gehören sämtlich derjenigen Region an, welche, nach unsern obigen Auseinandersetzungen, zuerst die nördlich zirkumpolare war, und welche mit beginnender Pendelbewegung sich stark zu senken und abzufachen hatte. Diese Senkung trat wegen der Homogenität der festen Schale über grosse, runde Flächen hin gleichmässig ein, liess aber breitere und schmalere Ränder um die Senkungskreise stehen, und diese Ränder sind heute die lunaren sogenannten Hochgebirge. Sie bilden kaum irgendwo Bergketten im Sinne derer der Erde, sondern erscheinen als dichtgedrängte Gruppen von pik- und domförmigen Kuppen oder vielgestaltigen Höckern, als die emporragenden Kanten und Ecken der Urschollen erster Erstarrung, die, polwärts geschwemmt, nach Art des Packeises zusammengepresst, weit in die Tiefe hinabreichten und so der Mondrinde eine derartige lokale Festigkeit gaben, dass sie dem Drucke der umgestaltenden Kraft dauernden Widerstand zu leisten vermochte. Diese anscheinenden Erhebungstreifen wiewol nebeneinander stehender Höhen sind demnach sämtlich stehen gebliebene Reste des runden Mondes und ragen, wenn sie auch in etwa mitgesunken sein mögen, wenigstens mit einem grossen Theile ihrer ersten Höhe über das allgemeine Niveau der nordpolaren Abflachung empor. Welche Gewalten in diesem Gerüste der alten Mondschale gearbeitet haben, das beweist ein kolossaler, schnurgerader, mehre Meilen breiter Bruch quer durch die sogenannten Alpen hindurch, der sich

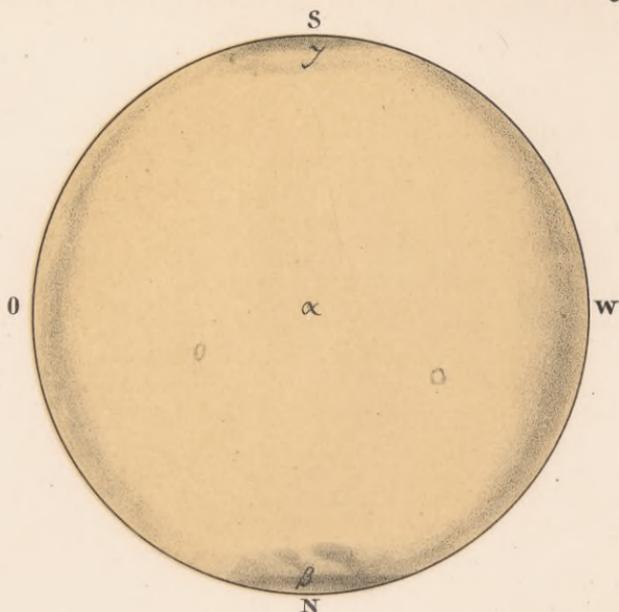
Fundamente der Gebirgsstöcke müssen alsdann Brüche oder Risse der Urrinde sein, deren beide Ränder oder Lippen entweder sich dachartig gegen einander aufstemmen, oder deren eine Lippe unter die andere geschoben ist. Im ersten Falle bilden diese Fundamente nach **beiden** Seiten hin Böschungen, im zweiten eine **einseitige** Rutschfläche, deren Steilheit fortwährend wachsen musste in dem Grade, wie die allgemeine Senkung der Erdoberfläche das durch Stemmung und grössere Festigkeit der geheilten Bruchnaht dieser Bewegung Widerstrebende zurückliess. Das diesen Rutschflächen später Aufgelagerte vollzog nun entweder mit der Zeit schon in Folge seines **Gewichtes allein**, oder bei Stössen, welche gelegentlich unvermeidlicher Nachbrüche mit der wachsenden Biegung aller den Urbruch überlagernden Schichten erfolgten, gleitende Bewegungen in eine seitliche Tieferlage, wobei die mitgeführte Oberfläche nothwendig Stauungen und Faltungen solcher Art bilden musste, wie sie sich thatsächlich vorfinden. Dieselben waren somit Folgen eines nahezu horizontalen Seitendruckes, nicht aber eines schräge nach oben, sondern eines unbedeutend schief nach unten gerichteten, wie er zur allgemeinen Senkung stimmte. Dabei sind kleinere Dislokationen in entgegengesetztem Sinne, tausenderlei Modifikationen je nach Gestalt der Urbrüche nicht ausgeschlossen. Wir reden hier nur von einem allgemeinen Schema des Zusammenhanges bei der Entwicklung der Erdgebirgsstöcke und ihrer Randbildungen.

Bei dieser Auffassung ist freilich eins nicht von der Hand zu weisen, was mit bisher bestandenen Meinungen streitet: Die sogenannten tertiären Schichten, auch die jüngsten unter ihnen, sind von einem relativ viel höheren Alter, als ihnen nach der Schichtungsstelle zuzukommen schien, und von den quaternären um einen ungeheuren Zeitabstand getrennt. Letztere nämlich liegen verhältnissmässig ungestört da und gehören schon ganz unserer schliesslichen Ruheperiode der Erdschale an, während die Bildung der tertiären Formation noch in Erdzeiten fällt, in welchen und hinter welchen her noch die gewaltigsten, wenn auch sehr langsamen Umgestaltungen des oberflächlichen Festen stattfanden. Beiderlei Perioden der Erdenexistenz müssen nun bedeutend weit von einander abliegen darum, weil Uebergänge zu verschiedenartigen Zuständen in der Natur stets mit äusserster Allmähigkeit erfolgen.

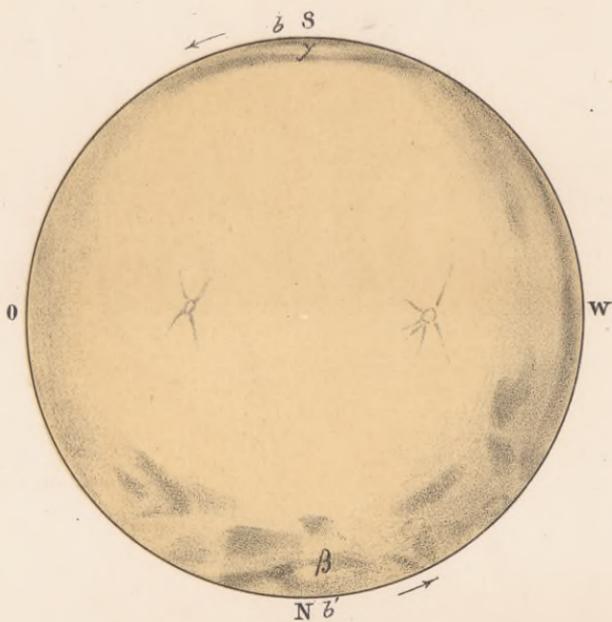
Berichtigung.

Das zweitgrösste Sprunggebiet der südlichen Mondhalbkugel ist als das des Furnerius zu bezeichnen. Die an betreffender Stelle recht schwierige Orientirung nach den Stereoskopbildern hat die falsche Benennung Fabricius-Metius veranlasst.

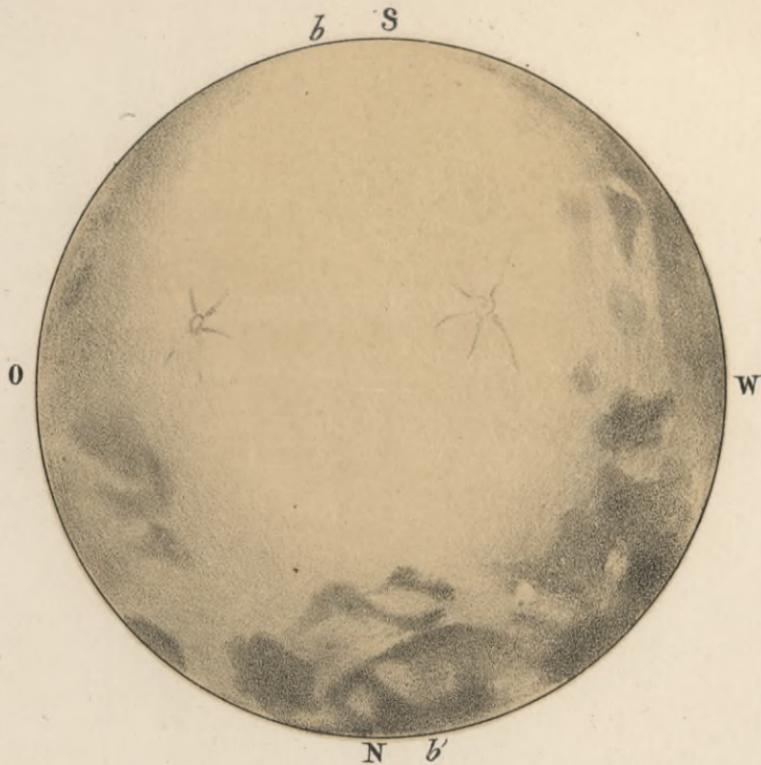
Der Mond während der Dauer seiner Pendelbewegung.



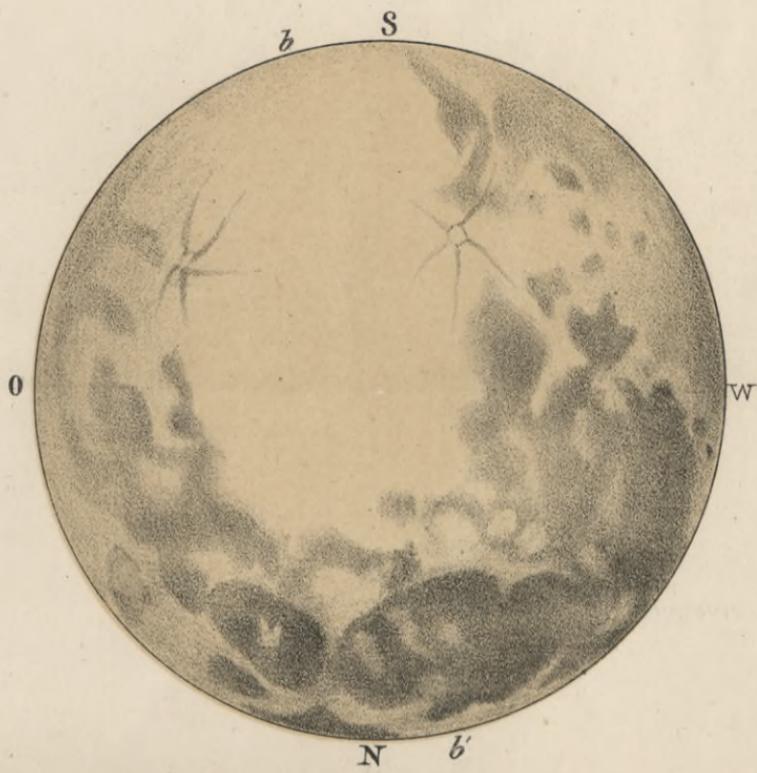
a



b



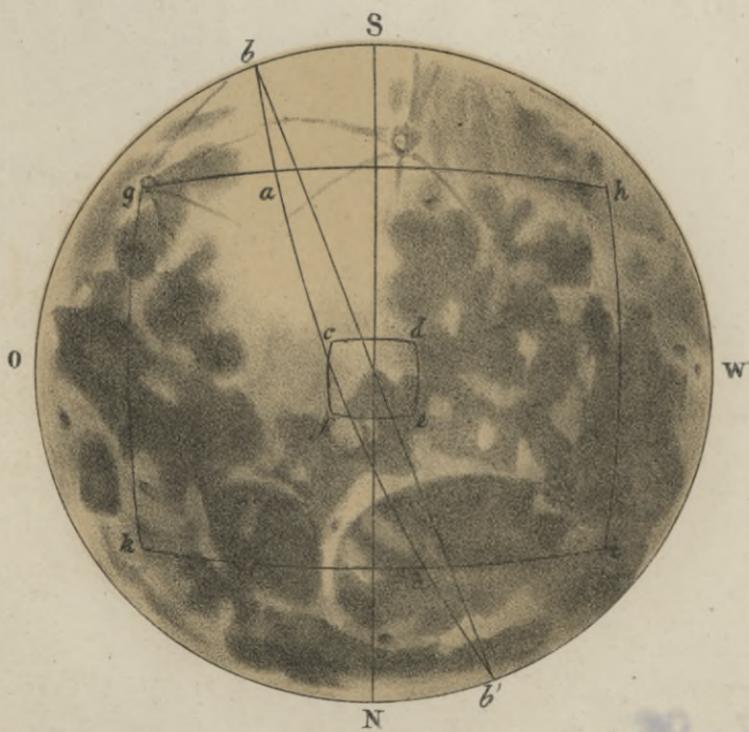
C





N

e



N

f

S - 96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349240

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-2535

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000308763

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297319