

# Der Mond.

Von

RUUDOLF FALB.

---

Vortrag, gehalten am 4. März 1874.



Eine grosse Anzahl von Menschen geht gleichgültig an Dingen vorüber, die ihr täglich in die Augen fallen. Die lange Gewohnheit, ihnen zu begegnen, erweckt seltener den Wunsch nach Aufklärung über ihr Wesen, und wenn ein solcher erwacht, liegen für Viele die Quellen, aus denen sie sich Auskunft schöpfen könnten, entfernt, oder sind ihnen unbekannt. Und doch ist jedes Steinchen am Wege nicht uninteressant, hat seine eigenthümliche Entstehung, Wandelung und Wanderung, seine Geschichte.

Wenn z. B. unser Belvedereschotter eine Sprache hätte, was könnte er uns von den Muttergesteinen, von denen er in weiter Ferne losgerissen wurde, von seiner Heimat, von dem weiten Wege, den er zurücklegen musste, über die Strömung, die ihn hierher brachte und aufschichtete, erzählen? Man beachtet ihn nicht weiter, als ob man seiner eben zu materiellen Zwecken bedarf, welche Rückblicke sich auf die Steinkohle, welche in unseren Haushaltungen täglich verbraucht wird, auf ihre Entstehung, auf ihr Alter, das nach Millionen von Jahren geschätzt werden muss, machen lassen, hat ein gelehrter Vorredner in diesem Saale

eingehend dargestellt und doch blieb und bleibt es noch vielen Anderen, welche den Vortrag hier nicht mitangehört oder darüber nichts gelesen haben, die Kohle aber so häufig zur Hand nehmen, unbekannt, woher dieselbe ihren Anfang genommen, wie sie sich zu ihrem gegenwärtigen Zustande fortgebildet habe. Die Bäume, die uns unter breiten Laubdächern Schatten spenden, uns mit ihren Früchten erquicken, zuletzt mit ihrem Holze dienen, die unzähligen Arten von Pflanzen, welche unsere Matten bedecken, in unseren Gärten wachsen und blühen, die Wässer, die um uns rauschen, die tausendfältig gestaltete Thierwelt, welche die Luft, das Wasser, das Festland bevölkern, die Gestirne, die, am Himmelsgewölbe ihre Pfade ziehend, auf uns herablicken, alles dieses ist man gewohnt, und während man sich dessen freut, fragt man gar selten um das Woher? Wohin? Wen aber die Wissenschaft in die Kenntniß der ihn umgebenden Natur eingeführt, der erst lebt ein viel reicheres Leben in der Mitte der Tausende von Gegenständen, die er näher kennen lernte.

Um diess zu ermitteln, haben zahlreiche Vereine in allen gebildeten Ländern es sich zur Aufgabe gemacht, durch Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse nützlich zu wirken und durch die Einladung in diesem Raume zu sprechen hochgeehrt, werde ich mich glücklich schätzen, wenn es mir gelingt, Einiges beizutragen, um dem Vereinszwecke zu dienen, dem sich vor mir schon viel gediegenere Kräfte widmeten.

Das Thema, das ich mir für heute ausgewählt, ist der Mond, den wir in seinen verschiedenen Lichtgestalten am nächtlichen Himmel periodisch vorüberwallen sehen, der für Viele auch zu dem Gewöhnlichen gehört, ohne dass die nähere Kenntniss seines Wesens allgemeiner bekannt wäre.

Das sanfte, bescheidene Licht seiner einem Menschenantlitz ähnlichen Scheibe hat längst die Sympathien der Menschen gewonnen und steht ihrem Zutrauen näher als die stolze Majestät der feurig niederstrahlenden Sonne und machte den Mond zum Gegenstande der ältesten Verehrung.

Ich sage: den Gegenstand der ältesten Verehrung. Wollen wir einen Einblick in die Ideen gewinnen, welche sich bei den Anfängen des Menschengeschlechtes finden, so brauchen wir uns nur in der Gegenwart bei Völkern umzusehen, die noch auf einem sehr niedrigen Grade der Cultur stehen, und da finden wir nun die merkwürdige Thatsache, dass die wenigst civilisirten Stämme den Mond hoch über die Sonne stellen, während die paritetische Verehrung beider Gestirne, wie sie in Mexiko, Pogota, Peru uns entgegentritt, stets mit einer höhern Civilisation Hand in Hand geht. Die gebildetsten Völker, wie die alten Bewohner von Egypten, Indien, Persien und die heutigen Japanesen verehren nur die Sonne. Dieser Cult ist den Potokuten, Karaiben, den Wilden in Brasilien und den Südseeinsulanern gänzlich unbekannt. Ihr höchstes Wesen ist der Mond. Er ist es, der den Bewohnern von

Innerafrika Glück und Segen spendet; zu ihm erhob Makolollo, der Diener Livingstones, als sie ihre Reise in das Innere des Landes antretend der schmalen Sichel ansichtig wurden, betend die Hände: Lass unsere Reise mit dem weissen Manne glücklich sein! und die Hottentotten rufen beim Anblick der Mondsichel aus: Sei uns gegrüsst! lasse uns viel Honig gewinnen und gib viel Futter unseren Kühen! Die Wilden auf den Vancouverinseln sagen, der Mond blicke in Erhörung ihrer Gebete freundlich herab.

Unaufgeklärt über die eigentliche Natur des Mondkörpers, bildeten sich diese Völker und wohl auch andere von vorgeschrittener Bildung umgebene, aber leider nicht genügend erleuchtete Völker und Landstriche je nach Lebensverhältnissen, Stimmung, Neigung und Stärker der Phantasie märchenhafte Anschauungen darüber. Die Grönländer erzählen: Der Seehundsjäger Aninka spielte mit dem Mädchen Malina blinde Kuh. Plötzlich fährt ihm die muthwillige Dirne mit der absichtlich in Russ geschwärtzen Hand in das Gesicht. Der Seehundsjäger geht erbosst auf die Uebelthäterin los, doch diese entflieht an den Himmel und wird dort zur Sonne. Aninka mit dem Flecken im Gesichte folgt ihr dahin und wird zum Monde. Wenn er in der Bemühung, das Mädchen zu fangen, sich müde gelaufen hat und abgemagert ist, geht er auf die Seehundsjagd und wird auf einige Tage unsichtbar. Nach seiner Rückkunft gewinnt er allmählig wieder sein früheres volles Gesicht und die Verfolgung

beginnt von Neuem, doch die schwarzen Flecke wird er nicht mehr los.

Die Hottentotten halten die Zeichnung des Mondes für einen Hasen und bringen dieselbe mit einer Sage in Verbindung, welche für die Culturgeschichte nicht werthlos ist. Einst sandte der Mond, wie sie sagen, den Hasen mit folgender Botschaft zu den Menschen: Wie ich sterbe und wieder erneuert werde, so werdet auch ihr sterben und wieder erneuert werden. Doch der Hase richtete den Menschen aus: Der Mond lässt euch sagen er stirbt und wird wieder erneuert, ihr aber werdet sterben und nicht wieder erneuert werden. Als diess der Mond erfuhr, entbrannte er vor Zorn und schleuderte einen Stock nach dem Hasen, der ihm die Lippen spaltete und grollend enthalten die Hottentotten auch heute noch sich von dem Genusse des Fleisches des Thieres mit der gespaltenen Lippe. In Indien glaubt man im Bilde des Mondes ein Reh zu sehen, in Siam einen Mann und ein Weib zu erblicken, die einen Reissighaufen aufschichten.

In Europa weiss das Mittelalter von einem Mann im Monde zu erzählen, der ein Bündel mit Holz trägt. Die erste Erwähnung hiervon finden wir im zwölften Jahrhundert bei Alexander Nekam, dem Milchbruder von Richard Löwenherz; auch Shakespeare spielt im „Sommernachtstraum“ und im „Sturm“ darauf an. Aus den deutschen Märchen über den Mond führt J. P. Hebel in seinen allemannischen Gedichten an: Dieter war ein böser Geselle, der aufs Beten nichts hielt und auch

nichts aufs Arbeiten, desto mehr aufs Trinken. Um das Geld dazu zu bekommen, stahl er in Haus und Feld, was er eben mitnehmen konnte. Eines Sonntags stand er vor Tage auf und ging mit der Hache in den Wald der Nachbargemeinde, hieb dort die schönsten jungen Buchen um, macht Bohnenstecken daraus, geht eilig fort, sieht sich nicht um und ist schon fast am Haus. Da rauscht ihm etwas vor. Jetzt Dieter! heisst es, gehts einen andern Weg, jetzt komm mit mir! Und seither sah ihn niemand auf der Erde mehr, doch stehet er im Monde im Gebüsch und in der Einsamkeit, haucht in die Hände, haut junge Buchen um, und macht Bündel daraus. Er muss arbeiten dort und das Trinken hat ein Ende, er ist ein gestrafter Mann.

Die Wissenschaft hatte es nicht so leicht mit der Erklärung wie das Märchen, und was sie uns nach vielfältigen fleissigen Forschungen über den Mondkörper lehrt, darüber werde ich im Verlaufe meines Vortrages nun zu sprechen die Ehre haben.

Vor Allem werde ich versuchen, die Frage über die Entstehung des Mondes anschaulich zu beantworten.

Die wunderbaren Entdeckungen auf dem Wege der Spectralanalyse belehrten uns, dass alle Himmelskörper Bestandtheile enthalten, welche mit jenen, die sich auf unserer Erde befinden, übereinstimmen und wir dürfen mit Recht auf die Entstehung der Welten überhaupt aus einheitlichen gemeinsamen Stoffen folgern. Durch das Studium der Schwerkraft hat man das Bewegungsgesetz der Himmelskörper ermittelt. Diesen

grossen Fortschritt dankt man der Mathematik und ist weiter fortschreitend nun im Stande, nach der Theorie von Kant und Laplace sich zu erklären, wie aus einem Urnebel solcher Stoffe unter dem Einflusse der Rotation auch unser Sonnensystem entstand, wenn man auch nicht erklären kann, welcher Impuls diesen Urnebel in Rotation versetzte. Gehen wir nun einen Schritt weiter. Die Sonne selbst, die wir alle als ein blendend leuchtendes Gestirn kennen, befindet sich, wie häufige und mit an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit gemachte Forschungen nachweisen, gegenwärtig noch in einem gasförmigen Zustande. Bei der Rotirung eines solchen Körpers um seine Achse vermehrt sich die Fliehkraft der Atome an ihrem Aquator und überwiegt sie die Schwerkraft, so müssen sich gürtelförmige Massentheile vom Ganzen abtrennen oder in Form eines Balles lösen, und in der That konnte sich nur auf diesem Wege unser Planetensystem bilden, unsere Erde in das abge sonderte Dasein eintreten.

Die Planeten umkreisten nun, wie jetzt den Sonnenkörper und rotirten gleichzeitig um ihre eigenen Achsen und so lange sie noch flüssig genug blieben, dass während der Rotation die Centrifugalkraft die Schwerkraft überwog, wiederholte sich, wie eben von der Sonne gesagt wurde, die ring- oder ballförmige Lostrennung eines Massentheiles und ging namentlich auf diesem Wege der Satellit unseres Planeten, der Mond, aus dem Erdkörper hervor, als sich derselbe noch im glutflüssigen Zustande befand.

Bei seiner Absonderung von der Erde musste der Mond nothwendiger Weise auch denselben Temperaturgrad und den Aggregationszustand der obersten Erdschichten haben, bald darauf aber seine Abkühlung begonnen haben, die jedoch bei ihm einen raschern Verlauf genommen haben muss, als der Abkühlungsprocess der Erde, weil die Lebhaftigkeit eines solchen Processes von der Grösse der Oberfläche zu der Menge der Masse abhängt. Da nun die Oberfläche kleinerer Kugeln verhältnissmässig zur Masse immer grösser ist, als bei grösseren, so ist es klar, dass die Abkühlung und die damit verbundene Erstarrung des Mondes jene der Erde überholen musste. In der Gegenwart ist der Mond wenigstens äusserlich ganz ausgekühlt und erstarrt, ohne Wasser, ohne Atmosphäre, ohne organisches Leben, wie ich diess noch näher berühren werde.

In seinen ersten Zeiten, als er selbst noch glühte, leuchtete er auch, jetzt ist diess längst vorüber, und wir sehen ihn nur als eine das Sonnenlicht reflectirende Scheibe am Himmel. Ueber den Wechsel seiner Lichtgestalt von der schmalsten Sichelform bis zur vollglänzenden Gestalt und seiner sofortigen, bis zur gänzlichen Verdunklung schreitenden Lichtabnahme, und von den Gründen dieses die vier Mondesvierteln genannten Lichtwechsel, glaube ich hier nichts Umständlicheres anführen zu sollen, da ihnen dieselben längst wohlbekannt sind, und will nur die Verfinsterungen des Mondes und der Sonne berühren, welche mit diesen Phasen enge zusammenhängen.

Der Mond hat einen Durchmesser von nur 469 Meilen, also von einem Viertel des Erddurchmessers, und ist von unserem Planeten durchschnittlich 50.000 Meilen weit entfernt, die Erde bildet auf der von der Sonne unbeleuchteten Seite einen Schattenkegel von 186.000 Meilen Länge, und in der Entfernung, in welcher der Mond die erstere umkreiset, von 1240 Meilen Breite. So, wie der Mond in diesen Schattenkegel eintritt, wird er, je nachdem ihn dieser Schattenkegel trifft, ganz oder theilweise für jeden Beobachter auf der ganzen Erde eine gewisse Zeit hindurch des ihn beleuchtenden Sonnenlichtes beraubt, es entsteht eine totale oder partiale Mondesfinsterniss.

Bei einer Sonnenfinsterniss tritt der Mond, dessen Schattenkegel auf der von der Sonne abgewendeten Seite 50.000 Meilen lang ist, vor das Tagesgestirn und entzieht der Erde ganz oder theilweise dessen Licht; aber nur für jenen Theil derselben, welchen die Spitze des Schattenkegels berührt, ist die Verfinsterung total, für die Gegenden, welche um diese Region herumliegen ist sie partial. Steht der Mond zur Zeit der Sonnenverfinsterung in seiner grössten Entfernung von der Erde, so erreicht die Spitze des Schattenkegels diese nicht mehr, und es entsteht für jene Gegend welche in der verlängerten Achse des Schattens liegt, eine ringförmige Sonnenfinsterniss.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass Mondesfinsternisse nur zur Zeit des Vollmondes, Sonnenfinsternisse nur zur Zeit des Neumondes eintreten können. Bei den

meisten Vollmonden und Neumonden geht der Schatten der Erde über oder unter dem Monde, und der Schatten des Mondes über oder unter der Erde vorbei.

Nur wenn der Mond zur Zeit seines Voll- oder Neuscheines in einem seiner Knoten steht, das heisst, wenn er zu dieser Zeit die Ebene der Erdbahn durchschneidet, tritt eine Finsterniss ein, weil dann Mond und Erde mit der Sonne in einer geraden Linie stehen und so der Schatten des einen der ersteren Himmelskörper auf den andern treffen muss. Man ersieht daraus, dass die Vorausberechnung einer Finsterniss von drei Dingen abhängt:

1. Von der Länge und Breite des Schattenkegels, welche wieder die Kenntniss der Entfernung der Erde von der Sonne, des Mondes von der Erde und des Durchmessers von Mond und Erde zur Voraussetzung hat;

2. Von der Bahngeschwindigkeit des Mondes und der Erde;

3. Von dem Orte der Mondknoten.

Die beiden ersten Punkte ergeben die Dauer, der dritte den Eintritt der Finsterniss. Da die Mondknoten in der Bahn eine regelmässige Wanderung vollführen, so müssen die Finsternisse auch nach einer gewissen Periode in derselben Ordnung wiederkehren. Diese, schon den Chaldäern bekannte Periode beträgt 18 Jahre 10 Tage.

Nebst den Phasen und Finsternissen macht sich noch manchmal ein eigenthümlicher Anblick des Mondes bemerkbar. Nach dem Neumonde, wenn die Mondsichel

noch sehr schmal erscheint, kann man ausser dieser Sichel öfters noch die ganze übrige Scheibe im matten aschgrauen Lichte sehen. Dass dieses Licht nicht von der Sonne herrührt, wird aus der Phase klar; dass es ferner nicht ein eigenes Licht des Mondes sei, lässt sich aus den Umständen unter denen es auftritt, sehr leicht erweisen. Leonardo da Vinci war der Erste, welcher die Ursache dieses Phaenomens in der Beleuchtung des Mondes durch den Erdschein fand. Zur Zeit des Neumondes hat die Erde, nämlich vom Monde aus gesehen, Vollschein, welcher kurze Zeit nach dem Neumonde noch immer ein so starkes Licht auf unsern Trabanten wirft, dass die dunkle Seite desselben uns sichtbar wird. Einige Tage später nimmt die Mondphase zu, die Phase der Erde, vom Monde aus gesehen, jedoch ab, und der Erdschein verschwindet.

Diese Veränderungen der Mondgestalt, welche, wie aus dem Gesagten zu ersehen ist, keinen reellen, sondern nur einen optischen Grund haben, sind die einzigen, die wir an unserem Trabanten beobachten können. Im Uebrigen zeigt er immer dasselbe „alte“ Gesicht: Man sah seit Menschengedenken stets nur eine und dieselbe Hälfte der Mondoberfläche. Die Ursache dieser Erscheinung wird von den Astronomen einstimmig auf eine eigenthümliche Gestalt des Mondkörpers zurückgeführt. Nach Hansen fällt nämlich der Mittelpunkt des Mondes nicht mit seinem Schwerpunkte zusammen, sei es nun, dass bei vollkommener Kugelgestalt die Dichte der uns abgewendeten Mondhälfte eine grössere ist, als die der

uns zugewandten, oder dass die Gestalt des Mondkörpers nicht vollkommen kugelförmig, sondern gegen die Erde zu etwas ausgebaucht ist, welche letztere Ansicht Guset auf Grund stereoscopischer Darstellung des Mondes vertheidiget, in jedem Falle hängt eine solche Erscheinung mit dem frühesten Zustande des Mondes zusammen, wo seine Masse noch nicht erhärtet sondern zähflüssig war und daher, unter der Einwirkung der Erdanziehung, nicht vollständig sich lagern, sondern gegen den anziehenden Körper eine eiförmige Gestalt annehmen musste. Durch diese überhängende Masse ist der Mond nun auch bezüglich seiner Achsendrehung beständig an die Erde gebunden. Die über das mittlere Niveau wie ein grosser massenhafter Berg hervorragende, uns zugekehrte Hälfte des Mondes erfährt eine überwiegend stärkere Anziehung von Seite der Erde, als die übrigen Regionen, und verursachte dadurch selbst in jenen früheren Zeiten des Mondes, wo seine Rotation noch rascher als gegenwärtig gewesen sein mochte, eine beständige Hemmung und sofortige Abnahme der Achsendrehung so lange, bis die Rotationsdauer mit der Dauer des Umlaufes um die Erde übereinstimmte. Der Umstand, dass der Mond uns immer dieselbe Seite zukehrt, gründet sich eben auf diese Uebereinstimmung, oder mit anderen Worten darauf, dass genau innerhalb eines Mondenmonats der Mond sich einmal um seine Achse dreht. Diese ganze Erscheinung kann man sich übrigens in jedem Augenblicke durch einen praktischen Versuch mit sich selbst versinnlichen und leicht be-

greiflich erklären. Man stelle sich einem fixen Gegenstande, z. B. dem Kopfe eines Menschen gegenüber und halte denselben immer gerade vor sich im Auge. Nun umschreite man den Kopf im Kreise, jedoch so, dass man denselben nicht einen Augenblick aus seinem früheren Anschauen bringt. Thut man diess, so wird man während des Umschreitens sich allmählig immer etwas wenden müssen, um den Kopf nicht aus dem Auge zu verlieren und, wenn man den Kreis ganz durchschritten haben wird, wird man ersehen, dass man sich Ein Mal um die eigene Spindel gedreht habe. Daraus ergibt sich umgekehrt, dass, wenn man den Kopf mit einmaliger eigener Achsenbewegung im Kreise umschritt, man demselben immer auch dieselbe eigene Körperseite, im gegebenen Beispiele das eigene Gesicht, zugewendet haben müsse. Die Rückseite des Mondes muss uns für immer unbekannt bleiben. Desto besser kennen wir die vordere Seite des Mondes, die wir von Pol zu Pol auf einmal überblicken können, auf der wir die Berge zu messen vermögen, während wir über so viele Theile der Erdoberfläche, über so viele ihrer höchsten Spitzen noch im Unklaren sind.

Beim Anblicke der vollen Mondscheibe unterscheiden wir auf derselben dunklere Flächen und lichtere Stellen. Jene Beobachter, welche zuerst das Fernrohr auf den Mond richteten, haben diese dunklen Flecke „Meere (Mare)“ genannt, und einige derselben mögen durch kurze Zeit wirklich gemeint haben, dass sie hier Meeresflächen vor sich haben. Dem ist aber

nicht also, und dermal ist man im Stande, mit aller Strenge zu beweisen, dass auf dem Monde gegenwärtig überhaupt kein Wasser vorhanden sei. Man braucht nur zu erwägen, dass jedes Wasser beständig verdunstet und zwar desto rascher, je länger die Sonnenwärme auf dasselbe wirkt. Durch Wasserverdunstung werden in den höheren Regionen über demselben stets Wolken gebildet, welche in dem Maasse auffälliger hervortreten müssen, je lebhafter die Verdunstung vor sich geht. Diese müsste auf dem Monde um so rascher sich einstellen, als der Atmosphärendruck, wie wir später hören werden, nur ein sehr geringer sein kann, und weil die Sonne dort jede Region durch 14 Tage ununterbrochen bescheint, was eben eine Folge der langsameren Rotation des Mondes um seine Achse ist, nach welcher sowohl der Tag als die Nacht auf jedem Punkte des Mondes um wenige Stunden kürzer als unsere 14 Erdentage dauert. Aber man konnte auf dem Monde mit den besten optischen Instrumenten nie eine Wolkenbildung beobachten, und jeder Punkt der Mondscheibe tritt, wenn nur die Erdatmosphäre heiter genug ist, klar und bestimmt hervor.

Gleichwohl hat man die Bezeichnung der dunklen Stellen mit dem Namen „Meer“ beibehalten und man unterscheidet ein „Meer des Regens (Mare imbrium)“, ein „Meer der Ruhe (Mare tranquillitatis)“, ein „Meer der Wolken (Mare nubium)“, ein „Meer der Dünste (Mare vaporum)“, einen „Meerbusen der Mitte (Sinus medii)“, welche in der angeführten Reihe den Flecken

entsprechen, welche in dem scheinbaren Gesichte des Mondes das rechte und linke Auge, den Mund und die Nase bezeichnen. Etwas schwächer hervortretend ist noch zwischen den beiden Augen, jedoch etwas höher, das „Meer der Heiterkeit (Mare serenitatis)“ vom linken Auge gegen die Schläfe sich ziehend das „Meer der Fruchtbarkeit (Mare foecunditatis)“ und darunter das „Meer des Nektars (Mare nectaris)“.

Das hellere oder mattere Licht der einzelnen Stellen auf dem Monde wird wohl richtiger dadurch erklärt, dass ihre betreffende Fähigkeit, das Licht zu reflectiren, eine verschiedene ist, wie sich diess auch auf unserer Erde bei den verschiedenen Gesteinsarten zeigt.

Die übrigen Regionen erscheinen mehr oder weniger weiss, jedoch so, dass die Reflexionsfähigkeit einer bestimmten Gegend, wie es auch bei den dunklen Flecken der Fall ist, keine merkbare Veränderung erleidet. Nimmt man jedoch das Fernrohr zur Hand, so beobachtet man noch ausserdem vier verschiedene Arten von Bodenverhältnissen: Bergketten, Ringgebilde, Strahlensysteme und Rillen.

Bergketten. Vor und nach dem Vollmonde zeigen sich stets in der Nähe der Lichtgrenze zahlreiche Schatten, welche mit dem Fortrücken der Phase stets ihre Lage und Länge ändern, so dass man daraus mit Sicherheit einen Schluss auf die Erhebung des Bodens, durch welche sie hervorgerufen werden, ziehen kann, sobald sie überhaupt gross genug sind, um mit astro-

nomischen Messwerkzeugen bestimmt werden zu können. Im Vollmonde, wo die Sonne senkrecht der von der Erde aus wahrnehmbaren Gegenden steht, verschwinden diese Schatten, welche so viel zur anmuthigen Belebung und Charakterisirung einer Mondlandschaft beitragen, gänzlich. Es ist daher ein Irrthum, der sich bei Laien gewöhnlich findet, zu glauben, dass sich eine Mondbeobachtung durch das Fernrohr zur Zeit des Vollmondes am meisten lohne.

Durch diese Schatten ist man zur Kenntniss gekommen, dass es auf dem Monde, ähnlich wie auf der Erde, grossartige Bergketten gibt, deren Auftreten sich merkwürdigerweise fast ohne Ausnahme an die Ränder der Mare beschränkt. So ziehen sich drei Gebirgsmassive bogenförmig um den Westrand des Mare imbrium, genannt die Apenninen, der Kaukasus und die Alpen. In der zweiten Kette finden sich Gipfel, welche bis zur Höhe von 17.000 Fuss ansteigen.

Diese Messungen der Mondberge sind nicht wie jene auf der Erde auf ein gemeinsames Niveau zu beziehen, da es eben dort an einem solchen mangelt. Es ist hier immer die Erhebung über die nächste Umgebung zu verstehen. Man hat drei Methoden, die Höhe der Mondberge zu messen. Findet sich ein Berg unmittelbar am Rande des Mondes, so dass an dieser Stelle die Peripherie nicht genau kreisförmig, sondern wellig erscheint, so kann die Erhebung über das Niveau der Umgebung direct gemessen werden. In jedem anderen Falle muss man warten, bis das zu messende Object;

in die Nähe der Schattengrenze zu stehen kommt. In dem dunklen von der Sonne noch nicht allgemein bestrahlten Theile, nahe dieser Grenze zeigen sich nämlich oft einzelne feine Lichtpunkte, die allmählig an Ausdehnung zunehmen, bis sie endlich die Lichtgrenze tangiren. Es sind diess nichts Anderes als die bereits von der Sonne beschienenen Gipfel solcher Berge, deren Fuss noch ringsum in Nacht liegt. Aus dem Abstände eines solchen eben erst merkbar gewordenen Lichtpünktchens lässt sich, wie zuerst Hevel durchgeführt hat, die Höhe des betreffenden Berges messen. Eine dritte, von Schrötter zuerst angewandte Methode leitet aus der Länge des Schattens und aus der bekannten Höhe der Sonne über dem Horizonte des betreffenden Berges seine Erhebung über die benachbarten Ebenen ab.

Zwei andere minder hohe Gebirgsketten: der Taurus und der Haemus geheissen, umziehen den Rand des Mare serenitatis im Westen und im Süden. Die Pyrenäenkette trennt das Mare nectaris vom Mare foecunditatis.

Parallel mit dem Südostrande des ersteren läuft in nicht zu grosser Entfernung davon das Altaigebirge, das einzige, welches sich auch noch im Vollmonde durch eine lichte Linie bemerkbar macht. Endlich verdient noch ein kleineres Massiv: Die Riphæen im Mare nubium Erwähnung.

Ringgebilde. Nicht bloss Erhebungen über, sondern auch Vertiefungen unter die Mondoberfläche werden uns durch Schattenwürfe bemerkbar. Solche Vertiefungen

zeigen sich auf dem Monde in überaus grosser Anzahl und es ist sehr bemerkenswerth, dass ihnen allen die Kreisform eigen ist. Die Meisten davon sind mit einem Walle umgeben und einige enthalten auch einen isolirten Kegel in oder nahe der Mitte. Im Allgemeinen ist die Vertiefung unter die Oberfläche desto geringer, je grösser der Durchmesser des Ringgebildes ist. Zur Charakteristik dieser Gebilde gehört auch der merkwürdige Umstand, dass die meisten von ihnen im Vollmonde, wo alle Schatten verschwinden, nicht ganz unsichtbar werden, sondern durch einen Lichtring, welcher nachweisbar den Lauf der Wälle bezeichnet, deutlich sichtbar bleiben. Hieher gehören vorzüglich die zwischen den grössten und kleinsten die Mitte haltenden Krater. In vielen Gegenden treten diese Gebilde, sowohl die grössten als die kleinsten von ihnen, reihenförmig auf. Man theilt sie nach ihrem Umfang und anderen Eigenschaften gewöhnlich in Wallebenen, Ringgebirge und Krater ein.

Zu den Wallebenen rechnet man die zwischen 30 und 14 g. Meilen im Durchmesser haltenden Wallkränze, deren Inneres fast ausnahmslos keine merkliche Vertiefung unter die mittlere Oberfläche zeigt. Die Erhebung des Walles über die letztere ist gleichfalls nicht sehr bedeutend. Ausserdem charakterisiren sich diese Bildungen, als deren Hauptrepräsentanten wir Latto und Tolmaeus bezeichnen können, durch den grauen Ton ihres Innern, so dass man geneigt ist, sie als die Zwischen-

glieder zwischen den Maren und den kleineren Ringgebilden zu betrachten.

Zu den Ringgebirgen zählt man die an Ausdehnung den vorigen nahezu gleichen Bildungen, die jedoch eine grössere Vertiefung unter das mittlere Niveau aufweisen und sich auch durch die grössere Höhe des Wallkranzes von jenen unterscheiden. Als ihr Repräsentant mag Clavius gelten.

Als Krater bezeichnet man die unter 14 Meilen Durchmesser haltenden Gebilde dieser Art, deren hohe Wälle oft genau die Kreisform zeigen und nicht selten gegen das Innere zu terrassenförmig abfallen. In der Mitte oder nahe derselben zeigt sich häufig ein Centralkegel, der jedoch niemals den umgebenden Wallkranz überragt. Die Höhe des letzteren beträgt bis zu 6000 Fuss. Dort wo der Wall von der äusseren Umgebung nicht plötzlich, sondern allmählig aufsteigt, findet man in mehreren Fällen den Kegelmantel desselben in zahlreiche, unterhalb des Kraterrandes beginnende und radienförmig verlaufende Rippen gefaltet. Sie zeigen eine Aehnlichkeit mit der Erscheinung, welche bei irdischen Kratern mit dem Namen Barancos bezeichnet wird. Als Repräsentanten solcher grösserer Krater mit den angeführten Eigenschaften gelten: Tycho, Kopernikus und Aristillus. Bei manchen Kratern beobachtet man statt des einfachen einen doppelten oder dreifachen Wall.

Die kleinen unter 5 g. Meilen im Durchmesser haltenden Krater finden sich auf dem Monde sehr zahl-

reich; nach Schmidt sind deren 50.000 mit guten Instrumenten noch zu beobachten. Wenn die Sonne nicht mehr 20 Grad über den Horizont eines solchen Kraters steht, lässt sich ein 120 Fuss hoher Wall noch gut messen.

**Strahlensysteme.** Wir haben bereits oben bemerkt, dass viele Ringgebirge und Krater selbst dann, wenn alle Schatten verschwinden und daher Erhöhungen von ebenen Flächen nicht mehr zu unterscheiden sind, noch sichtbar bleiben. Es wird dieses durch eine grössere Reflexionsfähigkeit des Walles bewirkt. Ganz auf dieselbe Weise zeigen sich bei ungefähr 12 Kratern, zur Zeit des Vollmondes, radienförmig vom Rande oder vom Fusse des Kraters auslaufende Lichtstreifen, denen jedoch keine irgend merkbare Bodenerhebung entspricht. Diese würde sich nämlich zu der Zeit, wo die betreffende Region sich an der Lichtgrenze befindet, sicherlich durch einen wenn auch noch so geringen Schattenwurf verrathen. Ausserdem spricht auch dagegen der Umstand, dass solche Lichtstreifen über Berg und Thal auf grosse Strecken ihrem ganzen Zuge nach, absolut geradlinig laufen. Diese Erscheinung findet sich besonders ausgezeichnet bei Tycho, Kopernikus, Kepler und Aristarch.

**Rillen.** Man versteht darunter Furchen von 4000 bis 5000 Fuss Breite und 2 bis 25 Meilen Länge, die meist ziemlich geradlinig verlaufen und sich nicht nur bei schiefer Beleuchtung von der Sonne durch einen schmalen schwarzen Schatten, sondern auch, wenigstens

was die grösseren von ihnen betrifft, im Vollmonde durch lebhaften Glanz bemerkbar machen.

Es ist auffallend, dass sie in grösster Anzahl in der Mitte der Mondfläche, ausserdem aber vorzugsweise an den Rändern der Mareflächen und mit ihnen parallel laufend sich zeigen. In dem letzteren Falle ist der Parallelismus häufig durch mehrere nebeneinander dahinstreichende Rillen verschärft.

Man zählt dermal über 400 Rillen, von denen Julius Schmidt allein 278 entdeckte. Als Hauptrepräsentanten dieser Bildungen gelten die Rillen des Hyginus und Aridnus. Diese Rillen sind mit wenigen Ausnahmen nur durch gute Instrumente und bei besonders reiner Luft deutlich zu sehen, und darin liegt wenigstens zum Theile der Grund, wesshalb die Beobachter über den Lauf einzelner Rillen nicht übereinstimmen.

Wir gehennun zur Erklärung der Mondgebilde über.

Nur die Kenntniss, wie der Mond geworden, kann uns das Verständniss von Erscheinungen vermitteln, denen wir auf ihm begegnen. Der Versuch, eine annehmbare Erklärung von den Bildungen auf der Mondoberfläche zu liefern, hat daher zwei Aufgaben im Auge zu behalten. Erstens, müssen alle Thatsachen der Beobachtung ungezwungen aus der Entwicklungsgeschichte des Mondes abgeleitet werden. Zweitens, müssen alle einzelnen zur Erklärung verwendeten physikalischen Erscheinungen mit einander im strengen Einklange stehen. Je besser die Lösung dieser beiden Aufgaben gelingt, desto sicherer darf sich der Naturforscher der

Ueberzeugung hingeben, der Wahrheit näher gekommen zu sein.

Ich beziehe mich an dieser Stelle auf das, was ich über die Entstehung des Mondes, über seine Temperatur und über seinen Aggregationszustand zur Zeit, als er in die Reihe der Gestirne eintrat, und über seine eingetretene Abkühlung schon gesagt, und habe nur Folgendes daran anzuknüpfen.

Was den Abkühlungsprocess glühend-flüssiger Körper anbelangt, so können wir mit Gewissheit soviel darüber sagen, dass derselbe stets mit einer Entweichung von Gasen aus seinem Innern verbunden ist. Diess lehren uns nicht bloss irdische Massen, welche im Schmelzflusse von hoher Temperatur der Abkühlung überlassen werden, sondern auch die Vorgänge auf der Sonne, auf welcher täglich ein lebhafter Eruptionsprocess beobachtet werden kann, welcher zunächst grosse Massen von Wasserstoff und verschiedene Metalle in Dampfform aus ihrem Innern an die Oberfläche befördert. Die Sonne befindet sich eben noch in jenem Stadium, in welchem wir uns die Erde nach ihrer Ausscheidung aus der Sonne, und den Mond nach seiner Lostrennung von dem Erdkörper, vor vielen Millionen von Jahren vorstellen müssen. Eine so fortdauernde Gasentwicklung aus dem Innern eines glühend-flüssigen Körpers wird der Bildung einer ersten Kruste auf seiner Oberfläche stets entgegen arbeiten, indem anfänglich im Stadium der ersten Häutchenbildung, die in Form von Blasen an die Oberfläche gelangenden Dämpfe das Häutchen leicht durchzubrechen im Stande

sein werden, im späteren Verlaufe des Processes aber, wenn eine partiale Erstarrung doch zu Stande gekommen sein sollte, durch Anhäufung der darunter liegenden Gasmassen die nach Aussen drängende Kraft der letzteren erhöht, und der sonst einfache Austritt der Blasen in den Durchbruch eines Gasstromes von geringerem Querschnitte, aber grösserer mechanischer Wirkung, übergehen muss. So könnte es nie zu einer wirklichen Rindenbildung kommen, wenn nicht mit der abnehmenden Temperatur eine Abnahme der Energie dieses Processes selbst eintreten müsste.

Würde die Erstarrung ohne diesen Process sich vollziehen und der abkühlende Körper selbst jeder Einwirkung einer ausser ihm befindlichen Masse entzogen sein, so müsste die Erstarrung von Aussen nach Innen an allen Punkten der Oberfläche in gleichen Zeiten gleichmässig erfolgen. Auf dem Monde wurde nun einerseits diess durch die Ungleichförmigkeit des Eruptionsprocesses in den verschiedenen Regionen, andererseits durch die Anziehung der Erde und die daraus entstehende Fluthbewegung der noch heissflüssigen Masse vereitelt. So werden wir gezwungen eine der Zeit nach ungleichmässige Erstarrung der Mondoberfläche anzunehmen. Da nun die Parthien älterer Erstarrung eine grössere Dicke, Dichte und Festigkeit besitzen müssen, so werden sie in aller Zukunft dem Andränge der Gasmassen kräftigeren Widerstand zu leisten vermögen, als die Parthien späterer Erstarrung, und zu einer Zeit, wo letztere noch beständig durch-

brochen werden, in den Zustand relativer Ruhe eingetreten sein. Insofern nun der Durchbruch durch feste Schichten stets mit einer mehr oder minder bleibenden Veränderung des Terrainprofils verbunden ist, so kann aus letzterem gewissermassen auf die relative Erstarungszeit des Bodens geschlossen werden. Es zeigen sich nun in der That auf dem Monde solche Flächen, welche mit anderen verglichen auffallend wenig Differenzen des Bodenniveaus enthalten, und die wir daher mit Sicherheit als Flächen erster Abkühlung betrachten dürfen. Es sind diess die oben erwähnten Mareflächen. Aus den glänzenden Ringen, welche im Vollmonde viele Kraterränder bezeichnen, so wie aus den Strahlensystemen, die ja gleichfalls stets einen Krater zum Ausgangspunkte haben, geht hervor, dass der mechanische Durchbruch gleichzeitig mit einer chemischen Veränderung, der Reflexionsfähigkeit des Bodens, verbunden war, dass sonach der helle Glanz aller, ausserhalb der Mare befindlichen Partien, ihrer häufigen Durchbrechung zugeschrieben werden muss. So ergibt sich die Erklärung der dunkleren Farbe des Marebodens von selbst. Seine grössere Widerstandskraft gegen die unter ihm gelagerten Gasmassen brachte eben den mechanischen Process und somit auch deren chemische Wirkung früher zum Abschluss als bei den übrigen Parthien der Mondoberfläche. So zeigen sich in den Maren auch verhältnissmässig sehr wenig Krater; wo sie ausgebrochen sind, ist das Terrain auch in der Umgebung durchfurcht und von lichterem Tone. Diesser

eigenthümliche Charakter eines Mondmare ist am besten zu beobachten, wenn die Lichtgrenze mitten durchzieht.

Mit der gegebenen Erklärung, welche die Krater als Resultate der Gasentweichung, in Folge der Abkühlung der Mondmasse auffasst, ist auch die Thatsache, dass die Krater desto kleiner werden, je jünger sie sind, in ihr wahres Licht gestellt. Es zeigen sich nämlich auf den Wällen grösserer Krater häufig kleinere, welche jene zum Theil zerstören, also offenbar später entstanden sein mussten, während nirgends die Zerstörung der Wälle eines kleineren Kraters durch einen grösseren nachgewiesen werden kann.

An dem oben geschilderten Gegensatze der beiden Bodenarten festhaltend führen uns die Consequenzen dieser Anschauung nun auch zur Erklärung der Bergketten bezüglich ihrer Richtung und Lage. Bei der durch die fortschreitende Abkühlung der Mondkruste bewirkten Zusammenziehung derselben mussten jene Gegensätze, wo sie scharf auf einander stiessen, durch gewaltige Spaltenbildung erkennbar werden. Durch solche Spalten wurden dann später allmählig wieder Massen aus dem Innern gedrängt, die ein Aufrichten und vielleicht auch theilweise Umkippen der erhärteten Schollen zur Folge hatten. So entstanden der ganzen Spalte entlang, und wie in einer Kette an einander gereihte Gebirgsstöcke von grösserem oder geringerem Zusammenhange. Diese müssen sich daher vorzüglich

am Rande der Mareflächen finden und dem Spaltungsgesetze zufolge denselben parallel laufen.

Die meisten Schwierigkeiten bot bisher die Erklärung der Strahlensysteme dar. Hält man jedoch an dem Zusammenhange des Lichttones mit den Spuren mechanischer Wirkungen, sowie an der zum Theile enormen Ausdehnung und dem radienförmigen Verlaufe dieser Erscheinungen fest, so dürfte das Räthsel keine grossen Schwierigkeiten bieten, vorausgesetzt, dass der Erklärung die von uns vertretene Anschauung über die Entwicklungsgeschichte des Mondes zu Grunde gelegt wird. Das Strahlensystem des Tycho, von welchem einzelne Partien fast die ganze uns sichtbare Mondoberfläche durchstreifen, lässt wohl weiter keinen Zweifel zu, dass das in Rede stehende Phänomen nicht ausschliesslich localen Ursprunges ist, sondern nur auf Verhältnisse, welche den ganzen Mondkörper berühren, zurückgeführt werden muss. Wenn Gasmassen dort, wo sie lange Zeit hindurch einen Ausweg fanden, in späteren Zeiten, nach definitiver Verstopfung des Schlottes, unter der Oberfläche zu lagern gezwungen sind, so kann es leicht geschehen, dass durch die Zusammenziehung der Mondoberfläche, in Folge der Abkühlung, ein senkrechter Druck auf diese Ansammlung von Gasmassen ausgeübt wird, demzufolge sie bei der Unmöglichkeit eines Durchbruches radienförmig nach allen Seiten unter der Rinde auseinander zu gehen gezwungen sind. Ihre hohe Temperatur wird nun den ganzen Weg entlang, welchen die einzelnen Ströme unter der

Oberfläche nehmen, das überlagernde Gestein ebenso beeinflussen, wie an der 'Ausbruchsstelle und die Reflexionsfähigkeit desselben erhöhen. Diese von uns gegebene Erklärung berücksichtigt auf das Ungezwungenste alle Umstände, welche bei den Strahlensystemen überhaupt und im Einzelnen beobachtet werden.

Im letzten Stadium nach dem Versiegen alles Wassers und dem Absterben des organischen Lebens auf der Oberfläche, welchem jeder Himmelskörper entgegengeht, tritt die Austrocknung der obersten Schichten und somit die Bildung von Klüften, Sprüngen, Rissen und Spalten ein. In dieses Stadium ist der Mond bereits eingetreten. Wie bereits bemerkt, enthält er kein Wasser mehr und es müssten sonach diese Erscheinungen auf ihm in um so höherem Maasse auftreten, als die Bestrahlung durch die Sonne während des 14 unserer Tage dauernden Mondtages die Gesteine auf eine hohe Temperatur bringen und andererseits die ebensolange dauernde, nicht minder energische nächtliche Ausstrahlung dieselbe wieder bedeutend herabsetzen muss. Die daraus folgende Ausdehnung und Wiederezusammenziehung der verschiedenartigen, die obersten Schichten bildenden Massen muss daher auf dem Monde einen äusserst lebhaften Verlauf nehmen. Wir glauben nun in den offenen Spalten des Mondes, die man Rillen nennt, das Resultat dieses Processes zu erblicken. Damit ist auch ihr Auftreten in der Nähe der Mareränder und der ausgesprochene Parallelismus mit denselben, so wie ihre grössere Häufigkeit in der Mondmitte erklärt, wo die

Strahlen der Sonne senkrecht auffallen, und gleichzeitig die Anziehung der Erde das Terrain mechanisch bearbeitet. So lässt es sich dann auch erklären, dass, wie Schmidt vermuthet, sich Rillen noch immer neu bilden und die schon vorhandenen ihre Gestalt ändern.

Jetzige Thätigkeit auf der Oberfläche des Mondes. Da der Mond kein Wasser mehr besitzt, so können solche Veränderungen, wie sie dieses Element auf der Erdoberfläche zu Stande bringt, auf dem Monde nicht erwartet werden. Allein auch die Wirkungen der trockenen atmosphärischen Luft müssen dort wegfallen, da eine der unseren ähnliche Atmosphäre auf dem Monde nicht existirt. Es ist bekannt, dass unsere Luft, und überhaupt jedes Gas den Lichtstrahl schwächt und bricht. Diese Wirkung tritt am stärksten für diejenigen Himmelskörper ein, welche sich nahe dem Horizonte befinden. Dadurch wird z. B. die Sonne bei ihrem Auf- und Untergange scheinbar um ihren ganzen Durchmesser gehoben, d. h. wir sehen die ganze Sonnenscheibe, kurz bevor noch ein Theil von ihr in Wahrheit sich über dem Horizonte erhoben hat, und wir erblicken sie noch, kurz nachdem der letzte Theil derselben bereits unter dem Horizonte verschwunden ist. Eine ähnliche Erscheinung müsste auch auf dem Monde eintreten mit Rücksicht auf die an seinem Rande verschwindenden und wieder zum Vorschein kommenden Sterne.

Wie auf der Erde durch das geschilderte Phänomen die Zeit, während welcher die Sonne über dem Horizonte gesehen wird, etwas länger und die Dauer ihres Ver-

weilens unter demselben kürzer erscheint, als die Berechnung des einfachen Laufes ergibt, so müsste auch die Zeit, während welcher ein Stern hinter der Mondscheibe vorübergeht, der Berechnung nach kürzer ausfallen, als nach der Beobachtung. Im Gegensatze davon stimmen bei den Sternbedeckungen durch den Mond beide Resultate vollkommen überein und der Astronom Bessel hat berechnet, dass die in der Unvollkommenheit unserer Instrumente und Sinneswerkzeuge begründeten Beobachtungsfehler höchstens eine Mondatmosphäre von 900mal geringerer Dichte zulassen, als es die Luft unserer Erde ist. Consequenter Weise fallen auch die Vermuthungen weg, welche manche Schriftsteller bezüglich der möglichen Existenz einer bloss auf die jenseitige Mondhälfte beschränkte Atmosphäre auszusprechen für gut fanden. Sie vergassen dabei, dass Strömungen einer solchen Atmosphäre, hervorgerufen durch den enormen Wechsel der Temperaturen auf den verschiedenen Theilen der Oberfläche, mit grosser Heftigkeit auftreten, daher auch über den Rand übergreifen und uns in verschiedener Weise bemerkbar werden müssten.

Die Veränderungen, welche bei uns durch Luft und Wasser besorgt werden, fallen somit auf dem Monde gänzlich weg und es bleiben nur noch die ähnlichen Wirkungen übrig, welche die Schwere, die auf dem Monde übrigens 5mal geringer ist als auf der Oberfläche der Erde, hervorzubringen vermag, und welche sich in

•

dem Einsturze von Kraterrändern und Berggipfeln äussern wird.

Ob die Reaction des Mondinnern gegen die Oberfläche, welcher die Bergketten, Ringgebilde und Strahlensysteme ihr Dasein verdanken, auch heute noch fort-dauern, ist eine minder leicht zu beantwortende Frage. Bis zum Jahre 1866 glaubte man diess verneinen zu müssen; denn die von Herschel im Anfange dieses Jahrhunderts beobachteten Vulkanausbrüche erwiesen sich bald als eine durch das Strahlencentrum Aristarch hervorgerufene Täuschung. Eine Entscheidung kann nur durch den wiederholten Entwurf genauer topografischer Karten, wie solche seit 200 Jahren von Hevel, Mayer, Lohrmann, Mædler und Schmidt geliefert wurden, herbeigeführt werden. Die Vergleichung solcher Karten aus verschiedenen Zeitperioden wird dann lehren, ob irgendwo auf der Mondoberfläche merkliche Veränderungen eingetreten sind. Ein derartiger Fall hat unter den Astronomen im Jahre 1866 ein lebhaftes Interesse hervorgerufen. In jenem Jahre bemerkte nämlich der schon mehrfach erwähnte Julius Schmidt, Vorstand der Privatsternwarte des Freiherrn von Sina in Athen, am 16. Oktober, dass der Krater Linée im Mare serenitatis, welcher sowohl von Lohrmann als auch von Mædler entschieden als Krater aufgefasst und dargestellt wurde, völlig verschwunden und an seiner Stelle ein lebhaft glänzender, nicht unter dem Niveau der Umgebung liegender Flecken sichtbar geworden sei. Am 10. Mai 1867 nahm derselbe Astronom am

genannten Punkte einen Schattenkegel wahr, der auf einen Hügel von ungefähr 500 Fuss Höhe schliessen liess. Diese merkwürdige Erscheinung wäre wohl kaum anders als durch einen Ausbruch des Kraters zu erklären, in Folge dessen Lavamasse die Höhlung ausfüllte und über den Rand nach allen Seiten abfliessend die äussere Umgebung des Walles auf ein gleiches Niveau brachte. Der erwähnte Hügel musste dann als Aufschüttungskegel aufgefasst werden.

Mondbewohner. Wer viel mit Laien in der Himmelskunde verkehrt, kann, wenn die Forschungen über die Mondoberfläche zur Sprache kommen, sicher sein, einer Frage nach den Bewohnern des Mondes zu begegnen. Und es ist in der That nichts verzeihlicher als diese Richtung der Neugierde. Ist denn doch der Mensch immer sich selbst das Wichtigste, und die unorganische Welt, nach den Anschauungen des grossen Haufens, nur seinetwegen vorhanden. Ein Himmelskörper ohne organische Producte schien den meisten als zwecklose und daher unglaubliche Schöpfung. Es ist hier nicht der Ort, eine philosophische Abhandlung über Zweckmässigkeit im Weltall zu beginnen. Handelt es sich jedoch um die Bewohner des Mondes, so ist hier zunächst die Frage nach deren möglicher Existenz von der Frage nach der Möglichkeit ihrer Beobachtung zu sondern, dessgleichen in der Beantwortung des ersteren Punktes, Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft strenge auseinander zu halten. Dass jetzt und wohl für immer eine mit dem organischen Leben auf der

Erde auch nur entfernt vergleichbare Fauna und Flora auf dem Monde nicht existiren könne, wird wohl aus dem, was wir über den Mangel an Luft und Wasser bereits oben gesagt haben, erklärlich werden. Insofern als für die Vergangenheit beides unserem Trabanten, als einem aus demselben Stoffe wie die Erde genommenen Individuum, nicht bestritten werden kann, musste der Process, nach welchem Wasser und Luft von dem abgekühlten Himmelskörper allmähig absorbirt wurden, auf dem Monde einen viel rascheren Verlauf nehmen. Der hier beigebrachte Grund zwingt uns auch, in einer gewissen Periode das organische Leben auf diesem Himmelskörper nicht allzusehr verschieden von der Erde anzunehmen, da die Sonne, gleiches Material hier und dort vorfindend, in derselben Weise Leben in den Urschleim bringen konnte. Modificationen der Formen und organischen Prozesse sind jedoch durch die längere Dauer von Tag und Nacht, durch die geringere Schwere, durch die grösseren Gegensätze von Ebbe und Fluth, und was davon abhängt, bedingt. Insofern mögen also den Menschen ähnliche Wesen in der Vergangenheit eher auf dem Monde, als auf irgend einem anderen Planeten existirt haben. Heute jedoch muss ihre Existenz entschieden in Abrede gestellt werden. Wenn Mondbeobachter der früheren Jahrzehnte, wie Gruithuisen u. A. Spuren von Festungsbauten, Strassen und Kanälen auf dem Monde wahrnehmen zu können glaubten, so kam man der Täuschung bald auf den Grund. Mit einer tausendmaligen Vergrösserung lassen sich Mondgegen-

stände genau so beobachten, wie Gegenstände auf der Erde auf 50 Meilen Entfernung mit freiem Auge. Allein eine solche Vergrößerung kann wegen der Trübung und Unruhe unserer Atmosphäre zur Mondbeobachtung nie verwendet werden, es sei denn, dass diess einmal in Zukunft in tropischen Zonen auf einem hohen Berge geschehe. Mit 6000maliger Vergrößerung würde man dann eine Mondlandschaft so beobachten können, wie den Mont blanc mit freiem Auge vom Genfersee aus. Von der Wahrnehmung eines Wesens von der Grösse eines Menschen kann daher auch unter den günstigsten Umständen keine Rede sein.

Einwirkung des Mondes auf die Erde. Der Ausspruch Lichtenbergs: „Der Mond soll keinen Einfluss auf die Erde haben, er hat aber einen“, wurde wohl von den meisten Gelehrten für einen blossen Witz gehalten. Heute kann man die Sache so leichtfertig nicht mehr abthun. Ein merklicher Einfluss des Mondes ist auf dreifache Weise denkbar: Durch Licht, Wärme und Anziehung.

Die Strahlen des Mondes reagiren, wie die Mondphotographien beweisen, kräftig auf chemische Präparate Auffallend ist dabei, dass der Unterschied in der Einwirkung der hellen und dunklen Parthien des Mondes viel bedeutender ist als für die direkte Beobachtung. Die Mareflächen erscheinen nämlich auf den Mondphotographien viel dunkler als dem beobachtenden Auge. Es ist wohl denkbar, dass das Mondlicht auch

Wirkungen auf andere Körper ausübt, die uns bis jetzt entgangen sind.

Wärmestrahlen können uns zugesandt werden, entweder aus dem Mondinnern selbst, wenn dieses sich noch in einer höhern Temperatur befinden würde, oder von der Oberfläche, insofern diese die Sonnenstrahlen reflectirt, oder endlich als Ausstrahlung der durch die Sonne erwärmten obersten Schichten des Mondes. Die erstere Art kann man gegenwärtig wohl direkt verneinen. Anders verhält es sich jedoch rücksichtlich der übrigen Strahlungsweisen. Der Erste, welcher eine Untersuchung in dieser Richtung anstellte, war Dschirnhäuser um das Jahr 1700. Er sammelte die Mondstrahlen mittelst Linsen und lenkte sie auf einen Thermometer. Das Ergebniss der Temperaturerhöhung war jedoch gleich Null. Ungefähr um dieselbe Zeit verdichtete Lachir das Mondlicht mittelst eines Brennspiegels von 3 Fuss im Durchmesser um das 300fache, doch gleichfalls ohne einen Erfolg am Thermometer wahrzunehmen. Im Jahre 1831 machte Melloni den ersten Versuch mittelst eines Metallspiegels und einer Thermosäule, wiederholte denselben, jedoch nach vergeblichen Bemühungen, im Jahre 1846 mittelst einer 30 Zoll im Durchmesser haltenden Linse von polygonaler Oberfläche in Neapel und erreichte wenigstens so viel damit, dass er behaupten konnte, die Mondwärme sei messbar. Ein bestimmtes Resultat jedoch wurde erst in neuester Zeit erhalten, nachdem durch die Legung des unterseeischen Telegraphen ein ausserordentlich empfindliches Galvano-

meter in Anwendung kam, an welchen eine an einem Haare aufgehängte Nadel ihre kleinsten Bewegungen durch einen Spiegel auf eine Scala reflectirt, so dass ein unmerklicher Ausschlag der Nadel schon eine grosse Verschiebung der Marke an der Scala hervorbringt. Mittelst dieses Instrumentes fand Lord Rosse, dass die Oberfläche des Mondes soviel Wärme ausstrahle, dass man die Temperatur seiner obersten Schichten auf 208 Grad R. schätzen müsse.

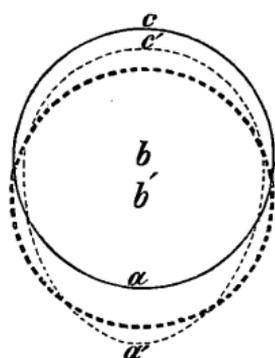
Aber auch die Reflexion der Sonnenwärme ist, wie es durch die partielle Mondesfinsterniss vom 14. November 1872 erwiesen wurde, nicht unmerklich; Wärme und Licht verminderten sich nahezu proportional, und das Minimum beider trat nahezu in der Mitte der Finsterniss ein, wo der Betrag nur mehr die Hälfte von jenem vor und nach der Bedeckung durch den Erdschatten ausmachte. Später hat noch Marie-Davy durch eingehende Beobachtungen gefunden, dass der Mond im ersten Viertel um  $\frac{14}{1,000,000}$  Grad R. und im Vollmonde  $\frac{75}{1,000,000}$  Grad R. die Luftschichten, in welchen wir uns befinden, erwärmt. Was in höheren Luftschichten von unserer Atmosphäre absorbirt wird, muss selbstverständlich diesen Betrag um ein Beträchtliches übersteigen.

Attraction. Schon vor 200 Jahren war die Vermuthung ausgesprochen worden, dass das periodische Steigen des Meerwassers durch den Mond herbeigeführt werde. Nachdem Newton die Anziehung der Massen als eine allgemeine Eigenschaft der Körper erkannt und das Gesetz, nach welcher sie wirkte, gefunden hatte,

liessen fortgesetzte Beobachtungen der Fluth, nach Zeit und Grösse, an der Richtigkeit jener Vermuthung keinen Zweifel mehr übrig. Wie die Sonne durch ihre Anziehung den Flug der Erde regelt, so übt auch eine ähnliche Wirkung die Erde auf den Mond aus. Allein jede Anziehung ist gegenseitig. Nicht bloss der grössere Himmelskörper strebt den kleineren an sich zu ziehen, sondern auch der kleinere den grösseren, aber jeder nach Massgabe seiner Kraft. So übt auch die Erde, wie alle Planeten, eine Anziehung auf die Sonne, und der Mond eine solche auf die Erde aus. Die Grösse, um welche die Erde aus der durch die Sonne erzeugten Bahn rückt, ist verhältnissmässig freilich sehr unbedeutend, allein immerhin gross genug, um in den astronomischen Rechnungen Berücksichtigung zu finden. Jedes Theilchen der Erde wird vom Monde angezogen, das eine stärker, das andere schwächer, je nach der geringeren oder grösseren Entfernung vom Monde. Ist in Fig. 1 durch den Kreis ein Durchschnitt der Erde und durch  $M$  die Stellung des Mondes angedeutet, so wird  $a$  stärker vom Monde angezogen als der Mittelpunkt  $b'$ , und  $b$  wieder stärker als  $c$ . Würden die Theilchen der Erdmasse durch eigene Anziehung nur schwach, gleich denen eines Nebels, unter einander verbunden sein, so müsste diese Verschiedenheit der Anziehung des Mondes dieselben allmählig von einander trennen, so dass sich die Erde schliesslich in einen langen Strom von kleinen Massentheilchen auflösen würde. Wäre die ganze Erde nur eine Wasserkugel, so würde jener Effect zwar nicht so vollständig erreicht,

allein die Erde würde keine Kugelgestalt mehr zeigen, sondern eiförmig, mit der längeren Achse gegen den

Fig. 1.



- Die Erdoberfläche ohne Mondanziehung.
- .... Die als starr gedachte Erdoberfläche nach der Verrückung der ganzen Erdkugel durch den Mond.
- ..... Die als flüssig gedachte Erdoberfläche nach der Verrückung.

## M

Mond gerichtet, erscheinen; die dem Monde zunächst gelegenen Wassertheilchen ( $a$ ) würden von diesem stärker angezogen, als die im Mittelpunkte gelegenen  $b$ , und diese wieder stärker als die vom Monde am weitesten entfernten. Die ersteren werden daher schliesslich vom Mittelpunkte weiter entfernt erscheinen, als zuvor ( $a'$  ist von  $b'$  der neuen Position des Mittelpunktes weiter entfernt als  $a$  von  $b$ ), desgleichen werden die entferntesten Theilchen  $c$  sich vom Mittelpunkte weiter entfernen, da in der neuen Stellung die Distanz zwischen  $b'$  und  $c'$  grösser ist, als jene zwischen  $b$  und  $c$

in der früheren Stellung. Es wird daher das Wasser sowohl auf der dem Monde zugewendeten als auch auf der von ihm abgewendeten Seite in die Höhe steigen, während in den dazwischenliegenden Punkten ein Abfließen desselben stattfindet. Obzwar nun die Erde keine Wasserkugel ist, so bedeckt doch dieses Element einen grossen Theil ihrer Oberfläche, und es muss die geschilderte Erscheinung, wenn auch mit geringerer Stärke, in Wirklichkeit eintreten. Diess die einfachste Erklärung der Ebbe und Fluth. Der Mond erzeugt also zwei Fluthwellen, eine ihm zugekehrte  $a'$ , und eine von ihm abgewandte  $c'$ . Ganz auf dieselbe Weise wirkt aber auch die Sonne auf die Erde ein; ihrer Anziehung entsprechen zwei, wenn auch, wegen der grösseren Entfernung des anziehenden Körpers, viel kleinere Fluthwellen; auch von diesen ist die eine der Sonne zu-, die andere von ihr abgewandt.

Da ein gewisser Punkt des Meeres innerhalb der heissen Zone sowohl die Sonne als den Mond im Laufe von 24 Stunden 51 Minuten einmal im Scheitelpunkte (Zenith) sieht, so sollten an diesem Punkte innerhalb dieser Zeit vier Fluthwellen-Gipfel entstehen, oder vielmehr (durch die Rotation der Erde) herankommen. Allein, da je zwei benachbarte Gipfel sich zu einer zwischen ihnen liegenden Resultirenden vereinigen, so gibt es innerhalb der genannten Zeit factisch nur zwei Hochfluthen, die nahezu nur 12 Stunden von einander getrennt sind. Wir werden dessen ungeachtet bei der Erklärung der Deutlichkeit wegen noch immer von vier Gipfeln sprechen.

Stehen nun Mond  $M$  und Sonne  $S$ , von der Erde aus gesehen, in verschiedenen Richtungen, so sind auch die vier Wellengipfel des Wassers von einander getrennt

Fig. 2.

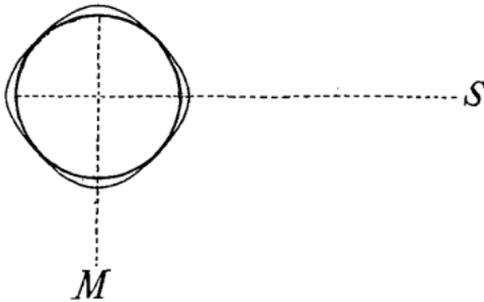


Fig. 3.

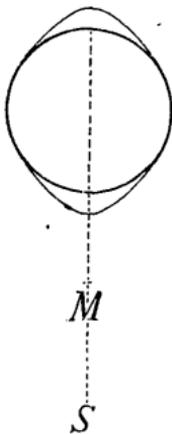


Fig. 4.

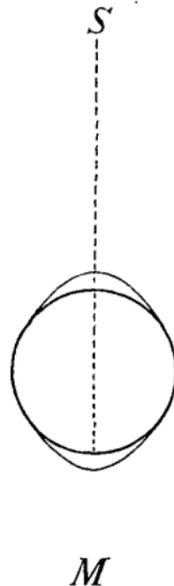


Fig. 2. Die möglichst grösste Entfernung derselben tritt dann ein, wenn der Mond im ersten oder letzten Viertel

(mit einem Worte: in den Quadraturen) ist. Die einzelnen Gipfel sind dann um 90 Grad von einander entfernt, wie in Fig 2. Stehen Mond und Sonne dagegen in derselben Richtung, Fig. 3 (Neumond), oder einander entgegengesetzt, Fig. 4 (Vollmond), so vereinigen sich im ersten Falle die den Gestirnen zugewandten und die von ihnen abgewandten, im zweiten Falle je ein zugewandter mit einem abgewandten Gipfel, wesshalb die Fluth zu diesen Zeiten (mit einem Worte: in den Sycigien) grösser ist, als in den Quadraturen. Zur Zeit einer Sonnenfinsterniss, wo der zweite Fall in aller Strenge eintritt, ist die Resultirende je zweier zusammenfallenden Wellengipfel gleich ihrer Summe und die Fluth ist am stärksten.

Ausserdem tragen aber auch noch die grösste Nähe des Mondes und der Sonne, ferner die Stellung dieser beiden Gestirne im Aequator zur Verstärkung der Fluth bei. und es ist sonach begreiflich, dass die Hochfluthen in ihrer Stärke sehr verschieden sein müssen, da letztere von dem Zusammentreffen einer grösseren oder geringeren Anzahl dieser Factoren auf einen und denselben Tag abhängt. Es gibt innerhalb eines Jahres höchstens zwei, nahe um sechs Monate von einander entfernte Tage, wo alle Factoren zusammentreffen, und auch da ist die berechnete Fluthhöhe nicht gleich, sondern variirt je nach dem Werthe der grössten Annäherung des Mondes und dem Monate, in welchem die betreffenden Tage fallen, noch in mannigfaltiger Weise. Im Allgemeinen ist die Fluth am höchsten, wenn alle Factoren auf einen

Tag in der Nähe der Frühlingsnachtgleiche (21. März) fallen.

Mit diesen theoretischen Entwicklungen stimmen nun auch die Beobachtungen der Fluthhöhen des Meeres, insofern dabei auch auf den Bau der Erdoberfläche (Küstenstrich, Meerbusen, Meerestiefe) Rücksicht genommen wird, gut überein.

Ausser dem Meere gehören zur Erde noch zwei Arten von Massen, die ihrer Beweglichkeit wegen theoretisch eine nach denselben Gesetzen auftretende Fluth zeigen sollten: der Luftocean und das von den meisten Geologen zum Theil für heissflüssig gehaltene Innere der Erde. Inwiefern die Beobachtungen in der That ein solches Verhalten bestätigen, will ich in einem anderen Vortrage ausführen.

---