

Laplace's Hypothese über die Entstehung unsers Planetensystems.

Vortrag von **Bernhard Ohlert**, Realschuldirector.

M. H. Ich werde nicht vermeiden können, um in dem eigentlichen Gegenstand unsrer heutigen Unterhaltung allgemein verständlich zu sein, an einige sehr bekannte Punkte aus der Astronomie und der Anordnung unsres Planetensystems zu erinnern, die eben meinen weiteren Aufstellungen zum Grunde liegen und erbitte mir dieserhalb Indemnität.

Je groszartiger der Fortschritt war, den unsre ganze Weltanschauung durch Newtons Entdeckung des Gravitationsgesetzes machte, nach welchem die Bewegungen aller Körper unsers Sonnensystems, allein in Folge der dem Stoffe, also ihnen selbst, inne wohnenden Kraft der Anziehung, nach einem festen Gesetze vor sich gehen und in alle Ewigkeit so fortdauern, wofern nur jeder derselben zu irgend einer Zeit in einem gewissen Abstand von seinem Centralkörper aufgestellt wurde und einen einmaligen Anstoss in einer nicht durch das Centrum desselben gehenden Richtung erhielt: desto mehr musste der Wunsch, ja, ich möchte sagen, die Forderung sich geltend machen, auch das Letzte in der Bewegung der Himmelskörper Unerklärte, jenen einmaligen Anstoss bei Beginn ihrer Wanderung, einem gewissermaassen ausserweltlichen Eingreifen zu entziehen und auf das Wirken bekannter Naturkräfte zurückzuführen. Newton selbst glaubte diesen ersten Impuls, welcher der Erde und den übrigen Planeten und Monden den Weg wies, den sie fortan durch die Weiten des Weltraumes zu wandern haben sollten, einer besondern, gewissermassen persönlichen Thätigkeit der göttlichen Macht zuschreiben zu müssen, die vielleicht auch später, wenn die als nothwendige Folge seines Gesetzes sich ergebenden Veränderungen in den Elementen der Planetenbewegungen im Laufe der Jahrhunderte so anwachsen sollten, dass dadurch die jetzt bestehende Weltordnung wesentlich gestört würde, zur Wiederherstellung von Ordnung und Gleichgewicht ab und zu die bessernde Hand anlegen müsse. Aber eben weil die Wissenschaft das ganze grossartige Erscheinungsgebiet der in so schöner Gesetzmässigkeit sich vollziehenden Bewegung der Welt-

körper, diese Harmonie der Sphären, in allen übrigen Punkten so klar begreift und auf das einzige Grundgesetz der allgemeinen Massenanziehung zurückzuführen vermag, muss es sie unabweisbar zu dem Versuch drängen, auch über dieses letzte noch Unerklärte sich Rechenschaft zu geben.

Eine Hypothese, welche die Entstehung oder vielmehr die Gestaltung unsers Planetensystems zu erklären unternimmt, hat also zunächst die Aufgabe, jenen einmaligen Anstoss, den Planeten und Monde bei Beginn ihrer Wanderung erhalten haben müssen, auf das Wirken bekannter Naturkräfte zurückzuführen. Aber indem sie das thut, muss sie natürlich auch mit allen übrigen thatsächlichen Erscheinungen in Bau und Anordnung dieser Provinz des Weltalls in Einklang stehn, muss auch diese als notwendige Folgerungen aus ihren Grundannahmen herfließen lassen, namentlich da diese Anordnung so besondre Verhältnisse zeigt, dass dieselben unmöglich rein zufällig sein können, sondern einen innern Grund haben müssen, den eben jene Hypothese auch aufzudecken haben wird. — Diese eigenthümlichen Verhältnisse, die mit dem Grundgesetz der Gravitation an sich in gar keinem Zusammenhange stehn, sind folgende:

1. Alle Planeten (nur einige der Asteroiden, jener kleinen Weltkörper zwischen der Mars- und Jupiterbahn, machen davon eine Ausnahme) bewegen sich in Bahnen, deren Ebenen nur sehr kleine Winkel mit einander bilden, wesshalb denn, von unsrer Erde aus gesehn, die Stellungen, welche dieselben am Himmel einnehmen, sämmtlich in einem schmalen Gürtel auf beiden Seiten der Ekliptik, der scheinbaren Sonnenbahn, zu liegen kommen. Für unsern Zweck ist es wichtig, diese kleinen Abweichungen in der Richtung der Bahnebenen der Planeten nicht wie gewöhnlich geschieht, alle auf die Ekliptik zu beziehen, sondern darauf hinzuweisen, dass die Bahnen der Planeten sämmtlich mit der Ebene des Sonnenäquators beinahe zusammenfallen und dass namentlich, wenn man von der äussersten, der des Neptun anfangend, nach und nach zu den der Sonne nähern, bis zu der der Erde, der Venus, des Merkur und zu der des Sonnenäquators selbst übergeht, die Winkel, welche zwischen je zwei auf einander folgenden liegen, immer sehr klein sind und bald nach der einen, bald nach der andern Seite hin, oft nur einige Minuten, höchstens 5 Grade betragen. Dasselbe gilt im Allgemeinen, soweit man beobachtet hat, für die Neigungen der Mondbahnen gegen einander und gegen den Aequator ihres Hauptplaneten. Sehr klein sind namentlich diese Neigungen bei den vier Jupitersmonden, wo sie zum Theil nur wenige Minuten betragen. Wo die Mondbahnen einen beträchtlichern Winkel mit den Aequatorebenen ihres Centralkörpers, des Planeten, den sie umkreisen, bilden, zeigen sie eine Tendenz sich der Hauptebene des ganzen Systems, der des Sonnenäquators zu nähern.

2. Eine zweite in unserm Planetensystem Platz greifende Eigenthümlichkeit ist, dass die vorrückenden Bewegungen aller Planeten in ihren Bahnen um die Sonne und der Monde in ihren Bahnen um ihren Centralkörper, ferner die Rotationsbewegungen der Sonne, der Planeten und Monde, soweit uns diese letztern bekannt sind (mit einer einzigen Ausnahme) alle in derselben Richtung von Westen nach Osten erfolgen.

Dies Verhalten ist um so auffällender, da bei den doch gleichfalls zu un-

aerem Sonnensystem gehörigen Kometen, deren Bewegungen um die Sonne gleichfalls dem Gravitationsgesetze folgen, eine solche Uebereinstimmung keinesweges stattfindet. Unter den 197 Kometen, die Arago in seiner Astronomie als bis zum Jahre 1853 beobachtet und nach ihren Bahnelementen berechnet, angiebt, waren fast genau die Hälfte, nämlich 99, rechtläufig. d. h. folgten in ihrer Bahnbewegung der Richtung der Planeten, die übrigen 98 rückläufig. Wir müssen hieraus nothwendig den Schluss ziehen, dass, während für die Kometen kein Grund vorliegt, der ihnen die Bewegung in einer bestimmten Richtung anweist, für die Bewegung der Planeten und Monde ein zwingender Grund zu diesem Verhalten vorhanden ist. Hiebei an ein „zufälliges“ Zusammentreffen zu denken, wäre da die Uebereinstimmung sich in einer so grossen Anzahl von Fällen zeigt, geradezu widersinnig.

3. Newtons Gravitationsgesetz hat zur nothwendigen Folge, dass ein Körper, welcher von einem Centralkörper angezogen wird (der, wie in unserm Fall, entweder kugelförmig ist, oder in so weitem Abstände von dem angezogenen Körper sich befindet, dass dessen Dimensionen klein gegen diesen Abstand sind) sich in einem Kegelschnitt bewege, in dessen einem Brennpunkte der Centralkörper steht; dieser Kegelschnitt kann e. ensowohl eine Parabel, oder Hyperbel, als eine Ellipse (oder ein Kreis) sein. Aber die Bahnen sämmtlicher Planeten und Monde in Bezug auf ihren Centralkörper sind Ellipsen und zwar im Allgemeinen sehr wenig excentrische Ellipsen, die sich nur wenig von einem Kreise unterscheiden. Abgesehen von den Asteroiden, deren Bahnen zum Theil ziemlich lang gestreckte Ellipsen sind, hat nur der innerste Planet Merkur eine nicht ganz unbeträchtliche Excentricität von etwa $\frac{1}{5}$ der grossen Achse, alle übrigen sind unter $\frac{1}{10}$ derselben, die der Venus am kleinsten, unter $\frac{1}{1000}$.

Auch hier muss man das durchaus verschiedene Verhalten der Kometen in's Auge fassen: Ob es Kometen giebt, deren Bahnbewegung in einer Parabel oder Hyperbel vor sich geht, ist vielleicht zweifelhaft, obwohl es bei manchen entschieden der Fall zu sein scheint, wie bei dem IV. Kometen des Jahres 1863. Dagegen ergiebt die Beobachtung mit vollster Bestimmtheit, dass die Bahnen aller derer, die uns zu Gesicht gekommen sind, sehr beträchtlich von der Kreisgestalt abweichen und durchweg eine grosse Excentricität besitzen. In der Regel ist sie so gross, dass der kleine Theil ihrer Bahn in der Sonnennähe, auf welchem wir sie von der Erde aus beobachten können, sich nicht merklich von einer Parabel unterscheidet, die man als eine Ellipse von unendlich grosser Excentricität ansehen kann. — Die Gestalt der Bahn, in welcher sich ein Körper um einen andern ihn anziehenden bewegt, hängt ausser von der Stärke der von jenem ausgeübten anziehenden Kraft offenbar von seiner Anfangsstellung und von der Richtung und Stärke des einmaligen Anstosses, den er erhalten hat, ab. Soll diese Bahn ein Kreis sein, so kann dieses nur geschehen, wenn die Richtung des einmaligen Stosses mit dem radius vector oder Leitstrahl, d. h. mit der Linie, welche die Mittelpunkte des anziehenden und des bewegten Körpers mit einander verbindet, genau einen rechten Winkel bildet, und wenn die Stärke des Stosses zu der, von dem Centralkörper ausgeübten anziehenden Kraft in einem ganz bestimmten einfachen Verhältniss steht. Da also die Bahnen der Planeten und Monde sämmtlich nur wenig

von der Kreisgestalt abweichen, so müssen die Impulse, welche den verschiedenen Körpern des Systems eingeprägt sind, nach Richtung und Intensität sich in bestimmten sehr engen Grenzen eingeschlossen finden, was gleichfalls gewiss nicht rein zufällig geschehn sein kann, sondern unabweislich auf eine bestimmende Ursache deutet. — Es sind verschiedene Hypothesen aufgestellt, um die Entstehung unsers Planetensystems zu erklären und einestheils von jenem einmaligen Impuls, den wir nothwendig annehmen müssen, damit die Bewegung der Planeten und Monde in der erfahrungsmässig festgestellten Weise Platz greifen konnte, andernteils von den eben erwähnten besondern Verhältnissen in der Einrichtung unsers Planetensystems Rechenschaft zu geben. Beiden Anforderungen genügt die von Laplace aufgestellte Hypothese in hohem Maasse.

Es ist tief zu bedauern, dass dieser geniale Mathematiker sich darauf beschränkt hat, nur die allgemeinsten Grundsätze seiner Theorie, die er übrigens mit allem Vorbehalt als rein hypothetisch hinstellt, zu entwerfen, ohne im Einzelnen ihre Consequenzen zu ziehn und sie mit den beobachteten Thatsachen zusammenzuhalten und an ihnen zu prüfen. So besitzen wir in ihr gleichsam den Schlussstein des stolzen Gewölbes der Mechanik des Himmels, der es auf's Herrlichste zusammenhalten und krönen würde; aber er ist noch nicht behauen und eingefügt, wozu freilich eine titanenhafte Kraft erfordert werden würde. Da sie in ihren wesentlichen Momenten rein mathematischer Natur ist, entzieht sie sich allerdings einer exacten wissenschaftlichen Behandlung an sich nicht; nur sind die dabei sich darbietenden Probleme so schwer und complicirt, dass einer vollständigen Lösung derselben die mathematische Technik auf ihrem jetzigen Standpunkt nicht gewachsen ist. Fürchten Sie übrigens nicht, dass ich Sie mit abstracten mathematischen Auseinandersetzungen behelligen werde; ich beschränke mich auf eine allgemein gehaltene Darlegung ihres Inhalts.

Auf wenigen Seiten am Schluss seines „systeme du monde“ hat Laplace seine kühne Hypothese entwickelt, so dass ich sie Ihnen mit seinen eigenen Worten vorführen kann:

„Welches auch die Natur dieser Ursache (der erwähnten Besonderheiten) sei, sie muss, da sie die Bewegungen der Planeten und der Nebenplaneten herbeigeführt oder gelenkt hat, alle diese Körper umfasst haben; und mit Rücksicht auf den ungeheuren Abstand, der sie trennt, kann sie nur ein Fluidum von unermesslicher (immense) Ausdehnung gewesen sein. Um ihnen allen in demselben Sinne eine fast kreisförmige Bewegung um die Sonne gegeben zu haben, muss dieses Fluidum dieses Gestirn wie eine Atmosphäre umgeben haben. Die Betrachtung der Planetenbahnen führt uns also auf den Gedanken, dass in Folge einer ausserordentlichen Hitze die Atmosphäre der Sonne sich Anfangs bis jenseits der Bahnen aller Planeten ausgedehnt und dass sie sich nach und nach (successivement) bis zu ihren gegenwärtigen Grenzen zusammengezogen hat.

Man kann also vermuthen (conjecturer), dass sich die Planeten an den successiven Grenzen dieser Atmosphäre gebildet haben durch die Verdichtung der Zonen, welche sie, sich nach und nach an der Oberfläche dieses Gestirns abkühlend und verdichtend, in der Ebene des Aequators hat zurücklassen müssen. Man kann ferner vermuthen, dass die Nebenplaneten auf ähnliche Weise durch die

Atmosphäre der Planeten gebildet sind. Die erwähnten Eigenthümlichkeiten der Bewegungserscheinungen in unserm Sonnensystem folgen auf natürliche Weise aus dieser Hypothese, denen die Ringe des Saturn einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit hinzufügen. —“

Ueber das Zurückbleiben dieser Zonen um den Aequator herum spricht sich Laplace noch an einer andern Stelle desselben Werks (Beh. IV. Cap. 9) deutlicher aus. Er macht hier darauf aufmerksam, dass in Folge des Principis von der Erhaltung der Flächen, wenn durch irgend eine Ursache die einen Weltkörper umgebende Atmosphäre sich zusammenzieht, oder wenn ein Theil derselben an der Oberfläche sich verdichtet, die Rotationsbewegung des Körpers und der Atmosphäre dadurch beschleunigt wird. Nun kann sich die Atmosphäre am Aequator nur bis zu dem Punkte ausdehnen, wo die Centrifugalkraft der Schwere genau das Gleichgewicht hält; denn über diese Grenze hinaus muss das Fluidum sich zerstreuen. Der Punkt, wo dieses Gleichgewicht eintritt, liegt um so näher dem Körper, je schneller die Umdrehungsbewegung ist. Nimmt man nun an, dass die Atmosphäre sich bis zu dieser Grenze ausdehnt und darauf sich zusammenzieht und durch Abkühlung an der Oberfläche des Körpers verdichtet, so wird die Rotationsbewegung schneller und schneller werden und die äusserste Grenze der Atmosphäre wird sich unaufhörlich ihrem Centrum nähern. Die Atmosphäre wird also nach einander in der Ebene ihres Aequators Zonen des Fluidums zurücklassen, die um den Körper zu kreisen fortfahren werden, weil ihre Centrifugalkraft der Schwere gleich ist; aber da diese Gleichheit nicht Platz greift in Bezug auf die Theilchen der Atmosphäre, die vom Aequator entfernt sind, werden diese fortfahren, ihr anzugehören.“ —

Selten sind wohl so inhaltschwere Erwägungen in so wenigen knappen Ausdrücken zusammengefasst worden. Ehe ich dieselben etwas näher erläutere und in einigen Punkten einer Prüfung zu unterziehen versuche, muss ich erst einem Missverständniss, dass leicht Platz greifen könnte und dem ich mich nicht gerne aussetzen möchte, vorbeugen.

Wahrscheinlich wundern Sie Sich, dass ich bei Erwähnung dieser mir so wichtig erscheinenden Geistesthat nicht den Namen Kants ausspreche, dass ich diese grossartige Theorie nicht die Kantische oder wenigstens die Kant-Laplace'sche nenne, wie es so allgemein selbst in streng wissenschaftlichen Werken geschieht, zumal Kants Aufstellungen nicht nur der Zeit nach den Vorgang haben, sondern auch viel vollständiger und ausgeführter sind, als die Laplaces? Der einfache Grund dafür, den Sie gewiss gelten lassen werden, ist der, dass die Hypothesen beider grossen Männer zwar in dem einen wichtigen Punkte zusammenreffen, dass sie zur Erklärung der Phänomene, welche unser Sonnensystem zeigt, von der Annahme eines Weltnebels, von einem frühern Zustand äusserst weiter Ausbreitung und feiner Vertheilung der Materie, welche gegenwärtig die Sonne sammt deren Planeten und ihren Monden bildet, ausgehen, im übrigen aber auf durchaus verschiedenen Principien beruhen. Um in aller Kürze beide als in ihrem weitem Verlauf wesentlich verschieden zu charakterisiren will ich nur bemerken, dass, während Laplaces Hypothese sich als die Centrifugal-Nebeltheorie bezeichnen liesse, von Kants Ansichten eine Centripetal-Nebeltheorie nennen müsste. Wäh-

rend Laplace sich die Planeten als von dem sich nach und nach zusammenziehenden Centralball abgestossen, an seinen jedesmaligen äussersten Grenzen zurückbleibend denkt, sucht Kant nachzuweisen, dass die aus stets weiterer und weiterer Ferne durch die Attraction herbeigezogenen materiellen Theilchen sich theils zu einem Centralball der Sonne, theils zu ihn umkreisenden Ringen, die später den Planeten ihre Entstehung gegeben, zusammengeläuft hätten. Die Grundverschiedenheit beider Ansichten ergibt sich am besten daraus, dass nach Kant die inneren Planeten die ältesten, die von der Sonne fernerer die später entstandenen sein müssen, wogegen Laplace umgekehrt zuerst den äussersten Planeten Neptun geboren werden lässt und dann der Reihe nach die folgenden bis zu Merkur. Wie sehr wir also auch den eminenten Geist und die grossartige Weltanschauung Kants bei seinen tief- und scharfsinnigen Aufstellungen bewundern müssen, können wir jedenfalls nicht seine Hypothese mit der Laplaces zusammenwerfen. Und da mir ein Hauptpunkt in den Annahmen Kants völlig unmotivirt erscheint, was freilich in den damaligen noch in vieler Beziehung so äusserst unklaren Vorstellungen von den in der Natur wirkenden Kräften seine genügende Erklärung findet, während Laplace auf einer inzwischen weit vorgeschrittenen Kenntniss der Erscheinungen des Kosmos und der in ihnen waltenden Kräfte fussend, und unterstützt von seiner gewaltigen mathematischen Technik, mir entschieden den richtigen Weg eingeschlagen zu haben scheint, so ist es natürlich, dass ich ihm zu folgen versuche. So interessant an sich eine Darlegung der Kantischen Theorie sein würde, glaube ich daher doch, hier davon Abstand nehmen zu müssen.

Lassen Sie nun das von Laplace kurz angedeutete uns ein wenig ausgeführter und bestimmter vor die Seele führen. Laplace geht, wie Sie sehen, von der Vorstellung aus, dass irgend einmal vor undenklichen Zeiten der Stoff, der jetzt die Sonne und alle umkreisenden Planeten sammt ihren Trabanten bildet, sich in gasförmigen Zustande befunden und dann natürlich einen unvergleichlich viel grösseren Raum eingenommen habe, er muss seiner Annahme nach einen Gas- oder Nebelball gebildet haben, der bis über die Bahn unseres äussersten Planeten, des Neptun, hinausreichte. In dieser Annahme liegt nichts Naturwidriges, da bei sehr hoher Temperatur erfahrungsmässig sehr viele irdische Stoffe sich im luftförmigen Zustande befinden und wahrscheinlich, wenn die Hitze nur stark genug wäre, alles Materielle in denselben übergehen würde. Noch weiter zurück greift Laplace in seiner Hypothese nicht. Ergänzen wir sie in soweit, dass wir überhaupt annehmen, dass aller Stoff, der nun die unzähligen Weltkörper in so unendlich mannichfaltiger reicher Bildung und Gliederung zusammensetzt, „Am Anfang“, wie ja auch die Schöpfungsgeschichte der Bibel beginnt, d. h. in einer unendlich weit zurückliegenden Zeitepoche, in einem Zustande äusserst feiner Vertheilung, äusserster Dünnigkeit sich befunden und den Weltraum erfüllt habe. Nur wenn dieser Weltnebel überall völlig gleichartig, insbesondere von ganz gleicher Dichtigkeit angenommen wird, konnte diese gleichmässige Erfülltheit des Weltraums Bestand haben, indem dann allerdings zwischen den einzelnen Stofftheilchen, die doch gewiss die ihnen jetzt zukommende Eigenschaft, sich gegenseitig anzuziehen, auch damals besitzen mussten, ein Gleichgewicht denkbar war. Wenn dagegen, welche Annahme die wahrscheinlichere, ja wohl die einzig zuläs-

sige ist, die Stofftheilchen unter sich verschieden, wenn ihr specifisches Gewicht nicht das gleiche war, musste sofort in Folge der Anziehung um die schwereren Massentheilchen herum eine Zusammenballung des Stoffes und somit eine Theilung und Sonderung des ursprünglich den ganzen Raum erfüllenden Weltnebels erfolgen. Denken wir zu dem an die Eigenschaft des im gasförmigen Zustande befindlichen Stoffes, sich in Folge seiner Ausdehnbarkeit möglichst weit auszubreiten, soweit er nicht durch die Attraction gefesselt wird, so ergibt sich daraus, wie mir scheint, mit Nothwendigkeit die Vorstellung, dass der ursprünglich vielleicht den ganzen Raum gleichmässig erfüllende Weltnebel, in eine unendliche Menge von einander getrennter Anhäufungen von Stoff zusammenrinnt, die durch weite Räume von einander getrennt sind, die wir uns entweder als ganz leer, oder wenigstens mit sehr viel dünnerer Masse, vielleicht nur dem die Vibrationen des Lichts fortleitenden Aether erfüllt, vorzustellen haben.

Diese somit isolirt im Weltraum schwebenden Nebelklumpen müssen zunächst nach den bekannten Gesetzen der Attraction und des hydrostatischen Drucks, welche letztern wenigstens zum Theil auch für den luftförmigen Aggregatzustand Giltigkeit haben, Kugelgestalt annehmen, da ihre Theilchen nur bei dieser Anordnung im Gleichgewicht sein können.

Da aber unendlich viele solche Kugeln in sehr groszen Abständen von einander existiren, so müssen dieselben offenbar auf einander Anziehung ausüben und werden daher in eine fortschreitende Bewegung gerathen, die nothwenig, nach bekannten mechanischen Gesetzen auch eine Rotation, Drehung um eine Achse, zur Folge haben wird.

Dann aber wird in den Theilchen des rotirenden Balles ausser der Anziehung, die sie alle gleichmässig nach seinem Mittelpunkt treibt, die Centrifugalkraft rege. Nun kann diese Zusammenhäufung beweglicher Theilchen, gleichviel ob dieselben im tropfbarflüssigen oder im gasförmigen Zustand sich befinden, nicht mehr in kugelförmiger Gestalt im Gleichgewicht bleiben, sondern, indem die von der Drehungsachse entferntesten Theile am meisten von der Achse fortgetrieben werden, ordnen sich die Theilchen derartig aneinander, dass um den Aequator herum eine Ausbauchung oder Anschwellung entsteht, so dass der Aequatorialdurchmesser grösser wird als die Drehungsachse.

Es ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mechanik, an welcher die grössten Mathematiker seit Newton ihre Kraft versucht haben, genau zu bestimmen, welche Gestalt eine Flüssigkeitsmasse — dieser Ausdruck soll hier immer gebraucht werden, gleichviel ob von einem tropfbar flüssigen oder einem luftförmigflüssigen, gasartigen Stoffe die Rede ist — annehmen muss, bei welcher Gestalt ihre Theilchen also im Gleichgewicht sind, wenn dieselben nach dem Gravitationsgesetz sich anziehen, und die Masse eine Drehung um eine Achse erfährt. Es ist bewiesen, dass, wenn wir vorläufig nur von compacten, ununterbrochen um einen mit Stoff erfüllten Mittelpunkt herum gelagerten Massenanhäufungen sprechen und die Betrachtung ringförmiger Körper ausschliessen, nur ein abgeplattetes Rotationsellipsoid den Bedingungen des Gleichgewichts genügt, d. h. ein Körper, der entsteht, wenn man in einer Ellipse die kleinen Achse zieht, und die eine

Hälfte derselben um diese Achse sich so weit herumgedreht denkt, bis sie wieder in ihre ursprüngliche Lage kommt.

Die Gestalt eines solchen Körpers hängt offenbar nur von der Excentricität der erzeugenden Ellipse ab. Ist diese Excentricität klein im Verhältniss zur grossen Achse, unterscheidet sich also die erzeugende Ellipse wenig von einem Kreise, so wird das Rotationsellipsoid nur wenig von einer Kugel abweichen; ist die Ellipse dagegen sehr excentrisch, so wird der durch ihre Rotation entstehende Körper sehr stark abgeplattet sein und die Form einer linsenähnlichen Scheibe haben. Die Stärke der Abplattung oder die Excentricität der erzeugenden Ellipse für jeden besondern Fall zu bestimmen, ist ein bis jetzt noch ungelöstes Problem. Nur für den Fall, dass das schwere, rotirende Fluidum homogen, d. h. durchweg von der Oberfläche bis zum Mittelpunkte von gleicher Dichtigkeit ist, ist diese Aufgabe und zwar zuerst vollständig von Laplace gelöst. Wenn die Dichtigkeit und die Umdrehungszeit der Flüssigkeitsmasse gegeben sind, so lässt sich genau die Stärke der Abplattung, welche dieselbe annehmen muss, berechnen. Dabei zeigt sich aber folgendes merkwürdige Verhalten. Für ein Fluidum von gegebener Dichtigkeit giebt es bei einer gewissen bestimmten Umdrehungszeit zwei verschiedene Formen, bei denen sie im Gleichgewicht sein kann, eine wenig abgeplattete kugelhähnliche und eine stark abgeplattete scheibenartige. Die Rechnung ergiebt z. B., dass unsere Erde nach Maassgabe ihrer Dichtigkeit und ihrer Umdrehungszeit von 24 Stunden theils bei einer nur sehr wenig von der Kugel abweichenden Form, wo die Drehungsachse nur um $\frac{1}{232}$ kleiner ist als der Aequatordurchmesser im Gleichgewicht sein würde, theils aber auch in Gestalt einer sehr flachen Scheibe, deren Durchmesser 680 mal so gross ist, als ihre Achse. Bei geringer Drehungsgeschwindigkeit sind diese beiden möglichen Gleichgewichtsgestalten, die wir als die sphäroidische und die scheibenförmige bezeichnen wollen sehr verschieden, bei der einen hat die erzeugende Ellipse eine sehr geringe, bei der andern eine sehr grosse Excentricität. Nimmt aber die Drehungsgeschwindigkeit zu, so entspricht ihr ein stärker abgeplattetes Sphäroid, dagegen ist bei der scheibenförmigen Gleichgewichtsfigur das Verhältniss der beiden Durchmesser nicht so sehr verschieden. Je schneller die Umdrehung, je kürzer daher die Umdrehungszeit, desto mehr nähern sich beide Gleichgewichtsfiguren in ihrer Form und bei einer gewissen, sich nach der Dichtigkeit des Fluidums abmessenden Drehungsgeschwindigkeit fallen beide Figuren zusammen, d. h. es giebt in diesem Falle nur eine einzige Gleichgewichtsfigur. Stellen wir uns also den Gas- oder Nebelball unsers Sonnensystems über die Neptunbahn hinausreichend, also von einem Aequatordurchmesser von über 1200 Millionen Meilen, in langsamer Rotation begriffen vor, so wird seine Gestalt die eines abgeplatteten, von einer Kugel nicht sehr verschiedenen Rotationsellipsoides sein.

Wie tritt nun in diesem Zustande nach Laplaces Ansicht eine Aenderung ein? — Der glühende Nebelball wird nach und nach einen Theil seiner Wärme durch Ausstrahlung in den Weltraum verlieren und muss sich daher nach dem bekannten Naturgesetz zu einem kleineren zusammenziehen. Dann aber muss nach einem Princip der Mechanik, das unter dem Namen des Principes der Erhaltung der Flächen bekannt ist, dessen Auseinandersetzung Sie mir aber wohl als zu

weitläufig hier erlassen, die Drehungsgeschwindigkeit zunehmen. Nach dem vor kurzen Erwähnten wird aber dann der Nebelball eine stärker abgeplattete Gestalt annehmen und zwar um so mehr, je mehr er sich bei immer zunehmender Abkühlung zusammenzieht. Diese Betrachtung führt, wie Sie sehen, fast mit Nothwendigkeit auf den Schluss, dass durch die immer schneller werdende Umdrehung die Centrifugalkraft um den Aequator herum, wo sie am stärksten ist, bei einem gewissen Grade der Abplattung der Anziehung durch die Schwere gleich werden und endlich sie überwiegen wird, worauf dann nothwendig die Lostrennung eines Dunstringes um den Aequator herum erfolgen muss.

Da für diesen entscheidenden Punkt der Hypothese, auf dem Alles Weitere beruht, und mit dem sie eigentlich steht und fällt, bis jetzt nur theoretische Gründe angeführt sind, so scheint es mir nöthig, Ihnen eine erfahrungsmässige Bestätigung derselben bei freilich etwas veränderten Umständen in's Gedächtniss zu rufen: Denken Sie daran, dass der bei schmutzigem Wege an dem Kranze der Wagenräder fest anhaftende Lehm bei schneller Drehung derselben trotz der ziemlich festen Consistenz seiner Theilchen losgeschleudert wird, dass der auf die Achse der Drehscheibe des Töpfers gesteckte Thonklumpen bei zunehmender Geschwindigkeit die Gestalt eines abgeplatteten Sphäroids annimmt und dass losere Theilchen desselben besonders um den Aequator der rotirenden Masse herum, in der Richtung der Tangente ihrer kreisförmigen Bewegung abspritzen. Aber fast genau in allen Einzelheiten übereinstimmend mit den Behauptungen unserer Hypothese ist der Erfolg in Wirklichkeit bei dem merkwürdigen von dem Belgischen Physiker Plateau angestellten Versuch, der beinahe als eine directe experimentelle Bestätigung der Laplaceschen Kosmogonie angesehen werden kann. Da das Olivenöl specifisch leichter als Wasser, aber schwerer als Spiritus ist, so gelingt es, Wasser und Spiritus in solchem Verhältniss zu mischen, dass ein Oeltropfen, der sich mit beiden bekanntlich nicht mischt, gerade darin an jeder beliebigen Stelle frei schweben kann, ohne weder unterzusinken noch emporzusteigen. Hier haben wir also eine freie schwebende Flüssigkeitsmasse wie jenen Nebelball unseres Sonnensystems, nur dass die Theilchen desselben nicht durch die Gravitation, sondern durch Molecularattraction an einander haften. Es gelingt mit einiger Vorsicht, diesen Oeltropfen auf eine kleine mit einer Achse durchbohrte Metallscheibe zu bringen, so dass diese Scheibe seine Aequatorebene, ihre Achse die Drehungsachse der Flüssigkeitsmasse darstellt. So lange die Ache und daher der Tropfen in Ruhe bleibt, ist die Gestalt desselben kugelförmig, wird sie aber erst langsam, dann immer schneller und schneller in Drehung versetzt, so sieht man das Modell unseres Sonnenballes die Gestalt eines Rotationsellipsoides annehmen, sich mehr und mehr abplattten, worauf, bei noch mehr zunehmender Drehungsgeschwindigkeit, um seinen Aequator herum ein Ring sich löst, der die einmal erhaltene Drehungsrichtung beibehaltend den übrigbleibenden Ball in derselben Richtung zu umkreisen fortfährt. Sie sehen, dass wir hierin ein Bild der Geburt eines Planeten vor uns haben.

Allerdings spricht diese Analogie sehr entschieden zu Gunsten des Hauptpunktes in unserer Hypothese. Aber vor einer wirklich wissenschaftlichen Prüfung kann dieser Grund nicht bestehen. In beiden Fällen wirkt zwar die die

Lostrennung hervorruhende Centrifugalkraft auf gleiche Weise, aber die anziehenden Kräfte, welche die Theilchen zusammenhalten, sind nicht von derselben Natur. Es erwächst der Wissenschaft vielmehr die Aufgabe, aus den mathematisch für dies Gleichgewicht des Fluidums festgestellten Formeln zu folgern, dass bei zunehmender Verdichtung und daher zunehmender Umdrehungsgeschwindigkeit, wenn beide einen gewissen Grad erreicht haben, die Trennung des äquatorialen Ringes erfolgen müsse, und womöglich die Drehungsgeschwindigkeit, bei der diese wichtige Gestaltsveränderung erfolgen muss, zu bestimmen. Wenn dann die aus unserer Hypothese hergeleiteten Folgerungen mit den erfahrungsmässig festgestellten Verhältnissen auch nach Maass und Zahl übereinstimmen, dann wäre wirklich ein Beweis für jene grossartige Hypothese gegeben.

Wenn Ihnen das, was ich über die einer bestimmten Umdrehungszeit entsprechenden Gleichgewichtsgestalten des Nebelballs gesagt, noch in der Erinnerung ist, so werden Sie wahrscheinlich von selbst auf den Gedanken fallen, der auch mir, als ich mich vor längerer Zeit an der Prüfung unserer Hypothese versuchte, die gewünschte Lösung der Frage zu enthalten schien. Sollte nicht der Augenblick, wo das rotirende Fluidum jene Grenzgestalt erreicht hat, in welcher die sphäroidische und die scheibenförmige Gleichgewichtsfigur zusammenfallen, derjenige sein, in welchem, bei noch mehr zunehmender Verdichtung und daher noch wachsender Rotationsgeschwindigkeit die Lostrennung des äquatorialen Nebelrings beginnt? Der Gedanke, dass dies der Fall sein müsse, liegt so nahe. Einer gewissen langen Umdrehungszeit entsprechen, wie wir wissen, zwei Gleichgewichtsfiguren, eine fast kugelförmige u. eine sehr platte Scheibe. Lassen wir die Umdrehungsschwindigkeit allmählig zunehmen, so werden immer zwei Gleichgewichtsgestalten möglich sein, die aber weniger von einander verschieden sind. Endlich bei noch kürzerer Umdrehungszeit ist nur die eine Grenzgestalt möglich. Wird nun die Umdrehungszeit noch kürzer — so scheint nichts anders übrig zu bleiben, als dass das Gleichgewicht beim Zusammenbleiben der Masse unmöglich wird und daher eine Trennung erfolgen muss.

Aber dieser Gedanke bestätigt sich bei näherer Prüfung nicht. Zwar ist es richtig, dass ein Fluidum von bestimmter Dichtigkeit bei einer gegebenen Umdrehungszeit in zwei verschiedenen Gestalten im Gleichgewicht sein kann. Aber zu beiden Rotationen wenn sie auch mit gleicher Winkelgeschwindigkeit erfolgen und sich in derselben Zeit vollziehen, gehört nicht dieselbe Bewegungsgrösse. Die Bewegungsgrösse, die den bewegten Theilchen der Masse innewohnende lebendige Kraft, muss nach einem mechanischen Princip unverändert bleiben. Legt man nun der Betrachtung unseres rotirenden Gasballes eine gewisse Bewegungsgrösse bei und untersucht, welche Veränderungen seine Gestalt erleiden muss, wenn, während diese Bewegungsgrösse dieselbe bleibt, seine Dichtigkeit aber nach und nach zunimmt, so ergibt sich, dass seine Abplattung stetig über jede Grenze hinaus zunehmen kann, ohne dass die Nothwendigkeit einer Trennung von Theilchen der Masse um den Aequator herum eintrete.

Das scheint ein für unsere Hypothese höchst bedenklicher Umstand.

Es lässt sich aber dagegen folgender gewichtige Einwand erheben: Die Gleichgewichtsgestalt, welche eine rotirende Flüssigkeitsmasse bei gegebener Dicht-

tigkeit und Umdrehungszeit annehmen muss, ist bis jetzt nur für den Fall bestimmt, dass ihre Masse homogen, überall von gleicher Dichtigkeit sei. Nur für diesen Fall gelten die aufgestellten Formeln, namentlich auch der Umstand, dass derselben Umdrehungszeit zwei verschiedene Grade der Abplattung als möglich entsprechen. Offenbar dürfen wir aber jene Gasbälle nicht als homogen annehmen; im Gegentheil müssen sie wegen des zunehmenden Drucks je näher dem Mittelpunkt um so dichter werden, nach einem uns allerdings nicht bekannten Gesetze, wahrscheinlich wenigstens annähernd nach dem Mariotteschen, dass bei luftförmigen Körpern die Dichtigkeit dem Drucke proportional ist. Die Analysis hat nur festgestellt, dass, wie auch die Dichtigkeit von aussen nach innen sich ändern mag, die Gleichgewichtsgestalt eines rotirenden Fluidums wie im Falle der Homogenität, der überall gleichen Dichtigkeit, ein Rotationsellipsoid ist, dessen Excentricität zu bestimmen allerdings den Mathematikern noch nicht gelungen ist. Der nur für homogene Flüssigkeitsmassen gemachte Schluss, dass sie sich bei zunehmender Dichtigkeit immer mehr abplatten können, ohne dass die Centrifugalkraft am Aequator der anziehenden Kraft gleich werde und sie darauf übertreffe, ohne dass also ein äquatorialer Ring sich ablösen müsse, trifft also für Gasbälle deren Dichtigkeit von aussen nach innen zunimmt, keineswegs zu.

Im Gegentheil ergibt sich aus einer gleichfalls von Laplace angestellten Rechnung, dass sich die Sache in diesem Falle ganz anders verhält. Laplace untersucht die Gleichgewichtsbedingung für einen kugelförmigen Weltkörper, der von einer Atmosphäre umgeben ist, deren Theilchen dem Mariotteschen Gesetz folgend eine stets dem Drucke, den sie erleiden, proportionale Dichtigkeit haben. Auch hier wird die Atmosphäre, wenn der Körper in Ruhe ist, ihn in Gestalt einer Hohlkugel umgeben, ihre äussere Oberfläche wird sich, wenn der Körper sammt der umhüllenden Luftschicht in Drehung geräth, abplatten und zwar um so stärker, je schneller die Drehung erfolgt. Er weist nach, dass hier bei zunehmender Rotationsgeschwindigkeit ein Zeitpunkt erreicht werden würde, wo unterm Aequator die Centrifugalkraft der Schwere gerade gleich ist, und die Gestalt, welche dann die bewegliche Masse der Luftschicht annimmt, ist gar nicht so sehr abgeplattet; es verhält sich nämlich dann die Rotationsachse zu dem Äquatorialdurchmesser wie 2 zu 3. Nimmt die Drehungsgeschwindigkeit noch mehr zu, so muss die Lostrennung eines Luftringes um den Aequator herum erfolgen. Es ist leicht ersichtlich, dass der uns vorliegende Fall einer durchweg luftförmigen rotirenden Masse, die dann auch jedenfalls einen dichtern innern Kern enthalten muss, welcher in seiner Anziehung ähnlich wirken wird, wie dort der feste kugelförmige Centralkörper, ganz ähnlichen Folgerungen unterliegt; auch an diesen wird, wenn auch bei einem etwas andern Achsenverhältniss des Rotationskörpers einer andern Excentricität der erzeugenden Ellipse, die Centrifugalkraft am Aequator endlich die Schwere überwiegen und somit ein getrennter äquatorialer Ring sich bilden.

Allerdings tritt hier an die Wissenschaft die Forderung heran, die Umstände, unter denen dieser wichtige Geburtsact eines neuen Weltkörpers erfolgt, nach Maas und Zahl festzustellen. Man müsste zu diesem Zwecke zunächst die Gleichgewichtsgestalt des rotirenden nicht homogenen Fluidums, wenn seine

Dichtigkeit von der Oberfläche nach dem Centrum hin nach einem bestimmten Gesetze zunimmt, feststellen; angeben, wie sich im Innern desselben die Dichtigkeitsverhältnisse bei sich verändernder Drehungsgeschwindigkeit gestalten, d. h. die sogenannten Niveauflächen, innerhalb deren gleiche Dichtigkeit herrscht, bestimmen und endlich Drehungsgeschwindigkeit und Abplattung ermitteln, über welche hinaus das Fluidum nicht mehr als geschlossener Körper im Gleichgewicht bleiben und daher einen Theil seiner selbst lostrennen muss. Dies Alles sind leider Aufgaben, denen sich die Mathematik bis jetzt nicht gewachsen gezeigt hat. Sollte ihre Lösung aber einmal gelingen, so würden wir damit nicht allein einen fast unumstößlichen Beweis für die Richtigkeit der Laplaceschen Theorie in Händen haben, sondern wahrscheinlich zugleich über wichtige Kosmische Fragen Auskunft erhalten, namentlich wohl die Abstände der Planeten von ihrem Centralkörper und ihre Massenverhältnisse unter ein Gesetz bringen können. —

Sehen wir nun aber weiter zu, was aus dem losgelösten Aequatorial-Nebelring werden wird? Ich kann versprechen, dass ich mich von jetzt an kürzer fassen werde. Bedenken Sie, dass es sich in dem Bisherigen um die eigentliche Geburt eines Weltkörpers wie der Neptun gehandelt hat. Das da die Wehen etwas langwierig sind, ist am Ende nicht zu verwundern. Jetzt haben wir ja nur noch zu betrachten, wie der junge Weltbürger sich weiter entwickelt. Verfolgen wir aber diese Metamorphose zunächst an dem von mir schon erwähnten Modell, dem in einer Mischung von Wasser und Alkohol schwebenden Oeltropfen, den wir auch bereits bis zur Geburt eines äquatorialen Ringes begleitet hatten. Dieser Ring wird nothwendig, da seine Theilchen einmal den bestimmten Impuls erhalten hatten, in Folge des Beharrungsvermögens nach derselben Seite hin den Centralball umkreisen, nach der die Drehung desselben erfolgte. Der Versuch zeigt aber, dass dieser Ring, wegen der geringen Consistenz seiner Theilchen, in der Regel nicht zusammenbleibt, sondern meistens in Stücke zerspringt, die natürlich sofort wieder zu kleinen Kügelchen zusammenrinnen, aber in derselben Richtung den Centralkörper umlaufen. Aehnlich muss es sich bei unserm Planetenringe verhalten. Verschiedene Umstände wirken darauf hin, dass er nicht diese Gestalt behalten, dass seine Theilchen nicht dauernd in der Ringgestalt im Gleichgewicht sein können. Allerdings lehrt die Mechanik, dass eine rotirende Flüssigkeitsmasse, die von einem Centralkörper angezogen wird, in Ringgestalt im Gleichgewicht sein kann und giebt auch die Gestalt an, welche der Ring annehmen muss. Ein durch die gemeinschaftliche Drehungsachse des Centralkörpers und des Ringes gelegter Schnitt muss den letzteren stets in einer Ellipse schneiden, deren Excentricität von der Stärke der Anziehung, der Dichtigkeit der Masse des Ringes und der Drehungsgeschwindigkeit abhängt. Da aber bei weiterer Abkühlung und Zusammenziehung des Centralballs, welche, wie wir gesehen haben, auch mit Gestaltveränderung verbunden ist, die von ihm auf die Theilchen des Ringes ausgeübte Anziehung sich ändert, da auch die Masse des Ringes, und zwar bedeutend schneller als die des Centralkörpers abkühlt und sich zusammenzieht, so wird das Gleichgewicht in den Theilchen des Ringes nicht bestehen können. Während Anfangs alle Punkte desselben nach der ihnen vom Momente der Losreissung her eingeprägten Anfangsgeschwindigkeit und der Anziehung, die sie erfahren, mit

gleicher Umlaufszeit um den Centralball zu kreisen strebten, würde nunmehr, wenn seine Anziehung sich ändert, jeder Punkt für sich eine, wenn auch noch wenig vom Kreise sich unterscheidende Ellipse zu beschreiben streben, wie dieses die Bewegung des Saturnsringes in der That ausweist. Es ist leicht ersichtlich, dass durch diese Umstände ein Zerreißen des Gasringes völlig motivirt ist. Dass in einem Falle bei dem Saturn der Ring sich nicht getrennt hat, gleich als ob uns wenigstens ein thatsächlicher Belag für die Entstehungsweise der Planeten aus Ringen hätte gegeben werden sollen, erklärt sich genugsam aus dem Umstande, dass seine Masse eine bedeutend stärkere Consistenz gehabt haben muss, als die übrigen sich loslösenden Aequatorialringe. Da sie verhältnissmässig sehr nahe an ihrem Centralkörper liegen, kann, als der Saturnsball sie absonderte, die Masse desselben sich gar nicht mehr in einem Zustande sehr feiner Vertheilung befunden haben.

Wie aber erklärt sich, dass die Stücke, in welche der Ring zersprang, sich wieder zu einer einzigen Kugel vereinigten? In dem Augenblicke, wo dies geschah, kann die Bewegung des Ringes nicht mehr eine gleichmässig kreisförmige gewesen sein, denn sonst wäre eben keine Veranlassung zu einer Trennung des Ringes gewesen. Die Stücke werden nun fast genau die Bahnbewegung einhalten, die der ganze Ring besass, aber doch in der Art von einander abweichen, dass die Bewegung des einen etwas schneller, die des andern etwas langsamer ist, als die gewissermaassen mittlere Bewegung die der ganze Ring annehmen musste. Bedenkt man nun, dass zwischen den fast auf derselben Bahn nicht mit ganz gleicher Geschwindigkeit hinziehenden Stücken noch die gegenseitige Anziehung in's Spiel kommt, so begreift man leicht, dass sie sich wieder vereinigen und dann natürlich eine kugelhähnliche Gestalt annehmen mussten, bei der allein ihre Theilehen im Gleichgewicht sein konnten. Der Planetenring wird somit zum wirklichen Planeten, der allerdings zunächst auch noch ein weit über sein nunmehriges Volumen herausragender Dunstball ist. Dass er ungefähr in derselben Bahn wie früher der Ring in der Richtung von Westen nach Osten fortschreiten muss, in welcher die Rotation des Centralkörpers erfolgte, ist aus der geschilderten Entstehungsweise von selbst klar. Dass aber die Achsendrehung die er annimmt, auch dieselbe Richtung von Westen nach Osten einhält wie die Erfahrung feststellt, folgt daraus, dass die äussern Theile des Ringes, weil sie einen weitem Kreis zu beschreiben hatten, eine grössere Geschwindigkeit als die innern besaßen; sie eilen daher, auch wenn die Masse des bisherigen Ringstücks zum kugelförmigen Körper zusammenfliesst, gewissermaassen den andern voraus, woraus sich eine Achsendrehung in demselben Sinne ergeben wird.

Dass nun, ebenso wie der Neptun, später wiederholt andere und andere Gasringe um den Aequator des sich mehr und mehr zusammenziehenden Centralballs sich losgelöst und den übrigen Planeten die Entstehung gegeben, dass ferner derselbe Vorgang sich bei den Planetenbällen in derselben Weise wiederholen konnte, wodurch die Monde ihre Entstehung erhielten, bedarf wohl keiner weitem Ausführung. Auch übersehen Sie sofort, wie unsere Hypothese sowohl den einmaligen Impuls für jeden Planeten und jeden Mond, der ihn auf seine Bahn weist, den Newton noch annehmen musste, unnötig macht und zugleich alle erwähnten be-

sondern Eigenschaften in der Einrichtung unseres Planetensystems als nothwendige Folgerungen enthält.

Eine genaue Prüfung der Maass- und Zahl-Verhältnisse, welche unser Planetensystem in seinem jetzigen Zustand zeigt, an der von unserer Hypothese angenommenen Entstehungsart, welche nachwies, wie jene sich aus dieser gebildet, dürfte allerdings wohl zur Zeit unmöglich sein. Aber sie sind wenigstens, wie angenäherte Rechnungen, die ich angestellt, darthun, mit ihr durchaus nicht in Widerspruch, sondern recht wohl im Einklang; doch darf ich Sie mit den dahin einschlagenden Einzelheiten hier nicht behelligen. *) — Nur auf einen Punkt glaube ich noch etwas näher eingehen zu müssen.

Bei unsern bisherigen Betrachtungen ist die Gruppe der Asteroiden ganz unberücksichtigt geblieben. — Die Eigenthümlichkeiten in Anordnung und Gestalt aller übrigen Planetenbahnen, auf welche ja vorzugsweise Laplaces Hypothese gegründet war, greifen bei ihnen durchaus nicht Platz.

Und doch dürfen die besondern Erscheinungen, welche sie zeigen, mit der Hypothese nicht im Widerspruch stehn, wenn nicht die ernstesten Zweifel gegen ihre Richtigkeit erwachsen sollen, wie gut sie auch Anordnung und Bewegung aller übrigen Planeten und Monde erklären mag.

Offenbar können diese kleinen Körper nicht ganz dieselbe Entstehungsweise haben, wie die grösseren Planeten. Besonders auffallend ist an ihnen ihre Kleinheit und ihre schnelle Aufeinanderfolge in Abständen vom Centralkörper, die nur wenig von einander abweichen. Es ist durchaus nicht abzusehen, weshalb, während sonst immer erst in grossen Zwischenräumen die Loslösung von Ringen von verhältnissmässig beträchtlicher Masse aus dem Centralkörper erfolgte, an dieser Stelle des Planetensystems dieser Vorgang sich so schnell hinter einander wiederholte, wenn eben nicht noch andere Gründe, die bei den übrigen Planeten nicht obwalteten dies veranlassten.

Um der Ursache, welche für Entstehung der Asteroiden massgebend sein mochte auf die Spur zu kommen, müssen wir die Abstände derselben vom Centralkörper etwas näher ins Auge fassen. Der mittlere Abstand für den äussersten derselben, für Sylvia, beträgt 69 Millionen Meilen, für den innersten, die Flora, 44 Millionen Meilen, welchen Abständen die Umlaufzeiten von 2386 und 1193 Tagen entsprechen. Der Unterschied beträgt 1193 Tage, und da wir bis jetzt 110 dieser kleinen Weltkörper kennen, so würde bei gleichmässiger Vertheilung der durchschnittliche Unterschied der Umlaufzeiten zweier aufeinanderfolgenden Asteroiden 10 bis 11 Tage betragen. So sind dieselben aber keinesweges in diesem Theile des Weltraums vertheilt; sondern es finden sich verschiedene Male zwei Planetoiden von fast gleicher Umlaufzeit, die daher auch fast genau gleiche mittlere Entfernung von der Sonne haben müssen. Bei dem grösseren Theil dieser zusammengehörigen Asteroidenpaare haben die Bahnebenen beinahe dieselbe Neigung gegen die Ekliptik, fallen also beinahe in derselben Ebene zusammen. Solche Paare, deren Umlaufzeiten sich um nicht mehr als einen Tag unterscheiden,

*) Vergleiche die Abhandlung im Programme der Petrischule Ostern 1873.

„Bemerkungen zu Laplaces Hypothese über die Entstehung unseres Planetensystems“.

finden sich 16 und ausserdem noch verschiedene andere Paare, deren Abstände sich auch noch sehr wenig von einander unterscheiden, und es sind daher diese dicht auf einander folgenden Asteroidenpaare immer durch verhältnissmässig weitere Zwischenräume von einander getrennt.

Dieses sehr auffallende Verhalten, auf das meines Wissens noch nicht aufmerksam gemacht ist, scheint mir so erklärt werden zu müssen:

Nach unserer Theorie müssen Planeten von gleichem Abstand nothwendig zu derselben Zeit entstanden sein. Woher aber diese hier ausnahmsweise schnell und zwar immer paarweise erfolgenden Weltkörpergeburten?

Ich suche den Grund dafür in der Nähe der gewaltigen Jupiterkugel, die an Masse mehr als doppelt so gross als alle übrigen Planeten zusammengenommen ist. Der Jupiterball musste offenbar in dem ihm noch sehr nahen Centralkörper eine beträchtliche Fluthanschwellung seines Fluidums und zwar natürlich immer an zwei diametral entgegengesetzten Enden desselben bewirken.

Versetzen wir uns nun in die Zeit, wo der Centralkörper beinahe schon die Grenze des möglichen Gleichgewichts für sein Rotationsellipsoid erreicht hat, wo an seinem Aequator die Schwere bereits beinahe von der Centrifugalkraft aufgehoben ist, während zugleich die Attraction der Jupiterkugel an den beiden Endpunkten des ihr zugekehrten Sonnendurchmessers Fluthberge sich erheben lässt, so scheint die Lösung eines Theils der Masse erfolgen zu müssen. Und zwar wird diese sich loslösende Masse nicht wie bei den andern Planeten die Gestalt eines concentrischen Ringes haben können, sondern aus zwei halbmondförmigen Massen die sich diametral gegenüber liegen, bestehen.

Jeder dieser Theile wird zu einem Sphäroid zusammenfliessen, die dann beide auch in der Folge Bahnen mit fast gleicher Umlaufzeit beschreiben müssen. Für diese gleichzeitig losgetrennten Stücke liegt nicht derselbe Grund einer spätern Vereinigung vor wie für die Trümmer eines Gasrings, die später einem Planeten oder Monde die Entstehung gaben. Sie werden im Gegentheil anfangs sich so bewegen, dass ihre Stellungen immer beinahe diametral entgegengesetzt sind, in welchem Verhalten nur die spätern allmählichen Bahnveränderungen, die sie erleiden, nach und nach eine Veränderung hervorrufen können.

Da diese Annahme aus der Grundanschauung der Hypothese sich, wie mir scheint, sehr einfach und naturgemäss ergibt, und die sonst so auffallenden Besonderheiten dieser Gruppe von Weltkörpern genügend erklärt, so scheint mir das, was beinahe die Achillesferse der Theorie zu sein schien, nun wesentlich zu ihrer Stütze zu dienen.

Zum Schluss möchte ich endlich noch eine einem ganz andern Gebiete der Astronomie entnommene Wahrnehmung für Laplaces Ansicht heranziehen. Bekanntlich löst sich die Milchstrasse vor der Beobachtung in starken Fernröhren in eine unzählbare Menge einzelner Sterne auf, die nur wegen ihrer ungeheuren Entfernung so dicht zusammengedrängt erscheinen und in ihrer Gesamtheit diesen Eindruck eines nebelhaften Schimmers hervorrufen.

Dasselbe ist der Fall mit vielen Nebenflecken; auch sie werden durch starke Fernröhre als Anhäufungen sehr ferner Fixsterne erkannt.

Aber bei andern Nebelflecken ist dies nicht der Fall; sie lassen sich selbst

durch die stärksten Teleskope nicht, wie man zu sagen pflegt, in Sterne auflösen. Allerdings vielleicht nur, weil ihre Entfernung gar zu ungeheuer ist; vielleicht würden sie noch vollkommeneren Beobachtungsinstrumenten gegenüber dasselbe Verhalten zeigen. Aber es besteht doch auch die Möglichkeit, dass wir es hier nicht mit Anhäufungen von Fixsternen, sondern mit anders gearteten Weltkörpern zu thun hätten. Besonders auffallend waren den Astronomen gewisse Nebelflecken, denen sie den Namen „planetarische Nebel“ beileigten. Sie erscheinen als kreisförmige oder etwas elliptische mehr oder weniger scharf begrenzte Scheiben von schwacher, meist überall ziemlich gleicher Leuchtkraft (bisweilen mit einem innern glänzenden Kern) mit Durchmessern von etwa 10 bis 60 und mehr Secunden und lassen sich auch durch die stärksten Fernröhre nicht in einzelne Sterne auflösen. Bekanntlich hat neuerdings die Spectralanalyse ein Mittel an die Hand gegeben, auf die Natur auch der fernsten leuchtenden Körper Schlüsse zu machen.

Wie Sie wissen, geben glühende, feste oder flüssige Körper ein continuirliches Spectrum, während glühende Gase ein Spectrum zeigen, das aus einzelnen hellen Linien und Streifen, die durch dunkle Banden getrennt sind, zeigen. Dem entsprechend sind die Spectra der Fixsterne continuirlich und solche Nebelflecken, die in Sterne auflösbar sind, zeigen gleichfalls continuirliche Spectra. Dagegen haben mehrere der planetarischen Nebel, die nicht in Sterne sich auflösen lassen, ganz entschieden Linienspectra gezeigt, woraus sich ergibt, dass jene Gebilde aus glühenden Gasen bestehen. Solche glühende Gasmassen, wie unsere Hypothese aus rein mechanischen Gründen anzunehmen veranlasst war, kommen also wirklich in der Natur vor und die Gestalt, welche sie zeigen, ist ganz im Einklang mit unserer Annahme.

Ich habe die Grössenverhältnisse, die an denselben obwalten möchten, einer Schätzung unterzogen, indem ich mir diese planetarische Nebel in eine Entfernung versetzt dachte, gleich der der nächsten Fixsterne, deren einige man ja mit ungefährender Genauigkeit bestimmt hat, in die Abstände von α des Centauren, 61 im Schwan, α in der Leier und Sirius. Berechnet man daraus, wenn man die scheinbaren Durchmesser derselben, wie die Beobachtung sie ergeben hat, gleich 10, 20, 30 bis 60 Secunden annimmt, die diesen Entfernungen entsprechenden wahren Grössen, so erhält man Durchmesser von 220 bis fast 8000 Millionen Meilen. Das wären allerdings für Weltkörper, die mit unserer Sonne zu vergleichen wären, also für fertige Fixsterne ungeheure Dimensionen. Dagegen fällt die Grösse, welche wir unserm Sonnenball vor der Geburt seines ältesten Sohnes Neptun zuschreiben müssen, von etwa 1200 Millionen Meilen Durchmesser zwischen diese Grenzen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit haben wir daher in jenen Nebelflecken Weltkörper in einem Stadium der Entwicklung vor uns, wie es unserer Sonne vor undenklichen Zeiträumen zukam. Das schwache Licht dieser Nebelflecke, das für selbstleuchtende Körper von dieser bedeutenden scheinbaren Grösse, wenn wir es mit fertigen Fixsternen zu thun hätten, sehr auffallend wäre, erklärt sich sehr wohl aus der sehr geringen Dichtigkeit und dem gassförmigen Zustande derselben. Verbreiten doch glühende Gase immer nur ein schwaches Licht, wenn ihnen nicht glühende, flüssige oder feste Körper beigemengt sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [NF_3_4](#)

Autor(en)/Author(s): Ohlert Bernhard

Artikel/Article: [Laplace Hypothese über die Entstehung unseres Planetensystems. 1-16](#)