

Der
innere Marsmond und die Kant-Laplace'sche Hypothese.

Von
MORITZ GUIST.

Unter dem Titel: „die Marsmonde und die Kant-Laplace'sche Hypothese“ sucht Dr. Geo. W. Rachel im elften und zwölften Heft des 14. Jahrganges der „Gäa“ zu erweisen, dass die genannte Hypothese nunmehr unhaltbar geworden sei, und knüpft diesen Versuch hauptsächlich an die Thatsache, dass der innere von den neuentdeckten Marsmonden seinen Umlauf in $7^h 38'$ vollende, während der Centrakörper zu einer Rotation über 24^h , also mehr als dreimal so lange brauche. Es soll hier nicht bestritten werden, dass die Kant-Laplace'sche Theorie vielleicht einmal durch eine Hypothese verdrängt werden kann, welche alle bis dann beobachteten Erscheinungen besser erklärt, als sie; was aber in dem genannten Aufsatz gegen sie angeführt wird, kann ihre Unhaltbarkeit nicht begründen; auch der Lauf des innern Marsmondes nicht. Denn die Ansicht Rachels, die kürzere Umlaufszeit desselben im Verhältniss zur Rotationsdauer seines Centrakörpers widerspreche den Grundsätzen jener Theorie, scheint zunächst auf einem Missverständniss zu beruhen; er meint wohl, die genannte Hypothese lehre, dass die Planeten oder Trabanten auch nach ihrer Lostrennung von ihrem Centralnebelball dieselbe Bewegung beibehalten haben müssten, welche sie als dessen Bestandtheile vor ihrer Ablösung von demselben gehabt hätten. Wenigstens deutet auf diese Auffassung die Behauptung auf S. 662 hin: „Wenn das Planetensystem aus einer, respektive mehreren rotirenden Dunstkugeln entstanden wäre, so müssten alle in ihm befindlichen Weltkörper (die Planeten und Monde ganz unbedingt) auch heute noch in Kreisen sich bewegen, und nicht in Ellipsen.“ Eine auf diesem Grundsatz aufgebaute Theorie würde von einem Philosophen, wie Kant, nie aufgestellt, von einem Mathematiker, wie Laplace, nie ausgearbeitet, und von der Mehrzahl der Physiker nicht für annehmbar gehalten worden sein; denn sie stände im Widerspruch mit allen den Bewegungen, die sie gerade erklären sollte und wäre mechanisch

höchst unwahrscheinlich. Denn alle Planeten und Satelliten laufen ja nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen, weil für diese die Bedingungen bei der Entstehung der Bewegung bekanntlich am günstigsten sind, mag man sich diese Entstehung denken, wie man will, da bei jeder anfänglichen Geschwindigkeit unter einer bestimmten Grenze die Bahnlinie eine Ellipse wird, und nur bei einer ganz bestimmten Grösse der ursprünglichen Schnelligkeit des Laufes ein Kreis. Aus eben diesem Missverständniss scheint die von Rachel ausgesprochene und auch sonst weitverbreitete Meinung entstanden zu sein, es müssten nach den Grundsätzen der Kant-Laplace'schen Theorie die Umlaufzeiten der Planeten und Trabanten gleich sein der Umdrehungsdauer ihrer Centrakörper zur Zeit der Lostrennung von denselben. Auch dieses behauptet jene Hypothese nicht; und es wäre somit zur Aufrechthaltung derselben eigentlich überflüssig, diese Behauptung zu widerlegen. Gleichwohl ist es nicht ohne Interesse, bei dieser Gelegenheit, wo die Verhältnisse so ungewöhnlich sind, zu untersuchen, in welchem Zusammenhang der Umlauf eines Himmelskörpers mit der Rotation seines Centrakörpers stehen könne, wenn die Entstehung der Bewegung nach Kant und Laplace erklärt wird.

Sobald sich der unlaufende Körper von seinem Dunstball losgelöst hat, so dass er nicht mehr eine Masse mit ihm bildet, folgt er genau den Gesetzen der Centralbewegung, wie jeder andere Körper in der Sphäre der überwiegenden Anziehung des Centrakörpers, mag derselbe auf welche Art immer hineingekommen sein. Nach diesen Gesetzen aber besteht bekanntlich, wenn a die halbe grosse Achse und e die Excentricität der Bahn, r die ursprüngliche Entfernung und v die anfängliche Geschwindigkeit des bewegten Körpers, m die Gravitationswirkung zwischen beiden Körpern in der Einheit der Entfernung und u den Winkel bedeutet, welcher die Richtung von v mit r einschliesst, die Gleichung:

$$a(1-e^2) = \frac{r^2 v^2 \sin^2 u}{m}.$$

Der Ausdruck $a(1-e^2)$, somit die Dimensionen der Bahn und mit ihnen die Umlaufzeit, sind also von vier verschiedenen Grössen abhängig. Von dem Standpunkt der Kant-Laplace'schen Theorie ist $u = 90^\circ$, also $\sin u = 1$, weil die Richtung der Tangentialkraft auf dem Halbmesser des Centrakörpers immer senkrecht steht, der sich loslösende Körper also immer in der Richtung fortzufliegen strebt, welche mit den zum Centralpunkt gezogenen Geraden einen rechten Winkel bildet. Auch m hat in den meisten Fällen nicht viel Einfluss auf die Bahn, weil es sich gewöhnlich sehr wenig von der Einheit unterscheidet. Die Grösse v wird dargestellt durch die Rotationsgeschwindigkeit der Punkte, welche sich vom Dunstball lösen, oder doch

durch eine Funktion derselben, und kann deshalb zu verschiedenen Zeiten möglicherweise verschiedene Werthe haben. Jedenfalls veränderlich ist r , der Halbmesser des Dunstballes zur Zeit der Bildung des Planeten oder Trabanten. Denn indem die Nebelkugel sich zusammenzieht, weil sie Wärme ausstrahlt, wird r immer kleiner und kleiner, je später die Ringe sich von den Centrakürzen lösen. Die Dimensionen der Bahn, mithin auch die Umlaufszeit des neugebildeten Körpers hängen also, auch wenn v nicht zu verschiedenen Zeiten verschiedene Werthe hat, doch mindestens von Einem veränderlichen Faktor ab, welcher in seiner Grösse durch den Moment bestimmt wird, in welchem die Loslösung erfolgte, die ja aber früher oder später stattfinden konnte. Man wird also kein Recht haben zu behaupten, es sei unmöglich, dass die Rotationsdauer des Centrakörpers die Umlaufszeit des aus ihm hervorgegangenen Planeten oder Satelliten übertreffe. Wenn in unserem Sonnensystem diese meistens grösser ist, als jene, so ist das nicht deshalb der Fall, weil die Drehungszeit des Centrakörpers im Augenblick der Bildung der Monde oder Planeten zugleich deren Umlaufzeit war, und nicht auch hätte grösser sein können. Bei den meisten ist nun freilich die Zusammenziehung und damit die Verkürzung der Rotationszeit soweit fortgeschritten, dass sie unter der Umlaufszeit bleibt; aber nicht bei allen; z. B. nicht bei dem innern Marsmond, wahrscheinlich nicht bei dem innersten Saturnring, und nicht bei dem von Oppolzer berechneten intermerkurialen Planeten, welcher, wenn diese Entdeckung sich bestätigt, in 15 Tagen um die Sonne läuft, obgleich diese zu einer Umdrehung 25 Tage braucht. Es lässt sich aber vom Standpunkt der Kant-Laplace'schen Hypothese noch genauer durch Rechnung zeigen, dass die Rotationszeit des Mars bei der Bildung dieses Mondes weit grösser gewesen sein kann, als sie jetzt ist, sich also immerhin bedeutend verkürzen konnte, ohne jedoch auf die Umlaufszeit des Trabanten herabgesunken zu sein.

Bekanntlich wird nach den Gesetzen der Centralbewegung die Umlaufszeit z eines Himmelskörpers durch die mittlere Entfernung desselben vom Centralpunkt a und die Massenanziehung m in der Einheit der Entfernung ausgedrückt durch die Formel

$$1) \quad z^2 = 2 \pi^2 \frac{a^3}{m},$$

wo π , wie gewöhnlich, das Verhältniss des Durchmessers zum Kreisumfang bezeichnet. Ebenso ist

$$2) \quad a = \frac{c^2}{m(1-c^2)}$$

wenn $c = r v \sin u$ gesetzt und unter e die Excentricität der Bahn verstanden wird. Die letztere wird in der Ellipse ausgedrückt durch die Gleichung:

$$3) \quad e^2 = 1 - \frac{dc^2}{m^2}, \text{ wo}$$

$$4) \quad d = v^2 - \frac{2m}{r} \text{ ist.}$$

Nach der Kant-Laplace'schen Theorie ist v als abhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Punkte anzusehen, welche sich vom Centralball löst im Augenblick der Trennung. Wenn es diese selbst ist und t die damalige Rotationszeit dieser Punkte vorstellt, so ist

$$5) \quad v = \frac{2r\pi}{t}$$

Eliminirt man aus den Gleichungen 1) 2) 3) und 4) c , e , d und v und ordnet nach t , so erhält man

$$6) \quad t^6 - \frac{12z^2\pi^2r^3}{\pi^2r^3 + 2mz^2} t^4 + \frac{24z^2\pi^4r^6}{m(\pi^2r^3 + 2mz^2)} t^2 - \frac{16z^3\pi^6r^4}{m^2(\pi^2r^3 + 2mz^2)} = 0$$

woraus sich t berechnen lässt, wenn z , r und m bekannt sind. Bei dem innern Marsmonde ist nun $z = 7^h 38'$; da der Mond selbst sehr klein ist, so wird man ohne bedeutenden Fehler $m = 1$ setzen können. Um aber die r entsprechende Zahl in die Gleichung substituiren zu können, muss man erst das Mass derselben suchen. Wenn die Gleichung

$$z = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{m}}$$

für den gegebenen Werth von z bestehen soll, so darf die halbe grosse Achse des innern Marsmondes nicht in Meilen ausgedrückt werden, weil dann, wenn statt a die Zahl 1300 eingesetzt würde, der Ausdruck auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens viel grösser werden würde, als 7.63, die Umlaufszeit des Trabanten. Nennt man aber dessen mittlere Entfernung von seinem Centralkörper in einer neuen Einheit ausgedrückt, A und die Einheit in demselben Masse n , so ist

$$a = \frac{A}{n}$$

also

$$z = 2\pi \sqrt{\frac{A^3}{m n^3}} \quad 7)$$

Hieraus folgt

$$n = A \sqrt[3]{\frac{4\pi^2}{m z^2}} \quad 8)$$

Für die Werthe $m = 1$, $A = 1300$ Meilen und $z = 7.63$ Stunden wird

$$n = 1141.796 \text{ Meilen.}$$

Mit derselben Einheit muss somit auch r gemessen werden, wenn die Gleichung 6), in welcher auch z vorkommt, richtig sein soll; d. h. man muss, wenn R der Halbmesser des Mars zur Zeit der Bildung des Mondes, in Meilen gemessen, ist,

$$9) \quad r = \frac{R}{n}$$

setzen. Die anfängliche Entfernung des Marsmondes von seinem Centralpunkt bei seiner Entstehung, zugleich der damalige Halbmesser des Planeten, kann nun nicht wohl grösser gewesen sein, als A , weil sonst die Bahn des Mondes innerhalb des Mars hätte fallen müssen, was widersinnig ist; sie kann aber auch nicht kleiner gewesen sein, als der jetzige Halbmesser des Planeten, weil der Satellit sich dann nicht von ihm hätte loslösen können. Die äussersten Werthe, welche R annehmen kann, liegen daher zwischen 1300 Meilen und 459 Meilen. Im ersten Fall ist mit Rücksicht auf die Einheit n

$$r = \frac{R}{n} = 1.1385$$

im zweiten $r_1 = \frac{R_1}{n} = 0.4020.$

Setzt man also diese Werthe für r in die Gleichung 6), so wird für den ersten Fall

$$10) \quad t^6 - 77.69 t^4 + 2263.38 t^2 - 21980.17 = 0$$

und im zweiten Fall

$$11) \quad t_1^6 - 3.83 t_1^4 + 4.91 t_1^2 - 2.10 = 0$$

Als die einzigen reellen positiven Wurzeln findet man nahezu: aus der Gleichung 10)

$$t = 1.06$$

und aus der Gleichung 11)

$$t_1 = 4.5$$

Die Werthe von t und t_1 entsprechen der Einheit n und müssen mit dem gewöhnlichen Mass in Uebereinstimmung gebracht werden. Aus der Combination der Gleichungen 2) 3) und 4) folgt

$$v^2 = \frac{m(2a+r)}{ar}$$

Multipliziert man die Gleichung mit n und dividirt sie durch n^2 , so wird

$$\frac{nv^2}{n^2} = \frac{mn(2a+r)}{an^2r} = \frac{m(2an+nr)}{annr}$$

Nun ist nach 7) und 9)

$$an = A \text{ und } nr = R$$

also

$$\frac{v^2}{n} = \frac{m(2A+R)}{AR}$$

oder

$$\frac{v}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{m(2A+R)}{AR}}$$

Die Länge von v entspricht der Einheit n ; wenn daher die Anfangsgeschwindigkeit des Mondes, in Meilen ausgedrückt, V heisst, so wird

$$12) \quad V = \frac{nv}{\sqrt{n}} = v\sqrt{n}$$

Ist aber V zugleich auch die Rotationsgeschwindigkeit des Marsäquators und T dessen Umlaufszeit im Augenblick der Entstehung seines Mondes, so besteht die Gleichung

$$VT = 2R\pi.$$

Aus 5) folgt aber, wenn man nach 9) statt r den Werth $\frac{R}{n}$ setzt,

$$vt = \frac{2R\pi}{n}$$

oder
somit

$$nvt = 2R\pi$$

$$VT = nvt.$$

Nun ist nach 12)

$$V = v\sqrt{n}$$

also

$$T = t\sqrt{n}$$

Da in dieser Rechnung $n = 1141.796$ ist und auf Meilen und Stunden sich bezieht, so müssen die aus 10) und 11) gefundenen Werthe von t und t_1 mit 33.767 multipliziert werden, wenn man die entsprechenden Rotationszeiten des Mars erhalten will. Das gibt

$$T = 152.05^h = 152^h 3'$$

und

$$T_1 = 35.82^h = 35^h 49'.$$

Unter der Voraussetzung also, dass V die Geschwindigkeit am Anfang des Mondumlaufes und zugleich eines Punktes des Marsäquators gewesen sei, ergibt sich so aus dem Obigen, dass die Umdrehungszeit des Planeten zur Zeit der Entstehung des innern Trabanten nothwendig grösser, als 35 Stunden gewesen sei, dass somit die gegenwärtige Rotationsdauer des Mars von $24^h 37'$, obgleich der Satellit nur ein Drittel derselben zu einem vollen Umlauf braucht, bedeutend kürzer ist, als sie bei der Lostrennung des Mondes gewesen sein kann, dass also in dessen kurzer Umlaufszeit ein Widerspruch gegen die Kant-Laplace'sche Theorie nicht liegt.

Bestimmt man mit den gefundenen Werthen T und T_1 aus den Formeln

$$V = \frac{2R\pi}{T}$$

und

$$V_1 = \frac{2R_1\pi}{T_1}$$

die Rotationsgeschwindigkeit eines Punktes des Marsäquators, in dem man für R 1300 und für R_1 459 setzt, so findet man

$$V = 54.4 \text{ Meilen}$$

und

$$V_1 = 80.5 \text{ „}$$

in der Stunde. Die gegenwärtige Umdrehungsgeschwindigkeit des Marsäquators ist aber 117.2 Meilen in der Stunde. Wenn immer also der innere Marsmond entstanden sein mag, war unter der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeit am Anfang seines Laufes gleich der der Rotation seines Centralkörpers war, die Umdrehungsbewegung des Planeten viel langsamer, als jetzt,

und die Frage ist nicht ohne Berechtigung, ob eine Steigerung der Rotationsgeschwindigkeit als möglich angenommen werden könne. Aus Moldenhauers allerdings gewichtigen Bedenken Raum lassenden Theorie folgt eine solche mit Nothwendigkeit. Aber selbst wenn man die Richtigkeit dieser Hypothese nicht zugibt, kann man immer eine Veränderung der Umdrehungsgeschwindigkeit, auch eine Vermehrung derselben, für möglich halten. Bei dem Dunkel, das auf der Entstehung und Erhaltung der Rotation trotz der verschiedenen zur Erklärung derselben ersonnenen Hypothesen noch immer liegt, kann man die Möglichkeit, dass auf den rotirenden Körper auch nach der Einleitung der Umdrehung noch neue Kräfte eingewirkt haben, nicht wohl in Abrede stellen. Wenn man bedenkt, wie mannichfaltig ungleichmässige Temperaturänderungen durch Ausstrahlung oder Aufnahme von Wärme und die dadurch bedingten Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Himmelskörpers dessen Umfang, die Lagerung und Dichte seines Stoffes, besonders wenn er noch gasförmig oder tropfbarflüssig war, ja möglicherweise auch Stösse anderer Himmelskörper, wie z. B. solche von Meteoriten, die Drehung beeinflusst haben können, so wird man es nicht für unmöglich, ja kaum für unwahrscheinlich halten, dass die Rotationsgeschwindigkeit zu verschiedenen Zeiten ungleich gewesen und während der Ausbildung der Himmelskörper nicht unveränderlich geblieben sei. Aber es ist gar nicht nothwendig, das Zurückbleiben der Werthe von V und V_1 hinter der gegenwärtigen Rotationsgeschwindigkeit des Marsäquators aus einer Verminderung der letzteren zu erklären. Wenn ein Schwungrad immer schneller und schneller um seine Axe läuft, bis endlich die Stücke desselben auseinander geschleudert werden, so fliegen diese schwerlich mit der Geschwindigkeit fort, welche der Grösse der Tangentialkraft entspricht; ein Theil derselben wird auf die Ueberwindung des Widerstandes verwendet werden. Auch bei der Bildung der Planeten und Trabanten kann, wenn sie so erfolgte, wie die Kant-Laplace'sche Hypothese voraussetzt, etwas Aehnliches stattgefunden haben, in dem sie sich von dem Centrakörper lösten. Denn auch hier hafteten die Theile mehr oder weniger fest aneinander, auch hier musste der Widerstand der Massenanziehung überwunden werden. Wenn daher die Geschwindigkeit des Marsmondes bei dem Beginn seines Laufes auch kleiner war, als die jetzige Umdrehungsgeschwindigkeit des Marsäquators, so kann sich der letztere doch auch damals ebenso schnell bewegt haben, als jetzt; es wurde aber bloss ein Theil der Bewegung für die Entwicklung der Bahn wirksam. Mag man also annehmen, die Rotationsgeschwindigkeit des Mars sei veränderlich gewesen, oder sie sei nicht vollständig zur Bewegung des Mondes verwandelt worden, in keinem Fall hat man Grund, aus der Umlaufszeit desselben zu schliesen, die Kant-

Laplace'sche Hypothese sei hinfort als unhaltbar anzusehen; um so weniger, wenn man bedenkt, welche Wirkung eine grössere Anfangsgeschwindigkeit auf die Bahnbewegung des Trabanten gehabt haben würde. Aus der Verbindung von 1), 2), 3) und 4) ergibt sich die Gleichung,

$$z = \frac{2\pi m r}{r v^2 - 2m} \sqrt{\frac{r}{r v^2 - 2m}}$$

aus welcher sofort ersichtlich wird, dass eine Zunahme von v bei gleicher Grösse von m und r eine Verkleinerung von z zur Wirkung hat. Wenn also die Rotationsgeschwindigkeit des Mars sich nicht vermehrt haben darf, und ganz in die Umlaufsbewegung des Mondes übergegangen sein soll, so ist die Umlaufszeit des letzteren zu lang, und nicht zu kurz, wie Rachel meint. Wenn man also ja die Dauer des Umlaufes dieses Trabanten als Grund gegen die Richtigkeit der Kant-Laplace'schen Hypothese anführen wollte, wozu übrigens kein Anlass vorliegt, so müsste man deren Länge geltend machen, nicht deren Kürze, und wenn einmal vielleicht diese Theorie ihre Geltung verliert, so ist schwerlich der innere Marsmond die Ursache davon.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Guist Moritz

Artikel/Article: [Der Innere Marsmond und die Kant-Laplace'sche Hypothesese 56-63](#)