

Werk

Titel: Die neuen Planetentrabanten

Autor: Berberich, A.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0100

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

8. März 1906.

Nr. 10.

Die neuen Planetentrabanten.

Von

Professor A. Berberich.

Mehrere neuerschienene Veröffentlichungen der Harvard- und der Licksternwarte liefern über den neunten und zehnten Saturnsmond und den sechsten und siebenten Jupitermond genug Material an Beobachtungen und Rechnungen, um jeden Zweifel an der Trabantennatur der genannten vier Himmelskörper zu beseitigen. Warum solche Zweifel hinsichtlich der Phoebe wie des sechsten Jupitermondes anfänglich berechtigt erscheinen mußten, war in Rdsch. XX, S. 41 ff. erklärt worden. Man könnte noch hinzufügen, daß Herr W. H. Pickering, der Entdecker der zwei neuen Saturnsmonde, schon im Jahre 1892 bedeutsame Entdeckungen an den großen Jupitermonden angekündigt hat, gewaltige Gestaltsveränderungen, Schwankungen der Durchmesser um Hunderte von Kilometern in wenigen Stunden oder Tagen, woraus er folgerte, daß diese Trabanten nichts als Meteoritenhaufen seien. Außer ihm hat nur sein Assistent Douglass diese Änderungen gesehen, und zwar erst „nach Gewöhnung des Auges“, und außer ihm hat niemand seiner Erklärung zugestimmt als Sir Norman Lockyer, der bekanntlich überall Meteoriten findet. Dazu hat Herr W. H. Pickering manche Beobachtungen am Mond und am Mars veröffentlicht (Rdsch. XV, 377, 417), die zwar interessant sind und auch richtig sein können, die aber von Spezialisten in diesen Forschungszweigen bestritten worden sind. Von solchen Rückerinnerungen beeinflußt konnte man auch die ersten Nachrichten über die Phoebe mit starken kritischen Bedenken ansehen, die nicht geringer wurden beim Betrachten der sehr undeutlichen Reproduktionen einiger Phoebe-Aufnahmen, wozu doch offenbar die besten Bilder ausgewählt worden sind. Daß das Rechnungsergebnis einer rückläufigen Bahnbewegung der Phoebe ebenfalls ganz unerwartet kam, durfte freilich nicht als wesentlicher Beweisgrund gegen die Trabantennatur dieses Gestirns aufgefaßt werden. Eine Tatsache bleibt eine Tatsache, auch wenn sie gegen die schönste Weltbauhypothese verstößt, z. B. gegen die Laplacesche, an der eigentlich nicht mehr viel zu verderben war.

Es ist also auf alle Fälle sehr erfreulich, daß die Bemühungen des Herrn W. H. Pickering — sie kosteten zweifellos viel Zeit und große Arbeit — zu

einem so großen Erfolge geführt haben. Wie er selbst im Bd. 53, V. Teil, der Annalen der Harvardsternwarte berichtet, kann das aus den Aufnahmen am Bruce-Teleskop entnommene Material von Phoebe-Positionen aus den Jahren 1898 bis 1904 als gesichert erscheinen. Manche Platte konnte, wie nun mit Bestimmtheit gesagt werden kann, den schwachen Mond nicht zeigen, weil sie nicht lange genug belichtet war. 60 Minuten ergibt sich jetzt als kürzeste Belichtungszeit. Aber auch bei viel längerer Dauer war die Phoebe-Spur oft unauffindbar, weil infolge zu rascher Bewegung des Saturnsystems der Strich auf der Platte zu lang und darum zu schwach wurde. Einige Aufnahmen wurden erhalten, indem die Fernrohrbewegung durch Regulierung des Uhrwerks der Saturnbewegung angepaßt wurde; die Sterne zeichneten Striche, Saturn und seine Begleiter bildeten sich als Punkte ab. Auch der bei Planetoidenaufnahmen nicht seltene Fall ist vorgekommen, daß der Strich in einem Sternscheibchen verborgen war, wie auch Phoebe etliche male entweder vor oder hinter dem Saturnbild stehen mußte. Diese Aufklärungen konnten zumeist erst erfolgen, nachdem bereits die Bahn genauer festgestellt war; einige Fälle sehr geringer Deutlichkeit wurden anläßlich der Nachforschungen nach dem X. Mond näher untersucht. Zu erwähnen wäre noch die Auffindung eines feinen Striches, 18' vom Saturn entfernt, durch Frau Fleming auf zwei Aufnahmen vom 28. und 29. September 1904, auf denen die Phoebe sehr deutlich ist; die Striche gehörten aber keinem neuen Saturnsmonde, sondern einem in ebenfalls schwach gegen die Ekliptik geneigten Bahn laufenden Planetoiden von kaum 17. Größe an. Solche Objekte können, wie Herr Pickering mit Recht bemerkt, den nach schwachen Trabanten suchenden Astronomen in unangenehmster Weise irreführen.

Um die genauere Feststellung der Bahn hat sich Herr Frank E. Ross vom Carnegie-Institut verdient gemacht. Seine in den Annalen der Harvardsternwarte, Bd. 53, VI. Teil, veröffentlichte Arbeit besteht einerseits in der Entwicklung der nötigen Formeln für die Verbesserung der provisorischen Bahnelemente und für die Berechnung der Bahnstörungen, wie auch andererseits in der Ausführung der zahlenmäßigen Berechnung. Nicht weniger als 77 Positionen der Phoebe aus den Jahren 1898 bis 1904 standen zur Verfügung, wovon 57 zur Rechnung gezogen wurden. Nur zwei Positionen beruhten auf direkten Beobach-

tungen, und zwar von Barnard am vierzigzölligen Yerkesrefraktor vom 8. August und 12. Sept. 1904, und davon muß die zweite entweder einem anderen Trabanten oder einem Planetoiden angehört haben, oder es liegt ein Beobachtungsfehler vor. Der Bewegung des Objekts glaubte sich Barnard genügend versichert zu haben.

Von den Bahnelementen, die Herr Ross ermittelt hat, seien hier angeführt die Umlaufszeit (siderisch) 550,44 Tage, die Exzentrizität 0,1659, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik $174,5^\circ$ und gegen den Saturnsäquator $148,3^\circ$. Die Unsicherheit der Umlaufszeit würde sich nur noch nach Stunden beziffern. Im Vergleich mit anderen Bahnen älterer Planeten-trabanten ist die Exzentrizität der Phoebebahn sehr groß; nur beim Hyperion ist sie ähnlich, 0,129. Von den großen Planeten läuft nur der Merkur in stärker exzentrischer Bahn (0,206), aber bei den kleinen Planeten wäre eine solche Bahnform noch als mittlere zu bezeichnen, und gar keine Ähnlichkeit hat dieselbe mit den stark exzentrischen Bahnen der kurzperiodischen Kometen. In die gewöhnlichen Anschauungen von der Anordnung des Planetensystems oder der Trabantensysteme paßt also die Phoebe mit ihrer Rückläufigkeit durchaus nicht mehr hinein. An ein „Einfangen“ der Phoebe durch Störungen, wie man es für die periodischen Kometen kurzer Umlaufszeit annimmt, ist nicht zu denken. Der Trabant scheint von Ursprung an zum Saturnsystem zu gehören.

Noch eine Eigenschaft normaler Satelliten scheint die Phoebe den neueren Plattenuntersuchungen zufolge zu besitzen (Harvard-Annalen Bd. 53, Nr. IX). Hierbei galt es nämlich, verschiedene von Herrn W. H. Pickering auf Aufnahmen aus dem Jahre 1904 gelegentlich bemerkte Spuren, die nicht von Sternen herrühren konnten, richtig zu deuten. Karten aller Sternchen bis zur 18. Größe in der Nachbarschaft der verdächtigen Objekte wurden gezeichnet und verglichen und schließlich auf neun von 20 Platten Spuren festgestellt, die sich alle in eine Bahn vereinigen ließen. Damit war Ende April 1904 der zehnte Saturnsmond, nachher Themis benannt, gesichert. Merkwürdig war es nun, daß zwar auf den früheren Aufnahmen, auf denen die Phoebe ziemlich gut zu sehen war, auch die Themis ohne Mühe gefunden wurde, daß dagegen auf den späteren Platten einerseits die Phoebe ganz auffällig hervortrat, andererseits der neue Mond überhaupt nicht entdeckt werden konnte. Zum Teil erklärt sich diese Unsichtbarkeit aus zu großer Länge (über 0,25 mm, also eigentlich noch sehr kurz!) der Trabantenspur. Allein von der Phoebe waren auch sonst Bilder von ziemlicher Länge auf manchen Platten „ungewöhnlich deutlich“, z. B. drei von September 1898; wie die Bahnrechnung zeigte, war die Identität zweifellos. Hingegen lagen, wie schon oben bemerkt, einige Fälle vor, so vier Platten vom August 1900, wo trotz ausgezeichneter Beschaffenheit der Aufnahmen die Phoebspur nicht zu erkennen war. Überraschend schwach erscheint der Trabant auch auf einer Platte aus dem

Oktober 1900, er wurde erst ermittelt, als sein Ort genau bekannt war. Alle diese Tatsachen führten zur Erkenntnis einer erheblichen Veränderlichkeit der Phoebe, um etwa 1,5 Größenklassen, also fast so viel wie die Schwankung des Japetus, 1,7 Größen nach den letzten Messungen von Wendell und P. Guthnick (Rdsch. XX, 532). Die Veränderlichkeit ist wie bei den anderen Saturnsmonden von der Stellung der Phoebe in ihrer Bahn bedingt und kann als Beweis für die Annahme dienen, daß die Phoebe wie die anderen Trabanten dem Hauptplaneten immer dieselbe Seite zukehrt. Von der Oberfläche dieses neuen Mondes muß aber die eine Hälfte das Sonnenlicht etwa viermal stärker zurückstrahlen als die andere Hälfte, die beiden Seiten sind also physisch ganz verschieden beschaffen. Am 8. August 1904 wurde die Phoebe von den Herren Barnard und Turner mit dem 40zölligen Yerkes-Refraktor aufgefunden; sie war damals in ihrer größten Helligkeit, stand aber trotzdem an der Grenze der Sichtbarkeit in diesem Riesenfernrohr. Herr Pickering nimmt diese Grenze als 16,5. Größe an; dann wäre die Phoebe im Minimum nur 18. und im Durchschnitt 17,2. Größe. Die Themis kann dann als 17,5. Größe geschätzt werden ohne erhebliche Lichtschwankung. Diese beiden neuen Glieder des Saturnsystems erscheinen uns also um neun Größenklassen schwächer als der größte Saturnsmond Titan, der etwas größer als unser Mond sein dürfte. Nimmt man den Titandurchmesser zu rund 4000 km an und setzt gleiche Reflexionsfähigkeit für diese Trabanten voraus (was aber allerdings nicht zutreffen wird), so findet man die Durchmesser der Phoebe und der Themis ungefähr gleich 60 km. Herr Pickering rechnet aus, daß die Wahrnehmbarkeit dieser zwei Trabanten von der Erde aus der Sichtbarkeit einer Kugel von 4 cm Durchmesser im Abstand von 100 km entspricht; bedenkt man aber, daß in Saturnsferne das Sonnenlicht fast hundertmal schwächer alle Körper erleuchtet als in Erdferne, so ist jener Vergleich wesentlich zu modifizieren und zu sagen, daß die Phoebe und Themis beim Saturn uns ebenso erscheinen wie auf der Erde eine Kugel von 1 cm Durchmesser in 2500 km Entfernung.

Trotz dieser verhältnismäßigen Winzigkeit muß die Entdeckung dieser zwei Trabanten als sehr wertvoll erklärt werden. Bei der Phoebe liegt die Bedeutung in der Rückläufigkeit, bei der Themis in der nahen Gleichheit der Periode mit der des Hyperion und der abnormen Form und Lage der Bahn. Die Bahnbestimmung wurde von Herrn W. H. Pickering selbst vorgenommen (Harvard-Annalen, Bd. 53, Nr. IX), und zwar auf graphischem Wege, der auch bei der Phoebe zu einer befriedigenden Übereinstimmung mit der nachträglich streng berechneten Bahn geführt hatte. Die mittlere Distanz vom Saturn ergab sich zu 1457000 km, die Exzentrizität zu 0,215, woraus die kleinste und größte Entfernung vom Saturn sich zu 1,14 und 1,77 Millionen km berechnen. Die Umlaufszeit umfaßt 20,85 Tage. Die Neigung der Bahnebene gegen die Ekliptik ist $39,1^\circ$, gegen den Saturns-Äquator

etwa 12° und ebensoviel auch ungefähr gegen die Bahnebenen von Titan und Hyperion. In der Saturnnähe steht die Themis 100 000 km innerhalb der Titanbahn, in der Saturnferne weit jenseits der Hyperionbahn. Die Kreuzung der Themis- und der Titanbahnlinien findet gegenwärtig bei nur 21 000 km Abstand statt ($\frac{1}{20}$ der Entfernung Mond—Erde). Da die Bahnen sich ständig verschieben und verändern, so kann diese Distanz noch sehr viel kleiner werden, und damit können die Störungen der winzigen Themis durch den großen Titan außerordentlich hoch anwachsen. Dieselben werden in Zukunft ein vorzügliches Mittel bilden zur schärferen Bestimmung der Titanmasse. Andererseits ist es zu verwundern, daß der kleine Satellit noch selbständig existiert und nicht bei einer früheren sehr nahen Begegnung mit dem Titan zusammengestoßen ist. Die Themis bildet somit ein interessantes Gegenstück zu den kurzperiodischen Kometen im Sonnensystem mit ihren meist ganz unbeständigen Bahnen. Von neuem erhebt sich daher die schon bald nach der Entdeckung des Hyperion gestellte Frage, ob es im Saturnsystem noch mehr solche, vermutlich wohl noch kleinere Trabanten gibt, woran man noch die weitere Frage knüpfen kann, ob nicht ähnliche Entdeckungen im Planetoidensystem zu erwarten seien. Anzeichen für das Vorhandensein sehr jupiternaher Planeten sind bereits mehrere vorhanden, leider sind die betreffenden Gestirne noch nicht genügend gesichert.

Bei der Betrachtung der relativen Bewegung eines solchen Planetoiden (Venusia) bei seiner größten Jupiternähe wurde in dieser Zeitschrift (Rdsch. XX, 44) bemerkt, daß derselbe dann längere Zeit hindurch gewissermaßen als Jupitermond erscheinen könnte. Kaum war diese Bemerkung geschrieben, da traf von der Licksternwarte die Entdeckungsnachricht eines und bald darauf die eines zweiten neuen Jupitermondes ein. Die Bewegungsverhältnisse der Venusia und ähnlicher Planetoiden konnten dem Entdecker Perrine nicht bekannt sein, darum hat er nach mehrwöchiger Verfolgung beider Gestirne diese ohne weitere Bedenken als Trabanten des Jupiter erklärt und hat, wie die Folge zeigte, mit seiner Anschauung Recht behalten. Der VI. Mond ist auf der Licksternwarte durch 58 Positionen vom 3. Dezember 1904 bis 22. März 1905 gesichert worden, vom VII. Monde wurden 24 Örter vom 2. Januar bis 9. März 1905 erlangt. Nachdem der Jupiter nach der Konjunktion mit der Sonne morgens wieder längere Zeit sichtbar geworden war, gelangen auf der Licksternwarte neue Aufnahmen des VI. Mondes vom 25. Juli an und solche des VII. vom 7. August an. Mit dem 30 zölligen Thompson-Reflektor der Sternwarte Greenwich wurde der VI. Trabant 37 mal vom 23. August bis 7. November, der VII. 7 mal vom 22. Oktober bis 7. November 1905 photographiert.

Für den VI. Mond hatte Herr Ross aus der ersten Beobachtungsperiode eine Bahn berechnet, die später von A. C. D. Crommelin (Greenwich) im Anschluß an die Julibeobachtungen verbessert worden ist. Da-

nach wäre die Periode 253,4 Tage, die Exzentrizität 0,16, der kleinste, mittlere und größte Abstand vom Jupiter 9,71, 11,56 und 13,41 Millionen Kilometer, die Neigung gegen den Jupiteräquator und die Jupiterbahn $28,4^\circ$ bzw. $26,2^\circ$. Für den VII. Mond hatte gleichfalls Herr Ross eine erste Bahn berechnet, gegen die jedoch die Beobachtungen im August sehr beträchtlich abwichen. Die Umlaufzeit von 265 Tagen ist offenbar viel zu lang und scheint in Wirklichkeit wenig von der des VI. Mondes abzuweichen. Die Exzentrizität, die Herr Ross sehr klein (0,025) gefunden hatte, ist zu vergrößern. Die Bahnneigung beträgt gegen Bahn und Äquator des Jupiter 31° bis 32° , gegen die Bahnebene des VI. Mondes 27° . Beide Monde laufen aber wie die altbekannten Jupitermonde von West nach Ost um den Jupiter, sie sind rechtläufig im Gegensatz zur rückläufigen Phoebe. Ihre Bahnlinien gehen in großen Entfernungen an einander vorüber, von gegenseitigen Annäherungen wie bei Titan und Themis im Saturnsystem kann keine Rede sein. Ein großer Zwischenraum trennt beide Satelliten von den großen Trabanten, und es ist nicht unmöglich, daß dieser Raum nicht ganz leer ist, daß vielleicht noch andere kleine Körper den Jupiter in mehrfachem Abstände der alten Trabanten begleiteten (Bulletins 78 und 82 der Licksternwarte, Knowledge, Bd. 2, 237).

In seinen ausführlichen Untersuchungen über die Bahn des periodischen Kometen Brooks (1889 V) hat Herr L. Poor auch die Frage der Annäherung dieses Gestirns, das am 20. Juli 1886 dem Jupiter auf den Abstand des V. Mondes nahe gekommen sein muß, an diesen und die anderen vier Trabanten untersucht. Er fand die geringsten Abstände des Kometen von den vier letzteren gleich 3,57, 4,16, 4,01 und 2,62 Jupiterhalbmesser; dies ist viel zu viel, als daß irgend eine Bewegungsstörung oder ein Einfluß auf die Gestaltsänderung des Kometen hätte eintreten können. Vom V., innersten Mond läßt sich nicht sicher angeben, an welcher Stelle seiner Bahn er damals gestanden hat. Darum hält Herr Poor ein Zusammentreffen beider Gestirne nicht für ausgeschlossen; die Folge davon könnte die Teilung des Kometen gewesen sein, die 1889 so großes Aufsehen erregt hat. Die Existenz des VI. und VII. Mondes und vielleicht noch anderer ähnlicher Begleiter in großem Abstände vom Jupiter gibt für die Ursache der Kometenteilung wieder neue Möglichkeiten, die nach genauerer Bestimmung der Bahnen dieser neuen Trabanten leicht zu prüfen sein werden. Gar so klein sind diese zwei Körper ja nicht, sie sind wohl dem V. Mond vergleichbar. Der VI. Mond wurde von Herrn Aitken bei direkter Beobachtung etwa 14. Größe geschätzt, der VII. ist zwei Größenklassen schwächer. Danach dürften ihre Durchmesser 120 und 50 km betragen gegen rund 200 km beim V. Mond.

So greifen diese Entdeckungen über in die verschiedensten Gebiete astronomischer Forschung. Zwar sind es nur kleine Gestirne, deren Vorhandensein die unermüdliche Arbeit der amerikanischen Gelehrten