

Ueber die Umdrehung der magnetischen Erdpole  
und ein davon abgeleitetes Gesetz des Trabanten- und Planetenumlaufs

von  
Dr. J. S. C. Schweigger.

Unserer naturforschenden Gesellschaft überreiche ich meine Schrift: Ueber stöchiometrische Reihen (Halle 1853. 8.) verbunden mit zwei in den Sitzungsberichten der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie zu Wien (Bd. IX. S. 506 u. 825) publicirten kleinen Aufsätzen. Zugleich füge ich auch eine ältere damit zusammenhängende Abhandlung bei über Weltmagnetismus, welche im Jahr 1814 im Journal der Physik und Chemie mitgetheilt wurde, und von welcher nur noch sehr wenige besondere Abdrücke in der SCHRAG'schen Buchhandlung zu Nürnberg zu haben sind. Diese Abhandlung zeigt, wie ich schon damals, im Geiste der stöchiometrischen Reihen RICHTER'S, kosmische und chemische Betrachtungen verband, und wie die Vorherberechnung der zwei ersten Uranustrabanten, zu deren Auffindung in jener Zeit kaum eine Hoffnung vorhanden war, aus einem Princip hervorging, das nun wenigstens Prüfung verdient, nachdem die Vorherberechnung sich bestätigt hat. — Denn selbst Denen, welche schon jetzt, bevor LASSELL neue, durch Beobachtungen auf Malta herbeigeführte Mittheilungen gemacht, eine nicht bloss auf die ganzen Zahlen, sondern auch auf die Decimalen sich beziehende Uebereinstimmung der Vorherberechnung mit der Beobachtung verlangen, wird vorläufig wenigstens genug gethan werden können. Denn die hier folgenden Berechnungen zeigen, dass die Abweichung bei dem zweiten Uranustrabanten noch nicht  $\frac{1}{10}$ , bei dem ersten aber (wo specielle nachher an-



zuführende Gründe eine Abänderung der aus den Beobachtungen in den ersten vier Nächten abgeleiteten Decimalen vorhersehen lassen) wenigstens nicht über  $\frac{2}{10}$  beträgt.

Von der grössten Wichtigkeit scheint es mir, was ich schon in meiner Abhandlung über stöchiometrische Reihen S. 32 in der Note hervorhob, dass die von LAMONT aufgefundene Periode der täglichen magnetischen Variationen mit der Sonnenfleckenperiode zusammenstimmt. Auch FARADAY lenkte darauf die Aufmerksamkeit hin in den *Proceedings of the Royal Institution, January 1853* (übersetzt in POGGENDORFF's Annalen 1853. N. 4), indem er zugleich noch andere bestätigende Zeugnisse beifügt. Es stellt sich also nun der wichtige Satz dar, dass, wie nach NEWTON's Forschungen die Gravitation entschieden bis zum Monde sich erstreckt, so der Erdmagnetismus in der ihm eigenthümlichen Gesetzmässigkeit entschieden bis zur Sonne reicht.

Wenn nun auf eine so unverkennbare Weise die von LAMONT zuerst berechnete magnetische Variationsperiode von kosmischer Bedeutung ist, werden nicht auch die von HANSTEEN nachgewiesenen und berechneten grössern magnetischen Perioden ebenfalls von kosmischer Bedeutung sein? Und diess war es, was ich nachzuweisen suchte in jener Abhandlung über die Umdrehung der magnetischen Erdpole und ein davon abgeleitetes Gesetz des Trabanten- und Planetenumlaufs vom Jahr 1814.

Ich will die auf S. 19 der eben bezeichneten Abhandlung stehende Tabelle mit der ihr sogleich ursprünglich angehefteten Bemerkung hierher setzen, soweit sie auf die Umdrehungszeit der drei ersten Jupiterstrabanten sich bezieht.

Beobachtete Umlaufzeiten.	Magnetische Reihe.	Daraus berechnete Umlaufzeiten.	Differenzen.	Fehler im Verhältniss zum Ganzen.
I. 1	432 <sup>3:2</sup>	1		
II. 2,007	648 <sup>3:2</sup>	1,837	— 0,170	0,085
*	864 <sup>3:2</sup>	2,828	*	*
III. 4,044	1080 <sup>3:2</sup>	3,953	— 0,091	0,022

„Bei den Umläufen der drei ersten Jupiterstrabanten gilt bekanntlich das Gesetz, dass die Umlaufszeit des zweiten die doppelte von der des ersten, die des dritten die doppelte von der des zweiten ist. Es ist nach LA PLACE den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuzuschreiben, dass sich dieses Verhältniss in der ersten Spalte der vorhergehenden Tafel nicht in voller Schärfe darstellt. Die Differenz der aus magnetischer Reihe berechneten Umlaufzeiten und der wahren würde dann noch geringer sein. Aber ich könnte sogar behaupten, dass diese, in Beziehung auf die ursprünglichen Umlaufzeiten betrachtet, vielleicht fast ganz verschwinde. Denn LA PLACE zeigte es als wahrscheinlich, dass dieses merkwürdige Verhältniss anfänglich



blos annäherungsweise vorhanden war, und erst durch die gegenseitigen Attractionsgesetze zu dieser Schärfe auf dem von ihm angegebenen Wege ausgebildet wurde.“

Von dem Verhältnisse  $1 : 1,837 : 3,953$  und der Art, wie es abgeleitet wurde, ist auch umständlich die Rede in meiner Abhandlung über stöchiometrische Reihen S. 40 u. 41. Um so mehr aber konnte jenen Verhältnisszahlen die einfache Proportion  $1 : 2 : 4$  substituirt werden im Sinne dessen, was LA PLACE bei den Jupiterstrabanten nachgewiesen, nachdem dasselbe Verdoppelungsverhältniss in noch grösserer Ausdehnung bei den Saturnstrabanten (mit Zurechnung des Ringes) von mir nachgewiesen war. Und in solcher Weise berechnete ich aus der Umlaufszeit des in 8,7068 Tagen umkreisenden Uranustrabanten (dessen Periode damals — im Jahr 1814 — unter allen Uranustrabanten am genauesten bestimmt war, nämlich aus 6 Combinationen von Stellungen, die sechs, sieben und acht Monate von einander entfernt gewesen) die Umlaufszeit des ersten und zweiten Uranustrabanten, zu deren Auffindung keine Hoffnung vorhanden war, auf 2,1767 und 4,3534 Tage.

Jedoch es könnte sehr wohl sein, dass bei Uranus, dessen Trabanten in ihren Bewegungen ohnehin manche beachtungswerthe Eigenthümlichkeit zeigen, das ursprüngliche aus HANSTEEN'S Reihe der magnetischen Polumdrehungen abgeleitete Zahlenverhältniss  $1 : 1,837 : 3,953$  hervorträte. Denn

1) die von LASSELL aus Beobachtungen in den ersten vier Nächten berechneten Umlaufzeiten von 2,5117 und 4,1445 Tagen verhalten sich wie  $1 : 1,6501$ , stehn also dem ursprünglich gefundenen Verhältnisse  $1 : 1,837$  näher als der abgekürzte Ausdruck  $1 : 2$ , indem  $1,837 - 1,650 = 0,187$ , also der Unterschied noch nicht  $\frac{2}{10}$  beträgt. Und

2) während  $4 : 2 = 8,7068 : 4,3534$  ist, so giebt das ursprüngliche Verhältniss die Zahl 4,0461, da

$$3,953 : 1,837 = 8,7068 : 4,0461,$$

welche Zahl von 4,1445 (der von LASSELL durch Beobachtung gefundenen) nur um 0,0984, also noch nicht um  $\frac{1}{10}$  abweicht.

3) Ebenso stellen die von HERSCHEL (dem gemäss, was in meiner Abhandlung über stöchiometrische Reihen S. 36 angeführt) für den Umlauf seines ersten und dritten Uranustrabanten gefundenen Zahlen (5,8926 und 10,9611 Tage) allerdings ein Verdoppelungsgesetz dar, wenn wir die Decimalen weglassen, worauf man noch kein grosses Gewicht legen zu können glaubte. Rechnen wir aber  $1 : 1,837 = 5,8926 : x$ , so finden wir  $x = 10,8247$ , während  $10,9611 - 10,8247 = 0,1364$ , also die Differenz auf nahe  $\frac{1}{10}$  reducirt wird.

4) Was aber die von LASSELL für den ersten Uranustrabanten angesetzte Umlaufszeit betrifft von 2,5117 Tagen, so ist, wenn wir statt des abgekürzten Ausdrucks  $4 : 1$  das ur-



sprünglich gefundene Verhältniss setzen,  $3,953 : 1 = 8,7068 : 2,2026$ . Und da  $2,5117 - 2,2026 = 0,3091$ , so steigt die Differenz noch immer auf  $\frac{3}{10}$ .

Uebrigens hebt schon ARAGO im Leben HERSCHEL's hervor, während er die neuen Beobachtungen der zwei zuerst im Jahre 1787 aufgefundenen Haupttrabanten des Uranus anführt, dass allen diesen Berechnungen die Hypothese kreisförmiger Bewegungen zu Grunde gelegen, während LAMONT in seiner Abhandlung über diese Trabanten, welche in den *Philosophical Transactions* für das Jahr 1838 abgedruckt, bei seinen Beobachtungen dieser zwei Haupttrabanten eine Ellipticität ihrer Bahn bemerkt zu haben glaubte, jedoch eine umständliche Untersuchung dieser schwierigen Frage einer spätern Zeit vorbehaltend. — Da unter allen Trabanten des Saturn der dem Planeten zunächst stehende erste durch Excentricität seiner Bahn (die 0,06889 beträgt) vor allen übrigen Trabanten des Saturn sich auszeichnet: so ist die Vermuthung erlaubt, dass auch bei Uranus der dem Planeten zunächst stehende erste Trabant sich nicht in einem Kreise, sondern in einer Ellipse bewegen werde, während er ohnehin durch die Nähe des Hauptkörpers mannigfachen Störungen ausgesetzt sein kann. Und eben darum möchte die Berechnung seines Umlaufes besondere Schwierigkeiten darbieten, um so unmöglicher aus Beobachtungen in den ersten vier Nächten sogleich ableitungsfähig.

**Anmerkung.** Was die eben erwähnte Excentricität betrifft, wodurch der erste Saturnstrabant sich auszeichnet, so ist nebenbei auch an die neuerdings beobachtete Excentricität des Saturnsringes zu erinnern. — Wirklich ist diese Excentricität eine neue Bestätigung der Ansicht von der Natur des Saturnsringes, welche ich schon in der Abhandlung von 1814 S. 24—26 in der Note umständlich mit Gründen dargelegt habe, dass nämlich der Saturnsring durch umkreisende Meteor-massen gebildet werde, und eben darum auf die von LASSELL näher bezeichnete Weise durchsichtig gleich einem Flor erscheint. Die Excentricität des Ringes spricht also blos aus, was ohnehin zu erwarten war, dass gleich dem ersten Saturnstrabanten auch die noch näher stehenden Meteor-massen, welche den Ring bilden, sich in Ellipsen bewegen.

Wenden wir uns nun von den Trabanten zu den Hauptplaneten.

Ich habe schon S. 41 meiner Abhandlung über stöchiometrische Reihen aufmerksam gemacht, dass die angeführte, gesetzmässig aus den von HANSTEEN aufgefundenen magnetischen Polarumdrehungen abgeleitete Zahlenfolge:

1; 1,837; 2,828; 3,953; 5,196; 8; 14,697; 31,623

sich benützen lasse bei der Berechnung des Abstandes der Planeten von der Sonne. Beispielsweise hob ich zunächst bei den mondlosen Planeten Mercur, Venus und Mars hervor, dass jede Venusdistanz von der kleinsten bis zur grössten, mit 1,837 dividirt, zu einer Mercurdistanz hinführt, die grösser ist als der mittlere Abstand desselben von der Sonne, während



dieselbe Mercurdistanz, mit 3,953 multiplicirt, eine Marsdistanz giebt, die gleichfalls grösser ist als die mittlere. Innerhalb der bezeichneten Grenze findet sich also eine ganze Reihe von Distanzen bei den mondlosen Planeten, welche sich wie die Zahlen 1:1,837:3,953 verhalten, was folgende Tabelle darstellt:

Abstand.	Mercur.	Venus.	Mars.
Kleinster.	0,3910725 > M	0,7184002	1,54591 > M
Grösster.	0,3964417 > M	0,7282636	1,567134 > M

Dieser Gruppe der mondlosen Planeten schliessen sich aber auch die Erde und die Asteroiden an, der soeben angeführten Zahlenreihe

1; 1,837; 2,828; 3,953; 5,196

gemäss. Denn

a) jede Erddistanz von der Sonne (von der grössten bis zur kleinsten) mit 2,828 dividirt, führt zu einer Mercurdistanz, der folgenden Tabelle gemäss:

Abstand.	Mercur.	Erde.
Kleinster.	0,347675 < M	0,9832249
Grösster.	0,3595386 < M	1,0167751

Und ebenso

b) führen alle Distanzen des Mercur von der grössten bis noch unter die mittlere mit 5,196 multiplicirt zu einer Distanz der Juno hin, wie folgende Tafel zeigt:

Abstand.	Mercur.	Juno.
Kleinster.	0,3824577 < M	1,98725
Grösster.	0,4666872	2,424907 < M

Nimmt man eine astronomische Tabelle, worin die Abstände der Planeten von der Sonne in Beziehung auf den zur Einheit angenommenen mittleren Abstand der Erde angegeben sind, so findet sich z. B. für Vesta der kleinste Abstand 2,15235, und der mittlere Abstand 2,36148. Beide Zahlen liegen zwischen den in der unmittelbar vorhergehenden Tabelle bei der Juno aufgeführten Grenzen 1,98725 und 2,424907. Demnach führt jede Distanz der Vesta von der kleinsten bis zur mittlern, mit 5,196 dividirt, zu einer Mercurdistanz. Ebenso führt jede Distanz der Pallas, von der kleinsten 2,10166 bis ziemlich nahe gegen die mittlere hin (welche 2,77263 beträgt, also schon zu gross ist um in die Reihe zu passen) zu einer Mercurdistanz hin, wenn man sie mit 5,196 dividirt.

Ich will mit diesen Beispielen bloß bezeichnen, dass die aus den von HANSTEEN berechneten magnetischen Polarumdrehungen abgeleiteten Zahlen, deren Reihe soeben angeführt wurde, brauchbar sind zur Distanzenberechnung bei dem ganzen System der kleineren Planeten bis in die Asteroidensphäre hinein.



Auch bei den grösseren Planeten lässt sich folgende Tabelle herstellen, gemäss den letzten Zahlen unsrer Reihe:  $8:14,697:31,623 = 1:1,837:3,953$

Abstand.	Jupiter.	Saturn.	Uranus.
Kleinster.	4,951871	9,09659 > Per.	19,57475 > M
Grösster.	5,07875 < M	9,329666 < M	20,07630

Es giebt also die kleinste Jupitersdistanz multiplicirt mit 1,837 eine Saturnsdistanz, die grösser ist als das Perihelium, und mit 3,953 multiplicirt eine Uranusdistanz, die grösser ist als die mittlere. Man kann im Allgemeinen in der Art sich ausdrücken: Alle Distanzen des Saturn bald nach dem Perihelium bis gegen die Mitte hin geben mit 1,837 dividirt eine Distanz des Jupiter, welche Jupitersdistanz mit 3,953 multiplicirt eine Distanz des Uranus giebt.

Demnach kommen auch bei der Gruppe der grossen Planeten, nämlich in den Distanzen des Jupiter, Saturn und Uranus, eine Reihe von Verhältnissen vor, welche sich wie 1:1,837:3,953 (oder was dasselbe, wie 8:14,697:31,623) verhalten. Jedoch diese Gruppe der grossen Planeten schliesst nicht der angegebenen Zahlenreihe gemäss den kleinen mit den Asteroiden in Verbindung stehenden Planeten sich an. Denn ein Blick auf eine Tafel der Planetenabstände zeigt, dass das Verhältniss 1:8 uns vom Mercur, selbst wenn wir seinen grössten Abstand mit der Zahl 8 multipliciren, nur wenig über die Asteroidensphäre hinaus, aber noch nicht in den Kreis Jupiters hinein führt.

Auf diese Zusammenreihung der kleinen und grossen Planeten bezogen sich in meiner ältern Abhandlung die Betrachtungen von S. 46—68, die aber keineswegs zum Ziele führten, und die ich daher am liebsten hinwegstreichen möchte, wenn nicht S. 62 eine Formel aufgestellt wäre, die, wie S. 63—66 zeigt, wenigstens Annäherung gewährt an die Wahrheit\*). Das Cor-

---

\*) Da die grossen Planeten nicht bloss durch ihre Grösse, sondern auch durch die Schnelligkeit ihrer Rotation und die zahlreichen Monde, welche sie um sich führen, in qualitativer Beziehung sich so wesentlich von den kleinern Planeten unterscheiden, so lässt sich überhaupt fragen, ob wir in quantitativer Hinsicht berechtigt sind, sie mit den kleinern Planeten in eine Reihe zusammenstellen zu wollen. — Diese Frage drängt sich gegenwärtig um so mehr auf, nachdem die ältere Formel, worauf besonders BODE Gewicht legte, und die allerdings bei der Aufsuchung der Ceres und des Neptun Dienste geleistet, eben durch den sich dem Gesetz entziehenden Neptun ganz ihre Bedeutsamkeit verloren hat. Aber wenn wir auch im Allgemeinen zugestehn müssen, dass die qualitative Eigenthümlichkeit auch in quantitativer Hinsicht berechtigt sei, einen eigenthümlichen Charakter zu behaupten, d. h. eine für sich bestehende Gruppe zu bilden (wofür die in meiner Abhandlung über stöchiometrische Reihen angeführten Beispiele sprechen): so sind wir durch diese Betrachtung doch nicht mit einmal aller Mühe enthoben, auf eine allgemeine Formel für Planetendistanzen zu denken, weil wir ja Beziehungen zur Rotation und zum Trabantenlauf in diese Formel aufnehmen können. Eine neue Ermunterung bietet sich also dar zur genauen Bestimmung der Planetenrotationen, wozu HERSCHEL mit so wichtigen Gründen aufgefordert in seiner ersten Abhandlung über Planetenrotation (*Phil. Transact.* von 1781, oder Vol. LXXI. S. 117). Ich will die vortreffliche Stelle, welche zu wenig Beachtung gefunden zu haben scheint, hierher setzen:

„Wir haben bis jetzt Grund anzunehmen, dass die tägliche Umdrehung der Erde vollkommen gleichmässig fort dauert, wenigstens sich mehr gleich bleibt als irgend eine andere Bewegung, womit wir bekannt. Es ist daher nicht unpassend anzunehmen, dass auch die Rotationsbewegung der andern Planeten sich gleich bleibe. Diess brachte mich auf den Gedanken,



rectionsgesetz wurde vorzugsweise von der Achsendrehung der Planeten hergenommen, die allerdings (im Ganzen genommen) bei Vergleichung der grossen und kleinen Planeten in umgekehrtem Verhältnisse mit der Schnelligkeit des Umlaufs um die Sonne zu stehen scheint. Dabei ging ich von der durch SCHRÖTER und BESSEL bestimmten Achsendrehung des Mercur aus, indem ich mich an das eben damals erschienene astronomische Jahrbuch von BODE für 1813 anschloss, worin S. 253 folgender Brief von SCHRÖTER mitgetheilt ist:

„Ich bearbeite jetzt einen 2ten Theil hermographischer Fragmente. — Nach 7 verschiedenen langen, zum Theil 14monatlichen Perioden habe ich die Rotation des Mercur zu

24 Stunden 0 Min. 47,45 Sec.

gefunden. Herr BESSEL, welcher die Mittelpunktgleichungen genau berechnet, und die wahren, wegen der starken Excentricität sehr ungleichen Mercurtage auf mittlere reducirt hat, findet sie 24 Stunden 0 Min. 52,97 Sec., und wir müssen beide dafür halten, dass sie unter allen Rotationsperioden am schärfsten bestimmt ist.“

Wie kommt es nun, dass diese schärfste Bestimmung nirgends in den Lehrbüchern der Astronomie angeführt wird? MÄDLER, der sich speciell für die Rotation der Planeten interessirte, und in Verbindung mit BEER im Jahr 1834 und 1835 sehr genaue Beobachtungen über die Rotation des Jupiter angestellt, sagt von der Rotation des Mercur in seiner populären Astronomie: „Durch Beobachtung von Flecken auf der Oberfläche des Mercur, die übrigens sehr selten erscheinen und schwer wahrzunehmen sind, haben HARDING und SCHRÖTER die Rotationsperiode auf 24 Stunden 5 Min. bestimmt; ein noch sehr ungewisses Datum.“ Und dennoch wird dieses so sehr ungewisse Datum von LITROW benützt im physikalischen Wörterbuche Bd. X. S. 1603, und ist überhaupt in alle Lehrbücher der Astronomie übergegangen, während die Berechnung von BESSEL vernachlässigt wird.

Unmittelbar hängt die gegenwärtige Mittheilung zusammen mit der früheren in den astronomischen Nachrichten vom 29. Oct. 1852 S. 261—268 abgedruckten. Dort freute ich mich, dass das unter den Chemikern so berühmt gewordene Gesetz der Multipla dazu beitragen konnte, auch bei den grossartigen Körpercombinationen in der Astronomie demselben Gesetz einige Beachtung zu verschaffen. Gegenwärtig aber zeigt es sich, dass dieses Gesetz

---

die Rotation des einen Planeten sehr genau im Verhältniss zu der eines andern zu bestimmen. Hierdurch erhalten wir Vergleichungen, wodurch künftige Astronomen, wenn sie geneigt sind sie fortzusetzen, in den Stand gesetzt werden, zu irgend einer Bestimmung über das allgemeine Gleichbleiben der rotatorischen Bewegung bei den Planeten zu gelangen. Denn wenn sie in der Länge der Zeit eine geringe Verzögerung in der täglichen Bewegung eines Planeten bemerken sollten, herrührend von irgend einem Widerstande eines sehr feinen Mediums, worin sich die himmlischen Körper vielleicht bewegen; oder wenn sie eine Beschleunigung finden sollten aus einem oder dem andern Grunde: so mögen sie diese Aenderung entweder einer Veränderung in der Drehung des andern Planeten, oder einer Veränderung in der täglichen Bewegung der Erde zuschreiben je nachdem die Umstände oder andere Erscheinungen das eine oder das andere wahrscheinlicher machen.“



der Multipla, wie es bei Trabantenumläufen und Planetendistanzen auftritt, entschieden zusammenn hängt mit magnetischen Beziehungen. Es werden also die Multipla bei den untergeordnete- Körpercombinationen, den gemeinen chemischen, nicht, wie selbst BERZELIUS ausgesprochen, nothwendig aus mechanischem Gesichtspunkt, sondern sie werden gleichfalls aus magnetischem Gesichtspunkt aufzufassen sein in der Art, wie solches, noch mit andern Gründen, in der Ab- handlung über stöchiometrische Reihen nachgewiesen wurde.

Halle, d. 28. November 1853.

### Nachschriften.

Der hier zum Schluss erwähnte Aufsatz in den astronomischen Nachrichten vom 29. Oct. 1852 wurde zuvor schon, mit einigen Zusätzen versehen, freundlich mitgetheilt in den Sitzungsberichten der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie in Wien (Bd. IX. S. 506—514). Nur um Berichtigung folgender zufällig entstandener Druckfehler habe ich zu bitten:

- S. 506 statt 3,3534 Tagen lies: 4,3534 Tagen
- „ 508 Z. 13 v. u. statt 0,993625 < Perih. lies: 0,993625 > Perih.
- „ — „ 6 — „ 9,903742 < M. „ 9,903742 > M.
- „ — „ — — „ 19,807484 < M. „ 19,807484 > M.
- „ — „ 5 — „ 10,03815 > Aph. „ 10,03815 < Aph.
- „ 510 „ 9 — „ 10 St. 31' 15" lies: 10 St. 32' 15"
- „ 512 „ 5 — „ aber lies: eben
- „ 514 im vorletzten Absatz Z. 4 v. u. statt 29" lies: 20"



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1853

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Schweigger Johann Salomo Christoph

Artikel/Article: [Ueber die Umdrehung der magnetischen Erdpole und ein davon abgeleitetes Gesetz des Trabanten- und Planetenumlaufs 3047-3054](#)