

Erstes Kapitel.

Von dem Grundsaze der allgemeinen Schwere.

Unter den Erscheinungen des Sonnensystems scheint die elliptische Bewegung der Planeten und Kometen am meisten dazu geschickt, uns auf das allgemeine Gesez der Kräfte, von welchen es getrieben wird, zu führen. Durch Beobachtung hat man gefunden, daß die durch die Radios Vectores der Planeten und Kometen um die Sonne beschriebenen Flächen den Zeiten proportionirt sind; nun hat man im zweyten Kapitel des vorigen Buchs gesehen, daß dazu erfordert wird, daß die Kraft, welche jeden dieser Körper ohne Unterlaß von der geraden Linie ablenkt, beständig gegen den Anfang des Radius Vector gerichtet sey; das gegen die Sonne gerichtete Bestreben der Planeten und Kometen ist also eine nothwendige Folge von der Proportionalität der durch die Radios Vectores beschriebenen Flächen mit den zu Beschreibung derselben angewandten Zeiten.

Um das Gesez dieses Bestrebens zu bestimmen, wollen wir annehmen, die Planeten bewegen sich in kreisförmigen Bahnen, welches nicht viel von der Wahrheit abweicht.

Die Quadrate ihrer realen Geschwindigkeiten sind alsdann den Quadraten der Halbmesser dieser Bahnen, dividirt durch die Quadrate ihrer Umlaufszeiten, proportionirt; aber nach den Keplerischen Gesezen verhalten sich die Quadrate dieser Zeiten zusammen, wie die Würfel eben dieser Halbmesser; folglich verhalten sich die Quadrate der Geschwindigkeiten umgekehrt wie diese Halbmesser. Man hat im Vorhergehenden gesehen, daß die Centralkräfte mehrerer in kreisförmiger Bewegung begriffenen Körper sich verhalten wie die Quadrate der Geschwindigkeiten dividirt durch die Halbmesser der beschriebenen Kreise; die Bestrebungen der Planeten gegen die Sonne verhalten sich demnach umgekehrt wie die Quadrate der Halbmesser ihrer für kreisförmig angenommenen Bahnen. Diese Voraussetzung ist zwar, man muß es gestehen, nicht ganz genau; da aber das beständige Verhältniß der Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten mit den Würfeln der großen Axen ihrer Bahnen von den Excentricitäten unabhängig ist, so ist es natürlich zu denken, daß es auch dann noch Statt finden würde, wenn diese Bahnen kreisförmig wären. Das Gesez der Schwere gegen die Sonne

im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen ist also durch dieses Verhältniß deutlich angezeigt.

Die Analogie macht uns geneigt, zu glauben, daß dieses Gesez, das sich von einem Planeten zum andern erstreckt, auch für den nämlichen Planeten, bey seinen verschiedenen Entfernungen von der Sonne auf gleiche Art Statt habe; seine elliptische Bewegung läßt in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig. Um diess zu zeigen, wollen wir diese Bewegung verfolgen, indem wir den Planeten von der Sonnennähe ausgehen lassen. Seine Geschwindigkeit ist alsdann in ihrem Maximum, und sein Bestreben, sich von der Sonne zu entfernen, das größer ist als seine Schwere gegen dieses Gestirn, verlängert seinen Radius Vector, und macht mit der Richtung seiner Bewegung stumpfe Winkel. Die Schwere gegen die Sonne, nach dieser Richtung zerlegt, vermindert daher die Geschwindigkeit mehr und mehr, bis der Planet seine Sonnenferne erreicht hat. In diesem Punkte wird der Radius Vector wieder auf der Curve lothrecht, die Geschwindigkeit ist in ihrem Minimum; und da das Bestreben, sich von der Sonne zu entfernen, kleiner ist, als die

Schwere gegen die Sonne, so nähert sich der Planet derselben wieder, indem er den zweyten Theil seiner Ellipse beschreibt. In diesem Theile vermehrt seine Schwere gegen die Sonne seine Geschwindigkeit, wie sie vorher solche vermindert hatte, der Planet findet sich mit seiner anfänglichen Geschwindigkeit wieder bey der Sonnennähe ein, und fängt wieder einen neuen, dem vorigen ähnlichen, Umlauf an. Da indessen die Krümmung der Ellipse in der Sonnennähe und in der Sonnenferne die nämliche ist, so sind auch die Krümmungshalbmesser daselbst die nämlichen, und folglich verhalten sich die Centrifugalkräfte in diesen beyden Punkten zusammen wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. Da die in einerley Zeit beschriebenen Sektoren einander gleich sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten in der Sonnennähe und Sonnenferne umgekehrt wie die zugehörigen Abstände des Planeten von der Sonne; die Quadrate dieser Geschwindigkeiten verhalten sich also umgekehrt wie die Quadrate eben dieser Abstände. Nun sind in der Sonnennähe und Sonnenferne die Centrifugalkräfte in den Peripherien der Krümmungskreise offenbar den Schweren des Planeten gegen die

Sonne gleich; folglich stehen diese Schweren im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen von diesem Gestirne.

So waren Huygens Lehrsätze von der Centrifugalkraft zureichend, um das Gesez des Bestrebens der Planeten gegen die Sonne zu erkennen; denn es ist sehr wahrscheinlich, daß ein Gesez, welches von einem Planeten zum andern Statt hat, und das sich für jeden Planeten in der Sonnennähe und Sonnenferne bestätigt, sich auf alle Punkte der Planetenbahnen, und überhaupt auf alle Entfernungen von der Sonne erstreckt. Aber um es auf eine unwidersprechliche Art vestzusezen, mußte man den allgemeinen Ausdruck der Kraft haben, die einen geworfenen Körper in einer Ellipse herumführt, gegen deren Brennpunkt sie gerichtet ist.

Newton fand, daß in der That diese Kraft dem Quadrate des Radius Vector umgekehrt proportionirt ist. Er mußte noch strenge beweisen, daß die Schwere gegen die Sonne von einem Planeten zum andern sich nur nach dem Verhältnisse der Entfernung von diesem Gestirne ändere. Dieser große Geometer zeigte, daß dieß aus dem Geseze folge, nach welchem die Quadrate der Um-

laufszeiten den Würfeln der großen Axen der Bahnen proportionirt sind. Setzt man also alle Planeten, in gleicher Entfernung von der Sonne, in Ruhe, und ihrer Schwere gegen den Mittelpunkt der letztern überlassen, so werden sie in gleicher Zeit von einerley Höhe fallen; und dieß Resultat muß man auch auf die Kometen ausdehnen, obgleich die großen Axen ihrer Bahnen unbekannt sind; denn wir haben im zweyten Buche gesehen, daß die Größe der durch ihre Radios Vectores beschriebenen Flächen das Gesez voraussetzt, daß die Quadrate ihrer Umlaufzeiten den Würfeln dieser Axen proportionirt seyen.

Die Analysis, welche vermöge ihrer Allgemeinheit alles umfaßt, was aus einem gegebenen Geseze hergeleitet werden kann, zeigt uns, daß nicht blos die Ellipse, sondern jeder Kegelschnitt, vermöge der Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, beschrieben werden könne. Ein Komet kann sich also in einer Hyperbel bewegen, aber alsdann würde er nur *einmal* sichtbar seyn, und nach seiner Erscheinung, sich bis über die Grenzen des Sonnensystems hinaus entfernen, und sich neuen Sonnen nähern, um

auch von diesen noch sich zu entfernen; und so würde er die verschiedenen durch den unermesslichen Himmelsraum vertheilten Systeme durchlaufen. Betrachtet man die unendliche Manchfaltigkeit der Natur, so ist es wahrscheinlich, daß es dergleichen Körper giebt. Ihre Erscheinungen müssen sehr selten seyn, und wir müssen meistens nur solche Kometen beobachten, welche in Bahnen, die in sich selbst zurücklaufen, wieder, auf größere oder geringere Entfernungen, in die der Sonne nahe gelegenen Gegenden des Welt-raums kommen.

Auch die Trabanten haben ein ähnliches Bestreben gegen dieses Gestirn. Wäre der Mond nicht seiner Einwirkung unterworfen, so würde er, anstatt eine beynahe kreisförmige Bahn um die Erde zu beschreiben, sie gar bald verlassen; und wenn dieser Trabant und die des Jupiters nicht nach dem nämlichen Geseze, wie die Planeten, gegen die Sonne getrieben würden, so würden daraus in ihren Bewegungen merkliche Ungleichheiten entstehen, welche die Beobachtung nicht zu erkennen giebt. Die Kometen, die Planeten und die Trabanten sind also dem nämlichen Geseze der Schwere gegen dieses Gestirn unterworfen. Während

die Trabanten sich um ihren Planeten bewegen, wird zu gleicher Zeit das ganze System des Planeten und seiner Trabanten, mit einer gemeinschaftlichen Bewegung im Weltraume, fortgeführt, und durch die nämliche Kraft bey der Sonne erhalten; folglich ist die relative Bewegung des Planeten und seiner Trabanten ohngefähr die nämliche, wie wenn der Planet in Ruhe wäre, und keine fremde Einwirkung erführe.

So sind wir also ohne einige Hypothese, und durch eine nothwendige Folge der himmlischen Bewegungsgeseze darauf geleitet worden, den Mittelpunkt der Sonne als den Brennpunkt einer Kraft zu betrachten, die sich unbestimmbar weit durch den Weltraum verbreitet, im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen abnimmt, und alle in ihrem Wirkungskreise eingeschlossenen Körper anzieht. Jedes der Kepplerischen Geseze entdeckt uns eine Eigenschaft dieser anziehenden Kraft; das Gesez der Proportionalität der Flächen und der Zeiten zeigt uns, daß sie beständig gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet ist; die elliptische Gestalt der Planetenbahnen beweist uns, daß diese Kraft abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt; und das Gesez der Pro-

portionalität der Quadrate der Umlaufzeiten mit den Würfeln der großen Axen der Bahnen lehrt uns, daß alle Körper in gleichen Entfernungen einerley Schwere gegen die Sonne haben. Wir wollen diese Schwere die *Attraction* der Sonne nennen, wenn wir sie in Beziehung auf den Mittelpunkt der Sonne, gegen welchen sie gerichtet ist, betrachten; denn, ohne die Ursache davon zu kennen, können wir, nach einer Vorstellungsart, wovon die Geometer oft Gebrauch machen, diese Erscheinung, als die Wirkung einer der Sonne inwohnenden Anziehungskraft, ansehen.

Da die Fehler, denen die Beobachtungen ausgesetzt sind, und die kleinen Störungen der elliptischen Bewegung der Planeten noch einige Ungewißheit in Ansehung der Resultate zurücklassen, die wir aus den Gesezen dieser Bewegung gezogen haben; so kann man den Saz noch bezweifeln, daß die Schwere gegen die Sonne genau in dem umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen abnehme. Aber, wie wenig sie auch von diesem Geseze abweiche, so würde doch der Unterschied in den Bewegungen der Sonnennähen der Planetenbahnen sehr merklich seyn. Die Sonnennähe der Erdbahn würde eine jährliche Bewe-

gung von 200" haben, wenn man die der Entfernung, welcher die Schwere gegen die Sonne umgekehrt proportionirt ist, zugehörige Kraft nur um ein Zehntausendtheilchen vermehrte; nach den Beobachtungen aber beträgt diese Bewegung nur 36,"4, und wir werden in der Folge die Ursache davon finden. Das Gesez der Schwere im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen trifft also wenigstens äusserst nahe zu, und seine grosse Einfachheit muß uns bestimmen, es so lange anzunehmen, als wir nicht durch die Beobachtungen genöthigt werden, es zu verlassen. Ohne Zweifel muß man die Einfachheit der Naturgeseze nicht nach der Leichtigkeit, womit wir sie uns vorstellen können, abmessen; aber, wenn die, welche uns die einfachsten zu seyn scheinen, mit allen Erscheinungen vollkommen übereinstimmen, so sind wir wohl berechtigt, sie als völlig genau anzusehen.

Die Schwere der Trabanten gegen den Mittelpunkt ihres Planeten ist eine nothwendige Folge der Proportionalität der durch ihre Radios Vectores beschriebenen Flächen mit den Zeiten, und das Gesez der Abnahme dieser Kraft im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen ist durch die elliptische Gestalt ihrer Bahnen

angezeigt. Diese elliptische Gestalt ist bey den Bahnen des Jupiters, Saturns und Uranus kaum merklich; dadurch wird es schwer, das Gesez der Verminderung der Schwere durch die Bewegung eines jeden Trabanten zu bestätigen; aber das beständige Verhältniß der Quadrate ihrer Umlaufszeiten zu den Würfeln der großen Axen ihrer Bahnen zeigt solches augenscheinlich an, indem es uns zeigt, daß von einem Trabanten zum andern, die Schwere gegen den Planeten dem Quadrate der Entfernungen von seinem Mittelpunkte umgekehrt proportionirt ist.

Dieser Beweis fehlt uns bey der Erde, welche nur *einen* Trabanten hat; man kann ihn aber hier durch folgende Betrachtungen ersezen.

Die Schwere erstreckt sich bis auf den Gipfel der höchsten Berge, und die geringe Verminderung, die sie dort erfährt, läßt uns nicht zweifeln, daß auch in viel größern Höhen ihre Wirkung noch merklich seyn würde. Ist es nun nicht natürlich, sie bis auf den Mond auszudehnen, und zu denken, die Kraft, welche dieses Gestirn in seiner Bahn erhält, sey seine Schwere gegen die Erde, so wie die Schwere gegen die Sonne die Planeten in ihren

respectiven Bahnen erhält? In der That scheinen diese beyden Kräfte von einerley Beschaffenheit zu seyn. Beyde durchdringen die innersten Theile der Materie, und treiben sie mit einerley Geschwindigkeit; denn wir haben gesehen, daß die Schwere gegen die Sonne alle in gleicher Entfernung von der Sonne befindlichen Körper gleichförmig anziehe, wie die Schwere gegen die Erde sie im leeren Raume in gleichen Zeiten von einerley Höhe zu fallen treibt.

Ein in einer großen Höhe mit einer gewissen Kraft in wagrechter Richtung geworfener Körper fällt in einer gewissen Entfernung auf die Erde zurück, nachdem er eine merklich parabolische Curve beschrieben hat. Er würde in größerer Entfernung zurückfallen, wenn die durch den Wurf erlangte Geschwindigkeit beträchtlicher wäre; und wenn man diese ohngefähr zu 21000 Fufs in einer Secunde annimmt, so würde der geworfene Körper, ohne den Widerstand der Atmosphäre, gar nicht zurückfallen, sondern wie ein Trabant um die Erde laufen.

Um den Mond aus diesem geworfenen Körper zu machen, braucht man ihn nur auf einerley Höhe mit diesem Gestirne zu er-

heben, und ihm die nämliche Wurfsbewegung zu geben.

Endlich erhält der Beweis der Identität von dem Bestreben des Mondes gegen die Erde mit der Schwere seine vollständige Bündigkeit durch die Bemerkung, daß man, um dieß Bestreben zu erhalten, nur die Schwere gegen die Erde nach dem allgemeinen Geseze der Veränderung der Anziehungskraft der Himmelskörper zu vermindern braucht. Dieß wollen wir so umständlich auseinander sezen, als es der Wichtigkeit dieses Gegenstandes angemessen ist.

Die Kraft, die den Mond jeden Augenblick von der Tangente seiner Bahn entfernt, führt ihn in einer Secunde durch einen Raum, welcher dem Quersinus des Bogens, den er in der nämlichen Zeit beschreibt, gleich ist, da dieser Sinus die Gröfse ist, um welche der Mond am Ende der Secunde, von der Richtung, die er am Anfange derselben hatte, sich entfernt hat. Man kann ihn durch die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmen, welche die Mondparallaxe in Theilen des Erdhalbmessers giebt; um aber ein von den Ungleichheiten der Mondsbewegung unabhängiges Resultat zu erhalten, muß man den von diesen

diesen Ungleichheiten unabhängigen Theil dieser Parallaxe für seine mittlere Parallaxe annehmen.

Dieser Theil ist, in Beziehung auf den aus dem Schwerpunkte der Erde an ihre Oberfläche gehenden Radius unter dem Parallel, für welchen das Quadrat des Sinus der Breite $\frac{1}{3}$ ist, nach den Beobachtungen, 10556" gleich. Wir wählen diesen Parallel, weil die Attraction der Erde in den übereinstimmenden Punkten seiner Fläche, sehr nahe wie in der Entfernung des Monds, der Masse der Erde, dividirt durch das Quadrat der Entfernung von ihrem Schwerpunkte gleich ist. Der von einem Punkte dieses Parallels nach dem Schwerpunkte der Erde gehende Halbmesser ist 19614648 Fufs groß; daraus läßt sich leicht schliessen, daß die Kraft, welche den Mond gegen die Erde treibt, ihn in einer Secunde durch 0,00312808 Fufs führt. Wir werden in der Folge sehen, daß die Wirkung der Sonne die Schwere des Monds um den 358sten Theil derselben vermindere; man muß daher die vorige Höhe um $\frac{1}{358}$ vermehren, um sie von der Wirkung der Sonne unabhängig zu machen, und alsdann wird sie 0,00313682 Fufs. Aber bey seiner relativen Bewegung

II. Theil,

B

um die Erde wird der Mond durch eine Kraft getrieben, welche der Summe der Massen der Erde und des Mondes dividirt durch das Quadrat ihrer gegenseitigen Entfernung gleich ist. Um also die Höhe zu erhalten, von welcher der Mond bloß vermöge der Wirkung der Erde, in einer Secunde fallen würde, muß man den vorigen Raum in dem Verhältnisse der Masse der Erde zur Summe der Massen der Erde und des Mondes vermindern. Nun haben die Erscheinungen der Ebbe und Fluth des Meeres mir die Masse des Mondes $\frac{1}{58,7}$ von der Erde gleich gegeben. Multiplicirt man also diesen Raum durch $\frac{58,7}{59,7}$, so erhält man 0,00308428 Fufs für die Höhe, von welcher die Attraction der Erde den Mond in einer Secunde zu fallen treibt.

Wir wollen nun diese Höhe mit derjenigen vergleichen, welche sich aus den Beobachtungen des Pendels ergibt. Unter dem Parallel, welchen wir betrachten, ist die Länge des Secundenpendels, nach dem zwölften Kapitel des ersten Buchs, 2,280923 Fufs gleich, welches für den Raum, durch welchen die Schwere die Körper in einer Secunde führt, 11,25591 Fufs giebt.

Aber unter diesem Parallel ist die Attraction der Erde kleiner, als die ganze Schwere (*gravité* *), um zwey Drittheile der von der Umdrehung der Erde am Aequator herrührenden Centrifugalkraft, und diese Kraft ist $\frac{v}{288}$ der Schwere **); man muß daher den obigen Raum noch um den 432sten Theil desselben vermehren, um den Raum zu erhalten, der bloß vermöge der Wirkung der Erde durchloffen wird, welche unter diesem Parallel der Masse derselben, dividirt durch das Quadrat des Erdhalbmessers gleich ist; und so erhält man 11,28196 Fufs für diesen Raum. Für die Entfernung des Monds muß er in dem Verhältnisse des Quadrats des Halbmessers des Erdsphäroids zu dem Quadrate der Entfernung dieses Gestirns vermindert werden; und da man ihn, zu dieser Absicht, wie man leicht sieht, nur mit dem Quadrate von der Tangente der Mondsparallaxe, oder von 10556" Secunden zu multipliciren braucht, so erhält man 0,00310187 Fufs für die Höhe, von welcher der Mond, vermöge der Attraction der Erde, in einer Secunde fallen muß.

*) Man vergleiche I. Theil S. 292.

***) Hier steht in der Urschrift das Wort *pesanteur*: vermöge der angeführten Stelle des ersten Theils sollte aber dafür stehen *gravité*.

Diese durch die Versuche mit dem Pendel bestimmte Höhe, ist von der, welche sich aus der unmittelbaren Beobachtung der Parallaxe ergibt, nur wenig unterschieden, und um sie einander gleich zu machen, braucht man nur die Mondsparallaxe um 20'' zu vermindern, und auf 1053''6 zu setzen. Diefs ist also die Parallaxe, die sich aus der Theorie der Schwere ergibt, und von der beobachteten nicht um $\frac{1}{500}$ unterschieden ist, und in Betrachtung der Elemente, die zu ihrer Bestimmung dienen, glaube ich, dafs sie der letzteren vorzuziehen sey. Um aus der Theorie der Schwere die nämliche Parallaxe, wie aus den Beobachtungen, zu erhalten, brauchte man nur für die Masse des Mondes $\frac{1}{89}$ von der der Erde anzunehmen, wie sie aus der durch Bradley bestimmten Gröfse der Nutation sich ergibt; aber alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth stimmen dahin überein, diesem Trabanten eine ansehnlichere, und zwar sehr nahe eine so grofse Masse zu geben, wie wir sie oben zum Grunde gelegt haben. Wie dem aber auch sey, so liegt der kleine Unterschied der beyden Parallaxen in den Grenzen der Fehler der Beobachtungen, und der bey der Berechnung gebrauchten Elemen-

te; und es ist also erwiesen, daß die Hauptkraft, welche den Mond in seiner Bahn erhält, die im Verhältnisse des Quadrats der Entfernung verminderte Schwere sey. So ist also das Gesez der Verminderung der Schwere, welches für die von mehreren Trabanten begleiteten Planeten durch die Vergleichung ihrer Umläufe und ihrer Entfernungen bewiesen worden ist, für den Mond durch die Vergleichung seiner Bewegung mit der Bewegung geworfener Körper über der Erdoberfläche erwiesen. Die auf Bergspitzen angestellten Pendelbeobachtungen zeigten zwar schon diese Verminderung der Schwere auf der Erde an; aber wegen der in Ansehung des Erdhalbmessers unbeträchtlichen Höhe auch der höchsten Berge waren sie nicht zureichend, um das Gesez davon zu entdecken; ein von uns entferntes Gestirn, wie der Mond, war erforderlich, um dieses Gesez sehr merklich zu machen, und um uns zu überzeugen, daß die Schwere auf der Erde nur ein besonderer Fall von einer durch das ganze Weltall verbreiteten Kraft ist.

Jede Erscheinung klärt die Naturgesetze mit neuem Lichte auf, und bestätigt sie. So zeigt uns die Vergleichung der Versuche

über die Schwere mit der Mondbewegung deutlich, daß man bey der Berechnung der Anziehungskräfte der Sonne und der Planeten den Anfangspunkt der Entfernungen in ihren Schwerpunkt setzen müsse; denn es ist offenbar, daß dieß für die Erde Statt hat, deren Anziehungskraft von der nämlichen Natur ist, wie die der Planeten und der Sonne.

Da die Sonne und die von Trabanten begleiteten Planeten mit einer im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen stehenden Anziehungskraft begabt sind, so veranlaßt uns eine starke Analogie, diese Eigenschaft auch auf die übrigen Planeten auszudehnen. Die allen diesen Körpern gemeinschaftliche Kugelgestalt zeigt offenbar, daß ihre kleinsten Theilchen um ihre Schwerpunkte durch eine Kraft erhalten werden, welche bey gleichen Entfernungen sie gleichförmig gegen diese Punkte zu treibt; aber die folgende Beobachtung läßt in dieser Hinsicht gar keinen Zweifel übrig. Wir haben gesehen, daß, wenn die Planeten und Kometen in gleicher Entfernung von der Sonne stünden, ihre Gewichte gegen dieses Gestirn ihren Massen proportionirt seyn würden; nun ist es aber ein allgemeines Naturgesetz, daß

die Gegenwirkung der Wirkung gleich und entgegengesetzt ist; alle diese Körper wirken also auf die Sonne zurück, ziehen sie, im Verhältnisse ihrer Massen an, und sind folglich mit einer im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen stehenden Anziehungskraft begabt. Vermöge des nämlichen Grundsatzes ziehen die Trabanten die Planeten und die Sonne nach eben dem Gesetze an; und diese Anziehungskraft ist folglich allen Himmelskörpern gemeinschaftlich. Sie stört die elliptische Bewegung eines Planeten um die Sonne nicht, wenn man bloß ihre gegenseitige Wirkung betrachtet. In der That ändert sich die relative Bewegung der Körper eines Systems nicht, wenn man ihnen eine gemeinschaftliche Geschwindigkeit ertheilt. Wenn man daher der Sonne und dem Planeten die Bewegung des ersten dieser beyden Körper, und die Einwirkung, welche er von dem zweyten erfährt, in entgegengesetzter Richtung beylegt, so kann die Sonne als unbeweglich betrachtet werden, aber alsdann wird der Planet durch eine im geraden Verhältnisse der Summe ihrer Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung stehende Kraft gegen sie ge-

trieben werden; seine Bewegung um die Sonne wird also elliptisch seyn, und man sieht durch die nämlichen Schlüsse, daß sie es auch dann noch seyn würde, wenn man annähme, das System des Planeten und der Sonne werde mit einer gemeinschaftlichen Bewegung im Weltraume fortgeführt. Auf gleiche Art ist es sichtbar, daß die elliptische Bewegung eines Trabanten durch die Translationsbewegung seines Planeten nicht gestört wird, und daß sie auch durch die Einwirkung der Sonne nicht gestört würde, wenn diese Einwirkung auf den Planeten genau so groß wäre, als auf den Trabanten.

Indessen hat die Wirkung eines Planeten auf die Sonne einen Einfluß auf die Dauer seines Umlaufs, welche kürzer wird, wenn der Planet größer ist, so daß das Verhältniß des Quadrats seiner Umlaufszeit zu dem Würfel der großen Axe seiner Bahn von seiner Masse abhängt. Da aber dieses Verhältniß für alle Planeten beynahe das nämliche ist, so müssen ihre Massen in Vergleichung mit der der Sonne sehr klein seyn; und dieß gilt eben so für die Trabanten in Vergleichung mit ihren Hauptplaneten.

Man darf ausserdem, um sich davon zu überzeugen, nur den Raumsinhalt dieser verschiedenen Körper betrachten.

Die Anziehungskraft der Himmelskörper kommt nicht blos ihren Massen im Ganzen, sondern jedem ihrer kleinsten Theilchen zu. Wenn die Sonne blos auf den Mittelpunkt der Erde wirkte, ohne jeden ihrer Theile besonders anzuziehen, so würden daraus in dem Weltmeere unvergleichbar gröfsere, und von denen, welche man wirklich daselbst beobachtet, sehr verschiedene Schwingungen entstehen. Die Schwere der Erde gegen die Sonne ist also das Resultat der einzelnen Schweren, aller ihrer Theilchen, welche folglich die Sonne im Verhältnisse ihrer respectiven Massen anziehen.

Ueberdies ist jeder Körper auf der Erde im Verhältnisse seiner Masse gegen ihren Mittelpunkt schwer; er wirkt also auf sie zurück, und zieht sie nach dem nämlichen Verhältnisse an. Wäre dieß nicht, und zöge irgend ein Theil der Erde, so klein man ihn auch annehmen mag, einen andern Theil nicht so an, wie er von ihm angezogen wird, so müßte sich der Schwerpunkt der Erde,

vermöge der Schwere im Weltraume bewegen, welches unmöglich ist.

Die himmlischen Erscheinungen, verglichen mit den Gesezen der Bewegung, führen uns also auf das große Naturgesez, daß *alle Theilchen der Materie einander, im geraden Verhältnisse der Massen, und im umgekehrten des Quadrats der Erscheinungen, wechselseitig anziehen.*

In dieser allgemeinen Gravitation sieht man schon beyläufig die Ursache der Störungen, welche die Himmelskörper erfahren. Denn da die Planeten und Kometen ihrer Wechselwirkung unterworfen sind, so müssen sie von den Gesezen der elliptischen Bewegung, welchen sie genau folgen würden, wenn sie bloß der Einwirkung der Sonne ausgesetzt wären, etwas abweichen. Die Trabanten, welche in ihren Bewegungen um ihre Planeten durch ihre wechselseitige Anziehung und durch die der Sonne gestört werden, weichen eben so von diesen Gesezen ab. Man sieht auch, daß die Theilchen eines jeden Himmelskörpers, die durch ihre Anziehung vereinigt werden, eine beynahe kugelförmige Masse bilden müssen, und daß das Resultat ihrer Wirkung auf die Oberfläche des Körpers alle

Erscheinungen der Schwere daselbst hervorbringen müsse. Man sieht ferner, daß die Umdrehungsbewegung der Himmelskörper ihre Kugelgestalt ein wenig ändern, und sie unter den Polen abplatten müsse, und daß überdiß das Resultat ihrer wechselseitigen Wirkungen, da es nicht genau durch ihre Schwerpunkte geht, bey ihren Umdrehungsaxen Bewegungen hervorbringen müsse, die denen ähnlich sind, welche die Beobachtung bey denselben zu erkennen giebt.

Endlich übersieht man beyläufig, daß die von der Sonne und dem Monde mit ungleicher Stärke angezogenen Theilchen des Weltmeers eine Schwingungsbewegung, wie die Ebbe und Fluth des Meeres ist, haben müssen.

Es ist aber nöthig, diese verschiedenen Wirkungen des allgemeinen Grundsazes der Schwere weiter zu entwickeln, um ihm alle die Gewifsheit zu verschaffen, deren physische Wahrheiten fähig sind.
