

D r i t t e s K a p i t e l .

Von der Bewegung der Erde um die Sonne.

Wollen wir jetzt annehmen, die Sonne bewege sich, von Planeten und Trabanten begleitet, um die Erde, oder wollen wir die Erde, so wie die Planeten, sich um die Sonne bewegen lassen? Die Erscheinungen der himmlischen Bewegungen sind unter beyden Voraussetzungen die nämlichen; aber die letztere muß, um der nachfolgenden Betrachtungen willen, vorgezogen werden.

Da die Massen der Sonne und mehrerer Planeten beträchtlich grösser sind, als die der Erde, so ist es viel einfacher, diese sich um die Sonne bewegen zu lassen, als das ganze Sonnensystem um sie in Bewegung zu setzen. Welche Verwickelung in den himmlischen Bewegungen führt die Unbeweglichkeit der Erde mit sich? Was für eine schnelle Bewegung muß man alsdann bey dem Jupiter, bey dem fast zehnmal weiter, als die Sonne entfernten Saturn, und bey dem noch weiter entlegenen Uranus annehmen, um sie jährlich um uns sich bewegen zu lassen, während sie um die Sonne laufen? Diese Verwickelung und diese Schnelligkeit der Bewe-

gung verschwindet durch die Umlaufsbewegung der Erde, welche auch dem allgemeinen Gesetze angemessen ist, nach welchem die kleineren Himmelskörper um die benachbarten größeren laufen.

Die Aehnlichkeit der Erde mit den Planeten bestättiget diese Bewegung. Sie drehet sich, wie Jupiter, um sich selbst, und wird von einem Trabanten begleitet. Ein Beobachter auf der Oberfläche des Jupiters würde das Sonnensystem um sich in Bewegung zu sehen glauben, und die Gröfse des Planeten würde diese Täuschung minder unwahrscheinlich, als bey der Erde, machen. Ist es nun nicht natürlich, zu denken, daß die Bewegung dieses Systems um uns nichts weiter, als ein ähnlicher Schein sey?

Wir wollen uns in Gedanken auf die Oberfläche der Sonne versetzen, und von da die Erde und die Planeten betrachten. Alle diese Körper werden uns von Abend nach Morgen sich zu bewegen scheinen; und nun ist diese Identität der Richtung schon eine Anzeige von der Bewegung der Erde, aber was sie vollends einleuchtend beweist, ist das Gesetz, welches zwischen den Umlaufzeiten der Planeten und ihren Entfernungen

von der Sonne Statt findet. Sie laufen nämlich um so viel langsamer um sie, je weiter sie von ihr entfernt sind, so daß die Quadrate ihrer Umlaufszeiten sich wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von diesem Gestirne verhalten. Nach diesem merkwürdigen Gesetze muß die Dauer des Umlaufs der Erde, vorausgesetzt, daß sie um die Sonne sich bewege, der des siderischen Jahres genau gleich seyn. Ist dieß nicht ein unwidersprechlicher Beweis, daß die Erde sich, wie alle Planeten, bewegt, und daß sie den nämlichen Gesetzen unterworfen ist?

Würde es nicht überdieß eigensinnig seyn, anzunehmen, daß die, von der Sonne aus, nicht ohne beträchtliche Mühe sichtbare, Erdkugel unbeweglich in der Mitte der um die Sonne laufenden Planeten liege, welche selbst mit diesen um die Erde herumgeführt würde? Müßte die Kraft, welche, um die Planeten in ihren Bahnen um die Sonne zu erhalten, ihre Centrifugalkraft aufwiegt, nicht auf gleiche Art auch auf die Erde wirken, und müßte nicht die Erde dieser Wirkung eine gleichgroße Centrifugalkraft entgegensetzen? So läßt die Betrachtung der himm-

lischen Bewegungen von der Sonne aus über die wahre Bewegung der Erde keinen Zweifel übrig. Aber der auf der Erde befindliche Beobachter hat überdieß noch einen sichtbaren Beweis weiter von dieser Bewegung in der Erscheinung der Abirrung des Lichts (aberration), die eine nothwendige Folge davon ist, wie wir jetzt zeigen wollen.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts beobachtete Römer, daß die Finsternisse der Jupiterstrabanten gegen die Oppositionen dieses Planeten voreilen, und gegen seine Conjunctionen zurückbleiben; dieß führte ihn auf die Vermuthung, daß das Licht von diesen Sternen bis zur Erde sich nicht augenblicklich fortpflanze, und daß es eine merkliche Zeit brauche, um den Durchmesser der Sonnenbahn zu durchlaufen. Da Jupiter in seinen Oppositionen um die Gröfse dieses Durchmessers näher bey uns ist, als in seinen Conjunctionen, so müssen die Finsternisse für uns im ersten Falle um die ganze Zeit, welche das Licht braucht, um die Sonnenbahn zu durchlaufen, früher, als im andern, erfolgen.

Das Gesetz der beobachteten Verspätungen dieser Finsternisse stimmt so genau mit

dieser Voraussetzung überein, daß es unmöglich ist, ihr den Beyfall zu versagen. Eine Folge davon ist, daß das Licht 571" braucht, um von der Sonne zur Erde zu gelangen.

Jetzt würde ein unbeweglicher Beobachter die Sterne nach der Richtung ihrer Strahlen sehen, aber bey der angenommenen Lage, wo er sich mit der Erde bewegt, verhält es sich damit nicht so.

Um diesen Fall auf den eines in Ruhe bleibenden Beobachters zurückzuführen, ist es genug, den Sternen, dem Lichte, und dem Beobachter selbst eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung von derjenigen, nach welcher er wirklich fortgeführt wird, zu geben, welches die scheinbare Lage der Sterne nicht ändert; denn es ist ein allgemeines Gesetz der Optik, daß, wenn man allen Körpern eines Systems eine gemeinschaftliche Bewegung ertheilt, dadurch in ihrer gegenseitigen Lage nichts geändert wird. Wir wollen uns also vorstellen, daß man dem Lichte und überhaupt allen Körpern, eine gleiche, und der des Beobachters entgegengesetzte Bewegung ertheile, und wollen sehen, was für Erscheinungen in der scheinbaren Lage der Sterne sich daraus ergeben müssen. Man kann da-

bey von der Umdrehung der Erde, die, selbst am Aequator, ungefähr sechzigmal kleiner ist, als die Bewegung der Erde um die Sonne, absehen. Man kann hier auch noch, ohne einen merklichen Irrthum annehmen, daß alle Lichtstralen, die ein jeder Punkt der Scheibe eines Sterns uns zusendet, einander selbst, und dem Strale parallel seyen, welcher aus dem Mittelpunkte des Sterns zu dem der Erde, wofern sie durchsichtig wäre, gelangen würde. So sind die Erscheinungen, welche die Sterne einem in dem letztern Mittelpunkte befindlichen Beobachter darbieten würden, und welche von der Bewegung des Lichts, verbunden mit der der Erde, abhängen, für alle über die Oberfläche von dieser verbreiteten Beobachter sehr nahe die nämlichen. Endlich wollen wir auch von der kleinen Excentricität der Erdbahn absehen. Dieß alles setzen wir also voraus.

In dem Zeitraume von $571''$, welche das Licht braucht, um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen, beschreibt die Erde einen kleinen Bogen dieser Bahn von $62'',5$. Nun folgt es aus den Gesetzen von der Zusammensetzung der Bewegungen, daß, wenn man sich durch den Mittelpunkt eines Sterns

einen kleinen der Ekliptik parallelen Kreis denkt, dessen Durchmesser am Himmel einem Winkel von $125''$ zugehört, die Richtung der Bewegung des Lichts, wenn man solche mit der Bewegung der Erde, in entgegengesetzter Richtung genommen, zusammensetzt, diesem Kreise in dem Punkte begegne, wo er von einer durch des Sterns Mittelpunkt gelegten und die Erdbahn berührenden Ebene geschnitten wird; der Stern muß also in diesem Kreise sich zu bewegen und ihn jährlich so zu beschreiben scheinen, daß er darin beständig um hundert Grade weiter zurück ist, als die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn.

Diese Erscheinung ist genau dieselbige, welche wir im eilften Kapitel des ersten Buchs nach Bradley's Beobachtungen, welchem man die Entdeckung derselbigen, so wie die ihrer Ursache zu danken hat, erläutert haben.

Um die Sterne auf ihre wahre Lage zu beziehen, ist es genug, sie in den Mittelpunkt des kleinen Kreises zu setzen, den sie uns zu beschreiben scheinen; ihre jährliche Bewegung ist daher nichts weiter, als eine durch die Verbindung der Bewegung des Lichts mit der Erde veranlasste Täuschung. Ihre Beziehungen auf

den Stand der Sonne konnten schon auf die Vermuthung führen, daß sie bloß scheinbar sey; aber die vorhin gegebene Erklärung beweist solches einleuchtend. Sie giebt zugleich einen sichtbaren Beweis von der Bewegung der Erde um die Sonne, so wie die Zunahme der Grade und der Schwere, wenn man vom Aequator nach den Polen zu geht, ihre Umdrehungsbewegung sichtbar macht.

Die Abirrung des Lichts afficirt die Stellungen der Sonne, der Planeten, ihrer Trabanten und der Kometen, aber auf verschiedene Art, nach dem Verhältnisse ihrer besondern Bewegungen. Um sie davon zu befreyen, und die wahre Lage der Gestirne zu erhalten, wollen wir für jeden Augenblick allen Körpern eine gleiche und der Bewegung der Erde, welche dadurch unbeweglich wird, entgegengesetzte Bewegung ertheilen, was, wie schon bemerkt worden ist, weder ihre gegenseitigen Lagen, noch ihre Erscheinungen verändert. Alsdann ist es sichtbar, daß ein Stern in dem Augenblicke, da wir ihn wahrnehmen, nicht mehr in der Richtung seines Lichtstrals liegt, der unser Auge trifft; er hat sich davon entfernt vermöge seiner wahren Bewegung, verbunden mit der der Erde, von welcher man

annimmt, daß sie ihm nach der entgegengesetzten Richtung ertheilt sey. Die Verbindung dieser beyden Bewegungen von der Erde aus gesehen, giebt die scheinbare Bewegung, die man die *geocentrische* nennt. Man wird also die wahre Lage des Sterns erhalten, wenn man zu seiner beobachteten geocentrischen Länge und Breite seine geocentrische Bewegung in Länge und Breite während der Zeit, welche das Licht braucht, um von dem Sterne zur Erde zu gelangen, addirt. So scheint uns der Mittelpunkt der Sonne beständig um $62''{,}5$ in ihrer Bahn weiter zurück, als wenn ihr Licht augenblicklich zu uns gelangte.

Die Abirrung verändert die Verhältnisse der himmlischen Erscheinungen sowohl gegen den Raum, als gegen die Zeit. In dem Augenblicke, da wir sie noch sehen, sind sie schon nicht mehr. Wenn wir das Ende der Finsternisse der Jupiterstrabanten wahrnehmen, so sind schon 25 oder 30 Minuten seit demselben verflossen, und die Lichtabwechselungen der veränderlichen Sterne gehen den Augenblicken ihrer Beobachtung um mehrere Jahre vorher. Wenn uns aber alle diese Ursachen der Täuschung genau bekannt sind, so können wir die Erscheinungen des Son-

nensystems immer auf ihren wahren Ort und ihre wahre Zeit beziehen.

Die Betrachtungen der himmlischen Bewegungen führt uns also darauf, die Erde aus dem Mittelpunkte des Weltraums wegzuweisen, wohin wir sie, betrogen durch die Erscheinungen, und durch die Neigung des Menschen, sich als den vornehmsten Gegenstand der Natur zu betrachten, versetzten. Die Kugel, die er bewohnt, ist ein Planet, der sich um sich selbst dreht, und um die Sonne läuft. Betrachten wir ihn aus diesem Gesichtspunkte, so erklären sich alle Erscheinungen auf die einfachste Art; die Gesetze der himmlischen Bewegungen sind einförmig, alle Analogien sind beobachtet.

Wie Jupiter, Saturn und Uranus, so ist auch die Erde von einem Trabanten begleitet; sie drehet sich um sich selbst, wie Venus, Mars, Jupiter, Saturn, und wahrscheinlich alle Planeten; sie entlehnt, wie diese, ihr Licht von der Sonne, und bewegt sich um sie nach der nämlichen Richtung und nach den nämlichen Gesetzen. Endlich vereinigt die Vorstellung von der Bewegung der Erde zu ihrem Vortheile die Einfachheit, die Analogie, und überhaupt alles, was das wahre System der Natur

kenntlich macht. Wir werden, wenn wir sie in ihren Folgen weiter untersuchen, die himmlischen Erscheinungen bis auf ihre kleinsten Umstände, auf ein einziges Gesetz, wovon sie nothwendige Entwicklungen sind, zurückgeführt finden. Auf solche Art wird die Bewegung der Erde alle Gewissheit erhalten, deren physische Wahrheiten irgend fähig sind, und welche theils aus der Menge und Mannichfaltigkeit der erklärten Erscheinungen, theils aus der Einfachheit der Gesetze, wovon man sie abhängig macht, hervorgehen kann. Kein Theil der Naturkenntnisse vereinigt diese Vortheile in einem höhern Grade, als die auf die Bewegung der Erde gegründete Theorie des Weltsystems.

Diese Bewegung vergrößert das Weltgebäude in unsern Augen; sie giebt uns zur Abmessung der Entfernungen der Himmelskörper eine unermessliche Grundlinie, den Durchmesser der Erdbahn. Durch ihre Hülfe hat man die Abmessungen der Planetenbahnen genau bestimmt. So hat die Bewegung der Erde, die durch die Täuschungen, welche sie verursacht, die Kenntniß der wahren Bewegungen der Planeten lange Zeit aufgehalten hat, uns diese in der Folge genauer bekannt

bekannt gemacht, als wenn wir selbst in den Brennpunkt dieser Bewegungen wären versetzt worden. Indessen ist die jährliche Parallaxe der Sterne, oder der Winkel, unter welchem man aus ihrem Mittelpunkte den Durchmesser der Erdbahn sehen würde, unmerklich, und erstreckt sich, selbst in Ansehung der Sterne, die durch ihren lebhaften Glanz der Erde am nächsten zu seyn scheinen, nicht auf 6 Secunden; sie sind daher von dieser aufs wenigste hunderttausendmal weiter, als die Sonne, entfernt. Eine so ungeheure Entfernung, verbunden mit ihrem lebhaften Glanze, beweist uns offenbar, daß sie ihr Licht nicht, wie die Planeten und ihre Trabanten von der Sonne borgen, sondern mit eigenem Lichte glänzen, und daß sie eben so viele in dem unermesslichen Weltraume zerstreute Sonnen sind, die, wie die unsrige, die Brennpunkte von eben so vielen Planetensystemen seyn können. In der That brauchen wir nur uns auf den nächsten dieser Sterne zu versetzen, um unsere Sonne nur als einen hellen Stern zu sehen, dessen Durchmesser nicht ganz den dreißigsten Theil einer Secunde beträgt.

Aus der unermesslichen Entfernung der Fixsterne folgt, daß ihre Bewegungen in gerader Aufsteigung und Abweichung bloße Erscheinungen sind, die durch die Bewegungen der Erdachse verursacht werden. Aber einige Sterne scheinen eigene Bewegungen zu haben, und es ist wahrscheinlich, daß sie alle in Bewegung sind, so wie die Sonne, welche das ganze System der Planeten, Kometen und Trabanten im Weltraume mit sich fortführt, und wie ein jeder Planet, bey seiner Bewegung um die Sonne, seine Trabanten nach sich führt.

Viertes Kapitel.

Von den Erscheinungen, die die Bewegungen der Erde verursachen.

Aus dem Gesichtspunkte, in welchen die Vergleichung der himmlischen Erscheinungen uns gestellt hat, wollen wir nun die Sterne betrachten, und die vollkommene Identität ihrer Erscheinungen mit denen, die man beobachtet, zeigen.