Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

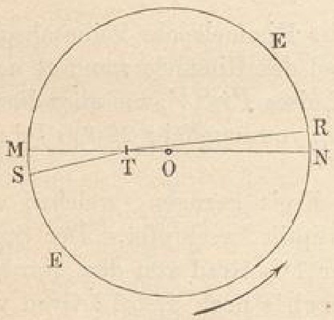
37. Erklärung der scheinbaren Bewegung der Sonne

urn:nbn:de:hbz:466:1-96939

Der Nordpol des Himmels beschreibt also nicht, wie es in dem vorigen Paragraphen angenommen wurde, einen reinen Kreis um den Pol der Ekliptik, sondern eine wellenförmige Curve. Eine solche Bewegung erklärt sich, wenn man annimmt, der Pol P, Fig. 59 (a. v. S.), bewege sich auf einer kleinen Ellipse, deren Mittelpunkt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um den Pol E der Ekliptik bewegt. Die grosse Axe dieser kleinen Ellipse beträgt 9,6″, die kleine 8″.

37 **Erklärung der scheinbaren Bewegung der Sonne.** Am einfachsten scheint sich auf den ersten Anblick die scheinbare Bewegung der Sonne dadurch erklären zu lassen, dass man annimmt, die Sonne beschreibe wirklich um die feststehende Erde im Laufe eines Jahres einen Kreis, dessen Ebene einen Winkel von $23^0\ 27'$ mit der Ebene des Himmelsäquators macht. In der That war dies auch die im Alterthum herrschende Ansicht. Um aber zu erklären, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Sonne in der Ekliptik fortschreitet, bald langsamer, bald schneller ist, und da man doch die Hypothese nicht aufgeben wollte, dass die Sonne ihre kreisförmige Bahn mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchliefe, nahm Hipparch an, dass sich die Erde nicht im Mittelpunkte der Sonnenbahn befinde.

Fig. 60.



Wenn die Sonne mit gleichförmiger Geschwindigkeit den Kreis EE, Fig. 60, durchläuft, die Erde sich aber in T ausserhalb des Kreismittelpunktes befindet, so wird die Bewegung der Sonne, von der Erde aus gesehen, nicht mehr gleichförmig erscheinen; denn wenn auch die gleichen Bogen NR und MS von der Sonne in gleichen Zeiten durchlaufen werden, so sind doch die Winkel, unter welchen diese Bogen, von T aus gesehen, erscheinen, nicht gleich, sondern sie verhalten sich umgekehrt wie die Entfernungen NT und MT; die scheinbare Geschwindigkeit der Sonne ist kleiner, wenn sie sich bei N, als wenn sie sich bei M befindet.

Denken wir uns durch den Mittelpunkt O des Kreises EE und die Erde T eine gerade Linie gezogen, welche den Kreis in den Punkten M und N schneidet, so befindet sich die Sonne bei M in der kleinsten, bei N in der grössten Entfernung von der Erde, der Punkt M wird deshalb das Perigäum (Erdnähe), N aber das Apogäum (Erdferne) genannt. Die Sonne passirt das Perigäum zu Ende December, das Apogäum zu Ende Juni.

Die gerade Linie $MTON$, welche die Erde mit dem Mittelpunkte der Sonnenbahn verbindet, wird die Apsidenlinie genannt.

Unter der Voraussetzung, dass sich die Sonne mit gleichförmiger Geschwindigkeit in ihrer Bahn fortbewegt, kann nun das Verhältniss der Excentricität OT zum Halbmesser OM leicht aus der Vergleichung des grössten und kleinsten Winkels abgeleitet werden, um welchen die Länge der Sonne in 24 Stunden zunimmt. Diese Winkel sind aber $1^0\ 1'\ 10{,}1''$ oder $3670{,}1''$ und $57'\ 11{,}5''$ oder $3431{,}5''$ (S. 81); wir haben also

$$TM : TN = 3431{,}5 : 3670{,}1,$$

woraus sich die Excentricität OT ungefähr gleich $^1/_{30}$ vom Halbmesser der Sonnenbahn ergeben würde.

Dass die Hypothese von der gleichförmigen Bewegung der Sonne in einem excentrischen Kreise unrichtig ist, geht aus der scheinbaren Grösse des Sonnendurchmessers, wie er zu verschiedenen Jahreszeiten durch Messung gefunden wird, zweifellos hervor. Wäre Hipparch's Hypothese richtig, so müssten sich die scheinbaren Durchmesser der Sonne zu Ende Juni und zu Ende December gleichfalls verhalten wie 3431 : 3670, während in der That die Sonnendurchmesser zu diesen Zeiten $31'\ 30{,}8''$ und $32'\ 35{,}3''$ sind, sich also verhalten wie 1891 zu 1955. Daraus geht hervor, dass die Entfernungen TM und TN sich verhalten müssen wie 1891 zu 1955, woraus folgt, dass die Excentricität der Sonnenbahn in der That nur $^1/_{60}$ ist.

Betrachten wir nun die Methoden, welche man angewandt hat, um den scheinbaren Durchmesser der Sonne mit Genauigkeit zu bestimmen. Zunächst lässt sich diese Bestimmung mit Hülfe eines jeden im Meridian aufgestellten und mit einem Fadenkreuz versehenen Fernrohrs ausführen; man hat nur die Zeit zu beobachten, welche vergeht zwischen dem Moment, in welchem der westliche Sonnenrand an den verticalen Faden des Fadenkreuzes herantritt, und demjenigen Moment, in welchem der östliche Sonnenrand diesen Faden verlässt. Bezeichnen wir mit t die zwischen den fraglichen Momenten vergangene, in Minuten ausgedrückte Zeit, so ist

$$S = \frac{t \cos d}{4},$$

wenn S den in Graden ausgedrückten scheinbaren Durchmesser der Sonne und d die Declination der Sonne am Beobachtungstage bezeichnet.

Mit der grössten Genauigkeit lässt sich aber der Durchmesser der Sonne mit dem Heliometer bestimmen, dessen Einrichtung folgende ist.

Das Heliometer ist im Wesentlichen ein astronomisches Fernrohr, dessen Objectiv durch einen diametralen Schnitt in zwei gleiche Hälften getheilt ist. Die eine Hälfte A, Fig. 61 (a. f. S.), des Objectivs ist nach einer älteren Construction in unveränderlicher Weise mit dem Rohre verbunden, während die andere Hälfte B, Fig. 61 und 62 (a. f. S.), in der Richtung der Schnittlinie verschoben werden kann; neuerdings wird gewöhnlich jede der beiden Objectivhälften für sich beweglich gemacht. Die Verschiebung der beweglichen Objectivhälfte wird durch eine Schraube vermittelt, deren Kopf mit einer entsprechenden Theilung versehen ist, um noch Bruchtheile einer Umdrehung der Schraube mit Genauigkeit ablesen zu können.

Jede Hälfte des Objectivs entwirft nun für sich ein durch das Ocular zu betrachtendes Bild des Gegenstandes, auf welchen das Rohr gerichtet ist. Wenn nun die beiden Hälften des Objectivs so neben einander gestellt sind, dass ihre Mittelpunkte coincidiren, Fig. 61, so fallen auch die Bilder der beiden Hälften vollkommen zusammen, man sieht nur ein Bild, gerade so als ob man nur mit einem ganzen ungetheilten Objectiv zu thun hätte.

Sobald man aber die Objectivhälfte B aus dieser Lage nur im mindesten gegen die andere verschiebt, treten die beiden Bilder aus einander, man sieht zwei Bilder des Gegenstandes, auf welchen das Fernrohr gerichtet ist, welche um so mehr aus einander treten, je weiter die bewegliche Objectivhälfte B aus ihrer centralen Stellung verschoben wird.

Ist das Instrument auf die Sonne gerichtet (zu deren Beobachtung man natürlich Blendgläser anwenden muss), so sieht man ein einziges

Fig. 61.

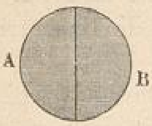


Fig. 62.

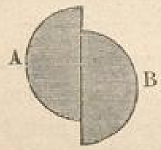
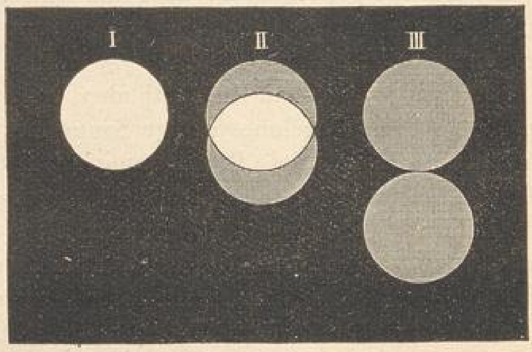


Fig. 63.



Sonnenbild, Nr. I, Fig. 63, wenn die Objectivhälfte B genau ihre centrale Stellung hat. Sobald man die Objectivhälfte B aus dieser Lage um etwas verschiebt, treten die beiden Sonnenbilder aus einander, Nr. II, Fig. 63, und zwar werden sich die Mittelpunkte der beiden Sonnenbilder um so mehr von einander entfernen, je weiter die Objectivhälfte B verschoben wird; wenn aber endlich die Verschiebung von B so weit fortgesetzt worden ist, dass der Mittelpunkt des verschiebbaren Sonnenbildes um den scheinbaren Sonnendurchmesser von dem Mittelpunkte des festen verschoben ist, so berühren sich die beiden Sonnenbilder, Nr. III, Fig. 63.

Um nun mit einer solchen Vorrichtung den scheinbaren Durchmesser der Sonnenscheibe oder irgend welche andere Winkel messen zu können, muss man ermitteln, welchem Winkelwerth irgend eine Verschiebung jeder der beiden Objectivhälften entspricht. Hierzu kann man sich verschiedener Methoden bedienen; eine der einfachsten und gebräuchlichsten besteht darin, dass man misst, um welchen Betrag man die Objectivhälften gegen einander verschieben muss, um zwei Sterne, deren gegenseitige

Lage durch Meridiankreis-Beobachtungen genau bestimmt ist, im Fernrohr des Heliometers zur Coincidenz zu bringen.

Es sei nun die bekannte scheinbare Winkelentfernung zweier Sterne, in Bogensecunden ausgedrückt, gleich w, die Grösse der Verschiebung der beiden Objectivhälften gegen einander, in Theilen der Scala ausgedrückt, gleich t, so wird der Werth eines Theiles der Scala, in Bogensecunden ausgedrückt, gleich $\frac{w}{t}$ sein.

Wenn man also, mit dem Heliometer die Sonne beobachtend, n Umdrehungen der Schraube machen müsste, um die beiden Sonnenbilder aus der vollkommenen Coincidenz bis zur gegenseitigen Berührung zu bringen, so ist der scheinbare Sonnendurchmesser

$$D = n \frac{w}{t} \text{ Minuten.}$$

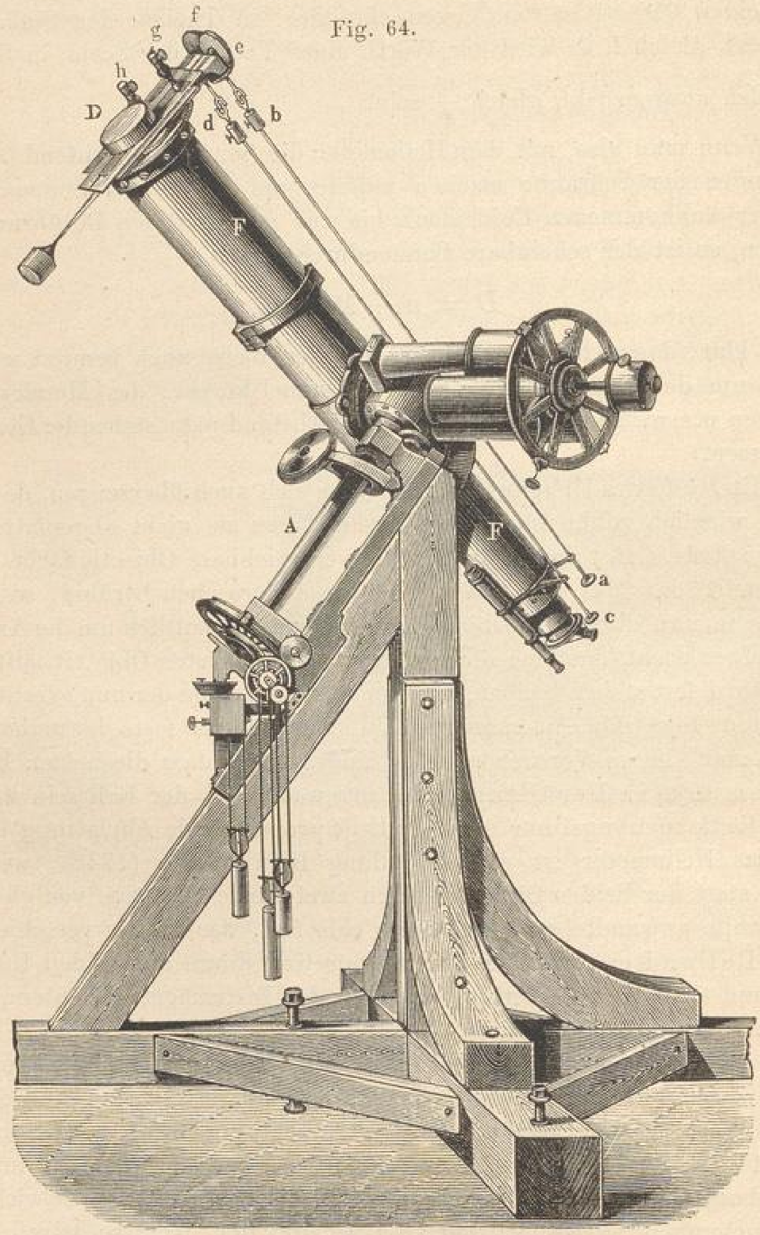
Es ist klar, dass das Heliometer in gleicher Weise auch benutzt werden kann, um den Durchmesser anderer Himmelskörper, des Mondes, der Planeten u. s. w., sowie den gegenseitigen Abstand nahe stehender Gestirne zu messen.

Mit Hülfe des Heliometers kann man sich auch überzeugen, dass die Sonne wirklich vollkommen kugelförmig, dass sie nicht abgeplattet ist wie die Erde. Hat man nämlich die verschiebbare Objectivfläche B so festgestellt, dass das eine Sonnenbild das andere eben berührt, so wird, wenn man nun die beiden Objectivhälften gemeinschaftlich um die Axe des Fernrohres dreht, das eine Bild, welches von der festen Objectivhälfte erzeugt wird, fest stehen bleiben, während das zweite von der nun excentrisch gestellten Objectivhälfte erzeugte Bild sich um das feste herumbewegt. Führt man diesen Versuch aus, so findet man, dass die beiden Bilder vollkommen in Berührung bleiben, was nicht der Fall sein würde, wenn die Sonnenkugel nur eine der Erde proportionale Abplattung hätte.

Das Heliometer ist eine Erfindung Bouguer's (1748), welcher jedoch statt der beiden Objectivhälften zwei ganze Objective von gleicher Brennweite anwandte, von denen das eine fest, das andere verschiebbar war. Dollond ersetzte die beiden Objective durch die beiden Hälften eines und desselben Objectivs, wodurch das Instrument bedeutend vereinfacht und verbessert wurde.

Es versteht sich von selbst, dass das Heliometer, um vollkommen seinem Zweck zu entsprechen, parallaktisch aufgestellt sein und durch ein Uhrwerk um die Weltaxe des Instrumentes gedreht werden muss. Fig. 64 (a. f. S.) stellt das Heliometer dar, welches Fraunhofer für die Königsberger Sternwarte construirt und mit welchem Bessel viele wichtige Untersuchungen ausgeführt hat. A ist die der Weltaxe parallel zu stellende Hauptdrehungsaxe des Instrumentes. D ist das aus zwei getrennten Hälften bestehende Objectiv. Längs des Rohres F sind zwei Schlüssel ab und cd angebracht, vermittelst deren der Beobachter, ohne das Ocular zu verlassen, nach Belieben jede der beiden Objectivhälften verschieben kann; mit einem dritten, in der Figur nicht sichtbaren Schlüssel kann man den ganzen Objectivkopf um die Axe des Fernrohres drehen, wodurch bewirkt wird, dass man Distanzen in beliebigen Richtungen

Fig. 64.



messen kann. Die Grösse der Verschiebung der Objectivhälften kann nach Belieben entweder an den eingetheilten Schraubenköpfen e und f oder an einer Scala mit den Mikroskopen g und h abgelesen werden, während die Grösse der Drehung des Rohres um seine Axe an dem bei *D* befindlichen Kreise abgelesen wird.

Jährliche Bewegung der Erde um die Sonne. Aus 38
Gründen, welche erst in dem Capitel von der Planetenbewegung ihre volle Würdigung finden können, hat man die Annahme, dass die Erde fest stehe und die Sonne um sie herumlaufe, verlassen und nimmt statt dessen an, dass die Erde um die ruhende Sonne kreist.

Wir wollen nun zunächst untersuchen, wie sich aus dieser Hypothese die scheinbare Bewegung der Sonne in der Ekliptik erklären lässt.

Der äussere Kreis Tab. V. stellt die Bahn dar, welche die Sonne scheinbar während eines Jahres durchläuft, und zwar ist diese Bahn in die 12 Zeichen des Thierkreises eingetheilt. Den Mittelpunkt der Figur bildet die Sonne, und um dieselbe ist dann der Kreis gezogen, welchen die Erde im Laufe eines Jahres wirklich durchläuft.

Der Durchmesser der Erdbahn sollte freilich verschwindend klein sein gegen den Durchmesser des Thierkreises. Obgleich nun dies Verhältniss auch nicht entfernt eingehalten ist, so kann man doch aus dieser Figur ersehen, an welcher Stelle der Ekliptik die Sonne erscheinen muss, wenn die Erde verschiedene Orte ihrer Bahn einnimmt.

Befindet sich die Erde in *A*, so trifft eine von *A* aus nach der Sonne gezogene und über dieselbe hinaus verlängerte Linie die Ekliptik in dem Punkte ♈, *A* ist also der Ort, an welchem sich die Erde zur Zeit des Frühlingsäquinoctiums befindet. Während nun die Erde in der Richtung des Pfeiles von *A* bis *B* fortschreitet, scheint, von ihr aus gesehen, die Sonne die Zeichen Widder, Stier und Zwillinge zu durchlaufen, und wenn die Erde in *B* angekommen ist, so steht die Sonne offenbar gerade vor ♋, d. h. sie tritt gerade in das Zeichen des Krebses ein.

Während die Erde den zweiten, dritten und vierten Quadranten, also die Wege von *B* bis *C*, von *C* bis *D*, von *D* bis *A* durchläuft, bewegt sich die Sonne scheinbar der Reihe nach vor den Sternzeichen Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische her, die Sonne scheint also die Ekliptik in der angegebenen Richtung zu durchlaufen.

Während die Erde in der angegebenen Weise um die Sonne herumläuft, dreht sie sich aber auch noch in je 24 Stunden um ihre Axe; die Erdaxe aber steht nicht rechtwinklig auf der Ebene der Ekliptik, sondern sie macht einen Winkel von $66^0\ 33'$ mit derselben, so dass also der Erdäquator, mithin auch der Himmelsäquator einen Winkel von $23^0\ 27'$ mit der Ebene der Erdbahn machen.

Da nun die Lage der Weltaxe, sowie die Lage des Himmelsäquators das ganze Jahr hindurch unverändert bleiben, so müssen wir annehmen, dass die Erdaxe trotz der fortschreitenden Bewegung der Erde doch stets dieselbe Richtung im Weltraume beibehält, dass also die Erdaxe immer parallel mit sich selbst fortrückt. Es ist dies zwar auch in