



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

141. Geschwindigkeit des Lichtes

---

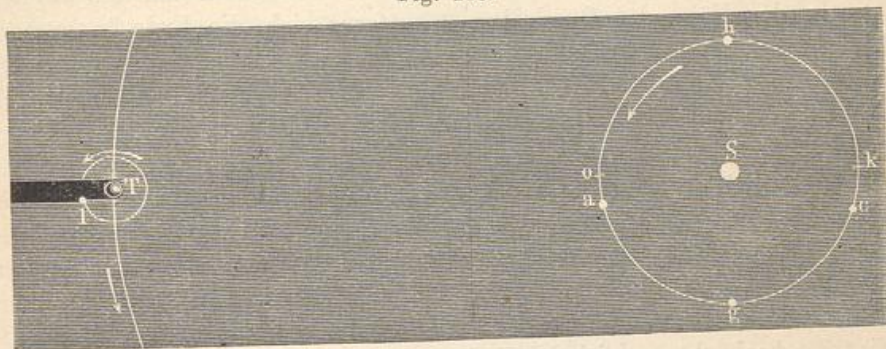
[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

lich gemacht, dass die hellen Linien der Chromosphäre nicht die geradlinigen Fortsetzungen der entsprechenden dunklen Fraunhofer'schen Linien des Sonnenrandes sind, sondern dass sie etwas nach der einen oder anderen Seite hin abgebogen erscheinen. Lockyer hat solche Verschiebungen beobachtet, welche einer Geschwindigkeit des Gasstromes von acht bis neun Meilen in der Secunde entsprechen.

Während das Spectroskop für eine bestimmte Stelle des Sonnenrandes einen sich der Erde nähernden Gasstrom anzeigte, ergab sich, dass an einer 340 Meilen davon entfernten Stelle des Sonnenrandes ein sich mit gleicher Geschwindigkeit von der Erde entfernender Gasstrom herrschte, man hatte es also hier offenbar mit einem gewaltigen Wirbelsturm (Cyklon) von 340 Meilen Durchmesser zu thun.

**Geschwindigkeit des Lichtes.** Vergeblich hatten die Mitglieder der florentinischen Akademie durch Versuche auf der Erde die Geschwindigkeit des Lichtes zu ermitteln versucht. Erst dem dänischen

Fig. 223.



Astronomen Römer gelang es durch seine fleissigen Beobachtungen der Jupitertrabanten, die er in den Jahren 1675 und 1676 mit Cassini dem Älteren auf der Sternwarte zu Paris anstellte, dieselbe zu bestimmen.

In §. 84 sind bereits die Verfinsterungen der Jupitertrabanten besprochen worden. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Licht im Weltraume fortpflanzt, ergibt sich in folgender Weise aus einer genauen Beobachtung der Momente des Eintritts oder des Austrittes der Trabanten in oder aus dem Schatten des Jupiter.

In Fig. 223 stelle  $S$  die Sonne, der um  $S$  gezogene Kreis die Erdbahn und  $T$  den Jupiter mit der Bahn eines seiner Trabanten dar. Während sich die Erde von  $o$  bis  $k$  bewegt, also während der Zeit zwischen der Opposition des Jupiter und der nächsten Conjunction können wir von der Erde aus sehen, wie die Trabanten auf der Ostseite des Schattens aus demselben austreten; während der Zeit zwischen der Conjunction aber bis zur nächsten Opposition können wir die Eintritte des Trabanten in den Jupiterschatten beobachten; während dieser Zeit sehen wir den Trabanten westlich vom Jupiter verschwinden.

Ermittelt man die Zeit, welche zwischen zwei auf einander folgenden Austritten eines und desselben Trabanten, etwa des ersten, vergeht, so findet man sie in verschiedenen Perioden nicht gleich. Während der Oppositionsperiode, also wenn die Erde in der Nähe von  $o$  steht, oder während der Conjunctionsperiode, wenn also die Erde in der Nähe von  $k$  steht, ergiebt sich die Zeit, welche zwischen zwei auf einander folgenden Austritten oder zwei auf einander folgenden Eintritten vergeht, kürzer, als zur Zeit der ersten Quadratur, wenn die Erde bei  $g$ , und länger, als zur Zeit der zweiten Quadratur, wenn die Erde in der Nähe von  $h$  steht.

Dies ist nun eine Folge davon, dass sich das Licht nicht momentan fortpflanzt, sondern dass es zur Durchlaufung grösserer Räume eine messbare Zeit gebraucht.

Zur Zeit der Opposition oder Conjunction bewegt sich die Erde in Beziehung auf den Jupiter in einer Weise, dass sie sich demselben weder merklich nähert, noch sich von demselben entfernt; in diesen Perioden ist also die zwischen zwei auf einander folgenden Ein- und Austritten vergehende Zeit nahezu die Umlaufszeit des Trabanten um den Jupiter.

In der Nähe der Quadratur  $g$  entfernt sich die Erde in gerader Linie von dem Jupiter und die zwischen zwei auf einander folgenden beobachteten Austritten vergehende Zeit ist also gleich der Umlaufszeit des Trabanten + der Zeit, welche das Licht zur Durchlaufung des Weges gebraucht, um welchen sich unterdessen die Erde vom Jupiter entfernt hat.

Zur Zeit derjenigen Quadratur, in welcher man die Eintritte der Trabanten in den Jupiterschatten sehen kann, also wenn sich die Erde ungefähr in  $h$  befindet, nähert sie sich fast in gerader Linie dem Jupiter, und demnach ist die Zeit, welche zwischen den beiden Momenten vergeht, in welchen man während dieser Periode zwei auf einander folgende Eintritte beobachtet, gleich der Umlaufszeit des Trabanten, minus der Zeit, welche das Licht zum Durchlaufen des Weges gebraucht, um welchen sich während dieses Umlaufes die Erde dem Jupiter genähert hat.

Ein Beispiel mag dies erläutern.

Im Jahre 1851 wurde alsbald nach der Opposition ein Austritt des ersten Trabanten beobachtet am 11. April  $15^h 6^m 36,3^s$ ; der nächste am 13. April  $9^h 35^m 3,0^s$ . Zieht man die erstere Zeit von der letzteren ab, so ergiebt sich für die Umlaufszeit des ersten Trabanten

42 Stunden  $28^m 26,7^s$ .

Zur Zeit der nächsten Quadratur wurde ein Austritt beobachtet am 14. Juli  $10^h 21^m 50,3^s$  und ein anderer, und zwar von diesem an gerechnet der neunte, am 30. Juli  $8^h 39^m 42^s$ . Zieht man die erstere Zeit von der letzteren ab und dividirt man durch 9, so ergiebt sich für die zwischen zwei auf einander folgenden Austritten liegende Zeit

42 Stunden  $28^m 39^s$ .

Zieht man davon die Umlaufszeit ab, wie sie aus den Aprilbeobachtungen abgeleitet wurde, so ergiebt sich 12,3 Secunden als die Zeit, welche das Licht gebraucht, um den Raum zu durchlaufen, um welchen sich in der

Periode der Quadratur die Erde von dem Jupiter entfernt, während der erste Trabant einen Umlauf vollendet.

In einer Secunde geht die Erde in ihrer Bahn um 4 geographische Meilen vorwärts; während  $42\frac{1}{2}$  Stunden, der Umlaufszeit des ersten Trabanten, durchläuft sie also einen Raum von 612 000 Meilen, und diesen Raum durchläuft das Licht in 12,3 Secunden, in 1 Secunde also einen Weg von 49 700 Meilen.

Dies Resultat ist jedoch nicht genau, wie sich denn überhaupt in der angegebenen Weise aus einzelnen Beobachtungen deshalb keine genaueren Resultate ziehen lassen, weil die Trabanten nicht immer genau durch die Mitte des Jupiterschatten gehen und deshalb die Aus- und Eintritte bald etwas früher, bald etwas später erfolgen, als wenn die Trabanten stets an derselben Stelle den Jupiterschatten passirten.

Die genaue Umlaufszeit des Trabanten kann nur aus einer grösseren Reihe von Beobachtungen mit Genauigkeit ermittelt werden. Sie ist für den ersten Trabanten 42 Stunden  $28^m 35^s$ .

Kennt man einmal die Umlaufszeit des Trabanten, kennt man ferner den Moment, in welchem kurz nach der Opposition, als sich etwa die Erde in *a* befand, ein Austritt desselben beobachtet wurde, so kann man berechnen, in welchem Momente, von dem erwähnten an gerechnet, der 100ste Austritt desselben Trabanten beobachtet werden müsste, vorausgesetzt, dass sich das Licht momentan fortpflanzte. (Bei dieser Berechnung darf aber natürlich die Fortbewegung des Jupiter und also auch die Veränderung in der Lage seines Schattens nicht unberücksichtigt bleiben.) Während dieser 100 Umläufe hat sich aber die Erde ungefähr bis *c* fortbewegt, und wenn man nun den Austritt beobachten will, so findet man, dass derselbe später, und zwar ungefähr um 15 Minuten nach dem berechneten Moment stattfindet. Die Zeit nun, welche zwischen dem berechneten Moment und dem Zeitpunkte vergeht, in welchem der Austritt wirklich beobachtet wird, ist die Zeit, welche das Licht nöthig hat, um die Entfernung zu durchlaufen, um welche die Erde jetzt, da sie sich in *c* befindet, weiter von dem Jupiter absteht, als da sie noch in *a* war.

Man findet nun die Geschwindigkeit des Lichtes, wenn man die Differenz der Entfernungen durch die beobachtete Verspätung dividirt. Es ergiebt sich auf diese Weise, dass das Licht in einer Secunde ungefähr einen Weg von 42 000 Meilen zurücklegt, und dass es, um von der Sonne zur Erde zu gelangen,  $8^m 13^s$  bedarf.

Auf der anderen Hälfte der Erdbahn, zwischen einer Conjunction und der nächsten Opposition werden die Eintritte vor den Momenten eintreten, welche man in obiger Weise von einem Eintritt unmittelbar nach der Conjunction ausgehend berechnet hat.

Bereits in §. 121 haben wir die Entfernung derjenigen Sterne kennen gelernt, welche uns am nächsten sind; da wir nun auch die Geschwindigkeit kennen, mit welcher sich das Licht im Weltraume fortpflanzt, so lässt sich leicht berechnen, welche Zeit das Licht gebraucht,

um von einem dieser uns zunächst gelegenen Fixsterne auf die Erde zu gelangen. Es ergibt sich für

$\alpha$ Centauri . . . . . 4	Jahre	$\eta$ Herculis . . . . . 8	Jahre
Lal. 21185 . . . . . 6,5	"	Sirius . . . . . 8	"
61 Cygni . . . . . 8	"		

Diejenige Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, pflegt man ein Lichtjahr zu nennen. Die Entfernung des Sirius von der Sonne beträgt also nach dieser Bezeichnung acht Lichtjahre.

Wenn also plötzlich das Licht des Sirius verlöschen würde, so würden wir ihn doch noch 8 Jahre nach diesem Ereigniss am Himmel glänzen sehen.

142 **Aberration des Lichtes.** In der Absicht, eine Parallaxe der Fixsterne aufzufinden, hatte Bradley im Jahre 1725 eine Reihe genauer Fixsternbeobachtungen begonnen. Vorzüglich war es der Stern  $\gamma$  im Kopfe des Drachen, den er mehrere Jahre hindurch mit grosser Aufmerksamkeit verfolgte. Er fand bald, dass weder die Länge noch die Breite dieses Sternes unverändert blieb. Im Juni, zur Zeit der Opposition mit der Sonne, war seine Länge stets am grössten, im December dagegen, also zur Zeit der Conjunction, war sie am kleinsten; die Differenz der grössten und kleinsten Länge betrug 40,5 Secunden; kurz, der Stern beschrieb während eines Jahres am Himmel eine kleine Ellipse, deren grosse Axe, mit der Ekliptik parallel, 40,5 Secunden betrug.

Eine ganz ähnliche, scheinbare Bewegung fand sich nun bei allen anderen Fixsternen. Für alle war die grosse Axe der Ellipse mit der Ekliptik parallel, und hatte stets die gleiche Grösse von 40,5 Secunden; für die Sterne, die in der Nähe des Poles der Ekliptik liegen, ist die Bewegung fast kreisförmig, während dagegen die kleine Axe der Ellipse um so kleiner wird, je näher die Sterne der Ekliptik stehen; sie wird endlich Null für die Sterne, die auf der Ekliptik selbst liegen; diese haben also bloss eine in der Ebene der Ekliptik hin- und hergehende Bewegung von 40,5<sup>s</sup>.

Bradley erkannte richtig als Ursache dieser Erscheinung, die er mit dem Namen der Aberration bezeichnete, das Zusammenwirken der Geschwindigkeiten des Lichtes und der Erde. Um die Sache anschaulich zu machen, wollen wir einen Stern betrachten, der ungefähr gleiche Länge mit  $\gamma$  Draconis hat, aber auf der Ekliptik selbst liegt, also den Punkt  $a$ , Fig. 224.

In dieser Figur bezeichnet nämlich der kleine Kreis die Erdbahn, der grössere concentrische den Thierkreis, gegen dessen Durchmesser der Durchmesser der Erdbahn freilich verschwindend klein sein sollte. Im Juni wird nun der in  $a$  befindliche Stern durch die Aberration um 20<sup>s</sup> in der Richtung nach  $b$  hin, im December wird er ebenso weit in der Richtung nach  $c$  hin verrückt erscheinen.

Daraus geht nun zunächst hervor, dass man es hier nicht mit einer Wirkung der Parallaxe zu thun hat. In Folge der Parallaxe nämlich,