Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

130. Bestimmung des Durchmessers der kleinen Planeten

gedreht, bis der künstliche Stern dem zu beobachtenden an Helligkeit gerade gleich ist; alsdann wird der Nonius abgelesen, wodurch man erfährt, wie gross der Winkel v ist, um welchen man das Nicol p aus seiner Anfangsposition gedreht hat.

Hierauf wird dieselbe Beobachtung an einem zweiten Stern, β, gemacht. Wir wollen mit v' den Winkel bezeichnen, um welchen man das Nicol p aus seiner Anfangsposition drehen musste, um den künstlichen Stern diesem zweiten Sterne β gleich zu machen. Nach diesen beiden Ablesungen ergiebt sich nun, dass die Helligkeit der beiden Sterne α und β sich verhält wie die Quadrate der Sinus von v und v'.

Nimmt man also die Helligkeit eines der beiden Sterne, etwa die des Sternes α, zur Einheit, so ist also die Helligkeit des Sternes β gleich

$$\frac{(\sin v')^2}{(\sin v)^2}.$$

Bei einer derartigen Messung ergab sich z. B. für δ Coronae $v = 11{,}3^0$, für α Coronae ergab sich $v' = 30{,}9^0$; demnach ist die Helligkeit von α Coronae gleich

$$\frac{(\sin 30{,}9)^2}{(\sin 11{,}3)^2} = \frac{0{,}5135^2}{0{,}1959^2} = 6{,}871.$$

Bei einer zweiten Vergleichung derselben Sterne ergab sich für δ Coronae $v = 11{,}1^0$ und für α Coronae $v' = 31^0$, was für die Helligkeit von α Coronae den Werth

$$7{,}199$$

ergiebt. Im Mittel ist also die Helligkeit von α Coronae gleich 7,035, wenn man die Helligkeit des Sternes δ Coronae gleich 1 setzt.

Eine wesentliche Vervollkommnung hat das Zöllner'sche Photometer durch die Verbindung mit dem §. 133 erwähnten Colorimeter erhalten.

Bestimmung des Durchmessers der kleinen Planeten. 130

Stampfer hat den Versuch gemacht, aus der Helligkeit der kleinen Planeten ihren wahren Durchmesser abzuleiten. Er benutzte hierzu photometrische Beobachtungen Steinheil's, nach welchen sich die Lichtmengen, welche die Sterne verschiedener Grössenclassen zur Erde senden, im Durchschnitt wie folgt verhalten:

Sterne	sechster	Grösse	10
„	fünfter	„	28
„	vierter	„	80
„	dritter	„	227
„	zweiter	„	642
„	erster	„	1819,

wonach also die Lichtmenge, welche uns ein Stern irgend einer Grössenclasse zusendet, im Durchschnitt $\frac{1}{2{,}83}$mal geringer wäre als die Lichtmenge, welche von einem Stern der nächst höheren Classe zu uns gelangt.

Dieses Resultat, welches etwas von dem früher §. 129 erwähnten abweicht, ist aus der Beobachtung von 26 Sternen erster bis fünfter Grösse abgeleitet. Aus Gründen, die wir hier nicht erläutern können, reducirt Stampfer den obigen Factor, welchen wir kurz mit $\frac{1}{a}$ bezeichnen wollen, noch auf $\frac{1}{2{,}519}$. Bezeichnen wir also die Lichtstärke eines mittleren Sternes erster Grösse mit 1, so wäre danach die Lichtstärke der Sterne

$$\begin{array}{cccccc} & \text{2ter} & \text{3ter} & \text{4ter} & \text{5ter} \ldots & n\text{ter Grösse.} \\ \text{gleich} & \frac{1}{2{,}519} & \frac{1}{(2{,}519)^2} & \frac{1}{(2{,}519)^3} & \frac{1}{(2{,}519)^4} \cdots & \frac{1}{(2{,}519)^{n-1}} \end{array}$$

Olbers schätzte im Jahre 1803 die Lichtstärke des Saturn, dessen Ring damals gerade verschwunden war, zur Zeit der Opposition gleich der von α Canis minoris, eines Sternes, welcher unter den Sternen erster Grösse nahezu die mittlere Helligkeit hat.

Sind r und ϱ die Entfernungen eines Planeten von der Sonne und von der Erde zur Zeit der Opposition, d sein wirklicher Durchmesser, so wird seine Lichtstärke oder seine Helligkeit H ausgedrückt durch

$$H = A \frac{d^2}{r^2 \varrho^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 1)$$

wo A ein constanter Factor ist, welcher von der Fähigkeit des Planeten, die Sonnenstrahlen zu reflectiren, abhängt.

Aus einer Vergleichung der Lichtstärke und des scheinbaren Durchmessers der Planeten Jupiter, Saturn und Uranus hat sich ergeben, dass dieselben nahezu gleiches Vermögen besitzen, die Sonnenstrahlen zu reflectiren oder mit anderen Worten, dass der Factor A für diese drei Planeten nahezu gleichen Werth hat. Für den Mars ist der Werth von A kleiner.

Nehmen wir nun an, dass das Reflexionsvermögen der kleinen Planeten dem des Jupiter und Saturn gleich ist, dass also der Factor A für sie denselben Werth habe wie für Saturn, so haben wir für einen solchen kleinen Planeten

$$H_1 = A \frac{d_1^2}{r_1^2 \varrho_1^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

wenn H_1 die Helligkeit eines der kleinen Planeten, d_1 seinen Durchmesser, r_1 seinen mittleren Abstand von der Sonne und ϱ_1 seine Entfernung von der Erde zur Zeit seiner Opposition bezeichnet.

Nehmen wir die Lichtstärke des Saturn zur Zeit der Opposition zur Einheit, so geht Gleichung 1) über in

$$1 = A \frac{d^2}{r^2 \varrho^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 3)$$

Wenn einer der kleinen Planeten zur Zeit der Opposition als ein Stern $n$ter Grösse erscheint, so ist für ihn

$$\frac{1}{a^{n-1}} = A \frac{d_1^2}{r_1^2 \varrho_1^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 4)$$

aus der Combination der Gleichungen 3) und 4) ergiebt sich aber

$$d_1 = \frac{d \cdot r_1 \cdot \varrho_1}{r \cdot \varrho \cdot \sqrt{a^{n-1}}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 5)$$

Sind nun, wie es wirklich der Fall ist, alle übrigen Grössen dieser Gleichung bekannt, so lässt sich nach derselben d_1, d. h. der Durchmesser des kleinen Planeten, berechnen.

Für Saturn ist

$d = 16\,305$ geographische Meilen,
$r = 9{,}393$ Erdweiten,
$\varrho = 8{,}393$ „

Für die kleinen Planeten ist im Mittel

$r_1 = 2{,}54$ Erdweiten,
$\varrho_1 = 1{,}54$ „

Der Werth von a ist, wie oben erwähnt wurde, gleich 2,519. Setzt man diese Zahlenwerthe in Gleichung 5), so ergiebt sich für einen kleinen Planeten, welcher zur Zeit der Opposition als ein Stern siebenter Grösse erscheint,

$$d_1 = \frac{16\,305 \cdot 2{,}54 \cdot 1{,}54}{9{,}393 \cdot 8{,}393 \sqrt{2{,}519^6}} = 47{,}5 \text{ geogr. Meilen.}$$

In gleicher Weise ergeben sich für Asteroiden, welche zur Zeit der Opposition als Sterne der Grössenclasse erscheinen, welche in der ersten Verticalreihe der folgenden Tabelle eingetragen ist, die nebenbei stehenden Werthe des wahren Durchmessers

Grössen-classe	Wahrer Durchmesser	Scheinbarer Durchmesser
7	47,5 geogr. Meilen	0,308 Secunden
8	29,7 „ „	0,192 „
9	18,5 „ „	0,120 „
10	11,6 „ „	0,075 „
11	7,2 „ „	0,047 „
12	4,5 „ „	0,030 „

Bei Berechnung dieser Tabelle ist der mittlere Abstand der kleinen Planeten von der Sonne für alle als gleich angenommen, was nur für eine erste rohe Annäherung angenommen werden kann. Wenn es sich um irgend einen bestimmten handelt, so sind die ihm entsprechenden Werthe von r_1 und ϱ_1 in Rechnung zu bringen. Für Ceres, welche zur Oppositionszeit als ein Stern achter Grösse erscheint, z. B. ist $r_1 = 2{,}77$, $\varrho_1 = 1{,}77$, woraus sich ergiebt

$$\frac{16\,000 \cdot 2{,}77 \cdot 1{,}77}{9{,}393 \cdot 8{,}393 \sqrt{2{,}519^7}} = 39 \text{ geogr. Meilen.}$$

Für Pallas ergiebt sich auf diese Weise ein Durchmesser von 30 geographischen Meilen.

Victoria erscheint als ein Stern zehnter Grösse; für sie ist $r_1 = 2{,}33$, $\varrho_1 = 1{,}33$, und danach ergiebt sich für dieselbe

$$d_1 = 9{,}8 \text{ geographische Meilen.}$$

Uranus erscheint zur Zeit der Opposition als ein Stern von gut sechster Grösse, wir können für ihn also $n = 5{,}8$ setzen; ferner ist für ihn $r_1 = 19{,}18$, $\varrho_1 = 18{,}18$, wonach sich nach Gleichung 5) ergiebt

$$d_1 = 5688 \text{ geogr. Meilen,}$$

während sich aus der Messung des scheinbaren Durchmessers (4,12 Secunden) ein Durchmesser von 7396 geographischen Meilen für Uranus ergiebt.

Uebrigens ist die von Stampfer gemachte Voraussetzung über das gleiche Reflexionsvermögen der Planeten keineswegs zutreffend. Die kleinen Planeten zeigen nämlich vielfach einen deutlich ausgeprägten Lichtwechsel, welcher schon früh zu der Annahme geführt hat, dass sie entweder mit dunklen Flecken versehen sind, oder zum Theil unregelmässige Gestalten haben, die von der Kugelgestalt stark abweichen. Genaue photometrische Untersuchungen, welche G. Müller in Potsdam ausgeführt hat, haben gezeigt, dass die Helligkeitsänderungen der kleinen Planeten im Zusammenhange mit ihren Phasen stehen, dass aber der Einfluss der Phase nicht bei allen kleinen Planeten der gleiche ist, dass auch auf die Helligkeitsänderungen das Lambert'sche Phasengesetz nicht anwendbar ist. Lambert hat nämlich schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts eine Formel für die von einer theilweise erleuchteten Kugel reflectirte Lichtmenge abgeleitet, welche das von der Venus ausgestrahlte Licht gut darstellt, dagegen beim Monde, dem Mars und überhaupt wohl bei allen Körpern mit sehr rauher Oberfläche nicht zutrifft. Die kleinen Planeten verhalten sich in dieser Beziehung verschieden, woraus geschlossen werden kann, dass die Beschaffenheit ihrer Oberfiäche nicht die gleiche ist.

131 **Veränderliche Sterne.** Der erste Stern, an welchem ein regelmässiger Wechsel der Lichtstärke beobachtet wurde, ist o Ceti. David Fabricius hatte ihn am 12. August 1596 als einen Stern zweiter Grösse beobachtet und im October desselben Jahres verschwinden sehen; die periodische Veränderlichkeit dieses Sternes entdeckte aber Holwarda, Professor zu Franeker, im Jahre 1639.

Der fragliche Stern, welcher dieser merkwürdigen Erscheinung wegen auch Mira Ceti genannt wurde, erreicht im Maximum den Glanz eines Sternes zweiter Grösse; seine Helligkeit nimmt aber dann wieder so ab, dass er für das blosse Auge vollständig verschwindet. Mit Fernrohren ist er zur Zeit seines Lichtminimums schon als ein Stern elfter bis zwölfter Grösse beobachtet worden, so dass es nicht ganz ausgemacht