

sammen mögen wohl die Hauptursache von dem gänzlichen Verfall des astronomischen Uhrwerks gewesen sein, in welchen dasselbe in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts gerieth.

(Fortsetzung folgt.)

Wie werden die Planeten gemessen und gewogen?

Von E. Geleich.

(Fortsetzung von Nr. 14.)

Am genauesten bestimmt man die Entfernung der Sonne von der Erde durch Beobachtung der Venusdurchgänge, wozu jedoch bereits eine annähernd richtige Kenntniss der Distanz der Venus von der Erde und von der Sonne nothwendig ist.

Die genaueren astronomischen Methoden ergeben für die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne den Betrag von 148,6 Millionen Kilometern. Weil nämlich die Erde um die Sonne eine elliptische Bahn beschreibt, so ändert sich die Entfernung dieser beiden Himmelskörper je nach der Lage der Erde in ihrer Bahn. Die Grenzwerte sind:

Grösste Entfernung = 151,1 Millionen km

Kleinste " = 146,2 " "

Differenz = 4,9 Millionen km.

Aus der Entfernung der Gestirne und ihrem scheinbaren Durchmesser berechnet man schliesslich den wirklichen Durch- oder Halbmesser, und somit gelangt man zur Kenntniss ihrer Grösse.

Fig. 5.



Denkt man sich vom Mittelpunkt der Erde A, Fig. 5, zwei Gesichtslinien gezogen, welche die Sonnenscheibe in n und p tangiren, so nennt man den Winkel nAp den «scheinbaren Durchmesser». Man kann diesen Winkel leicht von der Erdoberfläche aus abmessen und sodann auf den Mittelpunkt der Erde reduciren. Denkt man sich n mit p verbunden, so ist np der wahre Durchmesser, oder wenn man A mit dem Mittelpunkt m verbindet, nm der wahre Halbmesser der Sonne. Weil An eine Tangente zur Sonnenscheibe ist, so bildet Anm einen rechten Winkel, und es entsteht das rechtwinklige Dreieck Amn, in welchem Am, die Entfernung der Erde von der Sonne, dann Winkel nAm = $\frac{1}{2}\alpha$, (scheinbarer Halbmesser) bekannt sind. Daraus lässt sich mn berechnen. Es ist nämlich:

$$mn = Am \sin \frac{1}{2}\alpha$$

Aus diesen Beobachtungen und Berechnungen ergab sich der wahre Aequator-Durchmesser der Sonne gleich 108,71 Erddurchmesser oder 1 386 690 km, und das Volumen in Tausend Millionen Kubikkilometern gleich 1396 160 000. Setzt man das Volumen der Erde gleich der Einheit, so ist das Volumen der Sonne = 1 284 800, d. h. man könnte aus der Sonne 1 284 800 Kugeln von gleicher Grösse wie die Erde machen.

Kennt man die Entfernung der Erde von der Sonne, so giebt uns das dritte Gesetz Kepler's ein Mittel, um die Distanz irgend eines anderen Planeten zu bestimmen, sobald man die Umlaufzeit des letzteren um die Sonne bestimmt hat. Diese Umlaufzeit ergibt sich nun aus der Beobachtung des Planeten. Bedeuten t und d die Umlaufzeit der Erde und ihre Distanz von der Sonne, t_1 und d_1 dieselben Grössen für irgend einen anderen Planeten, so hat man die Proportion:

$$t^2 : t_1^2 = d^3 : d_1^3$$

Für die Erde ist $t = 365,256$ Tage, d mittlere Entfernung = 148,6 Millionen km; die Umlaufzeit des Merkur beträgt 87,97 Tage. Welches ist die Entfernung dieses Planeten von der Sonne? Man hat:

$$365,256^2 : 87,97^2 = 148,6^3 : x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{87,97^2 \cdot 148,6^3}{365,256^2}}$$

$$x = 57,5 \text{ Millionen km.}$$

Aus der Entfernung und dem scheinbaren Halbmesser ergibt sich dann der wahre Halbmesser und das Volumen. Man fand so für die grossen Planeten folgende Zahlen:

	Mittlere Entfernung (in Millionen Kilom.) von der		Wahrer Aequator-Durchmesser	
	Erde	Sonne	in Theilen des Erddurchmessers	in Kilometern
Merkur	148,5	57,5	0,377	4816
Venus	148,5	107,5	0,938	11969
Erde	—	148,6	1	12756
Mars	226,5	226,5	0,529	6745
Jupiter	773	773,2	11,27	143757
Saturn	1418	1417,8	9,34	119075
Uranus	2851	2925,6	4,64	59171
Neptun	4468	4467,5	4,31	54979
Sonne	148,6	—	108,71	1386690

	Oberfläche		Volumen	
	in Theilen der Erdoberfläche	in Millionen Quadrat- Kilometern	in Theilen des Erdvolumens	in Tausend- Millionen Kubik- Kilometern
Merkur	0,14	73	0,05	58
Venus	0,88	450	0,83	898
Erde	1	511	1	1083
Mars	0,28	143	0,15	161
Jupiter	121,2	61963	1334,7	1450430
Saturn	87,7	44893	823,1	894460
Uranus	20,5	10407	91,9	99830
Neptun	18,6	9493	80,1	87002
Sonne	11818	6041000	1284800	1396160000

Um nun die Masse und schliesslich die Dichte kennen zu lernen, geht man vom Newton'schen Gravitationsgesetz aus.

Ist M die Masse der Sonne, m jene des Planeten, r die Entfernung beider Himmelskörper von einander, so ist die beschleunigende Kraft, welche den Planeten gegen die Sonne treibt

$$g = h \frac{M}{r^2}$$

nämlich proportional der Masse des anziehenden Körpers und umgekehrt proportional dem Quadrate der Distanz. Die Masse des Planeten gegenüber jener der Sonne wird als verschwindend klein angenommen. M ist ein konstanter Faktor, um den wir uns nicht näher kümmern wollen. Nun ist aber nach den Gesetzen der Physik der in der Zeit π zurückgelegte Weg bei Einwirkung einer beschleunigenden Kraft g:

$$s = \frac{g t^2}{2}$$

Bedeutet t die Umlaufzeit, so ist s die ganze Bahn, die, wenn wir sie als kreisförmig annehmen = $2 r \pi$ ist. Also

$$s = 2 r \pi = \frac{g t^2}{2}$$

und daraus

$$g = \frac{4 r \pi^2}{t^2}$$

es war aber auch:

$$g = h \frac{M}{r^2}$$

folglich:

$$1) \dots \dots \dots \frac{4 r \pi^2}{t^2} = h \frac{M}{r^2}$$

Bedeutet r_1 die Entfernung, t_1 die Umlaufzeit eines Mondes des betreffenden Planeten und m die Masse des Planeten, sieht man ferner die Masse des Mondes im Vergleich zu jener des Satelliten wieder als verschwindend an, so bekommt man, weil die Anziehung zwischen Planet und Mond nach demselben Gesetz erfolgt:

$$2) \dots \dots \dots \frac{4 r_1 \pi^2}{t_1^2} = h \frac{m}{r_1^2}$$

dividirt man 1) durch 2), so ist

$$\frac{4 r \pi^2}{t^2} : \frac{4 r_1 \pi^2}{t_1^2} = \frac{h M}{r^2} : \frac{h m}{r_1^2}$$

$$\frac{r}{t^2} : \frac{r_1}{t_1^2} = \frac{M}{r^2} : \frac{m}{r_1^2}$$

$$\frac{r t_1^2}{r_1 t^2} = \frac{M r_1^2}{m r^2}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{r^3 t_1^2}{r_1^3 t^2}$$

und schliesslich

$$M = m \frac{r^3 t_1^2}{r_1^3 t^2}$$

setzt man für m die Masse der Erde ein, oder nimmt man letztere als Einheit an, z. B. macht man $m = 1$, so erhält man:

$$M = \frac{r^3 t_1^2}{r_1^3 t^2}$$

Führt man endlich für r, r_1 , t und t_1 die bezüglichen, bereits gefundenen oder angegebenen Werthe ein, so erhält man die Masse der Sonne. Die genaue Berechnung der letzteren ergab: Masse der Sonne in Erdmasse ausgedrückt = 322 800.

(Schluss folgt.)

Aus der Werkstatt.

Einiges über Gewinde und Schneideisen.

In den Uhrwerken findet man bekanntlich die verschiedensten Gewindesysteme vertreten. In der Schweiz, im Lande der Uhrenfabrikation, wird fast von jeder Schraubfabrik ein anderes Gewindesystem der Fabrikation zu Grunde gelegt. Die besseren Uhrenfabrikanten verwenden zumeist Schrauben mit niedriger Ganghöhe; je billiger aber die Uhr wird, desto größer werden dann in der Regel die Gewindgänge.