während die Sonne gegen denselben Schwerpunkt mit einer Beschleunigung:

$$\Gamma = h \frac{m}{R^2}$$

hingetrieben wird. Letztere Größe kann man aber als verschwindend klein gegen die erstere betrachten, so daß also $G$ das Maß der Beschleunigung ist, mit welchem der Planet um die Sonne gravitirt. Ebenso ist:

$$G' = h \frac{m}{r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

der Werth der Beschleunigung, mittelst deren ein Satellit um seinen Planeten kreist, wenn $r$ die Entfernung beider bezeichnet und die Masse des Trabanten im Vergleich zur Masse $m$ des Planeten als verschwindend klein betrachtet werden kann.

**Masse der Sonne und der Planeten.** Die Formeln, welche wir im vorigen Paragraphen kennen lernten, geben uns ein Mittel an die Hand, die Masse der Planeten, welche Satelliten haben, mit der Masse der Sonne zu vergleichen. 89

Für die beschleunigende Kraft, unter deren Einfluß ein Planet um die Sonne kreist, haben wir auch den Werth:

$$G = \frac{4 \pi R}{T^2},$$

wenn $R$, wie oben, der Halbmesser der Planetenbahn und $T$ seine Umlaufszeit ist.

Wenn wir diesen Werth von $G$ dem Werthe bei 3) gleichsetzen, so kommt:

$$\frac{4 \pi R}{T^2} = h \frac{M}{R^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

In gleicher Weise erhalten wir zwei Ausdrücke für die beschleunigende Kraft, unter deren Einfluß der Satellit um seinen Planeten kreist, und wenn wir beide gleich setzen:

$$\frac{4 \pi r}{t^2} = h \frac{m}{r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

wenn $t$ die Umlaufszeit des Trabanten und $r$ seine Entfernung vom Mittelpunkte des Planeten bezeichnet.

Dividirt man die Gleichung 5) durch Gleichung 6), so kommt:

$$\frac{R t^2}{r T^2} = \frac{M}{m} \cdot \frac{r^2}{R^2}$$

und endlich:

$$\frac{M}{m} = \frac{R^3 t^2}{r^3 T^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Nehmen wir die Entfernung des Mondes von der Erde zur Längeneinheit, so ist $r = 1$ und $R = 400$.

Die Umlaufszeit des Mondes um die Erde beträgt 39343, die der Erde um die Sonne beträgt 525950 Minuten. Setzen wir nun in Gleichung 7) $t = 39343$ und $T = 525950$ und außerdem für $R$ und $r$ die obigen Zahlenwerthe, so kommt:

$$\frac{M}{m} = 358120,$$

d. h. die Masse der Sonne ist 358120mal so groß als die Masse der Erde. Dieser Zahlenwerth ist jedoch nur eine erste Annäherung an das wahre Verhältniß. Wenn man für Umlaufszeiten und Entfernungen die ganz genauen Werthe setzt und die Masse der Erde nicht gegen die der Sonne, die Masse des Mondes nicht gegen die der Erde vernachlässigt, wie es bei obiger Berechnung geschehen ist, so ergiebt sich für die Masse der Sonne:

$$M = 355000,$$

wenn man die Masse der Erde als Einheit nimmt.

Die Umlaufszeit $t'$ des äußersten Jupiterstrabanten ist 24032 Minuten, seine Entfernung vom Mittelpunkte des Jupiter ist 27 Jupitershalbmesser oder, in Mondabständen ausgedrückt, $r' = 5{,}2$. Bezeichnen wir also mit $m'$ die Masse des Jupiter, so haben wir:

$$\frac{m'}{m} = \frac{r'^3\, t^2}{r^3\, t'^2}$$

und wenn wir für $r$, $r'$, $t$ und $t'$ ihre Zahlenwerthe setzen:

$$\frac{m'}{m} = 376.$$

Auch dieser Werth ist nur eine erste Annäherung, der genaue Werth der Jupitersmasse ist 340, wenn man die Masse der Erde zur Einheit nimmt.

Nach derselben Methode findet man, daß die Masse des Saturn 102mal, die des Uranus 14,5mal so groß ist als die Masse der Erde.

Es ist bereits oben der wahre Durchmesser der Sonne und der Planeten angegeben worden, und daraus läßt sich dann leicht ihr Volumen berechnen. Setzt man das Volumen der Erde gleich 1, so ergiebt sich das Volumen der Sonne, des Jupiter, des Saturn und des Uranus, wie es die zweite Columne der folgenden Tabelle angiebt.

| | Volumen. | Masse. | Dichtigkeit. |
|---|---|---|---|
| Erde . . . . . . . . | 1 | 1 | 1 |
| Sonne . . . . . . . | 1409725 | 355500 | 0,252 |
| Jupiter . . . . . . . | 1491 | 340 | 0,227 |
| Saturn . . . . . . . | 772 | 102 | 0,131 |
| Uranus . . . . . . . | 86,5 | 14,5 | 0,167 |

Die dritte Columne dieser Tabelle enthält die eben besprochenen Werthe für die Massen der genannten Himmelskörper. Man sieht nun sogleich, daß die Massen dem körperlichen Inhalte keineswegs proportional bleiben; während z. B. der cubische Inhalt des Jupiter 1491mal größer ist als der der Erde, so ist die Masse des Jupiter doch nur 340mal so groß als die Masse der Erde, es ist also klar, daß Jupiter weniger dicht sein muß als die Erde.

Dividirt man die Zahlen der dritten Columne durch die entsprechenden Zahlen der zweiten, so findet man die Werthe der Dichtigkeit, wie sie in der letzten Verticalreihe aufgeführt sind. Die Sonne ist also nahezu 4mal weniger dicht als die Erdmasse; der Jupiter ist nicht ganz so dicht wie die Sonne, noch weit weniger dicht aber sind Saturn und Uranus.

**Dichtigkeit der Erde.** Wir haben eben die Dichtigkeit der Sonne 90
und mehrerer Planeten nur mit der mittleren Dichtigkeit der Erde verglichen, wir wollen nun sehen, auf welche Weise man die Masse und die Dichtigkeit der Erdkugel selbst bestimmen kann.

Ein Bleiloth, welches in einer vollkommen ebenen Gegend im Freien aufgehängt wird, ist stets gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet; wenn sich aber auf einer Seite des Bleilothes eine bedeutende, über die Ebene hervorragende Masse, etwa ein Gebirgszug, befindet, so wird diese gleichfalls anziehend auf die Kugel des Lothes wirken und eine Ablenkung desselben aus der Verticalen veranlassen.

In gleicher Weise wird auch die Nähe von Gebirgen eine Abweichung der freien Oberfläche der Gewässer von der wahren Horizontalen bewirken, da ja dieselbe stets rechtwinklig auf der Richtung des Bleilothes steht.

Bouguer war der Erste, welcher die Idee hatte, in der Anziehung der Gebirge einen Beweis für die allgemeine Anziehung der Materie zu suchen. Er stellte seine Versuche an den Abhängen des Chimborasso an und fand eine Ablenkung des Bleilothes von 7″ bis 8″. Daß bei der bedeutenden Ausdehnung des Gebirges keine größere Ablenkung gefunden wurde, rührt wahrscheinlich daher, daß sich große Höhlungen im Inneren jener vulcanischen Berge befinden.

Sehen wir nun zunächst, wie man im Stande ist, eine Ablenkung des Bleilothes von der Verticalen (d. h. von der nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten Geraden) nachzuweisen.

An unseren astronomischen Höhenkreisen bestimmen wir die Richtung der Horizontalen mit Hülfe der Wasserwage, folglich fällt die Richtung des Zeniths, wie sie uns der Höhenkreis angiebt, zusammen mit der Richtung des Bleilothes. Die durch den Höhenkreis gemessene Zenithdistanz eines Gestirnes ist der Winkel, welchen die nach dem Sterne gerichtete Visirlinie mit der Richtung des Bleilothes macht.

Wenn man nun an zwei Orten *a* und *b*, Fig. 146 (a. f. S.), welche auf demselben Erdmeridian liegen, die Zenithdistanz eines und desselben Fixsternes zur Culminationszeit bestimmt, so ist der Unterschied der beiden Zenithdistanzen