

daß die Atmosphäre nicht überall gleiche Dichtigkeit haben kann, daß dieselbe vielmehr von unten nach oben fortwährend abnehmen muß, weil ja die tieferen Luftschichten einem weit größeren Druck ausgesetzt sind als die höheren.

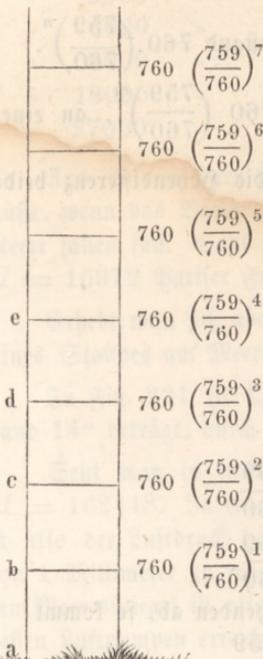
Daß die tieferen Luftschichten wirklich einen stärkeren Druck auszuhalten haben, das beweisen uns die in verschiedenen Höhen angestellten Barometerbeobachtungen. Am Meeresufer ist die Höhe der Barometersäule im Mittel 760 Millimeter; sobald man sich aber über den Meeresspiegel erhebt, sinkt das Barometer um so mehr, je höher man steigt; zu Potosi, in einer Höhe von 13220 Fuß, ist der mittlere Barometerstand nur noch 471 Millimeter (17,4 Zoll); in jener Höhe ist also der Luftdruck nur noch 0,62 von demjenigen, welcher am Ufer des Meeres stattfindet.

Daß die Luft in der Höhe weniger dicht ist als in der Tiefe, läßt sich gleichfalls durch Barometerversuche darthun. Vom Spiegel des Meeres aus muß man um 10,5 Meter steigen, wenn das Barometer um 1 Millimeter fallen soll; wenn man aber von Potosi aus noch höher steigt, so muß man sich um 16,8 Meter erheben, um ein Sinken des Barometers um 1 Millimeter zu erhalten. Die Dichtigkeit der Luft zu Potosi verhält sich also zu der Dichtigkeit der Luft am Ufer des Meeres wie 10,5 zu 16,8, d. h. im Niveau des Meeres ist die Luft 1,6mal dichter als zu Potosi, oder mit anderen Worten: die Dichtigkeit der Luft zu Potosi ist nur 0,62 von derjenigen, welche am Ufer des Meeres stattfindet.

Barometrische Höhenmessung. Das Barometer ist dasjenige In-

161

Fig. 220.



strument, welches uns über die Dichtigkeitsverhältnisse der Luft in verschiedenen Höhen die beste Auskunft geben kann; um aber aus den Barometerbeobachtungen die gewünschten Resultate ziehen zu können, ist es nöthig, erst die Beziehungen kennen zu lernen, welche zwischen der Erhebung über den Meeresspiegel und dem entsprechenden Sinken des Barometers stattfindet.

Es ist soeben erwähnt worden, daß man von einem Orte aus, wo der Barometerstand 760 Millimeter beträgt, um 10,5 Meter steigen müsse, wenn das Barometer um 1 Millimeter, also bis auf 759 Millimeter (oder, was dasselbe ist, auf $760 \frac{759}{760}$ Millimeter) fallen soll. Ohne merklichen Fehler können wir annehmen, daß die ganze Luftschicht von 10,5 Meter Höhe überall gleich dicht sei, wir können annehmen, daß sie so dicht sei als am Boden. Es sei *a*, Fig. 220, ein Punkt auf dem Boden, *b* ein 10,5 Meter höher gelegener Punkt, und jeder der folgenden Punkte *c*, *d*, *e* u. s. w. liege immer wieder um 10,5 Meter höher als der nächst tiefere. Da nach dem Mariotte'schen Gesetze die Dichtigkeit der Luft dem

Drucke proportional ist, unter welchem sie sich befindet, so muß die Luftschicht bc weniger dicht sein als ab , und zwar werden sich die Dichtigkeiten dieser Schichten verhalten wie die Barometerstände in a und b , d. h. die Dichtigkeit der Schicht bc ist $\frac{759}{760}$ von der Dichtigkeit der Schicht ab . Wenn man also von b nach c steigt, so wird das Barometer nicht abermals um 1 Millimeter fallen, sondern nur um $\frac{759}{760}$ Millimeter. Der Barometerstand in c ist demnach:

$$760 \frac{759}{760} - \frac{759}{760} = \frac{759}{760} (760 - 1) = \frac{759^2}{760} = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^2 \text{ Millimeter.}$$

Auf diese Weise können wir weiter schließen, daß sich die Dichtigkeiten der Schichten bc und cd verhalten wie die Barometerstände in b und c , daß also die Schicht cd $\frac{759}{760}$ mal leichter ist als die Schicht bc . Wenn also die Luftschicht bc einer Quecksilbersäule von $\frac{759}{760}$ Millimetern das Gleichgewicht hält,

so kann die Schicht cd nur eine Quecksilbersäule von $\frac{759}{760} \times \left(\frac{759}{760} \right) = \left(\frac{759}{760} \right)^2$ Millimeter tragen, und wenn man sich von c bis d erhebt, so muß das Barometer um $\left(\frac{759}{760} \right)^2$ Millimeter fallen. In d ist also der Barometerstand

$$760 \left(\frac{759}{760} \right)^2 - \left(\frac{759}{760} \right)^2 = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^3 \text{ Millimeter.}$$

Dies reicht hin, um das Gesetz zu übersehen: in e wird der Barometerstand $760 \left(\frac{759}{760} \right)^4$, in f wird er $760 \left(\frac{759}{760} \right)^5$ sein zc. Wenn man sich also n mal 10,5 Meter über a erhebt, so ist der Barometerstand $760 \left(\frac{759}{760} \right)^n$.

Ist an einem Orte der Barometerstand $B = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^m$, an einem anderen höher gelegenen $b = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^n$, so ist die Höhendifferenz beider Orte $(n - m)$ mal 10,5 Meter.

Aus den Gleichungen

$$B = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^m$$

$$b = 760 \left(\frac{759}{760} \right)^n$$

folgt

$$\log. B = \log. 760 + m \cdot \log. \frac{759}{760}$$

$$\log. b = \log. 760 + n \cdot \log. \frac{759}{760}$$

Zieht man die letzte Gleichung von der vorhergehenden ab, so kommt

$$\log. B - \log. b = (m - n) \log. \frac{759}{760}$$

$$\log. B - \log. b = (n - m) 0,0005718$$

$$n - m = \frac{\log. B - \log. b}{0,0005718}$$

Da aber die Höhendifferenz H der beiden fraglichen Orte $(n - m)$ 10,5 Meter ist, so haben wir auch

$$H = 10,5 \frac{\log. B - \log. b}{0,0005718}$$

$$H = 18363 (\log. B - \log. b) \dots\dots 1)$$

Diese Formel giebt die Höhendifferenz H zweier Orte in Metern. Will man dieselbe in Pariser Fußes ausgedrückt haben, so hat man die Gleichung

$$H = 56521 (\log. B - \log. b) \dots\dots 2)$$

anzuwenden.

Da der Quotient $\frac{B}{b}$ und folglich auch die Differenz $\log. B - \log. b$ unverändert bleibt, mit welcher Einheit auch die Barometerstände B und b gemessen sein mögen, so kann man nach Belieben, sowohl in Gleichung 1) als auch in Gleichung 2) die Barometerstände B und b in Millimetern oder in Pariser Linien oder in irgend einem anderen Maße ausdrücken.

Nach dieser Formel ist der mittlere Barometerstand einer Höhe

von	1500	Pariser Fuß	über dem	Meere	715 ^{mm}	oder	26''	5'''	Par. M.
"	3000	"	"	"	673	"	24	10	"
"	6000	"	"	"	595	"	22	0	"
"	9000	"	"	"	527	"	19	6	"
"	18000	"	"	"	365	"	13	6	"
"	27000	"	"	"	252	"	8	5	"

Aus unserer Formel ergibt sich nun auch leicht, wie hoch man steigen müsse, wenn das Barometer auf die Hälfte des normalen Barometerstandes am Meere fallen soll. Setzt man $B = 760$, $b = 380$, so folgt aus Gleichung 2) $H = 16972$ Pariser Fuß.

Erhebt man sich abermals um 16972 Fuß, so muß das Barometer auf $\frac{1}{4}$ seines Standes am Meere fallen u. s. w.

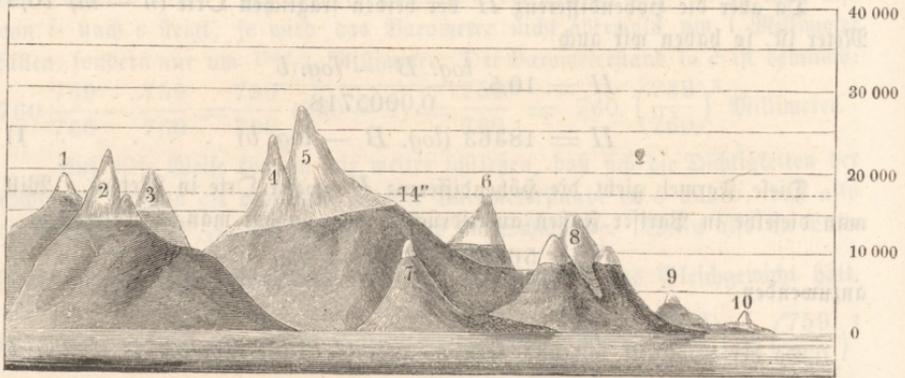
In Fig. 221 (a. f. S.) ist die Höhe, für welche der mittlere Barometerstand 14'' beträgt, durch eine punktirte Horizontallinie bezeichnet.

Setzt man in unserer Gleichung 2) $B = 760$ und $b = 1$, so folgt $H = 162448$. In einer Höhe von 160000 Fuß, nahe 8 geographische Meilen, ist also der Luftdruck bereits so gering, daß er nur noch eine Quecksilbersäule von 1 Millimeter zu tragen im Stande ist; in einer Höhe von 8 Meilen über dem Meeresspiegel ist also die Luft schon so verdünnt, wie wir es kaum mit den besten Luftpumpen erreichen können.

In den unteren Schichten der Atmosphäre wiegen ungefähr 113 Cubikfuß

Luft 1 Pfund, eben so viel wiegen in einer Höhe von 8 Meilen erst 8600 Cubikfuß Luft.

Fig. 221.



162 **Höhe der Atmosphäre.** So nimmt denn die Dichtigkeit der Luft mit zunehmender Erhebung über den Boden fortwährend ab, bis sie allmählig unmerklich wird und selbst auf die empfindlichsten physikalischen Instrumente nicht mehr zu wirken vermag. Was von Luft über die Höhe von 10 bis 12 geographischen Meilen hinausgeht, ist jedenfalls ein verschwindend kleiner Bruchtheil der übrigen Atmosphäre, und deshalb nimmt man in der Regel an, daß die Atmosphäre eine Höhe von 10 bis 12 geographischen Meilen habe.

Eben weil die Luft expansibel ist, kann sie nicht eine scharfe obere Gränze haben wie die Gewässer, welche die Erdoberfläche bedecken. Es findet eben in den höheren Luftregionen ein allmählicher Uebergang zur unendlichen Verdünnung Statt, und deshalb ist auch die Höhe der Atmosphäre keine absolut gegebene und präcis bestimmbare; man kann höchstens sagen, in welcher Höhe die Dichtigkeit der Luft unmerklich wird.

Nehmen wir in diesem Sinne die Höhe der Atmosphäre zu 10 bis 12 geographischen Meilen an, so sehen wir, daß diese Höhe sehr gering ist im Vergleich zum Durchmesser der Erde, welcher nahe 1700 geographische Meilen beträgt. Um sich ein klares Bild von dem Verhältniß der Erdkugel zu ihrer Atmosphäre zu machen, denke man sich eine Kugel von 1 Fuß Durchmesser, welche von einer nicht ganz 1 Linie dicken luftigen Hülle umgeben ist.

Aber weit unter der angegebenen Gränze verschwindet die letzte Spur des organischen Lebens, welches weder eine solche Luftverdünnung, noch eine so niedrige Temperatur ertragen kann, wie sie in jenen Höhen herrscht, und welches schwerlich bis auf die Gipfel der höchsten Berge hinaufsteigt.

163 **Tägliche Variationen des Barometers.** Der Luftdruck ist selbst an einem und demselben Orte eine sehr veränderliche Größe, welche fortwährenden Schwankungen unterworfen ist. Wenn man in unseren Gegenden einige Zeit lang mehrmals täglich das Barometer beobachtet, so sind die oft sehr be-