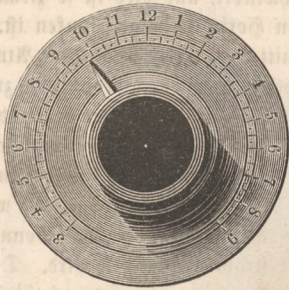


und dem Zeiger unverkürzt und in doppeltem Maßstabe der Fig. 182 dargestellt.

Die beiden Theilstriche, welche in die durch den Mittelpunkt der Theilung

Fig. 183.



gelegte Horizontale fallen, sind mit 6 bezeichnet; von demjenigen dieser beiden Punkte, welcher bei richtiger Aufstellung des Instrumentes auf der Ostseite liegt, sind die Stunden von 6 weiter gezählt bis zum obersten Theilstrich der Theilung, welcher mit 12 bezeichnet ist; auf dem folgenden Quadranten von 12 bis zum westlichen 6 sind dann die Nachmittagsstunden 1, 2, 3 u. s. w. aufgetragen.

Da aber die Sonne im Sommer vor 6 Uhr Morgens auf- und erst nach 6 Uhr Abends untergeht, und da man den Polarisationszustand des Nordpols des Himmels schon in der Morgen- und Abenddämmerung beobachten kann, ehe noch die Sonne selbst über dem Horizont steht, so beginnt die Theilung auf der Ostseite des Kreises auch schon um einige Stunden vor 6 Uhr Morgens und ist bis auf einige Stunden nach 6 Uhr Abends fortgesetzt.

Die Neigung des Rohres *ab* gegen die Horizontale läßt sich beliebig ändern und die Größe dieser Neigung läßt sich auf dem Gradbogen *lm* ablesen.

Das Instrument wird nun so aufgestellt, daß die Verticalebene des Rohres in den Meridian des Beobachtungsortes fällt, und dann das Rohr so geneigt, daß der Winkel, welchen es mit der Horizontalen macht, gleich ist der Polhöhe des Beobachtungsortes; kurz, man stellt es so auf, daß das Rohr *ab* gerade gegen den Nordpol des Himmels gerichtet ist. Nun wird das Rohr *ab* um seine Aye innerhalb der Hülse *df* umgedreht, bis das Gypsblättchen sein Maximum von Farbenglanz auf dunklem Grunde erreicht hat, und dann die entsprechende von dem Zeiger angedeutete Zeit auf dem Stundenkreise abgelesen.

Bei bewölktem Himmel ist natürlich eine solche Polaruhr nicht anwendbar; wenigstens muß die Gegend um den Nordpol des Himmels wolkenfrei sein.

Was die Stärke der Polarisation des blauen Himmels anlangt, so ist dieselbe keineswegs überall gleich; sie ist ein Maximum in einem Abstände von  $90^\circ$  von der Sonne.

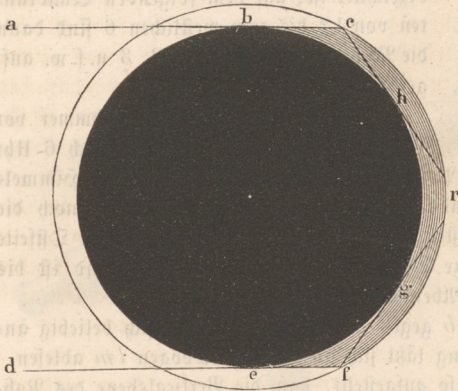
**Die Dämmerung.** Wenn die Luft absolut durchsichtig wäre, so müßte gleich nach Sonnenuntergang eine vollständige Finsterniß eintreten; allein vor Sonnenaufgang sowohl als auch nach Sonnenuntergang wird über die Erdoberfläche eine namhafte Zeit hindurch eine ziemliche Helligkeit verbreitet, welche lediglich von einer Reflexion und Diffusion des Lichtes in der Atmosphäre herrührt.

Man rechnet gewöhnlich die Dauer der Abenddämmerung von Sonnenuntergang bis zu der Zeit, zu welcher man aus Mangel an Helligkeit die Arbeiten im Freien einstellen muß, oder bis zu dem Zeitpunkte, in welchem man in

einem ziemlich freiliegenden Hause die Kerzen anzuzünden pflegt. Es ist dies der Fall, wenn die Sonne ungefähr bis zu  $60^\circ$  unter den Horizont hinabgesunken ist. Die astronomische Dämmerung dauert aber länger als die eben definierte bürgerliche; sie dauert nämlich bis zu der Zeit, in welcher der letzte Schein der Helligkeit am westlichen Himmel verschwindet, und dies ist so ziemlich der Fall, wenn die Sonne bis zu  $18^\circ$  unter den Horizont hinabgesunken ist.

Fig. 184 stelle einen centralen Durchschnitt der Erde und ihrer Atmosphäre dar;  $ac$  und  $df$  seien Sonnenstrahlen, welche den festen Erdkern in zwei

Fig. 184.



diametral einander gegenüberstehenden Punkten berühren, so ist klar, daß *berfe* derjenige Theil der Atmosphäre ist, welcher nicht von den Sonnenstrahlen getroffen wird. Denken wir uns von den äußersten noch von der Sonne erleuchteten Punkten *c* und *f* der Atmosphäre die Tangenten *ch* und *fg* an die Erdkugel gezogen, so sind *g* und *h* diejenigen Punkte, bis zu welchen sich die astronomische Dämmerung erstreckt; denn für alle Punkte der Erdoberfläche zwischen *b* und *h* sowohl, wie zwischen *e* und *g*, befindet sich noch ein Theil der von den Sonnenstrahlen erleuchteten Atmosphäre über dem Horizont. In unserer Figur ist nun die Atmosphäre im Verhältniß zum Durchmesser der Erde viel zu hoch angenommen worden, und deshalb ist nun auch der Dämmerungsbogen *bh* in der Zeichnung viel größer ausgefallen, als er in der Wirklichkeit ist; denn in der That beträgt, wie wir oben gesehen haben, die Größe dieses Bogens nur ungefähr  $18^\circ$ .

Die Gränze zwischen dem noch durch Sonnenstrahlen direct erleuchteten und dem im Schatten befindlichen Theile der Atmosphäre ist natürlich eben so wenig genau bestimmbar, wie die obere Gränze der Atmosphäre überhaupt; doch läßt sich aus dem mittleren Werthe des Dämmerungsbogens wenigstens annähernd die Höhe der Atmosphäre bestimmen; aus einem Dämmerungsbogen von  $18^\circ$  ergibt sich nämlich für die Atmosphäre eine Höhe von ungefähr 9 geographischen Meilen; über diese Höhe hinaus ist wenigstens die Atmosphäre schon in einem solchen Grade verdünnt, daß sie keine merkliche Reflexion des Lichtes mehr bewirken kann.

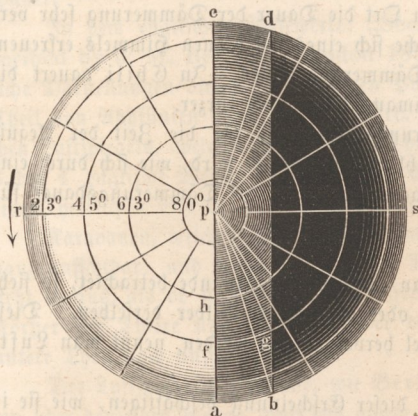
Die Dauer der Dämmerung ist für verschiedene Gegenden der Erde sehr ungleich; unter dem Aequator ist sie am kürzesten, sie wird um so länger, je mehr man sich den Polen nähert.

Die Fig. 185 dient, um diese Verhältnisse anschaulicher zu machen; sie

stellt nämlich die Erdkugel in ihren Beleuchtungsverhältnissen zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche dar.

Der Kreis *esar* ist der Erdäquator, welcher mit der Ebene des Papiers zusammenfällt; *p* ist der Nordpol der Erde; die Erdaxe ist zum Punkte verkürzt.

Fig. 185.



Die in unserer Figur gezogenen concentrischen Kreise stellen die Parallellkreise von 23°, 45°, 63° und 80° nördlicher Breite dar. Der zur Linie verkürzte größte Kreis *epa* ist derjenige, welcher die direct erleuchtete von der beschatteten Erdhälfte trennt (wobei der Einfluß der atmosphärischen Refraction unberücksichtigt geblieben ist). Macht man den Bogen *ed* gleich 18°, zieht man *db* parallel mit *ea*, so ist der zur Linie verkürzte Kreis *db* derjenige, bis zu welchem sich die astronomische Dämmerung erstreckt; *cdba* ist der Dämmerungsgürtel.

Ein jeder Punkt der Erdoberfläche geht nun in Folge der Aendrehung der Erde in 24 Stunden zweimal durch diesen Dämmerungsgürtel hindurch, und es ist leicht einzusehen, daß die Dauer des Verweilens in demselben von der geographischen Breite des Ortes abhängig ist.

Für einen Punkt des Erdäquators dauert die astronomische Dämmerung so lange, als er braucht, den Bogen *ab* zu durchlaufen. Dieser Bogen beträgt aber 18°; folglich ist die entsprechende Zeitdauer 72' oder 1 Stunde 12 Minuten.

Für einen Ort, welcher auf dem 45. Breitengrade liegt, dauert die astronomische Dämmerung so lange, als er braucht, um den Bogen *fg* zu durchlaufen, also nahezu 2 Stunden, da der Winkel *fpq* gleich 30° ist.

Auf dieselbe Weise ergibt sich, daß für den 63. Breitengrad die Dauer der astronomischen Dämmerung ungefähr 3 Stunden beträgt.

Ein Ort auf dem 80. Breitengrade gelangt gar nicht mehr bis an die Nachtgränze des Dämmerungsgürtels; zur Zeit des Aequinoctiums beträgt also für ihn die Dauer der Dämmerung volle 12 Stunden.

Die Dauer der bürgerlichen Dämmerung beträgt ungefähr  $\frac{1}{3}$  von der der astronomischen; die bürgerliche Dämmerung betrüge demnach zur Zeit des Aequinoctiums:

- auf dem Aequator etwas über  $\frac{1}{3}$  Stunde,
- auf dem 45. Breitengrade ungefähr  $\frac{2}{3}$  Stunde,
- auf dem 63. Breitengrade ungefähr 1 Stunde,
- auf dem 72. Breitengrade ungefähr 2 Stunden.

Der Unterschied in der Dämmerungsdauer für verschiedene Breiten ist aber in der That noch größer, als er sich aus den eben durchgeführten Betrachtungen ergibt, weil das Ende der Dämmerung nicht allein durch die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, sondern auch durch den Zustand der Atmosphäre bedingt ist. Je durchsichtiger und reiner die Luft, desto kürzer ist die Dämmerung, während sie durch zarte in der Höhe schwebende Nebel verlängert wird. So ist denn für einen und denselben Ort die Dauer der Dämmerung sehr veränderlich. Diejenigen Gegenden, welche sich eines tief blauen Himmels erfreuen, werden eine verhältnißmäßig kurze Dämmerung haben. In Chili dauert die Dämmerung nur  $\frac{1}{4}$  Stunde, zu Cumana ist sie noch kürzer.

Wir haben oben die Dämmerungsverhältnisse für die Zeit der Aequinoctien betrachtet; im Sommer sowohl als im Winter wird, wie sich durch eine einfache geometrische Betrachtung nachweisen läßt, die Dämmerungsdauer für alle Breiten etwas größer.

**Luftspiegelung.** Wenn man entfernte Gegenstände betrachtet, so sieht man bisweilen noch gerade, schiefe oder umgekehrte Bilder derselben. Diese Bilder, welche ohne sichtbaren Spiegel hervorgebracht werden, nennt man Luftbilder.

Wir wollen uns zunächst mit dieser Erscheinung beschäftigen, wie sie in den Ebenen von Aegypten beobachtet wird.

Der Boden von Niederägypten bildet eine weite Ebene, über welcher sich zur Zeit der Ueberschwemmung die Gewässer des Nils verbreiten. An den Ufern des Flusses und bis auf eine große Entfernung gegen die Wüste hin sieht man kleine Erhöhungen, auf welchen sich Gebäude und Dörfer erheben. Gewöhnlich ist die Luft ruhig und rein. Wenn die Sonne aufgeht, erscheinen alle entfernten Gegenstände scharf und deutlich; sobald aber die Tageshize merklich, der Boden durch die Sonnenstrahlen erhitzt wird und die unteren Luftschichten an dieser hohen Temperatur Theil nehmen, so entsteht in der Luft eine Art zitternder Bewegung, welche dem Auge sehr merklich ist und welche auch in unseren Gegenden an heißen Sommertagen beobachtet wird. Wenn nun kein Wind geht und die Luftschichten, welche auf dem Boden ruhen, unbeweglich bleiben, während sie durch die Berührung mit dem Boden erhitzt werden, so entwickelt sich das Phänomen der Luftspiegelung in seiner ganzen Pracht. Der Beobachter, welcher nach der Ferne schaut, sieht noch das directe Bild aller Erhöhungen, der Dörfer, kurz aller hohen Gegenstände; unterhalb derselben sieht er aber ihr verkehrtes Bild, ohne den Boden sehen zu können, auf welchem sie sich erheben; alle diese Gegenstände erscheinen ihm also, als ob sie sich mitten in einem ungeheuren See befänden. Diese Erscheinung wurde während der französischen Expedition in Aegypten oft beobachtet, sie war für die Soldaten ein ganz neues Schauspiel und eine grausame Täuschung. Wenn sie aus der Ferne den Reflex des Himmels, das verkehrte Bild der Häuser und Palmbäume sahen, so konnten sie nicht zweifeln, daß alle diese Bilder durch die Oberfläche eines Sees gespiegelt seien. Ermüdet durch forcirte Märsche, durch die Sonnenhize und eine