

## Zweites Capitel.

# Der Erdmagnetismus.

**Magnetische Wirkung der Erde im Allgemeinen.** Man kann 207  
die Grundlehren der Mechanik vollständig darstellen, ohne daß von der Planetenbewegung die Rede ist, man kann die gesammte Electricitätslehre entwickeln, ohne daß man nöthig hätte, die Gewitter und die atmosphärische Electricität in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

Ganz anders verhält es sich mit dem Magnetismus. Die magnetischen Erscheinungen, welche man an Magnetstäben und Magneten beobachtet, stehen in so enger Beziehung zu dem Erdmagnetismus (die Pole der Magnete haben ja von dieser Beziehung sogar ihren Namen erhalten), daß schon in der Experimentalphysik nothwendig von demselben die Rede sein muß.

Während aber dort von dem Erdmagnetismus nur so weit die Rede sein kann, als zur Begründung der Lehre vom Magnetismus überhaupt nothwendig ist, bleibt es der kosmischen Physik vorbehalten, die magnetischen Verhältnisse der Erde einer specielleren Betrachtung zu unterwerfen.

Um die Wirkung des Erdmagnetismus an irgend einem gegebenen Orte der Erdoberfläche kennen zu lernen, muß man die Richtung und die Größe der Kraft erforschen, mit welcher er magnetische Körper afficirt. Die Richtung der magnetischen Körper ist durch Declination und Inclination gegeben; um also die magnetische Erdkraft eines Ortes zu ermitteln, hat man nur die sogenannten magnetischen Constanten derselben, nämlich Declination, Inclination und Intensität, zu bestimmen.

Hier haben wir nun ausführlicher zu besprechen, wie die magnetischen Constanten sich mit der geographischen Lage des Beobachtungsortes ändern, und welchen Variationen die magnetische Erdkraft unterworfen ist.

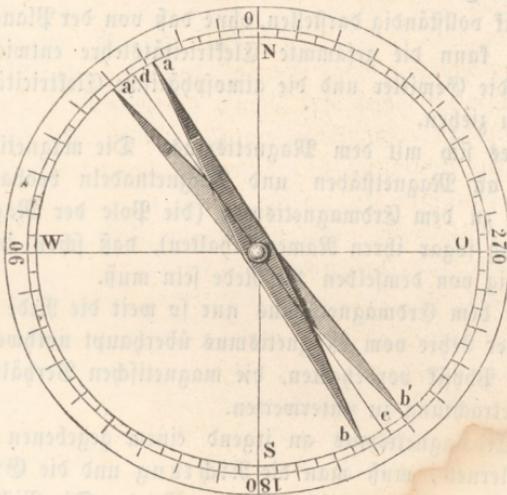
Welche Methoden anzuwenden sind, um die magnetischen Constanten eines Ortes zu ermitteln, muß der Hauptsache nach schon in der Experimentalphysik besprochen werden, doch dürfte es zweckmäßig sein, hier das Wichtigste zu wiederholen.

**Bestimmung der magnetischen Declination.** Früher wandte man zur Bestimmung der magnetischen Declination nur Apparate an, welche nach dem Principe der Declinationsbussolen construirt waren. Wenn die magnetische Aze der Nadel mit der geometrischen, d. h. mit der Verbindungslinie der beiden Spizen zusammenfiel, so würde man an dem getheilten Kreise der Busssole unmittelbar die Declination ablesen können, vorausgesetzt, daß das Instrument so aufgestellt ist, daß die Verbindungslinie der Theilstriche 0 und 180 genau in den astronomischen Meridian fällt.

Im Allgemeinen ist aber diese Bedingung nicht erfüllt, d. h. die magnetische Aze der Nadel weicht in der Regel mehr oder weniger von der geometrischen ab. Dieser Fehler wird nun durch die Methode des Umkehrens corrigirt.

Zu diesem Zwecke ist die Nadel nicht auf ihrem Hütchen befestigt, sondern nur aufgelegt, so daß man sie abheben, umkehren (d. h. die bis dahin nach oben gerichtete Fläche nach unten wenden) und dann wieder auslegen kann. In Fig. 263 stelle z. B. *ab* die Lage einer horizontalen Magnetenadel dar, deren

Fig. 263.



magnetische Aze in die Linie *de* fällt, so ist die Gradzahl, auf welche die Spitze *a* der Nadel deutet, offenbar kleiner als der gesuchte Declinationswinkel. Legt man aber nun die Nadel in der angegebenen Weise um, so nimmt sie jetzt die Lage *a'b'* an, und es deutet die Spitze *a'* der Nadel auf eine Gradzahl, welche um eben so viel zu groß ist, wie sie vorher zu klein war; man erhält also den wahren Werth der Declination, wenn man aus

den beiden Ablesungen bei *a* und *a'* das Mittel nimmt.

Die Methode des Umlegens muß auch noch angewandt werden, wenn man die absolute Declination eines Ortes mit Hülfe von Spiegel tragenden Magneten bestimmt (Lehrbuch der Physik, 5. Aufl. Bd. II.), da man es doch nicht wohl dahin bringen kann, daß die Ebene des Spiegels absolut rechtwinklig zu der magnetischen Aze des Magnetstabes ist. Es versteht sich von selbst, daß, wenn man die Methode des Umlegens in Anwendung bringen will, der Spiegel mit dem Magneten auf eine unveränderliche Weise verbunden sein muß, so daß er bei dem Umlegen mit umgedreht wird, mag sich nun der Spiegel am vorderen Ende des Magneten befinden oder an seiner Umdrehungsaxe; im letzteren Falle wird sich

natürlich der Spiegel in der einen Lage über, in der anderen unter dem Magneten befinden (Fig. 264).

Da es höchst wünschenswerth ist, daß die magnetischen Constanten nicht allein für solche Orte mit Genauigkeit bestimmt werden, an welchen magnetische Observatorien errichtet worden sind, daß namentlich auch auf wissenschaftlichen Reisen dergleichen Bestimmungen gemacht werden, so ist es höchst wichtig, daß die für solche Zwecke nöthigen Apparate möglichst vereinfacht, daß sie bei großer Genauigkeit doch compendiös und leicht transportabel gemacht werden. In dieser Beziehung hat sich vor Allem Lamont durch die Construction seines magnetischen Reisetheodoliten große Verdienste erworben.

Fig. 265 ist eine perspectivische Ansicht von Lamont's magnetischem

Fig. 264.

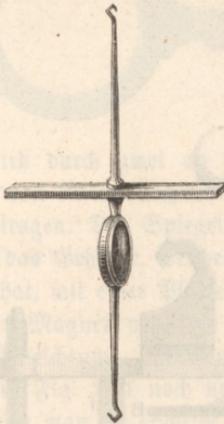
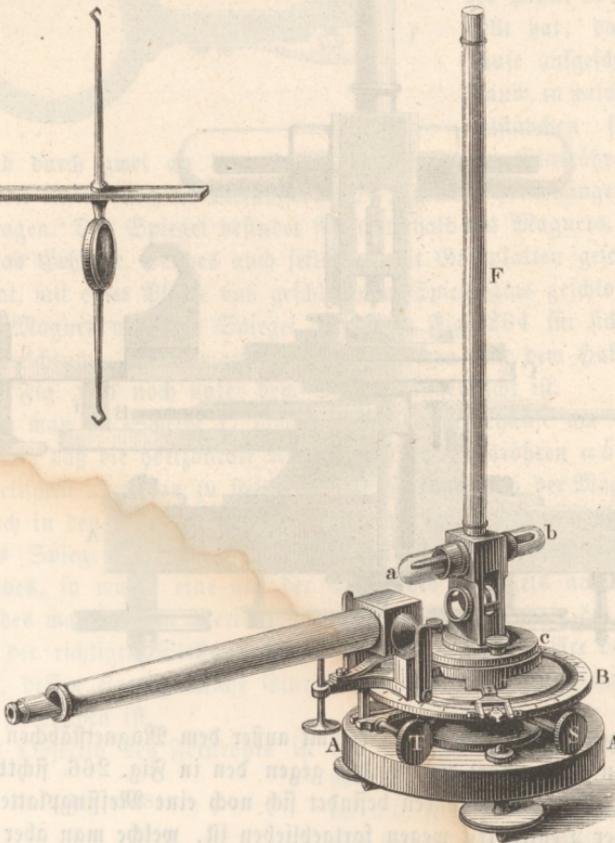


Fig. 265.

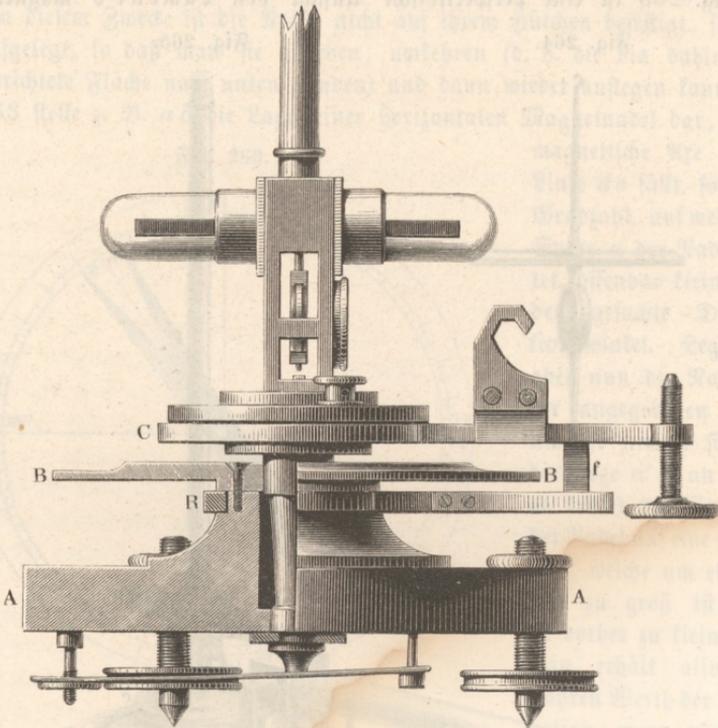


Theodoliten, wie er zu Declinationsbestimmungen dient. *AA* ist eine massive messingene Platte, welche, mit drei Stellschrauben zum Horizontalrichten versehen, auf ein passendes, in unserer Figur nicht dargestelltes Stativ gestellt wird. Mit dieser Platte unveränderlich verbunden ist die am Rande mit einem getheilten

Silberringe versehene Scheibe *BB*. In Fig. 266 ist ein geometrischer Aufriss des Apparats in  $\frac{1}{2}$  der natürlichen Größe und zwar zum Theil im Durchschnitte dargestellt. Durch die Höhlung der Platte *AA* hindurch geht eine verticale Aze, welche die Scheibe *C* trägt. Die Scheibe *C* kann in ihrer Ebene um diese verticale Aze gedreht werden, und diese Drehung mit Hülfe zweier Nonien, (wovon der eine in Fig. 265 sichtbar ist), die an *C* befestigt sind und an seiner Drehung Theil nehmen, auf dem getheilten Kreise abgelesen werden.

Die Scheibe *C* trägt eine horizontale Verlängerung, welche als Fernrohrträger dient. Eine horizontale Aze, um welche sich das Fernrohr drehen kann, wird durch

Fig. 266.

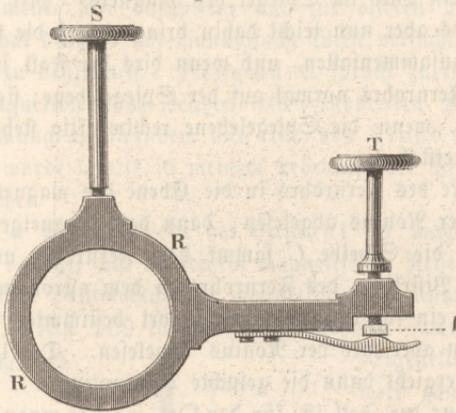


eine messingene Feder (überhaupt kommt außer dem Magnetstäbchen am ganzen Apparat kein Eisen vor) von unten gegen den in Fig. 266 sichtbaren Haken angedrückt. Vor diesem Haken befindet sich noch eine Messingplatte, welche in Fig. 266 der Deutlichkeit wegen fortgeblieben ist, welche man aber in der perspectivischen Ansicht erkennt und welche dazu dient, eine seitliche Bewegung der Fernrohraxe zu verhindern. Ferner geht von dieser das Fernrohr tragenden Verlängerung noch ein Stäbchen *f* herab, welches zwischen eine Verlängerung des Ringes *R* und eine an demselben angeschraubte Messingfeder hineinpast.

Dieser Ring *R*, welcher, um den Träger des getheilten Kreises herumgelegt,

um denselben sich frei drehen läßt, ist in Fig. 267 im Grundriß dargestellt. Durch Anziehen der Klemmschraube *S* wird der Ring *R* festgestellt und dadurch

Fig. 267.



auch eine weitere Umdrehung der Scheibe *C* mit Allem, was darauf befestigt ist, verhindert; eine feinere Einstellung geschieht dann mittelst der Stellschraube *T*.

Auf die Scheibe *C* wird nun, nachdem man dieselbe mit Hülfe einer Wasserwaage und der drei Stellschrauben der Platte *A* horizontal gestellt hat, das Magnetgehäuse aufgeschraubt. Der Raum, in welchem das Magnetstäbchen selbst spielen

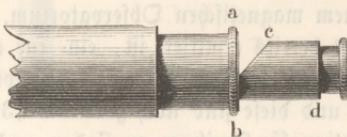
kann, wird durch zwei an den Enden zugeschmolzene Glasröhrchen gebildet. Es wird von einem durch die Messingröhre *F*, Fig. 265, herabhängenden Seidenfaden getragen. Der Spiegel befindet sich unterhalb des Magnets. Ihm gegenüber ist das Gehäuse, welches auch seitliche, mit Glasplatten geschlossene Oeffnungen hat, mit einer Platte von geschliffenem Spiegelglas geschlossen.

Der Magnet mit dem Spiegel hat die in Fig. 264 für sich allein abgebildete Einrichtung, wenn man sich das Stäbchen mit dem Haken wegdenkt, welches in Fig. 264 noch unter dem Spiegel angebracht ist.

Wenn man die Scheibe *C* sammt dem Magnetgehäuse um ihre verticale Ase so dreht, daß die horizontale Ase der beiden Glasröhrchen *ab* ungefähr in den magnetischen Meridian zu stehen kommt, so kann nun der Magnet frei spielen und sich in den magnetischen Meridian einstellen. Nehmen wir an, daß die Ebene des Spiegels genau rechtwinklig stände auf der magnetischen Ase des Magnetstabes, so würde eine auf der Ebene des Spiegels normale Linie die Richtung des magnetischen Meridians angeben. Die Normale der Spiegelebene wird bei der richtigen Stellung des Apparates durch die Ase des Fernrohres bezeichnet, dessen eigenthümliche Einrichtung aus dem Durchschnitt Fig. 268 deutlicher zu ersehen ist.

Das Objectiv des Fernrohres ist dem Spiegel zugewendet. Da wo das

Fig. 268.



vom Objectiv entworfene Bild entsteht, bei *ab*, Fig. 268, ist das Rohr durch eine Glasplatte verschlossen, auf welcher eine senkrechte und eine wagerechte feine Linie eingeritzt sind, welche die Stelle des Fadenkreuzes vertreten. Das Ocular steckt in der Hülse *cd*, welche von oben her zur Hälfte eingeschnitten ist, so daß

man in diesen Einschnitt ein Spiegelchen legen kann. Dieser kleine Spiegel dient zur Erleuchtung des Fadenkreuzes. Ist der Apparat nahezu in die richtige Lage gebracht, so erblickt man, durch das Ocular schauend, den verticalen Strich einmal direct und dann noch sein Bild im Spiegel des Magnets. Mit Hülfe der Stellschraube *T* kann man es aber nun leicht dahin bringen, daß die beiden Bilder des verticalen Striches zusammenfallen, und wenn dies der Fall ist, so steht in der That die Aze des Fernrohrs normal auf der Spiegelebene; sie steht also im magnetischen Meridian, wenn die Spiegelebene rechtwinklig steht auf der magnetischen Aze des Magnetstabes.

Ist auf diese Weise die Aze des Fernrohrs in die Ebene des magnetischen Meridians eingestellt, so wird der Nonius abgelesen, dann das Magnetgehäuse vom Theodolit abgehoben und die Scheibe *C* sammt dem Fernrohre um die verticale Aze gedreht, bis die Visirlinie des Fernrohrs in dem astronomischen Meridian steht, bis es also auf ein für den Beobachtungsort bestimmtes Meridianzeichen gerichtet ist, und nun abermals der Nonius abgelesen. Der Unterschied dieser beiden Ableesungen ergibt dann die gesuchte Declination.

Wenn, wie es wohl meistens der Fall ist, für den Ort, wo das magnetische Theodolit aufgestellt wurde, gerade kein Meridianzeichen vorhanden ist, so richtet man das Fernrohr auf irgend einen entfernten Punkt, dessen Azimut für den Beobachtungsort entweder schon bekannt ist, oder aus genauen Karten ermittelt werden kann, und bestimmt also den Winkel, welchen der magnetische Meridian mit der nach dem fraglichen Orte gerichteten Visirlinie macht.

So fand z. B. Lamont, als er am 7. October 1852 auf dem Schloßberge bei Freiburg sein Theodolit aufgestellt hatte und die Visirlinie des Fernrohrs rechtwinklig auf der Ebene des Magnetspiegels stand, daß der Nonius auf  $308^{\circ} 22,6'$  zeigte. Nach Abnahme des Magnetgehäuses wurde das Fernrohr auf die Spitze des Kirchturms von Langendenzlingen (ungefähr zwei Stunden nördlich von Freiburg) gerichtet, und nun zeigte der Nonius auf  $278^{\circ} 14,3'$ ; der Unterschied der beiden Ableesungen beträgt also  $30^{\circ} 8,3'$ .

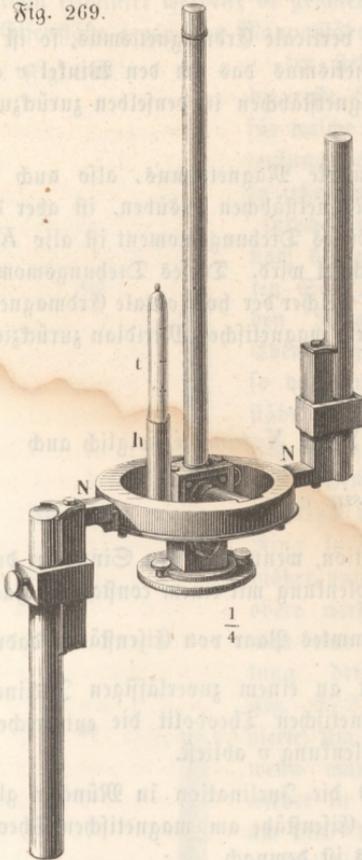
Den Generalstabskarten zufolge liegt die Visirlinie von dem Beobachtungspunkte auf dem Schloßberge nach dem Kirchturme von Denzlingen noch  $12^{\circ} 43'$  östlich vom astronomischen Meridian; diese  $12^{\circ} 43'$  sind nun noch von  $30^{\circ} 8,3'$  abzuziehen, und so bleibt also für die Declination der Werth  $17^{\circ} 25,3'$ .

Dies wäre der wahre Werth der Declination, wenn die Ebene des Spiegels absolut rechtwinklig auf der magnetischen Aze des Magneten stände, was mit voller Genauigkeit nie erreichbar ist. Der magnetische Reisetheodolit ist nicht so eingerichtet, daß man den Magnet umlegen und alsdann mittelst einer zweiten Messung den Collimationsfehler eliminiren kann; dagegen ist die Größe dieses Fehlers durch genaue Messung in einem magnetischen Observatorium, für welches die Lage des magnetischen Meridians bereits ermittelt ist, ein für allemal bestimmt. Für das fragliche Instrument, mit welchem Lamont die obigen Messungen ausführte, beträgt er  $+ 14,5'$ , und diese sind noch zu  $17^{\circ} 25,3'$  zu addiren, um den wahren Werth der Declination für Freiburg zu finden, welcher demnach  $17^{\circ} 39,8'$  ist.

**Bestimmung der Inclination.** Die Inclination läßt sich nicht so leicht direct mit Genauigkeit bestimmen als die Declination, weil es ungemein schwierig ist, zuverlässige Inclinatoren zu construiren, weshalb denn auch diese Instrumente sehr kostspielig und für öfteren Transport wenig geeignet sind. Man hat deshalb auf mannigfache Weise versucht, die Inclination auf indirectem Wege zu bestimmen. Brugmann sprach zuerst die Idee aus, den durch den Erdmagnetismus im weichen Eisen inducirten Magnetismus zur Inclinationsbestimmung anzuwenden, und eine von Lloyd auf diese Idee gegründete Methode wurde bereits in meinem Lehrbuche der Physik (5. Aufl. Bd. II., S. 40) besprochen.

In anderer Weise hat Lamont die magnetische Induction im weichen Eisen benutzt, um an seinem magnetischen Reifethedolit eine Vorrichtung zur indirecten Bestimmung der magnetischen Inclination anzubringen.

In Fig. 269 ist das Magnetgehäuse sammt der Inclinationsvorrichtung dargestellt. Auf das Magnetgehäuse wird zunächst eine Messingplatte aufgesetzt, welche eine Hülse *h* zum Einstecken eines Thermometers *t* trägt. Auf diese Scheibe wird der massive Messingring *NN* aufgesetzt, welcher, oben und unten eben abgeschliffen, überall möglichst von gleicher Dicke ist; dieser Ring trägt seitlich zwei Arme, von denen der eine aufwärts, der andere abwärts gerichtet ist.



In diese zwei Arme werden zwei runde Stäbe von weichem Eisen eingesteckt und mittelst entsprechender Schrauben festgeklemmt.

Bevor man den Ring mit den Eisenstäben aufsetzt, wird das Instrument gerade so eingestellt, wie zu einer Declinationsbestimmung, d. h. so daß, wenn man in das Fernrohr schaut, das durch den Magnetspiegel reflectirte Bild des verticalen Fadens mit dem direct gesehenen zusammenfällt. Nun wird der Ring mit den Eisenstäben auf das Magnetgehäuse gesetzt, und zwar so, daß die Verticalebene der beiden Stäbe, durch die Mitte des Magnetstäbchens gehend, auf dem magnetischen Meridian rechtwinklig steht.

In der Höhe des Magnetstäbchens befindet sich nun auf der einen Seite in Nordpol (das untere Ende des nach oben gekehrten Eisenstabes), auf der an-

deren ein Südpol (das obere Ende des nach unten gefehrten Eisenstabes), und diese beiden magnetischen Pole bewirken im gleichen Sinne eine Ablenkung des Magnetstäbchens aus dem magnetischen Meridian. Die Größe dieser Ablenkung erfährt man, wenn man die Platte *C*, Fig. 265, sammt Allem, was darauf und daran befestigt ist, um ihre verticale Aze dreht, um dem abgelenkten Magnetstäbchen zu folgen, bis die Aze des Fernrohrs wieder rechtwinklig steht auf der Ebene des Magnetspiegels, bis also die beiden Bilder des verticalen Fadens wieder zusammenfallen, wenn man in das Ocular des Fernrohrs hineinschaut.

Liest man jetzt den Nonius abermals ab, so giebt die Differenz dieser und der ersten Ableseung die Größe des Winkels, um welchen das Magnetstäbchen durch den Einfluß des in den beiden Eisenstäben inducirten Magnetismus aus dem magnetischen Meridian abgelenkt worden ist. Wir wollen diesen Ablenkungswinkel mit *v* bezeichnen und zunächst sehen, in welchem Zusammenhange der Werth dieses Winkels *v* mit der Inclination *i* steht.

Es sei *X* der horizontale und *Y* der verticale Erdmagnetismus, so ist die Kraft, mit welcher der horizontale Erdmagnetismus das um den Winkel *v* aus dem magnetischen Meridian abgelenkte Magnetstäbchen in denselben zurückzuziehen strebt, gleich  $X \sin. v$ .

Der in den beiden Eisenstäben inducirte Magnetismus, also auch das Drehungsmoment, welches sie auf das Magnetstäbchen ausüben, ist aber dem verticalen Erdmagnetismus proportional, dieses Drehungsmoment ist also  $K Y$ , wenn durch *K* ein constanter Factor bezeichnet wird. Dieses Drehungsmoment hält aber der Kraft das Gleichgewicht, mit welcher der horizontale Erdmagnetismus das abgelenkte Magnetstäbchen nach dem magnetischen Meridian zurückzieht; wir haben also

$$X \sin. v = K Y.$$

Setzt man die Inclination gleich *i*, so ist  $Y = X \tan. i$ , folglich auch

$$\tan. i = \frac{1}{K} \sin. v.$$

Man erhält also die Tangente der Inclination, wenn man den Sinus der durch die verticalen eisernen Stäbe bewirkten Ablenkung mit einem constanten Factor  $\frac{1}{K}$  multiplicirt, dessen Werth für ein bestimmtes Paar von Eisenstäben dadurch ermittelt wird, daß man für denselben Ort an einem zuverlässigen Inclinatorium die Inclination *i* und an dem magnetischen Theodolit die entsprechende durch die verticalen Eisenstäbe bewirkte Ablenkung *v* abliest.

So fand Lamont im Jahre 1850 die Inclination in München gleich  $64^{\circ} 59,5'$  und die entsprechende durch die Eisenstäbe am magnetischen Theodolit bewirkte Ablenkung gleich  $20^{\circ} 18,4'$ ; es ist demnach

$$\frac{1}{K} = \frac{\tan. 64^{\circ} 59,5'}{\sin. 20^{\circ} 18,4'} = 6,177.$$

Ist einmal dieser Factor für ein bestimmtes Instrument mit bestimmten Eisenstäben ermittelt, so reicht an einem anderen Orte nur die Beobachtung der Ablenkung  $v$  hin, um aus derselben die entsprechende Inclination zu berechnen. Im Jahre 1850 fand z. B. Lamont zu Aschaffenburg mit seinem Instrumente die fragliche Ablenkung gleich  $22^{\circ} 1'$ ; für Aschaffenburg wäre demnach

$$\text{tang. } i = 6,177 \cdot \sin. (22^{\circ} 1')$$

und darnach

$$i = 66^{\circ} 38,5'.$$

Es ist bisher nur von einer einmaligen Beobachtung der durch den inducirten Magnetismus der Eisenstäbe hervorgebrachten Ablenkung die Rede gewesen; da aber die Eisenstäbe nie absolut frei von permanentem Magnetismus sind, so ist es nothwendig, die Beobachtung in der Weise zu vervielfältigen, daß dadurch ein vom permanenten Magnetismus herrührender, sowie sonstige Fehler möglichst eliminirt werden; es geschieht dies dadurch, daß man in der Stellung der Eisenstäbe gegen das Magnetstäbchen so viel Variationen macht als möglich.

Fig. 270.

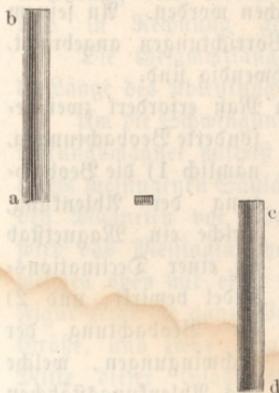
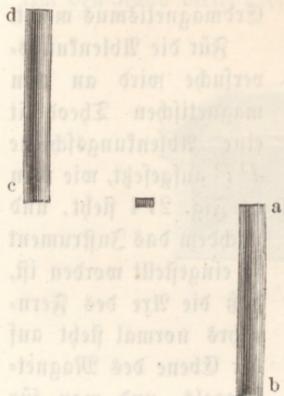


Fig. 272.



Es stelle Fig. 270 die erste Stellung dar, für welche man die Ablenkung beobachtet hat, so erhält man eine entsprechende Ablenkung nach der entgegengesetzten Seite, wenn man den Ring in seiner Ebene um  $180^{\circ}$  dreht, so daß nun die Eisenstäbe in die Position Fig. 271 gegen die Magnetstäbchen kommen.

Keht man nun den Ring so um, daß die bisher untere Fläche die obere wird, so erhält man eine dritte Stellung der Eisenstäbe, Fig. 272, und eine vierte, Fig. 273, endlich, wenn man den Ring wieder in seiner Ebene um  $180^{\circ}$  dreht.

Bei diesen vier Stellungen waren die Eisenstäbe stets in gleicher Weise

Fig. 271.

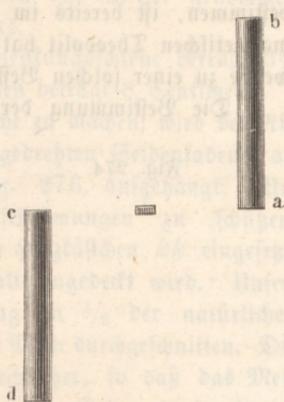
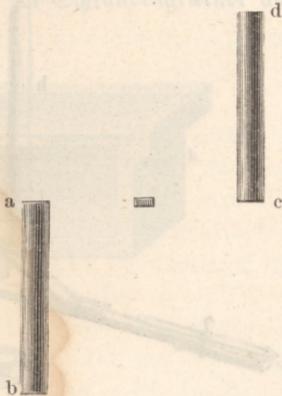


Fig. 273



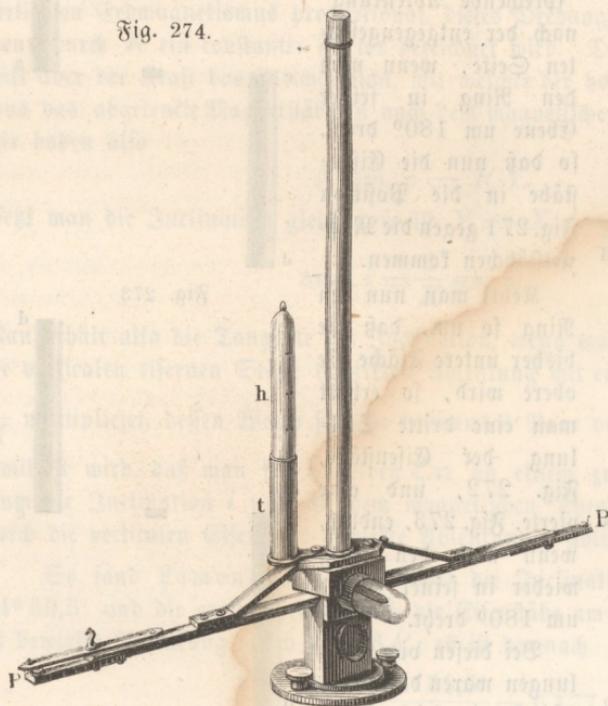
eingeklemmt; nun aber kann man jeden in seinem Halter umkehren, so daß die Stabenden *b* und *d* in die Horizontalebene des Magnetstäbchens kommen. Nach dieser Veränderung wiederholt man die Beobachtung in den eben besprochenen vier Stellungen und erhält so für die gefuchte Ablenkung acht Beobachtungen, aus denen man das Mittel nimmt.

Die Stärke der magnetischen Induction in den Eisenstäben ist von der Temperatur abhängig, außerdem aber nimmt die Inductionsfähigkeit des weichen Eisens, welche unmittelbar nach dem Ausglühen am größten ist, allmählig ab, und diese beiden Umstände machen bei der Berechnung der Inclination Correctionen nöthig, welche nicht unbeachtet bleiben dürfen, wenn es auf große Genauigkeit ankommt. In Beziehung auf diese Correctionen müssen wir auf die von Lamont in seiner »Beschreibung der an der Münchener Sternwarte verwendeten neuen Instrumente und Apparate« gegebene Auseinandersetzung verweisen.

**210 Bestimmung der horizontalen Intensität.** Die Methode, welche man anzuwenden hat, um die horizontale Intensität nach absolutem Maße zu bestimmen, ist bereits im Lehrbuch der Physik besprochen worden. An seinem magnetischen Theodolit hat nun Lamont diejenigen Vorrichtungen angebracht, welche zu einer solchen Bestimmung der Intensität nothwendig sind.

Die Bestimmung der Intensität nach absolutem Maß erfordert zwei ge-

Fig. 274.

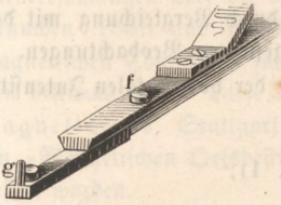


sonderte Beobachtungen, nämlich 1) die Beobachtung der Ablenkung, welche ein Magnetstab an einer Declinationsnadel bewirkt, und 2) die Beobachtung der Schwingungen, welche das Ablenkungsstäbchen unter dem Einfluß des Erdmagnetismus macht.

Für die Ablenkungsversuche wird an dem magnetischen Theodolit eine Ablenkungsschiene *PP* aufgesetzt, wie man es Fig. 274 sieht, und nachdem das Instrument so eingestellt worden ist, daß die Axe des Fernrohrs normal steht auf der Ebene des Magnetspiegels, und man für

diese Stellung den Nonius abgelesen hat, wird nun der Ablenkungsmagnet an dem einen Ende der Schiene aufgelegt. — Damit er immer genau auf dieselbe Stelle kommt, ist auf der Schiene, wie man Fig. 275 sieht, welche das eine Ende der Schiene in größerem Maßstabe darstellt, ein Knopf *f* und am Ende derselben eine kleine Feder *g* befestigt, welche genau in zwei Löcher des Magnetstäbchens passen.

Fig. 275.



Had man die dieser Stellung des Magneten entsprechende Ablenkung abgelesen, so wird der Ablenkungsmagnet so umgelegt, daß sein Nordpol dahin kommt, wo eben sein Südpol lag, und umgekehrt, und abermals die nun nach entgegengesetzter Seite gerichtete Ablenkung abgelesen. Ist dies geschehen, so wird der Ablenkungsmagnet auf das entgegengesetzte Ende der Ablenkungsschiene gebracht

beiden Stellungen des Ablenkungsmagneten ebenfalls die entsprechende Ablenkung abgelesen. So erhält man für die beiden das Mittel genommen wird.

Die Gesammtlänge der Ablenkungsschiene beträgt 34 Centimeter. Um die Schwingungsverlenkungsmagnet mittelst eines einem messingenen Säulchen *s*, den Magneten vor störenden wird das Messingsäulchen in welches oben mit einer Glasfigur zeigt die ganze Vorrichtung in  $\frac{1}{2}$  der natürlichen der Mitte durchgeschnitten. Die Um den Rand dieser Deffnung

Fig. 276.



Ungedrehten Seidensfadens an Fig. 276, aufgehängt. Um

Luftströmungen zu schützen, ein Holzkästchen *kk* eingefest, platte zugedeckt wird. Unsere tzung in  $\frac{1}{2}$  der natürlichen der Mitte durchgeschnitten. Die durchbohrt, so daß das Messstragende Faden hindurchgeht. ist ein Schraubengewinde auf=

gekittet, auf welches die Messinghülse  $h$  aufgeschraubt wird, durch welche auch der Seidenfaden vor störendem Luftzug geschützt ist.

Eine Combination der Ablenkungs- und Schwingungsversuche zur Berechnung der Intensität nach absolutem Maß wandte jedoch Lamont auf Reisen nie an, sondern er machte entweder nur Ablenkungs- oder nur Schwingungsbeobachtungen und berechnete die Intensität durch Vergleichung mit den entsprechenden in dem Münchner Observatorium angestellten Beobachtungen.

Sind  $T$  und  $v$  die zusammengehörigen Werthe der horizontalen Intensität und der Ablenkung, so haben wir

$$\frac{M}{T} = r^3 \operatorname{tang.} v \dots 1),$$

wenn  $M$  die Stärke des Stabmagnetismus bezeichnet. Für einen anderen Ort, dessen horizontale Intensität  $T'$  ist, sei die entsprechende durch dasselbe Magnetstäbchen an demselben Instrument bewirkte Ablenkung  $v'$ , so ist

$$\frac{M}{T'} = r^3 \operatorname{tang.} v' \dots 2),$$

und wenn man die Gleichung 2) in die Gleichung 1) dividirt,

$$\frac{T'}{T} = \frac{\operatorname{tang.} v}{\operatorname{tang.} v'}$$

oder

$$T' = T \frac{\operatorname{tang.} v}{\operatorname{tang.} v'};$$

kennt man also  $T$ ,  $v$  und  $v'$ , so kann man nach dieser Formel  $T'$  berechnen.

So fand man z. B. die zusammengehörigen Werthe von  $T$  und  $v$  im Jahre 1850 zu München gleich 1,952 und  $49^\circ 50'$ . Mit demselben Reise-theodolit und demselben Magnetstäbchen ergab sich zu Aschaffenburg eine Ablenkung von  $51^\circ 50'$ , die horizontale Intensität  $T'$  für Aschaffenburg ist demnach

$$T' = 1,952 \cdot \frac{\operatorname{tang.} 49^\circ 50'}{\operatorname{tang.} 51^\circ 50'} = 1,859.$$

Für die genaue Berechnung der horizontalen Intensität sind nun gleichfalls Correctionen wegen der Temperatur u. s. w. nöthig, welche hier nicht weiter besprochen werden können.

**211 Die magnetischen Constanten verschiedener Orte.** In neuerer Zeit sind nicht allein zahlreiche magnetische Observatorien errichtet, sondern es sind auch durch magnetische Expeditionen die magnetischen Constanten an den verschiedensten Orten der Erde bestimmt worden. In Deutschland ist namentlich Lamont seit 1849 rastlos bemüht, die magnetischen Constanten verschiedener Orte zu ermitteln, und hat die Resultate magnetischer Excursionen in einem eigenen Werke: »Magnetische Ortsbestimmungen, ausgeführt an verschiedenen Punkten des Königreichs Baiern und an einigen anderen Stationen. München 1854,« publicirt.

In den Jahren 1856 und 1857 unternahm Lamont eine magnetische Expedition nach Frankreich und Spanien; im Jahre 1858 aber eine solche nach dem nördlichen Deutschland, Belgien, Holland und Dänemark. Den Bericht über diese Reisen und die Resultate derselben hat er in seinen »Untersuchungen über die Richtung und Stärke des Erdmagnetismus u. s. w., München 1858 und 1859« niedergelegt. Die folgende Tabelle enthält die magnetischen Constanten für eine Reihe von Orten, für welche sie am genauesten bestimmt sind. Diese Tabelle ist Lamont's »Astronomie und Erdmagnetismus, Stuttgart 1851,« entnommen, nur sind nach den oben citirten »Magnetischen Ortsbestimmungen« neuere Bestimmungen für ältere Zahlen gesetzt worden.

Namen des Ortes.	Jahr.	Declination.	Inclination.	Horizontale Intensität.
------------------	-------	--------------	--------------	----------------------------

## I. Deutschland und dazu gehörige Länder.

Ashaffenburg . . . . .	1850	17° 28,6'	66° 43,4'	1,855
Augsburg . . . . .	1850	16 15,0	65 14,9	1,937
Berlin . . . . .	1845	16 32,0	67 35,0	1,780
Bregenz . . . . .	1845	17 20,0	64 56,0	1,950
Carlsruhe . . . . .	1850	17 30,3	66 8,4	1,891
Darmstadt . . . . .	1850	17 9,9	66 59,4	1,820
Freiburg . . . . .	1850	17 39,3	65 28,4	1,934
Göttingen . . . . .	1845	17 43,0	67 32,0	1,785
Hermannstadt . . . . .	1845	10 6,0	61 21,0	2,171
Krakau . . . . .	1845	12 15,0	65 27,0	1,931
Leipzig . . . . .	1850	15 43,8	67 5,0	1,831
Mailand . . . . .	1845	17 0,0	63 13,0	2,037
Marburg . . . . .	1850	17 40,4	67 17,8	1,824
München . . . . .	1850	16 13,6	65 24,9	1,925
Nürnberg . . . . .	1850	16 19,5	65 54,8	1,902
Ofen . . . . .	1845	12 52,0	63 20,0	2,036
Prag . . . . .	1850	14 38,3	66 52,0	1,892
Speyer . . . . .	1850	17 35,6	66 20,8	1,881
Venedig . . . . .	1845	14 4,0	64 22,0	2,036
Wien . . . . .	1850	13 33,5	64 22,0	1,995

## II. Großbritannien, Frankreich, Belgien, Holland.

Brüssel . . . . .	1850	20° 40,7'	67° 54,8'	1,771
Dublin . . . . .	1845	27 0,0	69 41	1,689
Greenwich . . . . .	1850	22 29,5	68 48,0	1,739
Leiden . . . . .	1845	20 52,0		1,723
Paris . . . . .	1850	20 35,8	66 42,2	1,858

Namen des Ortes.	Jahr.	Declination.	Inclination.	Horizontale Intensität.
------------------	-------	--------------	--------------	----------------------------

## III. Rußland und die skandinavischen Länder.

Barnaul . . . . .	1842	— 8° 25'	70° 7'	2,051
Catharinenburg . . . . .	1842	— 6 39	69 53	1,838
Christiania . . . . .	—	+ 19 50	72 7	1,547
Sakusf . . . . .	—	+ 5 50	74 18	1,571
Srkusf . . . . .	—	— 1 38	68 14	2,134
Kasan . . . . .	1842	— 3 24	68 22	1,877
Moskau . . . . .	—	+ 3 2	68 57	1,762
Nertschinsk . . . . .	1842	+ 3 44	67 8	2,206
Petersburg . . . . .	1842	+ 6 21	71 0	1,658
Reikjavig . . . . .	—	+ 43 14	77 0	....
Spizbergen . . . . .	—	+ 25 12	81 11	0,836
Tiflis . . . . .	1845	+ 1 52		2,554

## IV. Südeuropa.

Gibraltar . . . . .	1840	21° 40'	59° 40'	2,289
Palermo . . . . .	1835	16 3	57 16	2,435

## V. Afrika.

Algier . . . . .	1842	18° 35'	+ 57° 21'	2,373
Cap der guten Hoffnung .	1842	29 13	— 53 20	2,115
St. Helena . . . . .	1842	23 32	— 21 52	2,734
Port Louis (Mauritius) .	1845	9 44	— 53 56	2,377

## VI. Südasiatifche Länder.

Bombay . . . . .	1845	. . . . .	+ 18° 12'	3,631
Macao . . . . .	1841	— 0 35	+ 30 1	3,428
Madras . . . . .	1837	. . . . .	+ 6 52	3,577
Manilla . . . . .	1840	— 0 18	+ 16 27	3,709
Peking . . . . .		+ 1 48	+ 54 49	2,925
Singapore . . . . .	1841	— 1 39	— 12 1	3,671

Namen des Ortes.	Jahr.	Declination.	Inclination.	Horizontale Intensität.
VII. Nordamerika.				
Acapulco . . . . .	1838	— 8° 23'	+ 37° 57'	3,672
Albany . . . . .	1840	+ 6 58	74 48	1,658
Buffalo = See . . . . .	1837	+ 1 25	74 38	. . .
Cambridge . . . . .	1840	+ 9 12	74 19	. . .
Cincinnati . . . . .	1840	— 4 46	70 27	2,095
Fort Vancouver . . . . .	1839	— 19 22	69 22	2,040
Hubson . . . . .	1840	— 1 52	72 48	. . .
Mont-Real . . . . .	1835	+ 9 50	77 9	1,389
New-York . . . . .	1840	+ 5 34	72 39	. . .
Port Etches . . . . .	1837	— 31 38	76 3	. . .
Santa Barbara . . . . .	1839	— 13 28	58 54	. . .
San Francisco . . . . .	1838	— 15 20	62 0	2,526
Sitka . . . . .	1845	— 28 53	75 51	1,466
St. Louis . . . . .	1835	— 8 49	69 28	. . .
Washington . . . . .	1842	+ 1 24	71 14	2,007

## VIII. Südamerika.

Bahia . . . . .	—	+ 4° 18'	+ 5° 24'	3,036
Callao . . . . .	1838	— 10 44	— 6 14	3,403
Chiloe . . . . .	—	— 18 0	— 49 26	2,975
Galapagos = Insel . . . . .	1839	— 9 30	+ 9 29	. . .
Monte-Video . . . . .	—	— 12 0	— 35 40	3,009
Panama . . . . .	1837	— 7 2	+ 31 52	3,575
Pernambuco . . . . .	—	+ 5 54	+ 13 13	. . .
Rio = Janeiro . . . . .	—	— 2 8	— 13 30	. . .
Balparaiso . . . . .	—	— 15 18	— 39 7	. . .

## IX. Australien.

Auckland = Insel . . . . .	1841	— 15° 29'	— 73° 10'	1,893
Bai of Island (Neu-Seeland)	1842	— 13 36	— 59 32	. . .
Hobartown . . . . .	1846	— 9 55	— 70 36	2,070
King George's Sound . . . . .	1845	— 5 33	— 65 4	. . .
Point Venus (Otaheiti) . . . . .	1840	— 6 30	— 30 18	3,417
Port Louis (Falklands Inseln)	1842	— 17 36	— 52 26	. . .
Sydney . . . . .	1842	— 9 51	— 62 49	2,712

In dieser Tabelle bezeichnet — eine östliche Declination und eine südliche Inclination, das Zeichen + dagegen oder kein Vorzeichen westliche Declination und nördliche Inclination.

212 **Magnetische Curven.** So wie durch die Isothermen die Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche anschaulich gemacht wird, so lassen sich auch die magnetischen Verhältnisse durch entsprechende Curvensysteme darstellen. Die Wirkung, welche der Erdmagnetismus an irgend einem Orte der Erde ausübt, ist durch Declination, Inclination und Intensität bestimmt, und dem entsprechend hat man auf Karten drei verschiedene Systeme magnetischer Curven aufgetragen, welche man die isogonischen, die isoklinischen und die isodynamischen genannt hat.

Die isogonischen Linien sind diejenigen, für welche in allen Punkten die Declination dieselbe ist; solche Karten, in welche man die isogonischen Linien aufgetragen hat, nennt man Declinationskarten. Die erste Karte der Art hatte Halley im Jahre 1700 construirt. Da die Elemente des Erdmagnetismus fortwährend sich ändern, so kann eine solche Karte den Lauf der isogonischen Linien nur für eine bestimmte Zeit angeben; in der That weicht die von Hansteen für das Jahr 1780 entworfene Declinationskarte schon sehr bedeutend von der Halley'schen ab, und jetzt ist natürlich der Lauf der isogonischen Linien nicht mehr derselbe, wie er im Jahre 1780 war. Die neuesten Declinationskarten sind von Adolph Ermann und Barlow entworfen. Ermann hat die isogonischen Linien nach den in den Jahren 1827 bis 1830 beobachteten Werthen der Declination construirt; Barlow's Karte ist für das Jahr 1833 entworfen.

Die Karten Fig. 277, 278 und 279 (a. f. S.) stellen die isogonischen Linien dar, wie sich ihr Lauf aus den nach der Gauß'schen Theorie des Erdmagnetismus, von der alsbald die Rede sein wird, berechneten Werthen der Declination ergibt, und zwar für den Erdgürtel zwischen dem 80. Grade nördlicher und dem 60. Grade südlicher Breite in Aequatorial-Projection, für die Umgebungen der Pole aber, in Polarprojection dargestellt, wie dies auch bei den folgenden Inclinations- und Intensitätskarten der Fall ist.

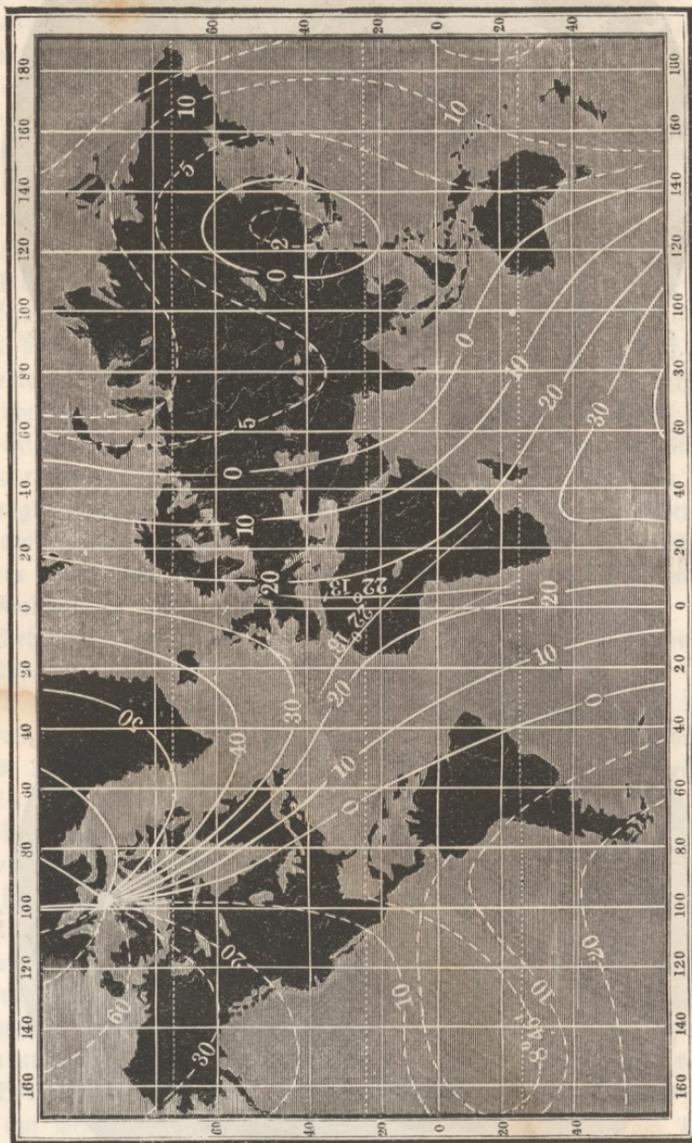
Eine Linie ohne Abweichung, d. h. eine solche Linie, auf welcher überall die Richtung der horizontalen Magnetnadeln mit der Richtung des astronomischen Meridians zusammenfällt, schneidet die östliche Spitze von Südamerika ab, läuft östlich von Westindien durch den atlantischen Ocean, um in der Gegend von Philadelphia in den Continent von Nordamerika einzutreten und durch die Hudsonsbai hindurch zu laufen; dann passirt diese Linie ohne Abweichung den magnetischen und den astronomischen Nordpol der Erde, tritt östlich vom weißen Meere in den Continent der alten Welt ein, geht durch das caspische Meer, schneidet die Ostspitze von Arabien ab, wendet sich dann nach Neuhollland, um endlich durch den magnetischen und astronomischen Südpol der Erde in sich selbst zurückzulaufen.

In der Karte Fig. 277 erscheinen zwei Stücke dieser Linie getrennt von einander; die Verbindungsstücke dieser beiden Theile kann man auf den Karten Fig. 278 und 279 verfolgen.

Diese Linie ohne Abweichung, welche um die ganze Erde herumläuft, theilt die Erdoberfläche in zwei Theile; auf der einen Hälfte, nämlich auf dem atlanti-

schen Ocean, in Europa und Afrika, ist die Abweichung der Magnetnadel überall eine westliche; auf der anderen Hälfte ist die Abweichung östlich, mit Ausnahme einer kleinen Strecke im östlichen Asien und dem angränzenden Meere, denn hier findet sich eine zweite in sich selbst zurücklaufende Linie, für welche

Fig. 277.



die Abweichung Null ist, und auf dem durch diese Curve eingeschlossenen Raume ist die Abweichung wieder westlich.

In unseren Karten sind alle Curven östlicher Abweichung punktiert; die

Fig. 278.

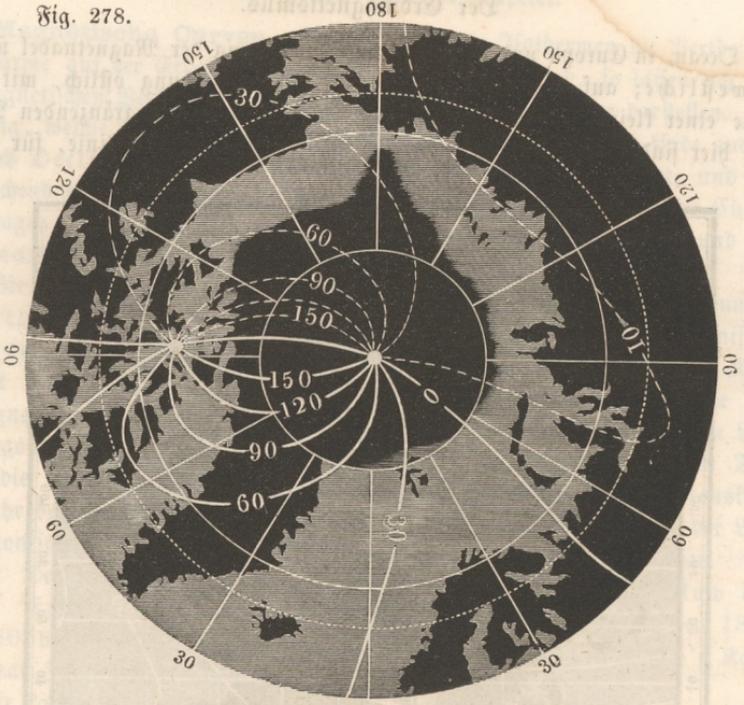
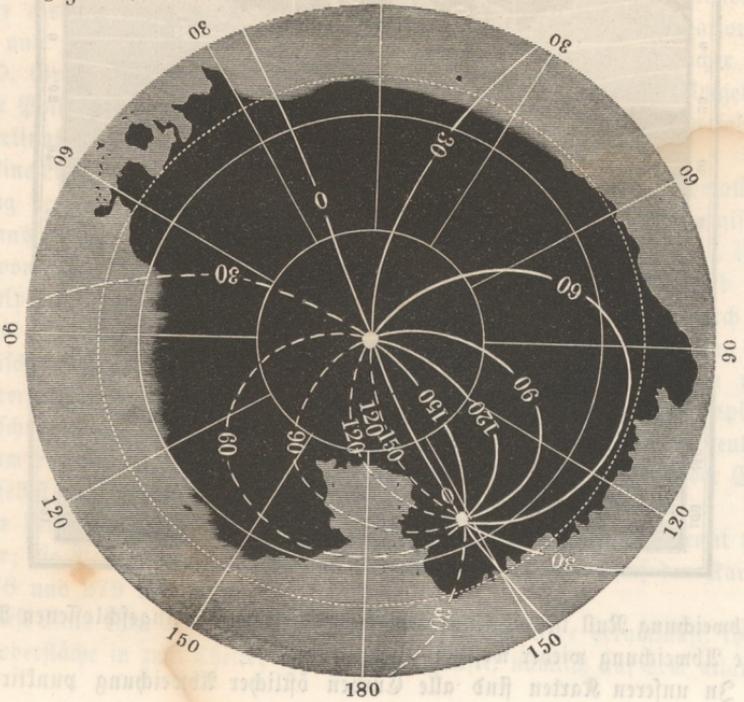


Fig. 279.



Größe der Declination, welche einer jeden Curve entspricht, ist stets beigeschrieben.

In der Nähe der Pole bilden die isogonischen Linien ein ziemlich complicirtes System, indem sie in zwei Punkten, nämlich in dem magnetischen und in dem astronomischen Pole, zusammenlaufen; dies rührt jedoch nicht daher, daß die magnetischen Erscheinungen in jenen Gegenden so complicirt sind, sondern nur daher, daß bei der Bestimmung der Declination ein dem Magnetismus selbst eigentlich ganz fremdes Element, nämlich die Richtung des astronomischen Meridians, in Betrachtung zu ziehen ist; durch diese Einmischung geht die Einfachheit verloren. Der magnetische Pol, in welchem alle isogonischen Linien zusammenlaufen, ist allerdings ein magnetisch ausgezeichnete Punkt; denn denken wir uns ganz in der Nähe dieses Pols um denselben einen Kreis gezogen, so wird für alle Punkte dieses Kreises die horizontale Magnetnadel nach diesem Pole hin gerichtet sein; der Nordpol und der Südpol der Erde sind aber durchaus keine magnetisch ausgezeichneten Punkte, obgleich die isogonischen Linien sich in diesen Polen schneiden; sehen wir nun, woher dies kommt. Auf dem Nordpole selbst fällt die Richtung der horizontalen Magnetnadel sehr nahe mit der Richtung des 60. Längengrades zusammen; in der Nähe dieses Pols rings um denselben herum wird nun die Magnetnadel fast ganz dieselbe Richtung haben, rings um den Pol herumgehend wird man aber deshalb der Reihe nach alle möglichen Werthe der Declination finden, weil alle Mittagslinien nach dem Pole convergiren; eine und dieselbe Richtung der Magnetnadel macht also verschiedene Winkel mit den von allen Seiten her nach dem Pole zusammenlaufenden Meridianen.

Ähnliche Verwickelungen werden wir bei den folgenden Karten nicht wiederfinden.

Diese scheinbare Verwickelung verschwindet auch, wenn man zur Darstellung der Declinationsverhältnisse der Erdoberfläche ein anderes Curvensystem wählt, wie es Duperrey bei der Construction seiner magnetischen Meridiane und Parallelen gethan hat.

Denken wir uns, daß man von irgend einem Orte ausgehend in der Richtung reiste, nach welcher das Nordende der Magnetnadel hinweist, und daß man dann stets der Richtung der Declinationsnadel folgt, so wird der Weg, den man zurücklegt, ein magnetischer Erdmeridian sein. Von Brüssel ausgehend, würde man auf diese Weise östlich von England, Schottland und Island vorbeikommen und durch Grönland nach Boothia Felix gelangen. Von St. Helena ausgehend käme man auf diese Weise nach dem grünen Vorgebirge, über die canarischen Inseln und die Azoren an der Südspitze von Grönland vorbei, endlich ebenfalls, nach Boothia Felix, wie man dies leicht auf der Karte Tab. XXIV. verfolgen kann, auf welche eine Reihe von magnetischen Erdmeridianen nach Duperrey aufgetragen sind, dessen Karten die magnetischen Meridiane für 1836 darstellen.

Tab. XXV. enthält die magnetischen Meridiane für die Umgebungen des Nordpols, Tab. XXVI. für die Umgebungen des Südpols.

In diese Karten sind außerdem noch die Linien ohne Ablenkung nach den Gauß-Weber'schen Karten eingetragen, und diejenigen Gegenden blau angelegt, an welchen die Declination eine westliche ist.

Die magnetischen Meridiane geben unmittelbar die Richtung der Declinationsnadel für diejenigen Orte an, durch welche sie laufen. So sehen wir aus dem Laufe der entsprechenden Curve, daß zu Brüssel die Declination eine westliche ist, daß ungefähr unter dem 76. Grade nördlicher Breite an den Westküsten von Grönland die Nadel gerade nach Westen zeigt, und daß in Port Bowen dasselbe Ende der Declinationsnadel, welches wir das Nordende nennen, nach Südwesten, daß es auf der Melville-Insel nach Südosten gerichtet ist.

Alle magnetischen Erdmeridiane laufen in dem magnetischen Nordpole, und dann wieder in dem magnetischen Südpole der Erde zusammen.

Solche Curven, welche das System der magnetischen Meridiane stets rechtwinklig durchschneiden, nennt Duperrey magnetische Parallele. In unseren Karten finden sich auch einige derselben eingetragen.

Die Linien ohne Abweichung laufen natürlich durch die nördlichen und durch die südlichen Wendepunkte der magnetischen Parallele, und durch die östlichen und westlichen Wendepunkte der magnetischen Meridiane.

Die Karten Fig. 280, 281 und 282 (a. f. S.) stellen den Lauf der isoklinischen Linien dar. Die isoklinischen Linien verändern sich im Laufe der Zeit wie die isogonischen. Die erste Inclinationskarte wurde im Jahre 1780 von Hansteen construirt; der jetzige Lauf der isoklinischen Linien weicht schon bedeutend von der damaligen Lage dieser Linien ab.

Die Linie auf der Erdoberfläche, für welche die Inclination gleich 0 ist, auf welcher also die Inclinationsnadel wagerecht steht, ist der magnetische Aequator. Nördlich vom magnetischen Aequator ist das Nordende, südlich von demselben ist das Südende der Inclinationsnadel nach unten gerichtet.

Die magnetischen Pole der Erde sind diejenigen Stellen der Erdoberfläche, auf welchen die Inclinationsnadel vertical steht, wo also der horizontale Antheil der magnetischen Erdkraft ganz verschwindet. Solcher magnetischen Pole giebt es zwei auf der Erdoberfläche, nämlich einen nördlichen und einen südlichen. Nach der Gauß'schen Theorie liegt der nördliche magnetische Pol  $3^{\circ} 30'$  nördlich von dem Orte, wo ihn der Capitain Ross fand; beim südlichen magnetischen Pole wird man, wie Gauß bemerkt, wohl noch eine bedeutend größere Verschiebung zu erwarten haben.

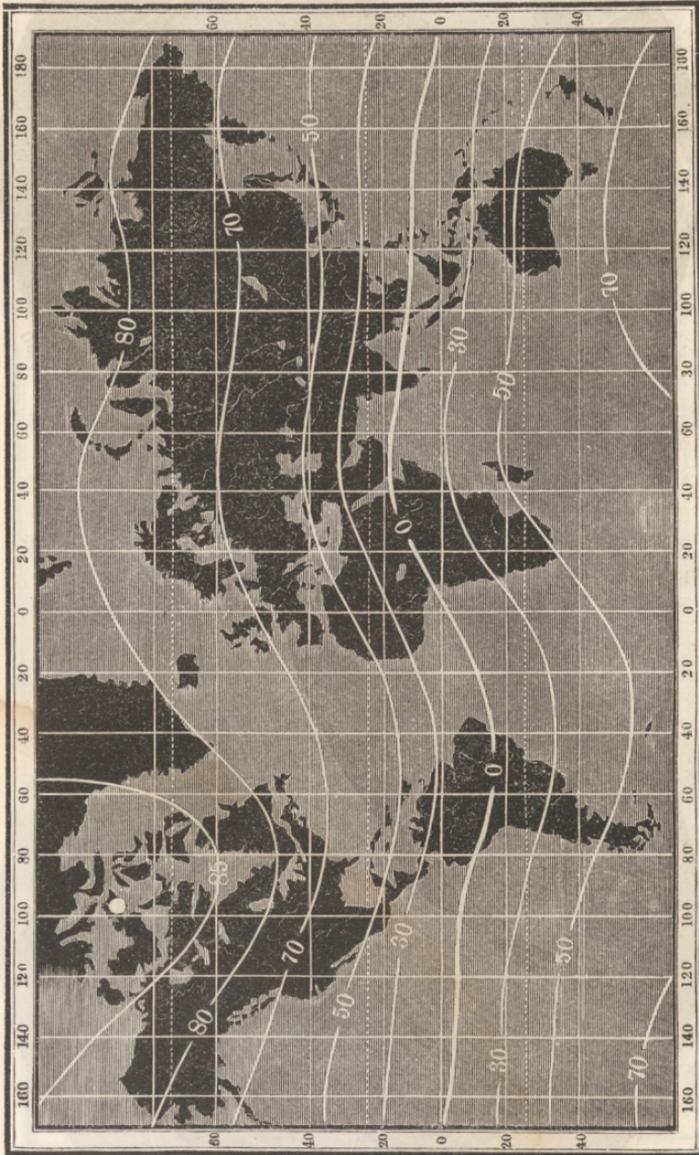
Man kann sich über diese Differenzen zwischen der Rechnung und der Beobachtung nicht wundern, wenn man bedenkt, daß die Data, welche Gauß zur Ausführung seiner Theorie zu Grunde legen konnte, selbst mehr oder weniger ungenau sind, daß die Angaben verschiedener Beobachter für einen und denselben Ort oft zu bedeutend differiren, als daß man annehmen könnte, diese Unterschiede seien den Veränderungen der erdmagnetischen Kraft im Laufe der wenigen Jahre zuzuschreiben, welche zwischen den Beobachtungszeiten beider liegen.

Die Größe der entsprechenden Inclination ist jeder Curve unserer Figuren beigeschrieben. Die magnetischen Pole sind in Fig. 280 und 282 durch stärkere

weiße Punkte bezeichnet; es sind dies dieselben Punkte, in welchen die Declinationscurven in Fig. 278 und 279 zusammenlaufen.

Die beiden magnetischen Pole der Erde liegen einander nicht diametral gegenüber, d. h. eine die beiden Pole verbindende gerade Linie geht nicht durch

Fig. 280.



den Mittelpunkt der Erde, sondern diese Linie bildet eine Sehne, welche von dem durch die beiden astronomischen Pole gelegten größten Kreise einen Bogen von  $161^{\circ} 13'$  abschneidet.

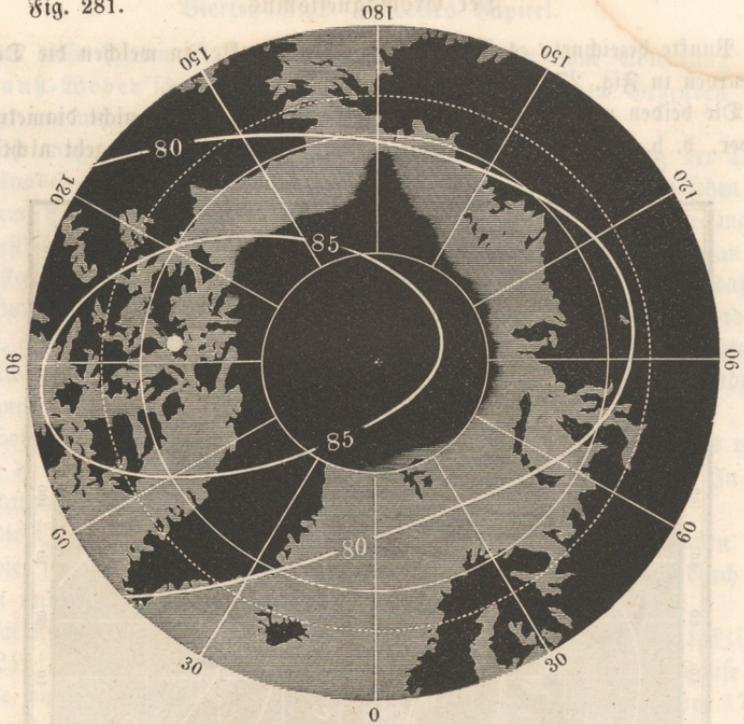
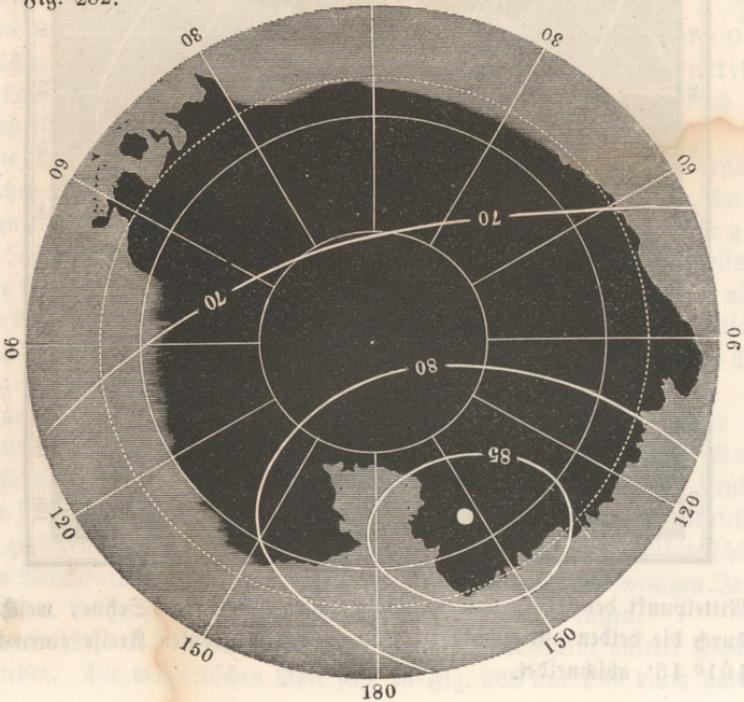
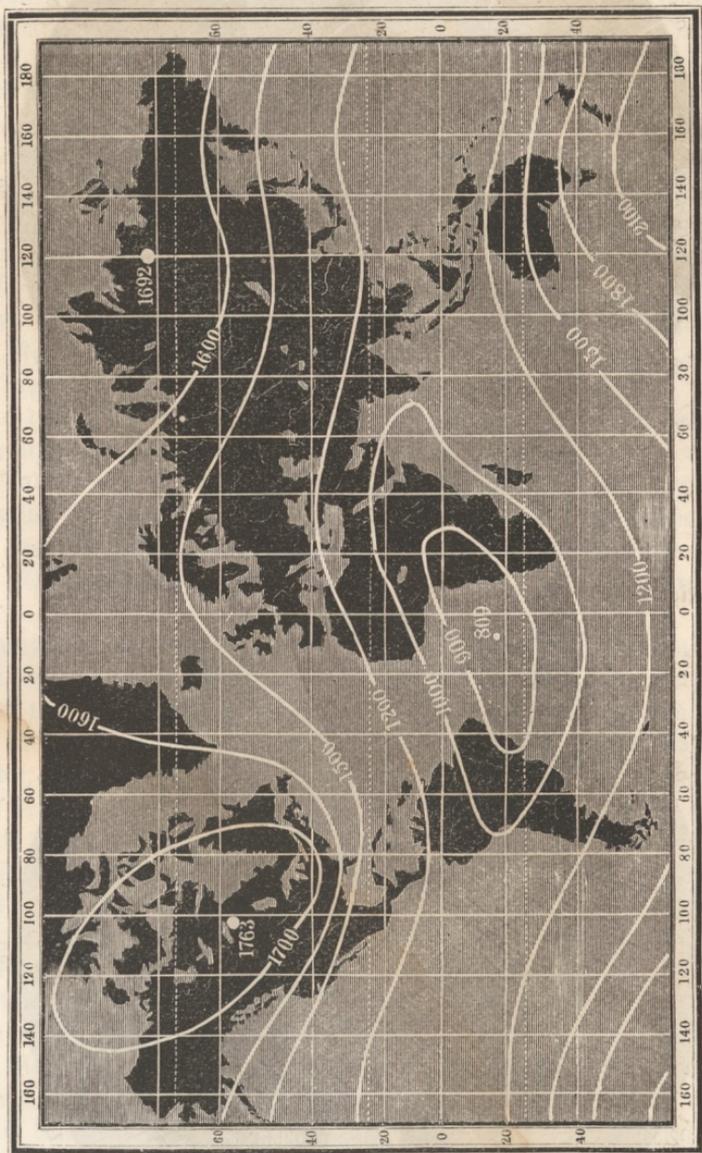


Fig. 282.



In den Karten Fig. 283, 284 und 285 sind die isodynamischen Linien nach den berechneten Werthen der ganzen Intensität aufgetragen. Man sieht, daß es auf der nördlichen Halbkugel zwei Orte giebt, an welchen die Intensität ein Maximum, d. h. größer ist als in allen rund herum gelegenen Orten;

Fig. 283.



ein solches Maximum der Intensität findet sich in Nordamerika etwas westlich von der Hudsonsbaai, Fig. 283, ein zweites im nördlichen Asien, Fig. 284. Dieser Umstand hat einige Gelehrte veranlaßt, die Existenz von zwei magne-



tischen Polen auf der nördlichen Halbkugel anzunehmen; um zu entscheiden, ob dies wirklich der Fall ist, muß man vor allen Dingen feststellen, was man unter einem magnetischen Pole der Erde versteht. Gewöhnlich nennt man, wie wir es auch gethan haben, diejenigen Orte der Erdoberfläche magnetische Pole, an welchen der horizontale Theil der Erdkraft verschwindet; man könnte aber unter einem magnetischen Pole auch eine solche Stelle verstehen, für welche die Intensität des Magnetismus ein Maximum ist. Diese beiden Begriffe sind aber nun durchaus nicht identisch, es kann an einem Orte die horizontale Componente des Erdmagnetismus verschwinden, die Inclinationsnadel kann sich vertical stellen, ohne daß deshalb hier auch ein Maximum der Intensität zu finden ist; umgekehrt kann an einem Orte die Intensität des Erdmagnetismus sehr wohl ein Maximum sein, ohne daß sich die Inclinationsnadel vertical stellt.

Nimmt man das Wort Pol im gewöhnlichen Sinne, so giebt es nur einen magnetischen Nordpol. An diesem Pole ist die Intensität des Erdmagnetismus kein Maximum; an den beiden Orten aber, für welche die Intensität ein Maximum ist, stellt sich die Inclinationsnadel nicht vertical, diese Orte sind also nach unserer Begriffsbestimmung keine magnetischen Pole.

Die den isodynamischen Linien beige-schriebenen Zahlen geben den Werth der Intensität nicht nach dem schon im ersten Theile besprochenen absoluten Maße, sondern nach der bisher üblichen willkürlichen Einheit an, nach welcher die Intensität für London 1,372 ist; nur sind diese Zahlen, um Brüche zu vermeiden, noch mit 1000 multiplicirt. Um die Zahlen unserer Karte auf das absolute Maß zu reduciren, sind sie nur mit 0,0034941 zu multipliciren.

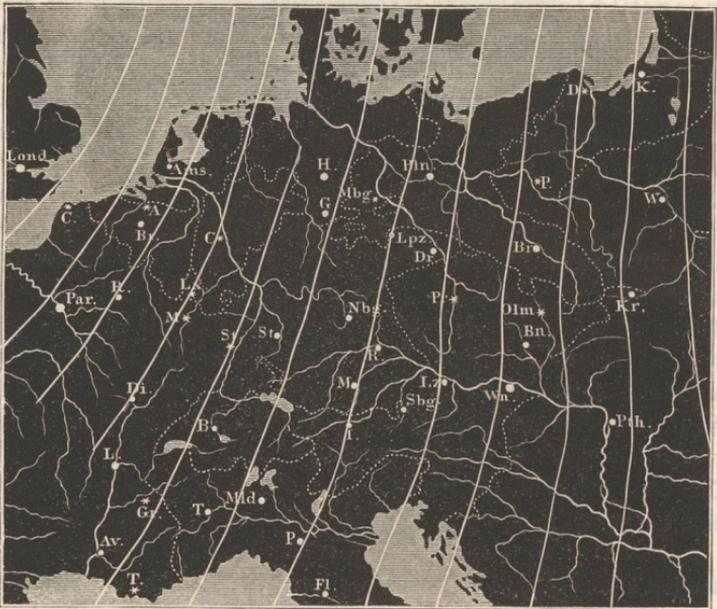
**Lamont's magnetische Karten.** Die eben besprochenen Karten **213** stellen den magnetischen Zustand der Erde um das Jahr 1830 dar; jetzt, also mehr als zwanzig Jahre später, hat sich der Lauf der magnetischen Curven schon merklich geändert, und zwar ist diese Aenderung für die Declination am merklichsten, denn sie ist in Deutschland gegenwärtig gegen  $4^{\circ}$  kleiner als nach den eben besprochenen Karten.

Seit Gauß und Weber ihren Atlas des Erdmagnetismus veröffentlicht haben, sind keine neueren magnetischen Erdkarten erschienen. Dagegen hat Lamont auf neuere genaue Bestimmungen gegründete Declinations-, Inclinations- und Intensitätskarten von Deutschland, auf seine eigenen zahlreichen Messungen basirte magnetische Karten von Baiern und dem südwestlichen Deutschland, publicirt (Magnetische Karten von Deutschland und Baiern von Lamont, München 1854).

In Fig. 286 (a. f. S.) ist die Lamont'sche Declinationskarte von Deutschland in kleinerem Maßstabe wiedergegeben. Die durch München gehende, oben und unten mit 0 bezeichnete Curve verbindet alle Orte, welche mit München gleiche Declination haben. Die nach Westen hin zunächst liegende mit  $+1^{\circ}$  bezeichnete geht über diejenigen Orte, deren westliche Declination um  $1^{\circ}$  größer ist als die Declination von München; ebenso entsprechen die mit  $+2^{\circ}$ ,  $+3^{\circ}$  u. s. w. bezeichneten Curven einer um 2 Grad, 3 Grad größeren u. s. w., und

Fig. 286.

+6°+5°+4°+3°+2°+1° 0 -1°-2°-3°-4°-5°



+2° +1° 0 -1° -2° -3° -4°

Fig. 287.



die mit  $-10$ , mit  $-20$ ,  $-30$  u. s. w. bezeichneten einer um 1, 2 und 3 Grad geringeren Declination.

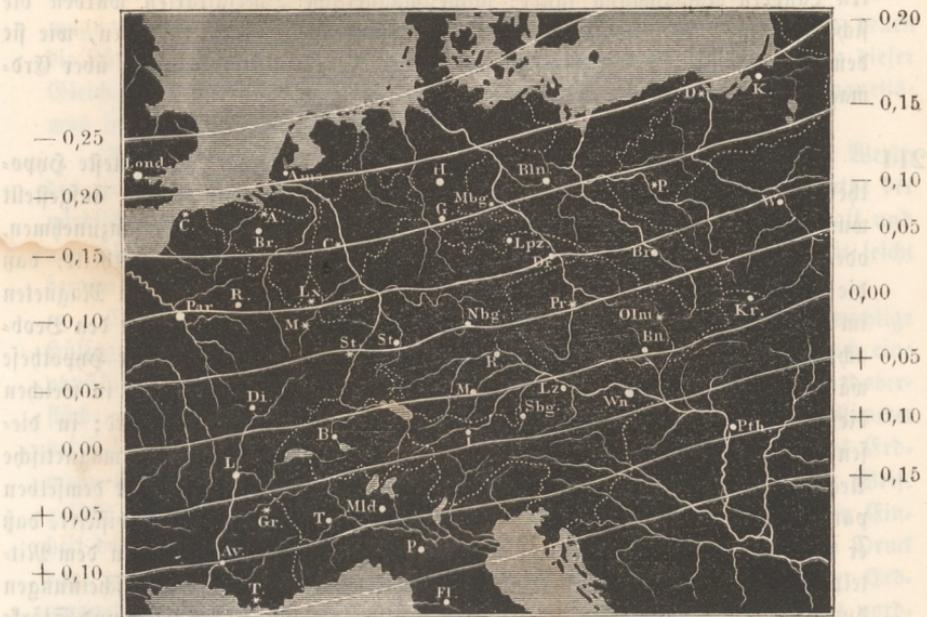
Im Jahre 1852 betrug die Declination für München  $15^{\circ} 40'$ . Für dasselbe Jahr beträgt also die Declination für Luxemburg  $18^{\circ} 40'$ . Für Wien ist der Karte zufolge die Declination ungefähr  $2^{\circ} 20'$  kleiner als zu München, sie ist also für Wien im Jahre 1852 gleich  $13^{\circ} 20'$  u. s. w.

Ähnlich ist die Einrichtung der Karte Fig. 287, welche die isoklinischen Linien enthält. Für die mit  $+10$ ,  $+20$ ,  $+30$  bezeichneten Curven dieser Karte ist die Inclination um 1, 2,  $30$  größer, für die mit  $-10$ ,  $-20$ ,  $-30$  bezeichneten aber ist sie um 1, 2, 3 Grad kleiner als die Inclination zu München, welche im Jahre 1852  $64^{\circ} 54'$  betrug.

Dieser Karte zufolge ist also die Inclination für 1852 zu Stralsund ungefähr  $68^{\circ} 54'$ . Für Breslau ist sie nahe  $1\frac{1}{2}$  Grad größer, für Mailand ist sie etwas mehr als  $1\frac{1}{2}$  Grad kleiner als für München.

Die dritte Karte endlich, Fig. 288, enthält die Curven gleicher horizontaler Intensität. Die durch München gehende Curve, ist auch hier mit 0 bezeichnet;

Fig 288.



zeichnet; auf den übrigen Curven ist die nach absolutem Maß gemessene horizontale Intensität um den am Rande angegebenen Werth größer oder kleiner als zu München. Die horizontale Intensität ist also zu Paris, Frankfurt und Warschau um 0,10, zu Triest ist sie um 0,125 größer als zu München, wo sie im Jahre 1852 den Werth 1,9508 hatte.

Ganz ähnlich ist nun auch die Einrichtung der von Lamont bearbeiteten magnetischen Karten von Baiern und dem südwestlichen Deutschland, jedoch beträgt die Declinationsdifferenz je zweier auf einander folgenden Declinationscurven  $10'$ . Ebenso entsprechen die Intervalle der Inclinationskarte von Baiern einer Inclinationsänderung von 10 Minuten. Auf den Intensitätskarten von Baiern entspricht der Intervall je zweier auf einander folgender Curven einer Aenderung der absolut horizontalen Intensität von 0,01.

Bei einem solchen Maßstab treten dann auch locale Störungen deutlich hervor. Während z. B. im Durchschnitt der Abstand je zweier benachbarter Declinationscurven ungefähr 4 Meilen beträgt, rücken etwas westlich von Karlsruhe die Curven  $+1^{\circ}50'$  und  $+2^{\circ}$  bis auf 1 Meile zusammen; dagegen rücken die Declinationscurven  $+1^{\circ}30'$  und  $1^{\circ}40'$  bei Darmstadt, welches zwischen denselben liegt, bis auf 8 Meilen auseinander. Eine ähnliche Erweiterung zeigt sich zwischen Bamberg und Baireuth, und eine noch bedeutendere zwischen Salzburg und dem westlichen Ende des Chiemsees.

Die Inclinations- und Intensitätscurven zeigen die größten Unregelmäßigkeiten in der bairischen Pfalz, namentlich in der Nähe von Birmasenz.

Es wäre in der That sehr zu wünschen, daß Lamont's Beispiel in anderen Ländern Nachahmung fände; solche magnetische Specialkarten würden die sichersten Anhaltspunkte zur Construction magnetischer Erdkarten geben, wie sie denn überhaupt ein reichliches Material für fernere Untersuchungen über Erdmagnetismus bieten.

**214 Theorie des Erdmagnetismus.** Die einfachste und älteste Hypothese, welche zur Erklärung der Erscheinungen des Erdmagnetismus aufgestellt wurde, ist die, einen kleinen Magneten im Mittelpunkte der Erde anzunehmen, oder vielmehr anzunehmen, der Magnetismus sei in der Erde so vertheilt, daß die Gesamtwirkung nach außen der Wirkung eines fingirten kleinen Magneten im Mittelpunkte der Erde gleich sei. Daß eine solche Annahme sich mit den Beobachtungen nicht verträgt, sieht man auf den ersten Blick. Nach dieser Hypothese wären die magnetischen Pole diejenigen Punkte der Erdoberfläche, in welchen dieselbe von der verlängerten Axe des Centralmagneten getroffen wird; in diesen Polen müßte zugleich die Intensität ein Maximum sein; der magnetische Aequator wäre ein größter Kreis, und alle isoklinischen Linien mit demselben parallel u. s. w. Tobias Mayer hat diese Hypothese dadurch modificirt, daß er den fingirten Magneten um den 7ten Theil des Erdhalbmessers von dem Mittelpunkte der Erde entfernt annahm; Hansteen versuchte, die Erscheinungen durch die Annahme von zwei kleinen Magneten von ungleicher Lage und Stärke zu erklären. Alle diese Versuche gaben jedoch keine genügenden Resultate.

Gauß hat endlich einen anderen Weg eingeschlagen, indem er nicht, wie seine Vorgänger, von einer einfachen Hypothese über die magnetische Vertheilung in der Erde ausging und dann die Resultate dieser Hypothese mit der Erscheinung verglich, sondern er suchte gleich die Frage zu beantworten: wie muß dieser große Magnet beschaffen sein, um den Erscheinungen Genüge zu leisten?

Die Gauß'sche Theorie läßt sich ohne Hülfe höherer Rechnung nicht entwickeln, da es sich hier darum handelt, das Zusammenwirken aller magnetischen Kräfte, die keineswegs gleichförmig und regelmäßig vertheilt sind, in mathematischen Formen darzustellen; wir müssen uns also darauf beschränken, die Grundideen dieser Theorie anzudeuten.

Die Grundlage der Gauß'schen Theorie ist die Voraussetzung, daß die erdmagnetische Kraft die Gesamtwirkung der magnetisirten Theile des Erdbörpers ist. Das Magnetisirtsein stellt er sich als eine Scheidung der magnetischen Flüssigkeit in der Weise vor, wie wir dies im Lehrbuche der Physik, 5. Aufl. Bd. II., S. 6, entwickelt haben. Eine Vertauschung dieser Vorstellungsart mit der Ampère'schen würde in den Resultaten nichts ändern. Dies vorausgesetzt, wird die Gesamtheit aller magnetisirten Theile des Erdballs auf jeden Punkt im Raume eine bestimmte Wirkung ausüben, und diese Wirkung wird von einem Punkte des Raumes zum anderen sich ändern müssen. Wir haben hier nur diejenigen Punkte des Raumes zu betrachten, welche auf der Erdoberfläche liegen. Zunächst ist demnach klar, wie auch der freie Magnetismus im Inneren der Erde vertheilt sein mag, die Wirkung wird in verschiedenen Punkten der Erdoberfläche nicht dieselbe sein, sie wird von der geographischen Länge und Breite des Ortes abhängen, den man gerade betrachtet. Die Wirkungen des Erdmagnetismus müssen sich also durch Gleichungen ausdrücken lassen, in denen die Länge und die Breite die veränderlichen Größen sind; die Constanten dieser Gleichungen aber hängen von der Art und Weise ab, wie der freie Magnetismus in der Erde vertheilt ist.

Zunächst entwickelt Gauß auf diese Weise eine Gleichung für den Werth des magnetischen Potentials, einer Größe, aus welcher sich die Werthe der nördlichen, westlichen und verticalen Componente der erdmagnetischen Kraft und aus diesen dann wieder Declination, Inclination und totale Intensität leicht berechnen lassen.

Das magnetische Potential, welches also zunächst als eine wichtige Hülfsgröße für die Berechnung des Erdmagnetismus dient, hat aber auch eine physikalische Bedeutung. Denken wir uns an irgend einer Stelle der Erdoberfläche eine verticale Röhre angebracht, deren Querschnitt 1 Quadratmillimeter beträgt, und diese Röhre bis zu einer Höhe, in welcher die Wirkung des Erdmagnetismus unmerklich wird, mit nordmagnetischem Fluidum in der Weise gefüllt, daß jedes Cubikmillimeter 1 Maas (nach der bekannten absoluten Einheit des Fluidums) enthält, so stellt uns das magnetische Potential den Druck dar, welchen der Boden dieser Röhre dadurch auszuhalten hat, daß der Erdmagnetismus die in der Röhre enthaltene Flüssigkeit anzieht; da, wo das nordmagnetische Fluidum von dem Erdmagnetismus abgestoßen werden würde, hat man sich die Röhre in gleicher Weise mit süd magnetischem Fluidum gefüllt zu denken.

In den Karten Fig. 289, 290 und 291 (a. f. S.) sind die Linien gleicher Werthe des magnetischen Potentials dargestellt; die beige geschriebenen Zahlen beziehen sich nicht auf absolutes Maß, sondern auf eine willkürliche Einheit;

sie können durch Multiplication mit 0,0034941 auf absolutes Maß reducirt werden.



Fig. 289.

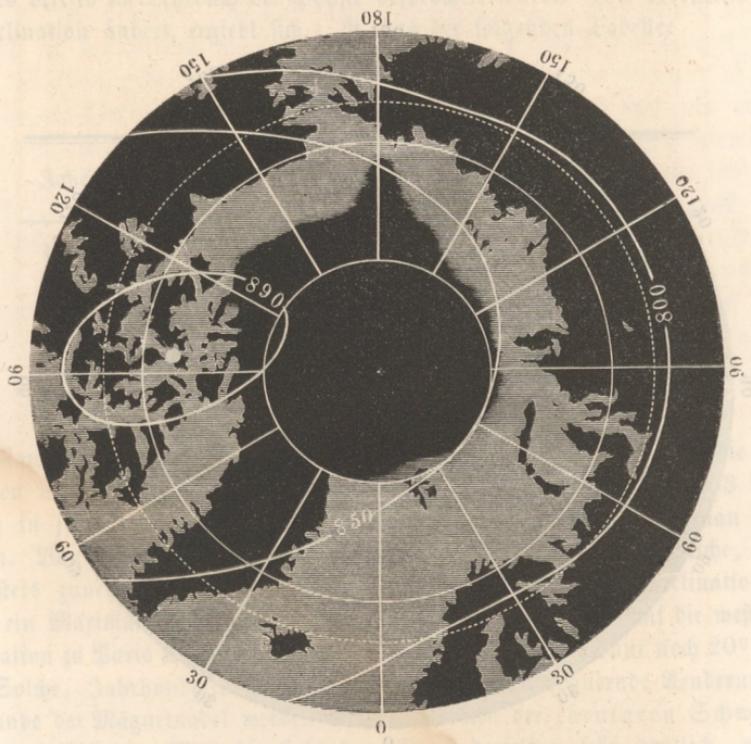
Die Curven gleicher Werthe des magnetischen Potentials wollen wir Gleichgewichtslinien nennen.

Aus dem Laufe der Gleichgewichtslinien ergibt sich die Richtung der horizontalen Magnetnadel auf eine sehr einfache Weise, indem, wie Gauß gezeigt

hat, die Richtung der Declinationsnadel stets rechtwinklig auf den Gleichgewichtslinien stehen muß. Aus dem Laufe dieser Curven kann man die Richtung der Boussole für jeden Ort der Erdoberfläche auf eine ungleich einfachere und übersichtlichere Weise ableiten, als es mittelst der Declinationskarte möglich ist.

Zwischen den Werthen des magnetischen Potentials und der horizontalen Intensität findet folgende Beziehung Statt. Denken wir uns auf einer Karte nur solche Gleichgewichtslinien gezogen, welche gleichen Differenzen des magnetischen Potentials entsprechen, etwa nur solche Curven, welche den immer um 100 wachsenden Werthen des magnetischen Potentials entsprechen, so ist die horizontale Intensität der Entfernung der Gleichgewichtscurven umgekehrt pro-

Fig. 290.



portional; die horizontale Intensität ist also für solche Gegenden am größten, für welche die Gleichgewichtslinien am dichtesten sind; je weiter die gleichen Differenzen des Potentials entsprechender Curven auseinanderrücken, desto kleiner wird die horizontale Intensität.

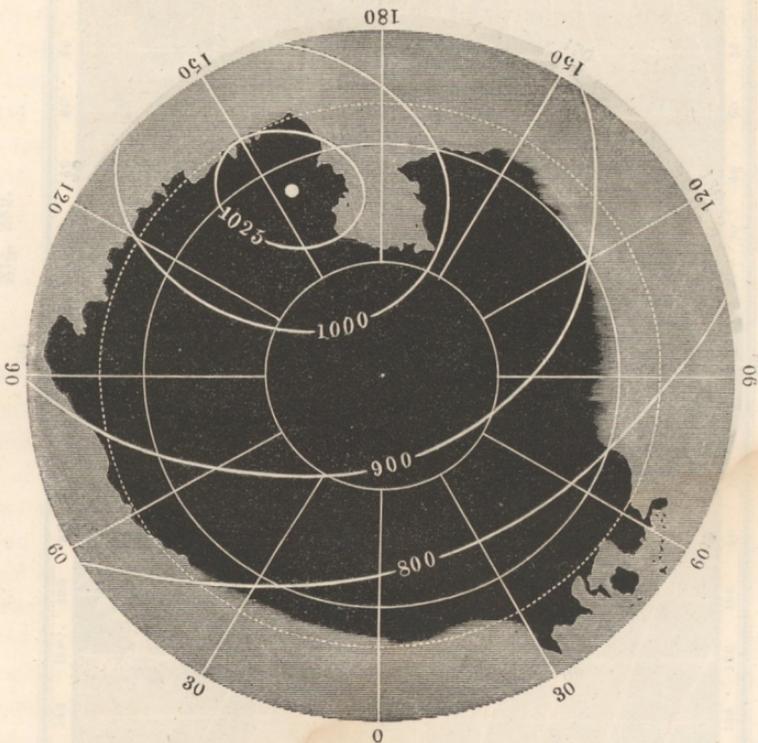
Aus der horizontalen Intensität ergibt sich leicht die nördliche und westliche Componente, da ja durch den Lauf der Gleichgewichtslinien auch die Richtung der horizontalen magnetischen Kraft bestimmt ist.

Aus den Werthen des magnetischen Potentials ergeben sich ferner die Werthe

der verticalen Intensität; doch können wir diesen Zusammenhang hier nicht weiter verfolgen. Sind aber erst die drei Componenten der erdmagnetischen Kraft bestimmt, so kann man auch noch leicht die Größe und Richtung der ganzen Intensität ermitteln.

Wenn man in den Werthen für das magnetische Potential und die drei Componenten der erdmagnetischen Kraft nur diejenigen Glieder noch berücksichtigt, welche mit den 4ten Potenzen der veränderlichen Größen (Länge und Breite) behaftet sind, die höheren Potenzen aber vernachlässigt, so bleiben in den Werthen noch 24 constante Coefficienten zu bestimmen. Diese Coefficienten können wir nun nicht a priori aus der Vertheilung des freien Magnetismus in der Erde ableiten, weil wir ja noch nichts über die Art wissen, wie der freie

Fig. 291



Magnetismus vertheilt ist; die 24 Coefficienten müssen demnach durch die Combination von 24 verschiedenen Beobachtungen bestimmt werden. Die genaue Bestimmung der 3 Elemente des Erdmagnetismus an 8 verschiedenen Orten der Erdoberfläche würde also hinreichen, um die 24 Coefficienten zu ermitteln.

Sind einmal die constanten Coefficienten bekannt, so kann man nach den erwähnten Gleichungen die Werthe der drei Componenten der erdmagnetischen Kraft und folglich auch die Declination, die Inclination und die ganze Inten-

sität für jeden Ort der Erdoberfläche berechnen, wenn man für die Länge und Breite die diesem Orte entsprechenden Zahlenwerthe in die Gleichungen setzt.

Da es an einer hinlänglich genauen Bestimmung aller drei Elemente des Erdmagnetismus für acht weit genug von einander entfernte Orte der Erdoberfläche fehlt, so muß man mehr Beobachtungen zu Hülfe nehmen, als eigentlich zur Bestimmung der Coefficienten nöthig sind. Auf diese Weise werden sich für denselben Coefficienten mehrere verschiedene Werthe ergeben, und man hat alsdann nach der Methode der kleinsten Quadrate den wahrscheinlichsten Mittelwerth für jeden Coefficienten zu ermitteln.

**Die säcularen Variationen.** Die Elemente des Erdmagnetismus für irgend einen Ort auf der Erdoberfläche sind keineswegs unveränderliche Größen, wie dies bereits im Lehrbuch der Physik besprochen wurde. Wie bedeutend sich die Declination ändert, ergibt sich z. B. aus der folgenden Tabelle:

Declination für Paris.

Jahr.	Declination.	Jahr.	Declination.
1580	11° 30' östl.	1814	22° 34' westl.
1618	8        »	1819	22  29  »
1663	0        »	1822	22  11  »
1770	8  10 westl.	1832	22   3  »
1780	19  55  »	1842	21  25  »
1805	22   5  »	1852	20  20  »

Man sieht aus dieser Tabelle, daß im Jahre 1580 in Frankreich die Declination noch eine östliche war, daß sie abnahm und im Jahre 1663 Null wurde; in jenem Jahre also zeigte die Declinationsnadel zu Paris genau nach Norden. Von jener Zeit an war die Declination zu Paris eine westliche, und zwar stets zunehmend bis zum Jahre 1814, wo die westliche Declination zu Paris ein Maximum von 22° 34' erreichte. Seit jener Zeit nimmt die westliche Declination zu Paris wieder ab, und im Jahre 1852 betrug sie nur noch 20° 20'.

Solche, Jahrhunderte lang in gleichem Sinne fortdauernde Aenderungen im Stande der Magneten werden mit dem Namen der säcularen Schwankungen bezeichnet. Man übersieht den Gang derselben sehr deutlich, wenn man die magnetischen Karten verschiedener Zeiten mit einander vergleicht. Eine Declinationskarte für das Jahr 1600 (s. Gehler's physikalisches Wörterbuch) zeigt eine Curve ohne Abweichung, welche in der Nähe von Bogota in Südamerika einen südlichen Wendepunkt hat; sie steigt im atlantischen Ocean rasch nach Norden und hat an der Küste von Norwegen ungefähr unter dem 65. Grade nördlicher Breite ihren nördlichen Wendepunkt; von da wendet sie sich nach Petersburg, wo sie ihren östlichen Wendepunkt erreicht, um dann über das Südende von Italien und den Meerbusen von Guinea nach dem Cap der guten

Hoffnung zu gehen. Eine zweite Curve ohne Abweichung ging damals durch Korea, China und Borneo nach Neuholland.

Wie groß gegenwärtig die jährliche Aenderung der Declination für Deutschland ist, ersieht man aus folgender Tabelle, welche nach Lamont die Declination zu München für den 1. Januar der folgenden Jahre ergibt:

1841	16° 57,5'	1847	16° 17,4'
1842	16 50,4	1848	16 10,3
1843	16 43,4	1849	16 2,5
1844	16 37,1	1850	15 53,9
1845	16 30,4	1851	15 47,4
1846	16 23,5	1852	15 40,1

also im Durchschnitt ungefähr eine Abnahme von  $6\frac{1}{2}$  Minuten im Jahre.

Begreiflicher Weise ist der Gang der säcularen Variationen der Declination in verschiedenen Gegenden nicht derselbe. So erreichte z. B. die Declination auf dem Cap der guten Hoffnung erst im Jahre 1843 ihr westliches Maximum, während auf St. Helena noch gegenwärtig die westliche Declination ungefähr um 8' jährlich zunimmt.

Man kann sich diese Differenzen wohl erklären, wenn man bedenkt, daß das Curvensystem im Allgemeinen gegenwärtig wenigstens nach Westen hin fortschreitet.

Ähnliche säculare Aenderungen zeigt auch die Inclination, wie man aus folgender Tabelle sieht:

#### Inclination für Paris.

Jahr.	Inclination.	Jahr.	Inclination.
1671	75°	1820	68° 20'
1780	71 48'	1825	68 0
1806	69 12	1831	67 40
1814	68 36	1835	67 24

und gegenwärtig beträgt die Inclination nicht mehr ganz 67 Grad.

Wie groß gegenwärtig die jährliche Aenderung der Inclination ist, ersieht man aus folgender Tabelle, welche nach Lamont die Werthe der Inclination zu München für den Anfang der nachgenannten Jahre angibt:

1841	65° 22,0'	1847	65° 7,0'
1842	65 19,5	1848	65 4,5
1843	65 17,0	1849	65 2,0
1844	65 14,5	1850	64 59,5
1845	65 12,0	1851	64 57,0
1846	65 9,5	1852	64 54,5

Die Abnahme der Inclination beträgt also in Deutschland ungefähr 2,3 Minuten im Jahre.

Auch die Variationen der Inclination halten in verschiedenen Ländern keineswegs gleichen Gang. Während sich in Europa gegenwärtig das Nordende der Inclinationsnadel allmählig hebt, nimmt die ungefähr  $22^{\circ}$  betragende südliche Inclination auf St. Helena ungefähr um 8 Minuten jährlich zu.

Was die Intensität anbelangt, so ist die Zeit, während welcher man diesem Element die nöthige Aufmerksamkeit gewidmet hat, zu kurz, um den Gang der säcularen Variationen desselben mit einiger Sicherheit zu übersehen. Die horizontale Intensität nimmt gegenwärtig in Deutschland zu, was aber wenigstens theilweise von der Abnahme der Inclination herrührt. Für München war die horizontale Intensität

Anfangs 1841	1,9300	Anfangs 1847	1,9417
» 1842	1,9339	» 1848	1,9432
» 1843	1,9373	» 1849	1,9437
» 1844	1,9374	» 1850	1,9523
» 1845	1,9374	» 1851	1,9549
» 1846	1,9397	» 1852	1,9508

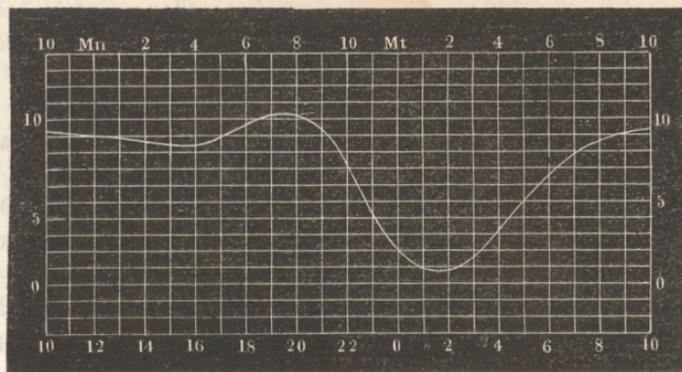
Bis jetzt ist man noch nicht im Stande, einen genügenden Grund für die säcularen Aenderungen der erdmagnetischen Constanten anzugeben.

**Die täglichen Variationen.** Die säcularen Aenderungen in der Richtung der Magnetnadel gehen nicht in der Art vor sich, daß die Nadel sich ganz langsam und gleichförmig nach einer bestimmten Richtung hin fortbewegt, sondern die Magnetnadeln sind beständigen Schwankungen unterworfen, in welchen sich zunächst eine tägliche Periode ausdrückt.

Was die Declination betrifft, so ist der Verlauf ihrer täglichen Variationen in Deutschland ungefähr folgender: Morgens um 8 Uhr hat die Declinationsnadel im Durchschnitt ihre östlichste Stellung; ziemlich rasch bewegt sich nun ihr Nordende gegen Westen und erreicht zwischen 1 und 2 Uhr ihren westlichen Wendepunkt, um dann wieder nach Osten hin zu wandern, und zwar in den Nachmittags- und Abendstunden schneller, während der Nachtstunden langsamer.

Dieser Gang der Declinationsnadel wird durch die Curve Fig. 292 an-

Fig. 292.



schaulich gemacht, welche den mittleren täglichen Gang der täglichen Variationen der Declinationsnadel zu Göttingen darstellt. Die Abscissen sind der Zeit, die Ordinaten den Variationen der Declination proportional, und zwar entspricht der Abstand zweier Verticalstriche einem Zeitintervall von 1 Stunde, während der Abstand zweier Horizontallinien einer Winkeldifferenz von 1 Minute entspricht. — Am oberen Rande der Figur ist die Zeit nach bürgerlicher, am unteren Rande ist sie nach astronomischer Weise gezählt.

Ein Steigen der Curve entspricht einer nach Osten, ein Sinken entspricht einer nach Westen gerichteten Bewegung des Nordendes der Nadel.

Die Amplitude der täglichen Bewegung der Magnetenadel, d. h. der Winkel zwischen ihrem östlichsten und ihrem westlichsten Stande, ist veränderlich, und zwar ist sie im Allgemeinen von der Jahreszeit abhängig; sie ist größer im Sommer, kleiner im Winter. Folgendes sind die Mittelwerthe dieser Amplitude für die verschiedenen Monate in Göttingen:

Januar . . . .	6,7'	Juli . . . . .	12,1'
Februar . . . .	7,4	August . . . .	13,0'
März . . . . .	11,9	September . . .	11,8
April . . . . .	13,9	October . . . .	10,3
Mai . . . . .	13,5	November . . . .	6,9
Juni . . . . .	12,5	December . . . .	5,0.

Derselbe Gang der täglichen Variationen der Declination zeigt sich im Wesentlichen für alle Orte, welche nördlich vom magnetischen Aequator liegen, nur werden sie um so schwächer, je mehr man sich von den Polargegenden aus dem magnetischen Aequator nähert, für welchen sie fast völlig verschwinden, um auf der Südhalfte der Erde in gleicher Weise, aber in entgegengesetzter Richtung aufzutreten, d. h. auf der südlichen Hemisphäre bewegt sich das Südende der Nadel zu denselben Tageszeiten nach Westen, in welchen auf der nördlichen Hemisphäre das Nordende der Nadel nach Westen geht.

Auch die Inclination ist Variationen von 24stündiger Periode unterworfen, und zwar ist sie im Durchschnitt um 10 Uhr Morgens am größten und um 10 Uhr Abends am kleinsten.

Dieselben Wendestunden zeigen auch die täglichen Variationen der totalen Intensität, nur zeigt sich hier ein entgegengesetzter Gang, indem das Maximum der totalen Intensität im Durchschnitt Abends um 10 Uhr, das Minimum Morgens um 10 Uhr eintritt.

**217 Magnetische Störungen.** Wenn man die Declinationsnadel mit Sorgfalt beobachtet, so zeigt sich, daß sie im Laufe eines Tages keineswegs so stetig von Ost nach West und dann wieder von West nach Ost geht, wie Fig. 292 zeigt, welche ja nur als Durchschnitts-Resultat einer großen Reihe von Beobachtungen gewonnen wurde. Von diesem in Fig. 292 dargestellten normalen Gange der Declinationsnadel weichen die wirklichen Schwankungen in der Lage des magnetischen Meridians, wie sie an einzelnen Tagen beobachtet werden, mehr

oder weniger ab. Ueberhaupt aber ist die Bewegung der frei beweglichen Magnetnadel keineswegs eine gleichförmige, sondern sie geschieht immer mehr oder weniger stoßweise, so daß der magnetische Meridian gewissermaßen bald nach Ost, bald nach West über seine Mittellage hinausschwankt. Diese Bewegungen kann man als Störungen des normalen Ganges der Nadel bezeichnen.

Humboldt, welcher sich schon in den Jahren 1799 bis 1804 durch die Bestimmung der magnetischen Constanten in den Aequinoctialgegenden Amerikas große Verdienste um die Kenntniß des Erdmagnetismus erworben hatte, veranlaßte zur genauen Erforschung der magnetischen Störungen, daß von 1828 bis 1830 zu Berlin, Freiberg, Nikolajew und Kasan an vorausbestimmten Tagen die Declinationsnadel stündlich beobachtet wurde, wobei sich ein merkwürdiger Parallelismus in der Bewegung der Nadeln verschiedener Orte herausstellte, der auch durch spätere Beobachtungen die vollste Bestätigung fand.

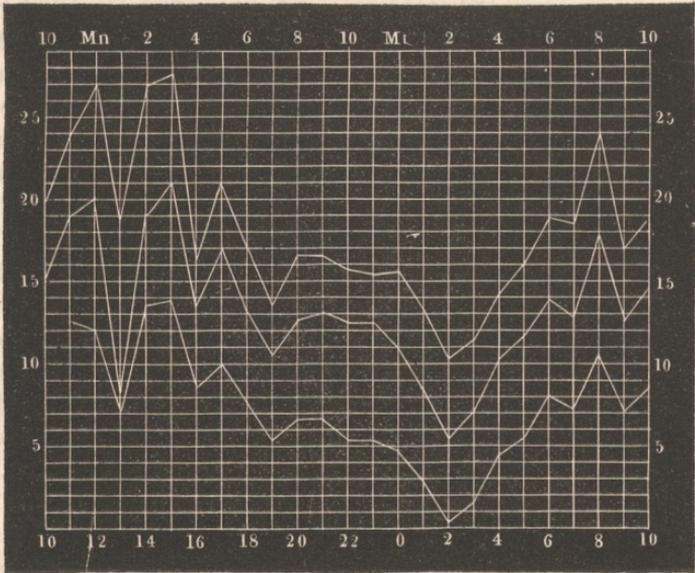
Einen großartigen Aufschwung nahmen die erdmagnetischen Beobachtungen, nachdem Gauß durch Anwendung des Boggendorff'schen Spiegelapparats in seinem Magnetometer eine Vorrichtung construirte, welche die geringsten Veränderungen in der Lage des magnetischen Meridians zu beobachten gestattete. Es wurden nun, von 1834 anfangend, an verschiedenen Orten Deutschlands und der benachbarten Länder nach demselben Princip construirte Apparate aufgestellt, um correspondirende Beobachtungen anzustellen, d. h. um an vorausbestimmten Terminen 24 Stunden lang die Variationen der Declinationsinstrumente von 5 zu 5 Minuten zu beobachten. Um die Beobachtungen genau gleichzeitig zu machen, wurde die Bestimmung getroffen, daß man überall nach Uhren beobachten sollte, welche nach Göttinger Zeit gerichtet sind. So entstand denn der von Gauß geleitete Verein, zu welchem im Jahre 1838 folgende Beobachtungsstationen gehörten:

Altona,	Genua,	London,
Augsburg,	Greenwich,	Mailand,
Berlin,	Haag,	Marburg,
Breda,	Hannover,	München,
Breslau,	Heidelberg,	Petersburg,
Brüssel,	Kopenhagen,	Prag,
Christiania,	Krakau,	Seeberg,
Dublin,	Kremsmünster,	Stockholm,
Freiberg,	Leipzig,	Upsala.

Die in den »Resultaten des magnetischen Vereins« publicirten Terminsbeobachtungen bestätigten nun den schon erwähnten Parallelismus im Gange der an verschiedenen Orten aufgestellten Declinationsinstrumente, wie man dies wohl am besten aus der graphischen Darstellung der Terminsbeobachtungen sieht. So stellen denn die Figuren 293 und 294 (a. f. S.) die Terminsbeobachtungen von Upsala, Göttingen und Mailand vom 26. auf den 27. Februar und vom 28. auf den 29. Mai 1841 dar, und zwar sind in diesen Figuren nur die von Stunde zu Stunde gemachten Beobachtungen eingetragen,

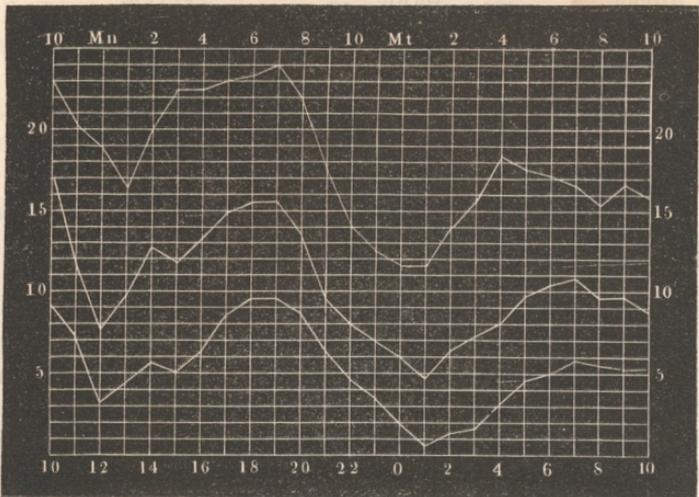
während die graphischen Darstellungen des magnetischen Vereins, in ungleich größerem Maßstab ausgeführt, die Resultate der von 5 zu 5 Minuten angestellten Beobachtungen vollständig wiedergeben.

Fig. 293.



Terminsbeobachtungen vom 26. und 27. Februar 1841.

Fig. 294.



Terminsbeobachtungen vom 28. und 29. Mai 1841.

Die 24 Stunden dauernden Terminsbeobachtungen beginnen um 10 Uhr Abends.

Die oberste Curve gilt für Upsala, die mittlere für Göttingen, die unterste für Mailand.

Der Maßstab der Figuren 293 bis 296 ist derselbe wie der Maßstab der Fig. 292, und alle zum Verständniß der Fig. 292 gegebenen Erläuterungen gelten auch für diese Figuren.

Es versteht sich wohl von selbst, daß im Lauf einer Stunde der Gang der Declinationsnadel nicht etwa ein gleichförmiger ist, wie es in unseren Figuren die geraden Linien andeuten, welche je zwei auf einander folgende Beobachtungspunkte mit einander verbinden, sondern daß in der Zwischenzeit die Nadel gleichfalls nach der einen und anderen Seite ihres mittleren Ganges ausschlägt. Diese in kürzeren Zeitintervallen auftretenden Oscillationen können natürlich in den stündlichen Beobachtungen nicht wahrgenommen und in einer Zeichnung nicht ausgedrückt werden, welche nur nach den stündlichen Beobachtungen construirt ist.

Man sieht aus diesen Darstellungen, daß die Störungen in der Regel von der Art sind, daß sie den mittleren täglichen Gang noch deutlich hervorheben, daß also die Störungen als Oscillationen um den mittleren Gang der Declination auftreten. Diese nicht periodischen Schwankungen ändern sich nun von einem Tage zum anderen; an dem einen Tage sehr bedeutend, sind sie am anderen wieder sehr gering.

Im Allgemeinen fallen die Störungen der Declination um so bedeutender aus, je mehr man sich den Polargegenden nähert. So ging z. B. am 26. Februar 1841, Morgens von 3 bis 4 Uhr, die Declinationsnadel zu Upsala ungefähr um 12', zu Göttingen nahe um 8', zu Mailand um etwas über 5' nach Westen.

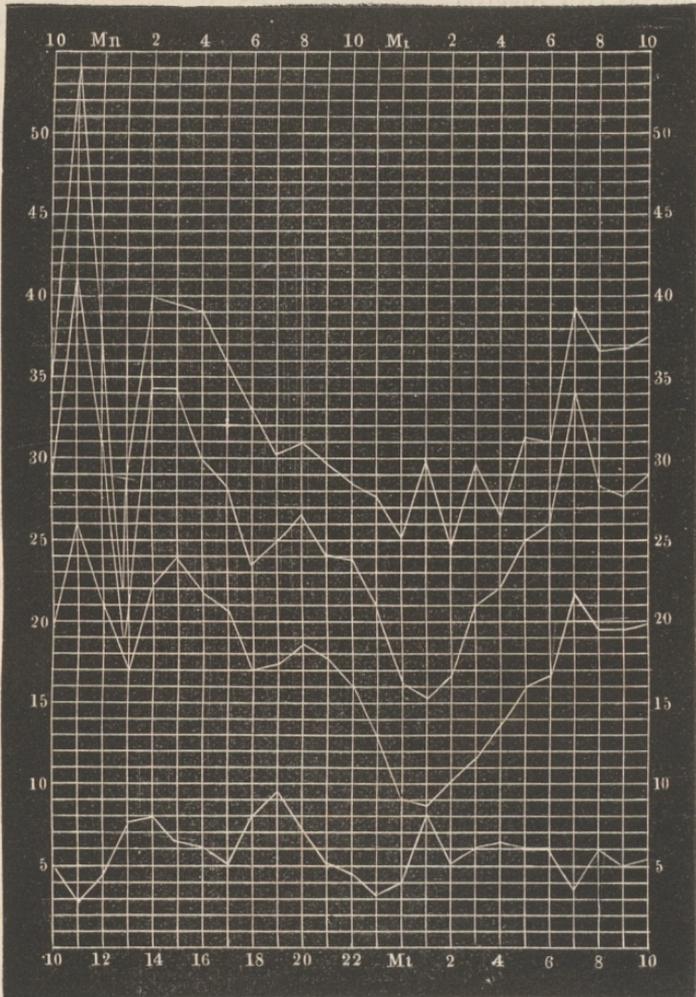
Die Terminszeichnungen Fig. 293 und Fig. 294 liefern nun auch eine anschauliche Bestätigung der bereits oben schon ausgesprochenen Thatsache, daß die Störungen im Allgemeinen nicht localen Ursachen zugeschrieben werden können, indem dieselbe Schwankung in gleicher Richtung fast gleichzeitig an allen Orten derselben Hemisphäre eintritt, welche nahezu gleiche geographische Länge haben.

Auch außerhalb Europa wurden nun bald durch die Unterstüzungen verschiedener Regierungen, namentlich der englischen und russischen, magnetische Observatorien errichtet, wo nach demselben Plane beobachtet werden sollte, so namentlich zu Algier, Barnaul (Sibirien), Bombay, Cambridge (Nordamerika), Cap der guten Hoffnung, Madras, Nertschinsk, Philadelphia u. s. w. Dadurch wurde es nun möglich, auch die Störungen der südlichen Hemisphäre mit denen der nördlichen und die nicht periodischen Schwankungen östlicher gelegener Orte mit den gleichzeitigen Schwankungen weit nach Westen hin liegender zu vergleichen.

Fig. 295 stellt die Terminsbeobachtungen der Declination vom 27. und 28. August 1841 zu Upsala, Göttingen, Mailand und dem Cap der

guten Hoffnung dar. Die drei oberen Curven bestätigen, was bereits über die Curven Fig. 293 und Fig. 294 gesagt worden ist, die unterste Curve aber zeigt, daß die Störungen auf der südlichen Hemisphäre in fast vollkommenem Gegensatz zu den Schwankungen stehen, welche gleichzeitig an Orten der nördlichen Halbkugel stattfinden, die nahezu gleiche geographische Längen haben.

Fig. 295.

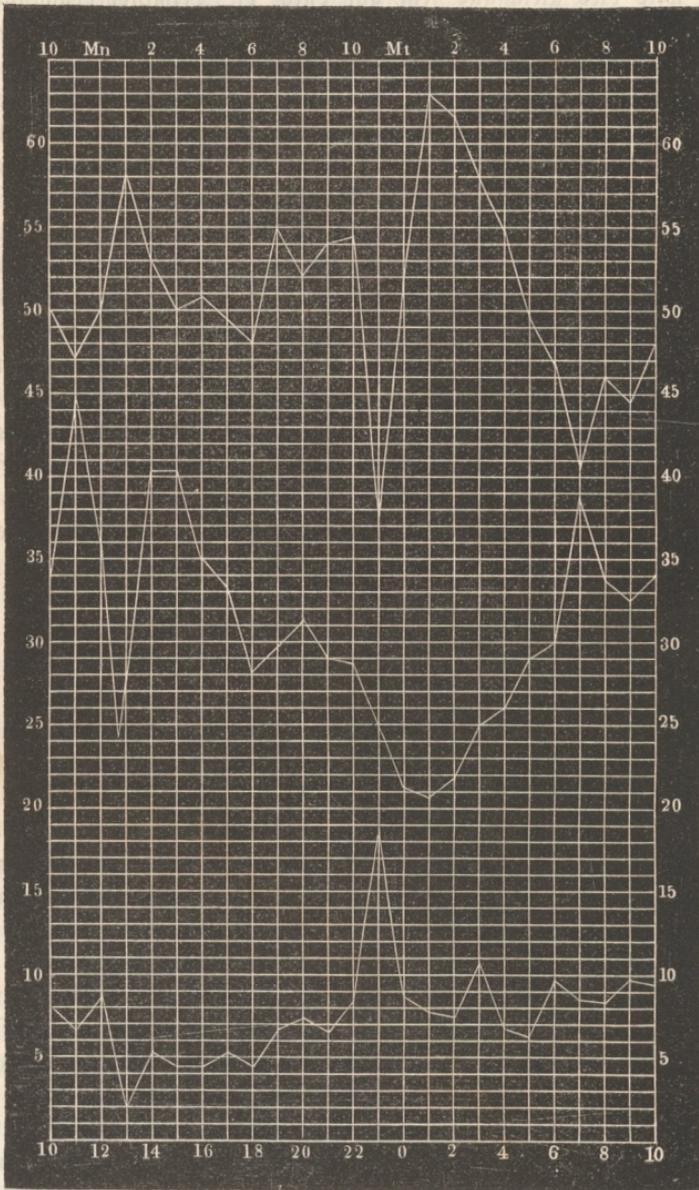


Terminbeobachtungen vom 27. und 28. August 1841.

Für verschiedene Orte, welche nahezu gleiche geographische Breite, aber verschiedene Längen haben, zeigt sich gleichfalls ein Zusammenhang in den Störungen, aber in anderer Weise. Wenn zu irgend einer Zeit an einem bestimmten Orte eine besonders starke Störungsschwankung stattfindet, so wird sie nach

Ost und nach West hin in gleicher Richtung, aber mit abnehmender Stärke auftreten; 90° östlich und 90° westlich von dem Orte, wo die Schwankung im

Fig. 296.



Terminsbeobachtungen vom 27. und 28. August 1841.

Maximum austritt, wird in demselben Momente gar keine oder nur eine unbedeutende Schwankung beobachtet, auf der anderen Hälfte des Parallels aber

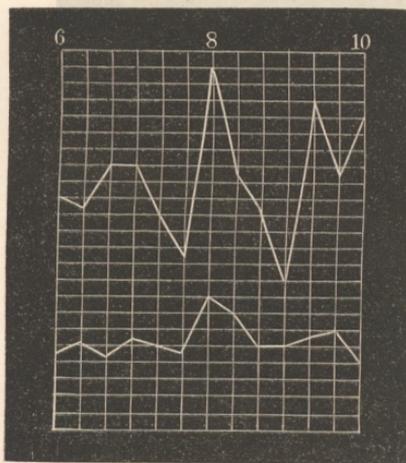
haben die gleichzeitigen Störungsschwankungen eine entgegengesetzte Richtung, und zwar zeigt sich ein östliches Maximum  $180^\circ$  von dem Punkte entfernt, wo gerade das westliche Maximum auftritt.

Es wird dies gleichfalls sehr gut durch die Terminsbeobachtungen vom 27. und 28. August 1841 erläutert, nach welchen in Fig. 296 der gleichzeitige Gang der Declinationsnadel für Toronto (am Ontario-See), Göttingen und Nertschinsk dargestellt ist. Die mittlere dieser drei Curven, welche für Göttingen gilt, haben wir bereits in Fig. 295 kennen gelernt. Die oberste der drei Curven gilt für Toronto, die unterste für Nertschinsk. Toronto und Nertschinsk sind ungefähr um  $180$  Längengrade von einander entfernt und Göttingen liegt nahezu gleichweit von beiden entfernt.

Hier sehen wir nun, daß während der bedeutenden Schwankungen, welche zu Göttingen zwischen dem 27. August 10 Uhr Abends und dem 28. August 2 Uhr Morgens stattfanden, die Declinationsnadel zu Toronto und zu Nertschinsk nur eine unbedeutende Bewegung zeigte; während dagegen am folgenden Tage zu Göttingen zwischen 10 und 12 Uhr Vormittags die Declinationsnadel ziemlich ruhig dem normalen Gange folgte, sehen wir zu Toronto und Nertschinsk bedeutende Schwankungen eintreten, und zwar zu Nertschinsk in entgegengesetzter Richtung wie zu Toronto.

Fig. 297 stellt in größerem Maßstab als die letzten Figuren den gleich-

Fig. 297.



zeitigen Gang der Declinationsstörungen dar, wie sie am 23. Februar von 6 bis 10 Uhr Abends (Göttinger Zeit) zu Upsala und zu Alten in Finnmarken durch Lottin, Bravais und Martins beobachtet wurden; die obere Curve gilt für Alten, die untere für Upsala. Man sieht hier auf den ersten Blick, daß die schöne Uebereinstimmung, welche stets in den Variationen von Catania in Sicilien bis Upsala gefunden wurde, weiter nach Norden aufhört, so daß man bei Vergleichung der Curven von Alten und Upsala, trotz der verhältnißmäßig geringen Entfernung beider Orte kaum erkennen

würde, daß sie sich auf denselben Termin beziehen. Ähnliche Resultate liefern auch andere Beobachtungen. Ueberhaupt sind die Störungen in den Polar-gegenden außerordentlich groß und von gänzlich veränderter Gestalt.

Die Inclination und die Intensität sind ähnlichen Störungen unterworfen, wie die Declination.

**Ursache der magnetischen Störungen.** Was den Zusammenhang der magnetischen Störungen mit anderen Naturerscheinungen betrifft, so vermuthete man, daß wohl Gewitter einen Einfluß auf die Magnetnadel ausüben müßten. — Diese Erwartung hat sich nicht bestätigt, genaue Beobachtungen haben gezeigt, daß die Magnetnadel selbst durch die heftigsten Gewitter nicht afficirt wird. So beobachtete z. B. Lamont im Jahre 1842 das Magnetometer gerade in dem Augenblicke, wo der Blitz in der Nähe des Observatoriums auf freiem Felde einschlug, ohne daß er eine auffallende Bewegung der Nadel wahrnehmen konnte.

Anders verhält es sich mit Erdbeben und vulcanischen Ausbrüchen, welche älteren und neueren Beobachtungen zufolge meist von bedeutenden magnetischen Störungen begleitet sind. So sah Bernouilli im Jahre 1767, daß während eines Erdbebens die Inclination um  $\frac{1}{2}$  Grad abnahm, und bei einem Ausbruch des Vesuvus bemerkte Pater de la Torre, daß die Declination um mehrere Grade variierte.

Am 18. April 1842 um 9 Uhr 10 Minuten beobachtete Kreil in Prag gerade das Declinationsinstrument, als die Nadel plötzlich einen so starken Stoß erhielt, daß die Scala über das Gesichtsfeld des Fernrohrs hinausfuhr. Dieselbe Oscillation wurde in demselben Augenblicke und zwar in gleicher Richtung auch von Cella in Parma und von Lamont in München beobachtet, und kurze Zeit darauf erfuhr man, daß in derselben Minute in Griechenland ein heftiges Erdbeben stattgefunden hatte.

In einem sehr innigen Zusammenhange mit den magnetischen Störungen stehen auch die Nordlichter, welche wir in den folgenden Paragraphen besprechen wollen.

Ueber die Ursache der magnetischen Störungen läßt sich nicht wohl eher eine zuverlässige Ansicht gewinnen, als man weiß, wo man eigentlich den Sitz der erdmagnetischen Kräfte zu suchen habe. Geleitet durch die Unregelmäßigkeiten im Verlauf der magnetischen Curven, welche bereits auf Seite 530 erwähnt wurden, hat es Lamont höchst wahrscheinlich gemacht, daß der Sitz des Erdmagnetismus in einem compacteren Kerne zu suchen sei, welcher sich unter der weniger dichten Erdrinde befindet, auf welcher wir leben.

Da wir nun aber wissen, daß das Innere der Erde sich in feurig-flüssigem Zustande befindet, so besteht demnach die feste Erdrinde aus zwei Schichten; einer weniger dichten, unter der sich dann eine compactere befindet, welche der Sitz des Erdmagnetismus ist. Diese magnetische Schicht, welche man sich als eine metallische, oder mit zahlreichen Adern von Eisen durchzogene vorstellen kann, ist im Allgemeinen ebenfalls von kugelförmiger Gestalt, aber sie ist, wie die äußere Erdoberfläche, mit mehr oder minder beträchtlichen Erhöhungen versehen. An solchen Stellen unserer Erdoberfläche nun, welche gerade über den höchsten Gipfeln dieser unterirdischen magnetischen Gebirge liegen, wird nun offenbar der Erdmagnetismus stärker vortreten und es ist somit klar, daß die uns noch unbekannt Lage dieser magnetischen Hervorragungen einen wesentlichen Einfluß auf den Lauf der magnetischen Curven haben muß.

Nach dieser Hypothese begreift man nun sehr gut, daß Erdbeben und namentlich Ausbrüche von Vulcanen stets von mehr oder weniger starken magnetischen Störungen begleitet sein müssen, denn bei jedem Ausbruche eines Vulcans muß diese magnetische Kruste durchbrochen werden, und bei jedem Erdbeben erleidet dieselbe mehr oder weniger bedeutende Erschütterungen.

Die magnetischen Störungen, welche wir in den letzten Paragraphen besprochen haben, beweisen, daß der magnetische Zustand dieser magnetischen Schicht keineswegs unverändert derselbe bleibt, daß er vielmehr mannigfachen Variationen unterworfen ist, welche theils allmählig vor sich gehen, und von welchen die secularen Schwankungen herrühren, theils aber auch an eine tägliche Periode gebunden sind. Diese periodischen Variationen gehen aber nicht stetig vor sich, sondern es finden stets stoßweise Schwankungen um den mittleren magnetischen Zustand Statt.

Am einfachsten kann man sich von diesen Variationen und Schwankungen Rechenschaft geben, wenn man den Erdmagnetismus von elektrischen Strömen ableitet, welche den fraglichen Kern in stets veränderlicher Stärke und Richtung durchziehen. Die tägliche Periode der magnetischen Variationen scheint aber darauf hinzudeuten, daß wir hier mit thermo-elektrischen Strömen zu thun haben.

**219 Das Nordlicht.** In den winterlichen Gegenden jenseits des nördlichen Polarkreises, wo die Sonne je nach der größeren geographischen Breite um die Zeit des Wintersolstitiums Wochen und Monate lang unter dem Horizonte steht, werden die langen Nächte häufig durch die prachtvolle Erscheinung des Nordlichtes (*Aurora borealis*) erhellt, dessen eigentliches Wesen uns noch räthselhaft ist, und welches hier in diesem Capitel nur deshalb abgehandelt wird, weil dasselbe, wie wir bald sehen werden, in mannigfacher Beziehung zum Erdmagnetismus steht.

Je weiter man sich vom Pole entfernt, desto seltener und desto weniger brillant wird die Erscheinung des Nordlichtes. Die letzten ausgezeichneten Nordlichter, welche man in Deutschland zu beobachten Gelegenheit hatte, sind die vom 7. Januar 1831 und vom 18. October 1836.

Die Erscheinung dieser Nordlichter, namentlich des vom Jahre 1831, kommt im Wesentlichen mit der Darstellung auf Tab. XXVII überein. Es ist dies die Kopie eines schönen Bildes, welches der durch seine norwegischen Landschaften rühmlichst bekannte Maler August Becker von Darmstadt ausgeführt hat. Diese Darstellung veranschaulicht den Grundtypus der häufigsten Form, in welcher in Deutschland sowohl wie auch im südlichen Schweden und Norwegen die Nordlichter beobachtet werden.

Den gleichen Grundcharakter trägt auch die Abbildung eines zu Loch Leven in Schottland beobachteten Nordlichtes, welche in der Schlußvignette dieses Capitel's wiedergegeben ist.

In der Erscheinung des Nordlichtes findet eine große Mannigfaltigkeit

Statt, und um diese dem Leser vorzuführen, dürfte es wohl am geeignetsten sein, die Beschreibung naturkundiger Männer anzuführen, welche das Nordlicht in höheren Breiten in seiner ganzen Pracht und Herrlichkeit zu beobachten Gelegenheit hatten.

Nach den von Argelander in Abo gemachten Erfahrungen verkündigt ein eigenthümliches, schmutziges Ansehen des nördlichen Himmels in der Nähe des Horizontes dem aufmerksamen und geübten Beobachter schon im Voraus das Erscheinen eines Nordlichtes. Bald wird die Farbe dunkler und es zeigt sich ein Kreissegment von geringerer oder größerer Ausdehnung mit einem leichten Saume eingefast. Dieses Segment hat vollkommen das Aussehen einer dunklen Wolkenbank. Eben dieses sagen auch andere Beobachter. Dieses dunkle Segment ist auch von solchen Beobachtern in Deutschland gesehen worden, welche auf das schöne Nordlicht vom 7. Januar 1831 frühzeitig genug aufmerksam wurden. In sehr hohen Breiten ist dieses Segment ganz unmerklich.

Auch Mairan in seinem »*Traité des Aurores boreales*«, Paris 1744, sagt, daß die großen Nordlichter kurz nach dem Ende der Dämmerung beginnen und daß man dann gegen Norden hin einen ziemlich dunklen Nebel wahrnimmt. Dieser Nebel nimmt dann die Gestalt eines Kreissegmentes an, welches sich zu beiden Seiten auf den Horizont stützt. Der sichtbare Theil des Umfanges wird darauf von einem weißen Lichte gesäumt, aus welchem ein oder mehrere Lichtbogen entstehen, wozu dann endlich noch die verschiedenfarbigen, von dem dunklen Segmente ausgehenden Strahlen kommen.

Manchmal, wenn auch sehr selten, erscheint nur ein dunkles Segment in der Nähe des Randes symmetrisch durchbrochen, so daß man gleichsam eine Feuerbrunst durch die Oeffnungen wahrzunehmen glaubt, Fig. 298 (a. f. S.). Dieses eigenthümliche Meteor hat Mairan selbst am 19 October 1726 zu Brouelle-Pont beobachtet.

Durch dieses dunkle Segment hindurch kann man die helleren Sterne mit bloßem Auge sehen, eine Thatsache, welche bereits von älteren Beobachtern berichtet und auch von neueren bestätigt worden ist. So sahen z. B. Kries in Gotha und Gerling in Marburg bei dem Nordlicht vom 7. Januar 1831  $\alpha$  lyrae hell durch das dunkle Segment strahlen.

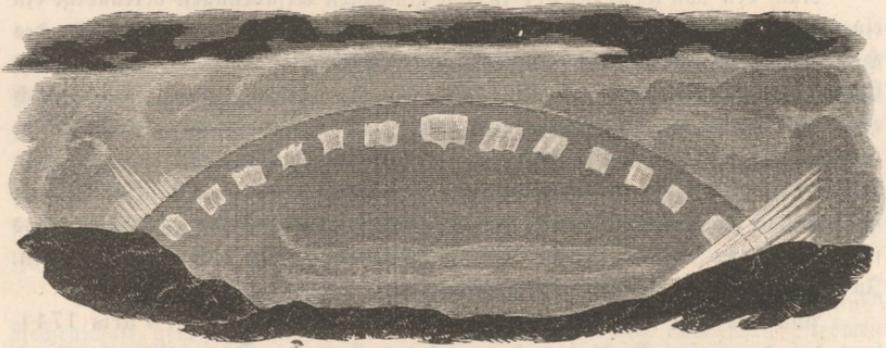
Das eigentliche Wesen dieses dunklen Segmentes wird namentlich durch den zuletzt angeführten Umstand sehr räthselhaft; Einige, z. B. Struve, sind geneigt, es nur durch den Contrast zu erklären. Dieser Ansicht widerspricht aber die Thatsache, daß das Segment schon in der Dämmerung sichtbar wird, ehe noch eine Lichtentwicklung des Nordlichtes auftritt, und somit muß man wohl mit Argelander hier das Dasein einer wirklichen Materie annehmen.

Das dunkle Segment wird von einem meist bläulichweißen hellen Lichtbogen gesäumt, dessen Breite zwischen 1 bis 6 Vollmondbreiten schwankt. Ebenso verschieden wie die Breite ist auch die Ausdehnung des Saumes, welche zuweilen nur 25 bis 30, zu anderen Zeiten bis nahe 180 Grad beträgt; wozu dann auch die Höhe über dem Horizonte sehr verschieden ausfällt.

Der untere Rand dieses Bogens ist scharf begränzt, der obere nur, wenn

er sehr schmal ist; wenn er breiter ist und verwaschen erscheint, so verbreitet er ein lebhaftes Licht und erhellt den ganzen Himmel eben so stark, wie der Vollmond eine halbe Stunde nach seinem Aufgange.

Fig. 298.



Bei sehr lebhaften Nordlichtern zeigen sich oft mehrere concentrische Lichtbogen.

Wenn der Lichtbogen einmal gebildet ist, so bleibt er oft mehrere Stunden lang sichtbar, er ist aber dabei in beständiger Bewegung. Er hebt und senkt sich, er dehnt sich aus nach Ost und nach West, er wird bald da, bald dort zerrissen. Diese Bewegungen werden besonders bemerklich, wenn das Nordlicht sich ausdehnt und Strahlen zu schießen beginnt. Der Bogen wird nun an irgend einer Stelle leuchtender und beginnt Strahlen zu schießen, welche unten gleichsam in das dunkle Segment einpressen. Die Breite dieser hell leuchtenden Strahlen ist ungefähr dem halben Monddurchmesser gleich. Solche Strahlen schießen mit der Schnelligkeit eines Blitzes empor, theilen sich oben; sie werden bald länger, bald kürzer, bewegen sich bald nach Ost, bald nach West, und krümmen sich wie ein vom Winde bewegtes Band. Wenn diese in stetem Wechsel der Form, der Lage und des Glanzes befindlichen Strahlen sehr hell werden, so erscheinen sie bald in grünlichem, bald in tief rothem Lichte. Wenn die Strahlen kurz sind, so hat der Lichtbogen das Ansehen eines gezahnten Kammes.

Ofters ereignet es sich, daß die leuchtenden Strahlen, welche von allen Theilen des östlichen, nördlichen und westlichen Horizontes aufstodern, bis über den Scheitel des Beobachters hinaus aufschießen und dann durch ihre Vereinigung eine glänzende Krone bilden, deren Mittelpunkt wenigstens im nördlichen Europa noch einige Grade südöstlich vom Zenith liegt. Bestimmt man die scheinbare Lage dieser Krone mit Hülfe eines astronomischen Instrumentes oder durch die Beobachtung der Sterne, die sich bei ihrem Entstehen in jener Gegend zeigen, so findet sich, daß der Mittelpunkt der Krone durch diejenige Stelle des Himmels gebildet wird, nach welcher das obere Ende einer im magnetischen Meridian frei beweglichen Inclinationsnadel hinweist.

Leider fehlen uns gute Abbildungen dieser in der Nähe des Zeniths sich bildenden Nordlichtskrone gänzlich; mir ist wenigstens keine solche bekannt. Es

wäre in der That sehr zu wünschen, daß Naturforscher und Maler, welche Gelegenheit haben, diese nur in höheren Breiten sich zeigende Form des Nordlichtes zu beobachten, davon getreue Zeichnungen entwerfen und veröffentlichen möchten, um es auch solchen Freunden der Naturforschung zur Anschauung zu bringen, welchen es nicht vergönnt ist, dieses herrliche und seltene Phänomen selbst zu sehen.

Gehen wir nun zu der Beschreibung über, welche namhafte Naturforscher von den durch sie beobachteten Nordlichtern gegeben haben.

**Beschreibung eines von Biot beobachteten Nordlichtes.** Am 220  
7. August 1817 hatte Biot Gelegenheit, auf den Schetländischen Inseln ein großes Nordlicht zu beobachten, von welchem er folgende Beschreibung giebt:

»Man erblickte zuerst in Nordost einige schmale Lichtstrahlen, die nicht hoch über den Horizont hinaufstiegen, und nachdem sie eine Zeitlang da gestanden hatten, verlöschten. Nach anderthalb Stunden erschienen sie wieder in derselben Himmelsgegend, aber viel stärker, glänzender und ausgedehnter. Bald fingen sie an, über dem Horizonte einen regelmäßigen Bogen nach Art des Regenbogens zu bilden. Anfangs war der Umkreis desselben nicht vollendet, aber nach und nach nahm er an Deffnung und Weite zu, und nach einigen Augenblicken sah ich von Westen her die andere Hälfte ankommen, die sich in einem Augenblicke erhob, begleitet von einer Menge leuchtender Strahlen, die von allen Seiten des nördlichen Horizontes hinzuliefen. Dieser Bogen war anfangs schwankend und unentschieden, als habe sich die Materie, die ihn bildete, noch nicht fest und bleibend geordnet; aber bald kam er zur Ruhe und erhielt sich dann in seiner ganzen Schönheit über eine Stunde lang, wobei er nur eine fast unmerklich fortschreitende Bewegung nach Südost hatte, als wenn ihn der schwache Nordwestwind, welcher damals wehte, dorthin führte. Ich hatte daher volle Zeit, ihn mit Muße zu betrachten, und seine Lage mit dem Repetitionskreise, welcher mir zu astronomischen Beobachtungen dient, zu bestimmen. Er umspannte einen Bogen des Horizontes von  $128^{\circ} 42'$  und sein Mittelpunkt befand sich genau im magnetischen Meridian. Der ganze Himmelsraum, den dieser große Bogen nach Nordwest zu begränzte, wurde unaufhörlich von leuchtenden Strahlen durchfurcht, deren verschiedene Gestalten, Farben und Dauer meinen Geist nicht weniger als meine Augen beschäftigten.

»Gewöhnlich war jeder dieser Strahlen, wenn er anfing zu erscheinen, ein bloßer Strich weißlichen Lichtes; schnell aber nahm er an Größe und an Glanz zu, wobei er manchmal sonderbare Veränderungen in Richtung und Krümmung zeigte. Hatte er seine vollkommene Entwicklung erreicht, so verengte er sich zu einem dünnen, geradlinigen Faden, dessen in der Regel äußerst lebhaftes und glänzendes Licht von sehr bestimmter rother Farbe war, dann allmählig schwächer ward und endlich erlosch, häufig genau an der Stelle, wo der Strahl angefangen hatte zu erscheinen. Daß eine so große Menge Strahlen fortdauert, jeder an seinem scheinbaren Orte, während der Glanz derselben unendlich viele Abwechslungen erleidet, scheint zu beweisen, daß das Licht dieser Strahlen kein reflectirtes, sondern eigenes Licht ist, und sich an dem Orte selbst entwickelt, wo

man es sieht; auch habe ich darin nicht die geringste Spur von Polarisation entdecken können, welche das reflectirte Licht charakterisirt.

»Alle diese Strahlen und der Bogen selbst befanden sich in einer größeren Höhe als die Wolken, denn diese bedeckten sie von Zeit zu Zeit, und die Ränder der Wolken schienen von ihnen erhellt zu sein. Auch der Mond, welcher damals hoch über dem Horizonte stand, erleuchtete dieses erhabene Schauspiel, und die Ruhe seines Silberlichtes bildete den sanftesten Contrast mit der lebhaften Bewegung der glänzenden Strahlengarben, mit welchen das Meteor die Luft übergieß.«

**221**      **Beschreibung des grossen Nordlichtes von 1836.** Bessel giebt von dem schönen Nordlichte, welches am 18. October 1836 erschien, folgende Beschreibung: »Bald nach dem Untergange der Sonne zeigte sich, westlich von Norden, eine Helligkeit des Himmels, welche man einem Nordlichte zuschreiben konnte, zumal da ihre Mitte etwa in der Richtung des magnetischen Meridians lag, und da einige Tage vorher auch Nordlichter erschienen waren. Denn die Nordlichter haben meistentheils ihren Mittelpunkt in dieser Richtung, und es ist nicht ungewöhnlich, daß sie sich in kurzer Zeit wiederholen. Das erste Nordlicht, welches ich in diesem Herbst gesehen habe, war am 11., ein zweites erschien am 12. October. Jenes gehörte zu den schöneren, indem es häufige Strahlen über den Polarstern hinauftrieb; dieses erhob sich nur wenig über den Horizont und zeigte keine Strahlen. Das am 18. October erscheinende entwickelte sich so vollständig, daß es wenigstens für unsere Gegenden zu den sehr seltenen Erscheinungen gehört, und an die schöne Beschreibung von Maupertuis erinnert, den die Nordlichterpracht in Tornea entzückte, als er sich, jetzt gerade vor 100 Jahren, daselbst befand, um eine denkwürdige wissenschaftliche Unternehmung rühmlich auszuführen.

»Unser Nordlicht zeigte zunächst einen röthlichen Schimmer, welcher mehrere Theile des nördlichen Himmels bedeckte, aber wenig lebhaft und von kurzer Dauer war. Dann strömte die Gegend um seinen Mittelpunkt herum häufige Strahlen aus, welche, wie es bei Nordlichtern gewöhnlich ist, in wenigen Augenblicken entstanden, fast bis zu dem Scheitelpunkte aufschossen, wieder verschwanden und durch neue ersetzt wurden. Diese Strahlen sind geraden Kometenschweiften durchaus ähnlich; oft drängen sich so viele zusammen, daß sie an die geraden Bäume eines dichten Tannenwaldes erinnern; ihr Licht pflegt nicht so lebhaft zu sein, daß so heller Mondschein, als der des 18. October war, die Schönheit ihres Anblickes und ihrer fortwährenden Wenderungen nicht beeinträchtigen sollte.

»Bis hierher war die Erscheinung von der des 11. October und von denen, die sich in diesen Gegenden zu gewissen Zeiten nicht selten zeigen, nicht wesentlich verschieden. Allein um 7 $\frac{1}{4}$  Uhr erschienen zwei Strahlen, welche sich sowohl durch ihre Lebhaftigkeit als auch durch die Himmelsgegenden, wo sie sich befanden, auszeichneten. Beide entstanden an entgegengesetzten Punkten des Horizontes, der eine etwa 15 Grad nördlich von Osten, der andere eben so weit südlich von Westen. Sie schossen in Richtungen aufwärts, welche südlich

von dem Scheitelpunkte vorbeiziehen. Sie hatten die Helligkeit hoher weißer, durch starkes Mondlicht erleuchteter Strichwolken. Man sah deutlich, daß die Ausströmung, welche sie erzeugte, kräftig unterhalten wurde, denn ihre Verlängerungen und Verkürzungen waren groß und schnell. Als diese Strahlen kaum entstanden waren, zeigte sich an dem nördlichen Rande jedes derselben ein Auswuchs; beide Auswüchse verlängerten sich und näherten ihre Enden, so daß sie bald zusammenstießen und nun einen Bogen bildeten, welcher beide Strahlen mit einander verband, und dessen höchster Punkt etwa 30 Grad nördlich von dem Scheitelpunkte lag. Dieser Bogen erschien, so wie die Strahlen, von welchen er ausging, in lebhaftem weißen Lichte, und würde vermuthlich einen noch weit schöneren Anblick gewährt haben, wenn nicht der Mond seinen Glanz geschwächt hätte. Indessen blieb er nicht lange Zeit in seiner anfänglichen Lage; er bewegte sich dem Scheitelpunkte zu, ging dann über ihn hinaus auf die Südseite und kam auf dieser bis zu einer Entfernung von 40 bis 45 Graden, wo er sich nach und nach wieder verlor. Ehe dieses geschah, nahm er auf der Westseite eine unregelmäßige Krümmung an und zeigte sich sehr auffallend schlängelförmig; auf der Ostseite blieb er bis zu seiner gänzlichen Auflösung regelmäßig gekrümmt.

»Nach der Verschwindung dieses Bogens zeigte das Nordlicht nur noch eine beträchtliche Helligkeit am nördlichen Himmel, welche, trotz des Mondscheinens, oft bis zu der Höhe von 30 Graden wahrgenommen werden konnte. Hin und wieder schoß es einzelne blasse Strahlen aufwärts, welche jedoch mit keinen ungewöhnlichen Erscheinungen verbunden waren. Allein um 9 $\frac{1}{2}$  Uhr wurde sein Ansehen prachtvoll; die Nordhälfte des Himmels bedeckte sich mit einer rothen Farbe, welche so satt wurde, daß sie nur mit der Farbe des Karmins verglichen werden kann; dabei war ihr Licht so stark, daß es, trotz des Mondlichtes, sichtbaren Schatten verursachte. Diese Röthe des Himmels ging in Norden nicht bis zu dem Horizonte herab, sondern ein bogenförmiger Raum, dessen Scheitel etwa 30 Grad Höhe haben mochte, blieb ungesfärbt.

»Ueber diesem freien Raume sah der Himmel aus, als würde er durch einen Vorhang von einem hochrothen, durchsichtigen Stoffe bedeckt. Hinter dem Vorhange schossen blendend weiße Strahlen hervor, welche durch ihn hindurch schimmerten. Einige glänzende Sternschnuppen, welche sich an dem verhängten Theile des Himmels zeigten, vermehrten noch die Pracht und die Abwechslung der Scene.

»Etwa nach einer Viertelstunde trennte sich der rothe Vorhang, um den in der Richtung des magnetischen Nordens liegenden Theil des Himmels wieder in seiner gewöhnlichen Farbe erscheinen zu lassen. Der ungesfärbte Raum vergrößerte sich nun nach beiden Seiten, und bald war keine rothe Farbe mehr, sondern nur noch eine Helligkeit am nördlichen Horizonte sichtbar.

»Zum Schlusse führe ich noch an, daß, nach Maupertuis, die hochrothe Farbe des Himmels auch in Tornea so selten vorkommt, daß allerlei Aberglauben daran geknüpft wird, daß aber alle anderen Färbungen häufig sind. Es scheint daher, daß unser Nordlicht selbst für höhere Breiten eine ungewöhnliche Erscheinung gewesen sein würde.«

Matteucci, welcher das Nordlicht vom 18. October 1836 zu Forli im Kirchenstaate beobachtete, giebt davon folgende Beschreibung: »Es war 9 Uhr Abends, als ein schwach röthliches Licht sich gegen Norden hin zeigte. Es erstreckte sich auf eine Weite von 70 bis 80° und erhob sich zu 25 bis 30°. Seine Gestalt war in den unteren Partien kreisförmig; seine Entfernung vom Horizonte konnte 7 bis 8° betragen. 23 Minuten nach seinem ersten Hervortreten nahm das Licht eine lebhafte Purpurfarbe an, eine dunklere centrale Linie, welche man darin bemerkte, ging nach Westen. Die Erscheinung verschwand durch allmäliges Erblaffen.«

222 **Beschreibung der von Lottin zu Bossekop beobachteten Nordlichter.** Der Schiffslieutenant Lottin, Mitglied einer nach dem Norden ausgesendeten wissenschaftlichen Expedition, hatte während des Winters von 1838 auf 1839 Gelegenheit, die Erscheinung des Nordlichtes zu Bossekop, im norwegischen Amte Finnmarken, unter dem 70. Grade nördlicher Breite, zu beobachten.

Bossekop liegt an einem vielbuchtigen Fiord, in welches sich das Flüsschen Alten ergießt, umgeben von Tannenwäldern und Schneebergen, deren Kamm sich zu einer Höhe von 5 bis 7° über den Horizont erhebt.

Vom September 1838 bis zum April 1839, in einem Zeitraume von 206 Tagen, beobachtete man daselbst 143 Nordlichter, und zwar 64 während der längsten Nacht, welche in jenen Gegenden vom 17. November bis zum 25. Januar dauert. Lottin beschreibt das Phänomen in folgender Weise.

»Des Abends zwischen 4 und 8 Uhr färbt sich der obere Theil des leichten Nebels, welcher fast beständig nach Norden hin in einer Höhe von 4 bis 6° herrscht; dieser lichte Streifen nimmt allmählig die Gestalt eines Bogens von blaßgelber Farbe an, dessen Ränder verwaschen erscheinen und dessen Enden sich auf die Erde aufstügen.

»Dieser Bogen steigt allmählig in die Höhe, während sein Gipfel stets nahe in der Richtung des magnetischen Meridians bleibt.

»Bald erscheinen schwärzliche Streifen, welche den lichten Bogen trennen, und so bilden sich Strahlen, welche sich bald rasch, bald langsam verlängern oder verkürzen. Der untere Theil dieser Strahlen zeigt immer den lebhaftesten Glanz und bildet einen mehr oder weniger regelmäßigen Bogen. Die Länge der Strahlen ist sehr verschieden, sie convergiren aber nach einem Punkte des Himmels, welcher durch die Richtung des Südendes der Inclinationsnadel angedeutet ist. Manchmal verlängern sich die Strahlen bis zu diesem Punkte und bilden so ein Bruchstück eines ungeheuren Lichtgewölbes.

»Der Bogen fährt fort, gegen das Zenith hin zu steigen; in seinem Glanze zeigt sich eine undulatorische Bewegung, d. h. der Glanz der Strahlen wächst der Reihe nach von einem Fuße zum anderen; diese Art Lichtstrom zeigt sich oft mehrmals hinter einander, aber häufiger von Westen nach Osten als in entgegengesetzter Richtung. Manchmal, aber selten, folgt die rückgängige Bewegung unmittelbar auf die erste, und wenn der Glanz der Reihe nach alle

Strahlen von Westen nach Osten durchlaufen hat, nimmt seine Bewegung eine entgegengesetzte Richtung an und kehrt zu seinem Ausgangspunkte zurück, ohne

Fig. 289.



daß man eigentlich recht sagen kann, ob die Strahlen selbst eine horizontale Berrückung erleiden, oder ob sich der Glanz von Strahl zu Strahl fortpflanzt, ohne daß die Strahlen ihre Stelle verändern.

»Der Bogen zeigt auch in horizontaler Richtung eine Bewegung, welche den Undulationen oder Biegungen eines vom Winde bewegten Bandes oder einer Fahne nicht unähnlich ist. Manchmal verläßt einer der Füße oder selbst beide den Horizont; dann werden diese Biegungen zahlreicher und deutlicher; der Bogen erscheint nur als ein langes Strahlenband, welches sich entwickelt, sich in mehrere Theile trennt und graziose Windungen bildet, welche sich fast selbst schließen und das bilden, was man wohl die Krone genannt hat. Alsdann ändert sich plötzlich die Lichtintensität der Strahlen, sie übertrifft die der Sterne erster Größe; die Strahlen schießen mit Schnelligkeit, die Biegungen bilden und entwickeln sich wie die Windungen einer Schlange; nun färben sich die Strahlen, die Basis ist roth, die Mitte grün, der übrige Theil behält ein blaßgelbes Licht. Diese Farben behalten immer ihre gegenseitige Lage und haben eine bewundernswürdige Durchsichtigkeit. Das Roth nähert sich einem hellen Blutroth, das Grün einem blassen Smaragdgrün.

»Der Glanz nimmt ab, die Farben verschwinden, die ganze Erscheinung erlischt entweder plötzlich, oder sie wird nach und nach schwächer. Einzelne Stücke des Bogens erscheinen wieder, er bildet sich von Neuem, er setzt seine aufsteigende Bewegung fort und nähert sich dem Zenith; die Strahlen erscheinen durch die Perspective immer kürzer; alsdann erreicht der Gipfel des Bogens das magnetische Zenith, einen Punkt, nach welchem die Südspitze der Inclinationsnadel hinweist. Nun sieht man die Strahlen von ihrem Fuße aus. Wenn sie sich in diesem Augenblicke färben, so zeigen sie ein breites rothes Band, durch welches hindurch man die grüne Färbung der oberen Theile erblickt.

»Unterdessen bilden sich neue Bogen am Horizonte, welche entweder anfangs verschwommen erscheinen, oder durch lebhafte Strahlen gebildet sind. Sie folgen einander, indem alle fast dieselben Phasen durchlaufen und in bestimmten Zwischenräumen von einander bleiben; man hat deren bis zu 9 gezählt, welche, auf die Erde gestützt, durch ihre Anordnung an die oberen Coulissen unserer Theater erinnern, die, auf die Seitencoulissen gestützt, den Himmel der Theaterscene bilden. Manchmal werden die Zwischenräume kleiner, mehrere dieser Bogen drängen einander. — So oft die Strahlen am hohen Himmel das magnetische Zenith überschritten haben, scheinen sie von Süden her nach diesem Punkte zu convergiren und bilden alsdann mit den übrigen von Norden kommenden die eigentliche Krone. Die Erscheinung der Krone ist ohne Zweifel nur eine Wirkung der Perspective, und ein Beobachter, welcher in diesem Augenblicke weiter nach Süden hin sich befindet, wird sicherlich nur einen Bogen sehen können.

»Denkt man sich nun ein lebhaftes Schießen von Strahlen, welche beständig sowohl in Beziehung auf ihre Länge, als auf ihren Glanz sich ändern, daß sie die herrlichsten rothen und grünen Farbentöne zeigen, daß eine wellenartige Bewegung stattfindet, daß Lichtströme einander folgen und endlich, daß

das ganze Himmelsgewölbe eine ungeheure prächtige Lichtkuppel zu sein scheint, welche über einen mit Schnee bedeckten Boden ausgebreitet ist und einen blendenden Rahmen für das ruhige Meer bildet, welches dunkel ist wie ein Asphaltsee, so hat man eine unvollständige Vorstellung von diesem wunderbaren Schauspiel, auf dessen Beschreibung man verzichten muß.

»Die Krone dauert nur einige Minuten; sie bildet sich manchmal plötzlich, ohne daß man vorher einen Bogen wahrnahm. Selten sieht man zwei in einer Nacht, und viele Nordlichter zeigen keine Spur davon.

»Die Krone wird schwächer, das ganze Phänomen ist nun südlich vom Zenith, immer blässere Bogen bildend, welche in der Regel verschwinden, ehe sie den südlichen Horizont erreichen. Gewöhnlich beobachtet man dies Alles nur in der ersten Hälfte der Nacht; nachher scheint das Nordlicht seine Intensität verloren zu haben, die Strahlen scheinen verwaschen, sie bilden schwache, unbestimmt begränzte Lichtschimmer, welche endlich, kleinen Cumulus ähnlich, auf dem Himmel gruppirt sind. — Allmählig erscheint die Morgenröthe, die Erscheinung wird immer schwächer und endlich ganz unsichtbar.

»Manchmal sieht man die Strahlen noch, wenn der Tag schon angebrochen, wenn es schon so hell ist, daß man lesen kann; dann aber verschwinden sie schnell, oder sie werden vielmehr um so unbestimmter, je mehr die Helligkeit zunimmt, sie nehmen eine weißliche Farbe an und vermischen sich so mit den Cirrostratus, daß man sie nicht mehr von diesen Wolken unterscheiden kann.«

Die Figuren 299 und 300 stellen zwei zu Bosskop beobachtete Nordlichter dar.

Fig. 300.



Beziehungen des Nordlichtes zum Erdmagnetismus. Das 223 Nordlicht, welches Humboldt sehr bezeichnend ein magnetisches Gewitter nennt, steht, wie bereits bemerkt wurde, in mannigfacher Beziehung zum Erdmagnetismus. So haben wir bereits gesehen, daß der Gipfel des Nordlicht-

bogens im magnetischen Meridian liegt, und daß der Mittelpunkt der Nordlichtskrone derjenige Punkt des Himmelsgewölbes ist, nach welchem das Südende der Inclinationsnadel hinweist. Dazu kommt aber noch, daß während eines Nordlichtes die Declinationsnadel in ungewöhnlich starke Schwankungen geräth. Dieser Umstand wurde bereits im Jahre 1740 von Celsius und Hiorter entdeckt. Durch Vergleichung von Beobachtungen der Magnetnadel, welche gleichzeitig an sehr entfernten Orten, wie zu Upsala und zu London, gemacht worden waren, fand sich, daß dieselben Bewegungen der Magnetnadel sich an beiden Orten, und zwar um so stärker geäußert hatten, je lebhafter und je weiter verbreitet am Himmel das Nordlicht gewesen war.

Während des großen Nordlichtes vom 7. Januar 1831 wuchsen die täglichen Variationen der Magnetnadel zu Paris bis auf  $1^{\circ} 16,5'$ .

Hansteen beschreibt den Einfluß der Nordlichter auf die Magnetnadel in folgender Weise: »Ist das Nordlicht lebhaft, so wird die Abweichungsnadel unruhig, sie weicht in Zeit von wenigen Minuten um 3, 4, ja um 5 Grad von ihrer gewöhnlichen Stellung ab und hat zuweilen eine sehr veränderliche Bewegung, zum Beweise, daß in dieser Zeit die Magnetkräfte der Erde in großer Unruhe sind. Kurz vor dem Erscheinen des Nordlichtes kann die Intensität des Erdmagnetismus bis zu einer ungemeinen Höhe steigen; sobald aber das Nordlicht beginnt, nimmt die Intensität des Erdmagnetismus in demselben Verhältniß ab, in welchem das Nordlicht lebhafter wird, indem er seine frühere Stärke nur successiv, oft erst nach Verlauf von 24 Stunden wieder erhält. — Die Nordlichter scheinen demnach eine Lichtentwicklung zu sein, welche die Entladung des ungewöhnlich stark angehäuften Erdmagnetismus begleitet.«

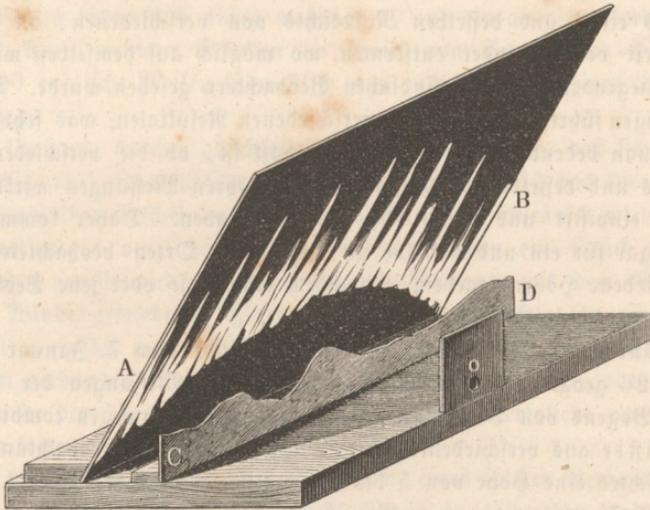
Eine ungewöhnliche Unruhe der Magnetnadel erstreckt sich aber nicht allein auf diejenigen Gegenden, in welchen das Nordlicht selbst sichtbar ist, sondern sie wird noch an Orten beobachtet, welche dem Schauplatze des Nordlichtes mehr oder weniger fern sind, so daß man aus bedeutenderen Störungen der Magnetnadel wohl stets auf ein, wenn auch nur in entfernteren Gegenden sichtbares Nordlicht schließen kann. Arago hat diesem Umstand eine ganz besondere Aufmerksamkeit zugewendet. (S. Arago's sämtliche Werke, 4. Bd.)

Am unzweifelhaftesten ergibt sich die Beziehung des Nordlichtes zum Erdmagnetismus, wenn man sucht die wahre Lage der Nordlichtstrahlen zu ermitteln. Eine genauere Prüfung führt nämlich stets zu dem Resultat, daß diese Strahlen mit der Richtung der Neigungsnadel zusammenfallen, d. h. daß die wahre Richtung der Strahlen dieselbe ist, wie diejenige, welche eine an ihre Stelle gebrachte nach allen Seiten hin frei bewegliche Neigungsnadel annehmen würde. Die verschiedenen Formen, unter welchen das Nordlicht erscheint, erklären sich, nachdem einmal diese Thatsache festgestellt ist, ganz einfach aus der verschiedenen Gruppierung dieser Strahlen und der Stellung, welche der Beobachter gegen eine solche Strahlengruppe einnimmt.

Um es anschaulich zu machen, wie ein Kamm unter sich paralleler Strahlen dem Beobachter so erscheinen kann, als ob die Strahlen gegen einen unter dem Horizont liegenden Punkt convergirten, oder mit anderen Worten, um zu

erklären, wie eine Reihe von Strahlen, welche sämmtlich der Neigungsnadel parallel sind, den Anblick bieten können, wie er auf Tab. XXVII. dargestellt ist, kann man ein Modell anwenden, wie es in Fig. 301 dargestellt ist. Auf einem

Fig. 301.



horizontalen Brett ist ein Pappendeckel *AB* so aufgestellt, daß seine Ebene mit der Ebene des horizontalen Brettes ohngefähr einen Winkel von 65 bis 70 Graden macht. Auf der mit Papier überzogenen Vorderseite dieses Pappendeckels ist ein Kamm von Nordlichtstrahlen gemalt, die aber sämmtlich unter einander und mit den Seitenkanten des Pappendeckels parallel sind, wie es unsere Figur zeigt. Vor dieser geneigten Tafel mit Nordlichtstrahlen ist, gleich einer Theatercouliſſe, eine gemalte Bergkette *CD* aufgestellt. — Schaut man nun durch eine Oeffnung *O*, welche in einem kleinen Brettchen in der Mitte der Vorderseite des horizontalen Brettes angebracht ist, gegen *CD* und *AB* hin, so erscheinen die auf *AB* parallel unter sich aufgetragenen Strahlen nicht mehr parallel. Die Strahlen bei *A* scheinen sich nach der Linken, die bei *B* scheinen sich nach der Rechten zu neigen. Kurz, der auf *AB* gemalte Strahlenkamm wird, auf diese Weise betrachtet, mehr oder weniger täuschend die Erscheinung des Nordlichts auf Tab. XXVII. wiedergeben.

**Höhe, Ausdehnung und geographische Verbreitung der 224 Nordlichter.** Die älteren Naturforscher waren der Ansicht, daß der Sitz der Nordlichter noch über den Gränzen der Atmosphäre zu suchen sei. Diese Ansicht war jedenfalls eine irrige. Wenn das Nordlicht sich außerhalb unserer Atmosphäre befände, so könnte es an der täglichen Umdrehung der Erde keinen Antheil nehmen, es müßte also die scheinbare tägliche Bewegung des Fixsternhimmels theilen, was entschieden nicht der Fall ist; im Gegentheil verhält sich

das Nordlicht gegen das Himmelsgewölbe durchaus wie ein irdischer Gegenstand; es ist also keinem Zweifel unterworfen, daß sich das Nordlicht innerhalb unserer Atmosphäre bildet.

Aber welches ist seine Höhe über der Erdoberfläche? Um diese Frage zu beantworten, verglich man die scheinbare Höhe, in welcher der Gipselpunkt des Lichtbogens eines und desselben Nordlichts von verschiedenen, an mehr oder weniger weit von einander entfernten, wo möglich auf demselben magnetischen Meridian liegenden Orten, befindlichen Beobachtern gesehen wurde. Dergleichen Bestimmungen führten nun zu sehr verschiedenen Resultaten, was sehr begreiflich ist, wenn man bedenkt, daß es sehr zweifelhaft ist, ob die verschiedenen Beobachter eines und desselben Nordlichtbogens bei ihren Messungen wirklich denselben Punkt einvisirt und gleichzeitig gemessen haben. Daher kommt es auch, daß sich sogar für ein und dasselbe an sehr vielen Orten beobachtete Nordlicht sehr verschiedene Höhen ergeben, je nachdem man diese oder jene Beobachtungen mit einander combinirt.

So findet z. B. Hansteen für das Nordlicht vom 7. Januar 1831 die Höhe von 26 geographischen Meilen, indem er die Messungen der scheinbaren Höhe des Bogens von Berlin und Christiansand in Norwegen combinirt, während Christie aus verschiedenen in England angestellten Beobachtungen desselben Nordlichtes eine Höhe von 5 bis 25 englischen Meilen berechnet.

Die Bestimmungen neuerer Physiker weisen den Nordlichtern eine weit geringere Höhe an, als man früher annahm. Nach Mairan sollte die mittlere Höhe der Nordlichter 120, nach Cavendish (1790) soll sie 60, und nach Dalton (1828) nur 18 geographische Meilen betragen.

Farquharson endlich macht es wahrscheinlich, daß die Nordlichter, wie dies auch schon früher z. B. von Wrangel ausgesprochen worden ist, bis in die Region der Wolken heruntergehen; er stützt sich dabei unter Anderem auf eine Nordlichtsbeobachtung vom 20. December 1829. Er sah nämlich von 8 $\frac{1}{2}$  bis 11 Uhr Nachts zu Alford in Aberdeenshire ein sehr glänzendes Nordlicht über einer dichten Wolkenmasse, welche die Spitzen der nördlich von seiner Wohnung liegenden Correnhügel bedeckte. Obgleich der übrige Theil des Himmels heiter war, so stieg das Nordlicht doch nie höher als 20°. Gleichzeitig sah der Prediger Pauli zu Tullynefle, welches zwei englische Meilen nördlich von Alford in einem engen Seitenthale der erwähnten Hügelreihe liegt, um 9 $\frac{1}{4}$  Uhr Abends das Nordlicht sehr hell in der Nähe des Zeniths. Demnach würde die Höhe dieses Nordlichts höchstens 4000 Fuß betragen haben.

Diese Ansicht wird nun auch durch vielfache in neuerer Zeit in den Polar-gegenden gemachte Beobachtungen unterstützt, und namentlich auch von Barry, Franklin, Hood und Richardson vertreten. Franklin beobachtete Nordlichter, welche zwischen einer Wolkenschicht und der Erde befindlich waren und welche die untere Fläche dichter Wolken erleuchteten.

So viel ist gewiß, daß sich das Phänomen des Nordlichtes in sehr verschiedenen Höhen bildet, daß sie aber schwerlich je über eine Höhe von 20 Meilen hinausgehen.

Die in geringen Höhen sich bildenden Nordlichter, wie sie in den Polarregionen öfters vorkommen, sind auch nur in geringen Entfernungen sichtbar. So führt Hood ein Nordlicht an, welches er am 2. April 1820 in Cumberland-House (im britischen Nordamerika, auf den Isothermenkarten verzeichnet) als einen glänzenden Bogen in  $10^{\circ}$  Höhe beobachtete, und von welchem man 55 englische Meilen südwestlich nichts wahrnahm; und ein anderes Nordlicht, welches am 6. April mehrere Stunden im Zenith von Cumberland-House stand, erschien 100 englische Meilen südwestlich nur noch als ein ruhiger ungefähr  $90^{\circ}$  hoher Bogen.

Ein Umstand, welcher gleichfalls dafür sprechen dürfte, daß sich die Nordlichter häufig wenigstens in sehr geringen Höhen bilden, ist das Geräusch, welches manchmal ihre Erscheinung begleiten soll. Dieses Geräusch wird von Einigen mit demjenigen verglichen, welches entsteht, wenn ein Stück Seidenzeug über einander gerollt wird, von Anderen, wie Parrot, mit dem Geräusch der stark vom Winde getriebenen Flamme einer Feuerbrunst. In Sibirien soll, wie Gmelin erzählt wurde, das Nordlicht oft mit so heftigem Zischen, Plagen und Rollen verbunden sein, daß man ein Feuerwerk zu hören glaubt, und daß sich die Hunde der Jäger, von solchen Nordlichtern überfallen, vor Angst auf den Boden legten.

Von anderer Seite wird aber die Existenz eines solchen Geräusches vielfach bezweifelt. Mehrere Beobachter, welche häufig in Schweden und Norwegen Gelegenheit hatten, das Phänomen des Nordlichts zu beobachten, versichern, nie das geringste Geräusch gehört zu haben. So sagt Wrangel von seinem Aufenthalt an den Küsten des sibirischen Eismeers: Wir hörten beim Erscheinen der Säulen kein Krachen, überhaupt kein Geräusch. Nur wenn ein Nordlicht eine große Intensität hatte, wenn die Strahlen sich oft nach einander bildeten, dünkte es uns, als hörte man Etwas, wie ein schwaches Blasen des Windes in die Flamme. Parry, welcher bei seinem mehrmaligen Aufenthalte in den Polargegenden sehr oft die Erscheinung des Nordlichtes beobachtete, und Franklin, welcher am Bärensee deren 343 sah, versichern, nie ein Geräusch gehört zu haben, und sind der Meinung, daß das, was man für ein Geräusch des Nordlichtes hielt, wohl nichts als das Rauschen des Windes selbst oder das Krachen des in den hellen kalten Nordlichtnächten berstenden Eises gewesen sei.

Bei uns werden nur solche Nordlichter sichtbar, welche sich zu größerer Höhe erheben.

Während die Sichtbarkeit der meisten in den Polargegenden sich bildenden Nordlichter nur auf einen geringen Umkreis beschränkt bleibt, gewinnt manchmal das Phänomen des Nordlichtes eine überraschende Ausdehnung. So war z. B. das schöne Nordlicht vom 7. Januar 1831 im ganzen nördlichen und mittleren Europa, sowie auch am Eriesee in Nordamerika sichtbar. In solchen Fällen ist es klar, daß man an weit entfernten Orten nicht dieselben leuchtenden Strahlen sah, daß man also in dem eben angeführten Falle am Eriesee eine andere Partie des Phänomens wahrnahm als in Europa. Wahrscheinlich hatte sich damals ein ungeheurer Strahlenkamm gebildet, welcher, ungefähr der Rich-

tung eines magnetischen Parallels folgend, mit oder ohne Unterbrechung vom Eriesee über den atlantischen Decan bis nach Norwegen und Schweden hinzog.

In den südlichen Polarregionen bildet sich ein ähnliches Lichtphänomen wie das, welches wir bisher besprochen haben, und welches man mit dem Namen des Südlichtes bezeichnet hat. Solche Südlichter sind von verschiedenen Seefahrern und namentlich von Cook gesehen und beschrieben worden.

Man hat die Nord- und die Südlichter mit dem gemeinsamen Namen der Polarlichter bezeichnet.

Eine sehr merkwürdige Thatsache ist es, daß sehr oft Nord- und Südlichter zu gleicher Zeit erscheinen. So wurden z. B. im Jahre 1783 zu Rio Janeiro Südlichter gesehen, während gleichzeitig auf der nördlichen Hemisphäre Nordlichter beobachtet wurden. Dasselbe gilt für viele der Südlichter, von welchen Cook berichtet. Er sah Südlichter am 18., 21. und 25. Februar und am 16. März 1773, während van Swinden von Nordlichtern berichtet, welche er an denselben Tagen zu Franeker in Friesland gesehen hat.

Fig. 302.

