6. Abschnitt.

§ 1.

Begriff des Magnetismus.

Der Magnetismus ist eine Kraft, welche an einigen Körpern bisweilen sich zeigt, öfter aber daran auch fehlt und an einer grossen Menge von Körpern gar nicht beobachtet wird. Der Magnetismus ist aber nicht wie die Gravitation eine einfache Kraft, die allen Körpern anhaftet, sondern er tritt doppelt auf, nämlich als positiver und negativer Magnetismus, so zwar dass ein magnetischer Körper von beiden Arten gleich viel und in gleicher Stärke besitzt. In den Molekülen der Körper sind die beiden Magnetismen vorhanden, aber so dass sie sich gegenseitig binden; durch die magnetische Kraft werden die beiden Magnetismen der Moleküle geschieden, die eine Hälfte erhält positiven und die andere negativen Magnetismus. Die mit dem gleichen Magnetismus behafteten Hälften der Moleküle richten sich nach der nämlichen Seite hin, wesshalb z. B. der Magnetismus eines Stabes an seinen beiden Enden als die Summe der Zugkräfte aller einzelnen Moleküle erscheint. Hieraus erklären sich von selbst obige zwei Thatsachen, nämlich dass jeder Körper beide Magnetismen in gleicher Stärke besitzen, und dass in der Mitte eines Magnetstabes ein neutraler Punkt sein muss.

Dass die Magnetnadel die Eigenschaft besitzt im Allgemeinen die südnördliche Richtung anzugeben, war den Chinesen schon vor 800 Jahren bekannt; ja zu Anfang des 12. Jahrhunderts beobachteten sie nach Poggendorf's Angaben, dass damals die Nadel nicht genau den Nordpunkt anzeige, sondern um $^1/_{24}$ der Peripherie davon abwich. Im Abendlande wurde etwas später die Magnetnadel construirt, und Columbus soll sie zuerst für die Schifffahrt benützt haben. Doch war ihre Anwendung damals noch beschränkt, da das Gesetz der magnetischen Verteilung noch vollständig unbekannt war. Man begnügte sich damit, dass die Nadel im Allgemeinen nach Norden zeigt. Seitdem aber die Schifffahrt sich über alle Meere der Erde verbreitet hat, ist die Magnetnadel der einzige Führer auf den weiten Oceanen. Daher haben auch alle Handel treibenden Nationen die grössten Summen aufgewendet, um das richtige Gesetz der magnetischen Erscheinungen zu finden.

Die Thatsache des Magnetismus ist aber folgende:

1) Stützt man eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte so, dass sie nur in der horizontalen Ebene sich bewegen kann, so nimmt sie in Europa eine Richtung von Nord-Nordwest nach Süd-Südost an. (Deklination.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

2) Hängt man eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte so auf, dass sie nur in vertikaler Richtung schwingen kann, so neigt sie sich unter einem Winkel von 67° zur Horizontalebene. (Inklination.)
3) Die Anziehungskraft nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. (Intensität.)
4) Zwei Magnete verhalten sich so zu einander, dass die gleichnamigen Pole sich abstossen, die ungleichnamigen sich anziehen. Zwei positive oder Nordpole ebenso zwei negative oder Südpole stossen sich ab; aber ein Nord- und Südpol ziehen sich an.

§ 2.

Messung des Magnetismus.

Der Magnetismus ist eine Kraft also ein rein geistiger Begriff; und von allen diesen Begriffen können wir uns eine sinnliche Vorstellung unbedingt nicht machen. Wir haben keine klare Vorstellung von dem, was wir Kraft nennen, ebenso wenig als wir einen deutlichen Begriff von dem Worte „Geist“ haben. Wenn nun in der Mechanik dennoch von Grösse, Richtung und Angriffspunkt der Kräfte die Rede ist, so ist nicht sowohl von den Kräften als solchen, sondern von deren Wirkungen die Rede. Wir können keinen Maasstab an eine Kraft, so lange sie im Dasein ist, anlegen; erst wenn sie als Kraft zu existiren aufgehört hat und ins Anderssein oder in die Wirkung übergegangen ist, dann können wir messen und vergleichen. Die Wirkung des Magnetismus, dessen Grösse und Richtung durch den Erdmagnetismus bedingt ist, erscheint uns an der Magnetnadel, daher diese das geeignetste Magnetometer ist.

Wird nun eine solche Nadel in ihrem Schwerpunkte so aufgehangen, dass sie sich nur horizontal bewegen kann, so wird sie nach einigen Schwingungen hin und zurück in einer bestimmten Lage zur Ruhe kommen und da verharren. Dieser Zug des Erdmagnetismus auf die Nadel ist die Horizontal-Intensität. Kann die Nadel nur in verticaler Richtung schwingen, so bezeichnet der Zug der Magnetnadel 67° unter dem Horizonte die Vertical-Intensität. Wird aber die Nadel an einem Coconfaden im Schwerpunkte befestigt, so wird sie in der Richtung der Deklination und Inklination zur Ruhe kommen, welcher Zug die Total-Intensität bezeichnet.

Als einfachstes Instrument die Deklination zu bestimmen stellt sich die Bussole dar, da der Nordpol der Nadel den Winkel zwischen dem astronomischen und magnetischen Meridian ohne

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

weiteres angibt. Die magnetische Kraft kann auch durch die Torsion eines feinen Drahtes gemessen werden. Wird nämlich an einem solchem Drahte eine Magnetnadel aufgehangen, dass sie im magnetischen Meridian ruht, und wird der Draht etwa um 90° gedreht, so muss der Winkel, den die Nadel mit dem magnetischen Meridian bildet, um so grösser sein, je kleiner die Kraft ist, welche sie in die erste Lage zurück zieht. Und aus dieser Ablenkung kann die Kraft gemessen werden. Statt der Torsion eines Drahtes kann die Bifilar-Suspension mittelst zweier paralleler Coconfäden angewendet werden, um die Grösse der magnetischen Kraft zu bestimmen. Ein weiteres vorzügliches Mittel die Grösse der magnetischen Kraft zu messen hat man an der Schwingungsdauer einer Nadel. Wird eine frei hängende Nadel aus dem magnetischen Meridian entfernt, so wird sie nach Art des Pendels und nach denselben Gesetzen hin und her schwingen. Durch einen Magneten können die Schwingungszahlen in der Zeiteinheit beliebig vergrössert werden, und hieraus kann der Zusammenhang der Schwingungszahlen und der magnetischen Kraft bestimmt werden.

Als magnetische Einheit wird in Deutschland überall der von Gauss eingeführte Gebrauch fest gehalten, wonach als magnetische Kraft 1 diejenige gilt, welche 1 Milligramm Gewicht in 1 Sekunde in eine Bewegung von 1 Millimeter versetzt. Vermöge der Schwere legt ein Körper in der 1. Sekunde einen Weg von 9,808 m = 9808 mm zurück; folglich ist unter gleichen Umständen die magnetische Einheit der 9808. Teil der Schwere an der Erdoberfläche.

§ 3.

Arten der Erzeugung des Magnetismus.

Manche Gesteinsmassen und besonders die mit metallischer Zusammensetzung zeigen magnetische Wirkungen. Solche Metalle sind namentlich der Magneteisenstein und der Magneteisenkies, und wenn manche Felsen magnetische Wirkungen auf die Nadel äussern, so darf man stets das Vorhandensein obiger magnetischer Metalle voraussetzen. Auch der Serpentin zeigt schwachen Magnetismus. Alex. v. Humboldt hat den Serpentin des Fichtelgebirges untersucht und gefunden, dass derselbe am Nordabhange südlichen und am Südabhange nördlichen Magnetismus zeige. An und für sich magnetisch ist aber eigentlich kein Mineral, sondern der Magnetismus muss überall erst erregt oder mittgeteilt werden. Hiebei zeigen die Metalle verschiedenes Verhalten. Einige Metalle, wie harter Stahl, Nickel u. a. werden, wenn sie mit einem Magneten berührt werden, dauernd magnetisch, und zwar erhält das eine Ende eines solchen Stabes den magnetischen Nordpol das andere den magnetischen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Südpol. Ein auf diese Weise magnetisch gewordener Körper heisst permanent magnetisch. Andere Metalle, besonders weiches Eisen, sind nur so lange magnetisch, als ein Magnet sie berührt, und verlieren diese Eigenschaft, sobald der Magnet entfernt wird. Diess ist inducirter Magnetismus. Auch durch den galvanischen Strom wird Magnetismus erregt. Ein Draht, durch welchen der elektrische Strom geht, wirkt magnetisch, die Bussole wird durch diesen Draht wie durch einen Magneten abgelenkt. Allein sobald der Strom unterbrochen wird, ist der Magnetismus des Stabes dahin. Ob das elektrische Fluidum mit Magnetismus gleich bedeutend ist oder ob es nur einige Eigenschaften des Magnetismus besitzt, bleibt unentschieden, ebenso diess, ob der Erdmagnetismus vielleicht das Resultat elektrischer Ströme ist, die den Erdball umkreisen.

Durch Wärme werden die Metalle häufig magnetisch, besonders wenn sie durch Löthe verbunden sind und ungleich erwärmt werden, zeigen sie magnetische Wirkungen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese Art des Magnetismus auf den galvanischen Strom zurückzuführen ist. Manche glauben, dass auch dem Erdmagnetismus die analoge Ursache der ungleichen Erwärmung zu Grunde liege, da bei der ausserordentlich hohen Temperatur des Erdinnern und der erkalteten und erstarrten Erdrinde eine höchst ungleiche Erwärmung stattfinden muss. Lamont jedoch, der den Erdstrom und die Ursachen desselben sehr eingehend beobachtet hat, meint, dass es nicht wohl denkbar ist, was bei dem Erdstrom die metallische Leitung und die Löthstellen ersetzen soll.

Zum Schlusse sei noch ein eigentümliches Experiment Faraday's erwähnt. Dieses besteht darin, dass Faraday fand, dass jeder Körper, der zwischen die Pole eines Elektromagneten gebracht wird, entweder nach der Richtung der Pole also axial sich stellt oder senkrecht zur Achse des Magneten also äquatorial sich richtet. Die Körper der ersten Art nannte Faraday magnetische die der zweiten diamagnetische. Es ist zwar dadurch die wichtige Thatsache constatirt, dass jeder Stoff der Erde in irgend einem Verhältniss zum Erdmagnetismus steht, allein eine Anwendung dieses Principes auf den Erdmagnetismus und dessen Variationen zur Zeit noch nicht möglich.

§ 4.

Die Erde als Magnet.

Die Eigenschaft mancher Mineralien Eisen anzuziehen war schon lange in den vorchristlichen Zeiten bekannt; die Griechen und Römer gruben besonders in der Nähe der Stadt Magnesia in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kleinasien Eisenerze, an denen sie diese Eigenschaft wahrnahmen, wesshalb sie dieselbe nach der Stadt Magnesia Magnetismus benannt haben sollen. Fabelhafte Angaben über die Existenz von Felsen, welche vorüber segelnde Schiffe mit unwiderstehlicher Kraft an sich rissen, waren im Altertum und im Mittelalter allerwärts verbreitet und geglaubt. Ptolemäus und Plinius verlegten dieselben in die Nähe von Taprobane, die alten deutschen in das nördliche Meer und die Chinesen bezeichneten die Küste von Cochinchina als den Ort solcher Felsen. Erst als ungefähr zu Anfang des 12. Jahrhunderts die Compassnadel wahrscheinlich aus China nach Europa gebracht und für die Zwecke der Schifffahrt eingerichtet worden war, um als Führer auf dem offenen Ocean zu dienen, fingen bestimmtere Ansichten über magnetische Kraft aufzudämmern an. Man glaubte damals, dass der Nordpol der Nadel genau den Nordpunkt der Erde bezeichne da die Nadel nur durch eine Kraft in die bestimmte Richtung gebracht und darin erhalten werden konnte, so war damit die Thatsache constatirt, dass die Erde magnetische Kraft entweder an der Oberfläche oder in ihrem Innern besitzen müsse. Columbus soll der erste gewesen sein, der nach diesen Beobachtungen die Magnetnadel über eine Kreisteilung gelegt und so den ersten Compass verfertigt hat.

Dass die Compassnadel nicht genau südnördliche Richtung habe, wie der Glaube war, und dass sie auch nicht überall dieselbe Abweichung (Deklination) vom Nordpunkte der Erde angebe, wurde in Europa bald wahrgenommen und jedenfalls bei der Entdeckung Amerika's deutlich erkannt Ungefähr um dieselbe Zeit, nämlich um 1530, fand Georg Hartmann, Vikar an der Sebaldikirche in Nürnberg, dass die Magnetnadel in ihrem Schwerpunkt aufgehangen nicht horizontal schwebe, sondern mit ihrem Nordpole sich senke, unter sich zeige, wie Hartmann sich aussprach. Die Inklination der Nadel war damit erkannt. Da ungleichnamige Pole sich anziehen und der Magnetismus der nördlichen Erdhälfte naturgemäss als nördlicher Magnetismus gelten soll, so hat Gilbert in seinem Werke de magnete, das 1600 erschien, das Nordende der Nadel als Südmagnetpol und das nach Süden gerichtete Ende als Nordpol bestimmt. Es ist, wie Lamont sich äussert, zu bedauern, dass dieser Sprachgebrauch nicht allgemeine Annahme gefunden hat. Die Gelehrten der damaligen Zeit beschäftigten sich besonders mit der Beobachtung der Deklination, die damals in Europa eine östliche war und zu Anfang des 16. Jahrhunderts zu Paris etwas über 11° betrug. Man beobachtete zwar einen Rückgang der Nadel gegen den Nordpunkt hin, aber man glaubte, dass die Differenz Schuld der Instrumente sei. Erst Hellibrand 1634 und Bond 1668 haben säculare Schwankungen der Magnetnadel nachgewiesen, da

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Deklination i. J. 1663 für Paris Null war und von da an westlich wurde; i. J. 1814 scheint sie ihr Maximum von 22° 34′ erreicht zu haben und wird seitdem wieder geringer. Doch giebt es auf Erden eine Linie, in welcher die Nadel genau den Nordpunkt bezeichnet, also Oerter ohne Deklination Diese Linie, welche sehr unregelmässig verläuft, kann als magnetischer erster Meridian gelten.

Auch die Inklination der Nadel zeigt säculare Schwankungen. Als der Engländer Norman 1576 das erste Inklinatorium construirt hatte, fand Gibbon die Inklination zu 72° in London, später $73^1/_2$° und jetzt beträgt sie 68°. In Paris betrug i. J. 1671 die Inklination 75°, hat seither beständig abgenommen und beträgt jetzt noch etwas über 66°. In Berlin betrug i. J. 1806 die Inklination 69° 53′ und jetzt ist sie nicht ganz 67°. Je näher man dem Aequator kommt, desto mehr vermindert sich die Inklination, und es gibt eine sehr unregelmässig laufende Linie, die den Aequator zweimal schneidet, in der keine Inklination Statt findet. Diese Linie kann als magnetischer Aequator gelten.

Neben den säcularen Schwankungen der Deklination, hat man auch noch tägliche kleine Variationen an der Nadel bemerkt. Um 7—8 Uhr Morgens ist die westliche Abweichung am kleinsten; sie wird gegen 2 Uhr Nachmittags am grössten, geht dann wieder zurück und wird während der Nacht oder am folgenden Morgen wieder ein Minimum. Der Winkel dieser täglichen Schwankungen beträgt in den Sommermonaten ungefähr 12′48″ in den Wintermonaten 7′58″. Da diese täglichen Schwankungen genau mit der durch die Sonne bewirkten Erwärmung gehen, so ist wohl kein Zweifel, dass sie ihren Grund und ihre Erklärung in der Sonnenwärme finden. Wiederum sind diese täglichen Schwankungen im April am grössten und im Dezember am kleinsten. Man hat gefunden, dass der Process des Keimens Wärme und schwache elektrische Strömung erzeuge. Diese Thatsache erklärt zur Genüge den Vorgang in den verschiedenen Monaten.

Auch in Bezug auf Inklination zeigt die Nadel täglich wiederkehrende regelmässige Schwankungen. Nach Kreil gibt es im Sommer bald nach 8 Uhr, im Winter nach 10 Uhr ein Maximum, Mittags ein Minimum, gegen 4 Uhr Nachmittags ein Maximum und Abends nach 10 Uhr ein Minimum.

Auf das dritte magnetische Element, auf die Intensität oder die Stärke der magnetischen Kraft, hat zuerst A. v. Humboldt aufmerksam gemacht. Er sah nämlich, dass unter dem Aequator eine Nadel viel langsamer schwingt als in höheren Breiten. Da aber die Wärme den Magnetismus ändert, so wusste man Anfangs nicht, ob sich die Intensität des Stabmagnetismus oder die des Erdmagnetismus geändert habe. Erst sorgfältige Untersuchungen in Bezug auf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Horizontal- und Vertikalintensität, die sich unter dem Aequator auch in geringerem Grade zeigen, haben ergeben, dass in der Nähe des Aequators auch die Totalintensität abnimmt, und v. Humboldt hat die Intensität am Aequator als die Hälfte der Intensität unserer Breiten erkannt. Gauss hat nachgewiesen, dass auch in Bezug auf die Intensität Schwankungen sich zeigen; doch ist die Zeit noch zu kurz, um hierüber schon bestimmte Angaben machen zu können

Neben diesen regelmässigen sowohl säcularen als täglichen Schwankungen kann man an der Magnetnadel oft plötzlich turbulente ganz unregelmässige Bewegungen, magnetische Gewitter, wahrnehmen. Lamont berichtet hierüber, dass alle diese sowohl die regelmässigen als die unregelmässigen Bewegungen der Magnetnadel das wichtige Resultat liefern, dass sie an den verschiedensten Punkten der Erde, wo magnetische Observatorien errichtet sind, wenn nicht vollständig parallel, so doch durchaus ähnlich sich erweisen mit dem merkwürdigen Unterschied, dass erstere von der Tageszeit abhängen also an östlichen Orten früher als an westlichen eintreffen, letztere dagegen gleichzeitig sich zeigen und nach Humboldt's Vorstellung als Signale gelten können, die aus den Tiefen der Erde aufsteigend gleichzeitig an allen Punkten der Erdoberfläche anlangen.

Nach all diesen Erscheinungen und Beobachtungen an der Magnetnadel kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass die Erde ein grosser Magnet ist. Wie an der Magnetnadel an den beiden äussersten Punkten, die die Pole der Nadel sind, die magnetische Wirkung am grössten ist, so muss es auch auf Erden zwei Punkte mit grösster magnetischer Kraft geben, welche also die magnetischen Pole der Erde sind und diametral gegenüber liegen müssen; es folgt auch, dass in den verschiedenen Breiten die magnetische Wirkung verschieden sein müsse, und dass es gleich dem Indifferenzpunkt an der Nadel auf Erde Oerter geben müsse, an denen die magnetische Kraft eine minimale sei. Die magnetischen und astronomischen Pole der Erde fallen nicht zusammen. Den magnetischen Nordpol fand der jüngere Ross am 1. Juni 1831 auf Boothia felix unter 70° 5′ 17″ nördliche Breite und 79° 50′ 17″ westliche Länge, da dort die Nadel bei 0° Deklination 89° 59′ Inklination anzeigte. Die Lage des Südpols ist noch nicht genau bekannt. Nach Gaussens Berechnung würde er unter 89° 35′ südlicher Breite und 170° 9′ 36″ östlicher Länge liegen. Ross gelang es nicht, durch den Eisgürtel des südlichen Eismeeres sich bis zu ihm durchzuringen, und er konnte es nur sehr wahrscheinlich machen, dass der magnetische Südpol ungefähr um $2^1/_2$° südlicher liege, als Gauss berechnet hatte, da Ross in jenen Breiten erst 88° 37′ Inklination beobachtet hatte.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nachdem die Thatsache der verschiedenen Deklination der Nadel an den verschiedenen Punkten der Erde erkannt war, lag der Gedanke nahe, jene Orte, an welchen die Nadel die gleiche Ablenkung zeigte, durch Linien zu verbinden, um ein deutliches Bild von den magnetischen Erscheinungen auf der Erdoberfläche zu gewinnen. Halley veröffentlichte i. J. 1701 die erste Karte mit den Linien der gleichen Deklination, wie er dieselben teils selbst auf seinen vielen Seereisen beobachtet, teils von andern Seefahrern aufgezeichnet erhalten hatte. A. v. Humboldt nannte später diese Curven Isogonen. Die erste Karte für die Ortscurven gleicher Inklination, die man nach Humboldt Isoklinen nennt verfertigte der Meklenburger Wilke. Humboldt selbst verband die Orte der gleichen Totalintensität, wodurch er eine Karte der Isodynamen herstellte.

Durch die Karten, auf welchen die magnetische Intensität in der angegebenen dreifachen Beziehung durch Curven veranschaulicht ist, wird zwar ein deutliches Bild von der magnetischen Verteilung an der Oberfläche der Erde gewonnen; allein in Folge der säcularen Schwankungen verlieren dieselben ihren constanten Charakter und können nur für einen bestimmen Termin Giltigkeit beanspruchen.

§ 5.

Theorie des Erdmagnetismus.

Wenn im Obigen angegeben ist, dass die Erde als Magnet anzusehen ist, so kommen zunächst zwei Fragen zur Beantwortung: 1) wo hat die magnetische Kraft der Erde ihren Sitz? und 2) welches ist die Natur und Art dieser Kraft? Zur näheren Erörterung des Erdmagnetismus sind besonders drei Ansichten aufgestellt und deren Begründung durchgeführt worden.

Die Theorie von Gauss. Der grosse Mathematiker in Göttingen ging von der Ansicht aus, dass, wenn man von verschiedenen Punkten aus die Richtung und Stärke einer Kraft bestimmt, man durch Rechnung die Stelle finden kann, wo die Kraft sich befindet. In der Abhandlung „allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“, welche er 1837 veröffentlichte, fand er einen mathematischen Ausdruck, der die Richtung und Stärke des Erdmagnetismus für jeden Ort der Erdoberfläche fast in voller Uebereinstimmung mit den Resultaten der Beobachtung angibt. Allein die Gauss'schen Formeln mittelst der drei Orthogonalcoordinaten für einen Punkt im Raume lassen die Frage nach dem Sitze der magnetischen Kraft zunächst unentschieden; denn sie geben dasselbe Resultat, ob die Quelle des Magnetismus in der Atmosphäre oder an der Erdoberfläche oder im Innern der Erde sich befindet. Hieher gehört eine Wahrnehmung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Angabe Lamont's, welche vielleicht für künftige Untersuchungen von Bedeutung werden mag. „Auf eine Magnetnadel hat ein südliches Element im Innern der Erde an einem Orte denselben Einfluss, wie ein nördliches Element in der Atmosphäre; geht man weiter nach Süden und stellt die Nadel parallel zur ersten Stellung, so wird durch das südliche Element die Neigung der Nadel vermindert, durch das nördliche Element dagegen die Neigung vermehrt werden. Wenn man also in einer bestimmten Richtung auf der Erde fortwandert, so werden sich die magnetischen Verhältnisse anders gestalten, falls die Kraft oberhalb, und anders, falls sie unterhalb der Erdoberfläche sich befindet. Diese Sätze auf die Gauss'schen Formeln angewendet, deuten an, dass der Erdmagnetismus wenn nicht ganz doch dem Hauptteile nach unter der Erdoberfläche sich befinde."

Theorie von Ampère. Dieser Gelehrte hat namentlich die Wirkungen der Elektrizität in dem von ihm construirten Stromviereck und im Solenoid, einen schraubenförmig gebogenen und zum freien Aufhängen am Ampère'schen Gestell eingerichteten Drahte beobachtet. Das Solenoid stellt sich, wenn es sich selbst überlassen wird, mit der Ebene seiner Windungen rechtwinklich also mit der Längenachse parallel zum magnetischen Meridian, demnach wie eine Magnetnadel, deren Südpol an jener Endfläche zu denken ist, von welcher aus gesehen der Strom in der Richtung eines Uhrzeigers kreist. Die Wirkungen eines Solenoides auf einen Magnetstab und die zweier Solenoide lassen sich vollständig auf die Wirkungen zweier Magnete zurückführen. Auf dieses Verhalten der Kreisströme im Solenoid gründete Ampère seine Theorie vom Magnetismus. Da ein Magnet sich wie ein denselben umkreisender elektrischer Strom verhält, so kann man den polaren Magnetismus am Eisen erklären, dass man an Stelle der magnetischen Fluida jedes Molekül von einem kleinen elektrischen Strom umkreist denkt. In einem Magneten sind die Molekülarströme parallel und gleich gerichtet, weshalb die Molekülarmagnete ihre Pole nach derselben Seite hinwenden. Diese Molekülarströme erscheinen deshalb als ein grosser den ganzen Magneten umkreisender Strom. Im unmagnetischen Eisen haben die Molekülarströme alle möglichen Richtungen und heben sich so in ihren Wirkungen auf. Eine Konsequenz der Ampère'schen Theorie ist die Annahme, dass auch die Erde als grosser Magnet von elektrischen Strömen und zwar von Ost nach West umflossen ist. Der Magnetismus hat nach dieser Ansicht seinen Sitz sowohl im Innern als auch an der Oberfläche der Erde und ist Elektromagnetismus.

Theorie von Lamont. Die eingehendsten Untersuchungen über den Erdmagnetismus hat Lamont angestellt und die Resultate

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

seiner Forschung in den Schriften „über den Erdstrom und seinen Zusammenhang mit dem Magnetismus“ niedergelegt. Durch Ampère's Theorie vom Elektromagnetismus war das Vorhandensein von Erdströmen fast zur Gewissheit geworden; dazu kam noch die Entdeckung Steinheil's in München, dass die Erde ein vorzüglicher Leiter galvanischer Ströme sei, indem er beim Telegraphen den zweiten Draht wegliess und durch Versenkung der Platten in den Erdboden den thatsächlichen Beweis erbrachte, dass die Rückleitung des galvanischen Stromes durch die Erde geschehe. Lamont versenkte zwei Metallplatten in ungefähr 170 m Entfernung in den Boden und verband sie miteinander durch einen Leitungsdraht, an welchem ein feines Galvanometer mit einem Multiplikator angebracht war. Das Ausschlagen der Nadel zeigt nun deutlich die Existenz des Erdstromes an. Hiernach ist der Sitz des Erdmagnetismus in die Tiefen des Erdinnern zu zerlegen und die Quelle des elektromagnetischen Zustandes der Erde ist die gewaltige Verschiedenheit der Temperaturen des Erdinnern und der äusseren Erdrinde. Während im Erdinnern der feuerflüssige Zustand der Masse vorhanden ist und das Zentrum der Erde selbst ohne Zweifel nur regulinische Metalle enthält, ist die äussere Rinde erkaltet und in den Zustand der Erstarrung übergegangen. Wie bei einem ungleich erwärmten Metallstabe sich elektrische Strömungen zeigen, so auch im Grossen bei der Erde. Ferner ist die innere Seite der Erdrinde sicherlich eben so uneben wie die äussere, so dass die feuerflüssige Masse an manchen Stellen der Erdoberfläche näher rückt, wodurch sich die localen Störungen des Erdmagnetismus zur Genüge erklären lassen. Lamont kommt schliesslich bei den Untersuchungen des Erdstromes auch zu der Ansicht, dass der elektromagnetische Zustand der Erde wenigstens zum Teil auch durch kosmische Ursachen bedingt ist, indem die Rotation der Sonne, die Häufigkeit der Sonnenflecken und der Stand des Mondes nachweisbar darauf Einfluss üben.

§ 6.

Das Polarlicht.

Im engsten Zusammenhang mit dem Erdmagnetismus und wahrscheinlich nur eine Folge des elektromagnetischen Zustandes der Erde erscheinen die Polarlichter, Lichterscheinungen, die sich in der Gegend der magnetischen Pole der Erde oft zu bedeutenden Höhen in die Atmosphäre erheben. Diese Nordlichter sind im hohen Norden sehr häufig und Lottin führt an, dass er unter 70° nördl. Breite in 206 Tagen 143 Nordlichter beobachtet habe. Der Verlauf der Erscheinung ist ungefähr folgender. Der obere Teil des nach Norden hin beständigen Nebels färbt sich in einer Höhe von etwa

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

6° in einem bogenförmigen blassgelben Streifen, der nach unten ein dunkleres Segment begrenzt. Dieser Lichtbogen steigt in der Richtung des magnetischen Meridians mit seinem höchsten Bogenpunkte immer höher, wobei Abweichungen von nur wenigen Graden von diesem Meridian sich zeigen. Bald erscheinen schwarze Streifen und aus dem Lichtbogen bilden sich Strahlen, die in der Gegend des entstandenen Bogens am glänzendsten erscheinen. Manchmal wechselt der Glanz der Strahlen die ganze Reihe entlang und bei dieser wellenartig schwankenden Bewegung erhebt sich der Lichtbogen oft ziemlich hoch über den Horizont empor. Die untersten Strahlen erscheinen hellrot, die mittleren sind grün, die obersten aber bleiben gelb. Gewöhnlich bilden sich mehrere concentrische Bögen, die oft nahe an einander liegen. Die Strahlen reichen oft weit über das Himmelsgewölbe hin und convergiren in ihren Verlängerungen in der Richtung nach einem Punkte hin, der dem Südende der Inklinationsnadel entspricht. Es bildet sich die sogenannte Krone des Nordlichtes und mit diesem höchsten und schönsten Glanze, der die Polarnacht ungefähr mit derselben Helligkeit, wie der Vollmond unsere Nächte erhellt, hat die Erscheinung ein Ende. Die Strahlen werden kürzer, verlieren ihren Glanz und verschwinden, ehe sie den Horizont erreichen. Der ganze Verlauf eines Nordlichtes dauert oft mehrere Stunden, der höchste Glanz der Krone aber, die sich übrigens nicht bei jedem Nordlicht entwickelt, in der Regel nur wenige Minuten. Diese Nordlichter haben oft eine solche Ausdehnung, dass sie im mittleren und südlichen Europa gesehen werden können. Das Nordlicht am 7. Januar 1831 wurde in ganz Europa und Nord-Amerika, das am 1. September 1859 in Europa, Nord-Amerika, Sibirien, ja sogar auf der Nordküste von Afrika wahrgenommen.

Merkwürdig ist die Thatsache, dass diesen Nordlichtern in der Gegend des südlichen magnetischen Poles der Erde ähnliche Süd- oder Australlichter entsprechen. So wurde am 1. Sept. 1859 zu gleicher Zeit mit dem Nordlicht auch ein Südlicht beobachtet, welches in Australien, Süd-Amerika und im indischen Ocean gesehen wurde. Schon früher hatten Cook und Ross die Tage verzeichnet, an denen sie Südlichter wahrgenommen hatten; jedesmal ergab sich, dass an denselben Tagen auch ein Nordlicht gesehen oder doch wenigstens eine sehr auffällige Unruhe der Magnetnadel beobachtet wurde.

Manche Jahre sind an Nordlichtern reicher als andere; und in dieser Hinsicht hat man gefunden, dass eine elfjährige Periode deutlich hervor tritt.

Ueber die Höhe der Nordlichter gehen die Meinungen auseinander. Das scheint gewiss zu sein, dass die Lichterscheinung in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den höchsten Regionen der Atmosphäre Statt findet. Galle hat bemessen, dass die Krone des Nordlichtes vom 25. Okt. 1870 ungefähr 70 Meilen und jene des Nordlichtes vom 4. Febr. 1872 bei 56 Meilen Höhe gehabt haben müsse. Die gewöhnlichen Nordlichterscheinungen mögen wohl zwischen 10—20 Meilen variiren.

Ueber den Ursprung und die Natur des Nordlichtes sind zur Zeit allerdings noch manche Unklarheiten vorhanden; aber so viel ist wohl schon sicher, dass die Polarlichter im engen Zusammenhang mit dem Erdmagnetismus stehen und hieraus ihre Erklärung finden. Darauf deuten mehrere Umstände hin. Der Mittelpunkt des Nordlichtbogens entspricht nicht dem astronomischen Nordpunkt, sondern dem magnetischen Pole; die Ausströmung der Strahlen und ihre Convergenz in der Rückwärtsverlängerung der Krone ist mit der Richtung der Inklinationsnadel also mit der Richtung der erdmagnetischen Kraft parallel. Ein weiterer Beweis für die magnetische Natur des Nordlichtes ist der Umstand, dass jede starke Nordlichterscheinung von auffallenden unregelmässigen Schwankungen der Magnetnadel begleitet ist, wodurch bedeutende Störungen in der Richtung und Intensität der erdmagnetischen Kraft angezeigt werden, sowie von Störungen des elektrischen Gleichgewichtes im Erdinnern, die sich durch elektrische Strömungen in den Telegraphenleitungen kund geben. Diese Polarlichter erscheinen desshalb als die elektrischen Entladungen an den beiden magnetischen Polen der Erde, wesshalb sie Humboldt als magnetische Gewitter zur Wiederherstellung des gestörten elektromagnetischen Gleichgewichtes bezeichnet. Aehnliche Lichterscheinungen erhält man, wenn durch sehr verdünnte Luft in den Geissler'schen Röhren der elektrische Strom geleitet wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den höchsten Regioner le hat
bemessen, dass die Kr 70 un-
gefähr 70 Meilen und 72 bei
56 Meilen Höhe gehab rdlicht-
erscheinungen mögen w

Ueber den Urspr nd zur
Zeit allerdings noch m so viel
ist wohl schon sicher, mmen-
hang mit dem Erdmag klärung
finden. Darauf deuten elpunkt
des Nordlichtbogens en dpunkt,
sondern dem magnetis en und
ihre Convergenz in de ist mit
der Richtung der Inkl er erd-
magnetischen Kraft pa agneti-
sche Natur des Nordli e Nord-
lichterscheinung von au gen der
Magnetnadel begleitet in der
Richtung und Intensitä werden,
sowie von Störungen d linnern,
die sich durch elektris itungen
kund geben. Diese P elektri-
schen Entladungen an r Erde,
wesshalb sie Humbo Wieder-
herstellung des gestör ites be-
zeichnet. Aehnliche Li rch sehr
verdünnte Luft in de ktrische
Strom geleitet wird.

© The Tiffen Company, 2007
TIFFEN Gray Scale
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19
R G B W G K C Y M

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf