richtung verglichen hat. Allein allem Anscheine nach hat hier die Vertheilung der Elektricitäten einen ganz anderen Grund. Diese Fische sind an und für sich nicht elektrisch und zeigen am Elektrometer keine Spur von Elektricität; dieſs beweist aber, daſs sie sich in einem Augenblicke laden und entladen können, und dieſs beruht sogar einzig und allein auf ihrer Willkühr, da sie zu einer Zeit gar keinen Schlag, zu einer anderen aber äuſserst heftige Stöſse geben, und diese alle zwei bis drei Sekunden wiederholen. Sie geben den Schlag in und auſserhalb dem Wasser, doch nur bei unmittelbarer Berührung; denn der mindeste Zwischenraum von Luft oder Wasser verhindert den Schlag. Der Fisch muſs überdieſs in zwei Punkten berührt werden, wenn er einen Schlag geben soll, ungeachtet diese Punkte keine bestimmte Stelle einnehmen, und einander so nahe liegen können, daſs man sie beide auf einmal berühren kann, wenn man den Finger auf den Fisch drückt. Isolirt man sich und berührt den Fisch mittelst eines Metalls, so erhält man keinen Schlag, weil er sich durch das Metall entladet. Daher kann man einen solchen Fisch ohne alle Ungelegenheit handhaben, wenn man ihn auf eine metallene Schüssel legt, oder zwei Seiten desselben durch Metall in Verbindung bringt, weil dann alle Schläge, die der Fisch giebt, durch das Metall ausgeladen werden. Einige Male will man bei diesen Schlägen elektrische Funken bemerkt haben. Bei einem gefangenen Fische nimmt die elektrische Kraft in dem Maaſse ab, als seine Lebenskräfte sich vermindern.

---

## Magnetismus.

Eine gewisse Art von Eisenerzen besitzt die Eigenschaft, mit mehr oder weniger Kraft Eisen anzuziehen und fest zu halten. Man nennt einen solchen Eisenstein einen Magnet. Seine Anziehungskraft äuſsert sich nur

auf eine geringe Entfernung und wird von andern Körpern, die zwischen ihm und dem Eisen sich befinden, in dem Falle unterbrochen, wenn ihre Dicke gröſser ist, als der Abstand, auf welchen sich die Wirksamkeit des Magnets erstreckt.

Eine groſse Menge von Körpern, welche Eisen in metallischer Gestalt oder in geringen Graden der Oxydation enthalten, werden vom Magnet angezogen, und verschiedene Körper, die sonst nicht eisenhaltig sind, aber durch Bearbeitung mit eisernen Werkzeugen einen, wenn auch unmerklichen, Zusatz davon bekommen, erhalten dadurch die Eigenschaft dem Magnet zu folgen, wie z. B. gefeiltes Zink. Auſser dem *Eisen* werden auch metallisches Nickel, *Kobalt*, *Mangan* und Chrom vom Magnet angezogen, verlieren aber diese Eigenschaft durch Vermischung mit Arsenik. — Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen wird, braucht man ihn nur auf Quecksilber, oder auf Kork im Wasser schwimmen zu lassen, und ihm den Magnet immer mehr und mehr zu nähern, oder auch wohl den zu untersuchenden Körper selbst der Spitze einer empfindlichen Magnetnadel zu nähern.

Jeder Magnet hat zwei Punkte, in welchen sich sein Magnetismus am stärksten äuſsert; sie heiſsen die Pole des Magnets, und wenden sich, wenn man den Magnet an einem Faden aufhängt, der eine nach Norden, der andere nach Süden, daher sie den Namen *Nordpol* und Südpol erhalten haben. Hat man zwei Magnete auf diese Weise aufgehängt, so findet man, daſs ihre nach einerlei Weltgegend gerichteten Pole einander abstoſsen, die nach entgegengesetzter Richtung sich wendenden Pole hingegen einander anziehen. Zuweilen findet man natürliche Magnete mit drei bis vier Polen, was theils von der Gestalt des Steines, theils von seiner Zusammensetzung herrühren kann.

Wenn man an die Pole eines Magnets zwei Stückchen Eisen so befestiget, daſs sie ein wenig unter dem Magnet hervorragen; so äuſsert sich die magnetische Kraft

durch diese Stückchen Eisen, wenn sie auf Einmal wirken können, weit stärker, als durch die unbelegten Pole. Einen solchen Magnet nennt man armirt. Gewöhnlich verbindet man diese Eisenstücken durch ein eisernes Stäbchen, das der Anker heifst, an welches man nach und nach immer gröfsere Gewichte hängen kann, die der Magnet fest hält, dessen Kraft dadurch allmählig um ein bedeutendes verstärkt wird. Durch Wärme wird der Magnet schwächer, erhält aber seine Kraft durchs Erkalten wieder. Durch Glühen wird sie gänzlich zerstört, so auch durch Pülvern, Oxydiren und Auflösen.

Man hat mehrere Vermuthungen über die Natur des Magnetismus. Wir werden ihn jedoch hier nur als einen polaren Zustand betrachten und zur Erleichterung des mündlichen und schiftlichen Ausdrucks den Nord M durch + M, den Süd M durch — M bezeichnen.

Wenn man ein Stück Eisen nach dem einen Pole des Magnets, z. B. dem + Pole, führt, so entsteht in diesem Eisen eine magnetische Polarität. — M sammelt sich in dem, vom Magnete berührten Ende, und + M, in dem entfernteren Ende an, gerade so, wie es bei der Elektricität der Fall ist, wenn ein elektrischer Leiter in die Nähe eines elektrisirten Körpers gebracht wird. Man kann sich diefs leicht durch folgenden Versuch versinnlichen. Wenn man zwei Zoll lange Stückchen Eisendrath an freien Fäden neben einander aufhängt, und ihnen bis auf eine geringe Entfernung einen etwas kräftigen Magnet nähert; so werden sie sich von einander entfernen, so wie Fig. 16. Taf. I. zeigt, weil sie durch die Einwirkung des Magnets polarisch werden, und die gleichen M in den nach einer Richtung gewendeten Enden der Dräthe einander abstofsen, so lange der Abstand des Magnets so grofs ist, dafs die Anziehungskraft desselben die Abstofsungskraft der einander am nächsten liegenden Drathenden nicht überwindet. Bringt man den Magnet dann noch näher, so werden die — Enden der Dräthe von dem + Pole angezogen und nähern sich einander; die positiven Enden hingegen stofsen einander zurück,

wie in Fig. 15., weil die Abstoſsungskraft der — Enden durch den + Pol des Magnets überwunden wird, die + Enden der Dräthe aber dieselbe beibehalten. Noch ein Beispiel ist Taf. I. Fig. 17. dargestellt. a b ist ein Stückchen Eisendrath, welches an einem feinen Seidenfädchen hängt, und c d ein Stückchen Eisen, welches auf einem kleinen Gestelle so aufgestellt wird, daſs noch ein Abstand zwischen d und b bleibt. Nähert man nun dieser Vorrichtung bis auf einige Entfernung einen Magnet, wie durch e angedeutet ist, so werden d und b getrennt, weil der Pol des Magnets einerlei M in ihnen erregt, und diese einander abstoſsen. Nähert man aber den Magnet, wie in Fig. 18, von der Seite, so ziehen das Stückchen Eisen und der Drath einander an, weil nun durch die magnetische Polarität in a b das eine M in b sich ansammelt, und das andere M sich in d anhäuft, wodurch b und d nun einander anziehen müssen.

Diese Polarisation geht so weit, daſs, wenn a b Fig. 19. den + Pol eines Magnets vorstellt, und b c ein Stück Eisen, welches der Magnet für sich nicht völlig tragen kann, dieses Stück Eisen dann von ihm getragen wird, wenn man ein anderes Stück Eisen d e unter b c bringt. Es zertheilt nämlich dann das in c angehäufte + M den magnetischen Stoff in d e, wodurch (gerade so, wie durch zusammengestellte Plattenpaare in den elektrischen Säulen die Elektricität stärker zertheilt wird), mehr + und — M in b c ausgeschieden, und sonach dem + Pole des Magnets, in dem Ende b des Eisens b c, mehr — M wirkend entgegengestellt wird. Nimmt man d e hinweg, so hört die stärkere Zertheilung in b c wieder auf, und es fällt wieder vom Magnete ab. Auf diesen Umstand gründet sich die bekannte Erscheinung, daſs ein Magnet von einem Amboſse ein gröſseres Stück Eisen aufhebt, als von einem Tische.

Ein Magnet ist folglich ein Körper, dessen magnetischer Stoff sich in steter Vertheilung befindet, so daſs sich fordauernd das + M in dem einen, und — M im anderen Pole ansammelt. Wird ein Stück Eisen von ei-

nem Magnet berührt, so wird es dadurch ebenfalls zum Magnet, so lange es nämlich in der Nähe des erstern ist und so in + und — M von einander getrennt bleibt. Entfernt man es wieder vom Magnete, so vereiniget sich sein + und — M wieder zu o M, oder zu dem nicht wahrnehmbaren magnetischen Stoffe, und das Stück Eisen verliert seinen Magnetismus wieder. Kann man es aber in eine solche Lage bringen, dafs sein + und — M stets gesondert bleiben, so ist es zum Magnete geworden, so gut wie der es war, der seine beiden M erst von einander trennte.

Reines Eisen kann seinen M nicht in vertheiltem Zustande behalten; wohl aber kann der Stahl, der eine Vereinigung von Eisen mit etwas Kohle ist, die magnetische Kraft leicht an sich halten, wenn er im magnetischen Zustande gerieben wird, und zwar am besten mit einem Magnete. Diefs nennt man magnetisiren und geschieht auf folgende Weise:

1) Durch den einfachen Strich. Man nimmt eine Stahlstange, setzt auf der Mitte derselben den + Pol eines Magnets auf, und streicht damit bis an das eine Ende der Stahlstange und noch ein Stück darüber hinaus; setzt dann den Magnet abermals in der Mitte der Stange auf, streicht nach derselben Richtung fort und wiederholt dieses Verfahren 40 bis 50 mal. Auf dieselbe Weise behandelt man die andere Hälfte der Stahlstange mit dem — Pole des Magnets. Dabei mufs man aber wohl in Obacht nehmen, dafs man niemals von einem Ende nach der Mitte zurückstreicht, weil dadurch der Magnetismus zerstört wird. Dasjenige Ende der Stange, welches mit dem + Pole des Magnets bestrichen wird, empfängt — M, das mit dem — Pole bestrichene Ende aber + M.

2) Durch den Doppelstrich. Man bedient sich dazu ebenfalls einer Stahlstange, setzt auf ihre Mitte den Magnet mit beiden Polen auf und streicht damit langsam vor- und rückwärts von einem Ende zum andern. Will man mit Streichen inne halten, so zieht man den Magnet

in der Mitte der Stange wieder ab, die nunmehr an demjenigen Ende, wo man den + Pol des Magnetes hinführte, — M, am andern Ende aber + M erhalten hat. Es versteht sich von selbst, daſs, wenn man die Pole des Magnets umwendet und das Bestreichen von neuem anfängt, die gleichen M einander nunmehr zurücktreiben, und daſs sich das M der Stange erst vermindert, dann ganz verschwindet, endlich von neuem zum Vorschein kommt, jedoch so, daſs das Ende, welches vorher + Pol war, nunmehr zum — Pole geworden ist.

3) Durch den Zirkelstrich, oder richtiger: Kreisstrich. Man legt vier Stahlstangen in ein Viereck zusammen, wie in Fig. 20. Taf. I. dargestellt ist, setzt den Magnet mit beiden Polen auf die eine Stange auf, und streicht, auf die vorher beschriebene Weise, von einem Stahle zum andern fort, mehreremale ringsum.

Wenn man mehrere Magnetstäbe mit gleichnamigen Polen zusammenlegt und ihre Pole an jedem Ende mit weichem Eisen verbindet, so erhält man einen einzigen verstärkten Magnet oder eine sogenannte magnetische Batterie. Gewöhnlich fügt man zwei solche Batterien in einem messingenen Futter zusammen, leitet weiches Eisen von den Polen der Stäbe aus dem Futter heraus, und bekommt so 2 Paar Pole, von welchen jedes Paar mit seinem Anker verbunden wird. Wenn man nun durch diese Batterie eine verstärkte magnetische Polarität einem stählernen Stabe beibringen will, so verbindet man, nach Steinhäusers Vorschrift, die Enden desselben mit zwei ungleichnamigen Polen der Batterie, und fährt mit einem anderen Magnete von dem einen Ende des Stabes zum andern hin und her. Am besten gelingt dieses mit zwei Stäben, deren eines Ende man mit weichem Eisen verbunden hat. Die Batterie bestimmt sowohl die Quantität als die Qualität der Polarität; das Hin- und Herfahren mit dem andern Magnete dient nur, diese zu befestigen; es ist daher gleichgültig, welcher von den Polen des streichenden Magnets nach unten hin gewandt wird. Ehe

man den gestrichenen Magnet von der Batterie wegnimmt, müssen die Pole beider durch ihre Anker verbunden werden, sonst verlieren sie von ihrer magnetischen Kraft.

Man bezeichnet sich die Nordpole mit einem Feilstriche, und legt diese künstlichen Magnete, damit ihre Kraft nicht abnehme, mit zwei und zwei ungleichen Polen so zusammen, dafs dazwischen gelegte kurze Eisenstückchen die entgegengesetzten Pole mit einander verbinden.

Es ist offenbar, dafs der Magnet bei diesen Vorgängen nichts von sich fahren läfst, da er blofs den natürlichen magnetischen Stoff des Stahles in seine Bestandtheile, + und — M zertheilt. Der Magnet verliert defshalb dadurch nicht das Mindeste an Kraft, und magnetisirt stets auf dieselbe Weise, wie der Kuchen des Elektrophors dessen Deckel elektrisirt, nämlich nicht durch Mittheilung, sondern nur durch Vertheilung.

Auf diese Weise können auch metallisches Eisen und Nickel magnetisch werden. Das Eisen mufs aber stets mit einem geringen Antheile eines fremdartigen Stoffes vereiniget sein, entweder mit Kohlen, wie im Stahle, oder mit Sauerstoff, wie im Magnetstein, und man hat gefunden, dafs geschmeidiges Eisen auch durch einen Gehalt an Schwefel oder Phosphor die Eigenschaft bekommt, die magnetische Kraft fest zu halten. Andere, weniger bekannte kleine Umstände bewirken, dafs eine Art Stahl viel stärker magnetisch wird, als die andere.

Da die Eigenschaften eines Magnets darauf beruhen, dafs sein + und — M an seinen beiden Enden sich anhäuft; so mufs es in der Mitte desselben eine Stelle geben, wo beide M sich berühren, und wo sonach die magnetische Kraft im Gleichgewichte ist; diese Stelle nennt man den Culminationspunkt oder Aequator.

Selbst unsere Erdkugel ist ein Magnet, dessen — M sich auf irgend einer Stelle in der Nähe des Nordpols anhäuft, wogegen sich sein + M nach dem Bezirke des Südpols hinzieht. Daher rührt die Eigenschaft des Magnets, sich nach Norden und Süden zu wenden; denn weil das

— M der Erde das + M des Magnets anzieht, so muſs dieser seinen + Pol nach Norden und den — Pol nach Süden kehren. Daher muſs auch die Erde auf Eisen und auf jeden Magnet dieselbe Kraft ausüben, die ein groſser Magnet auf Eisen und auf kleine Magnete ausübt, wenn sie in seinen Wirkungskreis kommen. Der Magnetismus der Erde ist inzwischen sehr schwach, so daſs er aufs Eisen ganz unmerklich und nur auf Magnete sichtbar einwirkt.

Hält man einen etwas kräftigen Magnet unter einen Teller oder ein Papier, worauf man Eisenfeilspäne gestreut hat, und klopft dann sacht an den Teller, so daſs die Feilspäne eine durch den Magnet bestimmte Stellung annehmen können; so legen sie sich wie Fig. 21. Taf. I. zeigt, nach den Polen zu gerade auf und nieder, richten sich in deren Nähe schief empor und laufen in der Mitte der Stange mit derselben parallel. Dasselbe geschieht, wenn man, wie in Fig. 23. dargestellt ist, über einer magnetisirten Stahlstange kleine Enden von magnetisirtem Stahldrath aufhängt. Diese kehren sich längs hin nach der Stange, laufen in der Mitte derselben mit ihr parallel, nehmen aber nach den Enden zu immer mehr und mehr eine schiefe Lage an, wobei sich ihr + Pol nach dem — Pole der Stange und ihr — Pol nach dem + Pole derselben herabneigt.

Etwas, dem völlig analoges, muſs auch beim Erdmagnetismus statt finden. Wenn man einen langen Stahlstift so aufhängt, daſs sich beide Enden desselben das Gleichgewicht halten, und ihn nachher magnetisirt; so nimmt sein Nordpol eine geneigte Stellung an, indem er gleichsam schwerer wird und nunmehr einen Winkel von 72 bis 73° mit der wagerechten Linie macht, die er vor dem Magnetisiren bildete. Bringt man einen solchen magnetischen Stift weiter nach Süden, so nimmt diese Neigung allmählig ab, und seine Stellung wird mitten auf der Erde wieder wagerecht, wie sie vor dem Magnetisiren war. Führt man ihn dann noch weiter nach dem Südpole zu; so fängt sein — Pol immer mehr und mehr

an

an sich zu neigen, und könnte man einen solchen Stift bis an die beiden magnetischen Erdpole selbst bringen, so würde er hier lothrecht emporstehen, und zwar am Südpole mit seinem Nordpole, am Nordpole aber mit seinem Südpole aufwärts. Inzwischen treffen die magnetischen Erdpole mit den Umwälzungspolen derselben nicht genau zusammen, sondern fallen etwas seitwärts; der nördliche oder — M Pol liegt nämlich nordwärts von Amerika's östlichem Vorgebirge, der + M Pol hingegen in der Südsee ewigen Eisfeldern. Daher kann auch der Erdäquator, d. h. diejenige Ebene, welche die Erde zwischen beiden Polen in zwei gleiche Hälften theilt, nicht einerlei mit dem magnetischen Aequator, d. h. mit derjenigen Ebene sein, in welcher die Magnetnadel völlig wagerecht hängt.

Wenn z. B. auf Taf. I. Fig. 22. ABCD die Erde, und A und B ihre Pole vorstellen, so muſs CD ihr Aequator sein; und wenn a und b die magnetischen Pole sind, so muſs cd der magnetische Aequator sein, welcher folglich den Erdäquator nur in zwei Punkten berührt, und auf der einen Seite der Erdkugel, im Südmeere mehr nördlich, auf der anderen Seite, im Atlantischen Meere, aber mehr südlich als der Erdäquator fällt.

Das Werkzeug, womit man die Neigung des Magnets gegen den Horizont miſst, heiſst ein Neigungs- oder Inclinations-Compaſs *(Boussole d'inclinaison)*. Wenn ein solches Werkzeug eine einigermaaſsen richtige Beobachtung zulassen soll, muſs es in der Richtung der Magnetnadel aufgehängt werden. Hängt man es so auf, daſs seine Richtung einen rechten Winkel mit der Richtung des Magnets macht, so nimmt es eine wagerechte Stellung an.

Es ist klar, daſs, wenn man eine Eisenstange vollkommen in die Richtung und Neigung des Magnets bringt, in ihrem untern Ende eine kleine Menge + M, im oberen Ende aber etwas — M sich ansammeln muſs; wenn man daher ein längliches Stück weiches Eisen, z. B. einen Schlüssel, dem Nordpol einer Magnetnadel nähert, so wird dieser, so lange der Schlüssel eine horizontale Lage

hat, nur angezogen. Stellt man den Schlüssel aber vertikal, so wird der Nordpol von dem oberen Ende angezogen und von dem unteren abgestoſsen. Dieses läſst sich mit dem nämlichen Ende bewerkstelligen, je nachdem man eins oder das andere aufwärts oder niederwärts hält. Reiben befördert diese Vertheilung und befestiget gleichsam die getheilten + und — M, wie die Bereitung der künstlichen Magnete beweist. Reibt man daher eine in die Richtung des Magnets gebrachte Stahlstange mit einem andern Stücke Eisen, oder beklopft sie von oben nach unten schwach mit einem Hammer, so befördert und befestiget man die Zertheilung des magnetischen Stoffs und die Stange bleibt nachher magnetisch. Dieses Magnetisiren beruht also auf Reiben, unter Einfluſs des Erdmagnetismus. Bloſses Reiben kann zwar ebenfalls bisweilen magnetisiren, aber schwächer, und es kommt dabei immer viel darauf an, sowohl das reibende, als das geriebene Stück Eisen, in die richtige Lage zu bringen.

Die Eigenschaft des Magnets, sich nach Norden und Süden zu wenden, gab uns ein unentbehrliches Hülfsmittel für Seereisen, den Compaſs. Dieser besteht aus einer magnetisirten Nadel von gutem Stahl, die in der Mitte mit einer kleinen Messinghülse versehen ist, auf welcher sie ruht. Sie kehrt sich stets nach Norden und Süden, und zeigt dadurch den Seefahrern die Himmelsgegenden. Die beste Gestaltung einer Magnetnadel ist die Fig. 24. Taf. I. angegebene; nicht die gewöhnliche pfeilförmige. Den Nordpol kann man durch eine Farbe oder irgend ein anderes Merkmal bezeichnen. Diejenige Hälfte, welche — M erhalten soll, wird etwas schwerer gemacht, so daſs sie nach dem Magnetisiren mit der positiven im Gleichgewichte bleibt. Am besten magnetisirt man sie auf die Weise, daſs man zwei Magnetstangen mit den ungleichnamigen Polen so zusammenlegt, daſs sie gleichsam eine einzige bilden; auf den Vereinigungspunkt beider Stangen legt man nun den mittleren Theil der Nadel so auf, daſs jedes Ende derselben auf einer der beiden Stangen aufliegt, die man sodann, jede besonders

langsam unter der Nadel wegzieht. Wenn man dieses Verfahren einigemale wiederholt, so wird die Nadel so stark magnetisirt, als sie es überhaupt werden kann.

Da die magnetischen Erdpole nicht genau in Norden und Süden fallen, die Magnetnadel aber stets nur nach diesen magnetischen Polen hinweist; so kann sie auch niemals genau nach Norden weisen, und dieſs nennt man das Abweichen — die Declination — der Magnetnadel. Dieses Abweichen beruht aber nicht auf diesem Umstande allein; denn in diesem Falle würde sich dasselbe auf jeder beliebigen Stelle der Erdoberfläche sehr leicht bestimmen lassen. Vielmehr ist die Abweichung vielen und fast beständigen Veränderungen unterworfen. In Schweden z. B. zeigt die Magnetnadel mehrere Grade westlich, ungeachtet sie im J. 1666 richtig wies, und 1580 sogar mehrere Grade nach Osten abwich. Seitdem hat sie sich allmählig immer weiter nach Westen gewendet, scheint aber jetzt wieder nach Osten zurückzugehen.

Auſserdem erleidet sie auch tägliche Veränderungen, so daſs sie des Morgens und Abends um 9 Uhr am wenigsten, und Nachmittags zwischen 3 und 5 Uhr am stärksten nach Westen zeigt. Die Ursache von diesen Veränderungen scheint zu sein, daſs, wenn die Sonne für den Meridian des magnetischen Pols aufgeht, die magnetische Kraft des letztern durch die Tageswärme vermindert wird, und sich mehr nach dem kälteren westlichen Theile des Erdbodens hinbegiebt, bis sie Nachmittags durch allmählige Abkühlung nach und nach wieder an Stärke zunimmt, die sie auch dann die ganze Nacht hindurch unverändert beibehält. Deſshalb ist die Magnetnadel auch einer kleinen Veränderung nach den Jahreszeiten unterworfen, indem sie im Sommer am wenigsten nach Westen abweicht.

Die allgemeine Abweichung der Magnetnadel ist so unregelmäſsig, daſs sie nicht durch Berechnung gefunden werden kann, sondern durch direkte Versuche ausgemittelt werden muſs; auch ist sie zuweilen, ohne Rücksicht auf die Lage der Pole, auf manchen Stellen des Erdbodens östlich, auf andern westlich — was nothwendig von

einer stellenweise und unregelmäſsig vertheilten Ursache herrühren muſs.

Coulomb hat gezeigt, daſs alle Körper vom Magnete schwach affizirt werden, aber die feinsten Werkzeuge sind erforderlich, um es zu bemerken *).

Hansteen hat eine magnetische Polarität aller Gegenstände auf der Oberfläche der Erde durch sehr sinnreiche Versuche bewiesen, indem er gefunden hat, daſs die Magnetnadel nahe an der Erde auf der nördlichen Seite z. B. eines Baums, eines Pfahls, eine gröſsere Anzahl Schwingungen in einer bestimmten Zeit macht, als auf der südlichen Seite desselben, daſs sie aber umgekehrt auf der südlichen Seite des oberen Endes des Pfahls oder des Baumes geschwinder schwingt als auf der nördlichen, welches in diesen Gegenständen eine schwache magnetische Polarität anzeigt. Sie haben alle den Nordpol unten und den Südpol oben. Es ist folglich keinem Zweifel unterworfen, daſs nicht jeder Theil des Erdbodens an der allgemeinen Vertheilung des Magnetismus Antheil nehmen sollte; allein durch unsere magnetischen Versuche wissen wir, daſs dieselbe unendlich viele Male särker in den Eisenerzen, dem Eisen und in eisenhaltigen Körpern ist, und die Erfahrung hat uns gelehrt, daſs dieses Metall in gröſserer oder geringerer Menge einen Bestandtheil der Körper unsers Erdbodens ausmacht. Eine nothwendige Folge davon ist, daſs die ungleiche Vertheilung dieses Metalls in der uralten inneren Masse des Erdbodens auch auf die Magnetnadel Einfluſs haben und die Abweichung derselben, vielleicht auch ihre Neigung, verändern müſste, je nachdem die Erde in gröſserer oder geringerer Entfernung nach Osten oder Westen zu, oder auch näher unter ihrer Oberfläche, reichhaltiger an die-

*) Coulomb hat zu diesem Behuf ein äuſserst empfindliches Werkzeug erfunden, welches er die magnetische Drehwage (*balance de torsion*) nennt. Man findet es in Biot's *Traité de Physique experimentale* etc. Tom. III. S. 29. beschrieben und auf der Kupf. Taf. I. abgebildet.

der Uebers.

sem Metalle ist. Die jährlichen Veränderungen der Abweichung können von Veränderungen in der magnetischen Kraft der Erde herrühren, welche durch die in ihrem Innern fortwährend vor sich gehenden chemischen Prozesse verursacht werden. Hoffentlich wird mit der Zeit eine allgemeine und regelmäſsige Ursache von der langsamen Bewegung der magnetischen Pole um die Erdpole herum aufgefunden werden.

Hansteen hat eine neue Theorie über die magnetischen Erscheinungen der Erdkugel ausgearbeitet, und nach den scheinbar unregelmäſsigen Abweichungen der Magnetnadel berechnet, daſs die Erde vier verschiedene Pole, nämlich 2 in Norden und 2 in Süden haben müsse, die alle beweglich sind, und zwar so, daſs dieselben jeder mit seiner eigenthümlichen sehr langsamen Bewegung, einen Kreis um die Erdpole beschreiben. Ich muſs die Leser deshalb auf seine sinnreiche Arbeit selbst verweisen.

Man hat mehrere Versuche gemacht, um zu zeigen, daſs die magnetische Polarität chemische Wirkungen hervorbringt. Alle diejenigen, welche eine Zersetzung des Wassers dabei zu beobachten glaubten, sind irre geführt worden. Hansteen und Maschmann haben Silberauflösungen durch Quecksilber in heberförmigen Röhren reduzirt, und haben dabei immer gefunden, daſs, wenn die Schenkel der Röhre in dem magnetischen Meridiane standen, das Silber im nördlichen Schenkel immer in gröſserer Menge und in vollkommener gebildeten Krystallen anschoſs als im südlichen, wo es zugleich mit Quecksilbersalz vermischt war. Stellte man die Schenkel der Röhre nach O. und W., so gieng die Reduction weit langsamer, und das reduzirte Metall stand in beiden Schenkeln gleich hoch. Die nämlichen Wirkungen lieſsen sich durch künstliche Magnete hervorbringen, wobei sie immer fanden, daſs sich das Silber in weit gröſserer Menge über dem Südpol des Magneten ausschied. Murray hat ähnliche Versuche angestellt, indem er Eisendräthe in schwache Silberauflösungen hineintauchte. So lange der Eisendrath

nicht polarisch war, wurde kein Silber reduzirt, sobald man aber einen Magnet in die Nachbarschaft legte, fand die Reduction sogleich statt. Vorher magnetisirter Stahl, sogar wenn er mit Firnifs überzogen war, bewirkte die Reduction sogleich. Murray fand sie aber am Nordpol des Magneten am stärksten, was gegen Hansteens und Maschmanns Erfahrung ist.

Lüdecke fand, dafs wenn man über die beiden Pole eines hufeisenförmigen Magnets ein gläsernes Gefäfs stellt, welches eine Auflösung von einem Salze, z. B. essigsaurem Blei, salzsaurem Ammoniak oder schwefelsaurem Eisenoxydul enthält, die so concentrirt ist, dafs sie nach einigen Stunden zu krystallisiren anfängt, so findet man, nachdem das Salz krystallisirt hat, dafs die Krystalle einen reinen runden Fleck, zwischen den beiden Polen, wo die magnetische Kraft am stärksten wirkt, leer lassen, übrigens aber die ganze Fläche des Bodens, gleichförmig bedecken.

## Zusammenhang der elektrischen und magnetischen Kräfte. Elektromagnetismus.

Wir haben bisher die elektrischen und magnetischen Erscheinungen, als von verschiedenen Grundkräften hervorgebracht, betrachtet. Wir werden nun sehen, dafs sie nur verschiedene Aeufserungen der nämlichen Grundkraft sind.

Es war dem dänischen Naturforscher Oersted vorbehalten, diese Entdeckung im Jahre 1820 zu machen. Man hatte wohl Einflufs der EE auf die Magnetnadel vor ihm beobachtet, aber die Umstände, unter welchen sie hervorgebracht wurden, blieben unbekannt. Wilke hatte z. B. durch elektrische Schläge Stahlnadeln magnetisch gemacht. Mojon in Genua und Romagnesi in Trident hatten Wirkungen auf die Magnetnadel wahrgenommen, welche durch die El. Säule hervorgebracht waren; diese waren immer so unbestimmt, dafs sie keine Aufmerksamkeit erregten.

Oersted zeigte nun, daſs ein Körper, durch welchen die EE sich entladen, magnetisch wird und eine magnetische Polarität bekommt, die der Richtung des elektrischen Stroms rechtwinklicht ist, und zwar so, daſs, wenn die Magnetnadel sich über dem entladenden Körper befindet, der Nordpol links von der Richtung der + E abgelenkt wird, indem er sich unter dem Leiter, in umgekehrter Ordnung rechts dreht. Alle Körper, welche die Eigenschaft haben, die EE zu leiten, können auf diese Weise magnetisch werden, so lange die EE sich durch sie entladen.

Die Entdeckung Oersted's wurde bald von einer groſsen Anzahl Gelehrten geprüft, bestätigt und erweitert. Ampère, Arago, Seebeck, Prechtl, Schweigger, Poggendorff u. m. haben wichtige Beiträge dazu geliefert.

Man hat nun gefunden, daſs, zur Hervorbringung der elektromagnetischen Erscheinungen, nur ein einziges elektrisches Paar, oder was man die einfache elektrische Kette nennt, nöthig ist. Die elektromagnetische Polarität wird also auch in dem Leiter hervorgebracht, durch welchen die elektricitäterregende Berührung der Metalle entsteht. Es folgt daraus, daſs die Berührung zweier Metalle mit einander nicht nur das Gleichgewicht der Elektricität, sondern auch das des Magnetismus aufhebt. Je gröſser das elektrische Paar ist, d. h. je gröſser die Quantität der EE ist, desto ausgezeichneter werden die magnetischen Erscheinungen. Die Anzahl der Paare, d. h. eine gröſsere Intensität des elektrischen Zustandes, vermehrt nicht die magnetische Polarität des entladenden Körpers. Vielmehr hat man beobachtet, daſs mehrere zusammengesetzte Paare eine schwächere Wirkung hervorbrachten, als wenn ein einziges angewandt wurde. Die Ursache davon ist nicht, daſs die höhere Intensität hinderlich wirkt, sondern doch die Dazwischenkunft mehrerer Schichten des feuchten Leiters die Wirkung der ganzen Menge der EE nicht erlaubt.

Wenn man sich einmal der einfachen und das an-

deremal der zusammengesetzten Kette bedient, so muſs man sich erinnern, daſs die Kupferseite der letzten negativ ist, weil hier Kupfer und Zink liegt, da hingegen diese bei der ersten positiv ist, wie man leicht einsieht.

Die Verschiedenheit in der Stellung der Magnetnadel, nachdem sie sich über oder unter dem magnetischen Leiter befindet, rührt von einer Eigenthümlichkeit in der magnetischen Polarität des elektrischen Leiters her, von der man eine richtige Vorstellung bekommt, wenn man annimmt, daſs die Oberfläche des Leiters mit einem Kreise, von kleinen Magneten, die mit ungleichnamigen Polen zusammenliegen, transversal umgegeben wäre, ungefähr wie Fig. 11. Taf. IV. dieſs darstellt. Der Kreis A stellt den transversalen Durchschnitt eines Metalldraths vor, welcher die el. Säule entladet.

Stellt man sich nun vor, daſs eine, wie die Inclinations-Nadel aufgehängte, kleine Magnetnadel dem Leiter in einer transversalen Richtung genähert wird, so nimmt die Nadel gerade die Stellungen an, welche von den kleinen Magneten angezeigt werden, wobei aber die Pole der Magnetnadel, wie die Pfeiler in der Figur anzeigen, gegen die des Leiters umgekehrt sind, aus Ursachen, die man leicht einsehen kann. Dieser Kreis von kleinen Magneten ist aber nicht als eine wirkliche Erklärung anzusehen, sondern er ist nur als ein Schema zu betrachten, nach welchem man die Richtung der magnetischen Kräfte verstehen kann.

Ampère entdeckte, daſs Körper, welche die EE ausladen, wenn der elektrische Strom, d. h. z. B. die positive E nach einerlei Richtung geht, einander anziehen, wie Magnete, welche mit ungleichnamigen Polen einander genähert werden; im umgekehrten Fall aber stoſsen sie einander ab. Die Ursache davon wird durch Ansicht der auf der vierten Kupferplatte dargestellten Figur sogleich einleuchten. Wenn die EE in zwei neben einander liegenden Metalldräthen, wovon A und B transversale Durchschnitte vorstellen, einerlei Richtung haben, so haben die magnetischen Pole in nebenliegenden Seiten

entgegengesetzte Richtungen, und ziehen daher einander mit ungleichnamigen Polen an. Bei umgekehrter Richtung der EE müssen sie daher einander mit gleichnamigen Polen abstoſsen.

Die so magnetisch gewordenen Dräthe ziehen Eisenfeile an, und behalten sie festsitzend, so lange die el. Entladung dauert, sie fallen aber plötzlich nieder, wenn diese abgebrochen wird.

Stahlnadeln, die in einer transversalen Richtung dem Leiter nahe gehalten werden, nehmen dadurch eine bleibende magnetische Polarität an, welche der Richtung der magnetischen Polarität des an dem Leiter angenommenen magnetischen Kreises entgegengesetzt ist.

Alle die durch Entladung der el. Säule hervorgebrachten elektromagnetischen Wirkungen lassen sich auch durch Frictions-Elektricität zuwege bringen. Da aber der beständige Strom von einer noch so groſsen Elektrisirmaschine nur eine unbedeutende Menge EE in jedem Augenblick hervorbringt, so wird er, bei einer fortfahrenden Ableitung, nicht leicht auf die Magnetnadel eine Wirkung hervorbringen können. Auch der el. Schlag setzt die Magnetnadel nicht in Bewegung, weil die Entladung ein so kleines Zeitmoment braucht, daſs die Trägheit der Nadel nicht Zeit hat, überwunden zu werden. Dagegen kann man durch jeden Funken, durch jeden el. Schlag, Stahlnadeln und Stahlstäbe magnetisiren, nach den nämlichen Gesetzen, welche bei der Entladung der Säule statt finden. Diese magnetische Polarität des el. Schlages erklärt Erscheinungen, die man schon lange gekannt hat, ohne die Ursache davon zu wissen: daſs z. B., wenn der Blitz in ein Schiff hineinschlägt, der Compaſs oft verändert, sogar seine Pole umgekehrt werden, und wenn er nun auf verschiedene Stellen des Verdecks gestellt wird, zeigt er Nord nach verschiedenen Richtungen. Der Blitzschlag giebt nämlich allem Eisen im Schiffe eine magnetische Polarität, die sich nach der des Blitzes richtet, und auf die Polarität der Magnetnadel einwirkt.

Ampère und Arago fanden, daſs, wenn man einen

Metalldrath in Spiralform, d. h. in einer Schraubenlinie dreht, und nachher durch diese Spirale die el. Entladung leitet, so bildet die Spirale einen Magnet, der dem gewöhnlichen künstlichen Magnet in allen seinen Eigenschaften vollkommen ähnelt. Er hat an jedem Ende einen Pol, und die Lage der + M und — M darin hängt, nach den oben angeführten Regeln, ganz von der Richtung der EE ab, daher ist in zwei Spiralen, bei einerlei Richtung der EE, die Polarität umgekehrt, wenn die eine rechts und die andere links gewunden ist, wie man dieses leicht einsehen kann. Zugleich werden die elektromagnetischen Erscheinungen in einer Spirale sehr verstärkt ausfallen, so daſs, was der gerade Leiter nicht vermochte, von der Spirale mit Leichtigkeit hervorgebracht wird. Legt man z. B. eine Stahlnadel in eine gläserne Röhre, und stellt diese Röhre in eine ausladende Spirale, so wird die Nadel magnetisch, und ihre Polarität wird mit der Anzahl der Windungen wachsen. An der Auſsenseite der Spirale wird die Nadel lange nicht die magnetische Polarität erreichen, wie im Innern derselben. Auch ist die Polarität, welche die Nadel auf der äuſsern Seite bekommt, umgekehrt gegen die, welche sie an der innern erhält; alles aus Ursachen, die nach einem kurzen Nachdenken leicht zu errathen sind. Die Eigenschaft der Spirale, die elektromagnetischen Wirkungen zu verstärken, hängt davon ab, daſs die einander entgegengesetzten Theile jedes Gewindes die EE in entgegengesetzte Richtung führen, wodurch in der Mitte des Gewindes eine gleichnamige Polarität von allen Theilen her zusammenstöſst und concentrirt wird, wie es aus der kleinen Figur 13. Taf. IV. erhellet, wo A und B transversale Durchschnitte des Drathes sind, und wobei z. B. die + E in A weggehet, und in B zurückkehrt. Wenn nun die verstärkte Polarität von einem Gewinde sich zu der des 2ten, 3ten u. s. w. addirt, so sieht man leicht ein, wie die magnetische Polarität wachsen muſs. Die magnetische Kraft der Spirale ist gröſser, je nachdem

die Anzahl der Gewinde in Verhältniſs zum Durchmesser jedes Gewindes gröſser ist.

Dela Rive befestigte zwei kleine Scheiben von Zink und Kupfer neben einander an einem Stück Kork, und verband sie oberhalb des Korks mit einer Spirale von Messingdrath. Wenn er dann diese kleine Vorrichtung in eine saure Flüssigkeit, mit den Metallscheiben unterwärts, eintauchte, so stellte sie sich in den magnetischen Meridian, durch die magnetische Polarität der Spirale.

Schweigger und Poggendorf haben ein sehr interessantes Instrument erfunden, welches man den elektromagnetischen Condensator nennt und durch welches man auch die geringsten Spuren von Contacts Elektricität auf die Magnetnadel bemerklich machen kann, wodurch es möglich wird, elektrische Wirkungen, die sonst unmerklich sind, zu entdecken und zu messen, oder wenigstens zu vergleichen. Man nimmt einen gewöhnlichen Messingdrath, läſst ihn mit Seide umspinnen, so daſs die EE sich nicht seitwärts mittheilen können, und windet ihn nun z. B. über die Hand 50, 100, 200 mal, je mehrere Windungen, desto besser. Die Gewinde werden in ihrer Lage zusammengehalten durch seidene Bänder und die beiden Enden frei gelassen. Man hat dann eine ovale Figur, in welcher die EE jedes Gewinde durchlaufen müssen, wenn man sich derselben bedient, um die elektrische Kette damit zu schlieſsen, und wo jedes Gewinde seine Polarität zu der Polarität des andern addirt. Setzt man dann eine leicht bewegliche Magnetnadel auf ein passendes Gestell, in die Mitte des ovalen Condensators, und verbindet nachher die beiden Enden desselben, jedes mit seinem Metall, so dreht sich die Magnetnadel augenblicklich so, daſs sie, nach einigen Schwingungen, mit der Ovale rechtwinklicht wird, von dessen magnetischer Achse die Einwirkung des Erdmagnetismus überwunden wird. Wenn der Condensator 60 bis 100 Gewinde hat, so kann man Wirkungen von Zink- und

Kupferscheiben, dessen Seiten nicht $\frac{1}{2}$ Zoll Länge haben, und welche mit an der Zunge befeuchtetem Löschpapier verbunden sind, auf die Magnetnadel hervorbringen. Man stellt dann den Condensator mit dem magnetischen Meridian parallel, und im Augenblicke, wenn die Kette geschlossen wird, dreht sich die Magnetnadel mehrere Grade östlich oder westlich.

Die platte oder ihre federförmige Spirale zeigt natürlicherweise nur unbedeutend verstärkte Wirkungen. Wenn man eine Stahlnadel queer darüber legt, ohne daſs sie jedoch die Spirale berühren kann, so wird diese Nadel auch polarisch, aber die Enden erhalten beide den nämlichen Pol, und die entsprechenden Pole liegen in der Mitte zusammen, wie folgende Linie zeigt $\overset{+}{\underline{|}}\ \overset{-}{\underline{|}}\ \overset{-}{\underline{|}}\ \overset{+}{\underline{|}}$, ganz wie wenn man eine Nadel zwischen den Gewinden einer Schraubenspirale magnetisiren wollte. Um die Ursache dazu einzusehen, ist nur ein Blick auf das oben angeführte Schema hinreichend.

Die merkwürdigste Entdeckung in diesem Fache nächst der Oerstedschen ist gewiſs die von dem englischen Chemiker Faraday entdeckte elektromagnetische Bewegung. Er hat durch Versuche ausgemittelt, daſs die elektromagnetische Polarität davon abhängt, daſs sie in dem einen Pol des Magnets ein Streben hervorbringt, unaufhaltsam um den el. Strom rechts hin zu laufen, während daſs der andere, in umgekehrter Richtung, links sich zu bewegen strebt. Da also beide mit gleicher Kraft zu entgegengesetzten Punkten hinstreben, muſs die Achse der Polarisation der Nadel sich rechtwinklicht gegen den el. Strom stellen. Wenn der entladende Metalldrath, statt in horizontaler Richtung zwischen den Polen der Säule angebracht zu werden, von oben nach unten geleitet wird, wo er sich endlich in einem mit Quecksilber gefüllten Gefäſs schlieſst, in welchem ein zweiter Drath die EE zum andern Pol leitet, und wenn ein leichter Magnet, z. B. eine magnetische Nähnadel, am einen Ende mit Platinadrath so beschwert wird, daſs sie etwas ins Quecksilber hineinsinkt und eine ver-

ticale Stellung annimmt, während dafs er einen Pol aufwärts dreht, so fängt dieser Magnet an, sobald die Entladung der Säule, durch den verticalen Drath geschieht, um diesen sich kreisförmig zu bewegen. Diese Bewegung fährt so lange fort, als noch eine el. Entladung statt findet. Kommt die + E von Oben, und ist der aufwärts gerichtete Pol der Nadel Nordpol, so geht sie von der rechten zur linken Seite. Wird der Pol der Nadel oder die Richtung der Elektricität im entladenden Drath verändert, so kreist die Nadel von der linken zur rechten Seite hin. Ist der Magnet unbeweglich im Quecksilber befestigt, indem der Drath beweglich ist, so kreist dieser nach denselben Gesetzen rund um den Magnet. Man kann diese Erscheinung darstellen, wenn man am Ende eines horizontal gelegten, breiten oder platten Magnetstahls, ein kleines mit Quecksilber gefülltes Gefäfs von Glas oder Porzellan stellt, von welchem ein eiserner Drath zu einem Metalle der einfachen el. Kette geleitet wird, während dafs der Leiter vom andern Metalle sich mit einer Oehse, einige Zoll über dem Quecksilbergefäfs, endigt. In diese Oehse hängt man einen Platinadrath, welcher ins Quecksilber hineinreicht, der aber am untern Ende mit einem kleinen Stück Kork versehen ist, um das tiefere Eindringen ins Quecksilber zu verhüten. Sobald die el. Kette geschlossen ist, bewegt sich dieser Drath um den Polpunkt des Magnets, welcher nicht am äufsersten Ende des Stahls, sondern etwas nach innen zu gelegen ist. Diese Bewegung fährt fort, so lange die EE den Drath durchströmen. In diesem Versuche ist die Richtung der Bewegung des Drathes nicht ein Kreis um die polarische Achse des Magnets, sondern er geht in einer solchen Richtung um den Pol herum, dafs er diese Achse schneidet. — Um die elektromagnetische Bewegung noch einfacher und leichter darzustellen, nimmt man eine 4 Zoll lange gläserne Röhre, welche einen halben Zoll im Durchmesser hat, und verstopft die beiden Enden mit Kork. Durch den einen Propfen wird ein eiserner Drath so geleitet, dafs er an beiden Seiten über dem Propfen

einen Zoll hervorragt, worauf dieses Ende unterwärts gewandt und Quecksilber in die Röhre so hoch hineingegossen wird, daſs der Eisendrath nur mit der Spitze daraus hervorragt. Durch den obern Propfen wird ein Metalldrath gesteckt, welcher sich innerhalb der Röhre mit einer Oehse schlieſst, auf welche ein Platinadrath, der bis ans Quecksilber reicht, gehängt wird. Verbindet man jetzt den unteren Drath mit dem einen Metall der el. Kette, und den obern mit dem andern, so entladen sich die EE durch die Verbindung zwischen dem Quecksilber und dem beweglichen Drath in der Röhre. Wenn man darauf den Pol eines Magnets gegen das äuſsere Ende des unteren eisernen Draths setzt, so wird dieser polarisch und der im Innern der Röhre aufgehängte Drath fängt an um das Ende des Eisendraths sich kreisförmig zu bewegen. Vertauscht man die Pole des Magnets, so kehrt der Drath um und bewegt sich in entgegengesetzter Richtung. Es gelang Faraday durch paſsende Vorrichtungen den entladenden Drath durch den Einfluſs der magnetischen Polarität der Erde zu kreisförmigen Bewegungen zu bringen, wo er dann immer Kreise beschreibt, deren Planum gegen die Linie, durch welche die Neigung der Magnetnadel ausgedrückt wird, rechtwinklicht ist.

Zu den Versuchen mit der elektromagnetischen Bewegung braucht man eine kräftige Kette; man bedient sich daher am liebsten dazu eines sehr groſsen Paares, das nach Art des Hare'schen Calorimotors eingerichtet ist.

Oersted erklärt die elektromagnetischen Erscheinungen durch eine schraubenförmige Bewegung der beiden EE in entgegengesetzter Richtung. Die + E windet sich rechts, und stöſst den Nordpol der Nadel ab, indem die Windungen der — E links gehen und den Südpol der Nadel zurückstoſsen. Obgleich es in der That schwer ist, einzusehen, warum die EE ihren Weg so verlängern sollten, so muſs man doch gestehen, daſs Oersteds Hypothese sowohl die Richtungen erklärt, in welchen die elektromagnetische Polarität wirkt, als auch die Bewegungen, die dadurch hervorgebracht werden, und welche, als

Oersted diese Ansicht aufstellte, noch nicht entdeckt waren.

Die vollkommene Uebereinstimmung der magnetischen Polarität in der elektromagnetischen Spirale, mit der unserer gewöhnlichen Magnetstäbe, hat Ampère zu der Muthmafsung Anlafs gegeben, dafs die Polarität der letzteren auch von elektrischen Strömen, die mit der Polarisationsaxe rechte Winkel machen, herrühren könnte. Auch die Polarität der Erde wäre nach dieser Ansicht eine Folge von dergleichen elektrischen Strömungen, welche durch einen von den Strahlen der Sonne erregten el. Strom von Osten nach Westen, entstehen sollten. Natürlicherweise können solche Muthmafsungen, sie mögen noch so wahrscheinlich sein, nicht eher angenommen werden, als man gültige Beweise dafür gefunden hat.

Seebeck hat entdeckt, dafs zwei Metalle, welche eine ungleiche Temperatur haben, durch Berührung magnetisch werden können, aber dafs sie dabei nicht der Ordnung folgen, in welcher sie in der elektrischen Säule wie Elektricitätserreger wirken. Wismuth ist das eine letzte Glied dieser Kette, und Antimon das andere. Selbst bei einem und demselben Metalle kann eine magnetische Polarität durch Erwärmung hervorgebracht werden, wenn die Textur des Metalles krystallinisch und daher nicht überall gleichartig ist. Die einfachste Art, diese Art von Magnetismus zu erregen, welche übrigens ganz gleich der vorher beschriebenen ist, ist folgende: Man giefst eine Stange Antimon oder Wismuth von 6 bis 8 Zoll Länge und einem halben Zoll Dicke, und windet an ihre beiden Enden einen reinen dicken metallischen Drath von Kupfer oder Messing, so dafs dieser Drath zwischen den beiden Enden der Stange einen Bogen bildet. Erhitzt man nun das eine umwickelte Ende, und nähert dem Apparate eine empfindliche Magnetnadel, so wirkt jener auf diese sehr deutlich. Die Declination ist im ganzen Kreise in beiden Metallen die nämliche. Die nähere Entwickelung von dieser wichtigen Entdeckung gehört indessen wohl zu dem Gebiete der Physik.

Es ist in diesem Augenblicke nicht möglich, alle die Resultate vorherzusehen, zu welchen diese unerwartete Entdeckung führen kann. Wir werden aber hoffentlich dadurch endlich den inneren Zusammenhang dieser Grundkräfte errathen.

---

## Wägbare einfache Stoffe.

Die wägbaren einfachen Stoffe sind: der Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, die Kohle, das Boron, und die bis jetzt noch unbekannten Grundlagen der Flufsspathsäure, Salzsäure und Jodsäure, nebst den Metallen.

Unter diesen Stoffen zeichnen sich die drei erstern dadurch aus, dafs sie in Ermangelung hinreichender Cohäsionskraft an und für sich nicht anders als in Gasgestalt, und daher nur vermöge ihrer Vereinigungs-Verwandtschaft zu anderen Körpern, und nur in Verbindung mit diesen, in flüssiger oder fester Gestalt dargestellt werden können. Wegen ihrer Schwerkraft werden sie fortwährend von der Erdmasse angezogen, erhalten sich aber über ihrer Oberfläche in steter Gasgestalt, so lange sie frei und ungebunden sind. Dasselbe gilt von allen anderen wirklich permanenten Gasarten. Diese Körper würden, wenn sie keine Schwerkraft besäfsen, d. h. von der Erdmasse nicht angezogen würden, sich für unsere Wahrnehmung ganz so, wie der gebundene Wärmestoff verhalten.

Wir würden nämlich ihre Wirkungen sehen; wenn wir aber ihren Zutritt zu andern Körpern nicht durch die Gewichtszunahme der letztern auf der Wage auszumitteln vermöchten; so würden wir, wie es vorhin geschah, ehe wir sie noch hinreichend kannten, und wie es noch jetzt mit dem Wärmestoff der Fall ist, ihre Anwesenheit blofs als eine Formveränderung derjenigen Körper betrachten, mit welchen sie sich vereinigen. Hätten die Basen dieser beständigen Gasarten eine gröfsere Schwerkraft, oder befänden