

## B. Magnetismus.

§. 54.

Begriff des Magnetismus. (Magnetische Felsen).

In die Klasse der Eisenerze gehört ein Stein, der bei einem starken Gehalte an Eisen vor den übrigen durch manche, gleich näher zu beschreibende Eigenthümlichkeiten, unter andern auch durch die Eigenschaft sich auszeichnet, daß er (regulinisches) Eisen und andere Körper, welche entweder von Natur metallisches Eisen enthalten, z. B. Bolus, Tripel, Blutstein, Wasserblei, oder durch Bearbeitung mit eisernen Werkzeugen eisenhaltig geworden sind, z. B. gefeiltes oder gehämmertes Zinn, Messing u. s. w. — aus der Ferne anzieht und mit mehr oder weniger Kraft an sich festhält. Man nennt diesen Stein magnetischen Eisenstein oder einen natürlichen Magnet \*), und die Erscheinungen, welche er darbietet, magnetische.

\*) Nach dem Griechischen *μαγνήτης*, weil in der Nähe der Stadt Magnesia in Kleinasien der Stein zuerst gefunden und seine anziehende Kraft gegen das Eisen beobachtet wurde. — Durch neuere Erfahrungen hat sich erwiesen, daß außer dem Eisen auch Nickel und Kobaltmetall von dem Magnetstein angezogen werden; daß aber diese, so wie das Eisen selbst, diese Eigenschaft verlieren, wenn sie mit Arsenik verunreinigt sind. Auch durch Rost zerstörtes (oxydirtes) oder bis zum Roth- und Weißglühen erhitztes Eisen wird von dem Magnet nicht angezogen. Doch hat Brugmanns gefunden, daß in Säuren völlig aufgelöstes Eisen und Eisenvitriol (ein eisenhaltiges Mittelsalz) noch angezogen wird, und einige Tropfen von jenem oder einige Körner von diesem, auf einem Blättchen Papier schwimmend, gegen einen entgegen gehaltenen Magnet sich vorwärts bewegen. — Die magnetischen Wirkungen, welche größere Felsenmassen, z. B. einige Granitfelsen auf dem Harze (die beiden Schnarcher), der Eisenstein bei Eisenburg, einige Serpenthin-Felsen im Baireuthischen, und mehrere bergige Meeresküsten (diese durch die den Seefahrern schon oft gefährlich gewesene Abziehung der Magnetnadel aus ihrer Richtung) äußern, haben höchst wahrscheinlich ebenfalls ihren Grund in der Beimischung von gewöhnlichem Magnetisenstein. — Coulomb zeigte durch sehr feine Versuche, daß nicht allein die genannten drei Metalle, sondern auch andere irdische Stoffe, sowohl organischer als unorganischer Na-

Den Inbegriff aller magnetischen Erscheinungen bezeichnet man durch den Ausdruck Magnetismus, die Eigenschaften des Magnetsteins selbst aber durch die Benennung Magneticität. Als Ursache der letztern nahm man sonst eine eigene flüssige Materie an, die man magnetische Materie oder Magnetstoff nannte.

§. 55.

Polarität des Magnets. Magnetometer. Anomalische Magnete.

Die anziehende Kraft eines Magnetes wirkt nicht an allen Punkten seiner Oberfläche mit gleicher Stärke, sondern an zwei einander gegenüber liegenden Stellen stärker als an den andern. Diese Stellen der stärksten Anziehung heißen seine Pole. Von diesen nach der Mitte hin nimmt die Anziehungskraft immer mehr ab, so daß er gleichsam in zwei Hälften wirkt, die in einer rund um den Stein laufenden Linie zusammenstoßen, wo die Anziehung ganz unmerklich ist, oder magnetische Indifferenz (= 0 M) herrscht. Eine gerade Linie, durch beide Pole gezogen, heißt die Achse des Magnets. Bringt man den Magnet in eine Lage, wo er sich frei drehen kann, hängt man ihn z. B. an einem (ungedrehten) Faden auf, oder läßt man ihn auf Quecksilber oder mit einer Unterlage von Holz auf Wasser schwimmen: so dreht er sich stets so, daß der eine

---

tur, in schwachem Grade von dem Magnete afficirt werden und, wenigstens vorübergehend, magnetische Polarität annehmen. (§. 65.) Nach ihm wird eine kleine, aus Glas, Holz, Knochen oder Metall geschnittene Nadel, die an einem ungedrehten Seidensfaden zwischen die entgegen gesetzten Pole zweier starker Magnete aufgehängt wird, durch Mittheilung magnetisch: sie behält unveränderlich ihre Richtung zwischen den beiden Polen der Magnete bei, und ihre Schwingungen werden außerdem beschleunigt, sobald man ihnen einen Magnet nahe bringt. Allein durch andere Gegenversuche fand er, daß eine äußerst geringe Beimischung von Eisen denselben Erfolg liefere, und daß sich daher nicht genau unterscheiden lasse, ob nicht bei den obigen Versuchen der Erfolg durch eine solche Beimischung bedingt werde. Biot a. a. D. Bd. 3, S. 260. Gilb. Annal. Bd. 12. S. 194. Faraday's Entdeckung der inducirten Ströme hat indessen wieder neuerdings bestätigt, daß der Magnet auch auf Stoffe wirkt, die gewöhnlich unmagnetisch genannt werden. (§. 92. 101.)

seiner Pole (fast, S. 68.) nach Norden, der andere nach Süden gerichtet ist, und also seine Achse mit der Mittagslinie des Ortes zusammenfällt. Man nennt jenen den Nordpol, diesen den Südpol, und die Erscheinung selbst die Polarität des Magnetes. Zur Erleichterung im Ausdrucke bezeichnet man auch wohl die Magnetizität des erstern durch  $+M$ , die des letztern durch  $-M$ . Eine senkrechte Ebene durch die Richtung des Magnetes heißt der magnetische Meridian, eine Verlängerung der magnetischen Achse die magnetische Mittagslinie, und eine diese in der Mitte unter rechten Winkeln durchschneidende Ebene der magnetische Aequator. Die Kreislinie  $ANBS$  (Fig. 12.) stelle die Erde vor, und  $SN$  ihre beiden Pole, so ist die Linie  $SN$ , weil sie von einem Pole zu dem andern geht, ein Meridian derselben. Deutet nun  $DE$  die Richtung der magnetischen Achse an, welche (nach Obigem) etwas außerhalb des Erd-Meridians fällt: so ist  $sn$  als gedachte Verlängerung derselben der magnetische Meridian, und die Linie  $ab$ , welche durch dessen Mitte  $c$  rechtwinklig geht, der magnetische Aequator. — Wird der Magnet auf irgend eine Weise aus seiner Richtung geschoben, so schwankt (traversirt) er, einem Pendel gleich, eine Zeit lang hin und her, und kommt zuletzt wieder in seiner Richtung zur Ruhe, wobei seine Schwingungen (Traversirungen) um so schneller erfolgen, je stärker die magnetische Kraft in ihm ist, und je stärker die, an den verschiedenen Orten der Erde verschiedene, Kraft des Erdmagnetismus auf ihn einwirkt (S. 63.); eben so wie auch ein Pendel um so rascher schwingt, je stärker die Schwerkraft der Erde auf dasselbe wirkt. Nach der Schnelligkeit des Traversirens einer Magnetnadel, d. h. aus der Kraft, mit welcher diese in die Lage ihrer Ruhe zurückzukehren strebt, kann daher, wenn die Stärke der ihr durch Magnetisirung ertheilten Magnetizität bekannt ist, die Intensität des Erdmagnetismus gemessen werden; ebenso wie man, nach den Schwingungen eines Pendels von bestimmter Länge, die Größe der Schwerkraft an jedem Orte der Erde durch Rechnung bestimmen kann — und umgekehrt die Intensität eines Magnetes, wenn die Stärke des Erdmagnetismus an einem Orte bekannt ist. Man hat hierauf die Einrichtung von Magnetometern gegründet, die aber, weil der Magnetismus der Magnetnadeln nicht constant ist, sondern, wie wir später sehen werden, bei Temperatur-Verände-

rungen (S. 58.) \*), unter der Gegenwirkung des Lichtes (S. 112.), und (nach Hansteens Beobachtungen) in der Nähe aller senkrecht auf der Erde stehenden Körper (S. 65.), oder überhaupt nicht magnetischer Stoffe, z. B. des Kupfers (S. 100.), in der Stärke seiner Ausföhrungen verändert wird, nicht die gewünschte Zuverlässigkeit gewähren, oder wenigstens häufigen und mühsamen Correktionen unterworfen werden müssen. Hansteen in P's. Ann. 1825. St. 3. u. 4.

Wird ein Magnet nach der Linie seiner Indifferenz in zwei Stücke getrennt, so erhält man zwei vollständige Magnete, von denen jeder wieder in zwei Pole sich abtheilt. (S. 64.) Magnete mit nur Einem Pole giebt es nicht, wohl aber unregelmäßig gestaltete mit drei, vier und mehr Polen. Diese heißen zusammengesetzte oder anomalische, und bestehen aus mehreren einzeln Magneten, die in einander gewachsen sind. Die dreipoligen haben gewöhnlich zwei gleichnamige Pole an zwei entgegengesetzten Enden, und einen ungleichnamigen in der Mitte, und stellen sich niemals in den magnetischen Meridian.

#### §. 56.

##### Stärke der Magnete.

Die Stärke eines Magnetes wird nach der Last geschätzt, die er durch Anziehung fest zu halten oder zu tragen im Stande ist. Je mehr diese das absolute Gewicht desselben übersteigt, für desto stärker gilt er. Die Tragkraft steht aber weder mit der Gestalt noch mit der Größe des Magnets in Relation — und ein kleiner Magnet trägt oft mehr, als ein großer. Ein nur wenige Gran wiegender Magnet zieht nicht selten das Fünfzigfache seines Gewichtes, während ein mehrere Pfund schwerer oft nur 6 bis 8 Pfund zieht. Cavallo gedenkt eines Magnetes, der 7 Gran wog und 300 Gran trug, und Newton soll einen 3 Gran schweren Magnet gehabt haben, der 746 Gran zog. Starke Magnete finden sich gewöhnlich nur am Ausgange der magnetischen Eisensteinlager oder, nach der Sprache der Bergleute, am Tage, was auf einen Conner des Magnetismus mit der atmosphärischen Luft oder mit der Electricität derselben hinzu-

\*) Nach Kupffer, Prof. zu Kasan, dauern 300 Schwingungen einer Magnetnadel bei jeder Temperatur-Erhöhung von  $+ 1^{\circ}$  R. eine halbe Sekunde länger.

deuten scheint. — In der Regel haben beide Pole gleiche Ziehkraft; doch soll auf der nördlichen Erd-Hemisphäre der Nordpol, auf der südlichen der Südpol etwas vorherrschen. (§. 94.)

§. 57.

Bewaffnung der Magnete.

Durch eine gewisse Behandlung, die man die Armirung oder Bewaffnung des Magnetes nennt, wird die Anziehungskraft desselben außerordentlich verstärkt. Man macht nämlich die Polstellen durch Schleifen eben, belegt sie mit dünnen Eisenplatten, die sich nach unten in zwei starke Eisensüße endigen, und befestigt die ganze Belegung, die Armatur oder der Panzer genannt, durch eine Kappe von Messing oder Leder. Verbindet man die beiden Süße eines so bewaffneten (armirten) Magnetes, von denen der eine an dem Nordpol liegende zum Nordpol, und der andere an dem Südpol liegende zum Südpol geworden ist, durch einen Stab von weichem Eisen, welcher der Anker (die Backe) heißt, mit einander: so zieht der Magnet, weil die ohne Armirung in einer größern Fläche wirkenden Kräfte der beiden Pole auf zwei kleine Stellen, die Süße, sich concentriren, oft eine in den Anker eingehängte Last, welche das absolute Gewicht des Magnets sehr weit übertrifft. — Ein Pol allein, den man auf Eisen wirken läßt, trägt nur halb so viel, als beide.

Der größte bekannte armirte Magnet wird im Tayler'schen Museum aufbewahrt. Er wiegt mit der Armatur 307 Pfund und zieht 230 Pfund.

§. 58.

Veränderungen der magnetischen Ziehkraft. **Coulomb's** Magnetometer.

Durch Uebung und durch allmähliche Vermehrung der angehängten Last wird die Tragkraft eines Magnetes vermehrt, durch Mangel an Beschäftigung und durch Verkleinerung der von ihm tragbaren Last vermindert. Letzteres ist auch der Fall, wenn der Anker mit der Last oft von ihm abgerissen, oder der Magnet selbst durch Fallen oder Stoßen stark erschüttert wird. Rosten (Oxydation) und Erwärmung setzen ebenfalls seine Ziehkraft herunter; durch

Abkühlung wird ihr aufgeholfen. Durch Weißglühhitze wird sie ganz und für immer vernichtet; eben so auch durch Pulverstren, oder wenn man den Funken einer Leidner Flasche in der Richtung seiner Achse durch ihn schlagen läßt (S. 21, 4.), oder der Strahl eines Blitzes ihn in dieser Richtung trifft. (S. 24. u. 89.) Zuweilen werden durch den Blitzstrahl seine Pole nur umgekehrt. (S. 24. 67.) In seiner Ruhelinie aufgehängt, nimmt seine Ziehkraft zu; in jeder andern Stellung, z. B. mit dem Südpol nach Norden gekehrt, nimmt sie ab. Ueber einer großen Masse Eisen, z. B. über einem Amboss, trägt er mehr, als über jedem andern Körper, z. B. über einem Tische von Holz, was sich aus der magnetischen Vertheilung erklären läßt. (S. 62.) Daher kann man mit ihm von einem Amboss ein schweres Stück Eisen aufheben, das er auf einem hölzernen Tische liegen läßt. Wird der Amboss weggenommen, so fällt das aufgezugene Eisen wieder ab. Auch trägt aus gleichem Grunde ein Magnet eine größere Last, wenn diese aus Eisen allein besteht. In beiden Fällen wirken die durch den Magnet zersetzten Magnetisitäten des Eisens auf ihn selbst zurück, indem sie die Absonderung der beiden entgegengesetzten Polaritäten in seinen Theilen befördern. (S. 71.) — Zur Messung der Veränderungen in der Kraft eines Magnetes dient das von Saussure erfundene Magnetometer; welches aus einer (gegen Störung des Luftzugs in ein Glasgehäuse eingeschlossenen), um ihren Aufhängepunkt sehr leicht beweglichen nicht magnetischen Pendelstange besteht, die an ihrem untern Ende eine kleine eiserne Kugel trägt, und von ihrem Aufhängepunkte an aufwärts in einen dünnen steifen Draht (den Zeiger) endigt, der 5 Mal so lang als das Pendel selbst ist, und mit seiner Spitze auf einen Gradbogen weist. Nähert man der eisernen Kugel einen Magnet, so wird das Pendel aus seiner Lage der Ruhe abgezogen, und der Zeiger mißt durch die Zahl der Grade, über die er sich seitwärts hinaus bewegt, die Kraft der Anziehung des genäherten Magnetes in vergrößertem Verhältnisse.

§. 59.

Permeabilität der Körper für den Magnetismus.

Die magnetische Kraft wird durch keinen Körper aufgehalten oder isolirt (S. 4.), sondern wirkt durch alle frei hindurch,

ohne in ihrer Wirksamkeit geschwächt zu werden. Eine Nähnadel, die auf einer Glastafel liegt, folgt daher den Bewegungen eines unter dieser hin und her geschobenen Magnetes überall nach. Nur, wenn Eisen oder ein anderer der magnetischen Anziehung fähiger Körper, zwischen dem Magnete und dem Eisen sich befindet, wird die Wirkung des erstern modificirt. Ein eisernes Lineal, so zwischen einen Magnet und eine Magnetnadel, oder zwischen die Pole zweier frei beweglichen Magnetnadeln gestellt, daß die Magnete die breiten Flächen desselben fast unmittelbar berühren, setzt die Anziehung zwischen diesen bis auf 0 herunter; flach, seiner Länge oder Breite nach, zwischen beide gelegt, wo die Kanten desselben den Magneten zugewendet sind, erhöht es dagegen die Wirkung derselben auf einander noch über ihren gewöhnlichen Wirkungskreis hinaus (S. 60.), wie die Unterlage von einer großen Masse Eisen die Ziehkraft eines darüber beschäftigten einzelnen Magnetes. (S. 58.)

§. 60.

Gesetz der magnetischen Anziehung und Abstoßung.  
Der magnetische Wirkungskreis.

Zwei frei bewegliche Magnete, die man einander nähert, ziehen sich nur dann einander an, wenn ihre ungleichnamigen Pole einander zugekehrt werden; und diese Anziehung ist viel heftiger, als zwischen einem Magnete und unmagnetischem Eisen. Richtet man die gleichnamigen Pole einander zu, so stoßen sie sich ab:  $+M$  wird von  $-M$ , und  $-M$  von  $+M$  angezogen;  $+M$  von  $+M$  dagegen und  $-M$  von  $-M$  abgestoßen. Es gründen sich hierauf mancherlei magnetische Spielereien, z. B. der magnetische Fisch, der Wahrsager u. s. w. Man nennt die sich anziehenden ungleichnamigen Pole der beiden Magnete freundschaftliche, die sich abstoßenden gleichnamigen aber feindschaftliche Pole. — Nach diesem Gesetze läßt sich ermitteln, ob ein Stück Eisen magnetisch ist oder nicht; ist es ersteres, so wird es, weil sich der Magnetismus eines Körpers durch Polarität äußert (S. 55.), von dem einen Pole eines ihm entgegen gehaltenen Magnetes angezogen, von dem andern dagegen abgestoßen; ist es nicht magnetisch, so wirkt ein Pol so gut wie der andere auf dasselbe anziehend. Auf ähnliche Weise ist zu finden, wo an einem unbekanntem Magnete der Nordpol oder Süd-

pol liegt. Eine gute Magnetnadel leistet für solche Fälle dieselben Dienste, wie das Elektrometer zur Erforschung elektrischer Zustände. (§. 12.) — Ist von zwei Magneten der eine viel stärker als der andere, so stoßen sich die gleichnamigen Pole einander nicht mehr ab, sondern bleiben einander gegenüber entweder ruhig schweben, oder ziehen sich selbst gegenseitig an, indem der Magnetismus des stärkern den des schwächern durch Vertheilung aufhebt, oder die Pole desselben umkehrt. (§. 62.) Ein ähnliches Verhältniß markirt sich auch bei der elektrischen Anziehung. (§. 8.) — Der Abstand, in welchem ein Magnet auf einen andern Anziehung oder Abstoßung äußert oder überhaupt ein Magnet auf Eisen wirkt, heißt der magnetische Wirkungskreis.

§. 61.

Abnahme der magnetischen Kraft mit der Entfernung.

Die Wirksamkeit eines Magnetes äußert sich in der unmittelbaren Berührung am stärksten. Mit der Entfernung verringert sie sich, und zwar nicht im einfachen Verhältnisse, sondern, nach entscheidenden Versuchen Coulomb's an der magnetischen Drehwage, im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung. Außerdem steht die Entfernung, in welcher ein Magnet anzieht oder abstößt, oder der magnetische Wirkungskreis mit seiner Tragkraft im geraden Verhältnisse. Zwei Magnete wirken (mit ihren freundschaftlichen Polen) aus größerer Entfernung auf einander, als ein Magnet auf gewöhnliches unpartheiliches Eisen. — Versuche, die Größe der anziehenden Kraft eines Magnetes für jede Entfernung durch Zulegung von Gewichten in die Schale einer Wage zu bestimmen, an deren andern Arm der Magnet befestigt ist, und auf welchen man von unten her ein Stück Eisen aus verschiedenen Entfernungen wirken läßt — sind zwar leicht ausführbar, geben aber nur approximative Belege zu obigem Gesetze. Gren, neues Journ. d. Ph., Bd. 2, S. 298. Annal. d. Ph., Bd. 44, S. 374.

§. 62.

Gesetz der magnetischen Vertheilung.

Bei der magnetischen Anziehung finden wir eine Art Vertheilung, der der elektrischen ähnlich, wieder. Wie ein in den Wirkungs-



kreis eines elektrisirten Körpers gebrachter Leiter durch Vertheilung seines natürlichen  $\pm E$  elektrisch wird, und durch Anziehung des Ungleichartigen an seinem vordern Ende die entgegengesetzte, an seinem abgewendeten Ende dagegen durch Abstosung des Gleichartigen die gleichnamige Elektrizität des elektrischen Körpers annimmt (§. 14.): so wird auch in dem Eisen, wenn es dem Magnete genähert wird, durch die Einwirkung des letztern das natürliche Gleichgewicht des in ihm in gebundenem Zustande vorhanden gedachten Magnetstoffs, den man sich wieder aus einem  $\pm M$  und  $- M$  zusammengesetzt denkt (§. 71.), gestört, und durch Zerlegung desselben in seine ungleichartigen Elemente magnetische Polarität in ihm hervorgerufen. Ist es z. B. der  $\pm$  Pol eines Magnets, in dessen Wirkungskreise ein Eisenstab schwebt, so wird nicht eigentlich der Eisenstab, sondern das  $- M$  des Stabes von dem  $\pm M$  des Magnetes angezogen, und dieser erhält daher an seinem vordern Ende die ungleichnamige (freundschaftliche) Magnetizität des Magnetes; das  $\pm M$  des Stabes wird hingegen an das abgekehrte Ende zurückgedrängt und dieses nimmt daher die gleichnamige (feindliche) Magnetizität des Magnetes an. Wenn der Eisenstab aus der Atmosphäre des Magnetes entfernt wird, so vereinigen sich das  $\pm M$  und  $- M$  desselben wieder zu 0 oder  $\pm M$ , und er zeigt daher keine magnetische Polarität weiter. — Aber nicht allein die magnetische Anziehung, sondern auch die Mittheilung des Magnetismus beim Magnetisiren eines Eisens, und andere magnetische Erscheinungen finden in einer solchen Vertheilung der zur Indifferenz verbundenen entgegengesetzten Magnetismen eine geschmeidige Erklärung.

§. 63.

Magnetismus der Erde.

Die bestimmte Richtung, welche jeder schwebende Magnet an jedem Orte der Erde einschlägt, und in welche er, wird er daraus durch irgend eine Gewalt entfernt, stets wieder zurückkehrt (§. 55.), erlaubt mit vieler Wahrscheinlichkeit zu schließen, daß unsere Erdkugel selbst im Großen ein Magnet, mit veränderlicher Polarität, ist, dessen Nordpol oder  $\pm M$  in der südlichen und dessen Südpol oder  $- M$  in der nördlichen Halbkugel liegt. Indem das  $- M$  der Erde das  $\pm M$  der kleinern Magnete auf ihr anzieht, erhalten diese ihre

Direktion mit dem + Pol nach Norden und mit dem — Pol nach Süden. Man bezeichnet den Magnetismus der Erde durch den Namen: Tellurischer oder Erd-Magnetismus. Außer der eigenthümlichen Richtung der Magnete auf der Erde bestätigt sich das Daseyn desselben, und die Veränderlichkeit seiner Elemente durch das Magnetischwerden von Eisenstangen und andern Körpern, die lange vertikal oder in der Richtung des magnetischen Meridians auf der Erde gestanden haben (S. 65.), durch die Zunahme der magnetischen Kraft mit der Annäherung an die Pole der Erde (S. 55.), durch die Veränderlichkeit ihrer Intensität nach den Tages- und Jahreszeiten, welche wir an den periodischen Veränderungen in der Neigung und Abweichung der Magnetnadel beobachten u. s. w. Nach dem Ergebnisse zuverlässiger Beobachtungen ist die Intensität des Erdmagnetismus an den Polen der Erde selbst am größten und nimmt von da an gegen den Aequator ab. Humboldt und Hansteen fanden die Kraft desselben in Paris zu der unter dem Aequator wie 135 : 100. A. v. Humboldt und Biot über die Variationen, des Magnetismus der Erde in verschiedenen Breiten, in Gilb. Ann. 1805. S. 7. Steinhäuser, ebendas. 1820, St. 7. Mollweide, ebendas. 1808, St. 5 und 7. In den bis jetzt erstiegenen Höhen über der Erdoberfläche wurde dagegen eine Abnahme der Kraft nicht entdeckt. Gay-Lussac und Biot fanden sie in einem Luftballon, mit welchem sie 3629 Klaftern über der Erde schwebten, noch ebenso intensiv wie unten an dem Abfahrtsorte. In Hinsicht der Veränderlichkeit des Erdmagnetismus nach Tages- und Jahreszeit ergab sich Hansteen (in Christiania) ein tägliches Minimum zwischen 10 und 11 Uhr des Vormittags, ein Maximum zwischen 3 und 4 Uhr des Nachmittags; das jährliche Minimum im Sommer —, das Maximum im Winter-Solstitium. Christopher Hansteen, Untersuchungen über d. Magn. der Erde. Christiania, 1819. 4. Pogg. Ann. 1825, St. 3 und 4. Barlow und Schwidt in Gilb. Ann. 1823, St. 1 und 7. — — Wie der Erdmagnetismus existirt, — ob er z. B. — wie Steinhäuser glaubt — aus der Bewegung eines in der Erde vorhandenen kleinen magnetischen Planeten oder, wie Hansteen annimmt, sogar aus der Bewegung zweier (cylindrischer) ungleich starker Magnete, die sich im Innern der Erde schneiden, hervorgeht, oder ob er nach Mayer durch tief unter der

Erdrinde sich hinziehende Gänge von Eisenerz erzeugt, oder nach Biot durch kleine hie und da in der Erde zerstreute Magnete bedingt wird, oder ob er endlich nach Ampère sein Daseyn (thermo-) elektrischen Strömen verdankt, die durch theilweise Erwärmung der Erde durch die Sonne im Innern der ersten erregt werden (§. 91.), was jetzt die herrschende Ansicht zu werden scheint — und nach welchen Gesetzen er sich weiter thätig äußert, liegt noch im Dunkeln.

§. 64.

Erweckung des Magnetismus durch Mittheilung.  
Künstliche Magnete. Magnetische Magazine.  
Magnetische Curven.

Die Kraft natürlicher Magnete kann einem jeden Stück Eisen oder Stahl mitgetheilt werden. Man nennt das Verfahren dabei Magnetisiren und die dadurch geschaffenen Magnete künstliche. Schon §. 62. wurde ausgesprochen, daß jedes von dem Pole eines Magnetes angezogene Stück Eisen vorübergehend magnetisch wird, indem das in neutralisirtem Zustande in dem Eisen liegende natürliche oder  $\pm M$  in dem magnetischen Wirkungskreise durch Vertheilung in seine zwei, im Verhältnisse entgegengesetzter Größen zu einander stehende Bestandtheile, ein Nord  $M$  und ein Süd  $M$ , abgefondert wird. Wie aber ein durch Vertheilung elektrisirter Leiter, wenn er aus dem Wirkungskreise des vertheilend wirkenden elektrischen Körpers weggenommen wird, seinen elektrischen Zustand wieder verliert (§. 14.): so geht auch die in dem Eisen durch den Magnet erzeugte magnetische Polarität wieder verloren, sobald es aus der magnetischen Atmosphäre desselben weggerückt wird. Bleibender wird diese erst, wenn das Eisen längere Zeit hindurch in der Wirkungssphäre des Magnets gelassen wird. Ein Stab von weichem Eisen  $B$ , den man mit dem Pole eines Magnetstabes  $A$  (Fig. 13.) eine Zeit lang in Berührung ließ, zeigt nach seiner Entfernung magnetische Polarität, wie die Figur bezeichnet. Er zieht einen zweiten Stab, den man ihm nähert, an, und giebt ihm wieder auf dieselbe Art Polarität. Eben so wirkt dieser auf einen dritten u. s. f. \*).

\*) Mehrere kleine Ringe von Eisen bleiben auf diese Weise an dem Pole eines Magnetes hängen, und bilden eine magnetische Kette. Wie

Dauernder und wirksamer wird der mitgetheilte Magnetismus, wenn man die Vertheilung des natürlichen *M* in dem zu magnetisirenden Eisen durch Streichen mit einem starken Magnete bewirkt, und dadurch die getrennten entgegengesetzten Polaritäten gleichsam befestigt. Es geschieht dieses nach der Regel des einfachen, des doppelten und des Kreisstriches. Dem zu magnetisirenden Eisen giebt man entweder die Form eines flachen Parallelepipedums von 8 bis 10" Länge,  $\frac{1}{2}$ " Breite und  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{8}$ " Dicke, oder, wenn der künstliche Magnet zum Tragen von Gewichten bestimmt ist, die Form eines Hufeisens. Bei dem einfachen Strich setzt man einen Pol des Magnetes auf die Mitte des parallelepipedischen Stabes auf, zieht damit mäßig drückend nach dem einen Ende und noch etwas über dieses hinaus, kehrt mit dem hier abgehobenen Magnete, ohne seine Richtung zu verändern, durch die Luft in einem Bogen wieder zu der Mitte des Stabes zurück und wiederholt diese Operation 10, 20 bis 30 Mal. Dadurch bekommt die gestrichene Hälfte des Stabes den freundschaftlichen Pol dessen, womit gestrichen wurde, und die nicht gestrichene zugleich von selbst den entgegengesetzten. Beide Pole werden verstärkt, wenn auch die andere Hälfte des Stabes auf die angegebene Art mit dem andern Pole des Magnetes gestrichen wird, und noch mehr, wenn man auch die untere Fläche des Stabes wie die obere streicht. Wenn der Stab sehr lang ist, so

---

diese reihen sich auch in dem Wirkungskreise eines Magnetes kleine Eisentheilchen in eigenthümlichen Bogenlinien an einander, die unter dem Namen der magnetischen Curven bekannt sind. (Fig. 14.) Sie werden dargestellt, wenn man eine Scheibe von Glas oder Pappe, unter der sich ein Magnetstab befindet, mit Eisenspäthchen bestreut, und dieses durch leichtes Klopfen in Bewegung bringt. Es ordnen sich dann die Eisentheilchen (indem die dem Magnete nächsten durch den vertheilenden Einfluß seiner beiden Pole ebenfalls magnetische Pole erhalten, und diese wiederum die sie berührenden durch Vertheilung zu Magneten machen) in krummen Linien, welche von den Polen ab immer mehr schief sich richten, und in der Mitte des Stabes selbst parallel mit diesem von einem Pole zu dem andern gehen. Auf gleiche Weise nehmen mehrere um einen stabförmigen Magnet aufgehängte Magnetnadeln oder gleich große Stückchen (durch Streichen) magnetisch gemachter Stahldraht eine verschiedene Richtung an, indem ein jedes nach dem nächsten freundschaftlichen Pole des Magnetes sich mit einem Pole hinneigt.

bilden sich nicht selten auch Pole in der Mitte. Zerbricht man den magnetisirten Stab in Stücke, so zeigt sich jedes Stück wieder als Magnet. (§. 55.) Man schließt daraus, daß jeder Theil schon im Ganzen seine eigene Polarität gehabt haben muß, was auch durch das Magnetisiren eines Stahlringes durch den galvanischen Strom bekräftigt wird. (§. 78.) Durch eine Unterlage von Eisen wird die Mittheilung des Magnetismus begünstigt, durch Streichen in entgegengesetzter Richtung, oder durch Verwechslung der Pole hingegen, die schon ertheilte Magneticität wieder vernichtet, und bei Fortsetzung dieses Verfahrens zuletzt die entgegengesetzte Polarität erweckt. Nach Fuß wird aber der Magnetismus beim Streichen stärker, wenn man beim Streichen etliche Mal rückwärts streicht, dem Stabe dadurch die gegebene Kraft wieder nimmt, und dann die vorige Behandlung fortsetzt. Es scheint durch dieses Verfahren die magnetische Materie für die Vertheilung empfänglicher gemacht zu werden. Um Verwechslung der Pole zu vermeiden, wird das Nordpolende des Stabes mit einem Feilstrich bezeichnet \*). Bei der Aufbewahrung mehrerer magnetischer Stäbe legt man die ungleichnamigen Pole derselben an einander, bringt zwischen je zwei der Stäbe einen schmalen Holzstab,

\*) Je stärker der Streichmagnet ist, in einem desto höhern Grade läßt sich mit ihm der Magnetismus in dem Eisen erregen. Der Magnet selbst aber verliert dabei, weil nichts von ihm in dieses übergeht, sondern er nur vertheilend wirkt, nicht das Mindeste von seiner eignen Stärke. (§. 14.) Andererseits nimmt aber das Eisen nach seiner Beschaffenheit und Größe den ihm ertheilten M nur bis zu einem gewissen Grade an; hat es diesen erlangt, so heißt es gesättigt. Hartes Eisen, oder Eisen, das mit Schwefel, Phosphor u. s. w. versetzt ist, und noch mehr gehärteter Stahl (Eisen mit Kohle), wird schwieriger, aber in einem höhern Grade und dauernder magnetisch (§. 71.), als weiches, geschmeidiges Eisen; obgleich dieses, weil es sein natürliches M leichter in sich vertheilen läßt, stärker von dem Magnete angezogen wird und fester an ihm hängt, als jene. Man wählt daher zu künstlichen Magneten nur den besten (Württembergischen) Stahl, obschon man auch dann nicht alle Mal des gehofften Erfolgs sicher ist, da oft wegen noch nicht bekannter kleinen Nebenumstände eine Art Stahl stärker magnetisch wird, als eine andere. — Zeichnet man mit dem abgerundeten Pole eines Magnetes Figuren auf ein hell polirtes Stahlblech, und bestreut dieses mit Eisenfeile: so ziehen sich diese nach den gestrichenen Stellen hin, und machen den partiellen Magnetismus dem Auge sichtbar.

und setzt dann die ungleichnamigen Pole an beiden Seiten durch einen Anker in Verbindung. — Bei dem Doppelstriche, der wirksamern Methode, werden die beiden Pole des Streichmagnetes zugleich auf die Mitte des Stabes aufgesetzt mit denselben mehrmals auf der ganzen Länge des Stabes hin und her gestrichen und zuletzt der Magnet in der Mitte abgehoben. Eben so wird auch die untere Fläche des Stabes behandelt. Dabei bekommt jedes Ende des Stabes den freundschaftlichen Pol von demjenigen des Magnetes, den man bei dem Streichen vorausführt. — Bei dem Kreisstrich werden 4 oder mehr gleich lange Stahlstäbe mit ihren Enden zu einem Quadrat oder Viereck mit einander verbunden, und der Doppelstrich dann auf ihnen im Kreise herumgeführt. — Bei der Magnetisirung eines in Hufeisenform gebogenen Stabes verbindet man die Endflächen der beiden Schenkel mit einem Eisenstabe (Anker), setzt dann die beiden Pole des Streichmagnetes an diesen Enden auf, und streicht wiederholt gegen die Wölbung des Hufeisens zu, wo der Magnet jedes Mal abgehoben wird. Hierdurch wird jedem Schenkel die mit dem aufgesetzten Pole ungleichnamige (freundschaftliche) Polarität ertheilt. Noch kräftiger wird der Hufeisenmagnet, wenn man zwei gute Magnetstäbe mit den ungleichnamigen Polen an die Endflächen seiner beiden Schenkel so anlegt, daß die Stäbe in die Verlängerung dieser fallen, sodann einen Anker an die freiliegenden Enden der beiden Stäbe setzt, und nun mit dem Streichmagnet nach der Regel des Doppelstrichs sowohl über das Hufeisen als über die Magnetstäbe hingehet. Die Schenkel eines künstlichen Hufeisenmagnets werden gewöhnlich mit einem Anker von polirtem weichen Eisen verbunden, theils weil man durch diesen die Tragkraft beider Pole zugleich benutzen kann, theils weil dadurch die Kraft des Magnetes verstärkt oder wenigstens besser erhalten wird; indem der vorgelegte Anker die anziehende Kraft der beiden Schenkel beschäftigt, und verhindert, daß das **M** des einen Poles durch die Beschäftigung mit dem **M** des andern geschwächt wird \*). — Kugelförmige Magnete heißen, weil sie

\*) Nach Bruemann's Beobachtung nimmt bei dem Magnetisiren eines Eisenstabes durch den einfachen Strich zuerst das Ende, wo der Pol des Streichmagnetes aufgesetzt wird, den entgegengesetzten Magnetismus desselben; also — **M** an, wenn es der + Pol des Magnetes ist, das andere Ende hingegen den gleichnamigen, also + **M**. Bei dem fernern Streichen

die Erdkugel im Kleinen darstellen sollen, Terrellen, und werden entweder aus pulverisirten natürlichen Magneten gefertigt, oder aus einer Masse von Eisenfeilschutt und Leinöl, die man an einem warmen Orte erhärten läßt, und dann durch Streichen magnetisirt.

Wenn die Pole eines natürlichen oder Hufeisen-Magnetes weit von einander abstehen, wie gewöhnlich bei den armirten natürlichen Magneten, so zieht er mehr als im umgekehrten Falle, dagegen sind dergleichen Magnete nicht zum Magnetisiren mit dem Doppelstrich geeignet. Besser schickt sich dazu ein sogenanntes magnetisches Magazin. Man legt dieses an, indem man 4 bis 6 gute Magnetstäbe mit den ungleichnamigen Polen neben einander legt, und die zwei mittelften Stäbe durch einen dazwischen gelegten  $\frac{1}{2}$ " starken

---

nach diesem Ende hin nimmt das — M an dem vordern Ende immer mehr ab, und wird endlich, wenn man mit dem Magnete an eine gewisse Stelle kommt, völlig indifferent oder zu oM, wo es folglich sowohl den Nord-, als auch den Südpol einer Magnetnadel anzieht; das + M des andern Endes dagegen nimmt in gleichem Verhältnisse zu. So wie aber der Magnet der Mitte des Stabes näher tritt, wird dieses + M schwächer, und das vordere Ende fängt an, sich + magnetisch zu zeigen, bis endlich, wenn der Magnet in der Mitte des Stabes steht, beide Enden desselben + M in gleicher Stärke bekommen, in der Mitte selbst aber — M entsteht, und folglich, wenn der Magnet hier abgehoben wird, man einen künstlichen Magnet erhält, der an beiden Enden Nordpole und in der Mitte einen Südpol hat. Setzt man das Streichen von der Mitte aus weiter fort, so mindert sich das + M an dem noch nicht bestrichenen Ende immer mehr; wird endlich, wenn man mit dem Magnete an eine bestimmte Stelle rückt, wie vorher das — M an dem andern Ende, magnetisch indifferent, und wandelt sich zuletzt, wenn der Magnet das Ende des Stabes erreicht hat, in den entgegengesetzten Magnetismus, in — M, um. Nach Hinwegnahme des Streichmagnets hat man daher einen Stabmagnet mit entgegengesetzten Polen an beiden Enden. Man nennt die beiden Punkte, bei deren Berührung mit dem Streichmagnete die beiden Enden des Stabes magnetische Indifferenz zeigen und in die entgegengesetzte Polarität überzugehen anfangen, die magnetischen Indifferenzpunkte. Van Swieten nennt diejenigen Stellen, von welchen der Streichmagnet abgehoben werden muß, wenn das abgekehrte Ende des Stabes sein M in größter Intensität zeigen soll, die Culminationspunkte. Brugmann, philosoph. Versuche über die magnetische Materie, aus dem Lateinischen. Leipz. 1784.

Stab von Holz von einander absondert. Die Stäbe werden in ihrer Lage durch zwei mit Schrauben versehene Messinggürtel zusammengehalten, und die Pole an der einen Seite mit einem Anker verbunden, dem man, wenn das Magazin aufbewahrt wird, noch einen zweiten an der entgegengesetzten Seite hinzufügt. Mit einem solchen zusammengesetzten Magnet kann man einzelnen Stäben einen sehr hohen Grad magnetischer Kraft ertheilen. Man lege 4 oder 6 gehärtete, abgeschliffene und polirte Stahlstäbe (nachdem das eine Ende eines jeden mit einem Feilstrich bezeichnet worden ist) so an einander, daß ihre Längachsen eine gerade Linie bilden, und das gezeichnete Ende des einen immer das ungezeichnete Ende eines andern berührt, und klemme, damit die Stäbe bei dem Streichen sich nicht von einander trennen können, die äußersten Enden der ganzen Reihe zwischen zwei neben ihnen eingeschlagene Stifte ein. Man setze hierauf, den Nordpol voran, den Streichmagnet (nachdem man den einen Anker von ihm genommen hat) auf das mit einem Feilstrich bezeichnete Ende eines äußersten Stabes auf, streiche wenigstens 30 Mal mit ihm hin und her, und verfähre dann ebenso auf der untern Fläche der Stäbe, nachdem man diese vorsichtig, entweder alle zugleich, oder wenigstens je zwei auf Ein Mal umgewendet hat. Durch dieses Verfahren erlangen die Stäbe einen so hohen Grad von magnetischer Kraft, daß bei dem Aufheben des einen Stabes alle übrigen mit aufgehoben werden, und daß man mit ihnen, wenn sie auf die bemerkte Art zu einem Magazine zusammengesetzt werden, ungleich größern Stäben und den größten Hufeisen einen beträchtlich hohen Grad von Magnetismus geben kann \*). *Do ve, a. a. D. Bd. 2, S. 141. Hufel. Journ. d. pr. H., Bd. 80, St. 1, S. 89. Mohr, über eine Methode, kräftige Hufeisenmagnete durch Streichen zu bereiten, in Pogg. Ann., Bd. 36, S. 542.*

\*) Knight, Arzt in England, besaß ein besonderes Geheimniß, die stärksten künstlichen Magnete zu fertigen, das er aber mit sich ins Grab nahm. Das größte von ihm gefertigte magnetische Magazin wird im Museum zu London aufbewahrt, und besteht aus zwei künstlichen Magneten, deren jeder aus 240,  $1\frac{1}{2}$ ' langen Stäben zusammengesetzt ist, die zusammen gegen 1000 Pfund wiegen. Seine Kraft ist so groß, daß die Pole eines jeden künstlichen oder natürlichen Magnetes in wenigen Sekunden umgekehrt werden, wenn man diesen zwischen seine Pole legt.



§. 65.

Erregung von Magnetismus durch den Erd-Magnet.  
Magnetismus der Lage.

Der Erdmagnetismus wirkt nicht bloß richtend auf Magnete (§. 55. u. 63.), sondern auch (durch Vertheilung) magnetisirend auf Eisen und andere Körper, wie Magnete. Jeder Stab von weichem Eisen, der eine Zeit lang senkrecht oder auch mit seinem obern Ende etwas nach Süden überhängend, gestanden hat — und, nach Hanstein, auch alle andere in einer solchen Richtung stehende Körper, z. B. Pfähle, Bäume, Mastbäume auf Schiffen, hohe Thürme und Mauern, — nehmen durch die vertheilende Einwirkung des Erdmagnetismus von selbst magnetische Polarität an, und bekommen in unserer (nördlichen) Hemisphäre an ihrer untern Hälfte einen Nord —, an ihrer obern einen Südpol, so daß der Nordpol einer genäherten Magnetnadel hier abgestoßen und dort angezogen wird. Selbst ein in dieser Richtung gehaltener und durch Schlagen mit einem hölzernen oder eisernen Hammer, besonders von unten nach oben, oder durch Stoßen gegen die Erde erschütterter Eisenstab, wird vorübergehend magnetisch, zieht Eisenspäth an u. s. w. Wird er umgekehrt, so kehren sich auch augenblicklich seine Pole um. Ebenso werden auch oft die Stangen von Blitzableitern, von hohen Kreuzen und Wetterfahnen auf Thürmen magnetisch. Noch leichter erhalten eiserne Gegenstände Magnetität, wenn sie in der Richtung des magnetischen Meridians so aufgehängt sind, daß sie eine der magnetischen Inklination des Ortes (§. 69.) entsprechende Neigung gegen den Horizont haben oder wenigstens oft in diese Lage kommen, z. B. eiserne Wagebalken und ähnliche Instrumente; weshalb man erstere lieber von Messing oder einem andern nicht attraktivischen Stoffe macht. Auch bis zum Weißglühen erhitztes Eisen erhält zwei entgegengesetzte Pole, wenn es in dieser Richtung erkaltet oder in Wasser gelöscht wird. Man nennt den durch die bloße Richtung, in der ein Körper liegt oder steht, unter dem Einflusse des Erdmagnetismus erzeugten Magnetismus auch den Magnetismus der Lage \*). — In der

\*) Die Platten eines jeden eisernen Ofens haben durch ihre Stellung einen Magnetismus der Lage. Eine, einer Ecke desselben gegenüber

Regel sind aber die Erscheinungen dieses Magnetismus nur schwach und momentan, und er verschwindet wieder, wenn das Eisen oder der sonst des freien Magnetismus fähige Körper in eine auf die Lage, wo ihn der Erdmagnetismus magnetisch machte, senkrechte Ebene gestellt wird. Verstärkt und dauernd kann er gemacht werden, wenn man durch Streichen, Schlagen, Biegen u. s. w. eine weitere Vertheilung des durch den Erdmagnetismus schon getrennten natürlichen  $M$  in jenen bewirkt, und die vertheilten  $+M$  und  $-M$  noch mehr befestigt. Darauf beruht die von Antheaulme in Frankreich und wahrscheinlich auch die von Knight in England angewandte Methode, sehr starke Magnete ohne Hülfe von andern künstlichen oder natürlichen Magneten zu verfertigen und schwache künstliche Magnete durch sich selbst zu verstärken. Man streiche einen Stahlstab, der auf einer eisernen Unterlage ruht, in der Richtung einer ruhenden Magnetnadel auf beiden Seiten mit einem schweren Stück Eisen, so wird derselbe nach 60 bis 100 Strichen schon merklichen Magnetismus zeigen. Hat man auf diese Weise mehrere Stäbe zubereitet, so verbinde man sie zu einer magnetischen Batterie und magnetisire damit andere Stäbe; diese werden in einem beträchtlicheren Grade magnetisch werden, als die vorigen. Zusammengelegt geben sie daher eine noch stärkere Batterie, als die erste. Bestreicht man mit dieser die wieder aus einander genommenen einzelnen Stäbe der ersten, und vereinigt man nachher auch diese wieder zu einem Ganzen, so läßt sich, wenn man damit auf's Neue die einzelnen Stäbe der zweiten bestreicht, ein zusammengesetzter Magnet bereiten, der eine außerordentliche starke magnetische Kraft besitzt.

§. 66.

Erregung des Magnetismus durch besondere physische Prozesse und (scheinbar) durch Rotation.

Die in §. 64. und 65. besprochenen Erregungsarten der magnetischen Kraft sind nicht die einzigen bis jetzt bekannten. Durch die

---

aufgestellte Magnetnadel wendet demselben unten ihren Südpol, oben ihren Nordpol zu, während sie in der Mitte, wo magnetische Indifferenz ist, ihre gewöhnliche Richtung beibehält. — Durch einen ähnlichen Vorgang werden Bohrer, Feilen, Sägen u. s. w. zufällig magnetisch, ziehen Eisenspäne an, und zeigen an ihren entgegengesetzten Enden Freundschaft oder Abneigung gegen die Pole einer Magnetnadel.

unermüdlischen Forschungen mehrerer der gelehrtesten Physiker unsers Jahrhunderts hat sich herausgestellt, daß der Magnetismus auch in Beziehung zu den Processen der Electricität und höchstwahrscheinlich auch des Lichtes steht, und daß durch Gegenwirkung der diesen beiden strahlenden Potenzen zu Grunde liegend gedachten Stoffe mit der (wie es den Anschein hat, nicht allein im Eisen, Kobalt und Nickel, sondern in allen übrigen Körpern auf der Erde) der Electricität und Wärme analog, im gebundenen Zustande liegenden magnetischen Kraft eben so viele Quellen magnetischer Erregung eröffnet werden können. (S. 102.) Beobachtungen über die Reaction des (farbigen) Sonnenlichtes auf den Magnetismus machten Morichini, Gibs, Christie und die Lady Sommerville. Daß der Blitz und der elektrische Funke magnetisch wirkt, ist S. 21. und 58. gesagt worden. Eine vorzügliche Aufmerksamkeit nimmt aber als magnetisches Erregungsmittel der galvanisch-electrische Strom in Anspruch, durch dessen Wirkung, ohne daß der Magnetismus der Erde oder der kleiner natürlicher Magnete dabei concurrirt, die stärksten künstlichen Magnete gebildet werden, so daß in dieser Hinsicht die Wirkungen der Entladungsschläge kräftiger elektrischer Batterien und selbst des Blitzes weit hinter ihm zurückbleiben. — Die Thatsachen über die verschiedenen Beziehungen der genannten ätherischen Stoffe zu dem Magnetismus haben sich im Verlaufe der neuesten Zeit unter den wissenschaftlichen Bestrebungen experimentirender Physiker so gehäuft, daß man für gut gehalten hat, sie als besondere Zweige der Experimentalphysik, unter den speciellen Benennungen des *Electro-Magnetismus* und des *Licht- oder Photo-Magnetismus*, für sich gesondert zu betrachten. Demgemäß soll unter diesen Aufschriften hier in einzelnen Abschnitten (II. u. VI.) eine bündige Darstellung der Erscheinungen, durch welche jene Verhältnisse sich charakterisiren, versucht werden. — Hieran reiht sich die im Jahre 1824, vier Jahre nach *Dersted's* Erforschung der magnetischen Kräfte des galvanischen Schließungsdrahtes, von *Arago* gemachte, und später durch des genialen *Faraday* rastlosen Eifer in Ergründung magnetoelektrischer Zustände, so fruchtbar gewordene Entdeckung der aus der Gegenwirkung einer rotirenden Metallmasse und einer Magnetnadel, und umgekehrt zwischen einer rotirenden Magnetnadel und einem ruhenden Metallstück hervorgehenden magnetischen (elektrischen)

Erregungen, deren Erscheinungen gewöhnlich — wenn auch (wie aus dem Folgenden begreiflich werden wird) sehr uneigentlich — unter dem Namen des Rotations-Magnetismus zusammengefaßt werden, und die in S. 100 u. ff. einer nähern Betrachtung übergeben werden sollen.

§. 67.

Die Magnetnadel. Vierarmige Magnetnadeln. Anwendung der Magnetnadel als Galvanometer.

Eine sehr gebräuchliche Art von künstlichen Magneten ist die Magnetnadel oder der Compaß. Der Nutzen derselben ist bekannt. Die beste Art besteht in einem dünnen 3 bis 20 Z. langen glasharten Stahlstäbchen, das die Form eines Parallelepipedum mit spitzig abgeschliffenen Enden hat, und durch Streichen magnetisirt worden ist. Weniger gut sind Stahlstifte von der Gestalt eines Pfeils oder mit einer Lilie an der nördlichen Spitze, da durch dergleichen hervorragende Theile und Verzierungen leicht mehr als zwei Pole an der Nadel entstehen, durch deren Lage die Direction derselben von Nord nach Süd gestört wird. Damit die Nadel möglichste Freiheit in der Bewegung habe, ist sie in ihrem Schwerpunkte entweder (nach Bennet) an dem feinen ungedrehten Faden eines Seidenwurms oder einer Spinne aufgehängt, oder sie ruht wagerecht auf einer feinen (unten aus Messing, oben aus Stahl bestehenden) scharfen Spitze, auf welche sie mit ihrer Mitte gesetzt wird, wo in ihre Durchbohrung ein kleines Hütchen von Messing, mit der Höhlung nach unten gekehrt, oder noch besser damit die feine Stahlspitze sich nicht in das Hütchen einbohre und das freie Spiel der Nadel hindere, ein mit einer ähnlichen Vertiefung versehener harter Stein, ein sogenanntes Achathütchen, eingedrückt ist. Die Spitze, der Gnomon genannt, auf der die Nadel schwebt, ist in dem Mittelpunkte einer unter ihr in einer horizontalen Ebene verzeichneten Wind- oder Schifferrose eingeschlagen, d. h. in der Mitte eines Sternes, dessen gleich lange Spitzen sich in der um diese gezogenen Kreislinie endigen, diese in eine nach der Bestimmung des Compasses verschiedene Anzahl gleicher Theile theilen, und durch ihre Richtung die Lage der Weltgegenden oder der Windstriche (Rhumben) anzeigen. Diejenige Spitze des Sternes, welche den Nordpunkt des Himmels angeben soll, ist durch

irgend ein Merkmal, gewöhnlich eine Litte, bezeichnet. Die ganze Vorrichtung ist, um die Nadel gegen die Bewegung durch die Luft und bei Seereisen gegen das Anpressen durch die Dünste des chlorhaltigen Meerwassers zu schützen, in einer mit einem Glase bedeckten Kapsel eingeschlossen, und heißt deshalb auch eine Boussole. Je nachdem das Instrument zum Gebrauche für Seefahrer, oder für die praktische Feldmesskunst und überhaupt für die Bestimmung der Weltgegenden auf dem festen Lande, oder endlich für den Bergmann zur planmäßigen Verfolgung anzulegender Stellen eingerichtet ist, führt es den Namen Schiffer- oder Seecompaß, Feldmesser-, Ingenieur- oder Militärcompaß, Gruben-, Markscheider- oder Bergmannscompaß \*). — Auf Seereisen wird die Richtung der Magnetenadel häufig durch die Einwirkung der großen Eisenmassen auf den Schiffen, und in der Nähe der Küsten durch die hier zuweilen sich vorfindenden magnetischen Felsen (S. 54. \*), abgändert und der Gebrauch des Compasses dadurch mehr oder weniger unsicher. Man hat, um dieser Störung entgegen zu wirken, Einrichtungen von sehr verschiedener Art getroffen. Barlow, Professor in Woolwich, schlägt eine neutralisirende Eisenplatte vor, deren Nutzen auf die S. 57. erwähnte Wirkung eines eisernen Linials, das zwischen Magnet und Eisen seiner Breite nach aufgestellt ist, sich gründet. Dr. Fischer (in Wien) räth aus demselben Grunde, die Nadel nicht in eine Büchse, sondern in eine hohle eiserne Halbkugel einzuschließen. Nach Will. Clarke (in Chatam) sind vierarmige Magnetenadeln, die aus zwei wagerechten, in der Mitte ihrer Achsen rechtwinklig verbundenen Nadeln bestehen, solchen störenden Einflüssen des Eisens fast ganz entzogen. Noch gefährlicher für die Schifffahrt ist die nicht selten durch den Blitz bewirkte Umkehrung der Pole an der Magnetenadel, die selbst dann noch erfolgen kann, wenn der Strahl des Blitzes nicht durch die Nadel selbst führt, sondern nur irgend einen Theil des Schiffes trifft (S. 58. u. 90.). — Eine der wichtigsten und lehr-

\*) Schiffcompassse haben, um das Herabfallen der Nadel zu verhüten, ein etwas tiefer ausgehöhltes Achathütchen, und das Gehäuse selbst, damit die Nadel bei den Schwankungen des Schiffes nicht aus ihrer horizontalen Lage kommen kann, eine Einrichtung nach Art der Kollampe des Cardanus.

reichsten Anwendungen der Magnetnadel ist die als Galvanometer in dem Schweigger'schen Multiplikator. (§. 76.) — Von Lampadius sind Magnetnadeln von Nickel und selbst von einer Legirung aus Platin oder Gold und Nickel vorgeschlagen worden, welche vor den stählernen den Vorzug haben, daß sie nicht, wie diese, rosten.

§. 68.

Abweichung (Deklination) des Magnetes.

Nur an sehr wenigen Orten auf der Erde zeigt der Nordpol der Magnetnadel genau nach dem Nordpunkte des Himmels, sondern an den meisten Orten weicht die magnetische Mittagslinie von der geographischen Mittagslinie etwas nach Osten oder Westen ab. Man nennt diese abweichende Richtung der Magnetpole die Abweichung oder Deklination des Magnets, und charakterisirt sie nach den beiden Weltgegenden, wohin der Nordpol sich wendet, als östliche oder westliche. In Fig. 12., wo ANBS den Umfang der Erde und SN einen Erdmeridian andeutet, zeigt sn eine östliche Abweichung der Magnetnadel und nCN den Abweichungs-Winkel, den der magnetische Meridian mit dem Erdmeridiane macht. — Diese Abweichung ist aber nicht nur an verschiedenen Orten der Erde verschieden, sondern bleibt auch an einem und demselben Orte nicht immer dieselbe, indem sie sich mit der Zeit sowohl ihrer Art als ihrer Größe nach verändert. Obschon diese zeitlichen Veränderungen eine gewisse Periodicität zeigen, so kennen wir doch das Gesetz noch nicht, an welches diese geknüpft ist \*). Gegenwärtig ist die Abweichung in ganz Europa \*\*), im westlichen Theile Asiens

\*) Im Jahre 1580 war zu Paris die Abweichung  $11^{\circ} 3'$  östlich und 1666 = 0, worauf sie westlich wurde, und im J. 1670  $1^{\circ} 3'$ , 1700  $8^{\circ} 12'$ , 1800  $22^{\circ} 12'$  und im J. 1804  $22^{\circ} 15'$  — und in den süd-östlichen Theilen Deutschlands 18 bis  $19^{\circ}$ , in Dublin  $27^{\circ}$  und in Persien kaum  $7^{\circ}$  betrug. Im J. 1817 war zu Paris die Abweichung  $22^{\circ} 17'$  und 1820 zu Wien  $15^{\circ} 1'$  westlich. Nach Arago hat zu Paris die Abnahme der Abweichung in 3 Jahren (von 1819 bis 1822)  $1^{\circ} 55''$  betragen.

\*\*) Im mittlern Europa, z. B. in Berlin und Prag  $17^{\circ}$ , in Petersburg  $6^{\circ}$ , in Bonn und Genf dagegen  $20^{\circ}$ , in Edinburg  $26^{\circ}$ , in Madrid  $22^{\circ}$ , in Island  $38^{\circ}$ , in Grönland  $50^{\circ}$  u. s. w.

und im östlichen Theile Amerika's westlich, und nach Arago's Beobachtung fortwährend im Abnehmen begriffen. Im östlichen Asien und an der Westküste von Amerika dagegen, ist die Abweichung östlich. Zwischen beiden liegen Erdstriche, wo die Abweichung = 0 ist und der magnetische Meridian mit dem der Erde genau zusammenfällt. Dieß ist z. B. der Fall an dem Vorgebirge der guten Hoffnung. Eine Linie, die man sich durch die Orte, wo die Abweichung ganz wegfällt, gezogen denkt, heißt die Linie ohne Abweichung. — Außer diesen in längern Zeitperioden erfolgenden Veränderungen ist die Abweichung auch noch kleinern Veränderungen (Variationen) nach den Jahres- und Tageszeiten unterworfen. Im Sommer (bald nach dem Frühlings-Aequinoctium) weicht sie weniger (nach Westen) ab, als im Winter (gleich nach dem Herbst-Aequinoctium). Sodann ist die Abweichung der Nadel des Morgens und Abends um 9 Uhr am geringsten, und Nachmittags von 3 bis 5 Uhr am stärksten; in der Nacht ist sie constant. Nordlichter, Erdbeben und andere Naturbegebenheiten bringen ebenfalls vorübergehende Schwankungen (Störungen, Perturbationen) in die Abweichung der Magnetaedel, und diese werden während eines Nordlichtes selbst in solchen Gegenden beobachtet, wo die Erscheinung desselben am Himmel nicht wahrgenommen wird. Ähnliche Störungen erleidet die Abweichung auch durch örtliche Ursachen, z. B. durch magnetische Felsen, auf Schiffen durch die Eisenmassen, mit denen diese ausgerüstet sind (S. 67.), und durch Witterungseinflüsse, besonders in Folge elektrischer Prozesse in der Atmosphäre. Bei bedecktem Himmel, bei Süd- und Westwinden wird der Abweichungswinkel kleiner, bei heiterer Witterung und bei herrschenden Ost- und Nordwinden größer. Es scheint demnach durch verhinderte Erwärmung der Erde durch die Sonne die magnetische Kraft der Erde vermindert zu werden. Alle diese Störungen in der Regelmäßigkeit der magnetischen Abweichung machen den Gebrauch der Magnetaedel für Seefahrer sehr unzuverlässig. Weniger trifft dieses die für mehrere Jahre constanten Abweichungen der Nadel, da man Abweichungs-Karten hat, in welchen die Abweichungen in den verschiedenen Erdstrichen angegeben sind, und in denen erhebliche Aenderungen in der Abweichung an einem Orte von Zeit zu Zeit nachgetragen werden. Hansen, Untersuch. über den Magnetismus der Erde, deutsch von Hanson, Christiania, 1819.

Als Ursache der magnetischen Abweichung nimmt man an, daß die Pole des Erdmagnets nicht ganz genau nach Norden und Süden liegen, und als Ursache ihrer Veränderlichkeit, daß der Erdmagnet von Zeit zu Zeit die Lage seiner Pole ändert. Die kleinern periodischen jährlichen und täglichen Variationen aber in ihr entstehen wahrscheinlich aus der im Sommer und zur Zeit des Nachmittags durch die Sommerwärme bewirkten Verminderung der magnetischen Kraft der Erde, wofür auch manche Erfahrungen in der Klimatologie sprechen — wobei aber der Einfluß anderer unbekannter kosmischer und tellurischer Verhältnisse nicht ausgeschlossen bleibt. — Werkzeuge zur genauen Bestimmung der Differenz des magnetischen und geographischen Meridians heißen Abweichungs-Compassse oder Deklinationen, von denen das beste unter allen ein von Gauß angegebenes ist. Die Naturlehre u. s. w. von Baumgartner und Ettingshausen. Wien, 1839. S. 490.

§. 69.

Neigung (Inklination) des Magnetes.

Wenn man ein zu einer Magnetnadel bestimmtes Stahlstäbchen in seinem Schwerpunkte aufhängt, so daß es völlig wagerecht steht, und man magnetisirt es dann: so wird man finden, daß es sein Gleichgewicht verloren hat, und sich mit dem einen Ende, gleichsam als wäre es an diesem schwerer geworden, gegen die Ebene des Horizontes niederseht. Der Winkel, den die Nadel in dem magnetischen Meridiane mit dieser Ebene oder mit der Horizontallinie, welche sie vor ihrer Magnetisirung bildete, macht, heißt die Neigung oder Inklination der Magnetnadel. Diese zeigt sich an den meisten Orten der Erde, aber nicht an allen auf gleiche Art und in gleicher Größe; auch wird sie, wie die Deklination der Magnetnadel, an einem und demselben Orte, im Verlaufe der Zeit verändert und unterliegt, wie jene, einer täglichen Veränderung, deren Größe von den Jahreszeiten abhängt. In Europa oder überhaupt in der ganzen nördlichen Halbkugel der Erde (wo sich der Erdmagnetismus als — **M** thätig zeigt) neigt sich der Nordpol der Nadel gegen den Horizont (nördliche Inklination). Um die dadurch gestörte horizontale Lage der Magnetnadel herzustellen, ist an unsern Nadeln die südliche Hälfte derselben, welche um eben so viel



höher steht, als die nördliche niedergezogen wird) mit einem kleinen verschiebbaren Gewichte von Messing versehen, oder es wird, um dieser Störung des Gleichgewichtes vorzubeugen, gleich anfangs die Unterstützung der Nadel nicht in ihrem Schwerpunkte, sondern dem Nordpole etwas näher angebracht. Höher nach dem Norden hinauf nimmt die nördliche Inklination immer mehr zu. In der südlichen Hälfte der Erde dagegen (wo sich das + M des Erdmagnetismus äußert) ist der Südpol der Nadel gegen den Horizont geneigt, und der Nordpol steht aufwärts, so daß zur Herstellung der wagerechten Lage der Nadel ihr Nordpol mit einem Gewichte beschwert werden muß. In einem Erdstriche, nahe am Aequator, ist die Neigung der Nadel = 0 und sie steht wagerecht, wie vor dem Magnetisiren. Die krumme Linie, welche die in diesem Erdstriche liegenden Punkte, in denen die Nadel horizontal schwebt, mit einander verbindet, heißt die Linie ohne Abweichung oder die aclinische Linie, auch der magnetische Aequator der Erde oder der Inklinations-Aequator. Dieser fällt zwar mit dem geographischen Aequator nicht ganz zusammen, weicht aber nirgends weit von ihm ab, und durchschneidet ihn an mehreren Stellen unter einem Winkel von  $12^\circ$ . Auf beiden Seiten desselben nimmt die Inklination mit der Entfernung von ihm zu, und erreicht an den Polen selbst ihr Maximum, so daß eine Magnetnadel, würde sie dahin gebracht, senkrecht empor sich richten würde, und zwar am Südpole der Erde mit ihrer nördlichen, am Nordpole mit ihrer südlichen Hälfte aufwärts. — Zur Beobachtung und Messung der Neigung dienen die Neigungs-Compassse oder magnetische Inclinatorenien, die aus langen, um eine durch ihren Schwerpunkt gehende horizontale Achse beweglichen, Magnetnadeln bestehen, die genau in der Richtung des magnetischen Meridians aufgehängt sind. — Nadeln, die so vorgerichtet sind, daß sie durch den Magnetismus der Erde gar nicht gerichtet werden, heißen astatische oder neutralisirte. (S. 75.)

## §. 70.

Chemische, physiologische und elektrische Wirkungen des Magnetismus. Arztliche Anwendung desselben.

Nur wenig erforscht sind die chemischen und physiologischen Wirkungen des Magnetismus. Eine Zersetzung des Was-

fers, wie durch die Electricität (S. 21. u. 50.), durch ihn unmittelbar hervorzubringen, ist noch nicht gelungen. Dagegen ist durch gewählte Versuche Lüdcke's, Maschmann's und Hansteen's dargethan, daß sich durch denselben in ähnlicher Weise, wie mit der galvanischen Kette, Metalle reduciren und überhaupt Krystallisations-Processse befördern lassen. Letztere reducirten eine Silberauslösung durch Quecksilber in heberartig gestalteten Röhren, und fanden, daß, wenn die Schenkel der Röhre im magnetischen Meridiane aufgestellt waren, das Silber im nördlichen Schenkel immer in größerer Menge und vollkommener krystallisirte, als im südlichen, wo es mit Quecksilbersalz vermengt war. In der Richtung von Westen nach Osten erfolgte die Reduktion viel langsamer, und in einem Schenkel der Röhre wie in dem andern. Lüdcke sah unter dem Einflusse eines Magnetes im Wasser Krystalle aus Salzauslösungen sich niederschlagen. Weit lebendiger liefern diese Wirkungen die elektrischen Ströme, welche, wie Faraday gelehrt hat, durch starke künstliche Magnete erregt werden können. (S. 97.) Selbst Funken werden durch diese hervorgebracht. — Die Wirkungen der magnetischen Kraft auf den menschlichen Körper sind nur bei starken Magneten bemerkbar. Der Einfluß derselben ist im Allgemeinen erregend für das Nervenleben, und die Spannkraft der Muskelfasern erhöhend. Der erste Eindruck, den ein kräftiger Magnet (es sey ein künstlicher oder natürlicher), mit der Oberfläche des Körpers in Berührung gesetzt, erzeugt, besteht in einem angenehmen Gefühle von Wärme, dem bald eine Vermehrung der Ausdünstung nachfolgt. Bei längerer Dauer der Einwirkung entstehen Hitze, Kopfweh, Schwindel, mit Angst, fieberhaften Bewegungen und selbst mit Zuckungen verbunden. Vertlich entsteht an der Stelle der Berührung Jucken, Schmerz und Röthe der Haut, und zuweilen finden sich nach diesen Hautauschläge ein, die schwer zu heilen sind \*).

\*) Weniger, als sie es verdient, wird die spezifische Wirkung des Magnetismus auf die Nerven von den Aerzten benutzt, um Krankheiten, die von diesen ausgehen, zu heilen, obschon es nicht an Beispielen fehlt, wo der Magnetismus mit günstigem Erfolge, und oft in solchen Fällen, die dem zweckmäßigsten Heilverfahren mit Arzneien widerstanden, angewendet worden ist. Leider ist zu erwarten, daß seine Anwendung durch die Entdeckung der magneto = elektrischen Ströme noch mehr verdrängt werden.

§. 71.

Hypothesen über den Magnetismus. Ampère.

Man hat zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen seit den ältesten Zeiten eine Menge von zum Theil sehr geachteten Hypothesen aufgestellt, von denen aber keine hinreichenden Aufschluß über das eigentliche Wesen des Magnetismus gegeben hat. Am ungezwungensten lassen sich die meisten derselben erklären, wenn man mit Brugmann's und Wilke, analog mit der Symmer'schen Theorie über

---

wird. (§. 92.) Die Krankheiten, gegen welche sich der Magnetismus, den bisherigen Erfahrungen zu Folge, wirksam erwiesen hat, sind: Schwindel, Kopfschmerz, Gesichtsschmerz, Sicht, Krämpfe und andere sogenannte nervöse Leiden, die in einem geschwächten Wirkungsvermögen und in exaltirter Reizbarkeit des Nervensystems ihren Grund haben. Auch sind in Lufeland's Journ. d. pr. Heilk. mehrere Beispiele niedergelegt, wo der tägliche Gebrauch eines starken Magnets sich hülfreich gegen das Vorfallen der Eingeweide (in Brüchen) bewies, indem er eine Zusammenziehung der diese begünstigenden abnormen Deffnung bewirkte. Die Art seiner Anwendung besteht darin, daß man entweder einen Eisens- oder Stabmagnet gegen den vorzüglich leidenden Theil, der sich in der Richtung des magnetischen Meridians befinden muß, hält, oder auf diesen täglich eine Zeit lang fest bindet, oder daß man in der bezeichneten Richtung, mit dem Nordpole voran, denselben mit dem Magnete wiederholte Male streicht. Dr. Becker, der Magnetismus und seine Anwendung in der Heilkunst. Mühlhausen, 1829. 8. Joseph Barth, der Magnet als Heilmittel, oder praktische Anleitung, durch Magnete die verschiedenartigsten Krankheiten zu heilen, nebst einer Anweisung zu Fertigung künstlicher Magnete. Für Ärzte und Nichtärzte.

Wohl zu unterscheiden ist von dem mineralischen Magnetismus der sogenannte thierische Magnetismus oder Mesmerismus, der auf der dynamischen Einwirkung des Nervensystems eines gesunden lebendigen Menschen auf das eines andern Kranken beruht, das dadurch geheilt werden soll, und dessen Schilderung Vorwurf der Physiologie ist. Mit ihm verwandt ist die manchen — sogen. sibirisch empfänglichen — Menschen angeblich eigne Fähigkeit des Wasser- und Metallfühlens, das Schlagen mit der Wunschelruthe (baguette) u. s. w. Wer wissenschaftliche Belehrung über diese Art von Magnetismus sucht, findet sie in D. G. Kieser's System des Tellurismus oder thierischen Magnetismus. 2 Bde. Leipz. 1822.

die Electricität (S. 13.), als Ursache derselben zwei feine unwägbare, wie zwei entgegengesetzte Elemente sich verhaltende, Stoffe (ein  $+M$  oder Nordmagnetismus und ein  $-+$  oder Südmagnetismus) annimmt, welche (wie das  $+$  und  $-E$  in einem nicht elektrisirten Körper) in dem unmagnetischen Eisen, und zwar in allen kleinsten Theilchen desselben, für sich und in gleichem Grade mit einander zu  $o$  oder  $+M$  verbunden (neutralisirt) sind und sich im Gleichgewichte halten, wo sie keine magnetischen Kräfte weiter äußern und für die Wahrnehmung so gut als nicht vorhanden sind, die aber durch räumliche Vertheilung, durch den Erdmagnet oder kleine natürliche oder künstliche Magnete, aus ihrem Gleichgewichte gebracht und von einander getrennt werden können; wo sie dann, indem alle theilweise getrennten und entgegengesetzten Theilchen des Eisens in gleicher und entgegengesetzter Richtung zusammen wirken, unter den Erscheinungen der magnetischen Polarität u. s. w. nach bestimmten Normen in Wirksamkeit treten. Durch eine ihrer Natur nach unbekannte Coërcitivkraft, die durch die Cohäsionskraft des magnetischen Körpers bedingt zu werden scheint, werden die in den Elementartheilchen desselben zersetzten Magnetismen in ihrem abgesonderten Zustande fixirt und an ihrer Ausgleichung verhindert. Jene Coërcitivkraft ist in dem, in seinem Gefüge stark cohärenten, Stahl am stärksten thätig, weniger stark in dem weichen Eisen, weshalb in den Theilen des letztern zwar die Vertheilung des Magnetismus leichter vor sich geht, aber auch eben so leicht wieder die Ausgleichung erfolgt. (S. 62. 64.) So ansprechend diese auf die Analogie zwischen Magnetismus und Electricität sich basirende Hypothese ist, und so viel sie vor andern Theorien über den Magnetismus voraus hat: so wird doch auch durch die neuesten Erfahrungen — welche überdieß in keinem Falle die Existenz eines materiellen magnetischen Substrats, sondern immer nur ein Verhältniß von nach entgegengesetzten Richtungen wirkenden Kräften constatiren — ihre Unzulänglichkeit dargethan, und uns daher das Bekenntniß abgenöthigt, daß das Wesen des Magnetismus, wie so vieles Andern in der Schöpfung, noch ein Geheimniß sey, — gemäß dem schönen Worte Haller's: „In's Innere der Natur dringt kein erschaff'ner Geist!“ — Von Ampère wird die Ableitung der magnetischen Erscheinungen von einem eignen Fluidum ganz verworfen, und die Erklärung derselben aus der Wirkung von elek-

trischen Strömen hergeleitet. (S. 91.) G. Ann. 1821. Bd. 67. S. 113. Bd. 77, 79 u. ff.

Von den ältern, theils sehr gekünstelten, theils ganz verunglückten Ansichten über das Wesen des Magnetismus seyen hier nur genannt: die des Cartesius, der sich die magnetische Materie aus kleinen Schrauben (magnetischen Wirbeln) und Schraubengängen bestehend dachte, und die magnetische Anziehung aus dem Ineinandergreifen dieser erklärte; die Dalance's und du Fay's, welche Kanäle mit Klappen annehmen; die Leonhard Euler's, der gleichfalls den Grund der magnetischen Anziehung in einer wirbelnden Bewegung, nach Art der Cartesischen, zu finden glaubte; die Bernoulli's, der sie sogar in einem doppelten Wirbel suchte, u. d. m. Ermann über die Aehnlichkeiten zwischen Magnet. u. Gl. in G.'s Ann. Bd. 26. Darstellung der Theorie der Gl. u. des Magn. von Haüy, deutsch von Murhard, 1801. —