

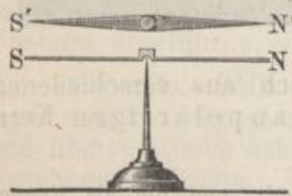
rend bei starkem Regen diese Ersch. nicht eintritt. Erkl.! — 13. Wie ist es zu erklären, daß wässerige Niederschläge an Doppelfenstern weniger vorkommen als an einfachen, und in bewohnten Zimmern mehr als in unbewohnten?

## VI. Abschnitt.

### Vom Magnetismus.

#### § 37. Magnetnadel. Magnetische Grunderscheidungen.\*)

Fig. 123.



mit dem einen Ende nach Norden und mit dem anderen Ende nach

Fig. 124.



der Himmelsgegenden von einem in Grade getheilten Kreise umgeben und mit der Magnetnadel fest verbunden.

**Versuch a.** Wird eine Magnetnadel aus ihrer Richtung gebracht und dann sich selbst überlassen, so kehrt sie stets wieder in die ursprüngliche Lage zurück, vorausgesetzt, daß kein Eisen oder Stahl sich in ihrer Nähe befindet. — Bei Annäherung von Eisen oder Stahl wendet sich die Nadel mit ihrer Spitze um so mehr nach dem Metalle hin, je mehr es der Nadel genähert wird. Nach gegenseitiger Berührung haften beide aneinander. Umgekehrt wendet sich auch eine leicht bewegbare eiserne Nadel (Fig. 126, folg. Seite) nach der genäherten

\*) Vgl. II. Lehrstufe, § 131.



Magnetnadel, wie nach jedem Stahlstabe hin, welcher bei freier Aufhängung (Fig. 125) die Eigenschaft der Magnetnadel zeigt. Diese Erscheinung tritt auch dann noch ein, wenn ein Blatt Papier, ein dünnes Brett, eine Glasscheibe oder dergl., überhaupt ein nicht aus Eisen oder Stahl bestehender Körper eingeschaltet wird.

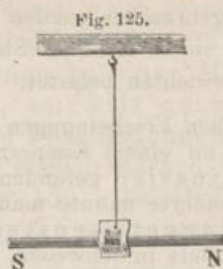


Fig. 125.

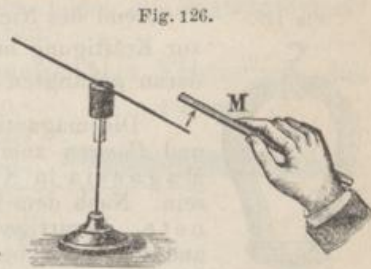


Fig. 126.

Ein Körper, welcher die Eigenschaft besitzt, Eisen anzuziehen und festzuhalten, wird **Magnet** genannt. Das, was dem Eisen diese Kraft der Anziehung (magnetische Kraft) verleiht, bezeichnet man als **Magnetismus**.

Ein frei beweglicher Magnet nimmt in seiner Ruhelage stets eine bestimmte Richtung an (von N nach S).

Ein Magnet und Eisen ziehen sich gegenseitig an und zwar um so stärker, je mehr sie einander genähert werden.

**Versuch b.** Bestreut man einen Magnet ganz mit Eisenfeilspänen, so giebt sich deutlich zu erkennen, dass die Anziehung an den beiden

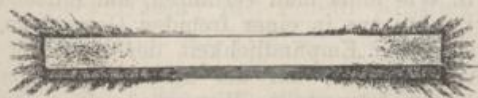


Fig. 127.



Fig. 128.

Enden des Magnets am stärksten ist und nach der Mitte hin allmählich abnimmt (Fig. 127). Wenn man den Magnetpol unter ein mit feinen Eisenfeilspänen bestreutes Blatt Papier hält und dieses wiederholt leise erschüttert, so ordnen sich die Feilspäne in krummen Linien, welche eine magnetische Figur bilden (magnetische Kurven oder magnetische Kraftlinien, Fig. 128). Derartige Versuche lehren:

Die Stärke der Anziehung ist bei jedem Magnet an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche verschieden.

Die Stellen stärkster Anziehung eines Magnets heißen **Pole** (Nordpol und Südpol). Die Stelle, an welcher ein Magnet keine Anziehung äußert, wird **Indifferenzstelle** genannt. Der Raum um einen Magnetpol, innerhalb dessen sich eine magnetische Wirkung zu erkennen giebt, heißt **magnetisches Feld**.

Lange stabförmige Magnete äußern bisweilen in mehreren Punkten eine stärkere Anziehung. Gewöhnlich sind jedoch nur 2 derartige Punkte vorhanden, welche nahe an den Enden des Magnets liegen. Mitten zwischen denselben ist gar keine Wirkung wahrnehmbar. Magneten, welche nicht wie die Magnetnadel wegen ihrer



Richtkraft, sondern wegen ihrer Anziehungskraft benutzt werden, pflegt man, damit beide Pole zugleich auf das Eisen einwirken können, Hufeisenform zu geben (Fig. 129).

Fig. 129.



Während des Nichtgebrauches werden solche Magnete aufgehängt und zur Kräftigung mit einem Anker (Stäbchen aus weichem Eisen) und daran gehängten Gewichten belastet.

Die magnetischen Erscheinungen sollen von den alten *Griechen* und *Römern* zuerst an einem Eisenerze, das in der Nähe der Stadt *Magnesia in Kleinasien* gefunden wurde, wahrgenommen worden sein. Nach dem Fundorte nannte man diese schwarzen Steine *Magnete*. Derartige *Magneteisensteine* finden sich noch an vielen anderen Orten, besonders in Schweden, Lappland und Spanien. Sie erlangen ihre magnetische Eigenschaft meist erst nach längerem Liegen an der Luft. Da auch in metallischem Eisen und Stahl Magnetismus hervorgerufen werden kann, so unterscheidet man natürliche und künstliche *Magnete*.

Schon vor mehreren tausend Jahren sollen die *Chinesen* auf Land- und Seereisen sich der *Magnetnadel* bedient haben. In Europa scheint dieselbe erst im 14. Jahrhundert bei der *Schiffahrt* eine allgemeine Anwendung gefunden zu haben. Von anderen magnetischen Erscheinungen war im Altertum und im Mittelalter nichts bekannt; erst die Entdeckungen des englischen Arztes Gilbert (1600) gaben die Anregung zu weiteren Untersuchungen.

**Übungsstoff.** 1. Welchen Vorteil bietet es, die Himmelsgegenden mit dem Kompaß statt nach dem Stande der Sonne zu bestimmen? — 2. Die beiden Hälften der M.-Nadeln sind gewöhnlich äußerlich verschieden (z. B. die Nordhälfte blau, die Südhälfte stahlgrau); warum wohl? — 3. Mit welchem Vorteil wendet man statt der Messinghütchen bei M.-Nadeln Achathütchen an? (Achat ist ein Stein, welcher bedeutend härter ist als Messing.) — 4. Warum darf das Gehäuse eines Kompasses kein Eisen enthalten? — 5. Wie muß man verfahren, um mittelst Karte und Kompaß sich von einem hohen Punkte aus in einer fremden Gegend zu orientieren? — 6. Welche Vorsicht ist wegen der Empfindlichkeit der M.-Nadel gegen Eisen hierbei anzuwenden? — 7. Angenommen, auf der Schale einer gemeinen Krämerwaage läge Eisen und es wäre Glgew. hergestellt. Was würde dann eintreten, wenn man einen kräftigen M. unter die Schale hielte? — 8. Wie läßt sich mittelst eines M. ein Gemisch von kleinen Eisen- und Messingstiften oder dergl. sortieren? — 9. Wie läßt sich untersuchen, welcher von 2 Magneten der stärkere ist? — 10. Welchen Vorteil gewährt die Hufeisenform eines M.? — 11. Aus welchem Versuche geht hervor, daß die Wirkung der magn. Kr. eine Gegenwirkung erzeugt?

**§ 38. Wechselwirkung zweier Magnete. Magnetische Verteilung.** a. Wechselwirkung zweier Magnete. Die beiden Pole eines Magnets lassen in ihrem Verhalten gegen unmagnetisches Eisen keinen Unterschied erkennen, dagegen deutet das Verhalten der frei beweglichen Magnetnadel auf eine Verschiedenheit der in den Polen wirkenden Kräfte hin. Dies tritt deutlich hervor, wenn man zwei Magnete aufeinander einwirken läßt.

**Versuch a.** Werden zwei Magnetstäbe, von denen einer leicht bewegbar ist, oder zwei Magnetnadeln einmal mit ihren gleichnamigen, einandermal mit ihren ungleichnamigen Polen einander genähert, so ergibt sich das Gesetz der magnetischen **Polarität**:

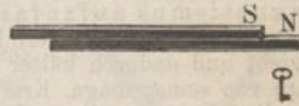
Gleichnamige Magnetpole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.



Die Abstufung gleichnamiger Magnetpole bietet das beste Mittel zur Untersuchung, ob ein Körper magnetisch ist, sowie zur Bestimmung der Pole eines Magnets. In dieser Weise gebraucht, bildet die Magnetnadel ein **Magnetoskop**, d. h. einen Anzeiger magnetischer Kraft.

**Versuch b.** Hängt man an einen Magnetpol ein Eisenstück, das er eben zu tragen vermag, so fällt es wieder ab, wenn man diesem Pole den ungleichnamigen Pol eines anderen ebenso starken Magnets genügend nähert (Fig. 130); es wird dagegen stärker angezogen, wenn man den gleichnamigen Pol nähert.

Fig. 130.



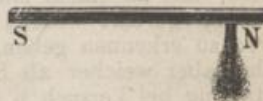
Die magnetische Wirkung wird durch den gleichnamigen Pol verstärkt, durch den ungleichnamigen dagegen geschwächt.

Zur Erklärung dieser Gegensätze der Magnetpole nimmt man an, daß in jedem Magnet zwei verschiedene magnetische Kräfte wirken. Man unterscheidet dieselben als **Nord-** und **Südmagnetismus**.

**b. Magnetische Verteilung.** Da auf unmagnetischem Eisen jeder einzelne Pol eine Anziehung ausübt, die entgegengesetzten Pole aber sich in ihrer Wirkung aufheben (Fig. 130), so läßt sich vermuten, daß im Zustande des Eisens unter der Einwirkung eines Magnets eine Änderung hervorgerufen wird, von welcher die Anziehung desselben abhängt.

**Versuch c.** Wird ein kurzes Stäbchen von gewöhnlichem Eisen oder Stahl mit einem kräftigen Magnetpole in Berührung gebracht (Fig. 131.), so vermag es wie ein Magnet Eisenfeilspäne festzuhalten; dieselben fallen bei Entfernung des Magnets aber meistens wieder ab. Untersucht man darauf das Stäbchen mittelst einer Magnetnadel auf seine Polarität, so erweist sich das Ende, welches vom Magnetpole abgewandt war, als gleichnamig, das ihm zugewandte Ende als ungleichnamig magnetisch. — Bei einem Stäbchen aus weichem (wiederholt ausgeglühtem) Eisen dauert der magn. Zustand nur solange an, als das Eisen unter der Einwirkung des Magnetpoles steht, die Magnetisierung aber ist eine stärkere und erfolgt selbst bei größeren Stäben schon in einiger Entfernung vom Magnetpole. (Nachweis mittelst der Magnetnadel.)

Fig. 131.



Eisen wird durch die bloße Annäherung eines Magnetpoles selbst magnetisch, und zwar erhält das abgewandte Ende den gleichnamigen, das zugewandte den ungleichnamigen Pol: **Magnetische Verteilung**.

Aus den Versuchen über magn. Verteilung kann man schließen, daß die Anziehung zwischen einem Magnet und Eisen oder Stahl auf der Wechselwirkung zweier ungleichnamigen Magnetpole beruht. Der Magnet ruft zuerst durch Verteilung in den ihm zunächst gelegenen Ende des Eisenstückes den entgegengesetzten Magnetismus hervor und zieht es dann an.

*Der Anziehung geht also immer eine magnetische Verteilung voraus.*



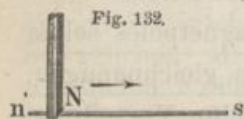
*Weiches Eisen* und *hartes Eisen oder Stahl* unterscheiden sich in ihrem magnetischen Verhalten insofern, als ersteres durch Verteilung leicht magnetisch wird und ebenso leicht seine magnetische Kraft wieder verliert, letzteres hingegen schwer magnetisch wird, aber lange Zeit magnetisch bleibt.

Die magnetische Verteilung ist nicht als eine Mitteilung von Magnetismus aufzufassen. Während bei der Erwärmung eines Körpers durch einen anderen der wärmere Körper einen Teil seiner Wärme an den kälteren Körper abgibt und dadurch kälter wird, verliert ein Magnet genauen Untersuchungen zufolge von seiner magn. Kraft nichts, indem er Eisen oder Stahl magnetisch macht. Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt man an, Eisen und Stahl enthalte von Natur beide Magnetismen, und zwar so, daß sie sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufheben. Der Einfluß eines Magnets besteht hiernach darin, beide Magnetismen nach außen hin wirksam zu machen.\*)

**Übungsstoff.** 1. Wie läßt sich untersuchen, ob ein Stahlstäbchen (etwa eine Stricknadel) magn. ist, a. mit Hilfe von Eisenfeilspänen, b. mit einer Magnetnadel, c. ohne Zuhilfenahme von Eisen oder Stahl? — 2. Welches Verfahren (a oder b) ist das empfindlichere, u. w.? — 3. Zu welchem falschen Schlusse kann das erstere Verfahren leicht führen, wenn nur sehr wenige oder gar keine Feilspäne am Stabe hängen bleiben? — 4. Wie kann man in solchen Fällen prüfen, ob man falsch geschlossen hat? — 5. Warum läßt sich aus der bloßen Anziehung einer Magnetnadel nicht schließen, daß ein K. magn. ist? — 6. Zu sehr empfindlichen Versuchen werden Gegenstände, welche äußerst leicht drehbar sein müssen, an einem ungedrehten Seidenfaden (Coconfaden) aufgehängt; w.? — 7. Wie lassen sich die Pole eines Magnets bestimmen? — 8. Die Lage der Indifferenzstelle eines Magnetstabes soll mit Hilfe einer Magnetnadel in der Weise bestimmt werden, daß man den Stab in senkrechter Richtung vom äußersten Ende an langsam etwa vor dem Nordpole der Nadel auf- oder abbewegt. Welche Erschn. werden dabei eintreten, und woran ist die Indifferenzstelle zu erkennen? — 9. Welchen Einfluß wird die Größe des Abstandes zwischen Nadel und Stab auf die Erschn. ausüben? — 10. Wie erklärt es sich, daß an einem Magnete mehrere Eisenstäbchen nach Art von Kettengliedern aneinandergereiht werden können? — 11. Wodurch wird es sich bei diesem Verfahren zu erkennen geben, daß gewöhnlicher Eisendraht härter ist als ausgeglüheter Draht, aber weicher als Stahl? — 12. Warum kann nach dem Gesetz der magn. Verteilung bei Versuch b die Wirkung der beiden gleichnamigen Pole nicht doppelt so groß sein als die eines einzelnen Poles?

### § 39. Herstellung künstlicher Magnete. Tragkraft und verschiedene Formen der Magnete.

Um durch magnetische Verteilung ziemlich starke künstliche Magnete von dauernder Wirkung zu erhalten, ist das im vorigen Paragraphen (Versuch c) angeführte Verfahren nicht ausreichend. Eine weit kräftigere Wirkung erhält man, wenn man den zu magnetisierenden Stab mit einem Magnetpole wiederholt streicht. Dies geschieht am einfachsten in der Weise, daß man den Magnetpol an einem Ende des Stabes aufsetzt und ihn dann mehrmals über den ganzen Stab hinwegzieht (Fig. 132).



Zur Magnetisierung von Magnetnadeln und anderen magnetischen Instrumenten werden die Methoden des einfachen und des Doppelstriches angewandt.

\*) Vgl. II. Lehrstufe, § 133.



Beim einfachen Striche (Fig. 133) fährt man mit zwei gleichstarken, ungleichnamigen Magnetpolen von der Mitte des Stahlstabes aus nach entgegengesetzten Seiten über dessen Enden hinweg und wiederholt dies, jedesmal im Bogen durch die Luft zurückkehrend, 20—30 mal. Man kann auch umgekehrt den Stab von seiner Mitte aus wiederholt über einen Magnetpol hinwegziehen. Die dadurch entstehenden Pole sind denen, mit welchen man sie gestrichen hat, entgegengesetzt. — Beim Doppelstriche (Fig. 134) setzt man zwei ungleichnamige Pole zweier Magnete gleichzeitig in der Mitte des Stabes auf, trennt sie durch ein Stück Holz voneinander und fährt mit beiden ohne abzuheben von einem Ende zum anderen wiederholt hin und her. Das Abheben geschieht in der Mitte.

Fig. 133.



Fig. 134.



Die Erfahrung lehrt, daß auch durch bloße Erschütterung, wenn diese sich oft wiederholt, Stahlstäbe magnetisch werden. Durch Hämmern, Feilen, Bohren u. s. w. werden stählerne Werkzeuge magnetisch. Senkrecht stehende Eisenstäbe (eiserne Träger u. dgl.) werden schon durch den Einfluß der Erde magnetisch.

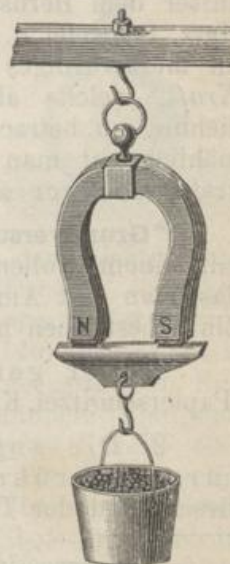
Die Stärke des im Stahl durch Streichen erregten Magnetismus kann selbst bei Anwendung der kräftigsten Magnete nicht beliebig gesteigert werden. Ist die äußerste Grenze erreicht, so sagt man, der Stab sei mit Magnetismus gesättigt. Dadurch, daß man einen Magnet dauernd auf einen Anker einwirken läßt und diesen durch Gewichte immer mehr belastet, wird die Tragkraft des Magnets allmählich erhöht. Plötzliches Abreißen des Ankers, sowie überhaupt Erschütterung (Hämmern) des Magnets, hat eine Schwächung der Tragkraft zur Folge. Der Magnetismus eines Magnets verschwindet gänzlich, wenn der Magnet bis zum Glühen erhitzt wird.

Da dünne Stahlstäbe sich im Verhältnis zu ihrem Gewichte stärker magnetisieren lassen als dicke, so setzt man, um möglichst kräftige Magnete zu erhalten, mehrere dünne Magnete zu einem einzigen Magnet zusammen, indem man die gleichnamigen Pole aufeinander legt (**Magnetisches Magazin**, Fig. 135).

Bei einem magnetischen Magazin läßt man die Pole des mittleren Magnets zum Anlegen des Ankers etwas vorstehen und die übrigen treppenförmig zurücktreten. Die magnetische Kraft desselben kann mit der Zahl der Magnete nicht in gleichem Verhältnis wachsen, da die Pole des einzelnen Magnets in den benachbarten Polen durch Verteilung ungleichnamigen Magnetismus erregen. Als Maß für die Stärke der magnetischen Kraft kann das kleinste Gewicht angesehen werden, bei welchem der Anker abreißt.

Natürliche Magnete werden dadurch in zweckmäßigster Weise wirksam gemacht, daß man zwei Stäbe von weichem Eisen an denselben befestigt, deren Enden zum Anlegen eines Ankers ein wenig vorstehen (Fig. 136, folg. Seite).

Fig. 135.





**Übungsstoff.** 1. Man will mittelst eines M a. aus kleinen Eisenringen, b. aus Stahlringen eine Kette herstellen. Wie ist dies auszuführen? Erkl.! —

Fig. 136.



2. Was würde eintreten, wenn man die Glieder der Kette bis zum Glühen erhitzte? — 3. Wie kann man mit einem M. untersuchen, ob eine Stricknadel, eine Messerklinge oder dergl. aus Stahl oder weichem Eisen besteht? — 4. Wie lassen sich an einem nach Fig. 132 magnetisierten Stabe mit Hilfe von Eisenfeilspänen oder mit einer Magnetnadel (nach Anleitung der Frage 8 des Übungsstoffes, § 38) die Punkte stärkster Anziehung, sowie die Indifferenzpunkte entdecken? — 5. Wie muß man eine Nadel mit einem M. streichen, damit die Spitze a. zum Nordpole, b. zum Südpole Magnetpolen zu erwarten, wenn etwa eine Stricknadel von den Enden nach der Mitte hin mit einem M. gestrichen würde (umgekehrt wie in der Figur angegeben ist)? — 7. Zur Magnetisierung eines Eisenstabes will man 2 Magnete zugleich anwenden. Wie läßt sich dies ausführen? — 8. Warum muß man bei dem durch Fig. 133 veranschaulichten Verfahren mit den Magneten im Bogen nach der Mitte zurückkehren? — 9. Durch das Anlegen eines Ankers von weichem Eisen wirkt bei einem Hufeisenmagnet der eine Pol auf den anderen ein. Erkläre dies und führe an, warum sich dasselbe nicht durch stählerne Anker ebenso gut erreichen läßt.

## VII. Abschnitt.

### Von der Elektrizität.

(Reibungs-Elektrizität.)

#### § 40. Elektrische Grundversuche. Elektroskope.

Schon im Altertum beobachtete man am Bernstein, daß er, nachdem er gerieben worden, leichte Körperchen anzieht. Diese Eigenschaft erlangen außer dem Bernstein noch viele andere Körper, z. B. Diamant, Glas, Harz, Schwefel u. s. w.; dieselben wurden von Gilbert, der (um 1600) ihr merkwürdiges Verhalten entdeckte, *elektrische Körper* genannt. Die *Kraft*, welche als Ursache der von den Körpern ausgeübten Anziehung zu betrachten ist, nennt man seit jener Zeit **Elektrizität**.<sup>1)</sup> Allmählich hat man erkannt, daß dieselbe eine der gewaltigsten Naturkräfte und vor allem auch die Ursache der Gewitterscheinungen ist.

**\*Grundversuche.** Ein Stab von Hartgummi oder Siegellack wird mit einem wollenen Lappen, ein Glasstab mit Seidenzeug oder Leder, das man mit Amalgam (einer Verbindung von Quecksilber, Zinn und Zink) bestrichen hat, gerieben. Es zeigen sich folgende Erscheinungen:

1. Der geriebene Stab zieht leichte Körperchen an (Papierschnitzel, Kügelchen von Sonnenblumenmark, Korkfeilspäne u. dgl.).

2. Die angezogenen Körper werden vom Stab nach kurzer Berührung wieder abgestoßen, sodafs sie zwischen diesem und der Tischplatte hin- und herfliegen.

<sup>1)</sup> ἤλεκτρον (elektron), Bernstein.