



Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

239. Magnetfeld um einen geradlinigen Strom. Biot-Savartsches Gesetz

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

von Luft erfüllt und luftdicht verschlossen sind, stehen jede mit dem einen Arm eines eine leichte Flüssigkeit enthaltenden Manometers in Verbindung. Sendet man einen Strom durch den Metallstab, so wird die in beiden Kugeln in gleicher Weise entwickelte Joulesche Wärme durch die Peltiersche Wirkung in der einen Kugel vermehrt, in der anderen vermindert, und die Flüssigkeit im Manometer muß auf jener Seite sinken, auf dieser um ebensoviel steigen. Einen indirekten Nachweis liefert das Peltiersche Kreuz (Fig. 200), ein Wismut- und ein Antimonstab, die mit ihren Mitten kreuzweise aufeinander gelötet sind. Leitet man den Strom eines galvanischen Elements durch das eine Paar der Kreuzesarme von Wismut zu Antimon, so zeigt nach Ausschaltung des Elements ein mit den beiden anderen Armen verbundenes Galvanometer einen Thermostrom an, der vom Antimon zum Wismut geht, also einer Abkühlung der Lötstelle entspricht.

Jeder durch ein Thermoelement gehende Strom, also auch der Thermostrom selbst, ruft hiernach, indem er die wärmere Lötstelle abkühlt und die kältere erwärmt, eine Gegenwirkung gegen die ihn erzeugende Wirkung hervor, die den ursprünglichen Strom schwächt, ähnlich wie die chemische Wirkung in einem galvanischen Element die Gegenkraft der Polarisierung hervorruft. Es wird hierbei fortwährend Wärme von der wärmeren zur kälteren Lötstelle übergeführt, und damit ein Thermostrom in gleichmäßiger Stärke fort-dauere, muß die eine Lötstelle durch Zufuhr von Wärme auf einer konstanten höheren, die andere Lötstelle durch Entziehung von Wärme auf einer konstanten niedrigeren Temperatur erhalten werden. Der Unterschied dieser Wärmemengen verwandelt sich in Stromarbeit und erscheint im gesamten Stromkreis als Joulesche Wärme. Es bestätigt sich also auch hier der Satz, daß, wenn Wärme in Arbeit verwandelt werden soll, eine entsprechende Wärmemenge von einem wärmeren auf einen kälteren Körper übergehen muß (130).

239. Magnetfeld um einen geradlinigen Strom. Biot-Savartsches Gesetz. Jeder Strom erzeugt um sich ein eigentümliches Magnetfeld. Ein senkrecht zur Ebene der Zeichnung Fig. 201 aus ihrer Mitte aufsteigender langer geradliniger Strom stellt nach der Ampèreschen Regel eine kleine drehbare, dem Einfluß des Erdmagnetismus entzogene Magnetnadel überall senkrecht zu der durch den Stromleiter und die Mitte der Nadel gelegten Ebene, und zwar so, daß der Nordpol der Nadel nach der Linken des mit dem Strome schwimmenden Beschauers weist. Eine große Anzahl sehr kleiner Magnetnadeln, die gleichweit vom Stromleiter entfernt sind, müssen sich daher um den Stromleiter längs einer Kreislinie ordnen, welche eine Kraftlinie des durch den Strom geschaffenen Magnetfeldes ist. Die den Stromleiter ringförmig umschließenden Kraftlinien werden sichtbar, wenn man auf ein Kartenblatt, durch welches der Draht senkrecht hindurchgesteckt ist, feine Eisenfeilspäne siebt; die Eisen-spänchen werden unter dem Einfluß des Stromes kleine Magnete und

bilden rings um den Draht zusammenhängende Ringe (Fig. 202). Infolge dieser Wirkung bedeckt sich der kupferne Schließungsdraht einer galvanischen Batterie, wenn er in Eisenfeilspäne getaucht wird, ringsum mit ihnen, läßt sie aber sofort wieder fallen, wenn der Strom unterbrochen wird. Als Niveauflächen gehören zu diesen kreisförmigen Kraftlinien die durch den geradlinigen Stromleiter gelegten Ebenen.

Die Kraft, mit welcher ein geradliniger Stromleiter auf einen Magnetpol senkrecht zu der durch Strom und Magnetpol gelegten Ebene wirkt, nimmt selbstverständlich mit der Entfernung des Pols von dem Stromleiter ab. Wir betrachten nun einen vertikal aufsteigenden sehr langen geradlinigen Strom, der die horizontal gedachte Zeichnungsebene (Fig. 203) im Punkte A durchsetzt, und eine in dieser Horizontalebene liegende, nach A gerichtete Magnetnadel ns , welche an einem um A drehbaren Hebelarm An befestigt ist. Der Strom wirkt auf die Pole n und s mit den Kräften f und f' , welche den Hebel nach entgegengesetzten Richtungen zu drehen streben. Da nun, wie leicht auch der Hebel drehbar sei und wie groß auch die Stromstärke gewählt werde, eine Drehung nicht eintritt, so müssen die Drehungsmomente der beiden Kräfte einander gleich sein; es

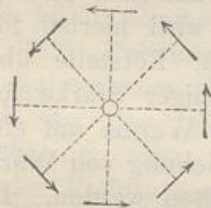


Fig. 201.

Magnetnadel um einen Strom.

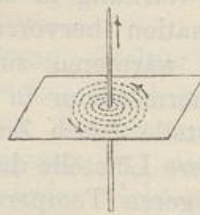


Fig. 202.

Magnetische Kraftlinien um einen geradlinigen Strom.

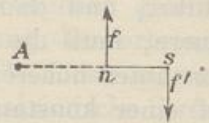


Fig. 203.

Biot-Savart'sches Gesetz.

muß also, wenn man die Entfernungen der gleichstarken Pole von dem Stromleiter, d. i. die Hebelarme An und As , beziehungsweise mit r und r' bezeichnet, $fr = f'r'$ sein, oder, was dasselbe ist, es verhält sich $f:f' = r':r$, d. h. die Kraft, welche ein sehr langer, geradliniger Strom auf einen Magnetpol ausübt, ist der Entfernung des letzteren von dem Stromleiter umgekehrt proportional.

Dieses von Biot und Savart (1820) entdeckte Gesetz wurde von ihnen noch weiter durch Versuche bestätigt, indem sie kurze, dem Erdmagnetismus entzogene horizontale Magnetnadeln unter dem Einfluß eines langen vertikalen Stromes pendelartige Schwingungen ausführen ließen, wobei sich ergab, daß die Quadrate der Schwingungszahlen und folglich die beschleunigenden Kräfte den Entfernungen vom Stromleiter umgekehrt proportional sind. Es ergab sich dabei ferner, daß die Kraft der Stromstärke und der Stärke des Magnetpols direkt proportional ist.

Die äquipotentialen Linien (233) einer vom Strom durchflossenen Platte sind zugleich die zur Strömung gehörigen Magnetkraftlinien. Man kann daher

die Äquipotentiallinien sichtbar machen, indem man Eisenfeile auf die Platte siebt (Lommel, 1892).

240. **Elektromagnetische Drehung.** Betrachtet man die Wirkung eines geradlinigen Stromes auf einen einzigen Magnetpol, so müßte dieser den Stromleiter längs einer Kraftlinie umkreisen, für den mit dem Strom schwimmenden, nach dem Pole hinblickenden Beobachter rechtsherum oder linksherum, je nachdem der Magnetpol ein Süd- oder ein Nordpol ist. Diese Erscheinung läßt sich nach dem Vorhergehenden nur verwirklichen, wenn man die Wirkung des Stromes auf den anderen Pol auszuschließen oder herabzusetzen vermag. Dies gelang Faraday mittels des Apparats Fig. 204. Zwei parallele lotrechte Magnete ns und n_1s_1 , mit gleichnamigen Polen nach oben, sind durch Querstäbchen an einem Messingstück d befestigt, das, oben mittels eines Fadens leicht drehbar aufgehängt, unten mit einer Platinspitze in ein mit Quecksilber gefülltes Näpfchen b taucht. Das Näpfchen wird von einem Metallstäbchen ab getragen, das den Strom von e her zuführt; ein horizontaler Draht c mit abwärts gebogener Platinspitze, der an dem messingenen Mittelstück befestigt ist, führt den Strom weiter in eine kreisförmige mit Quecksilber gefüllte Holzrinne, von wo er durch einen Draht h zum anderen Pole g der Stromquelle zurückkehrt. Der in dem Metallsäulchen fließende Strom, der fast nur auf die unteren näheren Magnetpole wirkt, versetzt die Magnete in dauernde Rotation, deren Richtung mit derjenigen des Stromes sich umkehrt.

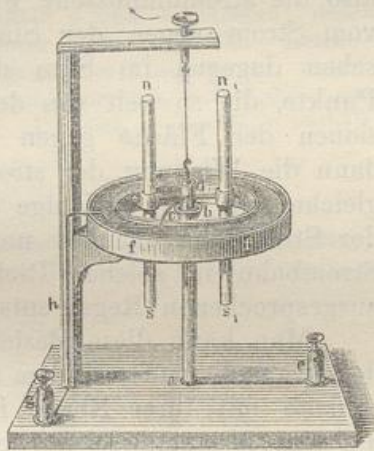


Fig. 204.

Drehung von Magneten um einen Strom.

241. **Magnetfeld einer Stromschleife. Kreisstrom.** Läßt man den Strom, der einen geradlinigen Draht durchfließt, durch einen diesem Draht parallel gestellten zweiten Draht zurückfließen, so laufen

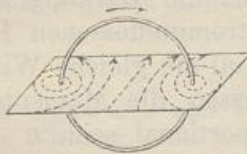


Fig. 205.

Kraftlinien um einen Kreisstrom.



Fig. 206.

Magnetische Wirkung eines Kreisstromes.

die Kraftlinien der beiden Ströme zwischen den Drähten in gleicher Richtung und verstärken sich; außerhalb dagegen laufen sie gegeneinander und schwächen sich. Dasselbe findet statt, wenn man die Strombahn zu einer beliebigen in sich zurücklaufenden Kurve, einer Stromschleife zusammenbiegt. Innerhalb der Schleife wirken die