



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

242. Berechnung der magnetischen Wirkung von Strömen auf Grund eines
Elementargesetzes

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Kraftlinien aller Teile der Strombahn zusammen und erzeugen ein verstärktes Feld. Durch die Schleife hindurch laufen alle Kraftlinien in gleichem Sinne; sie erweitern sich nach außen hin, biegen sich nach rückwärts und laufen in sich zurück, indem sie alle die Strombahn einmal umwinden. Fig. 205 stellt diesen Verlauf der Kraftlinien für eine kreisförmig gestaltete Strombahn dar. Denkt man sich durch die Strombahn eine Fläche gelegt, die von ihr begrenzt wird, so ist das Magnetfeld des Stromes gerade so beschaffen, als wenn diese Fläche auf der einen Seite südmagnetisch, auf der anderen nordmagnetisch wäre (magnetische Doppelfläche), und zwar würde nach der Ampèreschen Regel die mit dem Strom schwimmende und nach der Fläche blickende Figur die nordmagnetische Seite zur Linken, die südmagnetische zur Rechten haben. Betrachtet man also die stromumflossene Fläche von der Nordseite her, so wird sie vom Strom gegen den Sinn des Uhrzeigers, von der Südseite gesehen dagegen im Sinn des Uhrzeigers umkreist (Fig. 206). Für Punkte, die so weit von dem Strom entfernt liegen, daß die Dimensionen der Fläche gegen diese Entfernung sehr klein sind, muß dann die Wirkung der stromumflossenen Fläche offenbar genau die gleiche sein, wie diejenige eines kleinen Magnets, der sich am Ort der Strombahn befindet und mit seiner Achse auf der Fläche der Strombahn in solcher Richtung senkrecht steht, wie es der eben ausgesprochenen Regel entspricht.

Man kann diese Beziehung zwischen Strom und Magnet durch den Versuch prüfen, indem man eine kleine stromdurchflossene Drahtschleife mit ihrer Ebene in den magnetischen Meridian stellt und auf eine Magnetnadel wirken läßt, die östlich oder westlich davon auf der in der Mitte der Stromschleife errichteten Senkrechten in einem größeren Abstande r liegt, also durch eine Versuchsanordnung, die vollständig der früher besprochenen für die Wirkung zweier Magnete aufeinander (140) entspricht. Für größere Werte von r ergibt der Versuch, daß die Wirkung der Stromschleife auf die Nadel der 3. Potenz der Entfernung r umgekehrt proportional ist. Verändert man bei gleichbleibendem Abstand die Stromstärke i oder die umflossene Fläche F , so findet man, daß die Wirkung sowohl der Stromstärke, als auch der Größe der stromumflossenen Fläche proportional ist. Denkt man sich also jedesmal die gleiche Wirkung durch einen Magnet hervorgebracht, so müssen die Momente der äquivalenten Magnete dem Produkt $i \cdot F$ proportional sein.

242. Berechnung der magnetischen Wirkung von Strömen auf Grund eines Elementargesetzes. Man kann sich einen linienförmigen Stromleiter in unzählig viele kleine Stückchen oder „Stromelemente“ geteilt denken, und sich vorstellen, daß seine Wirkung auf einen Magnetpol sich zusammensetze aus den Wirkungen aller dieser Stromelemente. Damit sich so bei einem sehr langen geradlinigen Stromleiter das Biot-Savartsche Gesetz ergebe, muß man annehmen, daß die Kraft, welche ein Stromelement von der Länge σ bei der Stromstärke i auf einen Magnetpol von der Stärke μ ausübt, dem Ausdruck (Laplace)

$$\frac{\mu \sigma i \sin \alpha}{r^2}$$

proportional sei, wenn r die Länge der Verbindungsleitung des Stromelements mit dem Pol und α den Winkel des Stromelements mit dieser Linie bedeutet.

Die Fig. 207 stelle in perspektivischer Ansicht einen kreisförmigen Strom vom Radius R und der Stromstärke i dar, der auf einen Magnetpol von der Stärke μ wirkt, welcher auf der im Mittelpunkt der Kreisfläche auf ihr errichteten Senkrechten (der Achse des Kreisstromes) um q von diesem Mittelpunkt, um r von dem Elemente σ des Kreisstromes entfernt liegt. Die Kraft f , welche das Stromelement σ auf μ ausübt, steht senkrecht auf der durch σ und μ gelegten Ebene, also auch senkrecht auf r , und hat (da auch σ auf r senkrecht steht, und demnach $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$ ist) die Größe:

$$f = C \frac{\mu \sigma i}{r^2},$$

wenn C die Proportionalitätskonstante bedeutet.

Die Kraft f lässt sich in zwei Komponenten g und h zerlegen, deren erstere in die Linie q fällt, die letztere zu dieser senkrecht steht. Letztere wird durch eine gleiche aber entgegengesetzte gerichtete Komponente, welche von dem diametral gegenüberliegenden Stromelement herrührt, aufgehoben, und es bleibt nur noch die Komponente g wirksam. Da sich $g:f = R:r$ verhält, so ist

$$g = f \cdot \frac{R}{r} = C \frac{\mu \sigma i R}{r^3}.$$

Die gesamte Kraft K , welche der ganze Kreisstrom auf μ in der Richtung nach g ausübt, ist die Summe aller von sämtlichen Elementen des Kreisumfangs herrührenden Komponenten g , und ergibt sich, wenn man in dem Ausdruck für g den ganzen Kreisumfang $2\pi R$ statt σ einsetzt:

$$K = C \frac{2 \mu \pi i R^2}{r^3},$$

oder, da $\pi R^2 = F$ der Flächeninhalt des Kreises ist:

$$K = C \frac{2 \mu i F}{r^3}.$$

Nun hatten wir früher (140) gefunden, daß die Kraft K , welche ein kurzer Magnetstab, dessen Moment M ist, auf einen in seiner Verlängerung in der verhältnismäßig großen Entfernung r liegenden Magnetpol μ ausübt,

$$K = \frac{2 \mu M}{r^3}$$

ist. Es ergibt sich also aus der Vergleichung der beiden letzten Ausdrücke, daß die Wirkung eines Kreisstromes auf einen Magnetpol ersetzt werden kann durch die Wirkung eines kurzen Magnetstabes, der senkrecht durch die Fläche des Stromkreises hindurchgesteckt ist, und dessen magnetisches Moment dem Produkte der Stromstärke mit der Größe der umströmten Fläche proportional ist: $M = C \cdot i \cdot F$. Wird M in absolutem magnetischen Maße gemessen, F in cm^2 , so hängt die Größe der Konstante C nur von der Einheit ab, in der man die Stromstärke ausdrückt.

243. Die elektrostatische und die elektromagnetische Einheit der Stromstärke. Wir haben oben (204) als Einheit der Stromstärke diejenige Elektrizitätsmenge festgesetzt, die in der Zeiteinheit,

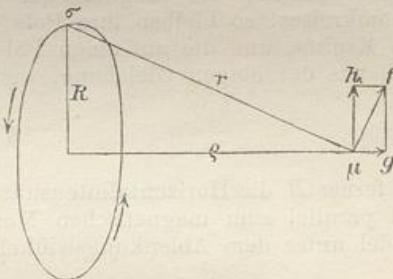


Fig. 207.
Wirkung eines Kreisstromes auf einen Magnetpol.