



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

261. Elektromotorische Kraft des Induktionsstromes

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

Apparates durch einen einfachen Draht, ohne stromerzeugendes Element geschlossen sind, so fließt durch diesen Draht, solange die Rotation andauert, ein Strom von der entgegengesetzten Richtung desjenigen Stromes, der jene Rotation hervorrufen würde. Man bezeichnet diese Umkehrungen der elektromagnetischen Rotationswirkung als Unipolar-Induktion, weil gewissermaßen der einzelne Pol dabei induzierend wirkt.

Auch der in Fig. 225 schematisch angedeutete Versuch (254) läßt sich ohne weiteres umkehren. Wird der biegsame Draht senkrecht zu den Kraftlinien des Magnetfeldes nach abwärts bewegt, während er außerhalb des Feldes zu einem einfachen Stromkreise ohne Element zusammengefügt ist, so entsteht in dem ursprünglich stromlosen Draht während der Bewegung ein Strom, der dem in der Fig. 225 angedeuteten Strom entgegenfließt. Man kann demnach die Richtung eines Induktionsstromes durch die folgende Rechte-Hand-Regel leicht bestimmen: Hält man den Zeigefinger der rechten Hand in die Richtung der Kraftlinien eines Magnetfeldes, und bewegt man einen Leiter in der Richtung des Daumens derselben Hand quer zur Kraftlinienrichtung, so entsteht in dem Leiter ein Induktionsstrom, dessen Richtung durch diejenige des Mittelfingers gegeben ist.

Auch in dem Gegensatz der Linken- und der Rechten-Hand-Regel kommt das Lenzsche Gesetz zum Ausdruck.

261. Elektromotorische Kraft des Induktionsstromes. Bei gleicher induzierender Wirkung hängt die Stärke des erzeugten Induktionsstromes von dem Widerstande des ganzen Schließungskreises ab, in dem der Induktionsstrom verläuft. Vergrößert man bei den in Fig. 233 und 234 abgebildeten Versuchen den Widerstand im induzierten Stromkreise, indem man einen Rheostaten zwischen induzierter Spule und Galvanometer einschaltet, so nehmen die kurz dauernden Ausschläge der Galvanometernadel mit wachsendem Widerstand in derselben Weise ab, wie es die von einem Element hervorgebrachten dauernden Ausschläge tun würden. Die Induktionswirkung besteht also offenbar zunächst darin, daß in der induzierten Spule eine elektromotorische Kraft erregt wird, die nun ihrerseits den Induktionsstrom nach Maßgabe des Widerstandes im Stromkreise, also nach dem Ohmschen Gesetze, erzeugt. Das Maß der Induktionswirkung ist also nicht der Induktionsstrom, sondern die induzierte elektromotorische Kraft. Ihre Größe ist proportional der Geschwindigkeit, mit welcher das Magnetfeld, in dem sich der sekundäre Leiter befindet, geändert wird, oder umgekehrt proportional der Zeit, innerhalb welcher diese Änderung erfolgt.

Da das magnetische Feld einer Spule sehr viel stärker ist, wenn die Spule einen Eisenkern enthält, so werden auch die Induktionswirkungen, die Spulen aufeinander durch Lagenänderungen oder Stromschwankungen ausüben, durch Eisenkerne in den Spulen außerordentlich verstärkt.

Die Gesetze der Induktionswirkung lassen sich aus dem Prinzip der Erhaltung der Energie herleiten (Helmholtz, 1847). Nach dem Lenzschen Gesetz setzt der Induktionsstrom der jeweiligen Bewegung des induzierenden Körpers einen Widerstand entgegen, zu dessen Überwindung eine bestimmte Arbeit aufgewendet werden muß. Nimmt man an, daß diese als Energie des erzeugten Induktionsstromes wieder erscheint, daß also durch den Vorgang der Induktion Arbeit in eine gleichgroße Menge Stromenergie verwandelt wird, so erhält man für die elektromotorische Kraft der Induktion folgenden Ansatz:

Werden zwei Stromkreise aus wirkungsloser (unendlicher) Ferne in ihre gegenwärtige Lage zueinander gebracht, so ist hierzu vermöge ihrer elektrodynamischen Wirkung ein gewisser Arbeitsaufwand nötig. Bezeichnet man mit M diese Arbeit für den Fall, daß in beiden Leitern die Stromstärke 1 herrscht, so beträgt die Arbeit JM , wenn der Strom in dem einen (dem primären) Leiter die Stromstärke J , in dem anderen (dem sekundären) die Stärke 1 hat. Man nennt diese Arbeit JM das „elektrodynamische Potential“ der beiden Stromkreise aufeinander. Bringt man jetzt die beiden Stromkreise in eine neue Lage zueinander und verändert zugleich in dem primären die Stromstärke, so ändert sich dabei das Potential in $J'M'$, und die hierzu erforderliche Arbeit ist gleich der Differenz der Potentiale $J'M' - JM$, oder, wenn in dem sekundären Leiter nicht die Stromstärke 1, sondern die Stärke i des in ihm erregten Induktionsstromes herrscht:

$$i(J'M' - JM).$$

Bezeichnet man mit τ die kurze Zeit, während welcher jene Änderung des Potentials vor sich ging, und mit e die elektromotorische Kraft (oder Spannung) des Induktionsstromes, so ist $e i \tau$ die im sekundären Leiter in der Zeit τ entwickelte Stromenergie (234). Diese muß aber der aufgewendeten Arbeit gleichkommen, d. h. es muß

$$e i \tau = i(J'M' - JM)$$

sein. Hieraus ergibt sich die elektromotorische Kraft der Induktion

$$e = \frac{J'M' - JM}{\tau};$$

die elektromotorische Kraft der Induktion ist proportional der Änderung des Potentials der beiden Stromkreise aufeinander (der Änderung des Magnetfeldes) und umgekehrt proportional der Zeitdauer dieser Änderung.

Bleibt die Stromstärke des induzierenden Stromes während der gegenseitigen Bewegung unverändert ($J' = J$), so ist die elektromotorische Kraft

$$e = J \cdot \frac{M' - M}{\tau}$$

proportional dieser Stromstärke, und der Geschwindigkeit, mit welcher sich die gegenseitige Lage ändert.

Ändert sich dagegen die Stromstärke im primären Leiter, während derselbe in bezug auf den sekundären Leiter in Ruhe bleibt ($M' = M$), so ist die elektromotorische Kraft

$$e = M \cdot \frac{J' - J}{\tau}$$

proportional der Geschwindigkeit, mit welcher die Stromstärke sich ändert.

Die Größe M heißt der (gegenseitige) Induktionskoeffizient. Er hängt von der Gestalt und Lage der Leiter ab, außerdem aber auch, wie die verstärkende Wirkung der Eisenkerne lehrt, von der Magnetisierbarkeit derjenigen Stoffe, die sich in dem magnetischen Felde der Leiter befinden. Da der Induktionskoeffizient gleich dem Verhältnis der induzierten elektromotorischen Kraft zu der Änderungsgeschwindigkeit der Stromstärke ist, so hat in dem in der Praxis üblichen Maße dasjenige System von Spulen den Induktionskoeffizient 1, in dem eine Änderung der Stromstärke der einen Spule um 1 Ampère in 1 Sekunde, in der anderen Spule eine elektromotorische Kraft von 1 Volt hervorruft. Diese Einheit des Induktionskoeffizienten hat man 1 Henry genannt.