

Grundversuche zur Elektrodynamik

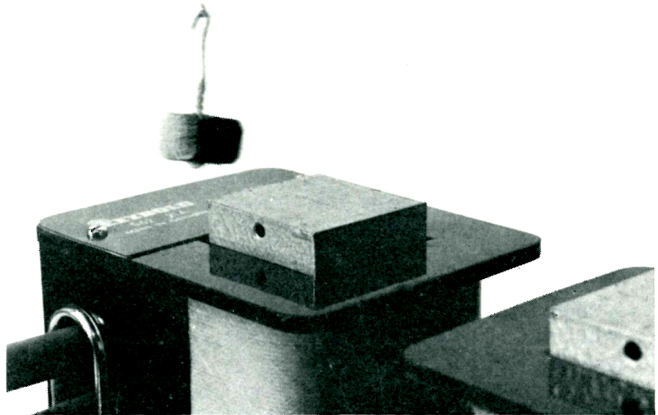
Rudolf Cantz

Einleitung

Die frühesten Feststellungen in den beiden Erscheinungsgruppen, welche wir als «elektrische» und «magnetische» interpretieren, erstreckten sich auf Anziehungswirkungen (am Bernstein bzw. am Magneteisenstein). Darin liegt bei aller sonstigen Verschiedenheit doch etwas Gemeinsames. Durch eine solche Verwandtschaft angeregt suchten die Forscher vor allem zu Beginn des 19. Jahrhunderts nach tieferen Zusammenhängen. 1820 entdeckte dann *Hans Christian Oerstedt*, dass eine Kompassnadel abgelenkt wurde, wenn in einem parallel zu ihr angeordneten Draht durch das Anschliessen desselben an die beiden Pole einer Batterie ein «elektrischer Conflict» stattfand. Es musste dabei besonders auffallen, dass die Kraft quer zum Draht sich geltend machte. Zu den einfachen Anziehungs- und Abstoßungs-Erscheinungen war damit eine neue Ur-Tatsache gefunden, nämlich, dass quer zu einem elektrischen «Strom» eine magnetische Wirkensrichtung auftritt. Das Gebiet des Elektro-Magnetismus, die Möglichkeit, mittels Spulen und Eisenkernen starke Magnete zu bauen, haben ihre Grundlage in *Oerstedts* Erkenntnis. Eine weitere «Querwirkung» fand dann *Michael Faraday* als «Magnetinduktion»: während ein Stabmagnet in das Innere einer Spule in Achsenrichtung hineingeführt wird, entsteht in dieser ein «Induktionsstrom», beim Wiederherausziehen ein solcher entgegengesetzter Richtung. So wie in *Oerstedts* Versuch die magnetische Krafrichtung den stromführenden Draht umringelt, tut dies jetzt der Induktionsstrom in bezug auf den längsmagnetisierten Stahlstab. Wir können demgemäss von einem wechselseitigen Verkettetsein der elektrischen und der magnetischen Wirkensrichtungen sprechen. Die elektrischen Maschinen und Transformatoren, sowie sämtliche elektromagnetischen Vorrichtungen bis hin zu Lautsprechern, Hörern, sowie gewissen Mikrofonen und Tonabnehmern sind aus der Kenntnis dieser Verhältnisse heraus konstruiert; dasselbe gilt für Übertragungs-Einrichtungen mittels «elektromagnetischer Wellen». Eine kunstvolle mathematische Form hat *James Clerk Maxwell* der Verknüpfung elektrischer und magnetischer Felder in seinen berühmten Gleichungen gegeben.

Vergegenwärtigen wir uns nun die didaktische Aufgabe, den Schüler in dieses Gebiet der «Elektrodynamik» so einzuführen, dass er nicht nur Schlagwörter und einen mathematischen Formalismus sich einzuprägen versucht, sondern von wirklich beobachteten Grunderscheinungen aus als denkender Mensch sich so bewusst wie möglich in diesen orientieren lernt. Von früheren Physikstunden mögen noch «sichtbar gemachte Kraftlinien» von Magneten in Erinnerung sein. Es mag wieder auftauchen, wie ein dichteres Beieinanderliegen der Eisenpartikel im Gebiet der Magnetpole, besonders an deren Kanten, darauf deutet, wie dort die Zugkräfte am stärksten wirken. Auf der höheren Stufe gilt es nun, von einer im Sinne *Faradays* gründlich ausgeführten Bildbeschreibung des Magnet-«Feldes» zum exakten Erfassen in durchdachten Begriffen vorzuschreiten.

Bild 1: Schwingendes Magnetstäbchen nahe bei einem Pol eines Elektromagneten.



Magnetfeld-Versuch

In der Umgebung eines Magneten können wir Wirkungen auf geeignete Gegenstände hervorrufen, wenn diese an geeignete Orte gebracht oder auch längs bestimmter Linien dort bewegt werden. Ein ansprechender weiterer Versuch sei hier als Beispiel beschrieben. Es wird dazu ein möglichst grosser, kräftiger Permanentmagnet oder Elektromagnet verwendet. Weiter ist noch ein im Verhältnis dazu kleines (etwa 2 cm langes), leichtbewegliches Magnetstäbchen erforderlich. Ein solches kann z. B. einem Magnetschloss entnommen und mit einem Kupferdrahtbogen in seiner Äquatorialebene versehen werden. Damit hängt man es an einem Stück Faden auf, an welchem es in der Hand schwebend gehalten und an verschiedene Feldorte des grossen Magneten gebracht werden kann (*Bild 1*). Bevor das letztere geschieht, kann der kleine Probemagnet irgendwo im blossen erdmagnetischen Felde beobachtet werden, wo er ähnlich einer Kompassnadel in langsamen Schwingungen um die Nord-Süd-Richtung sich allmählich in diese einpendelt. Führt man ihn jetzt in die Nähe des grossen Magneten, so fällt zunächst auf, dass das Hin- und Herschwingen um die Feldrichtung ein sehr viel schnelleres wird. In der Polnähe gar flattert das Stäbchen schon mit der Schnelligkeit von Schmetterlingsflügeln. So zeigt es nicht nur die Richtung des magnetischen Vektors an dem betreffenden Ort, sondern über seine Schwingfrequenz, welche der Quadratwurzel aus der magnetischen Flussdichte proportional ist (s. Anhang), auch die relativen Unterschiede derselben an.

Ein weiteres Experiment kann so ausgeführt werden, dass man den grossen Magneten auf den Fussboden stellt und ihn dem erdmagnetischen Feld genau entgegen justiert. Hält man jetzt das Probemagnetstäbchen ziemlich weit oberhalb der Mitte zwischen den Polen des grossen Magneten, so kann man in einer bestimmten Höhe über diesem eine Richtungsumkehr des resultierenden Feldes feststellen; entsprechend auch eine Stelle, wo das Stäbchen in eine Lage indifferenten Gleichgewichtes kommt, weil dort eine gegenseitige Kompensation der beiden Felder erreicht wird (der Versuch erfordert einige Geduld).