

# Magnetismus und magnetische Werkstoffe Von G. Schönberg

Wir empfehlen diesen Aufsatz dringend der Beachtung, da der bekannte Verfasser in außerordentlicher Klarheit und Eindringlichkeit die Grundbegriffe des Magnetismus behandelt. Darüber hinaus ist die Kenntnis der Fortschritte auf diesem Gebiet sehr wichtig — sie setzt aber zum Verständnis die Beherrschung der Einleitung voraus.

**Magnete** — das sind Körper, welche die Eigenschaft haben, auf andere Körper, hauptsächlich solche aus Eisen, auf kleine Entfernungen anziehend zu wirken — werden in der Uhrmacherei kaum verwendet. In den meisten Fällen macht sich ein Magnet oder überhaupt der Magnetismus in der Werkstatt des Uhrmachers nur in unangenehmer Weise bemerkbar, nämlich dann, wenn Schraubenzieher, Pinzetten usw. magnetisch werden und diese dann gewisse Teile in den Taschenuhren ebenfalls magnetisch machen. Das war früher, als man noch keine Entmagnetisierungsapparate kannte, oft eine recht lästige Angelegenheit, und es ist begreiflich, daß die Uhrmacher alles, was einem Magneten ähnlich sah, aus ihrer Werkstatt verbannten.

Heute ist das nun etwas anders geworden. Viele Uhrmacher sind durch ihre Beschäftigung mit elektrischen Uhren gezwungen, sich auch mit Magneten, und zwar sowohl mit Elektromagneten als auch mit permanenten Magneten, zu befassen.

Es gibt zwar auch elektrische Uhren, die weder einen permanenten noch einen Elektromagneten besitzen, doch haben diese Uhren kaum eine praktische Bedeutung erlangt. Die heute auf dem Markt befindlichen elektrischen Uhren arbeiten alle mit einem Elektromagneten, und die Nebenuhren haben meistens auch noch einen permanenten Magneten.

Ein Magnet übt in seiner Umgebung gewisse Wirkungen aus, wie das Anziehen kleiner Eisenstückchen, die Ablenkung einer Magnetnadel usw. Der Raum um einen Magneten, in dem sich noch magnetische Wirkungen nachweisen lassen, heißt das **magnetische Feld** oder kurz das **Feld**. Das Feld ist um so ausgedehnter, je stärker der Magnet ist.

Ein magnetisches Feld entsteht um jeden stromdurchflossenen Leiter oder, besser gesagt, jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem magnetischen Feld umgeben. Das Magnetfeld um einen geraden stromdurchflossenen Leiter kann einem in das Feld gebrachten Magnetpol einen Bewegungsantrieb erteilen, und zwar würde sich ein in das Feld gebrachter Pol in konzentrischen Kreisen, deren Mittelpunkt der stromdurchflossene Leiter bildet, bewegen (Abb. 1). Der Einzelpol EP umkreist den Leiter LL, wenn letzterer vom Strom durchflossen wird. Diese Tatsache durch das Experiment zu beweisen,

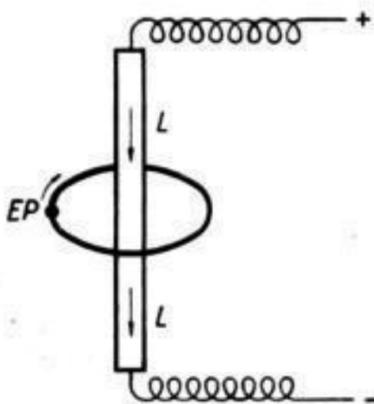


Abb. 1

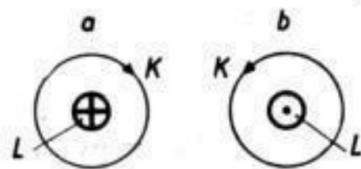


Abb. 2

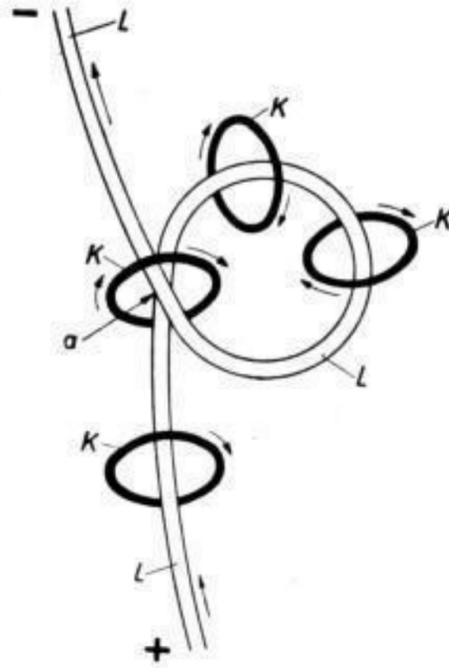


Abb. 3

ist nicht ganz einfach, da ein magnetischer Einzelpol praktisch nicht hergestellt werden kann. Trotzdem sind derartige Apparate in verschiedenen Ausführungen gebaut worden.

Eine Linie, auf der sich ein magnetischer Einzelpol in einem magnetischen Feld bewegt, nennt man eine **Kraftlinie**. Der Richtungssinn der Kraftlinien bei einem geraden Leiter ist so, daß die Kraftlinien den Leiter in der Uhrzeigerrichtung umkreisen, wenn man in der Richtung des Stromes auf den Leiter blickt. Eine andere Regel lautet: Umfaßt man einen geraden Leiter mit der rechten Hand, dann zeigen die Finger die Richtung der Kraftlinien an, wenn der Strom in der Richtung des Daumens fließt. In Abb. 2 ist L der Querschnitt eines Leiters. Das Kreuz in a stellt das gefiederte Ende eines vom Beschauer wegfliegenden Pfeiles dar, so die Stromrichtung anzeigend. Die Kraftlinien laufen in der Richtung des Uhrzeigers um

den Leiter. Der Punkt in b stellt die Spitze eines auf den Beschauer mit dem Strom fliegenden Pfeiles dar. Die Richtung der Kraftlinien ist der Uhrzeigerrichtung entgegengesetzt.

Wenn man sich nun den Leiter zu einer kreisförmigen Windung zusammengebogen vorstellt, so werden die auf der Länge der Windung vorhandenen Kraftlinien im Mittelpunkt der Windung zusammenfallen und sich dort vereinigen. In der Mitte der Schleife sind die meisten Kraftlinien auf der Flächeneinheit vorhanden (Abb. 3). L ist der Leiter einer kreisförmigen Windung gebogene Leiter, KK stellen Kraftlinien dar. Die Richtung aller Kraftlinien im Innern der kreisförmigen Windung geht von vorn nach hinten. Bei a liegt der Anfang und das Ende der Schleife übereinander. Es sind hier eigentlich zwei Leiter vorhanden. Die Kraftlinien um diese beiden Leiter vereinigen sich zu einem stärkeren Feld.

Noch größer wird die Kraftliniendichte, wenn wir den Leiter nicht nur zu einer Windung, sondern zu sehr vielen Windungen zusammenfügen, so daß der Leiter die Gestalt einer Spule annimmt. Im Innern der Spule hätten wir dann die größte Kraftliniendichte, da sich hier die Kraftlinien aller Windungen zusammendrängen. Wenn man nun den stromdurchflossenen Leiter mit seinem magnetischen Feld zu einer Spule gewickelt vorstellt (Abb. 4) so ergibt sich, daß die Kraftlinien an einem Ende der Spule eintreten, die Spule im Innern durchsetzen und am anderen Ende austreten, nun außen um die Spule herumgehen und wieder an die Eintrittsstelle gelangen. Dort, wo die Kraftlinien eintreten, entsteht der **Südpol**, an der Austrittsstelle der **Nordpol**. Blickt man durch die Spule, so sieht man auf dem Südpol, wenn der Strom die Windungen der Spule in der Uhrzeigerrichtung durchfließt.

Es ist leicht einzusehen, daß die magnetische Kraft einer solchen Spule direkt von der Anzahl der Windungen abhängt. Je mehr Windungen eine solche Spule hat, desto stärker ist bei gleichbleibender Stromstärke das magnetische Feld der Spule. Außerdem ist die Feldstärke der Spule aber auch von der Stromstärke abhängig. Die praktische Einheit für die Stromstärke ist das **Ampere (A)**. Eine Magnetspule, die aus 200 Windungen besteht, durch die eine Stromstärke von 0,5 A fließt, hat dieselbe magnetische Kraft wie eine solche, die aus 400 Windungen besteht, die aber nur von 0,25 A durchflossen werden. Die magnetische Kraft einer Spule ist also abhängig vom Produkt aus der Anzahl der Windungen multipliziert mit der Stromstärke. Man nennt das Produkt aus Stromstärke A mal Anzahl der Windungen  $w = \text{Amperewindungen} = Aw$ .

Wenn man allerdings die Feldstärke im Innern einer Erregerspule in Einheiten, d. h. die Kraft in Dynen, errechnen will, dann man die Anzahl der Amperewindungen noch mit  $0,4 \pi = 1,257$  multiplizieren. Die Formel zur Errechnung der Feldstärke einer Erregerspule lautet dann

$$\mathfrak{H} = \frac{0,4 \pi w I}{l}$$

worin I die Stromstärke in A ist.

Die magnetische Kraft einer solchen Spule ist noch recht gering, das ändert sich aber sofort, wenn wir die Spule mit einem Eisenkern ausfüllen. Sobald wir in die stromdurchflossene Spule Eisen hineinbringen, vermehren sich die Kraftlinien um das Vielfache, und aus der schwach magnetischen Spule wird ein starker Magnet. Das ist auf die durch die erregende Kraft in der Spule gerichteten Kraftlinien im Eisen zurückzuführen. So finden die Kraftlinien im Eisen einen weit geringeren Widerstand als in der Luft.

Die in der eisenlosen Spule bei Stromdurchgang entstehenden Kraftlinien erregen in dem Eisenkern **Magnetismus**. Man nennt deshalb eine solche Spule auch **Erregerspule**, **magnetisierende** oder auch **induzierende Spule** und die durch sie erzeugte Feldstärke die erregende, magnetisierende oder auch induzierende Kraft und bezeichnet sie mit  $\mathfrak{H}$ . Die Kraftlinien einer Erregerspule werden nach „Oerstedt“ gemessen.

Versieht man eine Erregerspule mit einem Eisenkern, so fließen zunächst die Kraftlinien  $\mathfrak{H}$  der magnetisierenden Spule durch den Eisenkern, außerdem aber auch die durch die Magnetisierung im Eisen sich entziehenden. Man nennt die Hervorrufung der Kraftlinien im Eisen durch die magnetisierende oder induzierende Kraft  $\mathfrak{H}$  der Spule **magnetische Induktion** und bezeichnet die Anzahl der auf der Flächeneinheit entfallenden Kraftlinien mit  $\mathfrak{B}$ . Die Anzahl der im Eisen induzierten Kraftlinien  $\mathfrak{B}$  ist um ein Vielfaches größer als die induzierenden Kraftlinien  $\mathfrak{H}$  der Erregerspule, und zwar ist  $\mathfrak{B}$  oft 2000- bis 3000 mal größer als  $\mathfrak{H}$ . Die Einheit für die induzierten Kraftlinien ist das „Gauß“.

Durch das Einführen eines Eisenkerns in die Erregerspule kann man also leicht die Anzahl der Kraftlinien um das 2000- bis 3000 mal vermehren, folglich sehr starke magnetische Felder erzeugen, ohne