

fernere Verhalten der Chronometer an Bord gezogen werden kann, wodurch zutreffenden Falls ein Mittel gegeben wäre, die Instrumente wenigstens annähernd auf ihre Brauchbarkeit als Schiffs-Chronometer prüfen zu können. Zur Beantwortung diene die dritte Tabelle, welche Chronometer der Zusammenstellung aus Tabelle II betrifft.

Die dritte Tabelle zeigt, dass die Gangänderungen bei vertikaler Stellung des Zifferblattes anscheinend in keiner Beziehung stehen zu den späteren Gangänderungen an Bord. Ebenso wenig lässt sich feststellen, dass die erstgenannte Gangänderung in irgend einem Verhältnis zur Empfindlichkeit des Instruments gegen Erschütterungen (Propeller, Seegang, Schiessen) sich befindet; so hat sich z. B. M. 188, Gerlin 838, an Bord S. M. S. „Carola“ als besonders sensibel gezeigt, M. 50, Tiede 358, auf S. M. Kbt. „Cyclop“ dagegen nicht, trotz seiner viermal so grossen Gangänderung bei vertikaler Stellung und trotz seiner Einschiffung auf einem weit kleineren Fahrzeuge mit sehr heftigen Bewegungen.

Wenn nun auch in den vorliegenden Fällen kein direkter Einfluss eines grossen Gangunterschiedes bei vertikaler und horizontaler Stellung des Chronometers sich erkennen lässt, so wird es doch rathsam sein, bei Anfertigung der Instrumente auf Beseitigung grosser Positionsfehler Bedacht zu nehmen, weil solche unter Umständen bei heftigen Schiffsbewegungen einen schädlichen Einfluss immerhin werden äussern können.

(Schluss folgt.)

## Die hauptsächlichsten Wirkungen und Gesetze des elektrischen Stromes.

Von Prof. Dr. W. Kohlrausch.

(Schluss.)

Weitere der zahllosen Kombinationen von Leitersystemen, Magneten, Eisenstäben oder Elektromagneten anzuführen, durch deren gegenseitige Bewegung elektrische Ströme entstehen, würde uns hier zu weit führen. Wir wollen lieber eine allgemeinere Anschauung von den Vorgängen bei durch Magnetismus induzierten Strömen uns zu verschaffen suchen, die zugleich vorbereitet für das Verständnis der magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen.

Legen wir auf einen stabförmigen Stahlmagnet ein glattes Papier, streuen feine Eisentheilchen darauf und erschüttern das Papier etwas, so ordnen sich die Eisentheilchen der nebenstehenden Figur ähnlich, in ganz bestimmten Linien an. Strahlenförmig von zwei nahe den Enden gelegenen Punkten des Magnetes — den Polen — gehen diese Linien aus, und verbreiten sich bei starken Magneten weit hinaus über die Fläche des Papieres (Fig. 7). Man nennt diese Linien, in welche die vom Magnet ausgehenden Kräfte die Eisentheilchen zwingen, sich anzuordnen, die magnetischen Kraftlinien, und spricht man von der Umgebung des Magnetes, in welcher diese Kraftlinien verlaufen, als von einem magnetischen Felde. Diese magnetischen Kraftlinien, welche also die Richtung der von dem Magnet ausgehenden Kräfte bezeichnen, finden sich natürlich nicht nur in der Ebene unseres auf den Magnet gelegten Papieres. Sie finden sich in jeder durch die Achse des Magnetes gelegten Ebene in ganz derselben Weise angeordnet. Eine Vorstellung von dem ganzen System der um einen stabförmigen Magnet vertheilten Kraftlinien können wir uns also bilden, wenn wir uns das in der einen Ebene gezeichnete Bild um den Magnet als Achse gedreht, in allen möglichen Ebenen vorhanden denken. Die Kraftlinien finden wir, wie um einen permanenten Magnet, ebenso um einen durch eine stromdurchflossene Drahtspirale zum Elektromagnet gemachten Eisenstab vertheilt.

Sie haben folgende wichtige Bedeutung. Bewegt man in einem magnetischen Felde einen Leiter der Elektrizität — z. B. einen Kupferdraht — so entsteht eine elektromotorische Kraft, eine Bewegung der Elektrizität, das heisst ein Strom in allen den Theilen des Leiters, welche sich nicht zufällig gerade in Richtung der Kraftlinien bewegen. Die elektromo-

torische Kraft und somit die Stromstärke in dem Leiter ist um so grösser, je mehr sich der Leiter senkrecht zu den Kraftlinien und mit je grösserer Geschwindigkeit er sich bewegt. Die Richtung, in welcher die Elektrizität in dem bewegten Leiter fortgetrieben wird, ist senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung und senkrecht zu den Kraftlinien. In einem Kupferdraht werden wir also bei gegebener Bewegungs-Geschwindigkeit das Maximum der Stromstärke erhalten, wenn die Längsrichtung des Drahtes senkrecht zu den Kraftlinien steht und er gleichzeitig senkrecht zu den Kraftlinien und zu seiner eigenen Längsrichtung bewegt wird. Denn dann wird alle Elektrizität in der Richtung des Drahtes in Bewegung gesetzt, die Richtung der induzierten elektromotorischen Kraft fällt vollständig mit der Richtung zusammen, in welcher allein der Strom fließen kann, nämlich mit der Längsrichtung des Drahtes. Kein Strom wird dagegen in dem bewegten Draht entstehen, sobald entweder seine Längsrichtung, oder seine Bewegungsrichtung oder beide mit der Richtung der Kraftlinien des magnetischen Feldes zusammenfallen.

Machen wir dieselben Bewegungen mit demselben Kupferdraht in dem magnetischen Felde anderer Magnete, so erhalten wir, wenn die Magnete verschieden starken Magnetismus haben, auch verschieden starke Ströme in dem Kupferdraht. Man sagt nun, die Intensität eines magnetischen Feldes sei um

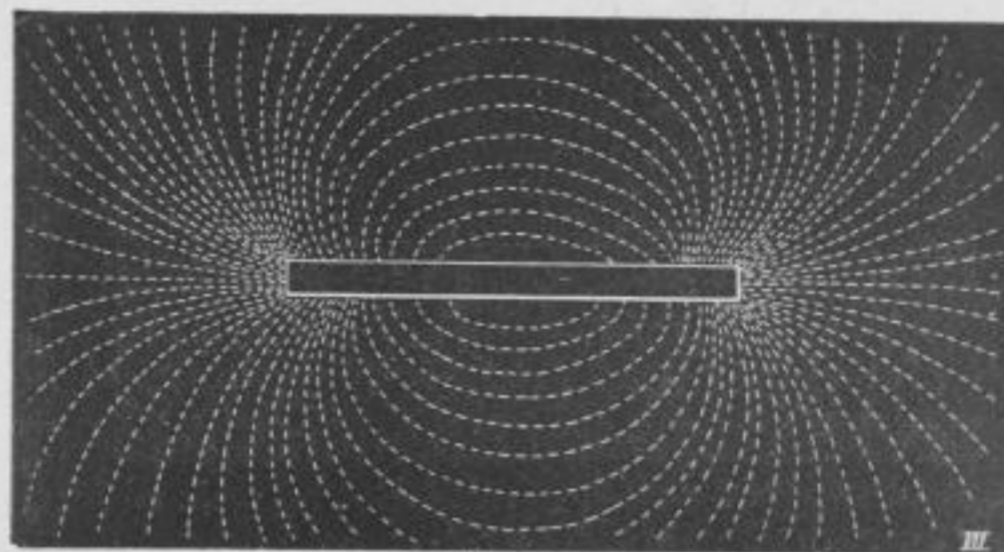


Fig. 7.

so grösser, je stärker die Ströme sind, die unter sonst gleichen Verhältnissen bezüglich der Bewegung und der Richtung des Kupferdrahtes in demselben erzeugt werden.

In Bezug auf den Zusammenhang zwischen den die Stromstärke im übrigen bestimmenden Grössen, gilt auch hier das Gesetz, dass die Stromstärke der durch die Bewegung des Kupferdrahtes im magnetischen Felde erzeugten elektromotorischen Kraft direkt, dem Widerstande des Leiters umgekehrt proportional ist.

Da die so entstehenden Ströme zur Arbeitsleistung in elektrischen Maschinen natürlich wie jeder andere Strom verwendet werden können, so dürfen wir ohne weiteres schliessen, dass Arbeit aufgewendet werden muss, um die Ströme entstehen zu lassen. Und da ferner die Bewegung der Leiter im magnetischen Felde die einzige Bedingung für die Entstehung — die Induktion — der Ströme ist, so muss eben die Bewegung Arbeit konsumieren. Man kann es thatsächlich in der Hand fühlen, wie viel schwerer es ist, z. B. eine grosse Drahtspirale in einem kräftigen Magnetfelde zu drehen, als wenn man sie ganz frei, entfernt von den Magneten zu drehen versucht. Um die Quantität der bei der Bewegung aufzuwendenden Arbeit zu bestimmen, kann uns das Gesetz dienen, dass die Arbeitsmenge proportional ist der entstehenden elektromotorischen Kraft — Spannung — multipliziert mit der durch diese und den Leitungswiderstand bedingten Stromstärke.

Auf allen diesen Thatsachen und Gesetzen beruht das Wesen und die Konstruktion der elektrischen Maschinen.

Um endlich das Verständnis der durch den elektrischen Strom mit Hilfe der elektrischen Maschinen möglichen Kraftübertragung anzubahnen, wollen wir auch die Umkehrung obiger Gesetze von den Kraftlinien noch betrachten. Befindet sich ein frei beweglicher Leiter der Elektrizität — Kupferdraht — in einem magnetischen Felde und seine Längsrichtung