V. *Ueber die Einrichtung und den Gebrauch einiger Werkzeuge zum Messen der Stärke elektrischer Ströme und der dieselbe bedingenden Elemente; von J. C. Poggendorff.*

(Vorläufige Notiz aus den Berichten der K. Preuss. Academie.)

Nach einer Einleitung, in welcher das Nützliche, ja Nothwendige quantitativer Bestimmungen zur fernerer Ausbildung der Lehre von den elektrischen, besonders galvanischen Strömen hervorgehoben wird, giebt der Verf. eine Uebersicht der bisher auf diesem Felde zur Erlangung numerischer Data angewandten Methoden. Er bemerkt zuvörderst, daß zum Messen der Stärke elektrischer Ströme drei wesentlich verschiedene Mittel an die Hand gegeben sind: die thermische, die chemische und die dynamische oder magnetische Wirkung, daß indess nur die letztere den Grad von Sicherheit und allgemeiner Anwendbarkeit besitzt, welcher heut zu Tage gefordert werden kann. Nachdem dießs speciell belegt worden, schreitet der Verf. zur Aufzählung der Methoden der dritten Art, die in zwei Abtheilungen zerfallen, in sofern nämlich die dynamische Wirkung eines Stroms auf sich selbst oder einen zweiten Strom, oder die auf einen Magnetstab gemessen werden kann. Die Methoden der ersten Abtheilung, die fast eben so viele Abänderungen gestatten als die der zweiten, sind bisher nur von Ampère und, in verbesserter Gestalt, von W. Weber (zu einer noch nicht veröffentlichten Arbeit) benutzt worden. Für gewisse Zwecke sind dieselben unumgänglich; für andere, sehr zahlreiche, haben sie keinen Vorzug vor denen, bei welchen ein Magnetstab zu Hülfe genommen wird, stehen vielmehr diesen, wegen der Schwäche der gegenseitigen Einwirkung zweier Ströme oder Stromtheile, bedeutend nach. Das ist der hauptsächlichste Grund, weshalb

halb vorzugsweise die Methoden der zweiten Abtheilung, die, welche die Stärke elektrischer Ströme aus ihrer Einwirkung auf einen Magnetstab herleiten, so vielfach in Anwendung gebracht sind. Von diesen Methoden lassen sich sieben unterscheiden: 1) Zurückführung der durch den Strom abgelenkten Magnetnadel in ihre natürliche Lage mittelst der Drehwage, von Ohm angewandt; 2) dieselbe Operation, mittelst des Bifilar-Magnetometers ausgeführt, noch nicht benutzt; 3) Schwingenlassen der Magnetnadel winkelrecht gegen die Richtung des Stroms, von Fechner angewandt; 4) Acquilibriren der Wirkung des Stroms auf den gegen ihn winkel- und lothrecht aufgehängten Magnetstab durch Gewichte, von Becquerel vorgeschlagen, von Lenz und Jacobi verbessert und benutzt; 5) Messen des Impulses einer momentanen Wirkung des Stroms, von Lenz gebraucht; 6) Messen der stehenden Ablenkung von einer festen Richtung des Stroms, mittelst des Uni- oder Bifilar-Magnetometers, der Tangentenbussole oder ähnlich eingerichteter Instrumente, von Gauss, Neuvander, Pouillet, Jacobi, Lenz u. A. angewandt; 7) Messen des Winkels, um welchen die Richtung des Stroms zu ändern ist, um die Magnetnadel in einer constanten Lage gegen dieselbe zu erhalten, von Pouillet benutzt.

Der Verf. setzt nun die Vorzüge und Mängel oder Unbequemlichkeiten dieser sieben Methoden auseinander, und entscheidet sich endlich dahin, daß für alle Physiker, denen keine geräumige Observatorien zu Gebote stehen, die letztere die empfehlenswertheste sey, daß jedoch das zu dem Ende von Pouillet construirte und benutzte Instrument, die *Sinusbussole*, mehr Abänderungen erfordere, um so genau und allgemein anwendbar zu werden, als es die Natur desselben gestattet.

Als wesentliche Vorzüge der Sinusbussole hebt der Verf. hervor: 1) daß die Idee derselben keine hypothe-

tische Voraussetzung einschließt, für Winkel von jeder Gröfse richtig bleibt, und durch die Hülfsmittel der practischen Mechanik streng verwirklicht werden kann; 2) dafs an die Drahtwindungen nicht die Forderung eines vollkommenen Parallelismus unter sich oder überhaupt einer bestimmten Form gestellt wird; 3) dafs die Magnetnadel eben so wenig diesen Windungen parallel gehalten, als concentrisch mit der Theilung des Kreises aufgehängt zu werden braucht, sondern nur Constanz in der Lage gegen die Windungen und in der Excentricität erforderlich ist, Bedingungen, welche beide streng erfüllt werden können; 4) dafs die Torsion des Fadens eliminirt ist; 5) dafs sie zur Messung sowohl schwacher, als starker Ströme von fast beliebigem Intensitätsverhältnifs anwendbar ist, und schon bei kleinen Dimensionen einen hohen Grad von Genauigkeit gewährt.

Pouillet läfst die Magnetnadel, vielleicht, weil ihm die Ueberflüssigkeit der concentrischen Drehung derselben nicht einleuchtete, vielleicht auch, weil er von der Aufhängung an einem Faden ein zu starkes Schwanken befürchtete, auf einer Spitze schweben. Dadurch verliert aber das Instrument einen bedeutenden Theil seiner Empfindlichkeit und Brauchbarkeit. Diesem Nachtheile begegnet man, wenn die an einem Faden hängende Nadel unterhalb mit einem zweiten Faden versehen wird, mit einem kugelförmigen Gewicht am Ende, das in einer senkrecht unter dem Aufhängpunkt des Systems befindlichen und mit dem drehbaren Theil des Instruments verbundenen Glasröhre schwebt. Durch diese Vorrichtung werden die Vorzüge des Hütchens mit denen des Fadens vereint, indem mit einem hohen Grad von Empfindlichkeit in der drehenden Bewegung, nur ein geringes Schwanken, oder vielmehr, auf geschehene Erschütterungen des Instruments, ein rasches, kurz vorübergehendes Zittern der Nadel verknüpft ist. Sie kann auch nicht die Torsion des Fadens vermehren, da diese über-

haupt, wegen gleichzeitiger Drehung des die Nadel tragenden Stativs mit dem Kreis und den Drahtwindungen, eliminirt ist.

Der Verf. zeigte eine, nach seiner Anweisung, vom Mechanikus Hrn. Kleiner sehr elegant und correct ausgeführte Sinusbusssole vor, die, mit dieser Vorrichtung versehen, bei einem Kreis von $3\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, eine Sicherheit der Ablesung bis auf 2 Minuten gewährt, unter günstigen Umständen, selbst bis eine Minute, die Gröfse, welche der Kreis mittelst Nonius noch angiebt. Ungeachtet in diesem Instrument, statt der gewöhnlichen Doppelnadel (deren Anwendung auch den Nachtheil hätte, die Angaben des Instruments von dem Magnetismus der Nadeln abhängig zu machen), ein einfacher cylindrischer Magnetstab von $3\frac{1}{4}$ Länge und 1" Dicke aufgehängt ist, zeigt doch dasselbe, weil der Strom immer mit voller Kraft auf den Stab einwirkt, eine unerwartete Empfindlichkeit. Dieser Umstand, verbunden mit dem, daß die Sinus, die hier das Maafs der Kräfte sind, nur bis zu einer bald erreichten Gränze wachsen, scheint den Gebrauch des Instruments zu beschränken, und wirklich hat Pouillet dasselbe auch als nur zur Messung schwacher Ströme anwendbar bezeichnet. Es giebt indess ein einfaches und sicheres Mittel den Umfang der Skale des Instruments fast in beliebigem Grade zu erweitern, nämlich die Anwendung zweier Drähte, die parallel, oder besser zusammengedreht neben einander fortlaufen. Läßt man den Strom, nachdem man den einen Draht durch einen Hilfsdraht um ein Gewisses verlängert hat, sich in beide Drähte theilen, und zwar so, daß er sie einmal in gleichen und das andere Mal in entgegengesetzten Richtungen durchlaufen muß, so bekommt man eine Summe und eine Differenz von Wirkung, deren Verhältniß nur von dem Längen- (oder Widerstands-) Verhältniß der Drähte abhängt, nicht aber von der Intensität des Stroms, so daß es also, wenn es für Eine In-

tensität experimentell bestimmt worden, bei ungeänderten Zweigdrähten für alle Intensitäten gültig bleibt. Hat man nun Ströme zu vergleichen, deren Intensitätsverhältniß den Umfang der Skale des Instruments überschreitet, so bedarf es weiter nichts, als den starken Strom mit der Differenz, und den schwachen mit der Summe der Zweigwirkungen zu messen, und das gefundene Verhältniß mit dem Verhältniß zwischen jener Summe und Differenz zu multipliciren. Da man das letztere Verhältniß nach dem Widerstandsverhältniß der Zweigdrähte fast beliebig abändern kann, so ist man also hiedurch im Stande Ströme von fast beliebigem Intensitätsverhältniß mit einander zu vergleichen. Gesetzt man könne mit dem einfachen Drahte Stromstärken messen, die sich wie $100 : 1$ verhalten, und das Verhältniß zwischen Summe und Differenz der Zweigwirkungen sey auch gleich $100 : 1$; dann wird man also Ströme vergleichen können, deren Intensitäten im Verhältniß $10000 : 1$ stehen.

Das Mittel, den Strom in zwei entgegengesetzt laufenden Zweigen von ungleicher Stärke auf die Nadel wirken zu lassen, ist überhaupt allemal dann anzuwenden, wann der ungetheilte Strom eine solche Intensität besitzt, daß er die Skale des Instruments überschreitet. Es ist sehr schätzbar, da man dadurch in den Stand gesetzt wird, die Wirkung des Stroms auf den Magnetstab beliebig zu verringern, ohne ihn selbst in seiner Intensität zu schwächen. Die Anwendung desselben erfordert indess einige Vorsicht. Wenn nämlich die Zweigströme gegen einander laufen, und die Drahtwindungen unter sich parallel sind, so tritt der Umstand ein, daß letztere abwechselnd ein stabiles und ein instabiles Gleichgewicht herbeiführen. Bewirken nun die dem Stabe näheren Windungen ein instabiles Gleichgewicht, so ist keine Messung möglich. Man hat es demnach so einzurichten, daß diese Windungen die entfernteren werden, und dieß läßt sich durch eine zweckmäßige Drahtverbindung immer er-

reichen. Noch besser ist, die beiden Drähte des Instruments nicht parallel, sondern zusammengedreht neben einander fortlaufen zu lassen, da bei dieser Einrichtung die erwähnte Alternative gar nicht eintritt.

Wo übrigens ein bedeutender Widerstand für die Untersuchung nicht hinderlich ist, versteht es sich von selbst, daß man durch Einschaltung eines solchen den etwa zu starken Strom im erforderlichen Grade schwächen kann. Auch läßt sich eine Schwächung dadurch vornehmen, daß man den Magnetstab, statt ihn den Drahtwindungen parallel oder fast parallel zu halten, einen größeren, constanten Winkel mit denselben machen läßt. Bei dem Extreme dieses Mittels würde man die Drahtwindungen in der Quere anzuwenden haben, so daß sie, bei normaler Lage des Stabes, diesen winkelrecht umgäben. Auf diese Weise wird man, statt der vollen Kräfte, beliebige aliquote Theile derselben zu messen im Stande seyn.

Das Instrument des Verfassers ist übrigens so eingerichtet, daß Drahtgewinde von verschiedener Länge und Dicke der Drähte mit Leichtigkeit eingesetzt und nach dem jedesmaligen Zweck der Messung angewandt werden können. Für gewöhnlich reichen 4 Windungen eines Drahts von 0,66 Millim. Durchmesser hin.

Aus Allem, was der Verf. über die Einrichtung und Anwendungsweise des neuen Instruments entwickelt, hält er sich zu dem Schluß berechtigt, daß keins der bekannten galvanometrischen Werkzeuge so viele Vorzüge in sich vereinige, keins es mehr verdiene, in die meist beschränkten Laboratorien der arbeitenden Physiker eingeführt zu werden, als eben die Sinusbussole in ihrer verbesserten Gestalt.

(Mündlich theilte derselbe noch die Resultate einiger vorläufigen Messungen mit, deren weitere Verfolgung Gegenstand einer demnächst zu veröffentlichenden Abhandlung ausmachen werden.)