wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Über die Anwendung von Multiplicatoren als Mess-Instrumente continuirlicher Ströme in einer abgeänderten Construction.

Von **Wenzel Zenger** in Neusohl.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 2. November 1855.)

(Mit 1 Tafel.)

1.

Es ist vielseitig versucht worden die Multiplicatoren zu Messungen zu benützen, und so sinnreich auch die Methoden sein mögen, vermittelst deren es gelang, wenn auch auf Umwegen, die Stromintensität aus der Ablenkung der Multiplicatornadel zu finden; so haben doch alle diese indirecten Methoden den Übelstand zu umständlich zu sein, um auch von anderen, als Physikern, welche diese Mess-Instrumente benützen, angewendet zu werden; daher es erklärlich wird, dass die Multiplicatoren bisher mehr als empfindliche Rheoskope als zum Messen continuirlicher Ströme dienten. Man hat Versuche gemacht vermittelst des Principes des Differential-Galvanometers die Multiplicatoren zur Messung verwendbar zu machen, allein auch dieses scheiterte an der Unmöglichkeit den Drath symmetrisch zu legen und an dem Umstande, dass eine unabgelenkte Stellung der Nadel keineswegs auf vollständige Gleichheit der Stromintensitäten zu schliessen gestattet.

Könnte man daher eine einfache und directe Beziehung zwischen Stromstärke und Ablenkungswinkel (ähnlich wie bei der Sinus- und Tangentenboussole) ermitteln, so wäre dies der einzige Weg die Multiplicatoren im selben Grade allgemein benützbar zu machen, wie dies bei den erwähnten Instrumenten zum Messen continuirlicher Ströme schon längst der Fall ist.

Um die höchste Empfindlichkeit des Apparates zu erzielen, werden bei Multiplicatoren nicht einfache, sondern astatische Doppelnadeln angewendet; dieser Umstand macht es aber unmöglich auf dem Wege der Rechnung einfache Relationen zwischen der Stromstärke und dem Ablenkungswinkel aufzufinden; nebstdem ist auch

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

die Astasie durch vollständige Gleichheit der Magnetismen der beiden Nadeln nicht nur schwer zu erreichen, sondern vielleicht noch schwerer bei längerem Gebrauche zu erhalten, auch bleibt stets, je weiter diese Astasie geht, eine freiwillige Ablenkung der Nadel, die es unmöglich macht genau einzustellen. Als einfachstes Mittel diesen Übelständen sämmtlich abzuhelfen, stellt sich wohl die Anwendung einer einfachen statt einer Doppelnadel heraus, allein dadurch wird die Empfindlichkeit in solchem Grade beeinträchtiget, dass die Vermehrung der Drathwindungen kein ausreichendes Mittel zur Beseitigung dieses Übelstandes bietet. Allein es ist dennoch möglich mit einer einzigen Nadel nicht nur sich einer vollständigen Astasie, also gleicher Empfindlichkeit mit den Multiplicatoren mit Doppelnadeln, beliebig zu nähern, sondern auch zu wissen, wie weit dies der Fall ist, was bei Multiplicatoren mit Doppelnadel nie möglich ist; auch kann man die etwa gestörte Astasie sogleich wiederherstellen ohne Veränderungen an der Nadel vornehmen zu müssen. Hat man aber dies erreicht, so wird es selbst bei Anwendung sehr langer Nadeln, wie ich an einem andern Orte zu zeigen bemüht war, möglich sein, nach dem Principe der Tangentenboussole mittelst einer wenig abgeänderten Formel die Stromintensität aus dem Ablenkungswinkel zu berechnen, auch kann dies nach dem Principe der Sinusboussole geschehen, wenn der Multiplicator um eine senkrechte Axe drehbar ist.

2.

Um das Princip dieser Einrichtung von Multiplicatoren klar zu machen, diene folgende Betrachtung: Es stelle Nr. 5, Fig. 1 eine im Meridiane $m\ m'$ liegende Nadel vor, so wirkt dann die horizontale Componente des Erdmagnetismus nach der Richtung der $m\ m'$ auf die Pole und sucht also die Nadel in dieser Lage NS festzuhalten. Die Kraft, mit welcher die Nadel in der Lage $m\ m'$ festgehalten wird, hängt ab von dem freien Magnetismus der Nadel und der Intensität des Erdmagnetismus am Beobachtungsorte. Anstatt des aus grosser Entfernung wirkenden Erdpoles kann man sich in der Entfernung, die man als Masseinheit annehmen will, einen magnetischen Punkt so angebracht denken, dass er gleiche Wirkung mit dem Erdmagnetismus hervorbringt.

Denkt man sich in derselben Entfernung einen zweiten magnetischen Punkt aber entgegengesetzter Polarität angebracht, der

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

dieselbe Kraft wie der erstere besitzt, so wird sich offenbar ihre Wirkung auf die Nadel gegenseitig aufheben, d. h. die Nadel wird astatisch sein. Statt den zweiten Punkt in derselben Entfernung anzubringen, kann man auch eine grössere oder kleinere wählen, wenn man die Intensität des freien Magnetismus nur im Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen grösser oder kleiner werden lässt. Allein in der Wirklichkeit wird sich kein magnetischer Punkt anbringen lassen, sondern man wird statt dessen einen kurzen Magnetstab anwenden müssen, welcher mit dem gleichnamigen also abstossenden Pole der Magnetnadel zugekehrt wird, durch ein einfaches Verfahren wird sich dann der Punkt ausmitteln lassen, in welchem auf der Geraden $m\,m'$ der Pol sich befinden muss, um die Wirkung des Erdmagnetismus gerade aufzuheben.

3.

Die Anwendung eines Magnetstabes statt des magnetischen Punktes wird aber auch die Wirkungsweise auf die Nadel ändern, so dass dieser Fall einer besondern Betrachtung bedarf. Es sei Fig. 2 NN' die Nadel mp und $m'p'$ seien zwei gleich starke von N und N' gleich entfernte Magnetstäbchen, und die Nadel sei in der Lage nn' durch einen Strom abgelenkt. Die Congruenz der Dreiecke zeigt, dass bei jeder abgelenkten Lage der Nadel die Entfernungen $n'm'$, $n'p'$ und nm, mp gleich gross sind, also die Wirkungen der Stabmagnetismen auch gleichmässig mit diesen Entfernungen zu- und abnehmen. Aus diesem Grunde und weil diese gleichen und symmetrisch liegenden Magnete es möglich machen, schwächere Magnete und grössere Entfernungen derselben von den Nadelenden zu gebrauchen als bei einem einzelnen Stabe, wird hier nur dieser Fall näher betrachtet. Wäre nämlich die Entfernung der Magnetstäbchen sehr gross, so wie die der Pole des Erdmagnetismus, so könnte man die Kraftlinien derselben als parallel betrachten, und dann wäre bei jeder Ablenkung der Nadel die Wirkung auf dieselbe gleich gross. Allein man müsste, um nur annähernd richtig zu verfahren, sehr starke Magnete anwenden, da bei denselben die Kraft mit der dritten Potenz der Entfernung abnimmt, was jedoch den Apparat unbequem zur Handhabung und schwierig in der Ausführung machen würde.

Allein es ist möglich mit viel schwächeren Magneten auf ziemlich beschränkte Entfernungen von der Nadel, diese astatisch zu machen,

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

und die wegen der grösseren Nähe derselben veränderliche Wirkung auf die Nadel lässt sich leicht und einfach in Rechnung ziehen.

Es sei Fig. 2 $m'N$ und $m'N' = a_0$; μN und $\mu' N' = a_0 + 2r'$, wo $2r' = m\mu = m'\mu'$, $NO = r = NO'$, so ist im $\Delta\, mOn$: $(a_0 + r)^2 + r^2 - 2(a_0 + r)\, r \cos\alpha = mn^2 = a'^2$, woraus

$$a_0^2 + 4r^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha + 4a_0\, r \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = a'^2$$

oder

$$a' = \sqrt{a_0^2 + 4r \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha\,(a_0 + r)}$$

folgt, daher ist

$$a' = a_0 \sqrt{1 + \frac{4r}{a_0}\left(1 + \frac{r}{a_0}\right) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha};$$

setzt man $\frac{r}{a_0} = \theta$, so ist

$$\frac{a_1}{a_0} = \sqrt{1 + 4\,\theta\,(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha}.$$

Entwickelt man nach Potenzen der kleinen Grösse

$$4\,\theta\,(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = 2\varphi,$$

so erhält man

$$\frac{a_1}{a_0} = 1 + 2\,\theta(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha - 2\,\theta^2(1 + \theta)^2 \sin^4 \tfrac{1}{2}\alpha + \\ + 4\,\theta^3(1 + \theta)^3 \sin^6 \tfrac{1}{2}\alpha \ldots .$$

woraus

$$a_1 - a_0 = [2\,\theta(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha - 2\,\theta^2(1 + \theta)^2 \sin^4 \tfrac{1}{2}\alpha + \\ + 4\,\theta^3(1 + \theta)^3 \sin^6 \tfrac{1}{2}\alpha - \ldots]\, a_0$$

folgt. Ist $2r'$ sehr klein gegen NN', so ist bekanntlich die Wirkung des Magnetes auf die Nadel der dritten Potenz der Entfernung a_0 proportional. Nennt man die Kraft mit der er aus der Entfernung $= 1$ auf die Nadel wirken würde t, so ist $\frac{t}{a_0^3}$ die Wirkung desselben in der Lage NN' und $\frac{t}{a_1^3}$ in der Lage nn'. Nun ist aber $a_1 = a_0\,[1 + 2\,\theta\,(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha]$ mit Vernachlässigung der höheren Potenzen von φ, also $t_1 = \frac{t}{a_0^3[1 + \varphi]^3}$, wo $\varphi = 2\,\theta\,(+\,\theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha$. Setzt man ferner $\frac{t}{a_0^3} = nH$, wo H die horizontale Intensität des Erdmagnetismus bedeutet, und n im Falle der vollständigen Astasie der Nadel offenbar der Einheit gleich sein muss, da dann $\frac{t}{a_0^3} = H$ wird, so ist die auf

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

die Nadel wirkende Kraft in der Lage nn' $t_1 = \frac{nH}{(1+\varphi)^3}$; und nach dem Principe der Strommessung an einer Sinus- oder Tangentenboussole findet die Relation $S = H \sin\alpha$ oder $S = H\, tg\, \alpha$ Statt, wo aber an die Stelle von H $H - t_1$ zu setzen ist. Es ist sonach für eine Tangentenboussole dieser Einrichtung:

$$S = (H - t_1)\, tg\, \alpha = \left(H - \frac{nH}{(1+\varphi)^3}\right) tg\, \alpha, \text{ od. } S = \left(1 - \frac{n}{(1+\varphi)^3}\right) H tg\, \alpha.$$

Ist die Nadel vollständig astatisch gemacht, so muss $n = 1$ sein und

$$S = \left[1 - \left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3\right] H\, tg\, \alpha$$

ist der einfache Ausdruck für die Stromstärke an einem solchen Multiplicator.

Bei empfindlichen Multiplicatoren pflegt man der Nadel eine bedeutende Länge zu geben, daher man hier die Formel

$$S = (1 + c \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha)\, H\, tg\, \alpha$$

substituiren muss, woraus endlich

$$S = (1 + c \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha) \left(1 - \left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3\right) H\, tg\, \alpha$$

folgt, und hieraus ergibt sich leicht

$$\frac{S}{S'} = \frac{1 + c \sin^2 \frac{1}{2}\alpha}{1 + c \sin^2 \frac{1}{2}\alpha'} \frac{1 - \left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1 - \left(\frac{1}{1+\varphi'}\right)^3} \frac{tg\, \alpha}{tg\, \alpha'},$$

welche Formel bei sehr langer Nadel nahe genug durch

$$\frac{S}{S'} = \frac{\sin^2 \frac{1}{2}\alpha}{\sin^2 \frac{1}{2}\alpha'} \frac{1 - \psi}{1 - \psi'} \frac{tg\, \alpha}{tg\, \alpha'}$$

vertreten wird, weil dann c und sonach $c \sin^2 \frac{1}{2}\alpha$ sehr gross wird, es wird dann die Bestimmung der Constanten c erspart werden. Da φ eine sehr kleine Grösse ist, so wird sich $\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3 = \psi$ vortheilhaft in Tafelform zusammenstellen lassen mit θ und $\frac{\alpha}{2}$ als Argument. Diese Berechnung wird wesentlich erleichtert, indem man

$$\varphi = 2\,\theta\,(1 + \theta) \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = \sin\alpha_0$$

setzt, dann ist

$$1 + \varphi = 1 + \sin\alpha_0 = 2 \sin^2 \left(45^0 + \frac{\alpha_0}{2}\right)$$

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

und

$$\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3 = \frac{1}{8\,sin^6\left(45^0+\frac{\alpha_0}{2}\right)},$$

hieraus berechnet man den Hilfswinkel α_0 und mit diesem den Logarithmus von $\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3$, die zugehörige von der Einheit nur wenig abweichende Zahl gibt von 1 abgezogen den Coëfficienten, mit dem $H\,tg\,\alpha$ zu multipliciren ist, um S zu finden.

Weiter unten folgt die Tafel der Werthe von $\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3$ für $\theta =$ 0·01 bis 0·10 und $\frac{\alpha}{2} =$ 0°·5 bis 40°. Es erübrigt noch Mittel anzugeben, genau den Punkt zu ermitteln, bei dem die Astasie der Nadel am vollständigsten ist. Dann muss $\frac{t}{a_0^3} = H$, d. h. in Formel 3) $n=1$ werden. Der Werth von n lässt sich aber leicht ausmitteln, indem man zuerst ohne, dann mit den aufgelegten Magneten die Stromintensitäten zweier Quellen vergleicht nach der Formel

$$\frac{S}{S'} = \frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'}$$

und mit Einschaltung eines hinreichenden Widerstandes bei aufgelegten Magneten nach der Formel

$$\frac{S}{S'} = \frac{1-n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1-n\frac{1}{(1+\varphi_1)}^3}\,\frac{tg\,\beta}{tg\,\beta'}.$$

Ist die Nadellänge bedeutend, so muss die Correctionsformel

$$\frac{S}{S'} = \frac{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha}{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha'}\,\frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'}$$

und

$$\frac{S}{S'} = \frac{1-\frac{n}{(1+\varphi)}^3}{1-\frac{n}{(1+\varphi_1)}^3}\,\frac{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha}{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha'}\,\frac{tg\,\beta}{tg\,\beta'}$$

angewendet werden, weil dann das Gesetz der Tangenten nicht genau genug stattfindet.

Aus $\frac{S}{S'} = \frac{tg\,\alpha'}{tg\,\alpha} = u$ und $u = \frac{1+n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1+n\left(\frac{1}{1+\varphi'}\right)^3}\,\frac{tg\,\beta}{tg\,\beta'}$ oder $u' =$ $\frac{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha\,tg\,\alpha}{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\alpha\,tg\,\alpha'}$ und $u' = \frac{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\beta}{1+c\,sin^2\,\frac{1}{2}\beta'}\,\frac{1-n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1-n\left(\frac{1}{1+\varphi_1}\right)^3}\,\frac{tg\,\beta}{tg\,\beta'}$ findet

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

man leicht n. Es sei der Kürze halber $\frac{tg\,\alpha'}{tg\,\alpha} = a$, $\frac{tg\,\beta'}{tg\,\beta} = b$, $\frac{1 + c\,sin^2\,\frac{1}{2}\,\alpha'}{1 + c\,sin^2\,\frac{1}{2}\,\alpha}\;\frac{tg\,\alpha'}{tg\,\alpha} = a'$, $\frac{1 + c\,sin^2\,\frac{1}{2}\beta'}{1 + c\,sin^2\,\frac{1}{2}\beta}\;\frac{tg\,\beta'}{tg\,\beta} = b'$, so ist $u = \frac{1}{a}$

$$n = \frac{1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi_1}\right)^3}\;\frac{1}{b} : u' = \frac{1}{a'}\;u' = \frac{1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3}{1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi_1}\right)^3}\;\frac{1}{b'} \quad \text{oder}$$

$ua = 1$, $ub\left(1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi_1}\right)^3\right) = 1 - n\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3$, setzt man $\left(\frac{1}{1+\varphi}\right)^3 = \psi$ $\left(\frac{1}{1+\varphi_1}\right)^3 = \psi_1$ so ist $ua = 1$, $ub(1 - \psi') = 1 - n\psi\frac{b}{a}(1 - n\psi^1)$ $= 1 - n\psi$, hieraus endlich $b - a = (b\psi' - a\psi)\,n$ und $n = \frac{b - a}{b\psi' - a\psi}$; ebenso $n = \frac{b' - a'}{b'\psi' - a'\psi}$ im zweiten Falle. Ist $n > 1$, so müssen die Magnete mehr entfernt, ist $n < 1$, näher gerückt werden. Ist der Multiplicator nicht gar zu empfindlich, so gibt es einen noch einfacheren und sichereren Weg, sich von der Astasie, d. h. von der Grösse des n zu überzeugen, nämlich aus der Gleichung

$$S = H\,tg\,\alpha \qquad 1)$$

und

$$S = (1 - n\psi)\,H\,tg\,\alpha' \qquad 2)$$

folgt

$$n = \frac{sin\,(\alpha' - \alpha)}{\psi'\,sin\,\alpha'\,cos\,\alpha} \qquad 4)$$

Zur noch weiteren Sicherheit kann man den Magnet umlegen und findet dann

$$S = (1 + n\,\psi')\,H\,tg\,\alpha'' \qquad 3)$$

woraus in Verbindung mit 1)

$$n = \frac{sin\,(\alpha - \alpha'')}{\psi''\,sin\,\alpha''\,cos\,\alpha} \qquad 5)$$

wo dann beide Werthe von n stimmen müssen.

Hat man so übereinstimmende Werthe von n gefunden, so gibt die Gleichung

$$t : t' = a'^3 : a^3$$

$$nH : n'H = a'^3 : a^3$$

$$n : n' = a'^3 : a^3$$

$$a'^3 = \frac{n}{n'}\,a^3, \text{ ist } n' = 1$$

$$a' = a\sqrt[3]{n}$$

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

die Entfernung a', in die man den Magnet stellen muss, damit $n' = 1$, d. h. die Astasie vollkommen werde, durch Wiederholung dieses Versuches kann man sich diesem Punkte noch weiter nähern. Es ist jedoch hierbei zu beachten, dass sich die Wirkungen der beiden Magnete addiren, also eine Annäherung oder Entfernung beider, immer den doppelten Effect der Annäherung oder Entfernung nur eines Magnetes hervorbringt.

Anstatt dieser sicheren jedoch etwas umständlichen Methode die Magnetstäbe zu justiren, kann man auch eine constante Quelle benützen, deren Strom durch den Multiplicator geleitet wird, und die Magnete so lange verschieben, bis das Maximum der Ablenkung erfolgt; kömmt man über diesen Punkt hinaus, so wird wieder eine rückgängige Bewegung der Nadel erfolgen.

4.

Die kleine Grösse φ und die derivirte, von der Einheit wenig verschiedene $\psi = \frac{1}{(1+\varphi)^3}$ lässt sich leicht in eine Tafel zusammenstellen, so dass die Berechnung derselben ganz wegfällt, und man das nach dem Gesetze der Tangenten erhaltene Resultat nur mit $1 - \psi$ zu multipliciren braucht, um die wahre Stromstärke zu erhalten; sollen zwei Stromintensitäten verglichen werden, so muss man mit $\frac{1-\psi}{1-\psi'}$ multipliciren; weicht n ferner bedeutend von der Einheit ab, was jedoch bei sorgfältiger Einstellung nie der Fall sein wird, so hat man $\frac{1-n\psi}{1-n\psi'}$ zu bilden und das auf gewöhnlichem Wege aus den Ablenkungswinkeln nach den Formeln

$$\frac{S}{S'} = \frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'} \text{ oder } \frac{S}{S'} = \frac{1+c\sin^2\frac{1}{2}\alpha}{1+c\sin^2\frac{1}{2}\alpha'}\;\frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'}$$

abgeleitete Resultat mit diesem Quotient noch zu multipliciren, um das wahre Verhältniss zu finden.

Nach so erfolgter sorgfältiger Justirung des Apparates wird nur selten eine Änderung in der Stellung der Magnete nöthig werden, da die geringen Veränderungen in ihren Magnetismen eine nur höchst unbedeutende Veränderung in der Grösse n hervorbringen werden. Allerdings werden Änderungen in der horizontalen Componente, bedeutendere Änderungen in den absoluten Werthen, aber keine in den relativen bei gleichzeitiger Beobachtung hervorbringen,

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

was übrigens ebenso bei den Sinus- und Tangentenboussolen der Fall ist, welche Variationen man jedoch, wenn man so genau sein will, leicht mittelst der allerorts angestellten magnetischen Beobachtungen in Rechnung nehmen kann.

5.

Es erübrigt noch die Ausführung dieser abgeänderten Construction von Multiplicatoren zu detailliren. Nach der in einer früheren Abhandlung entwickelten Eigenschaft elliptischer Leiter, haben diese bei sonst gleichen Umständen den Vorzug vor kreisförmigen, dass sie bei Gleichheit der grossen Axe und des Kreisdurchmessers bei weitem grössere magnetische Wirkungen hervorbringen als kreisförmige Leiter. Es wird sonach vortheilhaft sein, dem Leiter eine elliptische Form zu geben und nach Bedarf ihn aus Lagen dicken oder dünnen Drathes von zweckmässiger Länge bestehen zu lassen. Die Nadel bewegt sich in einer Ebene, auf den auf genau getheilten Linealen, deren Mittellinie, wie Fig. 3 zeigt, durch die Nulllinie der Kreistheilung geht und mit den Axen der Magnetstäbe zusammenfällt, die Magnetstäbe verschiebbar angebracht sind, um sie nach Bedarf genau einstellen zu können. Die Nadel selbst hängt wie gewöhnlich an einem Coconfaden und trägt senkrecht auf ihre Längenaxe einen Zeiger für die Kreisablesung, um bei etwas grösserer Länge der Lineale bequem einstellen und ablesen zu können; die Axen aller Magnete müssen in derselben Ebene liegen.

6.

Um die Rechnung zu erleichtern, folgen hier für alle Winkelwerthe von Grad zu Grad und für verschiedene θ von 0·01 bis 0·10 die Werthe von $\frac{1}{(1+\varrho)^3} = \psi$, welche im Falle der Astasie, also wenn n ganz oder doch sehr genähert der Einheit gleich kömmt, von der Einheit subtrahirt die Coëfficienten geben, mit denen $H\,tg\,\alpha$ oder $(1 + c\,sin^2\frac{1}{2}\alpha)\,H\,tg\,\alpha$ zu multipliciren ist, um die wahre Stromkraft zu finden. Handelt es sich blos um eine Vergleichung, so findet man die relative Stromstärke aus $\frac{1-\psi}{1-\psi^1} \cdot \frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha^1}$, indem man das durch die Tangenten erhaltene Resultat noch mit den Quotienten der zugehörigen Coëfficienten $1-\psi$ und $1-\psi'$ multiplicirt.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Der Gebrauch der Tafel ist an sich klar; will man für zwischenliegende Werthe von θ oder α die zugehörigen $1-\psi$, $log\,(1-\varphi)$ oder $log\,\psi$ finden, so geschieht dies durch einfache Interpolation, und es wird in den meisten Fällen genügen, die Zahlen und Logarithmen verstellig zu nehmen.

	$1-\psi$			$log\,(1-\psi)$			$log\,\psi$			
α	θ			θ			θ			a
2	0·01	0·05	0·10	0·01	0·05	0·10	0·01	0·05	0·10	
1	0·0000	0·0001	0·0002	0·00000	6·00000	6·30103	9·99999	9·99996	9·99991	2
2	01	04	09	6·00000	6·60206	6·95424	997	983	965	4
3	02	09	18	6·30103	6·95424	7·25527	993	969	921	6
4	03	16	32	6·47712	7·20412	7·50515	987	932	861	8
5	04	24	50	6·60206	7·38021	7·69897	980	896	783	10
6	06	35	72	6·77815	7·54407	7·85733	973	850	687	12
7	08	47	97	6·90309	7·67210	7·98677	963	796	575	14
8	11	61	0·0127	7·04139	7·78533	8·10380	951	733	446	16
9	14	77	60	7·14613	7·88649	8·20412	938	664	300	18
10	18	95	96	7·25527	7·97772	8·29226	924	586	139	20
11	22	0·0115	0·0229	7·34242	8·06070	8·35984	904	499	9·98960	22
12	26	36	80	7·41497	8·13354	8·44716	9·9891	406	767	24
13	30	59	0·0327	7·47712	8·20140	8·51455	867	304	557	26
14	35	83	77	7·55407	8·26245	8·57634	853	197	333	28
15	40	0·0209	0·0430	7·60206	8·32015	8·63347	824	082	093	30
16	45	37	86	7·65321	8·37475	8·68664	811	9·98959	9·97840	32
17	50	65	0·0543	7·69897	8·42325	8·73480	786	833	573	34
18	55	96	0·0605	7·74036	8·47129	8·78176	760	693	291	36
19	61	0·0326	68	7·78533	8·51322	8·82478	721	559	9·96997	38
20	68	62	0·0734	7·83251	8·55871	8·86570	706	401	687	40
21	75	94	0·0802	7·87506	8·59550	8·90417	663	255	369	42
22	83	0·0429	72	7·91908	8·63246	8·94052	631	094	038	44
23	91	66	0·0943	7·95904	8·66839	8·97451	599	9·97928	9·95696	46
24	0·0100	0·0504	0·1017	8·00000	8·70243	9·00732	565	756	342	48
25	08	42	93	8·03342	8·73400	9·01862	531	580	9·94971	50
26	16	82	0·1168	8·06446	8·76492	9·06744	495	397	605	52
27	24	0·0622	0·1234	8·09342	8·79379	9·09132	459	210	282	54
28	32	63	0·1324	8·12057	8·82151	9·12189	421	019	9·93831	56
29	41	0·0705	0·1405	8·14922	8·84819	9·14768	383	9·96824	426	58
30	50	47	84	8·17609	8·87332	9·17143	343	626	024	60
31	59	91	0·1565	8·20140	8·89818	9·19451	303	420	9·92610	62
32	68	0·0835	0·1645	8·22531	8·92169	9·21617	263	215	193	64
33	78	79	0·1728	8·25042	8·94399	9·23754	222	004	9·91762	66
34	87	0·0926	0·1809	8·27184	8·96661	9·25744	180	9·95782	333	68
35	97	70	91	8·29447	8·98677	9·27669	137	568	9·90896	70
36	0·0206	0·1014	0·1973	8·31387	9·00604	9·29513	094	357	455	72
37	16	55	0·2055	8·33445	9·02325	9·31281	050	159	011	74
38	26	0·1105	0·2134	8·35411	9·04336	9·32919	9·99006	9·94913	9·89573	76
39	36	0·1150	0·2220	8·37291	9·06070	9·34635	9·98962	9·94692	9·89100	78
40	0·0246	0·1197	0·2297	8·39094	9·07809	9·36116	9·98917	9·94465	9·88666	80

Man ist durch diese Einrichtung in den Stand gesetzt, die Astasie nicht nur beliebig weit zu treiben und sich auch stets von der Voll-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

kommenheit derselben durch experimentelle Mittel zu überzeugen, sondern es wird auch eine Änderung in den Magnetismen der Nadel so wie der Magnetstäbe oder eine Ungleichheit derselben wegen ihrer Entfernung von der Nadel nur einen verschwindenden Einfluss üben können, und es wird ohne langweilige Rechnungen mit Benützung vorstehender Tabelle möglich sein an dem empfindlichen Multiplicator unmittelbar aus der Ablenkung durch die Formeln

$$\frac{1-\psi}{1-\psi'}\,\frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'} \text{ oder } \frac{1-\psi}{1-\psi'}\,\frac{1+c\sin^2\frac{1}{2}\alpha}{1+c\sin^2\frac{1}{2}\alpha'}\,\frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha'}$$

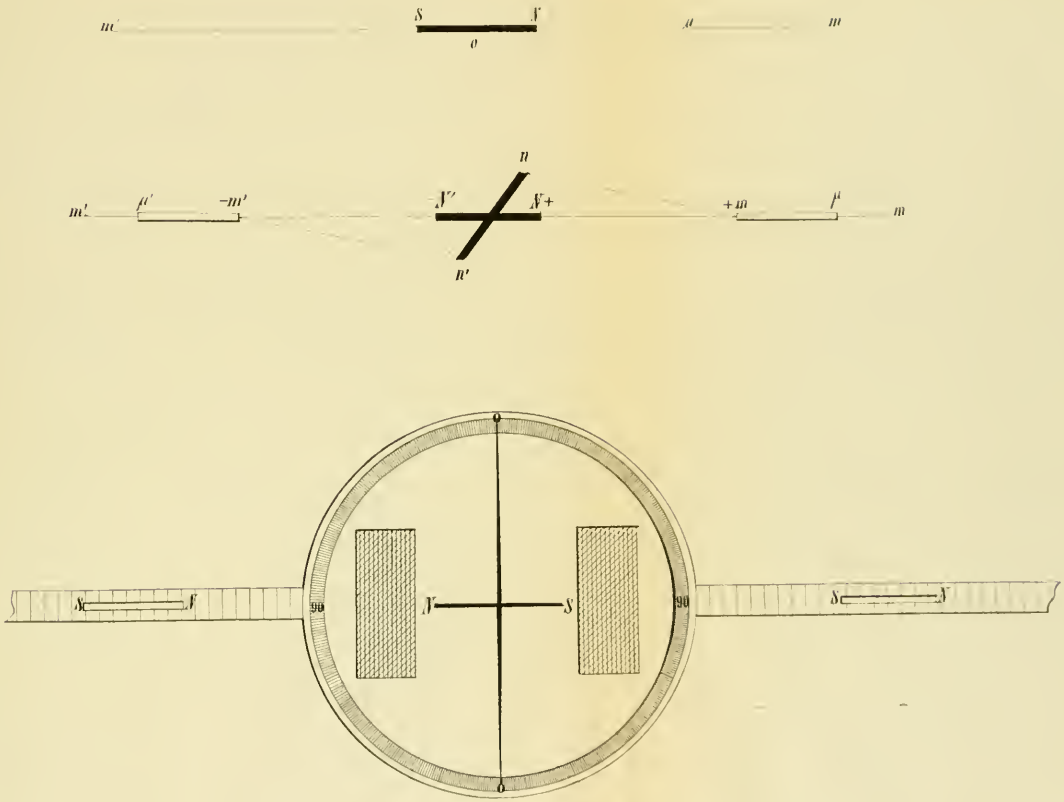
je nach der Einrichtung desselben, die Intensität der Ströme zu berechnen, und daher auch Ströme in das Gebiet der Messung zu ziehen, welche nur selten oder gar nicht einer solchen unterworfen wurden, wegen der Schwierigkeiten die sich einer experimentellen Aichung eines Multiplicators in den Weg stellen und andere als Fachmänner von einer solchen mühevollen und unsicheren Arbeit abschrecken.

Die so erreichbare Astasie wird, da sich die magnetische Wirkung nur sehr langsam ändert, durch Verschiebung der Magnete viel sicherer und dauernder sein als bei zwei sich ganz nahe liegenden Magnetnadeln, bei denen man durch die Magnetisirung kaum je so weit gelangen wird, dass dieselben nur 0·0002 bis 0·0001 und weniger der horizontalen Richtkraft des Erdmagnetismus hätten; auch sind die durch nicht parallele Stellung bedingten störenden Ablenkungen astatischer Nadeln hier nicht zu besorgen. Die Astasie kann durch übergrosse Ströme hier nicht so leicht gestört werden; auch wird die Nadel nicht so leicht gegen die Hemmung geschleudert; da mit der Ablenkung die Astasie derselben und somit ihre Empfindlichkeit abnimmt, wodurch aber zugleich der Vortheil erreicht wird, dass sie eine grössere Differenz der messbaren Ströme, also eine ausgedehntere Anwendung zulässt.

Allein nicht nur bei Multiplicatoren lässt sich die Grenze der Anwendbarkeit derselben nach oben und unten (wenn man die Magnete umlegt) erweitern. Auch bei Tangentenboussolen lässt sich durch Anwendung dieser Magnetstäbchen die Empfindlichkeit beliebig steigern und nach obiger Formel berechnen ohne eine weitere Zugabe als der erwähnten zwei Stäbchen, bei denen selbst eine etwas ausser die Nulllinie gerückte Stellung ihrer Axen keinen merklichen Fehler

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zenger. Horizontaler Durchschnitt und Projection des Apparates.



wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

hervorbringt, wie die Versuche zeigen. Aber auch für stärkere Ströme kann eine sonst zu empfindliche Boussole angewendet werden, wenn man die Magnete umlegt, und mithin nach der Formel $S = H(1 + n\psi)\, tg\, \alpha$ die Stromintensität bestimmt; es ist also gleichsam dadurch die Brauchbarkeit nach oben und unten erweitert.

Die dem hiesigen Cabinete angehörige, nach der gewöhnlichen Art construirte Boussole gab in dieser Weise vorgerichtet bei $n = 0{\cdot}6$ also noch keineswegs $n = 1$, schon einen Ausschlag von 83° 5′, während ohne Anwendung der Magnete die Ablenkung 45° 54′ durch dasselbe Grove'sche Element betrug. Für einen der Einheit näher kommenden Werth von n wurde die Nadel herumgeworfen und Ströme welche an der Nadel ohne Magnete keine merkliche Ablenkung hervorbrachten, gaben noch einen Ausschlag von 2 — 3°, wiewohl die Nadel nicht sehr beweglich war, und der Kreisring 16″ Durchmesser hat. Bei $n = 0{\cdot}6$ ist sonach die Empfindlichkeit 7·6 Mal grösser, und annäherungsweise ist sie für diese Boussole, soweit es sich mit Sicherheit ausmitteln liess, für n nahezu $= 1$ etwa 52·5 Mal so gross als ohne Magnete.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1855

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Zenger Karl Wenzel

Artikel/Article: Über die Andwendung von Multiplicatoren als Mess-Instrumente continuirlicher Ströme in einer abgeänderten Construction (Mit I Tafel.). 274-285