
ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1823, ERSTES STÜCK.

I.

Verfuche und Sätze über den Magnetismus des Eisens,

VON PETER BARLOW,

Professor der Mathem. an der kön. Artillerie-Schule zu Woolwich.

Mit einer Nachschrift an Gilbert

vom Hofr. Horner, Prof. der Math. u. Physf. zu Zürich *).

1. Wenn man eine empfindliche Declinations-Bouffole an eine aus Eisen bestehende Kugel anhält, so wird die Compafsnadel in verschiedenen Stellen von dem magnetifchen Meridian abgelenkt.

*) Hr. Professor Barlow, zu Woolwich ist der gelehrten Welt unter Andern auch durch eine sehr zweckmäßige Sammlung mathematischer Tafeln bekannt, von welchen Dr. Burkhardt in der *Zeitschrift für Aftronomie* der HH. von Lindenau und Bohnenberger, B. II S. 143 umständliche Nachricht gegeben hat. Die günstige Gelegenheit, im Arsenal von Woolwich mit größern Eisenmassen Verfuche anzustellen, veranlafste ihn zu den Untersuchungen, welche ihn zu den interessanten Entdeckungen geführt haben, deren Resultate das Folgende aus demjenigen dargestellt enthält, was davon in dem *Edinb. philos. Journal* I, 344 mitgetheilt worden ist. Horner.

Gilb. Annal. d. Physik. B. 73. St. 1. J. 1823. St. 1.

A

2. An jeder eisernen Kugel giebt es jedoch einen größten Kreis, in dessen Ebene die Declinations-Nadel ungestört bleibt.

3. Die Ebene dieses größten Kreises ist von Nord nach Süd geneigt, in der Richtung des magnetischen Meridians, und bildet mit dem Horizonte einen Winkel, welcher dem Complement der magnetischen Neigung gleich ist. Wenn sich der *Mittelpunkt* der Magnetnadel in der Ebene dieses Kreises befindet, so hat sie dieselbe Lage als wenn keine eiserne Kugel da wäre *).

4. Wenn man diesen *Indifferenz-Kreis* als den *magnetischen Aequator der eisernen Kugel* betrachtet, so finden auf ihr auch magnetische Pole, Breitenkreise und Parallelkreise demselben entsprechend Statt. Man nehme als *ersten Meridian* denjenigen Breitenkreis an, welcher durch die Durchschnits-Punkte des magnetischen Aequators mit dem Horizonte, oder durch den magnetischen Ost- und West-Punkt geht, und bezeichne mit Δ die *Deviation der Compagnadel* an irgend einer Stelle an der Oberfläche der Kugel, deren magnetische *Länge* a und deren magnetische *Breite* b sey, so ist stets

$$\text{tang } \Delta = \sin 2b \cdot \cos a.$$

Magnetische Länge und Breite werden hierbei auf die Mitte der Compagnadel bezogen.

5. Das nämliche Gesetz findet Statt, wenn man sich die Mitte der Compagnadel als das Centrum ei-

*) Aus späteren, weiterhin zu erwähnenden Untersuchungen hat sich ergeben, daß jede eiserne Kugel einen zweiten größten Kreis ähnlicher Art in Beziehung auf die Neigungsnadel, und einen dritten in Beziehung auf beide Nadeln zugleich besitzt. G.

ner Kugel vorstellt, die auf eben diese Art eingetheilt wäre, und an deren Oberfläche sich der Mittelpunkt der Eisen-Kugel, oder wenn es ein Körper von anderer Gestalt ist, der *magnetische* Schwerpunkt desselben befände. Hieraus lassen sich auch bei jedem unregelmäßigen Körper die störenden Kräfte, je nach seiner Lage gegen den Compass und den magnetischen Meridian, bestimmen.

6. Die Tangenten der Deviation verhalten sich umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen beider Mittelpunkte (der Kugel und der Magnetnadel) von einander.

7. Bei Eisen-Kugeln von verschiedener Größe verhalten sich die Tangenten der Deviation gerade wie die Cubi der Durchmesser der Kugeln.

8. Es bezeichne d den Durchmesser der Kugel, D die Distanz ihres Centrums von der Mitte der Nadel, und A einen beständigen Coefficienten, der durch Versuche zu bestimmen ist; so hat man diesem zu Folge

$$\text{tang } \Delta = \frac{\sin 2b \cdot \cos a \cdot d^3}{A \cdot D^3} .$$

9. Dieser Satz gilt für eine bestimmte dirigierende Kraft der Magnetnadel, die von der magnetischen Neigung (J) abhängig ist. Ändert sich diese letztere aus J in J' (an einem andern Beobachtungsorte) so wird

$$\text{tang } \Delta = \frac{d^3}{A \cdot D^3} (\sin 2b \cdot \cos a) \frac{\cos \frac{3}{2} J}{\cos \frac{3}{2} J'} .$$

*) Daß in diesem Gesetze der Faktor $\frac{3}{2}$ der Inclination anders zu bestimmen, wahrscheinlich auch noch ein von der Intensität der magnetischen Kraft an den Beobachtungsortern abhängiger Faktor aufzunehmen ist, darüber einiges am Ende des nächstfolgenden Aufsatzes. *Gilb.*

10. Vermöge der Expansibilität des magnetischen Fluidums drängt sich dasselbe wie die Electricität nach der Oberfläche des Körpers. Daher ist die Anziehungskraft einer hohlen Kugel von sehr geringer Dicke, gleich derjenigen einer vollen soliden Kugel von eben demselben äußern Durchmesser. Diesen Satz hat Hr. Barlow durch den directen Versuch bewährt. Eine sehr dünne Kugel aus Eisen von 10 Zoll Durchmesser, die nicht über 23 Unzen wog, bewies die nämliche Anziehungskraft auf die Declinations-Nadel, wie eine solide Kugel von eben dem Durchmesser, deren Gewicht 128 Pfunde betrug.

11. Da die Tangenten der Deviation sich wie die Cubi der Durchmesser der anziehenden Körper verhalten, während die anziehende Kraft selbst nach der Oberfläche der Kugeln, oder nach dem Quadrat ihrer Durchmesser sich richtet, so folgt: „dafs die Quadrate „der Tangenten der Deviation sich wie die Cubi der „Kräfte verhalten.“

12. Eben dieses ergibt sich auch aus dem Gesetz der Entfernungen, wenn wir annehmen, „dafs die „Kraft im umgekehrten Verhältnifs der Quadrate der „Entfernungen ab- und zunehme.“ Denn da die Tangenten der Deviation sich umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen verhalten, die anziehenden Kräfte aber wie die Quadrate dieser Entfernungen, so folgt wie vorhin: dafs die Quadrate der Tangenten der Deviation, zu den Cuben der Kräfte in geradem Verhältnifs stehen.

Gestützt auf die vorstehenden Schlüsse, heifst es am Ende der Nachricht, aus welcher diese Sätze gezogen sind, hat Hr. Barlow einen höchst einfachen Ver-

sich ausgedacht, vermittelst dessen die störende Kraft der Schiffs-Kanonen auf den Compasß überall und jederzeit ohne Rechnung ausgemittelt werden kann, und seinen Vorschlag hat er der Admiralität zur Prüfung übergeben. Der Apparat dazu soll nicht volle 20 engl. Schillinge kosten.

Briefliche Nachschrift von Prof. Horner,
betreffend den Magnetismus des Eisens, die Inclinations-Beobachtungen auf Krusenstern's Entdeckungsreise, und einige der Oersted'schen electricisch-magnetischen Theorie günstige Natur-Erscheinungen.

Zürich d. 15 Mai 1822.

Sie haben, mein hochverehrter Freund, sich bisher mit so vieler Geschicklichkeit und so gutem Erfolge bemüht, den Lesern Ihrer schätzbaren Annalen eine möglichst vollständige und deutliche Uebersicht aller Entdeckungen und Theorien über den Magnetismus zu verschaffen, das ich mich besiere, Ihnen als einen kleinen Beitrag zu jenen Erörterungen, und zugleich als einen Tribut der Dankbarkeit für dieselben, nachfolgenden Auszug mitzutheilen, aus einer von Ihnen noch nicht benutzten kurzen Nachricht von des Professor Barlow's Entdeckungen über den Magnetismus der Eisen-Massen. Nicht nur zeichnen sich diese Untersuchungen durch eine gründliche mathematische Behandlung aus, sondern sie liefern uns auch in wenigen Sätzen, auf eine beinahe erschöpfende Weise, das Wesentliche der Erscheinungen, die in den neuern Zeiten über den Magnetismus der Eisen-Massen erkannt worden sind, über welchen, wie noch

über so manches Andere, auch die besten Lehrbücher uns im Dunkeln lassen.

Vor Allem ist es höchst auffallend, daß man in Compendien, so wie in Abhandlungen, noch immer von magnetischem und nicht magnetischem *Eisen* spricht, und den wesentlichen Unterschied, der hierin zwischen *Eisen* und *Stahl* besteht, ganz überieht. *Das reine Eisen ist niemals ein Magnet*, sondern es zeigt nur den *Magnetismus der Erde*, so wie eine Metallstange, die einem electrifirten Körper genähert wird, durch Atmosphären-Wirkung Electricität zu erkennen giebt. Die unserer arktischen Erdhälfte innewohnende Südpolarität, treibt das gleichnamige Fluidum in der Eisenstange nach dem entlegensten Ende, also nach Oben hin; während die Nordpolarität nach dem untern Ende hingezogen wird. Daher ist bei allen Eisen-Massen, gleichviel ob ihre Länge verticale oder horizontale Lage hat, immer die untere Seite nordpolarisch. Dieser Magnetismus ist *nicht inhärend*, sondern *wandernd*; er gehört nicht dem Körper, sondern *seiner Lage* an; er findet nach Prof. *Succow's* Versuchen sogar im glühenden Eisen Statt. Die Intensität desselben wächst mit der magnetischen Kraft der Erde, also mit der magnetischen Neigung, und ist daher am spürbarsten in höhern Breiten, oder in der Annäherung zum magnetischen Pole der Erde in der Baffinsbay, dagegen unmerklich in der Nähe des magnetischen Aequators. Jenseits dieses Aequators ist dieser Magnetismus der Lage entgegengesetzt, die Pole umgekehrt ertheilend.

Kapitän *Flinders* fand aus seinen Versuchen, daß das Maximum der Ablenkung ziemlich nahe $\frac{1}{5}$

der magnetischen Neigung betrug. Das konnte für Breiten bis 50° ohne bedeutenden Fehler angenommen werden; allein die Beobachtungen von Scoresby und Rose haben gezeigt, daß in höhern Breiten diese Regel unbrauchbar sey. Obgleich Flinders um diesen Gegenstand sich besonders verdient gemacht hat, indem er der Erste war, welcher nach den undeutlichen Vermuthungen von Cook und Wales, eigentliche Beobachtungen angestellt, und namentlich das entgegengesetzte Verhalten der Polaritäten des Eisens auf der Südhälfte der Erde außer Zweifel gesetzt hat; — so hatte er doch von der Natur der Sache selbst noch unrichtige Begriffe, indem er den Magnetismus des Eisens als inhärent anfaß, wie ihm die stählerne Neigungs-Nadel besitzt, und den Wechsel der Polaritäten beim Durchgang durch den Aequator von den häufigen Wendungen des Schiffes herleiten wollte.

Die deutschen Physiker Succow, Ebel und Heller in Fulda kamen der Sache näher; die beiden letztern wollen in der Neigung der Indifferenz-Linie, die im Eisen die obere Polarität von der untern scheidet, Veränderungen wahrgenommen haben, welche von kosmischen oder meteorologischen Einflüssen herrühren. Professor Barlow's Arbeit, deren Detail ich noch nicht kenne und das wir nach Hrn Brewster vermuthlich in den Philosoph. Transactions erhalten werden *), scheint mir den Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung zu umfassen. Seine Schlüsse stehen mit den Sätzen über die Wirkung anziehender Kräfte in genauem Zusammenhang, und von seinen

*) Man sehe den nächstfolgenden Aufsatz. G.

Behauptungen ist nur eine einzige, die noch der Bestätigung bedarf, wie Barlow auch selbst bemerkt, nämlich die, daß die Neigung des Indifferenz - Kreises überall dem Complement der magnetischen Neigung gleich sey.

* *

Daß Hr. Prof. Hansteen durch die wenigen in Krusenstern's Reise angeführten *Neigungs-Beobachtungen* auf ein irriges Resultat geführt worden ist, wie er im diesjährigen Januarhefte Ihrer Annalen S. 23 anführt, thut mir in der That leid. Ich hatte zu dieser Reise bei einem Durchflug über London, den ich während dem die Schiffe den Kanal passirten, machte, in der Eile nur ein Inclinatorium bei Adams kaufen können, bei welchem, nach Cavendish's Angabe, an einem rechtwinkligen Kreuz vier kleine Momente befestigt waren, aber so lose und veränderlich, daß ich bei dem Mißtrauen, das ich ohnehin in diese Vorrichtung setzte, bei welcher man Gefahr läuft, die Beobachtung selbst zu construiren, die meisten dieser Beobachtungen cassirt habe; so daß nur einige wenige in das Reise-Journal übergegangen sind. Erst in Kamtschatka wagte ich es, das leidige Kreuz abzunehmen, und mit einem Hufeisen-Magnet die Pole der Nadel umzuwenden, worauf ich denn die Momente auf die richtige Inclination einstellte. Der Orkan, in welchem an der Küste von Japan die hintere Seitenwand des Schiffes von den Wellen eingeschlagen, und das Schiff mit Wasser erfüllt wurde, zerstörte nebst andern auch dieses Instrument, so daß spätere Beobachtungen unmöglich wurden. In Betreff von *La Perouse's* Angaben scheint mir nöthig zu bemerken, daß

bei den in der Gegend des Nullpunkts der Inclination gemachten Beobachtungen, die im Journal angeführte Länge meist um ein paar Grade unrichtig ist, weil man sich des unsichern Berthoud'schen Chronometers No. 19 bediente, und der Herausgeber es unterließ, diese Längen nach Dagelet's Mond-Distanzen zu corrigiren.

* *

Noch wage ich es über einen andern Gegenstand eine kleine Bemerkung beizufügen. Sie betrifft die *Oersted'schen Versuche* und ihre Erklärung durch die *Spiral-Bewegung der Electricität*. So einfach diese *Theorie* jene Erscheinungen erklärt, und so sehr ihr auch die Versuche von Ampère, de La Rive, Yelin und Arago zu statten kommen, so lag doch in jener *Spiral-Bewegung* etwas für mich so Aufserordentliches und Ungewohntes, daß ich bisher zwischen dieser *Vorstellung* und der *Transversal-Theorie* unschlüssig blieb. Als ich aber vor einiger Zeit veranlaßt wurde, über *Wasserhosen* und *Wind-Tromben* die ältern und neuern *Beobachtungen* nachzulesen, fiel mir die bei Allen ohne Ausnahme vorkommende *Wirbelbewegung* des aufgethürmten *Wasserdunstes* oder *Erdstaubes* aufserordentlich auf. Das Ganze ist unzweifelhaft ein *Actus* einer sehr intensen, alle kleinern *Störungen*, die von der *Schwere*, oder *Ableitung*, oder sonst wo her kommen, überwältigenden, frei sich bewegenden *Electricität*. Sollte, dachte ich, dieses *Phänomen*, bei welchem wegen irgend einer uns unbekanntn *Urfache* die *electriche Ladung* nicht in *Funken* sich entledigt, uns nicht gerade den *Typus* darstellen, nach welchem dieses *Fluidum* in den *Leitern*

desselben sich fortbewegt? — Das schneckenförmige Aufsteigen des Wasserdunstes aus dem Meere in die Wolke ist durch die Beobachtungen von Dampier, von Cook und Forster, und von Michaud und Anderen deren Berichte in Ihren Annalen enthalten sind, als Thatfache verbürgt; für eine ähnliche Bewegung bei Landtromben spricht eine Beobachtung von Wilke *).

Ich gestehe, daß mir diese Bemerkung das Seltsame jener angenommenen Spiralbewegungen größtentheils zu beseitigen scheint, und ich möchte mit Kepler ausrufen: „*Nescio, quomodo mihi vim faciat ista similitudo.*“ Schade, daß uns die Beobachter nicht angeben, nach welcher Seite die schneckenförmige Umdrehung statt fand. Sollte etwa bei positiver Electricität der Trombe die Schnecke anders gewunden seyn, als bei negativer? anders auf der Nordhälfte der Erdkugel als auf der Südhälfte? Künftige Beobachtungen werden uns hierüber belehren. Immerhin scheint mir eine Erklärung nicht mehr bloß hypothetisch zu seyn, wenn ihre Realität in irgend einer Natur-Erscheinung selbst factisch nachgewiesen werden kann.

*) Noch mehreres über Wasserhofen von Hrn Hofrath Horner und Andern wird man in einem weiterhin folgenden Aufsatze finden. *Gilb.*
