III.

*Einige neue electrisch-magnetische Versuche gegen
die Ampère'sche Hypothese von den electrischen
Wirbel-Strömen,*

und mit einer durch Maschinen-Electricität erzeugten *Terolla*.

Viertes Schreiben an Gilbert,

von

Dr. G. G. SCHMIDT, Prof. d. Math. u. Phys.

Gießen d. 28 April 1823.

Die folgenden Versuche scheinen mir die Aufmerksamkeit der Physiker zu verdienen. Ich habe sie seit meinem letzten Schreiben angestellt, um den Einfluß künstlicher Magnete auf die Erregung des Magnetismus durch die Electricität genauer kennen zu lernen. Der Hypothese des Hrn Ampère von den electrischen Wirbel-Strömen sind sie, wie es mir dünkt, geradezu entgegen.

Versuch 1. Man klebe einen 2''' bis 3''' breiten Streifen Blattgold auf eine Glasplatte, lege quer darüber ein Stück einer Uhrfeder, 1'' bis 1½'' lang, das man vorher mit Lackfirniß bestrichen habe, und lasse den Entladungsschlag aus einer Leidner Flasche durch den Streifen Blattgold gehn. Indem sich das Gold oxydirt, wird die Uhrfeder magnetisch. Um in der Beschreibung der Lage der Pole kurz und allgemein verständlich zu seyn, will ich annehmen: der *unter* der Stahlfeder hergegangene positiv-electrische Strom sey

von Osten nach Westen gerichtet, so wird dann das nach Norden gekehrte Ende der Stahlfeder auch nordpolar seyn.

Versuch 2. Man richte alles wie vorher zu, lege aber den Goldstreifen quer über die Stahlfeder, führe dann den von der positiven Seite kommenden Entladungsschlag in der vorigen Richtung, d. i. von Osten nach Westen, über die Uhrfeder weg. Nun wird das südliche Ende derselben nordpolar. — Will man also haben, daß auch in diesem Falle das nördliche Ende der Stahlfeder nordpolar werden soll, so muß man dem positiv-electrischen Strome die entgegengesetzte Richtung, nämlich von Westen nach Osten, geben.

Man wird sagen, die Resultate dieser Versuche sind ganz im Sinne der Ampère'schen Hypothese. Wir wollen dieses für einen Augenblick annehmen, so läßt sich daraus im Geiste dieser Hypothese die weitere Folge ziehen: „Jeder hinlänglich kräftige electriche Strom besitzt das Vermögen, im Stahl den ihm ähnlichen electriche Strom hervorzurufen, der Stahl aber hat die besondere (bisher freilich unerklärliche) Kraft, den einmal hervorgebrachten electriche Strom festzuhalten, und zugleich in einen Wirbelstrom um seine Axe zu verwandeln.“ Unerklärlich nach den bisher bekannten Erscheinungen ist die hier dem Stahl beigelegte Kraft; denn wollen wir dem Stahl eine ganz besondere Anziehungskraft gegen electriche Ströme überhaupt zuschreiben, so sollte man doch wohl vermuthen, das Daseyn dieser Kraft müsse sich auch anderwärts kund geben. Oder, um mich deutlicher auszudrücken, wenn Magnetismus und Electricität ein und dasselbe Ding sind, warum ist der

Stahl ein so vollkommener Nicht-Leiter des Magnetismus, und gleich vielen andern Metallen ein sehr guter Leiter der Electricität? Doch wir wollen vorerst bei der Hypothese bleiben.

Versuch 3. Man richte alles wie in Versuch 1 zu, lege aber auf die Uhrfeder und die erste Glasplatte eine zweite Glastafel, und auf diese einen künstlichen *Magnetstab* in die verlängerte Richtung der Uhrfeder, dermaßen, daß der Nordpol des Magneten die nördliche Hälfte der Uhrfeder decke, der Südpol desselben aber so weit entfernt zu liegen komme, daß man seinen Einfluß außer Acht lassen kann, und führe nun die electriche Entladung durch den Goldstreifen. Das nördliche Ende der Uhrfeder wird nun nicht, wie in dem ersten Versuche, nordpolar, sondern wie in dem zweiten Versuche *südpolar*.

Die Ampere'sche Hypothese sagt aus, daß in jedem Magneten, den man sich in dem magnetischen Meridian gehörig gerichtet denkt, auf der untern Seite der electriche Strom von *Osten* nach *Westen* gehe. Dreht man also den Magneten um, und wendet den Nordpol desselben nach Süden, so gehn die untern Ströme von *Westen* nach *Osten*. Denken wir uns diese Ströme, wie im dritten Versuch, über der in dem magnetischen Meridian liegenden Uhrfeder, während zugleich unter derselben ein electricher Strom aus der Leidner Flasche von *Osten* nach *Westen* geht, so liegen nun beide Ströme in Hinsicht auf den zu erregenden Wirbelstrom homogen, müßten sich also wechselseitig unterstützen; dieses aber ist dem Resultate des Versuchs zuwider. Wollen wir an den Ampere'schen Wirbeln nicht künsteln und drehen, so

müssen wir folglich offenherzig gestehen, daß der Versuch der Hypothese widerspricht.

Versuch 4. Man richte wiederum alles wie in Versuch 1 zu, lege, nachdem man die Uhrfeder mit einer zweiten Glastafel bedeckt hat, den Südpol des künstlichen Magneten über die nördliche Hälfte der Uhrfeder, und führe dann den Entladungsschlag einer Leidner Flasche durch das Goldblättchen unter der Feder hin. Das nördliche Ende der Stahlfeder wird, wie in dem ersten Versuche, *nordpolar*, aber stärker.

Auch der Erfolg dieses Versuchs *widerspricht* der Ampère'schen Hypothese. Denn da hier der Südpol des Magneten nach Süden gerichtet war, so gingen seine untern Ströme von Osten nach Westen; und da sich diese über der Uhrfeder befanden, unter derselben aber der electriche Strom aus der Flasche ebenfalls von Osten nach Westen gekehrt war, so mußten beide Ströme in Hinsicht auf die Erregung des Wirbelstroms einander entgegen wirken, welches sie nach dem Versuche nicht thaten.

Wie leicht wird hingegen nicht die Erklärung dieser Erscheinungen, wenn wir annehmen sowohl der electriche Strom, als der künstliche Magnet wirken magnetisch-erregend auf die Uhrfeder. Wenn beide Kräfte wie in dem Versuch 4 nach einer Richtung gehn, so ist ihre Wirkung gleich der Summe der Kräfte; liegen diese Richtungen aber entgegengesetzt wie in Versuch 3, so ist die Wirkung gleich dem Unterschiede der Kräfte, welcher, unter Umständen, auch = 0 oder negativ werden kann.

Dafs der electriche Strom immer *transversal*, magnetisch erregend wirkt, und zwar in Beziehung auf seine Richtung nach derselben Seite immer dieselbe Polarität erzeugend, — das kann nicht weiter erklärt werden, wie so vieles andere in der Physik. Es ist Thatfache! Das aber scheint allerdings einer Erklärung zu bedürfen, warum sich die magnetisch-polaren Seiten eines electricheu Stromes umkehren, je nachdem man sich diesen Strom über oder unter einen Körper weggehend denkt, auf welchen er magnetisch erregend einwirkt. Folgende Vorstellung bietet vielleicht den Schlüssel zur Auflösung des Problems.

Es ist bekannt, dafs jede Anhäufung von Electricität, in den umgebenden Körpern die entgegengesetzte hervorbringt, und dafs sie durch diese Wirkung sowohl in Hinsicht ihrer Spannung, als auch ihrer Vertheilung und Bewegung selbst wieder modificirt wird. Man denke z. B. an den bekannten electricheu Versuch mit der Pflaumfeder, welche an einem Faden aufgehängt, sich rund um eine electriche Kugel führen läfst, und ihr immer dieselbe Seite darbietet, wie der Mond bei seiner Umdrehung um die Erde. Man erklärt die Erscheinung aus der electricheu Vertheilung, welche die electricirte Kugel in dem natürlichen Antheil der Electricität der Feder hervorbringt, wodurch das der Kugel zugekehrte Ende der Feder jederzeit die entgegengesetzte Electricität der Kugel hat und behält. Da aber jede Wirkung wechselseitig ist, so müssen wir zugeben, dafs, indem man die Feder rund um die Kugel führt, in dieser eine positiv electriche Welle oder Fluth entstehe, deren Axe jederzeit nach der Spitze der Feder gerichtet ist. Denken wir uns ei-

nen electricen Strom in Gestalt eines dünnen Parallelepipedons, welcher einen Leiter von prismatischer Gestalt durchfließt, und einen dritten Körper, in welchem der electriche Strom die entgegengesetzte Electricität durch Vertheilung hervorbringen könne, und der somit auf ihn anziehend zurückwirke; so wird, wenn man diesen Körper in einer auf der Axe des Prisma senkrechten Ebene in einem Kreise herum führt, der electriche Strom genöthigt seyn nach und nach, rund um, alle Seiten des Prismas zu durchfließen, und eben dadurch sich um seine Axe zu drehen. Schreibt man dem electricen Strome zwei entgegengesetzt magnetisch wirkende Seiten zu, so müssen sich auch diese um ihre Axe gedreht haben. Fließt also der electriche Strom das eine Mal oben, das andre Mal unten, übrigens nach gleicher Richtung bei einem auf ihn electricch einwirkenden Körper vorbei, so haben seine entgegengesetzt magnetisch wirkenden Seiten ihre Stellen mit einander vertauscht.

Ich müßte mich sehr irren, wenn man nicht durch diese Vorstellungsweise die electro-magnetischen Drehungs-Versuche auch erklären könnte.

Gießen d. 8 Juli 1823.

Vor kurzem habe ich es versucht, die Erscheinungen des Erd-Magnetismus an einer *künstlichen Terella*, oder vielmehr Armillar-Sphäre von Stahl, durch die Wirkung der Maschinen-Electricität zu erzeugen, und zwar mit dem besten Erfolg.

Ich ließ 6 Kreise $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, von $1\frac{1}{2}$ breiten Taschen-Uhrfedern verfertigen. Diese

Kreise wurden wie die Meridiane einer Ringsphäre an ihren Polen durch zwei kleine stählerne Axen verbunden. Die stählernen Kreise waren nämlich sämmtlich an ihren Polen durchbohrt, und durch die Oeffnungen der hier übereinander liegenden Kreise, wurden die beiden Axen gesteckt, die sich unten in eine Schraube mit einer Mutterschraube endigten. In der Richtung des Aequators lief inwendig an der Sphäre ein messingener Kreis herum, der mit Stiften an die stählernen Meridiane festgenietet war.

Nachdem ich die so zugerichtete Armillar-Sphäre gut mit Siegelack-Firnis überzogen hatte, wand ich einen mit Seide überspannenen Clavierdraht von Messing, an der südlichen Gränze der Aequatorial-Zone, anfangend von Osten nach Westen herum, nördlich aufsteigend, so daß die einzelnen Windungen $1\frac{1}{2}'''$ auseinander lagen, und sich an der nördlichen Gränze der Aequatorial-Zone endigten, in dem Meridiane, welcher, dem wo sie angefangen hatten, entgegengesetzt lag. Durch diesen Klavierfalten-Draht liefs ich nun in der Richtung der Windungen mehrere Male hintereinander einen starken Entladungsschlag aus einer geladenen electrischen Flasche gehn, indem der Anfang der Windungen mit der positiven, das Ende mit der negativen Seite der Flasche in Verbindung gesetzt wurde.

Der Erfolg war, daß die nördliche Hälfte der Kugel, d. i. die der Richtung von Osten nach Westen Rechts liegende, sich nun, wie ich es erwartet hatte, im *dem* Sinne nordpolar zeigte, daß sie den Nordpol der Magnetnadel zog, und den Südpol abstiefs. Die

südliche Hälfte wirkte umgekehrt. Der Aequator war indifferent. Eine kleine Neigungsnadel, die aus einem eisernen Klavierlauten-Drahte von 1" Länge bestand, welcher in seiner Mitte an einem Coconfaden aufgehängt und äquilibrirt war, neigte sich mit dem Nordpol in der nördlichen Hälfte der Kugel, mit dem Südpol in der südlichen Hälfte, und über dem Aequator schwebte sie horizontal.

Uebrigens waren die Meridiane der Ringkugel nicht alle gleich stark magnetisch geworden, und die Mittelpunkte der Anziehung fielen nicht genau in ihre Axen. Da aber meine Untersuchungen über die Lage ihrer magnetischen Pole, und über die Veränderungen derselben mit der Richtung und Stärke des electricischen Stromes noch nicht beendigt sind, so behalte ich mir vor hierüber das Weitere nächstens zu melden *).

*) Noch setze ich hier ein Paar Notizen aus dem ersten und aus dem zweiten dieser Briefe her: „Als ich diese Ostermesse in Frankfurt war, heisst es im ersten, sah ich bei Herrn Geh. Rath Sömmering zuerst die Seebeck'schen Apparate, und Hr. Sömmering hatte die Güte mir die Versuche damit vorzuzeigen, welche ich hier sogleich mit Erfolg wiederholte. Diese Erscheinungen sind höchst merkwürdig, und werden uns auch insbesondere in Hinsicht auf die Erklärung der atmosphärisch-tellurischen Electricität überhaupt, weiter führen.“ Und im zweiten: „Hrn Yelin's treffliche Versuche über die magneto-motorische Wirkung der flüssigen Säuren, so wie über den Thermo-Magnetismus der Metalle habe ich größtentheils mit Erfolg wiederholt“ . . . Die interessanten Bemerkungen, welche mir Hr. Prof. Schmidt über sie mitgetheilt hat, behalte ich indeß einem der folgenden Stücke vor. *Gilb.*