

IV. *Thermoelektrische Beobachtungen, mitgetheilt
in der Versammlung der Naturforscher und
Aerzte zu Hamburg 1830;
vom Professor Muncke in Heidelberg.*

Man hat bekanntlich oft von sehr geringen, den Messungen leicht entweichenden, Repulsionen des Lichtes, der Wärme u. s. w. geredet. Um ein Werkzeug zum Messen solcher verschwindend kleinen Kräfte zu besitzen, und wo möglich ihr Vorhandenseyn durch eigene Versuche auszumitteln, liefs ich mir eine Coulomb'sche Drehwaage verfertigen, welche aus einer Halbkugel von vorzüglich hellem und klarem Glase mit einem in verticaler Richtung aufgesetzten 18 Zoll hohen und 1,25 Zoll weiten gläsernen Cylinder besteht. Letzterer ist oben mit einer in 360 Grade getheilten elfenbeinernen Scheibe bedeckt, durch welche ein oben mit einem Zeiger versehener drehbarer Stift herabgeht. An das untere Ende des Stiftes ist mit etwas Gummi ein kurzer Seidenfaden zum Anknüpfen eines Coconfadens befestigt, welcher letztere in der Axe des Cylinders bis in die Halbkugel herabhängt, und 1,5 Zoll über der hölzernen, mit Stellschrauben zur horizontalen Richtung versehenen, Bodenscheibe einen gläsernen Waagebalken trägt. Der untere Rand der Halbkugel ist in einen zwei Linien tiefen, mit Leder ausgefüllerten Falz der genannten Scheibe so eingelassen, daß man die Halbkugel mit ihrem Cylinder um ihre verticale Axe leicht drehen kann. Der Waagebalken endlich besteht aus einem acht Zoll langen Glasstäbchen von kaum 0,2 Lin. Dicke, und trägt am einen Ende ein Kügelchen von Sonnenblumenmark, etwa eine Linie im Durchmesser haltend, am andern aber ist als Gegengewicht etwas Blattgold blofs mit Gummi unordentlich festgeklebt. We-

gen seiner Feinheit biegt er sich durch dieses und sein eigenes Gewicht etwas wenig. Es gelang mir, das untere Ende des Coconfadens so in der Mitte des Waagebalkens zu befestigen, daß dieser genau horizontal schwebt, und also außer der Bewegung in einer horizontalen Ebene auch eine in der verticalen gestattet *). Wenn man nun berücksichtigt, daß Bennet einen Spinnefaden mehrere tausend Male um seine Axe drehte, ohne einen meßbaren Widerstand desselben wahrzunehmen, und von einem Coconfaden wohl das Nämliche gilt, so ergibt sich hieraus die Feinheit des beschriebenen Apparates wohl von selbst.

Aus Mangel an Zeit zur unmittelbaren Anstellung der beabsichtigten Versuche stellte ich diesen Apparat auf einen Tisch an einem Fenster des physikalischen Cabinetes, und es war gerade damals, als Heidelberg das Glück hatte, die Versammlung der Naturforscher und Aerzte in seinen Mauern zu sehen, daß ich eine automatische Drehung des Waagebalkens wahrnahm, indem das Kügelchen entweder nach dem Fenster gegen Osten, oder nach dem Saale gegen Westen gerichtet war, und eine dieser Richtungen wieder annahm, um welchen beliebig großen Winkel ich auch die Halbkugel oder den Stift mit dem Coconfaden drehen mochte. Ich zeigte sogleich

*) Da diese feine Balancirung schwierig ist und viele Zeit raubt, so band ich bei allen später gebrauchten Waagebalken die beiden Enden eines kurzen Fadens ungezwirnter Seide, wie man solche von den Knopfmachern erhält, jedes in einem Abstände von etwa 0,75 Zoll von der Mitte des feinen Stäbchens fest, und knüpfte in die Mitte der hierdurch gebildeten Gabel das eine Ende des Coconfadens, vermittelst einer Schleife, fest. Durch Verschiebung des einen oder andern Endes des Seidenfadens auf dem Glasstäbchen läßt sich letzterer leicht in eine genaue horizontale Lage bringen; und überhaupt ist die ganze Arbeit seiner Herrichtung nicht schwierig, wenn man sie auf einem glatten Tische dem hellen Lichte gegenüber vornimmt, um den Coconfaden genau sehen zu können.

die räthselhafte Bewegung meinen speciellen Bekannten v. Horner und Kämtz, aber sie waren eben so wenig als ich selbst im Stande, die Ursache derselben anzugeben. Zufällig traf es sich, daß an allen Orten, wo ich den Apparat aufstellte, die Richtung des Waagebalkens allezeit auf den astronomischen oder magnetischen Meridian nahe genau perpendicular war, weil die sämtlichen gewählten Zimmer ihre Fenster nach Osten oder Westen gerichtet hatten. Um über den möglichen Einfluß dieser Meridiane Gewißheit zu erhalten, wählte ich eine Reihe Zimmer mit entgegengesetzter Lage der Fenster, und als der Waagebalken hierauf seine frühere Richtung um 90 oder 270 Grade änderte, würde ich die Ursache des Phänomens in dem Einflusse des Lichtes gesucht haben, wenn ich nicht gleichzeitig beobachtet hätte, daß die Drehungen eben sowohl bei Nacht als bei Tage erfolgten. Es blieb daher nichts übrig, als eine Wirkung der Wärmeströmungen anzunehmen, welches zugleich dadurch angezeigt wurde, daß die Drehung allezeit erfolgte, wenn die äußere Temperatur sich um 3 bis 5 Grade R gegen die im Zimmer änderte, wobei das Kügelchen allezeit der Richtung der Wärmeströmung entgegenstand.

Um hierüber Gewißheit zu erhalten, näherte ich der Halbkugel an verschiedenen Stellen erwärmte Körper, unter andern namentlich einen Rumford'schen blechenen Würfel mit heißem Wasser gefüllt, und durch dieses Experiment war sogleich das ganze Räthsel gelöst. So wie nämlich die stärkere Wärme auf das Glas wirkte, wurde dieses in einem solchen Grade elektrisch, daß es nicht bloß eine schnelle horizontale Drehung des Waagebalkens bewirkte, sondern sogar das Kügelchen mit sammt dem Waagebalken aus der Entfernung von einem Zoll bis zum Anschlagen anzog, in einigen Fällen sogleich, in andern erst nach einem mehrere Secunden dauernden Festhalten abstieß, nach einiger Zeit der Ruhe aus der ihm mitgetheilten Entfernung abermals anzog, kurz ihm genau sol-

che Bewegungen mittheilte, als solche Kugeln zu zeigen pflegen, wenn man sie einem mit Elektricität geladenen Conductor nähert.

Die Bewegungen leichter, durch Elektricität angezogener Körper sind, bei etwas stärkerer elektrischer Spannung, von einer so eigenthümlichen Beschaffenheit, daß ein geübter Beobachter sie von andern leicht zu unterscheiden vermag. Weil ich mir aber sogleich vornahm, die wahrgenommenen Erscheinungen weiter zu verfolgen, und mehrfache Bewegungen leichter Körper, durch Luftströmungen verursacht, bereits von Andern beobachtet sind, so suchte ich vor allen Dingen zuerst auszumitteln, ob die Luft alleinige oder mitwirkende Ursache der erwähnten Erscheinungen sey. Zu diesem Ende verfertigte ich einen zweiten Waagebalken auf die oben angegebene Weise, hing diesen unter einer Campana auf, setzte die letztere auf einen abzuschraubenden Teller der Luftpumpe und exantlirte bis auf zwei Par. Linien Differenz der Barometerprobe. Der Apparat zeigte die nämlichen Erscheinungen, und in gleicher Stärke, als der anfänglich gebrauchte, so weit hierüber nach bloßer Schätzung ohne eigentliche Messung entschieden werden kann. Eine etwas kleinere, gleichfalls für diese Versuche zugerichtete Campana von minder hellem Glase auf einem gläsernen Luftpumpen-Teller hat seitdem mehrere Monate in meinem Zimmer auf einem eigenen Gerüste gestanden, um den Einfluß mäßig geänderter Temperatur anhaltend wahrzunehmen. Obgleich anfangs nach dem Exantliren Alles völlig luftdicht verschlossen und gegen das Eindringen der äußeren Luft gänzlich gesichert zu seyn schien, so mußte dennoch die Exantlirung etwa nach acht Tagen wiederholt werden, weil dann die verdünnte Luft nur noch ungefähr die Hälfte der atmosphärischen Dichtigkeit hatte. Aber auch dieser veränderliche Zustand zeigte nicht den geringsten Einfluß auf die Drehungen des enthaltenen Waagebalkens.

In beiden exantlirten Campanen war zwar kein ab-

solutes Vacuum, und somit könnte man allerdings sagen, daß die gänzliche Abwesenheit einer Mitwirkung der Luft auf die beobachteten Bewegungen durch diese Versuche nicht strenge erwiesen sey; allein ich glaube, daß es eines solchen Beweises im vorliegenden Falle überhaupt nicht bedarf. Die durch Luftströmungen verursachten Bewegungen der auf die angegebene Weise verfertigten und aufgehängenen Waagebalken kann man leicht erhalten, wenn die Apparate gegen die frei von Außen eindringende Luft nicht hinlänglich verwahrt sind. In diesem Falle werden die Waagebalken durch das Gehen im Zimmer oder sonstige Ursachen in horizontale Drehungen versetzt, welche nach der Stärke der Einwirkung schneller oder langsamer sind, jederzeit allmählig abnehmen, und endlich den Waagebalken nach mehrmaliger Umdrehung durch einen ganzen Kreis an irgend einer willkürlichen Stelle zur Ruhe kommen lassen, aber mit diesen Drehungen haben die von mir beobachteten und der erregten Elektrizität beizumessenden bei einem auffallenden Unterschiede nur eine entfernte Aehnlichkeit. Wird nämlich der Halbkugel ein mäßig erwärmter Körper genähert, wozu selbst die natürliche Wärme des Beobachters unter geeigneten Umständen genügt, so nähert sich das Kügelchen mit unmerklich beschleunigter Geschwindigkeit der erwärmten Stelle, und bleibt dort ruhend, oder, wenn es vorübergeht, so kehrt es aus einer geringeren Entfernung, als die anfängliche war, wieder zurück, und kommt in der Regel nach einigen wenigen Oscillationen zur Ruhe. Hierbei könnten allerdings die durch Wärme erzeugten Luftströmungen eine Bewegung des Waagebalkens in der horizontalen Ebene zur Folge haben, wenn man annehmen wollte, daß die erwärmten Schichten aufstiegen, und daß dadurch die seitwärts befindlichen in den verlassenen Raum zu fließen vermocht würden; allein man muß wohl berücksichtigen, daß auch bei den anhaltendsten Beobachtungen zwischen den durch mehr oder weniger wirk-

same Ursachen erzeugten Bewegungen keine bestimmte Grenzscheidung bemerkbar war, indem sie vielmehr der wachsenden Stärke der wirkenden Ursache proportional an Stärke zunahmen, welches zu dem Schlusse berechtigt, daß sie insgesamt durch eine gleiche, mehr oder minder wirksame Ursache erzeugt wurden. Wenn ich aber der Campane den mit etwa bis 50° C. erwärmten Wasser gefüllten Würfel näherte, insbesondere aber wenn ich das Rouleau aufzog und die Sonnenstrahlen auf dieselbe fallen liefs, so erfolgte sehr bald nicht blofs eine schnelle Drehung des Waagebalkens, sondern das Kügelchen desselben wurde erst nach der erwärmten Stelle hingezogen, wenn es sich nicht schon derselben gegenüber befand, fuhr dann mit Heftigkeit durch einen Raum von einem Zoll und darüber gegen die Wandung des Glases, wurde daselbst zuweilen einige Secunden festgehalten, dann zurückgestofsen, demnächst nach dieser Anziehung, oder wenn dieselbe auch nicht stattgefunden hatte, in horizontaler Ebene rückwärts bewegt, niemals aber um 180° , selten über 90° , wie stark auch seine Bewegung seyn mochte; nach einiger Zeit erfolgte dann eine abermalige Bewegung nach der erwärmten Stelle des Glases, und auch wohl eine nochmalige Anziehung durch die Wandung desselben, die auch oft erst bei der zweiten oder dritten Oscillation stattfand, und so oscillirte das Kügelchen während der fortdauernden Erwärmung um den erwärmten Raum in vielfachen Richtungen mit unleugbaren Kennzeichen einer wechselnden Anziehung und Abstoßung. Solche einander entgegengesetzte Bewegungen sind aus Luftströmungen nicht blofs nicht erklärlich, sondern stehen mit denen durch diese Ursache erzeugten in einem unverkennbaren Widerspruche.

Daß also diese stärkeren Anziehungen des Kügelchens nicht von Luftströmungen herrühren, scheint mir hiernach völlig erwiesen, und es ist also nur die Frage, ob nicht die gewöhnlichen geringeren Bewegungen des

Waagebalkens ganz oder zum Theil dieser Ursache beizumessen seyn möchten. Auch dieses glaube ich auf das Bestimmteste verneinen zu müssen, und zwar aus folgenden Gründen. Zuerst findet, wie schon bemerkt wurde, zwischen den stärkeren und schwächeren Oscillationen keine bestimmte Grenzscheidung statt, sondern sie gehen von den geringsten zu den größten gleichmäfsig steigend in einander über, so dafs man sie insgesamt der nämlichen Ursache beilegen mufs. Zweitens ist es zwar unmöglich, den Versuch im absoluten Vacuo anzustellen, und hieraus einen entscheidenden Beweis herzunehmen; da aber die Erscheinungen sich in so bedeutend verdünnter Luft, als von mir angewandt wurde, gleichmäfsig als in der von atmosphärischer Dichtigkeit zeigen, so scheint mir auch hierdurch die Sache genugsam erwiesen. Endlich drittens mufs ich selbst die Möglichkeit vorhandener Luftströmungen, namentlich bei den geringeren Schwankungen, durchaus in Abrede stellen, und diese Erörterung ist ausserdem für die richtige Würdigung der gesammten Erscheinungen von größter Wichtigkeit. Die später zu erwähnenden Apparate standen dem Fenster niemals näher als in einem Abstände von 3 Par. Fufs in einem großen Saale von 12 einander gegenüber befindlichen Fenstern, worin also ungleich stärkere Luftströmungen, als in den engen, dicht verschlossenen Apparaten stattfinden mußten, der beschriebene Apparat mit der Halbkugel stand aber geraume Zeit mitten in einem großen, über 22 Fufs in's Gevierte haltenden Zimmer, folglich in mehr als 10 Par. Fufs Abstand vom Fenster. Es war mithin in allen diesen Fällen unmöglich, dafs die einander gegenüberstehenden Wandungen desselben eine so ungleiche Temperatur haben konnten, als zur Erzeugung von Luftströmungen überhaupt, viel weniger aber von solchen erforderlich gewesen wären, die den Waagebalken in Bewegung setzen, und demnächst an einer bestimmten Stelle festhalten konnten. Aber selbst ange-

nommen, die in der Richtung der Wärmeströmung liegenden Wandungen der Apparate hätten eine kaum merklich höhere Temperatur angenommen, und hierdurch ein Aufsteigen der sie berührenden Luftschichten veranlaßt, so konnte jeder Berechnung nach die hierdurch in so engen und festverschlossenen Räumen erzeugte Bewegung auf keinen Fall stark genug seyn, um das oft 90° und mehrere bis 180° entfernte Holundermarkkügeln in horizontale Bewegung zu versetzen, auf allen Fall aber wäre dieses den mechanischen Gesetzen ganz zuwider, wenn der Abstand genau 180° betrug, und doch war bei den durch den Wechsel der inneren und äußeren Temperatur bedingten Drehungen dieses der gewöhnliche Stand des Waagebalkens. Wollte man auf diese Argumentation den Einwurf gründen, daß hiernach auch die Elektrizität keine Bewegungen erzeugen könne, so ist diesem zu entgegnen, daß diese Potenz attractiv und repulsiv wirkt, und wenn also nicht etwa ein Punkt, sondern eine Fläche an jeder der gegenüberstehenden, in der Richtung der Wärmeströmung liegenden Wände der Apparate elektrisch erregt wird, so muß nothwendig eine Bewegung des Waagebalkens, und zwar allezeit die leichtere, nämlich in horizontaler Richtung, erfolgen. Endlich läßt sich aber aus der Kleinheit der elektrischen Spannung kein Argument hernehmen, denn eben hierin liegt das Merkwürdige der Phänomene, daß eine so geringe Wärmedifferenz und die hierdurch erzeugte, anderweitig ganz unneßbare Wärmeströmung dennoch hinreichend ist, um eine Elektrizität zu erregen, welche die im höchsten Grade leichte Bewegung des Waagebalkens erzeugt.

Wenn also nach diesen überwiegenden Gründen sowohl die bereits erzählten, als auch die später zu erwähnenden Erscheinungen der durch Wärme erregten Elektrizität beizumessen sind, so folgt hieraus von selbst, daß die durch Mark Watt *) beobachteten Anziehungen des

*) *Edinb. Phil. Journ.* 1828.

Sonnen- und sogar des Monden-Lichtes, welche mein verehrter Freund Pfaff *) nach seinen Versuchen den Wärmestrahlen beimisst, keine andere, als die oben beschriebenen sind, bei denen der von mir gebrauchte ungleich feinere Apparat sogleich die eigentliche Ursache richtig aufzufinden gestattete **). Man darf hiernach ferner keineswegs nach Barlocchi ***)) blofs den farbigen Sonnenstrahlen eine eigenthümliche Elektricität beilegen, noch viel weniger mit Matteucci †) behaupten, die Wärme mache das Glas nicht elektrisch, sondern die Sonnenstrahlen besäfsen selbst die Elektricität. Uebrigens waren die Apparate des Letzteren, welcher den Knopf des Blattgoldelektrometers mit einer erwärmten Glastafel berührte, für solche Versuche keineswegs empfindlich genug.

Hätte ich durch die bisher erzählten Versuche nichts weiter ausgemittelt, als dafs die Wärme das Glas elektrisch mache, also die Zahl der thermo-elektrischen Erscheinungen blofs um eine einzige vermehrt, so dürfte der Gegenstand kaum der öffentlichen Bekanntmachung werth seyn; allein das Ganze scheint mir allerdings von grofser Bedeutung zu seyn, die gemachten Erfahrungen führten mich nämlich zu der Betrachtung, ob vielleicht mehrere oder alle Körper, mithin auch diejenigen, welche die Erdkruste bilden, auf die angegebene Weise thermo-elektrisch seyn möchten, so dafs durch die wechselnde Wärme und namentlich die Sonnenstrahlen auf

*) Schweigg. Journ. Bd. LXVI.

**) Ob Fresnel's merkwürdige Beobachtungen über eine Repulsivkraft der Wärme in *Annal. de Chim. et Phys. T. XXIV. p. 57.* (dies. Ann. Bd. 80. S. 355.) auch unter diese Klasse gehören, wage ich nicht mit Gewifsheit zu entscheiden. Möglich ist es wenigstens.

***) *Quarterly Journ. of Sc. New. Ser. N. II. p. 173.*

†) Ferussac, *Bulletin. Math.* 1829, N. XII. p. 420. Schweigg. Journ. Bd. LVIII. p. 67.

unserer Erde Elektrizität erzeugt, und diese dadurch zu einem Magnete gemacht werde; eine Hypothese, welche zwar verschiedentlich, namentlich auch von Ampère, geäußert, aber durch keine entscheidende Versuche bestätigt ist. Die Möglichkeit einer solchen Wirkung mußte schon dadurch sich der Wahrscheinlichkeit nähern, daß einige aus dem Holze des Bodenbrettes abgegebene, an den inneren Wandungen der gläsernen Halbkugel niedergeschlagene Feuchtigkeit, wonach also die in derselben eingeschlossene Luft das Maximum ihrer Sättigung mit Wasserdampf zeigte, die elektrischen Wirkungen nicht schwächte, vielmehr zu verstärken schien, wenn dieser Schlufs anders gültig ist, da der Niederschlag allezeit nur nach directer Einwirkung der Sonnenstrahlen stattfand, denn im Schatten zog vielmehr das Holz die Feuchtigkeit wieder an.

Der Lösung des fraglichen Problems, ob die Bestandtheile der Erdrinde durch Erwärmung gleichfalls elektrisch werden, oder ob diese Eigenschaft bloß dem Glase eigenthümlich sey, stellte sich sogleich eine bedeutende Schwierigkeit entgegen, nämlich die zur Erdkruste gehörigen Körper auf eine geeignete Weise in Untersuchung zu nehmen. Vor allen Dingen fiel mir ein, die Frage zunächst in Beziehung auf das Eis zu beantworten, da dieses einen so großen Theil des Erdballs bedeckt, und ich benutzte daher die anhaltende große Kälte des vorigen Winters zu Versuchen hierüber. Zu diesem Ende ließ ich zwischen zwei metallenen Gefäßen einen hohlen Cylinder Eis gefrieren, erwärmte dann zuerst den inneren hohlen metallenen Cylinder von Innen durch Schwämme mit heißem Wasser getränkt, und zog diesen heraus, nachdem er sich allseitig losgelöst hatte, dann eben so den äußeren, und es glückte mir, einen schönen hohlen Eiscylinder von 10,8 Zoll äußerem und 10 Zoll innerem Durchmesser, also von 0,8 Zoll Dicke zu erhalten, welcher 18 Zoll Höhe hatte, und bei der heftigen Kälte in

einer blechenen Schüssel mit etwas Wasser sofort fest fror, so daß er inwendig und auswärts bis an den 2 Z. abstehenden Rand der Schüssel einen zolldicken Boden von Eis hatte. Um den störenden Einfluß des Luftzuges abzuhalten, deckte ich über den Cylinder eine in ihrer Mitte durchbohrte Spiegelscheibe, und liefs diese auf demselben dadurch festfrieren, daß ich bei einer Temperatur von -12° R. eiskaltes Wasser mittelst der Spitze einer Pipette zwischen die Scheibe und den oberen Rand des Cylinders fließen liefs, welche Operation mit solcher Leichtigkeit bewerkstelligt wurde, daß ich das Wasser sich in dem ungleich weiten Zwischenraum ausbreiten und im Augenblicke zu Eis werden sah. Ueber das in der Mitte der Spiegelscheibe befindliche Loch wurde eine kleine, mit einem langen, oben durch einen Korkstüpsel verschlossenen Halse versehene Campana mit etwas Pomade dicht schließend gestellt, von dem Korke aber hing ein kurzer Seidenfaden herab, um an diesen bequem den Coconfaden zu knüpfen, welcher am andern Ende den 8 Zoll langen feinen Waagebalken mit einer Kugel von Sonnenblumenmark am einen, und etwas Blattgold zum Balanciren am andern Ende trug, so daß derselbe 14 Z. tief unter der Glasscheibe schwebte, um einen möglichen Einfluß der letzteren zu vermeiden. Diesen so vorgeordneten Apparat stellte ich neben den oben beschriebenen auf einen gemeinschaftlichen Tisch, um das Verhalten beider mit einander zu vergleichen. Ueber vier Wochen lang setzte ich diese Beobachtungen fort, und bemerkte mit innigem Vergnügen, daß das Eis allerdings gleiche Wirkungen mit dem Glase zeigte, indem die Kügelchen beider Waagebalken nach dem Zimmer hin gerichtet waren, wenn die Wärme in diesem die äußere um 3° bis 4° R. übertraf, und im entgegengesetzten Falle ihre Richtung umkehrten. Die Wirkung war vorzüglich stark, wenn an heiteren Tagen die Sonnenstrahlen zwischen 9 bis 11 Uhr die Wandungen des Eiscylinders tra-

fen, aber die geringeren Wirkungen hörten auch dann nicht auf, als das Eis bei wiederkehrender Wärme zu schmelzen anfang, bis ich den Apparat aus einander nehmen mußte, um das Zerbrechen der Scheibe beim stärkeren Schmelzen des Eises zu vermeiden.

Der hiernächst construirte Apparat war ein Cylinder von dicker Pappe, 12 Zoll im Durchmesser und 10 Zoll hoch, mit einem Boden von derselben Substanz, welcher mit der eben genannten Spiegelscheibe vermittelst zwischengelegten Leders zur Abhaltung jeder Luftströmung bedeckt wurde, und in welchem der Waagebalken auf die angegebene Weise 2 Zoll über der Bodenfläche schwebte. Auch bei diesem Stoffe blieben die Drehungen nicht aus, waren jedoch ungleich schwächer als beim Eise und beim Glase.

Um eine, den Bestandtheilen der Erdrinde etwas näher stehende Substanz in Untersuchung zu nehmen, wählte ich Töpferthon, liefs aus diesem einen 14 Zoll hohen und 11,5 Z. weiten Cylinder von nahe genau 0,6 Zoll Dicke der Wandungen verfertigen, welcher blofs an der Sonne so weit getrocknet war, dafs er sich selbst und den Druck der Glasscheibe trug, hing in diesem den Waagebalken auf die angegebene Weise 4 Zoll über der Bodenfläche schwebend auf, und stellte ihn gleichfalls neben den zuerst beschriebenen gläsernen Apparat. Zum Beweise, dafs einige Feuchtigkeit die Wirkung nicht hindere, diente dabei der Umstand, dafs ich den oberen Rand des hohlen Cylinders benetzte und mit einer Lage ganz weich gemachten Thones bedeckte, um auf diesem die Spiegelscheibe zur Sicherung gegen den Luftzug festzukleben und von Aussen zu verschmieren. Sobald der Apparat in hinlängliche Ruhe gekommen war, also vor dem Eintritte seiner sogenannten Lufttrockenheit, welche jedoch bei damals herrschender grofser Sommerwärme, obgleich im Schatten, ziemlich bald erfolgen mochte, also sobald der Unterschied der Temperatur auf seine Wau-

dungen eingewirkt hatte, zeigten sich auch bei diesen die regelmäßigen Drehungen und Richtungen des Waagebalkens. Seit etwa der Mitte des Monats Juli bis zu Anfang Septembers habe ich diesen noch jetzt vorhandenen Apparat viel beobachtet, und neben den durch gewöhnlichen Temperaturwechsel bewirkten Bewegungen bedeutend starke dann wahrgenommen, wenn die Sonnenstrahlen selbst nur durch ein leinenes Rouleau oder unter diesem hin nur auf einem geringen Theil des Cylinders auffallend die eine Seite desselben erwärmten.

Alle bisher mitgetheilte Beobachtungen sind untrüglich und vollkommen sicher, können auch ausserdem leicht controlirt werden, sobald sich Jemand die Mühe geben will, die eben aus dieser Ursache genau beschriebenen Apparate nachzumachen. Eine Messung der Stärke, womit die elektrischen Repulsionen bei den verschiedenen Körpern den Waagebalken bewegten, könnte zwar aus dem Gewichte des Waagebalkens, seiner Länge und der Geschwindigkeit seiner Bewegung erhalten werden; die Bestimmung der letzteren würde jedoch nicht bloß schwierig, sondern wahrscheinlich ganz unmöglich seyn, da sie allzu regellos, im Allgemeinen langsam, und nur in den Fällen starker elektrischer Erregung bedeutend geschwind ist. Dürfte man auf eine nur wenig genaue Schätzung einigen Werth legen, so würde ich die elektrische Erregung des Glases durch 10, des Thones durch 4, des Eises durch 3 und der Pappe durch 1 ausdrücken. Diese Angabe gilt jedoch bloß in sofern, als die elektrischen Erregungen der vier genannten Substanzen im Maximo verglichen werden; wenn man aber berücksichtigt, daß die Beobachtungen beim Eise bloß während der heftigen Kälte angestellt wurden, als das Glas sich minder erregbar zeigte, so möchte ich das Verhältniß zwischen Eis und Glas durch 1 zu 2 ausdrücken. Die Temperatur hat allerdings einen großen Einfluß auf diese Erscheinungen, allein keineswegs in der Art, daß die Stärke

der Repulsionen den Graden der Wärme direct proportional zu setzen wäre, so bedeutend auch die Sonnenstrahlen bei heiterem Himmel hauptsächlich zur Erregung des Glases wirken. Uebrigens aber glaube ich, namentlich während der großen Hitze der Monate Juni und Juli, eher eine Verminderung als eine Vermehrung der Erregungsfähigkeit des Glases und auch des Thones wahrgenommen zu haben; am merkwürdigsten aber schien es mir, daß sowohl beim Glase, als auch beim Eise die Bewegungen des Waagebalkens erfolgten, wenn bei einer Temperatur von -18° R. die Wärme in Saale um 3° bis höchstens 5° von der äußeren verschieden war.

Somit haben also nicht bloß die oben erwähnten Beobachtungen anderer Physiker durch die hier mitgetheilten Versuche eine bestimmte Deutung erhalten, sondern es ist auch factisch erwiesen, daß durch den täglichen Wechsel der Temperatur und hauptsächlich den Einfluß der Sonnenstrahlen Elektricität in den untersuchten Körpern erregt wird. Wenn man nun überlegt, daß unter diesen auch Eis und Thon sind, so scheint es mir nothwendig anzunehmen, daß eben diese und ihnen verwandte Substanzen auch auf unserer Erde einer gleichen Einwirkung, namentlich durch das regelmäßig wechselnde Auffallen der Sonnenstrahlen, unterworfen sind. Die hierdurch erzeugte elektrische Erregung kann an jedem einzelnen Orte nicht anders als geringe seyn, wie sie auch bei einem einzelnen Volta'schen Elektromotor sich kaum wahrnehmbar zeigt; wenn man aber die Größe der in Conflict kommenden Oberfläche, namentlich die unermesslichen Eisfelder unter höheren Breiten berücksichtigt, so kann man nicht wohl umhin, diese Wirkung für bedeutend genug zu halten, um den Magnetismus der Erde daraus abzuleiten, und es wäre dieses dann die von Ampère hypothetisch angenommene stete Strömung der Elektricität von Osten nach Westen, erzeugt durch den täglichen Umlauf der Sonne. Es bietet sich hierbei sogleich

eine Bemerkung dar, welche zu nahe liegt, als daß sie übersehen werden könnte. Ist nämlich die durch Temperaturerhöhung erregte Elektricität die positive, oder darf man vielmehr annehmen, was ungleich wichtiger ist, aber auch aus den Versuchen unmittelbar hervorgeht, daß der die Erde umkreisende elektrische Strom dem Fortgange der täglichen Erwärmung der Erdkruste durch die Sonnenstrahlen folge, so muß, in Gemäßheit der durch Erfahrung begründeten elektro-magnetischen Gesetze, der astronomische Nordpol der Erde südpolarischen Magnetismus erhalten, wie sich dieses auch in der Wirklichkeit findet. Die täglichen Variationen der Declinationsnadel fallen gleichfalls mit dieser Erklärung unmittelbar zusammen, in wiefern aber die sonstigen Veränderungen des tellurischen Magnetismus damit in Einklang zu bringen sind, muß fernerer Untersuchungen anheim fallen.

V. *Ueber eine Methode die Variationen in der Richtung der tellurisch-magnetischen Kraft zu messen, und über einige Anwendungen derselben; von Ludwig Moser.*

Wenn es sich darum handelt, die Veränderungen der Declination zu finden, so kann dieß direct geschehen, sobald die angewandte Nadel eine Länge hat, die der Kleinheit dieser Veränderungen entspricht. Aber ein solches directes Verfahren ist nicht mehr möglich, wenn die Variationen der Neigung beobachtet werden sollen. Die Unsicherheit des Ablesens überwiegt so geringe Größen als diese Variationen in unseren Breiten sind, und man muß daher eine Methode haben, wodurch dieselben hinlänglich vergrößert werden. Denn wichtig sind die täglichen und jährlichen Veränderungen der Inclination; ja sie haben eine Seite der Bedcutung, die denen der Declination