

dem Obigen nach nicht ohne Weiteres angenommen werden darf, daß diese ebenso von den bisherigen Formeln abweichen, wie die Gleichgewichtsgesetze.

---

IV. *Ueber die Ursache der täglichen regelmässigen Variationen des Erdmagnetismus;*  
*von Dr. Lamont.*

---

**W**ährend des langen Zeitraumes, der verflossen ist, seit Graham zum ersten Male die tägliche Bewegung der magnetischen Declination erkannte, sind viele Versuche gemacht worden, dieses merkwürdige Phänomen zu ergründen; in gleicher Weise haben auch die Aenderungen der horizontalen Intensität und Inclination, seitdem sie von Hansteen und Kupffer durch Beobachtung sind nachgewiesen worden, die Aufmerksamkeit und das Nachdenken der Physiker beschäftigt. Man kann indessen kaum sagen, daß wir jetzt noch einer annehmbaren Erklärung näher gekommen sind.

Von Denjenigen, welche eine Erklärung aufzustellen sich bemühten, haben die meisten von galvanischen oder thermomagnetischen Strömen gesprochen, die an der Erdoberfläche durch die Sonnenwärme entstehen, und sich daselbst fortpflanzen sollen. Es hat indessen bisher keinen Physiker gegeben, der durch Anwendung von Wärme in gemischten Materialien, wie sie an der Erdoberfläche sich vorfinden, einen galvanischen Strom hervorgebracht hätte. Entständen aber auch wirklich solche Ströme, so wäre doch wohl zu vermuthen, daß nach der verschiedenartigen Beschaffenheit der Oberfläche ihre Fortpflanzung und mithin auch ihre Wirkung verschieden seyn würde. Die Erfahrung aber lehrt, daß auf dem Meere, wie auf dem festen

Land, in der Höhe, wie in der Tiefe überall nahe gleiche Wirkung sich zeigt. Noch ein Punkt verdient hier erwähnt zu werden. Das Innere der Erde besteht aus Stoffen von sehr großer specifischer Schwere, also höchst wahrscheinlich aus Metallen, die sämmtlich, so weit uns bekannt, bessere Leiter sind als die Stoffe der Erdoberfläche. Ich begreife demnach nicht, warum, wenn auf der einen Erdhälfte die größte Wärme, auf der andern die größte Kälte ist, und dazwischen eine galvanische Spannung entsteht, der Strom *um* die Erde herumgehe, und nicht lieber *durch die Mitte* dem bessern und kürzern Leiter folge, wobei natürlich gar keine Wirkung auf eine an der Oberfläche befindliche Nadel hervorgebracht würde.

Eine andere Schwierigkeit wäre diese, daß die galvanische Strömung sehr stark angenommen werden müßte, um die Einwirkung, die wir wahrnehmen, zu erklären, und es nicht wohl begreiflich wäre, daß ein starker Strom sich nicht auf sonstige leicht wahrnehmbare Weise äußern sollte. Will man aber, um dieser Schwierigkeit auszuweichen, annehmen, daß der Strom tief unter der Erdoberfläche sich fortpflanze, so wäre dann zu erklären, wie die Wärme, die während des Tages nur ein paar Zoll in die Erde eindringt, diesen Strom erzeugen sollte.

Barlow, der selbst mit solchen Hypothesen sich beschäftigte, bemerkt sehr richtig und treffend, daß die magnetischen Phänomene sich recht schön durch galvanische Ströme erklären ließen, wenn wir nur den Apparat nachweisen könnten, wo die Ströme sich erzeugen, und die Leitung, durch welche sie in so geregelter Weise sich fortpflanzen.

Die mannigfachen Einwendungen, die gegen die Zulässigkeit galvanischer Ströme sich vorbringen lassen, haben mich veranlaßt, andere Erklärungswege zu suchen, und ich bin dabei auf folgende Hypothese gerathen. Bekanntlich hat Bessel an dem Halley'schen Kometen das Vorhandenseyn einer Polarkraft als in hohem Grade wahrscheinlich nachgewiesen; auch Sir J. Herschel ist durch die Erschei-

nungen, die eben dieser Komet nach seinem Durchgange durch das Perihel dargeboten hat, zu demselben Resultate gelangt <sup>1</sup>). Die Phänomene erfordern, daß man der Sonne eine Kraft beilege, vermöge welcher sie einen Theil der Kometen-Materie anzieht, einen andern Theil abstößt. Unter den uns bekannten Kräften giebt es nur eine einzige, die unter ähnlichen Verhältnissen bestehen, und die Wirkung hervorbringen könnte, nämlich die Elektrizität <sup>2</sup>). Wir hätten demnach anzunehmen, daß die Sonne eine große Menge Elektrizität — (wir wollen sagen positiver Elektrizität) — besitze, die Kometen aber in Folge dessen durch Induction elektrisch werden, und die beiden Elektrizitäten darin sich scheiden. Ist nun die Sonne wirklich so stark positiv elektrisch, so wird sie auch auf die Elektrizität, die in unserer Erde jedenfalls in großer Menge vorhanden seyn muß, Einfluß haben, und zwar wird auf der Seite, welche der Sonne zugewendet ist, die negative, auf der entgegengesetzten Seite (der Nachtseite) die positive Elektrizität sich ansammeln, und eine mächtige elektrische Welle oder elektrische Strömung, der man allerdings Einfluß auf den magnetischen Zustand zuschreiben dürfte, wird sich in 24 Stunden um die Erde herumziehen, sowohl im Innern als in der Atmosphäre <sup>3</sup>). Ich unterlasse es, die Verhältnisse wei-

1) Bessel, Astron. Nachr. No. 300. — Sir J. Herschel, *Observations at the Cape of Good Hope* p. 407. Früher hatte man schon Versuche gemacht, die Phänomene der Kometenschweif durch eine Polarkraft zu erklären.

2) Es ist *möglich*, daß ein Körper nördlichen oder südlichen Magnetismus *allein* haben könnte: unter dieser Voraussetzung dürften wir auch die Polarkraft der Sonne für eine magnetische annehmen. Auf der Erde kommt übrigens südlicher oder nördlicher Magnetismus allein nicht vor.

3) Die elektrische Welle würde am Aequator mit einer Geschwindigkeit von 1427 Par. Fufs sich fortpflanzen. Daß ein elektrischer Strom unter solchen Bedingungen auf eine Magnetnadel Einfluß haben müsse, ist mir sehr wahrscheinlich, jedoch müßte erst der Versuch entscheiden. Der Versuch wäre auch nicht schwer anzustellen. Man dürfte nur eine in der Nähe des Conductors einer Elektrisirmaschine befindliche und durch Vertheilung elektrisirte Kugel mittelst eines Getriebes in schnelle Drehung versetzen. Wollte man die Geschwindigkeit herausbringen, wie

ter zu entwickeln, weil es nicht meine Absicht ist, in diesem Aufsätze die Zahl ungenügend begründeter Hypothesen und Speculationen zu vermehren, sondern eine aus der Beobachtung gewonnene Thatsache darzulegen, welche bei der künftigen Forschung zu beachten seyn wird. *Ich will nämlich nachweisen, daß eine Kraft, die an der Erdoberfläche in 24 stündiger Periode sich herunterzieht, und nach allen Richtungen umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung, wirkend, das eine Ende der Nadel eben so stark anzieht, als sie das andere abstößt, die magnetischen Variationen, wie sie die Beobachtung gegeben hat, nicht hervorbringen könne.* Ich beziehe mich zu diesem Behufe zunächst auf die von mir in Dove's Repert. Bd. VII. S. XCII — C gegebenen Entwicklungen.

Wir wollen hiernach die magnetischen Variationen an einem gegebenen Beobachtungsorte ausdrücken, durch zwei horizontale Componenten  $\delta X$  (Nordvariation) und  $\delta Y$  (Westvariation) und durch eine verticale Componente  $\delta Z$  (Verticalvariation), und uns vorstellen, daß diese Wirkungen hervorgebracht werden durch magnetische Molecüle, die nach bestimmten Gesetzen im Raume vertheilt sind. Die Distanz eines solchen Molecüls  $dm$  vom Beobachtungsorte sey  $= \rho$ , so ist die Anziehung  $= \frac{dm}{\rho^2}$ . Es sey das Azimut des Molecüls  $= \alpha$ , dessen Radius Vector (Entfernung vom Erdmittelpunkte)  $= r'$ , der Radius Vector des Ortes  $= r$ , und der von  $r$  und  $r'$  eingeschlossene Winkel  $= \eta$ , so hat man  $\rho^2 = r^2 - 2rr' \cos \eta + r'^2$ , und wenn man die Anziehung der einzelnen Molecüle  $\frac{dm}{\rho^2}$  nach den für die magnetischen Variationen angenommenen Axen zerlegt, so hat man:

bei der Erde, so müßte bei 1 Par. Fufs Durchmesser die Kugel 454 Umdrehungen in der Secunde machen. Es ist noch zweckmäßig, zu bemerken, daß die Leitungsfähigkeit im Innern der Erde nicht allenthalben gleich, in der Atmosphäre aber bedeutend geringer ist, als in der Erde. Alle diese Umstände ließen sich, wie ich glaube, mit den Resultaten der Beobachtungen vereinbaren.

$$\begin{aligned}\delta X &= \int \frac{r' \sin \eta \cos \alpha \, dm}{\rho^3}, \\ \delta Y &= \int \frac{r' \sin \eta \sin \alpha \, dm}{\rho^3}, \\ \delta Z &= \int \frac{(r - r' \cos \eta) \, dm}{\rho^3}.\end{aligned}$$

Wir wollen nun annehmen, daß die magnetischen Molecüle eine dünne, mit der Oberfläche concentrische und nur um die kleine GröÙe  $rh$  davon entfernte Kugelschale bilden; daß ferner diese Kugelschale in 24 Stunden mit gleichförmiger Bewegung sich um die Axe der Erde (die wir als ruhend betrachten) drehe. Setzen wir dann der Einfachheit wegen  $r = 1$ , so können wir den obigen Ausdrücken folgende Form geben:

$$\begin{aligned}\delta X &= \int \frac{\sin \eta \cos \alpha \, dm}{2\sqrt{2} (1 - \cos \eta)^{\frac{3}{2}}} + h \int v \, dm \\ \delta Y &= \int \frac{\sin \eta \sin \alpha \, dm}{2\sqrt{2} (1 - \cos \eta)^{\frac{3}{2}}} + h \int v' \, dm \\ \delta Z &= \int \frac{dm}{2\sqrt{2} (1 - \cos \eta)^{\frac{1}{2}}} + h \int v'' \, dm,\end{aligned}$$

wo  $v$ ,  $v'$ ,  $v''$  Functionen von  $\eta$  und  $\alpha$  sind.

Um die Untersuchung weiter fortzusetzen, ist es nöthig, ein anderes Coordinaten-System einzuführen. Wir bezeichnen demnach die (westliche) Länge des Ortes mit  $\lambda$ , dessen Nordpol-Distanz mit  $u$ , die (westliche) Länge des Molecüls  $dm$  im Augenblicke des mittlern Mittags mit  $\lambda'$ , und um die Zeit  $t$  mit  $\lambda' + nt$ , dann die Nordpol-Distanz des Molecüls mit  $u'$ ; alsdann haben wir:

$$\begin{aligned}\cos \eta &= \cos u \cos u' + \sin u \sin u' \cos (\lambda' - \lambda + nt). \\ \sin \eta \cos \alpha &= \sin u \cos u' - \cos u \sin u' \cos (\lambda' - \lambda + nt). \\ \sin \eta \sin \alpha &= \sin u' \sin (\lambda' - \lambda + nt).\end{aligned}$$

Werden diese Ausdrücke in den Gleichungen für  $\delta X$ ,  $\delta Y$ ,  $\delta Z$  substituirt, so sieht man, daß von  $\delta X$  auf die übrigen Variationen, unmittelbar und unabhängig von dem Vertheilungs-Gesetze, nicht übergegangen werden kann; daß

gegen läßt sich zwischen den ersten Gliedern der Werthe von  $\delta Y$  und  $\delta Z$  ein einfaches Verhältniß wahrnehmen. Nimmt man nämlich das Differential von  $\frac{1}{(1 - \cos \eta)^{\frac{1}{2}}}$  in Bezug auf  $t$ , so ergibt sich:  $-\frac{1}{2} n \sin u \frac{\sin \eta \sin \alpha}{(1 - \cos \eta)^{\frac{3}{2}}}$ . Mit Berücksichtigung dieses Verhältnisses erhält man durch die Combination der Ausdrücke für  $\delta Y$  und  $\delta Z$ :

$$\delta Y = -\frac{2}{n \sin u} \frac{d \cdot \delta Z}{dt} + h \int \left( v' + \frac{2}{n \sin u} \frac{dv''}{dt} \right) dm.$$

Unter der Voraussetzung also, daß die Kraft, wodurch die magnetischen Variationen hervorgerufen werden, an der Oberfläche sich befinde, besteht ein Abhängigkeits-Verhältniß zwischen der Westvariation und der Verticalvariation, und um zu entscheiden, ob die obige Voraussetzung in der Wirklichkeit stattfinde, braucht man bloß die Variation, wie sie die Beobachtung giebt, in unserer Gleichung zu substituiren. Zu diesem Behufe ist es nöthig, die Westvariation und die Verticalvariation nach Reihen von Sinussen und Cosinussen der Zeit zu entwickeln nach folgender Form:

$$\begin{aligned} \delta Y &= A_0 + A_1 \sin nt + A_2 \cos nt + A_3 \sin 2nt \\ &\quad + A_4 \cos 2nt + \dots \\ \delta Z &= B_0 + B_1 \sin nt + B_2 \cos nt + B_3 \sin 2nt \\ &\quad + B_4 \cos 2nt + \dots \end{aligned}$$

Ist dann  $h = 0$ , und bewegt sich also die magnetische Welle an der Erdoberfläche selbst, so folgt:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{2}{\sin u} B_2 \\ A_2 &= -\frac{2}{\sin u} B_1 \\ A_3 &= \frac{6}{\sin u} B_4 \\ A_4 &= -\frac{6}{\sin u} B_3 \end{aligned}$$

u. s. w.

Ist aber die Welle zunächst unter oder über der Erdoberfläche, so wird man haben

$$A_1 - \frac{2}{\sin u} B_2 = \alpha$$

$$A_2 + \frac{2}{\sin u} B_1 = \beta$$

u. s. w.

wo  $\alpha, \beta \dots$  kleine Größen sind, aus denen bestimmt werden kann, ob die Welle in der Atmosphäre oder unter der Erdoberfläche sich befinde, und wie weit sie davon abstehe. Die Ausdrücke selbst wollen wir übrigens für den Augenblick nicht weiter zu entwickeln uns bemühen, sondern vorerst die Beobachtungs-Resultate näher betrachten, um zu entscheiden, ob es der Mühe werth sey, die Untersuchung fortzusetzen.

Ich habe in diesen Annalen bereits vor einiger Zeit die Resultate der Münchener Beobachtungen bekannt gemacht, und gebe hier für sämtliche Reihen die entsprechenden Interpolations-Formeln, weil sie, wenn auch zu dieser Untersuchung nicht gerade nothwendig, sonst bei verschiedenen Gelegenheiten Anwendung finden können. Die Ausdrücke sind wie folgt:

Sommer.

$$\begin{aligned} \delta X = & + 10,48 - 4,71 \sin nt + 5,20 \cos nt + 2,30 \sin 2nt \\ & - 0,47 \cos 2nt - 0,07 \sin 3nt - 1,27 \cos 3nt \\ & - 0,33 \sin 4nt + 0,30 \cos 4nt. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta Y = & + 11,64 - 2,65 \sin nt - 7,79 \cos nt - 1,62 \sin 2nt \\ & + 6,32 \cos 2nt + 2,52 \sin 3nt - 1,70 \cos 3nt \\ & - 0,61 \sin 4nt - 0,17 \cos 4nt. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta Z = & + 3,02 - 1,94 \sin nt - 2,49 \cos nt + 0,79 \sin 2nt \\ & - 0,02 \cos 2nt - 0,85 \sin 3nt - 0,02 \cos 3nt \\ & + 0,10 \sin 4nt + 0,02 \cos 4nt. \end{aligned}$$

Winter.

$$\begin{aligned} \delta X = & + 5,58 - 0,45 \sin nt + 3,22 \cos nt + 0,88 \sin 2nt \\ & - 1,08 \cos 2nt - 0,70 \sin 3nt - 0,97 \cos 3nt \\ & - 0,16 \sin 4nt + 0,14 \cos 4nt. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta Y = & + 4,80 + 2,09 \sin nt - 4,10 \cos nt - 0,32 \sin 2nt \\ & + 2,93 \cos 2nt + 1,53 \sin 3nt - 1,03 \cos 3nt \\ & - 1,07 \sin 4nt + 0,00 \cos 4nt.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta Z = & + 2,97 - 1,70 \sin nt - 2,89 \cos nt + 0,88 \sin 2nt \\ & + 1,17 \cos 2nt - 0,35 \sin 3nt + 0,12 \cos 3nt \\ & - 0,13 \sin 4nt - 0,49 \cos 4nt.\end{aligned}$$

Hieraus erhält man:

Sommer.

$$\begin{aligned}\frac{2}{n \sin u} \frac{\delta Z}{dt} = & - 5,82 \cos nt + 7,47 \sin nt + 4,74 \cos 2nt \\ & + 0,12 \sin 2nt - 7,65 \cos 3nt + 0,18 \sin 3nt \\ & + 1,20 \cos 4nt - 0,24 \sin 4nt.\end{aligned}$$

Winter.

$$\begin{aligned}\frac{2}{n \sin u} \frac{\delta Z}{dt} = & - 5,10 \cos nt + 8,67 \sin nt + 5,28 \cos 2nt \\ & - 7,02 \sin 2nt - 3,15 \cos 3nt - 1,08 \sin 3nt \\ & - 1,56 \cos 4nt + 5,88 \sin 4nt.\end{aligned}$$

Die letzten zwei Reihen sollten den obigen Werthen von  $\delta Y$  *gleich* seyn, wenn die magnetische Welle an der Erdoberfläche sich fortpflanzt, oder *nahe gleich*, wenn sie nur wenig von der Erdoberfläche entfernt ist. Der erste Anblick lehrt aber sogleich, dafs gar keine Aehnlichkeit vorhanden ist; daraus ergibt sich nun ganz entschieden der Satz:

*Dafs die magnetischen Variationen einer an der Erdoberfläche erregten, magnetischen, galvanischen oder thermoelektrischen Kraft nicht zugeschrieben werden können, in sofern vorausgesetzt wird, dafs diese Kraft, die gewöhnlich für Magnetismus angenommenen Gesetze befolgt.*

So weit mir bekannt, haben alle bisher aufgestellten Hypothesen die Bedingung (wenigstens stillschweigend) vorausgesetzt, dafs die Ursache der täglichen Variationen an der Erdoberfläche, oder jedenfalls in der Nähe der Erdoberfläche sich befinden müsse: aus dem Obigen ersieht man, dafs diefs nur dann der Fall seyn kann, wenn man Kräfte annimmt, die nicht nach den gewöhnlichen einfachen

Gesetzen wirken. Was die von mir oben angedeutete Hypothese betrifft, so findet der Lehrsatz, zu welchem wir gelangt sind, keine Anwendung darauf, weil ich die Electricität (und zwar ganz mit den sonstigen Verhältnissen übereinstimmend), nicht etwa blofs an der Oberfläche, sondern sowohl im Innern, als auch in der Atmosphäre vertheilt, annehme.

---

V. *Ueber die Isomorphie von Schwefel und Arsenik; von Gustav Rose.*

---

Die Frage über die Isomorphie des Schwefels und Arsens ist schon öfters aufgeworfen, und mehrere Mineralogen, wie namentlich Breithaupt<sup>1)</sup>, Frankenheim<sup>2)</sup> und v. Kobell<sup>3)</sup>, haben sich zu Gunsten ihrer ausgesprochen; indessen scheinen mir doch die Gründe, worauf sich die Freunde dieser Ansicht stützen, nicht so entscheidend, um nicht Veranlassung zu haben, in eine Prüfung der Sache einzugehen.

Dafs der Schwefel in einfachem Zustande, wiewgleich dimorph, nicht mit dem Arsenik isomorph ist, ist bekannt. Zwar hat Berzelius<sup>4)</sup> gezeigt, dafs sich auch das Arsenik in einem von dem gewöhnlichen verschiedenen allotropischen Zustande darstellen lasse, wenn man es sehr stark erhitzt, oder in einem Gefäfse sublimirt, wo der zur Ablagerung des Sublimats bestimmte Theil dem Punkte nahe gehalten wird, bei welchem das Arsenik Gasform annimmt;

1) Journal f. pract. Chemie von Erdmann und Schweigger-Seidel Bd. 4, S. 237.

2) System der Krystalle S. 28.

3) Journal für pract. Chemie von Erdmann und Marchand Bd. 33, S. 405.

4) Poggendorffs Ann. Bd 61. S. 7.