V. *Ueber die zehnjährige Periode in der täglichen Bewegung der Magnetnadel, und die Beziehung des Erdmagnetismus zu den Sonnenflecken;*
von Dr. Lamont.

Da nun ein Decennium verflossen ist, seitdem ich das Vorhandenseyn einer zehnjährigen Periode in der täglichen Bewegung der Magnetnadel zum erstenmale in diesen Annalen nachgewiesen habe, so dürfte es angemessen erscheinen, das in diesem Zeitraume gewonnene neue Material mit dem früheren zu vereinigen und die Frage zu erörtern, in wie fern dadurch der früher aufgestellte Satz bestätigt oder modificirt werde. Ehe ich indessen auf den Gegenstand selbst eingehe, halte ich es für zweckmäfsig, an einige geschichtliche Data zu erinnern, um so mehr als Missverständnisse deshalb stattgefunden zu haben scheinen.

Das Vorhandenseyn einer periodischen Zu- oder Abnahme in der Gröfse der täglichen Bewegung kündigte ich bereits im Jahre 1845 mit folgenden Worten an ¹⁾:

»Die Gröfse der täglichen Bewegung ist in den verschiedenen Jahren nicht gleich. Die mittlere Differenz der Declination zwischen 8^h Morg. und 1^h Nachmitt. war nach den Göttinger Beobachtungen:

1834 — 35 . . .	8',25
1835 — 36 . . .	10,04
1836 — 37 . . .	12,90
1837 — 38 . . .	12,29
1838 — 39 . . .	12,16
1839 — 40 . . .	11,05
1840 — 41 . . .	9,50

1) Dove's Repertorium der Physik Bd. VII S. CII. Man vergleiche ferner: Resultate des magnetischen Observatoriums in München 1843, 44 und 45. Abhandl. d. II. Classe der bayr. Acad. d. Wiss. V. Band I. Abth.

1841—42 . . .	8,50
1842—43 . . .	7,55
1843—44 . . .	7,63
1844—45 . . .	7,41

»Die drei letzten Jahre sind aus den Münchener Beobachtungen ergänzt, unter Voraussetzung, daß die tägliche Bewegung in Göttingen um $\frac{2}{100}$ größer ist als in München. Die periodische Zu- und Abnahme der mittleren täglichen Bewegung stellt sich hier sehr deutlich heraus, um aber das Gesetz aufzufinden, bedürfen wir noch länger fortgesetzter Beobachtungen. Daß es sich auf ähnliche Weise mit der Intensität verhalte, ersehen wir aus Kreils Beobachtungen in Mailand: die Differenz zwischen $10\frac{1}{2}^h$ Morg. und $7\frac{1}{2}^h$ Ab. (in Zehntausendstel der Intensität ausgedrückt) war 1837 . . . 18,4, 1838 . . . 15,7; gegenwärtig kann sie, nach den Beobachtungen anderer Orte zu schliessen, kaum mehr als 9,0 betragen.«

Der Satz, daß die tägliche Bewegung der magnetischen Elemente an Gröfse *periodisch* zu- und abnehme, ist hier unter Hinweisung auf eine Zahlenreihe, die *zwei Wendepunkte* umfaßt, mit aller Bestimmtheit und Präcision ausgesprochen: die Länge der Periode könnte mit Sicherheit nicht daraus entnommen werden. Ich wartete deshalb den *dritten Wendepunkt* ab, und als in den Jahren 1850 und 1851 bereits eine entschiedene Abnahme der Bewegung eingetreten war, stellte ich die Reihe eigener Beobachtungen mit den vorhandenen älteren Bestimmungen zusammen, und leitete daraus eine Periode von $10\frac{1}{3}$ Jahren ab. Zu Ende des Jahres 1851 erschien die darauf bezügliche Abhandlung ¹⁾. Um diese Zeit beschäftigte sich Hr. Sabine mit einer Untersuchung und Zusammenstellung der Declinationsstörungen in Toronto und Hobarton für die fünf Jahre 1843—1848 und bemerkte, daß während dieses Zeitraumes von Jahr zu Jahr die *Gröfse* sowohl als die *Häufigkeit* der Störungen zunahm. Zur Annahme einer *periodischen* Aenderung boten übrigens diese wenigen Jahre

1) Pogg. Ann. Bd. LXXXIV, S. 572.

gar keine Grundlage dar, wohl aber konnte durch Vergleichung derselben mit der von mir nachgewiesenen Periode in der Gröfse der täglichen Bewegung eine Uebereinstimmung wahrgenommen werden, in so fern als auch in den von mir angegebenen Zahlen von 1843 bis 1848 eine fortwährende Zunahme sich zeigte, und der Schluss, dafs in beiden Fällen die gleiche *Periode* stattfinden müsse, bot sich um so natürlicher dar, da Hr. Sabine früher schon nachgewiesen hatte, dafs zwischen der regelmässigen Bewegung und den Störungen ein enger Zusammenhang bestehe. Hr. Sabine ging aber noch weiter. Da wir, sagt er, die Sonne als Grundursache anzusehen haben *bei allen Vorgängen, welche von der Tageszeit abhängen*, so erscheint es angemessen, so oft wir an einem Vorgange dieser Art eine periodische oder nicht periodische Aenderung bemerken, bei der Sonne zu untersuchen, ob sie nichts Analoges darbiete. Im gegenwärtigen Falle treffen wir in der That etwas Analoges an, indem die so beharrlich und consequent fortgeführten Beobachtungen des Hrn. Schwabe nachgewiesen haben, dafs die Zahl der Sonnenflecke allmählich zu- und wieder abnimmt mit einer Periode von ungefähr 10 Jahren, und der blofse Anblick der Zahlen eine Uebereinstimmung beider Phänomene nachweist. Die Abhandlung des Hrn. Sabine wurde am 18. März 1852 der königlichen Societät in London vorgelegt ¹⁾: ehe sie jedoch zu allgemeiner Kenntnifs gelangte war auch auf dem Continente von Hrn. Wolf ²⁾ in Bern und Hrn. Gautier ³⁾ in Genf die Uebereinstimmung der Sonnenflecken-Periode mit den von mir bekannt gemachten periodischen Aenderungen des Erdmagnetismus bemerkt worden: beide veröffentlichten ihre Untersuchungen darüber im Herbst 1852.

1) *Periodical laws discoverable in the mean effects of the larger magnetic disturbances, by Col. Edw. Sabine R. A. (Received March 18 — Read May 6, 1852). Philos. Trans. Part I. 1851. p. 127.*

2) Mittheil. der Berner naturf. Gesellschaft, No. 245. — *Comptes rendus*, 13. Sept. 1852. *Astr. Nachr.* No. 820.

3) *Bibliothèque Univers. Juillet et Août 1852*

Nach dieser historischen Uebersicht komme ich nun zu der Darlegung des neuen Materials, welches der seit 1851 verflossene Zeitraum geliefert hat, wobei ich nur die Declination berücksichtigen will, da die zehnjährige Periode an allen Elementen in gleicher Weise sich äussert.

Soll die Grösse der täglichen Bewegung der Declination durch Relativzahlen, was hier genügt, ausgedrückt werden, so kann dies auf verschiedene Weise geschehen. Ich habe früher den Unterschied zwischen 8 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags genommen; da indessen der Einfluss der Störungen immerhin nicht unbeträchtlich ist, so will ich jetzt die Berechnung so einrichten, dass *zwei* Bestimmungen stets vereinigt werden, und zwar im Sommer die Unterschiede zwischen 7 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, dann zwischen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags; im Winter dagegen die Unterschiede zwischen 8 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, dann zwischen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags. Als Sommer nehme ich die Monate April bis September incl., und als Winter die Monate Januar, Februar, März, October, November, December desselben Jahres, so dass jede Bestimmung der *Mitte* des Jahres entspricht. Streng genommen sollte man deshalb neben den beobachteten Bewegungen nicht 1841, 1842... wie es stets bisher geschehen ist, sondern 1841,5, 1842,5... schreiben, indessen will ich, damit die neuen Data an die früheren unmittelbar sich anschliessen, den bisherigen Gebrauch beibehalten und nur erinnern, dass um die wahren Zeitepochen zu erhalten, überall zu den Jahreszahlen 0,5 hinzuzufügen ist. Die ganze jetzt vorliegende Reihe der Münchener Beobachtungen nach diesen Grundsätzen behandelt giebt folgende Relativzahlen.

Jahr	Winter	Sommer	Jahresmittel
1841	5',07	10',65	7',66
1842	4,66	8,90	6,78
1843	4,49	9,23	6,86
1844	4,08	8,60	6,34
1845	4,65	10,13	7,39

Jahr	Winter	Sommer	Jahresmittel
1846	6',00	11',23	8',61
1847	6,90	11,87	9,38
1848	8,01	14,40	11,20
1849	8,06	13,22	10,64
1850	7,53	13,31	10,42
1851	6,03	11,40	8,71
1852	6,46	11,53	9,00
1853	5,77	11,50	8,63
1854	4,65	10,48	7,56
1855	5,01	9,66	7,33
1856	4,67	9,48	7,08
1857	5,13	10,15	7,64
1858	6,91	11,76	9,33
1859	8,37	13,97	11,17
1860	7,67	14,20	10,93

Mittelst graphischer Entwürfe habe ich hieraus die Wendepunkte abzuleiten gesucht, und erhalte folgende Bestimmungen:

1843,0 Minimum
 1848,8 Maximum
 1855,0 Minimum
 1859,5 Maximum

Letztere Bestimmung beruht auf der Vergleichung der Monate Januar, Februar und März, wovon die Resultate sind:

1858 7',03
 1859 8,84
 1860 8,48
 1861 8,23

Auch die vollständige Reihe der halbjährlichen und jährlichen Werthe, wie sie oben gegeben ist, stimmt hiemit überein, indem sie zeigt, daß um die Mitte des Jahres 1860 schon eine Abnahme eingetreten war.

Zu der obigen Reihe kommen noch die von mir aus früheren Beobachtungen abgeleiteten Wendepunkte, nämlich:
 1786,5 Maximum, Paris — Cassini.

1817,0 Maximum, Bushy-Heath — Beaufoy

1837,5 Maximum, Göttingen — Gauß.

Leitet man aus dem Maximum von Cassini, welches nach allen Umständen als sehr zuverlässig zu betrachten ist, und dem Maximum von 1859,5 die Länge der Periode ab, so ergibt sich:

$$\frac{73,0}{7} = 10,43 \text{ Jahre}$$

und um $\frac{1}{10}$ Jahr von meiner ersten Bestimmung abweichend ¹⁾.

Die sämtlichen beobachteten Maxima gaben als mittlere Epoche:

1827,8

und geht man von dieser Grundzahl aus, so erhält man folgende Zusammenstellung der berechneten und beobachteten Wendepunkte:

berechnet	beobachtet	Differenz
1786,1	1786,5	— 0,4
1817,4	1817,0	+ 0,4
1838,2	1837,5	+ 0,7
1843,4	1843,0	+ 0,4
1848,7	1848,8	— 0,1
1853,9	1855,0	— 1,1
1859,1	1859,5	— 0,4

Es hätte keine Schwierigkeit diese schon ziemlich kleinen Differenzen durch eine verschiedene Behandlung der Beobachtungen selbst noch weiter auszugleichen, jedoch wäre ein *wesentlicher* Erfolg dabei nicht zu erlangen. Die

1) Hr. VVolf hat in seinen zahlreichen Publicationen eine Periode von 11,11 Jahren aus der Häufigkeit der Sonnenflecke abgeleitet und behauptet, indem er das Maximum von Cassini ohne irgend einen Grund anzugeben bei Seite setzt, daß seine Periode besser als die von mir angegebene auch die magnetischen Variationen darstelle. Es ist jedoch hierbei nicht zu übersehen, daß die Periode des Hrn VVolf nur durch eine willkürliche Ergänzung fragmentarischer Beobachtungen der vorigen zwei Jahrhunderte bestimmt wurde, und daß dieselben Beobachtungen in anderer VVeise und mit derselben Freiheit ergänzt, an die von mir bestimmte Periode sich gleich gut anschließen werden.

genauesten Methoden des Calcüls anzuwenden, wo die Grundlagen auf Bruchtheile des Jahres als unsicher erscheinen, würde blofs als eine Rechnungsübung zu betrachten seyn.

Das Endresultat, zu welchem wir durch Beiziehung der neuesten Beobachtungsdata gelangen, besteht also einfach darin, dafs wir eine Bestätigung des von mir im Jahre 1851 aufgestellten Satzes erhalten: Zugleich läfst sich aus einer einfachen Vergleichung der gegebenen Zahlen leicht ersehen, dafs es keine zulässige Combination derselben geben kann, wodurch die Dauer der Periode um mehr als ein paar Zehntel Jahre verändert würde.

Ich komme jetzt zu dem letzten Punkte, der hier besprochen werden soll, nämlich zu dem Zusammenhange der magnetischen Bewegungen mit den Sonnenflecken.

Zunächst wäre die Thatsache selbst zu constatiren. Es ist kein Zweifel, dafs, wenn man die Tabelle, worin Hr. Schwabe die jährliche Anzahl von Sonnenflecken zusammengestellt hat, den oben von mir mitgetheilten jährlichen Relativzahlen für die Gröfse der Declinationsbewegung gegenüberhält, eine allgemeine Aehnlichkeit sich darstellt, indem den Perioden, wo die Zahl der Sonnenflecke gering war, auch eine geringere, und den Perioden, wo die Zahl der Sonnenflecke grofs war, eine gröfsere magnetische Bewegung entspricht; von einer *genauen* Uebereinstimmung kann dagegen keine Rede seyn, auch dann nicht, wenn man anstatt der ursprünglichen Zahlen Schwabe's die nach hypothetischen Voraussetzungen abgeleiteten Relativzahlen des Hrn. Wolf einführt. Zum Beweis hiefür wollen wir einige Jahre herausheben:

Jahr	Zahl der Fleckengruppen nach Schwabe	Relativzahl nach VWolf	magnetische Be- wegung
1849	238	95,6	10',64
1850	186	63,0	10,42
1851	151	61,9.	8,71

Während von 1849 auf 1850 die Abnahme bei den Sonnenflecken sehr bedeutend ist, vermindert sich die mag-

netische Bewegung nur um 0,2, wogegen von 1850 auf 1851 die Abnahme bei den Sonnenflecken ganz unbedeutend war, und die magnetische Bewegung um 1,7 kleiner wurde. Hr. Wolf hat in der Voraussetzung einer strengen Proportionalität zwischen der Zahl der Sonnenflecken und dem Excess der magnetischen Bewegung — d. h. der Größe, um welche die magnetische Declinationsbewegung sich über ihren niedrigsten Stand 6,27 erhebt — aus den Sonnenflecken die magnetischen Variationen berechnet und findet folgende Zahlen, deren Abweichung von der Beobachtung ich beifüge.

Jahr	berechneter Excess der magnet. Bewegung	Abweichung von der Beobachtung
1851	3,16	+ 0,72
1852	2,67	— 0,06
1853	1,93	— 0,43
1854	0,97	— 0,32
1855	0,35	— 0,71
1856	0,21	— 0,60
1857	1,11	— 0,27
1858	2,60	+ 0,46
1859	4,92	+ 0,02
1860	5,03	+ 0,37

Man sieht, daß die Abweichungen mehr als $\frac{1}{4}$ der ganzen Periode betragen. Geht man aber mehr auf das Detail ein, so treten auffallende Differenzen hervor. Ein Beispiel wird hinreichen um dieses nachzuweisen. Im Sommerhalbjahr 1860 erhält man:

	Excess der magnet. Bewegung	Relativzahl der Sonnenflecken
April	5,04	73,1
Mai	4,74	111,5
Juni	5,78	114,1
Juli	4,81	120,0
August	5,83	95,8
September	3,64	95,6

Nimmt man den Monat April als Grundlage für die

Rechnung an, so sollte die Sonnenfleckenzahl im Juli 69,8 und im September 52,7 betragen, während die Beobachtung in beiden Monaten fast das *Doppelte* gab.

Das jedenfalls merkwürdige Zusammentreffen der Maxima und Minima bei den magnetischen Bewegungen und den Sonnenflecken kann hiernach als ein eigentlicher Causal-Nexus nicht anerkannt werden, vielmehr dürfte ein ganz anderes Verhältniß bestehen, zu dessen Erläuterung ich folgendes Beispiel aus der Meteorologie entnehmen will.

Wer die von mir für München aus den Beobachtungen des Jahres 1843 bis 1856 abgeleiteten Tabellen ¹⁾ der Temperatur und des Wolkenzuges vergleichen will, wird bemerken, daß die Zu- und Abnahme der Luftwärme eine auffallende Uebereinstimmung mit der Häufigkeit des westlichen Wolkenzuges zeigt; beide Erscheinungen haben ihre Wendepunkte im Januar und Juli und auch die Progression ist bei beiden dieselbe. Niemand wird aber sagen, daß die Temperatur den Wolkenzug oder der Wolkenzug die Temperatur hervorbringe, sondern beide sind durch eine *höhere Ursache* — die erwärmende Kraft der Sonne — bedingt, während jede Erscheinung für sich durch eigenthümliche Nebenursachen und Zufälligkeiten modificirt wird.

Durch ein ähnliches Verhältniß würde die beobachtete Uebereinstimmung der magnetischen Bewegungen und der Sonnenflecken sich erklären lassen; aber welche cosmische Kraft haben wir als diejenige zu bezeichnen, wodurch die GröÙe der magnetischen Variationen und die Häufigkeit der Sonnenflecken erzeugt wird? Hr. Sabine, welcher in der bereits oben angegebenen Weise sehr rationell die Möglichkeit eines Zusammenhanges im *Allgemeinen* zu be-

1) Monatliche und jährliche Resultate der an der Königl. Sternwarte bei München von 1825 bis 1856 angestellten meteorologischen Beobachtungen, III. Suppl. Bd. d. Ann. — Resultate aus den an der Königl. Sternwarte veranstalteten meteorologischen Untersuchungen nebst Andeutungen über den Einfluß des Clima von München usw. (Abh. der Akad. der VVissensch. Bd. 8).

gründen suchte, hat es nicht angemessen gefunden auf die eben erwähnte Frage einzugehen, jedoch kann hier erwähnt werden, daß er bei anderen Untersuchungen eine *directe magnetische Einwirkung* der Sonne auf die Magnetnadel annimmt. Ich meinstheils habe bei verschiedenen Gelegenheiten auf die Nothwendigkeit hingewiesen, neben der Gravitation die *Elektricität* als eine allen Himmelskörpern zukommende und überall im Weltraume wirkende Kraft anzunehmen, und zur Unterstützung der Hypothese außer den Erscheinungen der Kometen, des Nordlichtes, des Zodiacallichtes auch die tägliche Oscillation des Barometers angeführt. Ich habe ferner angedeutet wie die Elektricität der Sonne als Ursache der täglichen magnetischen Bewegungen und die Sonnenflecken als elektrische Ausbrüche betrachtet werden könnten; hiernach würden zahlreiche Sonnenflecken eine größere Entwicklung von Elektricität anzeigen, und es wäre auf solche Weise ein natürlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der Sonnenflecken und den magnetischen Bewegungen hergestellt ¹⁾. Auch Hr. Broun scheint auf einen einigermaßen ähnlichen Gedankengang geführt worden zu seyn, wenn er ihn gleich nicht so weit verfolgt hat; denn er begnügt sich seine Ansicht dahin auszusprechen, daß die bisher in Betracht gezogenen Kräfte nicht ausreichen, und hebt verschiedene Thatsachen hervor, welche die Annahme einer magnetischen oder elektrischen Kraft zu fordern scheinen ²⁾.

Die Unbestimmtheit aller dieser Aeußerungen in unserer sonst an ausführlichen Hypothesen so fruchtbaren Zeit scheint einen hinreichenden Beweis dafür zu liefern, wie unsicher die jetzt noch vorhandenen Grundlagen sind. In der That steht kaum zu hoffen, daß es der Speculation gelingen wird, die Untersuchung wesentlich zu fördern, bis durch künftig fortgesetzte Beobachtung neue Anhaltspunkte ge-

1) Jahresbericht der Münchener Sternwarte für 1858 S. 71.

2) Rep. Brit. Association for 1859 p. 43.

wonnen sind. Die nächste Aufgabe geht also dahin die Beobachtung der Erscheinungen in zweckmäßiger und methodischer Weise fortzusetzen und weiter auszudehnen.

VI. *Ueber binoculares Sehen;*
von Dr. W. Wundt in Heidelberg.

Die Untersuchung des binocularen Sehens zerfällt in die Lösung eines physikalischen und eines psychologischen Problems. Das *physikalische* Problem besteht in der Beantwortung der Frage: wie verhalten sich bei gegebener Lage der äußern Objectpunkte die Netzhautbilder beider Augen ihrer räumlichen Lage nach? das *psychologische* Problem hat die Frage zu beantworten: welches Resultat hat eine gegebene Lage der Netzhautbilder für die Gesichtswahrnehmung?

Der physikalischen Untersuchung stellt sich als erste Aufgabe die experimentelle Ermittlung der *Augenstellungen*. Die Stellungen des Auges sind gegeben, sobald für jede einzelne Lage der Sehaxe die Drehstellungen der Augenkugel *um* die Sehaxe bestimmt sind. Diese Bestimmung wird am einfachsten so ausgeführt, daß man auf dem in der Ausgangsstellung mit gerade nach vorn gerichteter Sehaxe verticalen oder horizontalen Meridian der Netzhaut das Nachbild eines linearen farbigen Streifens entwirft und den Drehungswinkel ermittelt, welcher das Nachbild in irgend einer zweiten Lage der Sehaxe, immer projicirt auf eine zur Sehaxe senkrechte Ebene, mit seiner ursprünglichen Stellung einschließt. Man findet so, daß bei allen Richtungen der Sehaxe nach Oben und Innen sowie nach Unten und Außen der obere Theil des verticalen Meridians nach