

Über die Bestimmung der bei den Variationen des Erdmagnetismus auftretenden ablenkenden Kraft, nebst einem Beitrag zur eilfjährigen Periode des Erd- magnetismus

(vorläufige Mittheilung)

J. Liznar.

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

Man hat schon vielfach versucht, eine Erklärung der periodischen Änderungen des Erdmagnetismus zu geben, jedoch bisher ohne Erfolg. Nachdem man erkannt hatte, dass die Variationen eine Abhängigkeit von der Stellung der Sonne zeigen, so suchte man als zunächstliegende Ursache den Magnetismus der Sonne in Betracht zu ziehen. So hat Hansteen in seinen »Untersuchungen über den Magnetismus der Erde« eine mittelbare oder unmittelbare Beeinflussung der Magnetnadel durch die Sonne zur Erklärung der täglichen Variationen herbeigezogen. Er sagt darüber Folgendes: »Indem wir die Ursache dieser Bewegungen der Magnetnadel untersuchen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf die regelmässigen Schwingungen lenken. Diese scheinen entspringen zu müssen entweder *a)* aus einer Veränderung der absoluten Intensität beider Magnetaxen,¹ verursacht durch der Sonne, vielleicht auch des Mondes, verschiedenen Stand gegen die

¹ Hansteen hat bekanntlich zwei magnetische Axen der Erde angenommen.

Magnetaxen; oder *b*) aus einer durch dieselben Himmelskörper bewirkten Veränderung in der Vertheilung der Kräfte in den Magnetaxen, d. i. einer Veränderung im zweiten und dritten Elementargesetze;¹ oder *c*) aus einer unmittelbaren Einwirkung dieser beiden Himmelskörper auf die Magnetnadel; oder endlich *d*) aus einer Zusammenwirkung aller drei angeführten Ursachen« (S. 471). Indem Hansteen jede dieser Ursachen auf ihre Wirkungen untersucht, gelangt er zu dem nicht sehr erfreulichen Resultat: »Wir sind also wohl zu dem Geständnisse genöthigt, dass wir die wahre Ursache dieser Erscheinung noch nicht kennen. Und da uns alle Umstände derselben noch nicht bekannt sind, so scheint es jetzt zu frühzeitig zu sein, nach einer Theorie derselben zu forschen« (S. 497).

Auch Lloyd hat in einer im Jahre 1858 erschienenen Abhandlung² nachgewiesen, dass die täglichen Variationen durch eine directe magnetische Wirkung der Sonne und des Mondes nicht erklärt werden können.

Trotz dieses, der Rechnung entspringenden, negativen Resultates veröffentlichte Dr. Odstrčil in diesen Berichten (1874) eine Arbeit: »Zur Erklärung der periodischen Änderungen der Elemente des Erdmagnetismus«, worin er nachzuweisen sucht, dass sich die täglichen Variationen, wenigstens qualitativ, durch eine directe magnetische Wirkung der Sonne erklären lassen; jedenfalls waren ihm damals die diesbezüglichen Arbeiten Hansteen's und Lloyd's nicht bekannt.

Alle anderen Hypothesen, bei welchen die Rechnung nicht angewendet werden konnte, sollen hier unervähnt bleiben mit Ausnahme der in neuester Zeit von Biegelow aufgestellten, welche viel von sich reden macht; ob es gelingen wird mittelst derselben die Erscheinungen zu erklären, kann man heute noch nicht beurtheilen.

Die von uns beobachteten Variationen des Erdmagnetismus rühren wohl nicht von Veränderungen im magnetischen Zustand

¹ Siehe darüber Hansteen: §. 47, 48.

² »On the direct magnetic influence of a distant luminary upon the diurnal variations of the magnetic force at the earth's surface«. Phil. Mag. 1858 und in »A treatise on Magnetism general and terrestrial«, p. 233.

des Erdkörpers her, werden vielmehr durch eine ablenkende Kraft verursacht, so dass wir in den Variationen das Resultat der Wirkungen des Erdmagnetismus und dieser ablenkenden Kraft beobachten. Es wäre daher von grösster Wichtigkeit, dass wir zunächst diese ablenkende Kraft näher kennen lernen und dann erst nach ihrer Ursache suchen. Wie sich diese Kraft bestimmen lässt, erlaube ich mir im Nachfolgenden auseinanderzusetzen.¹

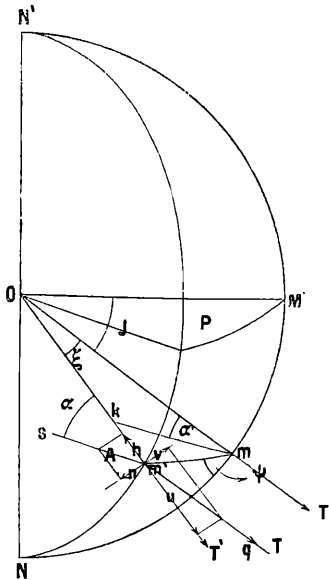


Fig. 1.

In der nebenstehenden Fig. 1 stelle MNO jene magnetische Meridianebene vor, in welcher eine um ihren Schwerpunkt vollkommen frei bewegliche Magnetnadel unter dem alleinigen Einflusse des Erdmagnetismus in der Lage Om läge. Die magnetische Kraft der Erde werde mit T bezeichnet. Wirkt auf die Nadel eine ablenkende Kraft, so wird sie die Ruhelage Om verlassen und sich unter dem Einflusse des Erdmagnetismus T und jenem der Kraft A in die Lage Om' begeben. Die ablenkende Kraft A muss selbstverständlich in der Ebene $mm'O$ liegen, weil sonst die Nadel nicht in der Lage Om' zur Ruhe kommen könnte.

In der neuen Ruhelage wirken auf die Nadel die beiden Kräfte T , in der Richtung $m'q \parallel mO$ und A in der Richtung $m's$. Zerlegen wir dieselben in Componenten parallel und senkrecht zur Richtung $m'O$, so erhalten wir, wenn der Winkel $mOm' = \xi$ gesetzt wird:

in der Richtung Om' :

$$T' = u - h = T \cos \xi - h,$$

senkrecht zu Om' :

$$v = n = T \sin \xi.$$

¹ Auf die hier niedergelegten Ideen wurde ich durch meine vorige Arbeit: Eine Methode zur graphischen Darstellung der Richtungsänderungen der erdmagnetischen Kraft, diese Ber. C, geführt.

Ist ξ sehr klein, wie beim täglichen Gange, so wird:

$$\begin{aligned} T' &= T - h \\ n &= T\xi \end{aligned}$$

Die beiden Componenten von T sind mit v und u , jene von A mit h und n bezeichnet. Es ist klar, dass in der Ruhelage Om' $v = n$ sein muss. Die Kraft T' ist jene, welche wir in der Lage Om' direct beobachten. Würden wir im Stande sein, die Kraft T , die der unabgelenkten Lage Om entspricht, zu bestimmen, so liessen sich die beiden Componenten der Kraft A , d. i. n und h berechnen, und wir hätten dann:

$$A = \sqrt{n^2 + h^2}.$$

Die Componente $h = T' - T$ ist einfach die Differenz der der unabgelenkten Nadellagen Om entsprechenden Intensität gegen jene, welche wir in der Lage Om' beobachten. Die Componente n liesse sich leicht berechnen, da T bekannt wäre und ξ sich aus der Gleichung:

$$\xi = \sqrt{i^2 + \delta^2 \cos^2 J}$$

ergibt, worin i und δ die Unterschiede der Inclination und Declination in der Lage Om' gegen jene in Om bedeuten.¹

Der Winkel α , welchen die Richtung der Kraft A mit der Nadelrichtung Om' bildet, ergibt sich aus:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n}{h}.$$

Wollen wir aber die Richtung von A auf jene Om beziehen, so ist

$$\alpha' = \alpha - \xi,$$

wenn km || $m's$ gezogen wird.

Der Winkel zwischen den beiden Ebenen MNO und $mm'O$ der mit ϕ bezeichnet werden möge, ergibt sich aus dem sphärischen Dreieck $mm'N$, denn es ist:

¹ Über die Bestimmung von ξ siehe meine Abhandlung: Eine Methode zur graphischen Darstellung der Richtungsänderungen der erdmagnetischen Kraft.

$$\begin{aligned}\cos [90 - (J + i)] &= \cos \xi \cos (90 - J) + \sin \xi \sin (90 - J) \cos \psi \\ \sin (J + i) &= \cos \xi \sin J + \sin \xi \cos J \cos \psi\end{aligned}$$

Ist i und ξ klein, dann folgt:

$$\cos \psi = \frac{i}{\xi}$$

Durch die beiden Winkel α' und ψ ist die Richtung der Kraft A vollkommen gegeben, und da nach dem Vorangehenden auch ihre Intensität bestimmt werden kann, so lässt sich für jeden Moment der Beobachtung die Kraft A finden.

Um grössere Übersichtlichkeit zu erhalten, wollen wir die Richtungsänderungen der Kraft A nicht durch die Änderungen der Winkel α' und ψ ausdrücken, sondern ihre Richtung auf den magnetischen Meridian MNO und auf den dem Punkte m zukommenden Horizont beziehen.

In Fig. 2 der beigegebenen Tafel stelle OVV_1O_1 den durch den Punkt m der Fig. 1 gehenden magnetischen Meridian, HH_1X_1X den Horizont und SS_1O_1OY jene Ebene vor, in welcher die Kraft A nach der Richtung mk wirkt. Der Winkel zwischen den Schnittlinien OO_1 und XX_1 ist gleich der Inclination J , während ψ den von den beiden Ebenen OVV_1O_1 und SS_1O_1OY eingeschlossenen Winkel vorstellt. Die Schnittlinie Om entspricht der Nadelrichtung in der unabgelenkten Lage (in Fig. 1 mit denselben Buchstaben bezeichnet), der in der Ebene SS_1O_1OY liegende Winkel kmO erscheint mit α' bezeichnet.

Denken wir uns durch die Richtung km eine senkrechte Ebene gelegt, so wird sie die Horizontalebene in der Geraden $k'm$ schneiden. Den Winkel, welchen diese Verticalebene mit der Ebene des magnetischen Meridians MNO einschliesst, heissen wir a (Azimut), den Winkel zwischen km und der Schnittlinie $k'm$ bezeichnen wir mit γ (Höhenwinkel). Es ist klar, dass wenn uns diese beiden Winkel bekannt sind, auch die Richtung der Kraft A gegeben ist.

Eine durch die verticale Gerade kk' senkrecht zu XX_1 gelegte Ebene schneidet die Horizontalebene in der Geraden $k't$, die Ebene des magnetischen Meridians in der Geraden $k''t$, und es ist

$$kk' = k''t, \quad k't = kk''$$

Legt man ferner durch die horizontale Gerade kk'' eine Ebene senkrecht zu OO_1 , so schliessen die beiden Schnittlinien ku und $k''u$ den Winkel ψ ein. In dem in der Vertical-ebene (magnetischen Meridian) liegenden rechtwinkligen Dreiecke $k''mt$ ist nun:

$$k''t = k''m \cdot \sin x, \quad 1)$$

wenn der Winkel $k''mt = x$ gesetzt wird.

Aus dem $\Delta kk'm$ ergibt sich:

$$kk' = km \cdot \sin \gamma,$$

oder da

$$kk' = k''t$$

$$k''t = km \sin \gamma \quad 2)$$

und mit Rücksicht auf Gleichung 1)

$$k''m \sin x = km \sin \gamma. \quad 3)$$

Aus dem in der Verticalebene liegenden rechtwinkligen Dreiecke $k''mu$ folgt aber:

$$mu = k''m \cdot \cos (J+x). \quad 4)$$

Anderseits ist aus dem in der Ebene SOO_1S_1 liegenden Δkmu

$$mu = km \cos \alpha', \quad 5)$$

daher aus 4) und 5)

$$k''m \cos (J+x) = km \cos \alpha', \quad 6)$$

und da nach 3)

$$k''m \sin x = km \sin \gamma,$$

so ist

$$1) \quad \sin \gamma \cos (J+x) = \sin x \cos \alpha'.$$

Nun ist weiter aus dem in der Horizontalebene liegenden bei t rechtwinkligen $\Delta k'mt$

$$k't = kk'' = k'm \sin a. \quad 7)$$

Das bei k'' rechtwinklige $\Delta kk''u$ gibt ferner:

$$kk'' = ku \sin \psi. \quad 8)$$

Aus Δkmu ist:

$$ku = km \sin \alpha'. \quad 9)$$

Aus 8) und 9)

$$kk'' = km \sin \alpha' \sin \psi. \quad 10)$$

Aus 7) und 10)

$$k'm \sin a = km \sin \alpha' \sin \psi. \quad 11)$$

Nun ist aus $k'km$

$$k'm = km \cos \gamma, \quad 12)$$

daher aus 11) und 12)

$$\text{II) } \sin a \cos \gamma = \sin \alpha' \sin \psi.$$

Schliesslich gibt das Δkmu

$$ku = mu \operatorname{tg} \alpha', \quad 13)$$

$\Delta kk''u$ aber

$$k''u = ku \cos \psi, \quad 14)$$

daher ist

$$k''u = mu \operatorname{tg} \alpha' \cos \psi. \quad 15)$$

Endlich ist aus $\Delta k''mu$:

$$k''u = mu \cdot \operatorname{tg}(J+x), \quad 16)$$

so dass aus 15) und 16) sich ergibt:

$$\text{III) } \operatorname{tg}(J+x) = \operatorname{tg} \alpha' \cos \psi.$$

In den Gleichungen I, II und III kommen nur die drei Unbekannten x , a und γ vor und lassen sich leicht berechnen. Man wird zunächst aus III) den Werth von x bestimmen, dann wird aus I) erhalten:

$$\sin \gamma = \frac{\cos \alpha' \sin x}{\cos(J+x)},$$

und II) ergibt:

$$\sin a = \frac{\sin \alpha' \sin \psi}{\cos \gamma}$$

In dem Moment zum Beispiel, wo die Richtung von A in den magnetischen Meridian fällt, wird $\psi = 0$, und man erhält aus III):

$$\operatorname{tg}(J+x) = \operatorname{tg} \alpha',$$

oder

$$J+x = \alpha'.$$

Setzt man die Werthe von ψ und α' in I) und II) ein, so ergibt sich:

$$\gamma = \alpha' - J,$$

$$a = 0.$$

Wollten wir das Azimut statt vom magnetischen vom astronomischen Meridian zählen, so hätten wir nur die Declination D der unabgelenkten Richtung Om zu berücksichtigen, es wäre dann:

$$a' = a + D.$$

Wie aus der vorstehenden Darstellung zu ersehen ist, wäre die Bestimmung der ablenkenden Kraft A höchst einfach, wenn es gelänge, jene Richtung der Magnetnadel aufzufinden, in welcher sie stehen würde, wenn die ablenkende Kraft A nicht auf sie einwirkte. Das Zunächstliegende wäre wohl, die aus den Beobachtungen der Declination und Inclination abgeleitete Mittellage als unabgelenkte Richtung der Nadel zu betrachten; man wird aber leicht einsehen, dass diese Lage nicht nothwendig die gesuchte sein muss.

Ich hoffe, es werde mit Rücksicht darauf, dass die unabgelenkte Lage keine jährliche und eilfjährige Periode zeigen darf, gelingen, dieselbe zu ermitteln. Dass die unabgelenkte Lage keinen jährlichen Gang zeigen darf, ist wohl an sich klar, was aber die zweite Eigenschaft anbelangt, so muss ich sie erst begründen, d. h. ich muss zunächst zeigen, dass die abgelenkten Nadellagen eine eilfjährige Periode zeigen, von der man bisher nie sprach.

Es ist schon seit einigen Jahrzehnten bekannt, dass die tägliche Schwankung der Declination einen dem Sonnenfleckenstande parallelen Verlauf zeigt. Wir wissen ferner, dass auch die übrigen Elemente des Erdmagnetismus in Bezug auf die tägliche Schwankung dasselbe Verhalten zeigen. Diese

mit grosser Regelmässigkeit auftretenden Änderungen mussten schon damals auffallen, als man anfieng, die Resultate der regelmässig angestellten magnetischen Beobachtungen zusammenzustellen;¹ wir sind aber bisher nicht in der Lage gewesen, mit Sicherheit die Ursache der besprochenen Änderungen anzugeben. Man begnügt sich gewöhnlich damit, zu sagen, dass die erhöhte Thätigkeit auf der Sonne zur Zeit der Fleckenmaxima eine Einwirkung auf den Erdmagnetismus zeige, die sich in einer Vergrösserung der täglichen Amplitude äussert. Ich will nun zeigen, dass der Einfluss der erhöhten Sonnenthätigkeit den Erdmagnetismus noch in ganz anderer Weise beeinflusst.

Es ist mir, sowie gewiss auch allen Andern, die sich mit dem Studium des Erdmagnetismus beschäftigen, sehr oft aufgefallen, dass die jährliche Änderung der erdmagnetischen Elemente gewisse Variationen zeigt, deren Ursache bisher nicht bekannt war. Es wäre wohl denkbar, dass sich die Magnetnadel während der ganzen säcularen Periode nicht mit derselben Geschwindigkeit bewegt, sowie wir es zum Beispiel bei der täglichen Periode sehen, aber es ist doch unwahrscheinlich, dass auf kürzeren Strecken wechselnde Geschwindigkeiten vorkommen werden. Diese Überlegung und der weitere Umstand, dass dem jährlichen Gange der täglichen Amplituden auch ein jährlicher Gang der absoluten Werthe entspricht, veranlasste mich, nach einer Ursache zu suchen, und da dachte ich zunächst auf den Einfluss der grösseren oder geringeren Sonnenfleckenhäufigkeit. Ist ein solcher vorhanden, so müsste er sich, analog wie beim jährlichen Gange, auch in den Mittelwerthen der erdmagnetischen Elemente äussern, nachdem man die säculare Variation eliminirt hat.

Um sicher zu gehen, wählte ich zu dieser Untersuchung zunächst die Daten von Petersburg und Pawlowsk, da an diesen Observatorien die nöthigen Mittel vorhanden sind, um die absoluten Werthe der erdmagnetischen Elemente mit grosser Genauigkeit zu erhalten. Die Werthe der Declination, Horizontal- und Verticalintensität entnahm ich der Abhandlung

¹ Siehe Hansteen: Untersuchungen etc., S. 455.

P. A. Müller's: »Über die Variationen des Erdmagnetismus in Petersburg-Pawlowsk«, Rep. für Met. XII.

Die nachfolgende Tabelle I enthält unter R die Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen und unter D die beobachteten Declinationswerthe. Wird der säculare Gang durch den Sonnenfleckenstand beeinflusst, so ist zur Ableitung des wahren Betrages der säcularen Änderung nothwendig, auf denselben Rücksicht zu nehmen.

I. Declination.

Jahr	R	D	C	D_1	ΔD
1870	139·1	1°57'66	-44'42	1°13'24	4'41
1871	111·2	50·41	-38·87	11·54	2·71
1872	101·7	43·16	-33·32	9·84	1·01
1873	66·3	37·00	-27·76	9·24	0·41
1874	44·6	30·96	-22·21	8·75	-0·08
1875	17·1	24·75	-16·66	8·09	-0·74
1876	11·3	18·78	-11·11	7·67	-1·16
1877	12·3	12·96	- 5·55	7·41	-1·42
1878	3·8	7·45	0·00	7·45	-1·38
1879	7·7	1·94	5·55	7·49	-1·34
1880	31·5	0 56·53	11·11	7·64	-1·19
1881	54·4	51·26	16·66	7·92	-0·91
1882	58·1	45·97	22·21	8·18	-0·65
1883	65·3	41·47	27·76	9·23	0·40

Da im Jahre 1873 und 1883 der Fleckenstand fast gleich war, habe ich aus der Differenz der Declinationswerthe dieser Jahre die säculare Änderung berechnet; sie ergibt sich zu 5'553. Unter C sind die mit diesem Werthe bestimmten Correctionen und unter D_1 die wegen der säcularen Änderung corrigirten Declinationen eingetragen. Die letzte Columne ΔD stellt die Differenzen der einzelnen Werthe gegen ihr Mittel = 1°8'83 dar. Man ersieht aus diesen Zahlen, dass die Declinationsnadel vom Jahre 1870, in welchem die Fleckenhäufigkeit am grössten war, immer mehr nach Ost wanderte bis zum Fleckenminimum, um dann umzukehren und sich wieder bis zum nächsten Maximum nach Westen zu bewegen.

Die Differenzen der Declinationswerthe je zweier aufeinander folgenden Jahre ergeben die nachfolgenden jährlichen Änderungen:

$$S = \begin{matrix} 7'25 & 7'25 & 6'16 & 7'04 & 6'21 & 5'79 & 5'82 & 5'51 \\ 5'51 & 5'41 & 5'27 & 5'29 & 4'50. & & & \end{matrix}$$

Aus diesen Zahlen ersieht man nur, dass sie vom Jahre 1870 an immer kleiner werden. Jede dieser Zahlen stellt die Wirkung zweier Ursachen dar, wovon die eine die Säcularvariation, die zweite die Sonnenfleckenhäufigkeit ist. Die infolge der ersteren Ursache hervorgebrachte Bewegung der Declinationsnadel sei s , während der zweite Theil mit σ bezeichnet werden möge, so ist

$$S = s + \sigma$$

der Gesamteffect. Sind s und σ gleich bezeichnet, so ist S gleich der Summe, bei ungleichem Vorzeichen aber gleich ihrer Differenz.

Da die Declinationsnadel in Pawlowsk infolge der Säcularvariation nach Ost wandert und vom Fleckenmaximum zum Minimum ihre Bewegung ebenfalls nach Ost gerichtet ist, während vom Fleckenminimum zum Maximum die Nadel den umgekehrten Weg einschlägt, so müssen die wirklich beobachteten jährlichen Änderungen S im ersteren Falle grösser, im letzteren aber kleiner ausfallen als ihr Mittelwerth, was man thatsächlich aus den mitgetheilten Werthen für S ersehen kann.

Die unter ΔD stehenden Differenzen zeigen eine grosse Regelmässigkeit, und nur das Minimum erscheint etwas verschoben gegen das Fleckenminimum. Man erkennt aber leicht, dass durch eine einfache Ausgleichung das Zusammenfallen beider zu erzielen wäre.

Führt man die Rechnung auch für die Horizontal- und Verticalintensität in gleicher Weise durch, wie dies im Vorangehenden für die Declination geschehen ist, so ergeben sich nachfolgende Zusammenstellungen II und III. Die in Klammern stehenden Zahlen sind mit der Säcularänderung gerechnet worden. Die Bedeutung der einzelnen Columnen ist nach dem früheren wohl selbstverständlich.

II. Horizontalintensität.

Jahr	R	H	C	H_1	ΔH
1870	139·1	1·6243	63	1·6306	—40
1871	111·2	(1·6262)	55	1·6317	—29
1872	101·7	1·6281	47	1·6328	—18
1873	66·3	1·6300	39	1·6339	7
1874	44·6	1·6320	32	1·6352	6
1875	17·1	1·6338	24	1·6372	16
1876	11·3	1·6350	16	1·6366	20
1877	12·3	1·6359	8	1·6367	21
1878	3·8	1·6361	0	1·6361	15
1879	7·7	1·6371	— 8	1·6363	17
1880	31·5	1·6371	—16	1·6355	9
1881	54·4	1·6372	— 24	1·6348	2
1882	58·1	1·6371	—32	1·6339	— 7
1883	65·3	1·6379	—39	1·6340	— 6

III. Verticalintensität.

Jahr	R	V	C	V_1	ΔV
1870	139·1	(4·6267)	362	4·6629	—23
1871	111·2	(4·6313)	316	4·6629	—23
1872	101·7	(4·6359)	271	4·6630	—22
1873	66·3	4·6405	226	4·6631	—21
1874	44·6	4·6482	181	4·6663	11
1875	17·1	4·6494	136	4·6630	—22
1876	11·3	4·6576	90	4·6666	14
1877	12·3	4·6629	45	4·6674	22
1878	3·8	4·6686	0	4·6686	34
1879	7·7	4·6735	— 45	4·6690	38
1880	31·5	4·6760	— 90	4·6670	18
1881	54·4	4·6791	—136	4·6655	3
1882	58·1	4·6831	—181	4·6650	— 2
1883	65·3	4·6857	—226	4·6631	—21

Die unter ΔH und ΔV stehenden Zahlen zeigen zur Zeit des Sonnenfleckenmaximums ein Minimum der Intensität, während umgekehrt das Maximum derselben zur Zeit des Fleckenminimums eintritt. Da sowohl die horizontale, als auch die verticale Intensität diesen Gang zeigen, so gilt dies auch für die Gesamtkraft. Es ist demnach die Intensität der Kraft, mit welcher die Nadel in ihrer Lage festgehalten wird, zur Zeit des Fleckenminimums am grössten.

Die Zahlenreihe der mit ΔV bezeichneten Columnne zeigt für 1874 und 1875 bedeutende Unregelmässigkeiten, die darin liegen, dass für 1874 die Verticalintensität etwas zu gross, für 1875 dagegen zu klein erhalten worden sein dürfte.

Berechnet man mit den Werthen V_1 und H_1 der Tabellen II und III die Inclination, so ergibt sich:

IV Inclination.

Jahr	R	J_1	ΔJ
1870	139·1	70°43'53	2'07
1871	111·2	42·81	1·35
1872	101·7	42·10	0·64
1873	66·3	41·60	0·14
1874	44·6	41·13	-0·33
1875	17·1	39·87	-1·59
1876	11·3	40·43	-1·03
1877	12·3	40·56	-0·90
1878	3·8	41·23	-0·23
1879	7·7	41·18	-0·28
1880	31·5	41·23	-0·23
1881	54·4	41·37	-0·09
1882	58·1	41·85	0·39
1883	65·3	41·35	-0·11

Die Inclination ist demnach am grössten zur Zeit der Fleckenmaxima und am kleinsten zur Zeit der Minima.

Es ist selbstverständlich, dass ich die besprochene periodische Änderung auch aus den Daten einiger anderen Orte abgeleitet habe, und zwar sowohl für die Periode 1870—1883, als auch für andere und fand im Grossen und Ganzen dieselben Resultate. Ich beschränke mich auf das Wenige, was ich hier mitgetheilt habe, indem ich glaube, dass es als Anregung zu weiteren Untersuchungen genügen dürfte.

Die Ableitung von Perioden von längerer Dauer ist, wie ich schon öfter betont habe, immer schwierig und überhaupt nur dann möglich, wenn jede Änderung im Normalstande der Variationsapparate durch sorgfältig ausgeführte Controlbeobachtungen in Rechnung gebracht werden kann. Wenn die hier abgeleitete Periode aus den Beobachtungsdaten so mancher erdmagnetischen Station nicht mit derselben Deutlichkeit zum

Vorschein kommt, so darf dies bei Niemandem Zweifel an der Wirklichkeit dieser Periode wachrufen; man muss sich vielmehr stets vor Augen halten, wie schwierig es sei, verlässliche absolute Werthe zu erhalten. Die wenigsten Observatorien, von denen erdmagnetische Beobachtungen ausgeführt werden, sind in derselben glücklichen Lage, über so zweckmässige Einrichtungen verfügen zu können, wie das meteorologisch-magnetische Observatorium in Pawlowsk. Bei weniger zweckmässigen Einrichtungen oder bei ungünstiger Situirung des Observatoriums lässt sich eben beim besten Willen und trotz aller Sorgfalt keine hinreichende Genauigkeit in den absoluten Werthen erreichen.

Nachdem die Monatsmittel der Declination und Inclination einen jährlichen Gang zeigen und auch die Jahresmittel dieser Elemente, welche die Richtung der Magnetnadel bestimmen, einer dem Sonnenfleckensstande entsprechenden Periode unterworfen sind, so ersehen wir hieraus, dass diese Mittelwerthe der unabgelenkten Nadelrichtung nicht entsprechen können.¹

Da ich leider momentan nicht die Zeit dazu habe, mich mit den weiteren Rechnungen zu befassen (ich bin zu sehr mit der Berechnung meiner magnetischen Messungen in Österreich beschäftigt), so muss ich dieselben auf eine spätere Zeit, wo ich mehr Musse dazu haben werde, verschieben. Aus den wenigen Rechnungen, welche ich über die Grösse der Kraft A anstellen konnte, geht aber das Eine mit Bestimmtheit hervor, dass diese Kraft nicht der Magnetismus der Sonne sein kann. Aus der auf S. 145 stehenden Gleichung $v = n$ ergibt sich dies in deutlichster Weise. Ersetzen wir v und n durch ihre Werthe, so erhalten wir:

$$T \sin \xi = A \sin \alpha$$

eine Gleichung, welche Dr. Odstrčil seiner Discussion zu Grunde legt. Sollten die Variationen eine Folge der magnetischen Wirkung der Sonne sein, also nur durch Änderungen von α zu Stande kommen, so müsste A constant sein, wie dies von dem

¹ Sowohl die jährliche, als auch die eilfjährige Periode werden sich noch deutlicher in den Stundenmitteln gewisser Stunden ausprägen müssen.

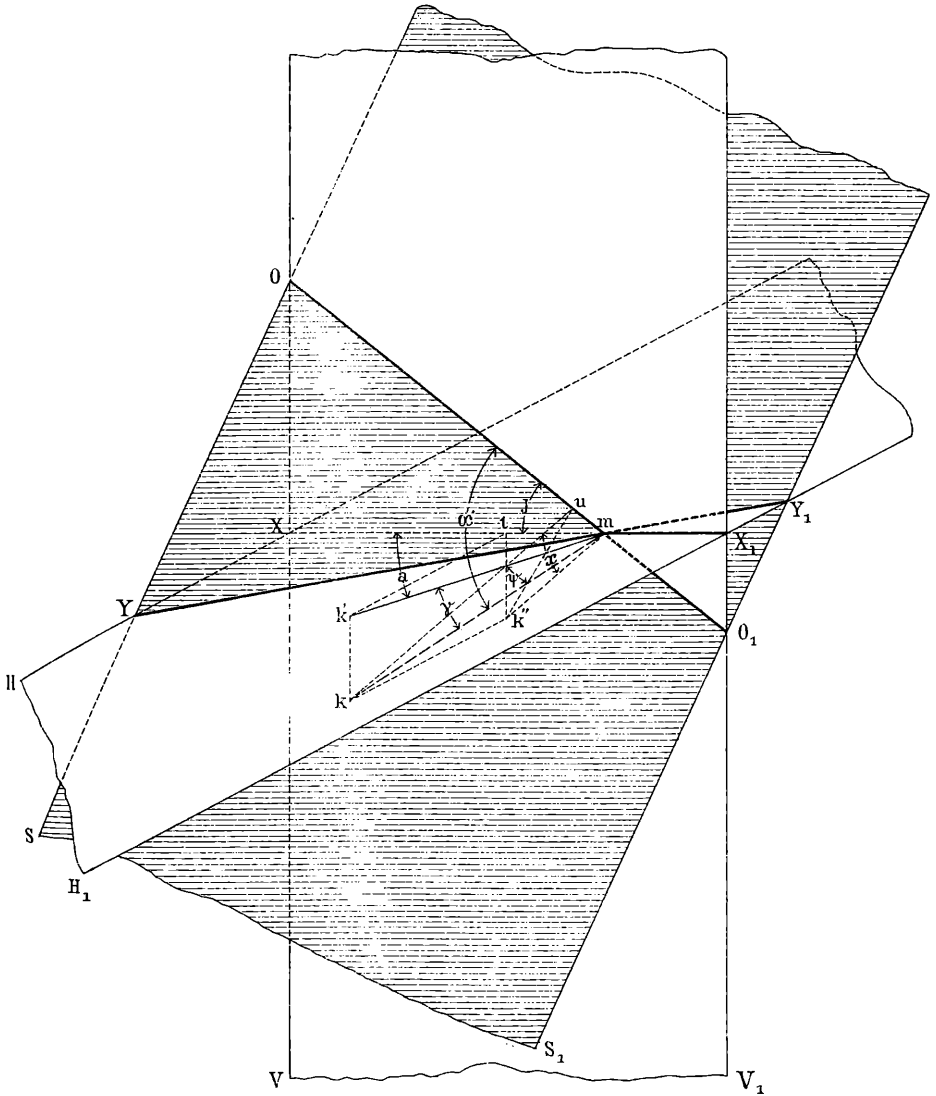
genannten Autor auch angenommen worden ist. Die ausgeführten Rechnungen zeigen aber, dass A nicht constant ist, sondern einen täglichen und jährlichen Gang zeigt, ausserdem aber auch für verschiedene Orte verschiedene Werthe annimmt; daraus folgt, dass die Variationen nicht durch eine directe magnetische Wirkung der Sonne auf die Magnetnadel zu Stande kommen können, was, wie im Anfange angeführt wurde, Lloyd auf einem ganz anderen Wege nachgewiesen und lange vor ihm Hansteen ebenfalls erkannt hatte.

Nach allen uns bekannten Erscheinungen scheint die ablenkende Kraft ihren Sitz in der Sonne zu haben. Ob er wirklich hier zu suchen sei, werden wir mit Sicherheit erfahren, wenn es gelingt, auf dem hier beschriebenen Wege die ablenkende Kraft zu bestimmen; die Änderungen derselben werden uns aber beim Suchen nach ihrer Ursache als Fingerzeig dienen können.

Zum Schlusse möchte ich mir noch die Bemerkung erlauben, dass ich, wie aus der ganzen Darstellung zu ersehen ist, bei Ableitung der Ausdrücke zur Bestimmung der ablenkenden Kraft A zunächst nur die tägliche Periode im Auge gehabt habe. Ob das Verfahren auch auf die säculare Periode angewendet werden kann, lässt sich solange nicht entscheiden, so lange uns nicht eine volle säculare Periode bekannt ist. Die Beantwortung dieser Frage muss also noch auf lange Zeit hinausgeschoben werden! Mit grossem Vortheil wird man sich der im Vorstehenden abgeleiteten Formeln bedienen können, wenn es sich darum handelt, die bei grösseren Störungen wirkende ablenkende Kraft zu bestimmen, da für diesen Fall die unabgelenkte Lage weniger genau bekannt zu sein braucht.

Was die hier zum erstenmale abgeleitete eilfjährige Periode der Richtung anbelangt, so kann dieselbe ihren Grund nur in der Änderung der täglichen Amplitude haben, welche ihrerseits wieder durch Änderungen der Intensität der ablenkenden Kraft bedingt ist. In ganz ähnlicher Weise kann die jährliche Periode erklärt werden, wenn man noch darauf Rücksicht nimmt, dass die ablenkende Kraft ihre Richtung gegen die Magnetnadel eines bestimmten Ortes im Laufe des Jahres ändert.

Fig. 2.



Anmerkung. Nach Erhalt des Separatabdruckes meiner letzten Abhandlung »Eine Methode zur graphischen Darstellung der Richtungsänderungen der erdmagnetischen Kraft« theilte mir Herr Dr. E. Leyst (Pawlowsk) mit, dass J. A. Broun bei der Bearbeitung der magnetischen Beobachtungen von Makerstoun eine ähnliche Methode zur graphischen Darstellung angewendet habe. (Transac. of the R. S. Vol. XIX, Part II, p. LXX und plates VI—VIII.) Da ich diese Publication seit vielen Jahren nicht in der Hand hatte, so ist mir die an citirter Stelle angegebene Methode nicht mehr erinnerlich gewesen. Broun gibt übrigens keine Theorie der Methode, da er nur den einfachsten Fall, wo die Amplitude der Periode klein ist, im Auge hatte, während ich eine Begründung der Darstellungsmethode auch für grosse Amplituden gegeben habe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [101_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Liznar Josef

Artikel/Article: [Über die Bestimmung der bei den Variationen des Erdmagnetismus auftretenden ablenkenden Kraft, nebst einem Beitrage zur eilfjährigen Periode des Erdmagnetismus. 142-157](#)