

Werk

Jahr: 1927

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:3

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0003

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0003

LOG Id: LOG_0023

LOG Titel: Über eine Verbindung zwischen den mondentägigen und den sonnentägigen Variationen der magnetischen Deklination

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Über eine Verbindung zwischen den mondentägigen und den sonnentägigen Variationen der magnetischen Deklination.

Von J. Egedal. — (Mit einer Abbildung.)

Die mondentägige Variation der magnetischen Deklination wird hier als ein Resultat einer Gezeitenwirkung auf die Variationen der magnetischen Deklination betrachtet werden. Durch zahlenmäßige Behandlung des vorliegenden Materials wird gezeigt, daß eine auf dieser Grundlage aufgestellte Formel ein befriedigendes Resultat gibt.

Schon Lamont¹⁾ hat den mondentägigen Gang der magnetischen Deklination mit dem der sonnentägigen verglichen. Später ist Chambers²⁾ durch seine Untersuchungen über Sonnen- und Mondvariationen zu dem Resultat gekommen, daß „the bulk of the phenomenon dealt with is, properly speaking, not a lunar diurnal variation but solar diurnal variation which depends on the relative position of the sun and moon“. Vor einigen Jahren hat S. Chapman³⁾ die beiden Periodizitäten auf verwandte Ursachen zurückgeführt. Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, den Gedanken Chambers zu unterstützen und weiter zu führen [vgl. J. Egedal⁴⁾].

Es muß zuerst erinnert werden, daß der Mond keine direkte magnetische Einwirkung von meßbarer Größe auf unsere Magneten haben kann; jede meßbare Einwirkung muß indirekt sein.

Folgende Hypothesen werden aufgestellt:

1. Die mondentägige Variation der magnetischen Deklination ist durch Änderungen der sonnentägigen und möglicherweise auch anderer Variationen der magnetischen Deklination (Nachstörung) hervorgebracht.

2. Diese durch den Mond hervorgebrachten Änderungen der magnetischen Deklination sind das Resultat einer Gezeitenwirkung [vgl. S. Chapman⁵⁾].

Die trigonometrische Entwicklung der mondentägigen Variation zeigt eine Amplitude des halbtägigen Gliedes, welche viel größer als die des ganztägigen und anderer Glieder ist. Die halbtägige Amplitude, die hier L genannt wird, ist, wenn sie mit der Horizontalintensität multipliziert wird, als proportional mit dem Effekt der wirkenden Kräfte zu betrachten.

Die sonnentägige Variation der magnetischen Deklination (positiv gegen Osten gerechnet) für ein Jahr oder noch längere Zeit abgeleitet, zeigt auf der nördlichen Hemisphäre ein Hauptmaximum morgens und ein Hauptminimum früh nachmittags; auf der südlichen Hemisphäre fällt das Minimum morgens und das Maximum nachmittags. Die ganze Schwankung von dem extremen Morgenwert bis zu dem extremen Nachmittagswert ist hier S genannt.

Figee⁶⁾ hat gezeigt, daß in Batavia die mondentägige Variation während des Tages (am meisten des Vormittags) am größten ist. Venske⁷⁾ ist für Potsdam zu demselben Resultat gekommen. Von diesen Tatsachen gestützt, wollen wir S als einen Repräsentant der in Hypothese 1 angeführten Variationen

verwenden, indem wir annehmen, daß S (polare und äquatoriale Gegenden ausgeschlossen) mit den Variationen, deren Änderungen die mondentägige Variation herbeiführen, proportional ist. S mit der Horizontalintensität multipliziert, ist also mit dem Effekt der Kräfte proportional, welche die in Betracht kommenden magnetischen Variationen herbeiführen. Es ist wohl nicht befriedigend, eine solche Annahme zu machen, es liegt aber keine für diese Untersuchung brauchbare Theorie der magnetischen Variationen vor.

Die beiden definierten Größen L und S variieren mit der geographischen Breite, und es wird versucht, eine Verbindung zwischen den beiden Variationen herbeizuführen, indem man untersucht, wie die Gezeitenwirkung mit der geographischen Breite variiert, und diese Variation mit den Variationen von L und S vergleicht.

Die Gezeitenwirkungen, die hier zu betrachten sind, können in der Atmosphäre oder der Erdkruste stattfinden. Es ist nicht die Größe der fluterzeugenden Kräfte, sondern die Wirkungen dieser Kräfte, die untersucht werden müssen.

Wir behandeln die ganztägige Mondwelle (M_1) nicht, weil sie gleich der ganztägigen magnetischen Mondvariation [W. v. Bemmelen⁸⁾] sehr geringfügig ist [A. T. Doodson⁹⁾].

Die theoretische halbtägige Mondwelle (M_2) ist von einem Glied der Potentialfunktion abgeleitet, welches mit $\cos^2 \varphi$, wo φ die geographische Breite ist, variiert. H. Poincaré¹⁰⁾ hat gezeigt, daß die theoretische Wellenhöhe, d. h. die Wirkung der fluterzeugenden Kraft, mit dem zu der Welle entsprechenden Glied der Potentialfunktion proportional ist. Dies ist für den Fall abgeleitet, wo der Mond sich im Äquator bewegt. Da aber die Wirkung der fluterzeugenden Kraft, wenn der Mond im Äquator steht, mit $\cos^2 \varphi$ proportional ist, dann muß das allgemeine Gesetz lauten: die Wirkung der fluterzeugenden Kraft ist mit $\cos^2 z$, wo z die geozentrische Zenitdistanz des Mondes ist, proportional. Betrachten wir die theoretische Höhe der halbtägigen Welle dem Äquator entlang und erinnern, daß

$$\cos^2 z = \frac{1}{2} (\cos 2z + 1) \dots \dots \dots (1)$$

ist, sehen wir, daß wir eben für einen festen Punkt des Äquators eine halbtägige Mondwelle durch einen Umlauf des Mondes bekommen haben. Wir können auch die Gleichung (1) von rechter Seite lesen und finden dann, daß eine halbtägige Variation zur Folge hat, daß die Wirkung der fluterzeugenden Kraft mit $\cos^2 z$ variiert. Da die atmosphärische Ebbe und Flut [S. Chapman¹¹⁾] und die Gezeitenwirkungen auf der Erdkruste [O. Hecker¹²⁾] durch eine halbtägige Mondwelle beherrscht sind, wird in der weiteren Untersuchung die Wirkung der fluterzeugenden Kraft auf diese Elemente als proportional mit $\cos^2 z$ betrachtet.

Um die mittlere Amplitude der Gezeitenwirkung und deren Änderung mit der geographischen Breite zu untersuchen, berechnen wir für einen ganzen Umlauf der Mondknoten (18.6 Jahre) den mittleren Wert von $\cos^2 z$. Ist die geographische Breite φ , die Schiefe der Ekliptik ε und die Neigung der Mondbahn

gegen die Ekliptik κ , so haben wir, indem wir hier Anfangswerte und Umlauf-richtungen vernachlässigen können,

$$z = \varphi + \varepsilon \sin \lambda + \kappa \sin \nu,$$

wobei λ in einem Jahre 360° und ν in 18.6 Jahren 360° durchläuft. Der mittlere Wert von $\cos^2 z$ ist

$$W_\varphi = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\nu \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos^2(\varphi + \varepsilon \sin \lambda + \kappa \sin \nu) d\lambda.$$

Der mittlere Wert für den Äquator ist

$$W_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\nu \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos^2(\varepsilon \sin \lambda + \kappa \sin \nu) d\lambda.$$

Wir bilden eine Funktion $f(\varphi)$ dadurch bestimmt, daß $f(\varphi)\cos^2 \varphi$ die Amplitude der Gezeitenwirkung geben soll, und so, daß $f(\varphi)\cos^2 \varphi$ für den Äquator gleich 1 ist. Zur Bestimmung der Funktion haben wir

$$f(\varphi)\cos^2 \varphi = \frac{W_\varphi}{W_0}$$

oder

$$f(\varphi) = \frac{W_\varphi}{\cos^2 \varphi W_0}.$$

Die numerische Berechnung von $f(\varphi)$ ist mit Annäherung ausgeführt, und durch graphische Interpolation ist folgende Tabelle über $f(\varphi)$ aufgestellt.

Tabelle 1.

φ	$f(\varphi)$	φ	$f(\varphi)$
0°	1.000	40°	1.064
10	1.004	50	1.130
20	1.012	60	1.272
30	1.031		

Für einen Ort des durch S eingeschränkten Gebiets, welcher die geographische Breite φ hat, dürfen wir den Hypothesen zufolge erwarten, daß der Effekt der wirkenden Kräfte, die der halbtägigen Mondvariation zugehören, mit dem Produkt des Effekts der wirkenden Kräfte, die der sonnentägigen Variation zugehören, und $f(\varphi)\cos^2 \varphi$ (der Variation der Gezeitenwirkung) proportional ist. Ist L die Amplitude der halbtägigen Mondwelle für die magnetische Deklination, S die ganze Änderung der Deklination von dem extremen Morgenwert bis zu dem extremen Nachmittagswert, hier annäherungsweise aus den Stundenmitteln gefunden, und H die Horizontalintensität, dann haben wir als erste Annäherung

$$LH = CSHf(\varphi)\cos^2 \varphi$$

oder

$$\frac{L}{Sf(\varphi)\cos^2 \varphi} = C \text{ (Konstante) } \dots \dots \dots (2)$$

Die Horizontalintensität fällt also in der aufgestellten Formel weg.

Die Formel ist auf 16 Mondvariationen, die aus verschiedenen geographischen Breiten herrühren, verwendet, außerdem waren vier Mondvariationen zugänglich, zureichendes Material aber fehlte. Für Toronto sind zwei Angaben benutzt.

In Tabelle 2 ist das ganze Material aufgeführt: Der Name des Observatoriums, die geographische Breite φ , Zeitraum, für welchen L und S bestimmt sind, L , S , und eine sukzessive Ausrechnung der Formel. Da die Gezeitenwirkung von der Länge der Mondknoten abhängig ist, ist eine mit Annäherung berechnete Korrektion verwendet. In der Rubrik C sind die aus der Formel abgeleiteten Werte angegeben. Wir nennen diese Werte C_r .

Wegen der verschiedenartigen Herleitungen der Mondvariationen können wir alle Fehler der C_r als zufällige betrachten. Gibt die Formel (2) für alle idealen Fälle denselben konstanten Wert C , dann haben wir, daß das Mittel der C_r eine Bestimmung von C gibt, daß die Abweichungen der C_r von dem Mittel sich in derselben Weise wie zufällige Fehler verteilen, und daß

Tabelle 2.

Observatorium	φ	Zeitraum	L	S	$\frac{L}{S}$	$S \cos^2 \psi$	$f(\varphi)$	$\frac{L}{S f(\varphi) \cos^2 \varphi}$	Knoten-korrektion		C
									Prom.	+	
Pawlow'sk ^{3) 13)}	59° 41' N	1897—1903	0,099	6,30	0,0157	0,0617	1,266	0,0487	+ 13	0,0493	
Rude Skov ¹⁴⁾	55 51	1908—1918	0,110	7,20	0,0153	0,0485	1,199	0,0404	- 22	0,0395 *)	
Potsdam ^{7) 16)}	52 23	1891,5—1905,5	0,140	7,62	0,0184	0,0493	1,152	0,0428	- 4	0,0426	
Seddin ¹⁵⁾	52 17	1917—1923	0,135	7,85	0,0172	0,0460	1,151	0,0400	+ 15	0,0406	
Kew ^{16) 17)}	51 28	1858—1862	0,167	10,07	0,0166	0,0427	1,142	0,0374	- 17	0,0368	
Prag ^{18) 19)}	50 05	1840—1849	0,149	8,71	0,0171	0,0415	1,130	0,0368	+ 9	0,0371	
Pola ^{3) 20)}	44 52	1897—1903	0,092	5,99	0,0154	0,0306	1,091	0,0280	+ 7	0,0282	
Toronto I ^{21) 22)}	43 40	1842,5—1848,5	0,215	8,93	0,0241	0,0460	1,084	0,0425	+ 7	0,0428 Stör. > 2,9 fortgel.	
Toronto II ²³⁾	43 40	1842,5—1848,5	0,320	8,93	0,0358	0,0685	1,084	0,0632	+ 7	0,0636 Stör. > 5,0 fortgel.	
Philadelphia ^{24) 17)}	39 58	1840—1845	0,207	7,92	0,0261	0,0445	1,064	0,0415	+ 9	0,0411	
Zi-ka-wei ^{3) 25)}	31 13	1897—1903	0,127	3,74	0,0340	0,0465	1,034	0,0449	+ 3	0,0450	
Manila ^{3) 26)}	14 36	1897—1903	0,066	1,89	0,0349	0,0373	1,007	0,0370	0	0,0370 S teilw. berechnet	
Batavia ^{6) 27)}	6° 11' S	1883/84—1898,99	0,168	4,17	0,0403	0,0408	1,002	0,0407	0	0,0407	
Okt.—März											
St. Helena ^{21) 22)}	15 57	1842,7—1847,7	0,082	1,97	0,0416	0,0450	1,008	0,0447	0	0,0447	
Melbourne ^{8) 17)}	37 49	1858—1863	0,235	9,78	0,0240	0,0385	1,055	0,0365	+ 7	0,0368	
Hobarton ²⁸⁾	42 53	1841—1849	0,149	8,25	0,0181	0,0336	1,080	0,0311	- 6	0,0309	
										Mittel:	0,0410

*) Nachdem das Manuskript zum Druck abgegeben war, ist ein durch eine Vertauschung hervorgebrachter Fehler gefunden. Der Wert C soll 0,0421 sein.

die C_r mit φ nicht variieren. Die Verteilung der Abweichungen wird durch folgende Zahlen beleuchtet:

C_r	< 0.0350	0.0350—0.0390	0.0390—0.0430	0.0430—0.0470	> 0.0470
Anzahl	2	4	6	2	2

Berechnen wir das Mittel der C_r für höchste, mittlere und niedrigste Breiten, so erhalten wir:

			Mittel von C_r
Fünf Observatorien	höchster	Breite	0.0418
"	"	mittlerer	" 0.0399
"	"	niedrigster	" 0.0412

Wir sehen, daß die Verteilung der C_r dem Mittelwert 0.0410 gegenüber befriedigend ist, und daß die Werte C_r keine nachweisbare Abhängigkeit von φ

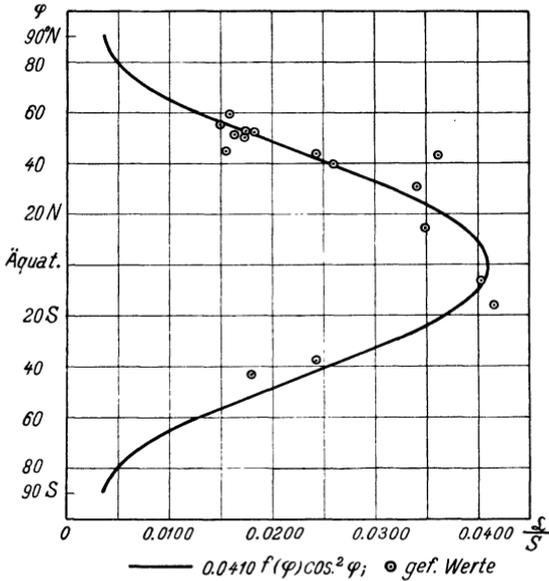


Fig. 1.

zeigen. Die Observatorien auf höchsten und niedrigsten Breiten geben die beste Bestimmung der Konstante (die C_r weichen von dem Mittel wenig ab), obwohl die C_r sich für mittlere Breiten am besten bestimmen lassen.

Wird die Formel (2) in folgender Weise geschrieben:

$$\frac{L}{S} = Cf(\varphi) \cos^2 \varphi \quad \dots \dots \dots (3)$$

dann ist es möglich, ein Bild von den Abweichungen der Quotienten $\frac{L}{S}$ von einer Kurve, die $Cf(\varphi) \cos^2 \varphi$ darstellt, zu geben.

Fig. 1 gibt eine graphische Darstellung, wo $C = 0.0410$ gesetzt ist. Die Knotenkorrektion ist auf die Quotienten $\frac{L}{S}$ verwendet. Wir sehen, wie zu erwarten war, daß die „gefundenen Werte“ eine gleichmäßige Verteilung im Verhältnis zu der Kurve zeigen, und daß sie keine einseitigen Abweichungen für gewisse Breiten haben.

Die zahlenmäßige Untersuchung hat die Gültigkeit der Formel (2) in keiner Hinsicht erschüttert. Alle Abweichungen können durch Unsicherheiten des Materials erklärt werden (vgl. Toronto I und II der Tabelle 2). Wir dürfen deshalb schließen, daß unsere Voraussetzungen, falls es nicht gezeigt wird, daß auch andere Voraussetzungen zu derselben Formel führen, die richtigen sind.

Ob die Gezeitenwirkung durch Änderungen in der Atmosphäre oder durch Änderungen der Leitfähigkeit oder der Suszeptibilität der Erdkruste wirkt, ist bis auf weiteres eine unbeantwortete Frage.

Wir sind durch die vorliegende Untersuchung zu dem Resultat gekommen, daß

1. eine Verbindung zwischen den mondtägigen und den sonnentägigen Variationen der magnetischen Deklination besteht, daß
2. die mondtägige Variation der magnetischen Deklination durch den Gravitationseinfluß des Mondes hervorgebracht ist [vgl. S. Chapman⁵⁾], und daß
3. durch die gefundene Verbindung zwischen den mondtägigen und den sonnentägigen Variationen der Deklination eine brauchbare Probe der Hypothesen der sonnentägigen Variation der Deklination zur Verfügung steht.

Es ist zu hoffen, daß Mondvariationen für noch mehrere magnetische Observatorien, vorzugsweise die auf höheren Breiten, abgeleitet werden. Dadurch wird die weitere Untersuchung gefördert werden, und dann würde es vielleicht auch möglich werden, über die auf höheren Breiten auftretenden großen Verschiedenheiten zwischen den Amplituden der magnetischen Deklination der ruhigen und denen der unruhigen Tage etwas zu sagen.

Literatur.

1) J. v. Lamont: Sitzungsber. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. II, S. 91. München 1864.

2) C. Chambers: Phil. Trans. of Roy. Soc. A., Vol. 178, p. 1—43. London.

3) S. Chapman: The Solar and Lunar Diurnal Variations of Terrestrial Magnetism. Ebenda, Vol. 218, p. 1—118. London 1919.

4) J. Egedal: The Lunar Diurnal Magnetic Variation and its Relation to the Solar Diurnal Variation. Terr. Magn., Vol. 31, p. 193—199, 1926.

5) S. Chapman: Phil. Trans. of Roy. Soc. A., Vol. 225, p. 49—91.

6) S. Figgé: On the Influence of the Moon on the Magnetic Needle at Batavia. Observations, Roy. Magn. and Meteorol. Obs. at Batavia, Vol. 26, 1903. Appendix.

7) O. Venske: Die mondtägige Periodizität der horizontalen Komponenten der erdmagnetischen Kraft nach der Aufzeichnung des Potsdamer Magnetographen in den Jahren 1891—1905. Veröffentl. d. K. Preuß. Meteorol. Inst. Nr. 291, 1916.

8) W. v. Bemmelen: Die lunare Variation des Erdmagnetismus. Meteorol. Zeitschr., Mai 1912, S. 220.

9) A. T. Doodson: The Harmonic Development of the Tidegenerating Potential. Proc. of Roy. Soc. A., Vol. 100. London 1921.

10) H. Poincaré: Mécanique Céleste. Tome III. Théorie des Marées, p. 150.

11) S. Chapman: Quartl. Journal of Roy. Meteorol. Soc., Vol. 45, Nr. 190, April 1919.

12) O. Hecker: Beobachtungen an Horizontalpendeln. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 32, 1907.

13) Annales de l'Observatoire Physique Central Nicolas. I. Partie. 1897—1903. St. Pétersbourg.

14) Annales Magnétiques 1908—1918. Publ. fra „Det danske Meteorol. Inst.“, Kjøbenhavn.

15) Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin 1917—1923. Veröffentl. d. K. Preuß. Meteorol. Inst.

16) E. Mascart: Traité de Magnétisme Terrestre, p. 270. Paris 1900.

17) A. Schmidt: Archiv des Erdmagnetismus. Heft II.

18) K. Kreil: Über den Einfluß des Mondes auf die magnetische Deklination. Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. K. Akad. d. Wiss., Bd. III. Wien 1852.

19) Derselbe: Magnetische und meteorologische Beobachtungen zu Prag 1840—1849.

20) Jahrbuch d. meteorol. erdmagn. u. seism. Beobacht. 1897—1903. Veröffentl. d. Hydrogr. Amtes, Pola.

21) E. Sabine: On the Influence of the Moon on the Magnetic Declination at Toronto, St. Helena and Hobarton. Phil. Trans. of Roy. Soc. London 1853.

22) A. Schmidt: Archiv des Erdmagnetismus. Heft I.

23) E. Sabine: On the Lunar-Diurnal Magnetic Variation at Toronto. Phil. Trans. of Roy. Soc. London 1856.

24) A. D. Bache: Investigation of the Influence of the Moon on the Magnetic Declination. Philadelphia 1840—1845. Smithsonian Contributions to Knowledge. Washington 1862.

25) Bulletin mensuel, Observatoire Magnétique et Météorol. de Zi-ka-wei (Chine) 1897—1903. Chang-Hai.

26) Annual Report 1902—1903. Manila Central Observatory.

27) Results of Magnetical Observations Batavia 1882—1899. Magn. and Meteorol. Obs., Vol. 22, Part. II. Batavia.

28) E. Sabine: On the Evidence of the existence of the Decennial Inequality in the Solar-diurnal Magnetic Variations, and its non-existence in the Lunar-diurnal Variation, of the Declination at Hobarton. Phil. Trans. of Roy. Soc. London 1857.

København, Geofysisk Afdeling, Meteorologisk Institut, Januar 1927.