

Werk

Jahr: 1932

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:8

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0008

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0008

LOG Id: LOG_0063

LOG Titel: Vorträge, gehalten auf der X. Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Leipzig, 3. bis 6. Oktober 1932

LOG Typ: section

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

Vorträge, gehalten auf der X. Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft,

Leipzig, 3. bis 6. Oktober 1932

Inwieweit vermag die Annahme eines sich gleichförmig drehenden magnetischen Erdkerns die Erscheinungen der erdmagnetischen Säkularvariation zu erklären?

Von **Adolf Schmidt**

Die als Arbeitshypothese zu wertende Annahme eines passend gewählten rotierenden Magnets im Innern der Erde erklärt befriedigend die drei Jahrhunderte langen Beobachtungsreihen von London, Paris und Rom und leidlich auch die von Kapstadt, versagt aber bei Stationen von wesentlich anderer geographischer Länge. Das wird verständlich, wenn man die gegenwärtige jährliche Änderung auf der ganzen Erde mit den Folgerungen aus jener Annahme vergleicht. Es zeigt sich, daß diese durch die weitere Annahme einer exzentrischen Lage des Magnets in der Richtung auf Europa oder durch die Annahme einer größeren Permeabilität des Erdinnern auf dieser Seite ergänzt werden müßte, was freilich beides physikalisch undenkbar erscheint. Läßt sich aber demnach die betrachtete Hypothese nicht restlos durchführen, so darf ihr doch wegen ihrer Anpassungsfähigkeit und weil sie gerade die wichtigsten Beobachtungen gut darstellt, ein nicht geringer heuristischer Wert zugesprochen werden. Zum Schluß wird die Errichtung und dauernd gesicherte Erhaltung einer größeren Anzahl gut verteilter Säkularstationen betont.

Der langsam fortschreitende Gang der erdmagnetischen Elemente zeigt überall, wo einigermaßen hinreichende Beobachtungen darüber vorliegen, periodischen Charakter, der auch da die Darstellung durch eine trigonometrische Reihe angemessen erscheinen läßt, wo noch kein Umkehrpunkt (dieses Wort im gewöhnlichen, nicht im mathematischen Sinne verstanden) zur Beobachtung gelangt ist. Darüber hinaus zeigte schon vor 40 Jahren Felgentraeger*) (im Gegensatz zu anderen, besonders Schott), daß sich die freilich an Zahl geringen, mehr als ein Jahrhundert umspannenden Reihen zwanglos unter der Annahme einer und derselben Periodenlänge von 477 Jahren (entsprechend der Frequenz 0.755 Grad : Jahre) ausdrücken lassen. In seinen bis zu den Funktionen des doppelten Winkels ausgedehnten Formeln ergab sich dabei überall der Koeffizient der Glieder zweiter Ordnung sehr viel kleiner als der des Sinus erster Ordnung, so daß man sich bis auf weiteres unbedenklich auf dieses beschränken kann.

L. A. Bauer**) kam bald darauf zu ähnlichen Ergebnissen und erweiterte sie zugleich auf die Inklination. Er bediente sich des schon früher von Wolf und Quetelet angewandten Verfahrens (unter Vermeidung einer von diesen eingeführten beschränkenden und tatsächlich unzutreffenden Voraussetzung). Er

*) W. Felgentraeger: Die längste nachweisbare säkulare Periode der erdmagnetischen Elemente. Teil I: Deklination, Inaug.-Diss. Göttingen 1892.

**) L. A. Bauer: Beiträge zur Kenntnis des Wesens der Säkularvariation des Erdmagnetismus. Inaug.-Diss. Berlin 1895.

betrachtet die säkulare Änderung der Gesamtfeldrichtung und damit die Variationen der beiden Richtungselemente nicht getrennt, sondern gemeinsam. Dabei stellt er noch die bemerkenswerte Tatsache fest, daß der von dem Feldvektor umschriebene Kegel von diesem überall auf der Erde in demselben Sinne durchlaufen wird, und zwar in dem der Uhrzeigerbewegung. Daß Bauer eine etwas größere Periodenlänge (514 Jahre, entsprechend der Frequenz 0.7 Grad: Jahre) günstiger fand, ist ohne wesentliche Bedeutung, zumal da die Beobachtungen bis zu seiner Zeit kaum zwei Drittel eines vollen Umlaufs umfaßten.

Nach dem geschilderten Sachverhalt darf mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vermutet werden, daß die Säkularvariation wenigstens zum überwiegenden Teile durch eine einheitliche tellurische Ursache, und zwar eine solche von sehr einfacher Natur hervorgerufen werde. Wir dürfen uns indessen nicht verhehlen, daß zur sicheren Begründung dieser Annahme das vorhandene Beobachtungsmaterial keineswegs ausreicht. Fehlt uns solches doch so gut wie völlig von dem größten Teil der Erdoberfläche, vor allem vom Großen Ozean und aus den Polargebieten. Auch Felgenträger und Bauer haben entschieden betont, daß die Frage nach der Ursache der Säkularvariation durch ihre Feststellungen noch nicht spruchreif geworden sei.

Koeffizienten des erdmagnetischen Potentials [Einheit: 10^7]

	1840	(1883)	1922		1840	(1883)	1922
g_1^0	—3217	—3164	—3095	h_3^2	21	0	12
g_1^1	—283	—241	—226	g_3^3	26	41	76
h_1^1	582	598	592	h_3^3	86	67	24
g_2^0	4	—46	—89	g_4^0	66	82	87
g_2^1	282	287	299	g_4^1	57	56	68
h_2^1	—11	—73	—124	h_4^1	9	23	25
g_2^2	4	63	144	g_4^2	40	52	65
h_2^2	136	144	84	h_4^2	—25	—15	—12
g_3^0	98	103	102	g_4^3	—17	—29	—40
g_3^1	—110	—130	—157	h_4^3	—19	—23	—13
h_3^1	—40	—27	—44	g_4^4	—2	13	18
g_3^2	143	141	118	h_4^4	—14	—11	—3

Zum Versuch einer Entscheidung bietet sich als einfachstes und der Natur der Frage am meisten angemessenes Verfahren die Vergleichung der Gesamtdarstellung des erdmagnetischen Feldes für verschiedene Zeitpunkte dar. Wir kennen jetzt das erdmagnetische Potential in analytischer Form für vier Epochen: 1830 (Gauß-Petersen), 1840 (Adams), 1883 i. M. (1880 Adams, 1885 Schmidt, Fritsche), 1922 (Dyson). Für die drei letzten enthält die obenstehende Tabelle die Koeffizienten des Potentials*). Die Zwischenzeiten von je rund 40 Jahren

*) Diese Angaben gelten für die normierten Funktionen $P_n^m(\cos u) \cos m\lambda$ und $P_n^m(\cos u) \sin m\lambda$, deren quadratischer Mittelwert auf der ganzen Kugeloberfläche $1:\sqrt{2n+1}$ ist. Vgl. Arch. d. Erdmagn. Heft 5, S. 14.

und auch noch die Gesamtzeit von 80 Jahren sind gegenüber der vermuteten Periodendauer von etwa 480 Jahren so klein, daß aus diesen Zahlen kein positives Ergebnis, also kein Aufschluß über eine etwaige Gesetzmäßigkeit in dem Jahrhundertumfassenden Gange der Variation gewonnen werden kann. Dagegen kann man geneigt sein, aus der Größe und Unregelmäßigkeit der Differenzen von Epoche zu Epoche in negativem Sinne zu schließen, daß eine einfache, die Erde als Ganzes umfassende Gesetzmäßigkeit nicht besteht.

Dieser Schluß verliert allerdings durch den Umstand an Gewicht, daß die Beobachtungsgrundlagen der drei Darstellungen in ihrer geographischen Verteilung und dem Grade ihrer inneren Einheitlichkeit, vor allem aber in ihrer Genauigkeit sehr verschieden sind. Es wird sich schwer abschätzen lassen, wieviel in jenen Differenzen an systematischen und zufälligen Fehlern auf Rechnung hiervon zu setzen ist.

Von dieser Unsicherheit frei ist die bekannte Untersuchung von J. Bartels*), die sich auf ein zuverlässiges homogenes Material (die Jahresmittel von 14 Observatorien) gründet. Auch sie spricht, und zwar sehr entschieden, gegen einen tellurischen Charakter der säkularen Variation; denn die auf die beiden ersten Ordnungen ausgedehnte Entwicklung läßt bei den einzelnen Stationen noch die Hälfte der beobachteten Variationen als lokale oder regionale Anomalien zurück. Doch auch hier ist dieser negative Schluß nicht ganz zwingend. Da die Reihe nur 18 Jahre (1902—1920) umfaßt, so ist es denkbar, daß jene Anomalien mindestens zu einem großen Teile aus den oft mehrere Jahrzehnte dauernden sekundären Schwankungen entspringen, bei denen man von vornherein geneigt sein wird, einen lokalen Ursprung für wahrscheinlich zu halten. Bei dieser Sachlage bleibt nichts anderes übrig, als von einer plausiblen Arbeitshypothese auszugehen und zu prüfen, wieweit sich die daraus zu ziehenden Schlüsse mit den beobachteten Tatsachen vereinen lassen. Auch wenn dies nicht oder nicht voll gelingt, kann von der Untersuchung ein Nutzen erwartet werden, insofern sich vielleicht Hinweise auf andere Erklärungsmöglichkeiten ergeben. Auf jeden Fall wird das Feld solcher Möglichkeiten dadurch eingeengt.

Die einfachste und nächstliegende Annahme führt die geschilderten Variationen auf den Einfluß eines im Erdinnern kreisenden Magnets zurück. Schon von Halley vertreten, ist sie in mannigfacher Form immer wieder aufgetaucht, und es ist von Wilde sogar der Versuch gemacht worden, sie experimentell zu stützen**). Wenn im folgenden speziell angenommen wird, daß sich das Erdinnere langsam gleichförmig gegen die Erdrinde drehe, so kann zur Rechtfertigung dafür auf die Tatsache hingewiesen werden, daß auch astronomische und andere geophysikalische Erscheinungen eine Verschiebung der Erdrinde innerhalb des Systems der Gesamterde wahrscheinlich machen. Wie freilich dem Erdinnern oder einem Teil davon (man denkt natürlich zunächst an den Eisen-Nickelkern) noch eine besondere

*) J. Bartels: Arch. d. Erdmagn. Heft 5, S. 23ff. Vgl. besonders S. 36.

***) Vgl. dazu Rücker: Terr. Magn. 4, 113; Bauer: ebenda S. 130.

mit ihm rotierende Magnetisierung neben der allgemeinen (wahrscheinlich durch die Erddrehung verursachten) eigen sein könne, bleibt eine offene Frage. Dies braucht indessen die Verfolgung einer Arbeitshypothese nicht zu hindern, zumal wenn diese, wie es hier der Fall ist, die Möglichkeit bietet, auch Nebenumstände verständlich zu machen. Schon dann, wenn der rotierende Kern eine homogen magnetisierte Kugel ist, wird die periodisch wechselnde in der Erdrinde induzierte Magnetisierung an verschiedenen Orten, je nach ihrem Untergrunde, recht verschieden ausfallen und daher Anomalien in der an der Erdoberfläche allein beobachtbaren Gesamterscheinung hervorrufen können. Noch stärker müssen diese Anomalien werden, wenn der rotierende Kern selbst ungleichförmig magnetisiert ist.

Die Niederschrift einer für das Bauer-Gedächtnisheft von Terr. Magn. a. Atm. Electr. bestimmten Mitteilung über eine früher einmal von mir angestellte Überlegung hat mich jetzt zu einer eingehenderen Untersuchung der vorliegenden Frage angeregt. Über ihre Ergebnisse möchte ich hier in Kürze berichten. Soweit sie nicht das Gesamtpotential betreffen, beziehen sie sich ausschließlich auf die Feldrichtung, also auf die Schwankung der Deklination und Inklination. Was wir an zuverlässigen Angaben über die Variation der Intensität besitzen, reicht noch nicht einmal ein volles Jahrhundert zurück und kann höchstens nachträglich zur Prüfung der anderweitig erzielten Resultate dienen. Während die Variationen der Feldkomponenten eine Wirkung des Magnetkerns allein sind, ist dies bei den Schwankungen der Richtungselemente nicht der Fall, da diese noch von der Stärke und Richtung des beharrlichen Feldes abhängen, dem jene aufgesetzt sind.

Für eine erste Orientierung darf das beharrliche Feld auf seinen zonalen Teil erster Ordnung ($-M \cos u$) beschränkt angenommen und ferner davon abgesehen werden, Produkte und Potenzen aller den Divisor M enthaltenden Größen zu berücksichtigen.

Unter diesen vereinfachenden Annahmen gestaltet sich das Bild der Wirkungen des rotierenden Magnets sehr einfach und übersichtlich. Jedes der beiden Elemente D und J vollführt eine einfache harmonische Schwingung, deren Amplitude hauptsächlich von der geographischen Breite und deren Phase von der geographischen Länge des Beobachtungsortes und der Lage der Drehachse des Kernes abhängt. Das aus beiden zusammengesetzte zur Bauerschen Säkularkurve annähernd affine Vektordiagramm wird mit wachsender Zeit überall in demselben Sinne durchlaufen, was mit Bauers empirischer Feststellung in Einklang steht.

Zur Ermittlung der unbekanntenen Konstanten genügt die Kenntnis des vollständigen Verlaufs an einem einzigen Orte. Die steht uns leider noch nicht zu Gebote; aber der säkulare Gang in London, Paris und Rom ist soweit bekannt, daß er ohne große Willkür zu einem vollen Umlauf ergänzt werden kann, was ja durch die Ableitung der früher erwähnten Formeln geschehen ist. Diese drei Orte führen zu befriedigend übereinstimmenden Werten für die gesuchten Konstanten. Im Mittel findet man: Die Drehachse des Kernes ist nach dem Punkte von 32° nördl. Breite und 2 oder 182° östl. Länge gerichtet. (Die Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten kann nur getroffen werden, wenn man auch die

Säkulарvariation der Intensität berücksichtigt). Die allein wirksame, zur Drehachse senkrechte Komponente des Momentes des Kerns beträgt $0.19 M$, kommt also ungefähr der Querkomponente der beharrlichen Magnetisierung gleich. Der Durchgang der sich im Sinne des Uhrzeigers drehenden magnetischen Achse des Kerns durch den Meridian der Drehachse erfolgte kurz vor dem Jahre 1700.

Berechnet man aus diesen Daten den säkularen Gang für andere Orte, so findet man bei Kapstadt noch eine leidliche Übereinstimmung mit den Beobachtungen, bei Rio de Janeiro und Cap Comorin dagegen so beträchtliche Differenzen in der Phase und damit in der Lage der Extreme, daß eine Erklärung durch sekundäre Einflüsse ausgeschlossen erscheint.

Um die Vergleichung auf die ganze Erde auszudehnen, kann man nur die jährliche Änderung von D und J für eine bestimmte Epoche benutzen, so unsicher wegen der zeitlichen Anomalien dieses Material im einzelnen auch ist. Ich habe die auf die Zeit vor etwa 10 Jahren bezüglichen Angaben für 50 Stationen in Landolt-Börnsteins Tabellen benutzt. Freilich ist der Überblick recht mangelhaft; enthält doch das Gebiet von 125 bis 275° östl. Länge nur sechs Stationen! Trotzdem tritt eine deutliche Abhängigkeit von der geographischen Länge, insbesondere eine gewisse Symmetrie in bezug auf den Vollmeridian von 0 und 180° hervor, die für die tellurische Einheitlichkeit der Erscheinung spricht. Auf der Halbkugel, deren Mitte der Meridian von 180° bildet, sind die jährlichen Änderungen von D wie von J sehr viel kleiner, als auf der durch den Meridian von 0° halbierten.

Die Vergleichung mit den aus der Arbeitshypothese abgeleiteten theoretischen Werten führt zu einem seltsamen Ergebnis: Die Übereinstimmung ist für das Gebiet beiderseits von 0° Länge befriedigend, wenn man sich die theoretischen Werte gewissermaßen in der Längenrichtung beträchtlich zusammengeschoben denkt. Um dies auf dem Boden der betrachteten Hypothese zu erklären, müßte man eine in der Richtung auf Europa hin verschobene exzentrische Lage des Magnetkerns oder eine größere Permeabilität des Erdinnern auf dieser Seite annehmen. Daraus würde sich auch die geringere Größe der Variation auf der Gegenseite ergeben.

So bedenklich, ja kaum zulässig besonders die erste Annahme vom physikalischen Standpunkte aus erscheint, so stellt sie doch eine formale Zusammenfassung des Beobachtungsmaterials dar. Jeder andere Versuch einer Erklärung (etwa durch Magmaströmungen) müßte sich gewissermaßen als eine Transformation der Vorstellung eines exzentrisch gelegenen rotierenden Magnets auffassen lassen.

Zur weiteren Anpassung an die Beobachtungsergebnisse bleibt noch die Annahme einer nicht homogenen Magnetisierung des rotierenden Kerns übrig, eine Möglichkeit, der indessen sehr enge Grenzen gesetzt sind.

Eine Prüfung der Theorie an den Ergebnissen der Potentialberechnungen fällt ziemlich ungünstig aus. Es ist aber beachtenswert, daß die aus letzteren folgende Änderung der Koeffizienten g_1^0 , g_1^1 , h_1^1 auch nicht mit der tatsächlichen Säkulарvariation an den zuverlässigen europäischen Stationen im Einklang ist.

Diese zeigt sich vielmehr vorzugsweise durch die Glieder höherer Ordnung in der Potentialreihe bedingt.

Ohne eine wesentliche Erweiterung unserer empirischen Kenntnis der Säkularvariation dürfte ein Fortschritt in der Aufdeckung ihrer Ursachen kaum möglich sein. Aber das Tatsachenmaterial wächst nur sehr langsam von Jahr zu Jahr. Wir müssen geduldig auf neue Daten warten, ohne den Zuwachs beschleunigen zu können. Desto mehr muß dafür gesorgt werden, alles zu tun, was geeignet und nötig ist, diesen Zuwachs zu sichern und möglichst wertvoll zu gestalten. Dazu gibt es nur ein Mittel: die Errichtung und dauernd gesicherte Erhaltung einer größeren Anzahl gut verteilter Säkularstationen in den Gebieten, in denen Observatorien fehlen, unter besonderer Berücksichtigung der Gegenden, die sich durch starke Anomalien der Säkularvariation auszeichnen.

Das Allgemeingeräusch in der Atmosphäre

Von **A. Nippoldt**, Potsdam-Berlin — (Mit 1 Abbildung)

Es wird auf ein neues meteorologisch-akustisches Element hingewiesen: das Allgemeingeräusch, ein einfaches Verfahren zur Messung seiner Stärke und einige erste Ergebnisse mitgeteilt.

Obwohl der Schall ein physikalisches Phänomen ist, das sich fast ausschließlich in der Atmosphäre abspielt, haben die Meteorologen lange Zeit der Akustik kein besonderes Interesse entgegengebracht. Das wurde erst anders, als die „Zone des Schweigens“ entdeckt wurde. Seitdem hat sich ein neues Forschungsgebiet innerhalb der Meteorologie, insbesondere der Aerologie entwickelt, das in Anlehnung an die Seismologie sich zu einer wohlfundierten Sonderwissenschaft ausgestaltet.

Die zu ihren Zwecken konstruierten Apparate zur mechanischen Registrierung der mit den akustischen Wellen verbundenen mechanischen können ihrer Kosten wegen nicht in so großer Menge verteilt werden, daß man auf die Hinzuziehung von Beobachtungen unmittelbar mit dem Ohr verzichten könne. Die Aufnahmefähigkeit des menschlichen Ohres hängt aber — von anderen Einflüssen ganz abgesehen — stark von den in der Natur sowieso vorhandenen Schallwellen ab und hier insbesondere von dem „Allgemeingeräusch der Atmosphäre“. Die Nichtbeachtung dieses Umstandes verzerrt uns die Grenzlinien der Zone des Schweigens.

Der Meteorologe und der Geophysiker haben seither die Erforschung der Akustik rein dem Physiker überlassen. Gegenüber dem Laboratorium bietet die freie Natur jedoch eine Menge Abweichungen. Die Luft des Laboratoriums ruht; die freie Atmosphäre kennt die Windstille nur als einen Sonderfall. Der sorgfältig gleich gehaltenen Temperatur steht hier eine sehr rasch wechselnde gegenüber. Das nur das Wichtigste. Jedenfalls erfassen die Laboratoriumsversuche gerade das nicht, was das typisch Meteorologische ausmacht.