

Werk

Jahr: 1928

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:4

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0004

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0004

LOG Id: LOG_0062

LOG Titel: Das Periodogramm der internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen

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

rechtigtes physikalisches Vorgehen anzusehen sei. Zu diesem Zweck wurde der Begriff der zeitlichen Einsatzdichte bzw. deren reziproker Wert, der mittlere Zeitabstand der Einsätze aufgestellt.

Von einer wohldefinierten Laufzeitkurve kann man vielleicht nur dann sprechen, wenn der mittlere Zeitabstand der Einsätze bedeutend größer ist als die Streuungsbreite, die durch die Differenzen der beobachteten Einsätze gegen die angenehme Laufzeitkurve gegeben erscheint.

Die Herdtiefe wurde auf Grund von verschiedenen Methoden in merkwürdig guter Übereinstimmung mit 28 km, die Dicke der Granitschicht mit 40 km bestimmt.

Die Häufung der Erdbebenherde in einer Schicht von etwa 30 km Tiefe könnte Anlaß geben zu einer Revision des von den Geologen aufgestellten Bildes der Entstehung eines Erdbebens. Nach dem heutigen Stande der seismischen Forschung könnte es fraglich erscheinen, ob überhaupt das Zustandekommen eines Erdbebens auf rein mechanischem Wege gedacht werden kann.

Das Periodogramm der internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen.

Von **Leo Wenzel Pollak**, Prag. — (Mit drei Abbildungen.)

Als Beweis für die vielseitige Verwendbarkeit des Lochkartenverfahrens und der statistischen Maschinen wurden mit diesen neuen Hilfsmitteln 21 Jahrgänge der internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen nach kohärenten und nicht persistenten Perioden durchforscht.

Auf der letzten Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. berichtete ich über die Verwendung des Lochkartenverfahrens und der statistischen Maschinen in der Geophysik, insbesondere in der Meteorologie. Herr Prof. Nippoldt äußerte in einem nach meinem Vortrag mit mir geführten Gespräch die Absicht, bestimmte Probleme des Erdmagnetismus mit dem Lochkartenverfahren erforschen zu lassen. In dem durch dieses Gespräch ausgelösten Briefwechsel erbot ich mich, eine möglichst umfangreiche Rechenarbeit für Herrn Prof. Nippoldt oder das magnetische Observatorium in Potsdam zu übernehmen, um die Brauchbarkeit des Lochkartenverfahrens zur Lösung jedes beliebigen geophysikalischen Problems zu erweisen.

Herr Geh.-Rat Prof. Dr. Adolf Schmidt hatte die große Güte, mein Anerbieten anzunehmen und mich zu beauftragen, nach einer 30tägigen Periodizität in den erdmagnetischen Störungen zu suchen. Ich möchte nicht ver säumen, auch an dieser Stelle Herrn Geh.-Rat Schmidt für das mir entgegengebrachte Vertrauen meinen ehrerbietigsten Dank zu sagen. Weiter habe ich Herrn Prof. Dr. L. Weickmann-Leipzig dafür zu danken, daß er beim Inter-

nationalen meteorologischen Komitee in De Bilt den Antrag stellte, meine Vorschläge und Ideen zum Gegenstand internationaler Beratungen zu machen.

Ohne auf die geschichtliche Seite des Problems hier eingehen zu können — ich verweise diesbezüglich auf das im Druck befindliche umfangreiche zweite Heft der „Prager Geophysikalischen Studien“ —, sei nur folgendes erwähnt: Herr Geh.-Rat Schmidt hatte vor mehr als 20 Jahren durch Betrachtung besonders starker magnetischer Störungen den Eindruck gewonnen, daß in ihrem Auftreten vielleicht eine fast genau 30tägige Periodizität besteht. Geh.-Rat Schmidt verwendete die von ihm im Potsdamer magnetischen Jahrbuch 1907 mitgeteilte 18 Jahre umfassende Reihe. — Er faßte mit dem 1. Januar 1890 beginnend zunächst immer je 36 Perioden zusammen. Hernach bildete er die Summen für die ersten und die zweiten je 108 und für 216 Perioden. Die beiden Teilreihen zeigen einen ziemlich ähnlichen Verlauf und eine deutlich ausgesprochene Schwankung. Bei Fortsetzung der Rechnung für einige weitere Jahre erhielt Herr Geh.-Rat Schmidt aber wenig übereinstimmende Resultate.

Herr Geh.-Rat Schmidt beauftragte mich, die jetzt vorliegende 21jährige Reihe der internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen von 1906 bis 1926 zu bearbeiten, und zwar bezeichnete er es für ihn als erwünscht, die rund dreijährigen, genauer gesagt 36 Perioden umfassenden Teilreihen zu erhalten. In der Nähe der Periode 30 empfahl Geh.-Rat Schmidt ins Einzelne zu gehen, weil möglicherweise dort eine sehr scharf definierte Periodenlänge liegt, und er ordnete an, das ganze nach 30 Tagen gruppierte Material in mehrere Abschnitte von nacheinander 20, 30, 50 und 80 Perioden zu zerlegen und die zusammengehörigen dann gegeneinander um einen Tag nach links oder rechts zu verschieben, so daß die Gesamtsumme den Periodenlängen 29.5 oder 30.5, 29.67 oder 30.33 usw. entspricht.

Ich habe mich entschlossen, das Problem etwas weiter zu fassen, und nicht nur die Versuchswellenlänge von 30 Tagen abzuleiten, sondern gleich ein vollständiges Periodogramm zu berechnen, weil zur Lösung der mir gestellten Aufgabe mit dem Lochkartenverfahren höchstens 23 Stunden erforderlich waren, wovon 16 Arbeitsstunden auf die Ausfertigung der 7670 Lochkarten entfallen. Es war daher naheliegend, die nun einmal vorliegenden Lochkarten, die für alle übrigen Berechnungen unverändert verwendet werden, intensiver auszunutzen.

Gleich hier sei, um Mißverständnissen vorzubeugen, erwähnt, daß es sich in diesem, wie in allen vorhergegangenen Fällen der Anwendung des neuen Hilfsmittels keineswegs um eine bloße einfache Übertragung der im Geschäftsleben üblichen Lochkartenverfahren handelt, sondern daß der wissenschaftliche Benutzer fast immer, unter genauer Kenntnis aller Möglichkeiten der statistischen Maschinen und unter ständiger Zusammenarbeit mit dem Maschinentechniker erst den Plan der Bearbeitung des ja stets sehr umfangreichen Materials und die Schaltung der Maschinen ausarbeiten muß. So habe ich (um nur einiges

zu erwähnen), aus Gründen der Ökonomie auf die vollautomatische Bearbeitung des Materials bei der Periodogrammanalyse verzichtet und ein halbautomatisches Verfahren angegeben, was auf den ersten Blick kaum verständlich ist. Ich habe dadurch nicht nur viel mechanische Arbeit erspart, sondern auch auf diese Weise erreicht, daß ich z. B. Phasenperiodogramme in einem einzigen Arbeitsgange vollständig erledige. Auch die Aufstellung scharfer Kontrollen bedarf in jedem besonderen Falle gründlicher Überlegung und einiger Erfahrung. Wir haben sogar für die Auswertung der Lochkarten unseres klimatologischen Netzes, das soeben — wie ich betone — aktiviert wurde, eine Umarbeitung der statistischen Maschinen in nicht unwesentlichen Punkten in Angriff genommen. Ich will es bei diesen wenigen Andeutungen über die Technik der Arbeit bewenden lassen und verweise auf meine im Druck befindliche ausführliche Darstellung.

Hat man sich aber mit der „Philosophie der Lochkarte“ einmal gründlich vertraut gemacht, so kommt man bald zur Überzeugung, daß das Lochkartenverfahren von keinem anderen Hilfsmittel übertroffen wird; bei richtiger Anlage der Arbeit ist es gleich wertvoll für die Lösung einzelner theoretischer Fragen aus relativ kleinem Material, wie für die Bewältigung ungeheurer Zahlenmassen der klimatologischen oder einer anderen Statistik. Als Beweis führe ich an, daß es in wenigen Tagen möglich war, ein vollständiges Periodogramm der internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen — unter der Hypothese persistenter Periodizitäten — abzuleiten, das einer Umordnung von **437240 Einzelwerten** äquivalent ist, und weiter, daß ich eben wegen der mir zur Verfügung stehenden wirksamen Hilfsmittel auch dem Problem der Analyse **nicht** persistenter Schwingungen nähertreten konnte.

Die rasche Analyse wurde schließlich ermöglicht durch einen von mir berechneten und bereits in Druck befindlichen neuen „Handweiser zur harmonischen Analyse“, welcher nunmehr die Berechnung der höheren Glieder einer Fourierschen Reihenentwicklung ebenso vereinfacht, wie dies meine „Rechentafeln zur harmonischen Analyse“ für das erste Glied tun.

Dieser neue Handweiser ist aber auch für die Korrelationsforschung sehr brauchbar. Man kann bekanntlich den Korrelationsfaktor sofort hinschreiben, wenn man die harmonischen Konstituenten der zu korrelierenden Reihen kennt. Kann man sich auch die höheren Glieder der Fourierschen Analyse, wie dies nunmehr möglich ist, leicht beschaffen und ist die Konvergenz der aus den sukzessiven Gliedern der Reihe berechneten Korrelationskoeffizienten gegen seinen wahren Wert eine hinreichend rasche, so empfiehlt sich diese neue Methode überall dort, wo man zahlreiche Korrelationskoeffizienten mit bloß wechselndem Korrelationspol stets aus dem gleichen Material ableiten will, weil die Nenner ein für allemal berechnet vorliegen. Drei meiner Hörer haben es übernommen, nach diesem Verfahren die Korrelation der Temperatur auf der ganzen Erde zu erforschen, ähnlich, wie dies bekanntlich F. M. Exner für den Luftdruck getan hat.

An einigen Beispielen (Fig. 1) zeige ich, mit wie wenig Gliedern der Korrelationskoeffizient hinlänglich genau approximiert werden kann und welche große Arbeit gegenüber der bisherigen Methode der Berechnung des Korrelationskoeffizienten aus synoptischem Material erspart wird.

$$r_n = \frac{\sum_{i=1}^{i=n-1} (p_i p'_i + q_i q'_i) + 2 a_n b_n \sin \alpha_n \beta_n}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{i=n-1} a_i^2 + 2 a_n^2 \sin^2 \alpha\right) \left(\sum_{i=1}^{i=n-1} b_i^2 + 2 b_n^2 \sin^2 \beta_n\right)}} = r$$

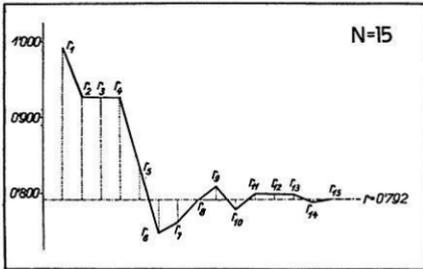
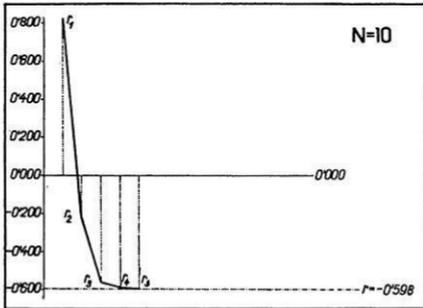
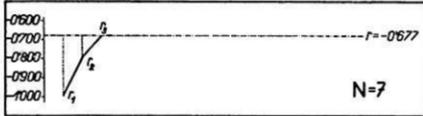


Fig. 1.

Das nächstfolgende Bild (Fig. 2) lehrt, daß die Zusammenfassung der Versuchswelle von der Länge 30 zu je 36 Perioden die von Geh.-Rat Schmidt seinerzeit aus kleinerem Material gefundenen Ergebnisse bestätigt. Die ersten Kurven zeigen einen ziemlich ähnlichen Verlauf, der später aufhört.

Das von mir berechnete Periodogramm (Fig. 3) bringt außer der erwarteten Periode bei 27 Tagen mit einer Amplitude, welche doppelt so groß ist wie die Expektanz ($\kappa = 2.03$), und einer Andeutung einer Welle bei 31 Tagen ($\kappa = 1.73$), zwei Überraschungen: Ein Maximum bei der Versuchswellenlänge von 9 Tagen ($\kappa = 3.12$) und bei 16.5 Tagen ($\kappa = 2.15$). Die Richtigkeit der berechneten Amplituden ist dadurch kontrolliert worden, daß ich die Amplitude der Versuchswelle 9 einmal als drittes Glied der Versuchswelle 27 und hernach

zur Sicherheit als viertes Glied der Versuchswelle 36 ableitete. Die auf diesen beiden unabhängigen Wegen ermittelten Amplituden stimmen bis in die vierte Dezimale überein.

Mit Rücksicht darauf, daß es sich hier um sicher nicht persistente Wellen handelt, und bei diesen die Periodogrammanalyse eine Verkleinerung der Amplitude bewirkt, könnte man für die Realität dieser Welle oder einer in ihrer Nähe einzutreten geneigt sein.

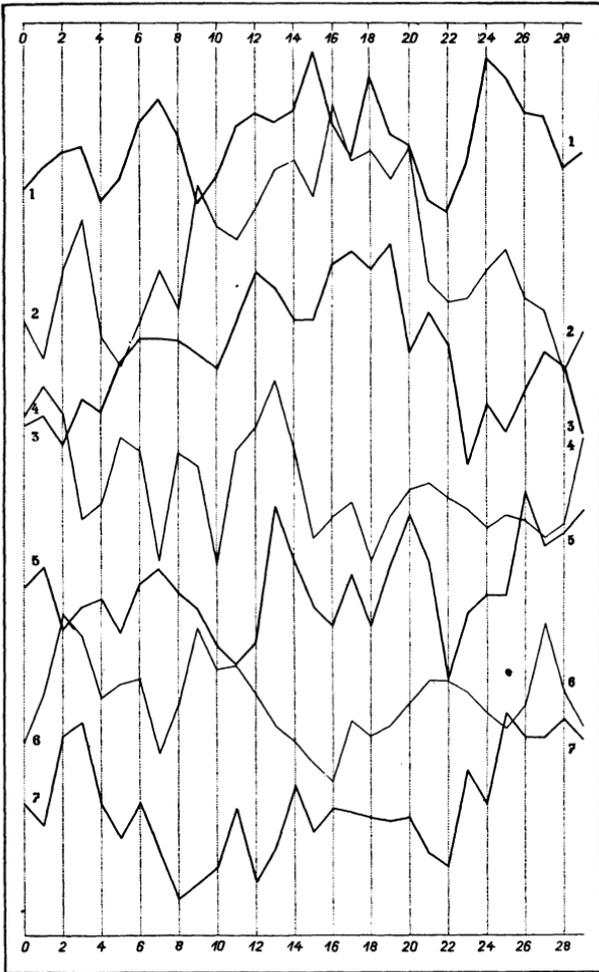


Fig. 2.

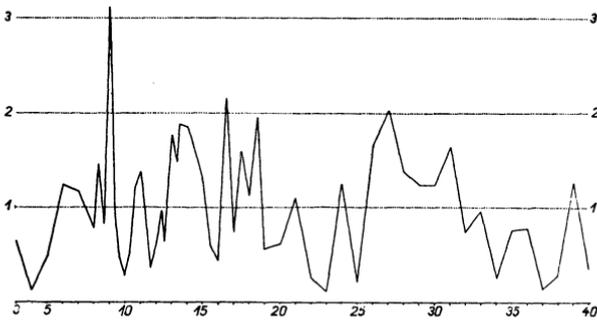


Fig. 3.

Da aber für eine 9tägige Periode kein plausibler Grund anzugeben möglich ist, unterzog ich das Material noch einer gesonderten, augenblicklich noch nicht völlig abgeschlossenen Untersuchung auf **nicht** persistente Wellen. Als Methode verwendete ich einen dem Schmidtschen Verfahren nachgebildeten Arbeitsgang. Das Schmidtsche Verfahren benutzt zum Nachweis einer nicht kohärenten Periodizität die Häufigkeit der Reste der Julianischen Zahlen und behandelt vorwiegend die relativ seltenen Störungstage vom Charakter 2. Da mir das leistungsfähige Lochkartenverfahren zur Verfügung stand, konnte ich zunächst ein vollständiges Verzeichnis der fortlaufenden Nummern (Datum) der Störungstage*) aufstellen und die Häufigkeit der Reste derselben für die Divisoren 9, 27, 28, 29, 30 mit verhältnismäßig geringem Zeitaufwand ermitteln. Alle überdurchschnittlichen Häufigkeiten der Störungstage vom Charakter 2.0 bis 1.5, durch welche sich eine wahre Periodizität bekanntlich verrät, wurden in Prozenten der erwartungsgemäßen Häufigkeit ausgedrückt und ihr Mittelwert als Maßzahl eines Häufigkeitsperiodogramms eingetragen. Eine graphische Darstellung der vorläufigen Resultate**) zeigt nun einen völlig parallelen Gang des Häufigkeits- und Amplitudenperiodogramms im Intervall von 27 bis 30 Tagen, lehrt aber weiter, daß die 9tägige Welle vollkommen zurücktritt.

Dieses Resultat besagt aber offenbar, daß die starken Störungen vom Charakter 2.0 bis 1.5 auf der ganzen Erde Intervalle von 27 bzw. 30 Tagen in ihrem Auftreten bevorzugen, während die aus dem Amplitudenperiodogramm gefolgerte 9tägige Periode für die starken magnetischen Störungen jedenfalls nicht behauptet werden kann.

Der Stand der erdmagnetischen Forschung.

Von **Adolf Schmidt**. — (Mit einer Abbildung.)

Es wird der Stand unserer Kenntnis von dem beharrlichen Hauptteil des erdmagnetischen Feldes und der Säkularvariation, von den periodischen Schwankungen und von den Störungen und der Nachstörung besprochen und auf die in bezug hierauf bestehenden Probleme hingewiesen. Dabei zeigt sich überall der hemmende Einfluß, den die ungenügende Anzahl und noch mehr die sehr ungünstige Verteilung der magnetischen Observatorien ausübt, so daß eine planmäßige Vervollständigung des Netzes dieser Anstalten als wesentliche Vorbedingung weiteren Fortschritts erscheint.

Den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der erdmagnetischen Zustände und Vorgänge und unserer Einsicht in ihre Ursachen und Zusammenhänge wird

*) Die Überlegenheit des Lochkartenverfahrens wird auch dadurch demonstriert, wenn ich erwähne, daß die vom Tabulator gelieferten Abschriften von mir direkt als Manuskript der Druckerei übergeben werden.

**) Die Ausführungen des Vortragenden wurden durch Vorlage von Originalaufzeichnungen der statistischen Maschinen und durch die Bürstenabzüge des im Druck befindlichen zweiten Heftes der „Prager Geophysikalischen Studien“ belegt.