

Werk

Jahr: 1928

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:4

Werk Id: PPN101433392X_0004

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0004 | LOG_0015

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

Kontraktion ebenso verhält wie ein homogenes Rotationsellipsoid von der Abplattung $\varepsilon = 1/297$, dessen Trägheitsellipsoid mit dem der Erde identisch ist. Wegen der tatsächlichen Inhomogenität der Erde dürfte das Resultat noch ein wenig modifiziert werden; immerhin spricht es dafür, daß die von mir benutzte durchschnittliche Dichte d der Erdoberfläche etwas zu klein angesetzt ist (vielleicht, weil gemäß der Wiechertschen Hypothese an der Grenze von Erdkern und Schale noch eine zweite „Ebbe“ zur ersten hinzutritt?). Bei Annahme des Wanachschen Wertes von Θ'' müßten alle hier aus Θ gefolgerten Zahlenangaben um ungefähr den vierten Teil vergrößert werden.

4) Nach dem Vorschlage von Wanach in: „Die Chandlersche und die Newcombsche Periode der Polbewegung“ (Zentralbüro der Intern. Erdm., N. F. Nr. 34).

5) Resultate des Intern. Breitendienstes, Bd. V.

6) Untersuchungen über die absolute Polhöhe von Straßburg i. E., Teil IV.

Sternwarte Berlin-Babelsberg, Januar 1928.

Zum Uhrvergleich auf drahtlosem Wege nach der Koinzidenzhörmethode.

Von H. Martin. — [Mit fünf Abbildungen*].

Es wird eine neue Koinzidenzhörmethode entwickelt, die auf drahtlosem Wege eine sehr genaue Uhrvergleichung ermöglicht.

Für manche geophysikalische Arbeiten, wie z. B. Schwerkraftsmessungen durch Pendelbeobachtungen, ist eine möglichst genaue Bestimmung der Korrektur der Beobachtungsuhr Bedingung. Bei Arbeiten im Gelände ist dabei Einfachheit der Apparatur wesentlich. Diesen beiden Anforderungen entspricht die nachfolgend beschriebene Methode der Uhrvergleichung mittels Telephon. Nach dem Hännischen Beobachtungsverfahren**) wird in den Stromkreis des Telephons der drahtlosen Empfangsstation ein Kurzschluß zum Telephon eingelegt und in diesem Kurzschluß der Pendelkontakt der Beobachtungsuhr, sei es

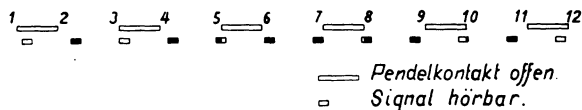


Fig. 1.

direkt oder durch Vermittlung eines Relais eingeschaltet. Solange der Uhrkontakt geöffnet ist, hört man im Telephon die drahtlosen Signale. Ist der Kontakt geschlossen, so verschwinden sie, weil das Telephon kurz geschlossen ist. Fig. 1 zeigt schematisch die Verhältnisse. Daraus geht hervor, daß die drahtlosen Signale nach der 1. und 3. und vor der 12. Sekunde in ihrer ganzen Länge, die bei der 5., 8. und 10. Sekunde teilweise hörbar sind.

*) Gehört zu den von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft unterstützten, unter Leitung von O. Hecker ausgeführten geophysikalischen Forschungsarbeiten.

) Astron. Nachr. **219, 269 (1923).

Als Koinzidenzmoment definieren wir den Augenblick, in dem die Schließung des Pendelkontakts mit dem Anfang eines Signals zusammenfällt. In Fig. 1 ist bei der 8. Sekunde*) der Koinzidenzmoment schon etwas überschritten. Könnte man die Länge eines solchen eben wieder hörbaren Signals genau schätzen, so wäre damit die Möglichkeit gegeben, den Zeitpunkt des Koinzidenzmomentes genau zu ermitteln. Diese Methode benutzen Bäschlin**) und Rune***). Bäschlin ermittelt dann aus den geschätzten Längen mit Hilfe einer Fehlerrechnung den wahrscheinlichsten Wert.

Bezeichnen wir mit n_0 die Sekunde vor dem ersten auftretenden drahtlosen Signal, mit n_m die Sekunde nach dem m -ten Koinzidenzmoment, mit d das Intervall zwischen zwei Koinzidenzsignalen, dann ist die Korrektur q der Beobachtungsuhr gegeben durch

$$n_m - n_0 = q + (m + n_m - n_0) \cdot d$$

oder $n_m - n_0 = n$ gesetzt

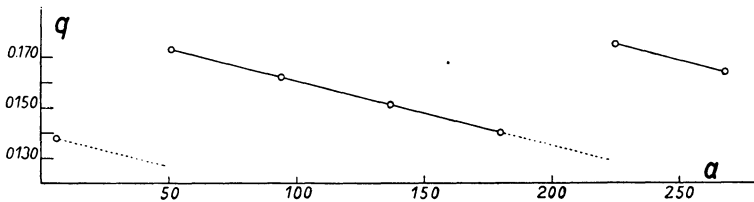
$$n = q + (m + n) \cdot d = q + (m + n) \cdot (1 - \varepsilon).$$

Daraus ergibt sich q zu

$$q = \varepsilon \cdot (n + m) - m \dots \dots \dots (1)$$

Der kleinste so gefundene Wert von q liegt der wahren Uhrkorrektur q' am nächsten. Nehmen wir z. B. eine Uhrkorrektur q' von 0.130 sec, beobachten wir mit den Koinzidenzsignalen von Nauen, die in einem Abstand von $d = 0.977$ sec

Fig. 2.



gegeben werden, so erhalten wir Fig. 2. Als Ordinate sind die Werte von q nach Formel (1) und als Abszisse die Zahl der Signalintervalle $a = n + m$ aufgetragen. Da $\varepsilon = 1 - d$, also gleich 0.023 sec ist, legen wir uns vor der Konstruktion zweckmäßig eine Tafel der Werte $a \cdot \varepsilon$ für a von 1 bis 300 an.

Wie schon erwähnt, hat das nach einer Löschung wieder hörbare Signal nie seine volle Länge. Das Signal von Nauen hat bei einer Länge von 0.09 sec nach einem Koinzidenzmoment im günstigsten Falle eine solche von 0.046 sec. Die Länge dieser Signale nach dem Koinzidenzmoment nimmt bei jedem

*) In Fig. 1 ist die Öffnungszeit kürzer angenommen als die Zeit, die der Kontakt geschlossen ist, und die Phasenverschiebung gegen die vollen Sekunden ist nicht berücksichtigt.

) Astron. Nachr. **219, 269 (1923).

***) Ebenda **227**, 29 (1926).

Koinzidenzmoment ab, und zwar um 0.011 sec, da um diesen Betrag 43 Signalintervalle länger sind als 42 sec. Dies geht so lange, bis man an den wirklichen Koinzidenzmoment bis auf den Betrag der Hörschwelle herangekommen ist. Ist dieser unterschritten, so äußert sich das darin, daß das Signal 2 sec später auftritt und die Signallänge wieder größer geworden ist. Die Verlängerung beträgt gegenüber dem beim letzten Koinzidenzmoment gehörten Signal 0.035 sec.

Der Betrag der Hörbarkeitsschwelle ist nun sicher kleiner als 0.025 sec, wie ihn Rune annimmt. Hat doch Lübecke*) gezeigt, daß ein Ton von 1000 Schw./sec als solcher im Telephon noch gut erkennbar ist, wenn er eine Länge von $9 \cdot 10^{-3}$ sec hat. Und zu einer als Geräusch wahrnehmbaren Schallempfindung bedarf es einer Schallerregung von noch kürzerer Zeit. Das geht aus folgendem Versuch hervor. Ein Ton von 1000 Schw./sec wurde mit Hilfe eines Saitenunterbrechers erzeugt. Lose mit dem Kreis des Saitenunterbrechers war der Telephonkreis gekoppelt, welcher durch einen Kontakt für ganz kurze Zeit geschlossen werden konnte. Der Kontakt selbst bestand aus einem Kupferbügel von 0.5 cm Breite, welcher in einer Hartgummischeibe von 15.6 cm Durchmesser eingelassen war. Ging dieser Kupferbügel an zwei kleinen Schleifbürstchen aus Kupferdraht vorüber und sorgte man für die Kompensation etwaiger Thermostrome, so war nur während des Vorüberganges der Ton im Telephon hörbar. Die Hartgummischeibe war auf der Achse eines Motors befestigt, dessen Umdrehungszahl durch ein Vorgelege aus der Geschwindigkeit einer zweiten Scheibe bestimmt werden konnte. Infolge der großen Empfindlichkeit und der geringen Dämpfung des Telephons war selbst bei einer Kontaktzeit von 0.0005 sec ein deutliches Knacken im Telephon hörbar, welches bei ganz loser Kopplung verschwand. Als Hörbarkeitsschwelle legen wir danach einen genügend lauten Ton von 0.001 sec Dauer zugrunde, der einwandfrei als Knacken zu hören ist.

Die Zahlenwerte für Fig. 2 sind die folgenden:

n	m	a	q	n	m	a	q
6	0	6	0.138	176	4	180	0.140
50	1	51	0.173	220	5	225	0.175
92	2	94	0.162	262	6	268	0.164
134	3	137	0.151				

Dabei ist eine Uhrkorrektur von $q' = 0.130$ sec angenommen. Dieselbe Kurve gilt für eine Uhrkorrektur q' von 0.129 bis 0.137 sec unter Annahme einer Hörbarkeitsschwelle von 0.001 sec. Bei einem Werte von $q' = 0.142$ sec würde die Tabelle übergehen in

n	a	q	n	a	q
8	8	0.184	178	182	0.186
50	51	0.173	220	225	0.175
92	94	0.162	262	268	0.164
134	137	0.151			

und für eine Uhrkorrektur q' von 0.140 bis 0.150 sec gelten.

*) Zeitschr. f. techn. Physik 2, 52 (1921).

Man kann die Gebiete q' , die die gleichen Kurven haben, berechnen und erhält dann eine periodische Wiederkehr der folgenden Art:

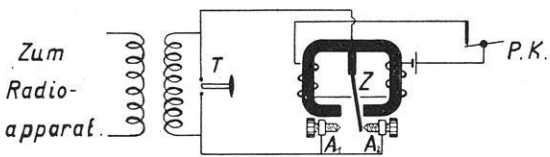
0.01 sec	0.01 sec
0.01 "	0.01 "
0.002 "	usw.
0.008 "	
0.002 "	
0.008 "	
0.002 "	

Die folgende Tabelle gibt die Beobachtung vom 7. September zur Bestimmung der Uhrkorrektur nach der beschriebenen Methode. Das Signal wurde hörbar 13 Uhr:

	n	m	a	q
2 Min. 32 sec	32	0	32	0.736
3 " 14 "	74	1	75	0.725
" 56 "	116	2	118	0.714
4 " 40 "	160	3	163	0.749
5 " 22 "	202	4	206	0.738
6 " 4 "	244	5	249	0.727
" 46 "	286	6	292	0.716

Daraus ergibt sich q' zu 0.703 bis 0.713 oder eine Uhrkorrektur von 0.708 ± 0.005 sec.

Somit ist man in der Lage, den möglichen Uhrgang mit einem Fehler von höchstens ± 0.005 sec anzugeben. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Koinzidenzsignale mit solcher Genauigkeit gegeben werden, wie es die Beobachtungsmethode verlangt, worauf wir noch kurz eingehen werden.



P. K. Pendelkontakt.

Fig. 3.

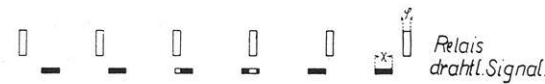


Fig. 4.

Dieses eben beschriebene Verfahren läßt sich hinsichtlich seiner Genauigkeit noch etwas verbessern. Man stellt zu diesem Zwecke den Pendelkontakt der Beobachtungsur symmetrisch ein, wobei unter symmetrischer Einstellung Gleichheit von Öffnungs- und Schließungszeit zu verstehen ist. Diese Einstellung kann man z. B. mit Hilfe eines Relais und eines Chronographen vornehmen. Dann verbindet man die beiden Anschlagstifte A_1 und A_2 der Relaiszunge mit der einen und die Relaiszunge Z mit der anderen Zuleitung zum Telephon T (s. Fig. 3).

Das Relais öffnet dann jede Sekunde für einen kurzen Moment während des Springens der Zunge den Kurzschluß zum Telephon, und ein etwa vorhandenes Signal ist während dieser Zeit im Telephon hörbar (s. Fig. 4).

Tritt bei n_1 sec das Signal zum ersten Male auf und ist es bei n_2 sec das letzte Mal hörbar, dann beträgt die Hörbarkeitsdauer $n_2 - n_1$ sec. Diese ist

gegeben durch $\frac{\varphi + \chi}{\varepsilon}$, wo φ die Dauer der Öffnungszeit durch die Relaiszunge und χ die Länge des drahtlosen Signals bedeuten.

Die Öffnungszeit des Relais, welche 0.005 sec betrug, wurde mit der in dieser Zeitschrift 2, 269 beschriebenen Apparatur bestimmt. Das Relais lag parallel zu einem Saitengalvanometer, dessen Schwingungen photographisch registriert wurden. Sprang die Zunge, so wurde solange der Kurzschluß gelöst, die Saite von einem Strome durchflossen und abgelenkt. Aus der photographischen Registrierung war dann die Öffnungszeit leicht zu ermitteln.

Beobachtet man nach der eben beschriebenen Methode die Nauener Koinzidenzsignale, so hört man in Abständen von 42 bis 43 sec je 4- bis 5 mal das Signal, dessen Länge 0.09 sec beträgt.

Die folgende Tabelle gibt die Beobachtung vom 10. Januar 1928 wieder.

	n_1	n_2	m	$\frac{n_2 - n_1}{2} + m$	$\varepsilon \cdot \left(\frac{n_2 - n_1}{2} + m \right) - m$
1. Minute	24	27	0	25.5	0.587
2. "	6	9	1	68.5	0.576
	49	52	2	112.5	0.588
3. "	31	35	3	156.0	0.588
4. "	14	17	4	199.5	0.589
	57	60	5	243.5	0.601
5. "	39	42	6	286.5	0.590

Daraus ergibt sich die Uhrkorrektion zu 0.588 ± 0.003 sec.

Die so ermittelte Uhrkorrektion stellt den Koinzidenzmoment zwischen der Mitte des drahtlosen Signals und der Mitte des Zungensprunges dar. Wenn wir den früher definierten Koinzidenzmoment haben wollen, müssen wir als festen Korrektionswert $\frac{\chi - \varphi}{2}$ abziehen.

Bei der Beobachtung vom 10. Januar fällt der vorletzte Wert aus der Beobachtungsreihe heraus. Daß dieser Wert trotzdem reell ist, erkennen wir, wenn wir die erste Auswertungsmethode benutzen. Wir erhalten, da wir infolge des symmetrischen Kontaktes und des Relais eine Sekundenkontaktuhr bekommen:

n	m	a	q	n	m	a	q
24	0	24	0.552	194	4	198	0.554
66	1	67	0.541	237	5	242	0.566
109	2	111	0.553	279	6	285	0.555
151	3	154	0.542				

Der kleinste Wert ist 0.541 sec. Der vorletzte Wert müßte 0.543 sec betragen. Es hätte also das Signal schon bei der 236. sec gehört werden müssen, wenn es richtig gegeben worden wäre. Kleine Fehler kommen nun tatsächlich in der Signalgebung vor, wie aus Fig. 5 hervorgeht. Sie zeigt die Auswertung eines Films, auf dem 59 Koinzidenzsignale mit der auf S. 56 beschriebenen Apparatur aufgenommen worden waren. Es sind die Nauener Koinzidenzsignale der 3. Minute vom 28. August 1926. Die Schwankungen sind reell, da die Ausmeßgenauigkeit des Films größer ist. Auch nach den monatlichen Berichten des Geodätischen Instituts

in Potsdam schwankt die Länge des gesamten Koinzidenzsignals um ± 0.01 sec. Außerdem kann die Abweichung des mittleren (150.) Signals gegen das Mittel aus dem ersten (0.) und letzten (300.) einen Betrag bis zu 0.01 sec erreichen.

Bei der Auswertung nach der ersten Methode haben wir noch zu beachten, daß die Signale bei Beginn jeder Sekunde 0.005 sec lang, also um 0.005 sec zu früh zu hören sind. Nach der früher gegebenen Definition des Koinzidenzmoments haben wir demnach noch eine Korrektur von 0.005 sec anzubringen. Dann gibt die Beobachtung vom 10. Januar nach der ersten Methode den Wert 0.540 ± 0.005 und nach der zweiten 0.545 ± 0.003 sec, da $\chi = 0.09$ und $\varphi = 0.005$, also $\frac{\chi - \varphi}{2} = 0.043$ sec zu setzen ist.

Die Hörmethode ist infolge ihrer Einfachheit insofern der gewöhnlichen, nicht photographischen Registriermethode vorzuziehen, als sie ohne Ausmessung und Rechnung aus wenigen Beobachtungen eine Zeitbestimmung mit einer Genauigkeit auszuführen gestattet, wie sie bei der Registriermethode erst durch Auswertung einer sehr großen Anzahl von Werten erhalten werden kann; denn

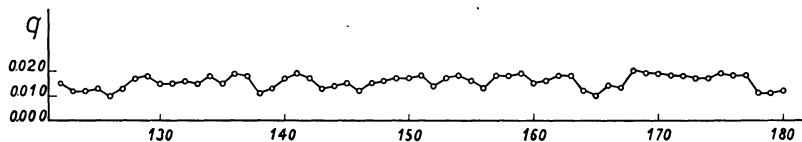


Fig. 5.

selbst bei der Chronographenregistrierung unter Benutzung eines Glimmlichtrelais*) ergeben sich noch recht beträchtliche Schwankungen, die bis über 0.05 sec bei zwei aufeinanderfolgenden Werten betragen können.

Da die Auswertung des Chronographenstreifens im allgemeinen nur mit einer Genauigkeit von höchstens ± 0.01 sec möglich ist, liegt selbst der Koinzidenzmoment im günstigsten Falle nur auf 1 sec fest. Um noch Bruchteile zu erhalten, ist eine größere Anzahl von Werten erforderlich.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß umgekehrt die Möglichkeit besteht, mit Hilfe von Koinzidenzsignalen unter Verwendung der zweiten Methode das Hinken bzw. die Unsymmetrie des Pendelkontakts zu prüfen und gegebenenfalls zu beseitigen.

Es ist somit möglich, nur mit dem Gehör unter Benutzung eines Relais den Uhrgang mit einer Genauigkeit von einigen tausendstel Sekunden zu bestimmen. Diese Methode wird besonders da mit Vorteil zu benutzen sein, wo es sich darum handelt, mit einfachen Mitteln unter Benutzung von Koinzidenzen den Gang von Uhren mit großer Genauigkeit festzustellen oder die Registrierung der Signale infolge zu geringer Empfangsenergie nicht möglich ist.

Jena, Reichsanstalt für Erdbebenforschung, Februar 1928.

*) Astron. Nachr. **230**, 272 (1927).

Physikalische Grundlagen einer neuen goelektrischen Aufschlußmethode.

Von J. N. Hummel. — (Mit acht Abbildungen.)

Für einen einfachen Fall werden die Vorgänge, die mit einer von K. Sundberg ausgearbeiteten Methode verbunden sind, in elementarer Weise mathematisch erfaßt. Die errechneten Meßwerte werden experimentell gefundenen gegenüber gestellt. Auf Komplikationen, zu denen die wirklichen Verhältnisse in der Natur in der Regel führen werden, wird hingewiesen.

Eine elektrische Methode der Bodenerforschung besteht im wesentlichen darin, daß durch ein geradliniges, isoliert auf dem Erdboden ausgebreitetes Kabel Wechselstrom gesandt und das mit diesem verbundene magnetische Wechselfeld an der Erdoberfläche vermessen wird. Da die Beschaffenheit des Feldes durch den Untergrund beeinflußt wird, gestatten die Meßgrößen Rückschlüsse auf die Tektonik der obersten Erdschichten. Anwendung findet dieses von K. Sundberg ausgearbeitete Verfahren hauptsächlich bei der Aufsuchung von unterirdischen Salzwasserhorizonten, wie sie in ölhöffigen Gebieten häufig anzutreffen sind¹⁾. Mit ihrer Auffindung vermag die Methode unter günstigen Bedingungen zugleich die Tiefe und Neigung sowie sogar die Leitfähigkeit der Salzwasser führenden Schicht zu bestimmen²⁾. Immer aber wird sie, auch in weniger einfachen Fällen, zur Klärung der Tektonik beitragen können.

Es fragt sich, in welcher Weise der Untergrund das magnetische Wechselfeld beeinflußt, und welche Rückschlüsse sich aus dessen Vermessung ziehen lassen. Es sei ein einfacher Fall behandelt. Wir nehmen an, daß in der Tiefe unter verhältnismäßig schlecht leitenden Schichten eine erheblich besser leitende ausgedehnte ebene Schicht lagert. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die Verhältnisse zur theoretischen Ermittlung des elektromagnetischen Feldes mit genügender Annäherung an die Wirklichkeit in folgender Weise idealisieren.

Im Untergrunde befinde sich parallel zur Oberfläche eine nach allen Seiten unbegrenzte planparallele ebene Schicht, deren spezifische Leitfähigkeit σ multipliziert mit ihrer Mächtigkeit d einen gewissen Wert nicht unterschreiten soll, wohingegen die darüber befindlichen Schichten als vollkommene Isolatoren betrachtet werden. Die Mächtigkeit der leitenden Schicht sei klein gegen ihre Tiefe h , also $d \ll h$. Dann kann man sie sich durch eine Platte ersetzt denken, deren Dicke $d' = 1$ cm und deren spezifische Leitfähigkeit $\sigma' = \sigma \cdot d$ beträgt. Über der Schicht befinde sich an der Oberfläche ein langer geradliniger, von Wechselstrom gespeister Stromleiter. Er induziert in der Schicht bzw. Platte Sekundärströme, die für die Beschaffenheit des Magnetfeldes mitbestimmend sind. Man kann sich hierbei die Entstehung des tatsächlich vorhandenen Feldes bekanntlich so vorstellen, daß sich ein von diesen Sekundärströmen stammendes