

Werk

Jahr: 1930

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:6

Werk Id: PPN101433392X_0006

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0006 | LOG_0028

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

Harmonische Schwingungen des Untergrundes

Von R. Köhler, Göttingen — (Mit 2 Abbildungen)

Gehört zu den experimentellen seismischen Untersuchungen, die im Geodätischen Institut in Potsdam unter Leitung von Professor Angenheister mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ausgeführt worden sind.

Die Existenz von Schichtschwingungen des geschichteten Untergrundes ist noch umstritten; die experimentellen Ergebnisse sprechen teils dafür¹⁾, teils dagegen²⁾. Daher mag ein Hinweis erlaubt sein, daß jedenfalls harmonische Schwingungen des Untergrundes mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Brand³⁾ findet bereits, daß sich häufig vorkommende Frequenzen der Bodenunruhe wie ungerade ganze Zahlen verhalten, wobei der Einwand möglich ist, es handele sich um eine Bevorzugung gewisser Frequenzen durch den benutzten Apparat. Um diese Möglichkeit auszuschließen, wurden bei Untersuchungen der Mikroseismik des Observatorienberges in Potsdam zwei gänzlich verschieden konstruierte Horizontalseismographen (Horizontal- und Vertikalpendel) verschiedener Eigenperiode gleichzeitig benutzt, für die nach eingehenden, sehr zahlreichen Vergleichsmessungen mit anderen Apparaten periodengetreue Abbildung innerhalb $\pm 2\%$ garantiert werden konnte.

Experimentelle Ergebnisse. Es wurde in den ruhigsten Nachtstunden beobachtet, wo die Apparate bei der ge-

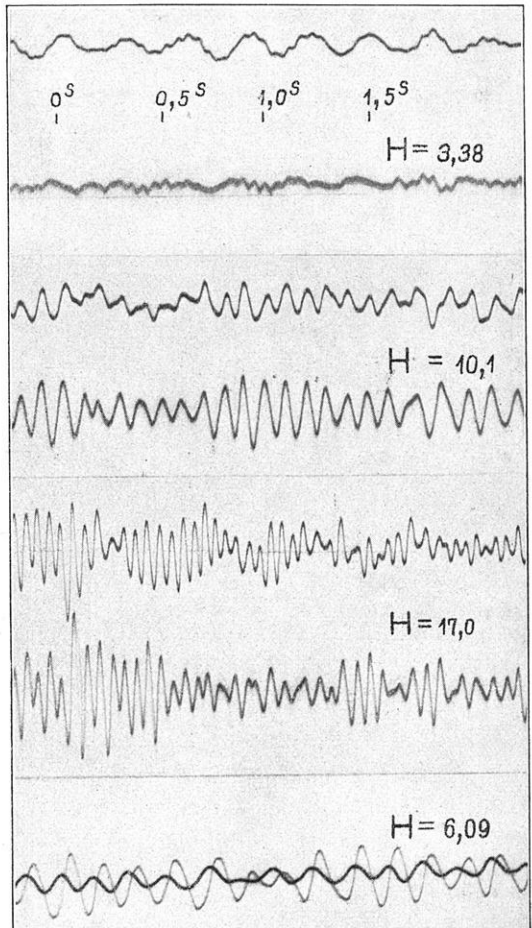


Fig. 1. Harmonische Horizontalschwingungen des Untergrundes in Hertz, aufgezeichnet mit Pendeln verschiedener Konstruktion

wählten Vergrößerung im allgemeinen keine Bewegung zeigten. Die nur zeitweise auftretende Bodenunruhe, hervorgerufen durch Verkehr auf der etwa 1 km entfernten Landstraße oder durch ferne Züge, hatte sehr einfachen sinusförmigen Charakter, im Gegensatz zu der komplizierten Tagesunruhe. Gleichzeitig vorgenommene Registrierungen mit einem Vertikalapparat bestätigten, daß es sich um reine Horizontalbewegungen handelte. Fig. 1 zeigt die vier auftretenden Frequenzen, übereinstimmend in beiden Apparaten. Andere Frequenzen wurden nicht beobachtet. Der Boden führt jeweils nur eine dieser vier Schwingungen aus, Überlagerung findet nicht statt. Die Frequenzen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die ersten drei verhalten sich sehr genau wie 1:3:5, die erste und vierte wie 5:9.

Tabelle 1

Frequenz in Hertz	3.38	10.1	17.0	6.09
Verhältnis derselben	1.00	: 2.99	: 5.02	: 1.80
	5.00		:	9.00

Es war zu vermuten, daß der Untergrund die beobachteten Schwingungen auch bei Sprengungen ausführen würde. Diese Vermutung fand sich bestätigt.

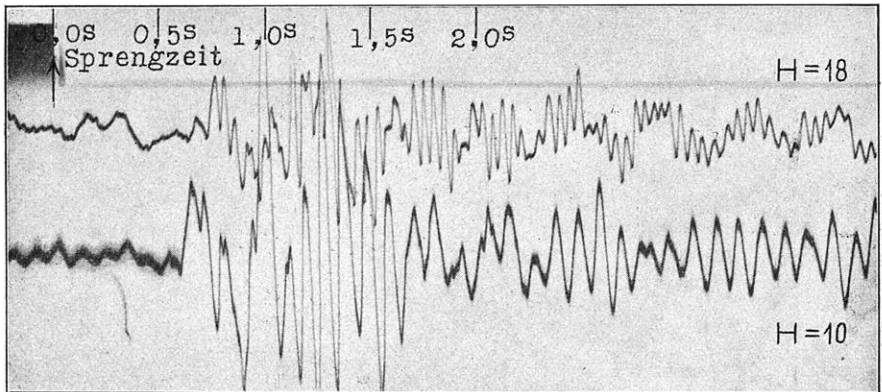


Fig. 2. Auftreten der harmonischen Horizontalschwingungen des Untergrundes bei Sprengungen (zwei verschiedene Pendel)

Fig. 2 gibt ein Beispiel. Die Schwingungsrichtungen der beiden Horizontalapparate standen senkrecht zueinander. Mit Beginn der Hauptphase setzten Schwingungen von 10 bzw. 18 Frequenzen ein. Bei Berücksichtigung der Tatsache, daß Ort und vor allem Zeit der Beobachtung verschieden waren (um 6 Wochen), ist die Übereinstimmung mit den Werten in Tabelle 1 hinreichend. Die Bewegungen in den Horizontalseismographen waren erst nach 7 Sekunden abgeklungen, während die gleichzeitig registrierenden Vertikalpendel, die diese Perioden nicht zeigten, schon nach 3 Sekunden zur Ruhe gekommen waren, ein Beweis, daß die fraglichen Frequenzen Horizontalschwingungen zugehörten. Sie sind übrigens in der Mikro-

seismik vor und nach der Sprengung mit zehnfach kleinerer Amplitude vorhanden, aber durch die Tagesunruhe stark gestört. Die Frequenz 3.38 konnte bei Sprengungen nicht beobachtet werden. Die von Schneider⁴⁾ bearbeitete Frequenz 2.4 (Periode 0.42 sec), die regelmäßig in der Tagesunruhe vorkommt und auf die weiter unten noch eingegangen wird, machte das unmöglich.

Diskussion der Ergebnisse. Die drei ersten in Tabelle 1 angeführten Frequenzen lassen sich zwanglos als Grund-, erste und zweite Oberschwingung einer „unten festgehaltenen“ Schicht deuten. Als schwingende Schicht dürfte die Gesamtmächtigkeit der diluvialen Sande zu betrachten sein. Dabei ist das „unten festgehalten“ natürlich nicht absolut zu verstehen. Es genügt, daß in dieser Tiefe die Schichtung einen größeren Widerstand entgegengesetzt als ihre Umgebung. Unter der Annahme, daß die untere Grenze der diluvialen Ablagerungen die Knotenfläche der Schwingung von der Frequenz 3.38 Hertz darstellt, ergibt sich aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der transversalen Wellen eine Abschätzung über die Dicke der Schicht nach der bekannten Formel $d = \frac{1}{4} v T$. Setzt man die Geschwindigkeit der Transversalwellen zu 700 m/sec an, so ergibt sich als Tiefe der Knotenfläche $d = 53$ m. Das entspricht der in der Umgebung für das Diluvium erbohrten Mächtigkeit (Spandau, Carolinenhöhe 66 m) und auch dem Wert von Schneider (60 m). In roher Annäherung kann man den Berg, auf dem die Beobachtungen stattfanden, als Pfeiler mit rechteckigem Querschnitt auffassen. Dann errechnet sich aus der Formel für die Querschwingung eines solchen Körpers die Schmalseite des „Pfeilers“ zu 112 m. Dieser Wert ist in der Größenordnung richtig. Die Dichte ist dabei zu 1.8, der E -Modul aus den Wellengeschwindigkeiten zu $220 \cdot 10^8$ g/cm sec² angenommen.

Die Frequenz 6.09 Hertz gehört nicht in das obige System von Schwingungen. Sie ist wohl einer Schicht größerer Mächtigkeit zuzuordnen. Die häufigste Frequenz der Tagesunruhe (2.4 Hertz) steht ebenfalls isoliert. Sie stellt eine erzwungene Schichtschwingung dar. Als Erregungsquelle kommen eine oder mehrere Maschinen in mindestens 2 km Entfernung in Frage. Das Anlaufen und vor allem das Auslaufen der Maschine pünktlich 6^h bzw. 22^h tritt in den Registrierkurven auf das markanteste in Erscheinung. Zwischen 22^h und 6^h ist diese Schwingung von genau 0.42 sec Periode niemals vorhanden.

Harmonische Schwingungen bei Erdbeben. Zum Schluß sei noch hingewiesen auf die Versuchsergebnisse von Suyehiro⁵⁾, die sich zwanglos als Schichtschwingungen der obigen Art deuten lassen. Der Verfasser untersucht mit einem Satz von 13 verschiedenen Pendeln, die auf Resonanz ansprechen, die vorherrschenden Schwingungsperioden bei Erdbeben. Die in der Arbeit abgebildeten Originalregistrierungen zeigen, daß unabhängig von der Herddistanz die Frequenzen 0.67, 2.00 und 3.33 vorherrschen, die sich wie 1.00 : 2.98 : 4.97 verhalten und eine harmonische Eigenschwingung des Untergrundes darstellen. Die harmonische Schichtschwingung stellt somit ganz allgemein einen Bestandteil der Bodenunruhe dar, wie auch immer die Störungsursachen sein mögen.

Literatur

- 1) Angenheister: Zeitschr. f. Geophys. 3, 32 (1927).
- 2) O. Meisser: Beiträge zu einer experimentellen Seismik, S. 72. Jena 1929.
- 3) Brand: Zeitschr. f. Geophys. 1, 348 (1925).
- 4) Schneider: ebenda 4, 103 (1928).
- 5) Suyehiro: Bull. Earthqu. Res. Inst. Tokyo 1, 59 (1926).

Göttingen, Geophysikalisches Institut, 22. Februar 1930.

Mitteilungen

Bezeichnung des Standes und des Ganges einer Uhr

Der Wissenschaftler, der „Verbraucher“ der Präzisions-Uhrzeit, bezeichnet als „Uhrkorrektur“ oder „Stand der Uhr“*), wie die Uhrmacher sagen, diejenige Zahl, die er an die „Uhrangabe“ (d. i. die durch die Uhr angezeigte Zeit) anbringen muß, um die richtige Zeit zu erhalten. Er rechnet daher nach der Formel:

$$\text{Uhrangabe} + \text{Uhrkorrektur} = \text{richtige Zeit.}$$

Das Vorzeichen der Uhrkorrektur ist dabei natürlich als algebraisches Vorzeichen zu werten. Ist die Uhr gegen richtige Zeit zurück, so hat die Uhrkorrektur positives Vorzeichen (+); zeigt die Uhr gegen richtige Zeit vor, so ist die Uhrkorrektur negativ (—). Im ersten Falle ist die der Uhrkorrektur entsprechende Zahl zur Uhrangabe zu addieren, im zweiten Falle ist sie von der Uhrangabe zu subtrahieren, damit die richtige Zeit erhalten wird.

Entsprechend verfährt der Wissenschaftler mit Rücksicht auf seine Formeln bei der Vorzeichenbestimmung des „täglichen Ganges“, d. h. des in 24 Stunden stattfindenden Voreilens bzw. Nachbleibens der Uhr*). Er gibt dem täglichen Gange beim Nachbleiben der Uhr das Vorzeichen „Plus“, beim Voreilen der Uhr das Vorzeichen „Minus“.

Diese ganze Art der Vorzeichenbestimmung beruht also darauf, daß es dem Astronomen darauf ankommt, die richtige Zeit zu ermitteln. Den Uhrmacher bzw. den Regleur interessiert die richtige Zeit zwar ebenfalls bei seiner Normaluhr, die ihm zu Vergleichszwecken für die zu regulierenden Uhren dient; aber bei den Uhren, die reguliert werden sollen, kommt es dem Regleur in erster Linie auf den täglichen Gang der Uhr an, weil von der Größe des Ganges das Maß der Korrektur am Pendel oder an der Unruh bzw. an der Spiralfeder abhängig ist. Mit Rücksicht auf diese praktischen Bedürfnisse hat sich bei den Regleuren der Brauch herausgebildet, den Uhrgang beim Vorgehen der Uhr mit + und beim Nachbleiben der Uhr mit — zu bezeichnen, weil eben „Plus“ einer Zunahme und „Minus“ einer Abnahme entspricht.

Durch diese verschiedenartige Anwendung des Vorzeichens seitens der verschiedenen Uhren-Interessenten entstehen nun leicht Irrtümer, oder es muß in vielen Einzel-

*) Der „Stand einer Uhr“ oder die „Uhrkorrektur“ ist diejenige Zahl, die von der durch eine Uhr angezeigten Zeit abgezogen oder die hinzugezählt werden muß, um die richtige Zeit zu erhalten. Der „tägliche Gang“ einer Uhr oder kurz „Uhrgang“ ist der Unterschied zwischen zwei Ständen bzw. Uhrkorrekturen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen, also der Betrag des in 24 Stunden stattfindenden Voreilens oder Nachbleibens der Uhr, was von dem Uhrmacher in der Regel wohl als „tägliche Gangabweichung“, gelegentlich aber auch als „Gangdifferenz“ bezeichnet wird. Die „Gangdifferenz“ im wissenschaftlichen Sinne und in Anwendung bei der Präzisionsreglage ist aber die Differenz zwischen zwei Uhrgängen.