

## Werk

**Jahr:** 1936

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:12

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0012

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0012](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0012)

**LOG Id:** LOG\_0010

**LOG Titel:** Ein Hilfsapparat zur harmonischen Analyse

**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](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

Da die Beobachtungen für die scheinbare Schwerkraftstörung  $g - \gamma$  negative Werte hauptsächlich über den Kontinenten und positive Werte über den Ozeanen ergeben haben, dürfen wir auf Grund der vorangehenden Überlegungen schließen, daß auch die wahre Schwerkraftstörung  $g - \gamma'$  daselbst im großen und ganzen negativ bzw. positiv ist. Hierdurch gewinnen die Schlüsse, die man an die regionale Vorzeichenverteilung der scheinbaren Schwerkraftstörung  $g - \gamma$  geknüpft hat, an Wahrscheinlichkeit.

Indessen kommt diesen Schlüssen dennoch keinerlei Beweiskraft für das Bestehen einer isostatischen Massenordnung in der Erdkruste zu. Denn wie ich in einer kürzlich erschienenen Abhandlung\*) gezeigt habe, läßt sich durch eine andere Wahl des Niveausphäroids unschwer ein Vorzeichenwechsel in den Undulationen herbeiführen. Es liegt an der Vieldeutigkeit des Umkehrproblems der Potentialtheorie, daß aus den Erscheinungen im Schwerefelde der Erde allein keinerlei Beweismittel für die Lehre von der Isostasie beigebracht werden können.

Es ist nur eine einzige Tatsache, die nicht leicht anders als im Sinne der Lehre von der Isostasie gedeutet werden kann, nämlich die Tatsache, daß auch nach den Ergebnissen Ackerls die Undulationen des Geoids verhältnismäßig recht klein sind. Geht man nämlich bei synthetischen Untersuchungen über die Größe der Undulationen von der Annahme aus, daß die dem Niveausphäroid aufgesetzten Massen nicht kompensiert sind, so erhält man, wie die Arbeiten Maders und vor ihm die Untersuchungen Bruns erkennen lassen, Werte für die Undulationen, die die von Ackerl berechneten Werte beträchtlich überschreiten. Aber natürlich können nur Erfahrungstatsachen, die nicht dem Schwerefelde der Erde entnommen sind, die Vermutung über eine vielleicht vorhandene Massenkompensation zur vollen Gewißheit erheben, zumal da auch für die Kleinheit der Undulationen andere Erklärungsmöglichkeiten zweifellos in Frage kommen.

---

## Ein Hilfsapparat zur harmonischen Analyse

Von F. Reuter, Obersuhl — (Mit 1 Abbildung.)

Bei der harmonischen Analyse leisten gute Dienste die bekannten „Rechentafeln zur harmonischen Analyse“ und der „Handweiser zur harmonischen Analyse“ von L. W. Pollak. Die Bestimmung zahlreicher Amplituden und Phasen einer meteorologischen Welle (Luftdruck) aus den berechneten Komponenten ( $p, q$ ) der Schwingungsvektoren kann man aber, um Zeit zu sparen, auf graphischem Wege durch vektorielle Addition vornehmen. Aus diesem Grunde wurde der in Fig. 1 dargestellte Apparat konstruiert und gebaut.

---

\*) F. Hopfner: Die Relativität der Undulationen, Zeitschr. f. Geophys. 10, 279 (1934).

Der Apparat ist auf zwei gegeneinander verschraubten Sperrholzplatten von 8 mm Dicke und 1.10 m im Quadrat befestigt. In der Mitte ruht eine aufgeschraubte halbkreisförmige Metallplatte mit einer vierfachen Winkeleinteilung. Die erste

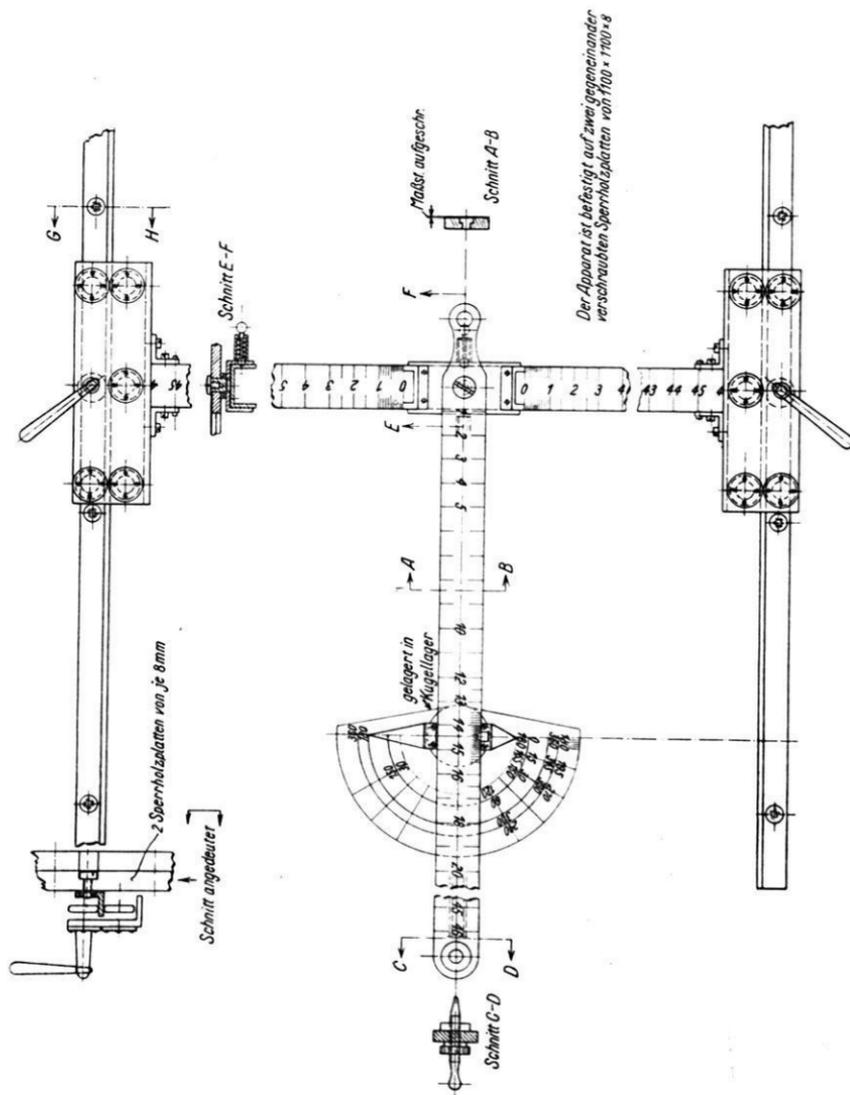


Fig. 1. Hilfsapparat zur harmonischen Analyse

und dritte Zahlenreihe von außen sind schwarz, die zweite und vierte sind rot. Der Gebrauch der einzelnen Zahlenreihen für die Winkeleinteilung ergibt sich aus der jeweiligen Lage der Schwingungsvektoren in den verschiedenen Quadranten des Vollwinkels.

In der Kreismitte dieser Platte ruht ein frei drehbares Kugellager, an dem zwei verschieden lange, im Winkel von  $180^\circ$  zueinander stehende Zeiger angebracht sind. Auf dem Kugellager befindet sich eine leicht gleitbare Metallschne (siehe Schnitt  $A-B$ ), die einen mit  $\frac{1}{2}$  mm-Einteilung versehenen Maßstab von etwa 45 cm Länge trägt. Die Zahlen darauf geben Zentimeter an. Eine besondere Ablesemarke am oberen Teile des Kugellagers gestattet ein genaues Ablesen. An ihrem freien Ende ruht diese Maßstabschne (siehe Schnitt  $C-D$ ) auf einem stumpfen Stifte. Das andere Ende (siehe Schnitt  $E-F$ ) ist drehbar an einem Ableseschieber auf einem zweiten Maßstab befestigt und läuft aus in einem Griff. Unter dem Griff ist ein Stift mit Spiralfeder angebracht (siehe Schnitt  $E-F$ ), der die Festhaltung dieses Maßstabes in der Nullstellung bewirkt. Der zweite Maßstab, der rechtwinklig zur Nullage des ersteren liegt und nur senkrecht dazu verschiebbar ist, ist doppelt so lang wie jener. Er ist mit seinen Enden rechtwinklig an zwei Gleitwagen befestigt, die je auf einer Metallschne gleiten und einen exzentrischen Feststeller haben (siehe Schnitt  $G-H$ ).

Die Bestimmung der Amplituden und Phasen gestaltet sich folgendermaßen. Die Richtlinien der beiden senkrecht zueinander stehenden Maßstäbe werden als Richtungen der Komponenten der Schwingungsvektoren angesehen, deren Ausgangspunkte über dem Mittelpunkt des Kugellagers und deren Endpunkte im Mittelpunkte des Ableseschiebers liegen. Auf dem frei drehbaren Maßstabe stellt man zuerst bei seiner Nullstellung die Maßzahl der  $x$ -Komponente ein, indem man damit gleichzeitig den anderen Maßstab nach außen schiebt. Dann werden die Gleitwagen festgestellt, der erste Maßstab wird aus der Nullage in die passende Richtung geschoben und mit Hilfe des Ableseschiebers die Maßzahl der  $y$ -Komponente eingestellt. Bei der Ablesemarke am Kugellager liest man dann den absoluten Betrag des Vektors (die Amplitude der Welle) ab und an der Winkereinteilung sein Azimut (die Phase der Welle).

In besonderen Fällen kann man auch die Komponenten des Vektors vertauschen, nur muß man dann bei der Winkereilebung die entsprechende Winkerdrehung berücksichtigen.

Die angegebenen Maße erwiesen sich für die hier vorkommenden Maßzahlen als praktisch. Sie können in den durch die geforderte Handlichkeit gegebenen Grenzen beliebig verändert werden.

*Fehlerbetrachtung.* Von den möglichen Fehlern beim Gebrauch des Apparates braucht nur einer näher betrachtet zu werden. Bei der Verschiebung des zweiten Maßstabes ist es immerhin möglich, daß trotz der Feststellung des anderen in der Nullage die Gleitwagen nicht gleichmäßig gleiten, so daß die beiden Maßstäbe nicht genau einen rechten Winkel zueinander bilden. Die Amplitude, als dritte Seite eines Dreiecks mit den anderen Seiten  $p$  und  $q$ , die gegeben ist durch

$$r = \sqrt{p^2 + q^2 - 2pq \cdot \cos \varphi},$$

ist dann mit einem Fehler behaftet.  $p$  und  $q$  sind die beiden Schenkel des Winkels  $\alpha$ , der nur wenig von  $90^\circ$  abweicht, und können mit genügender Ge-

nauigkeit eingestellt werden;  $r$  ist die dem Winkel gegenüberliegende Seite des Dreiecks.

Zur Bestimmung des Fehlers ( $\Delta r$ ) von  $r$  bilden wir den Differenzenquotienten und erhalten für den Fehler angenähert

$$\Delta r = \frac{p \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot \Delta \alpha}{r}$$

Setzen wir  $\alpha = 90^\circ$ , dann ist der Fehler

$$r = \frac{p \cdot q \cdot \Delta \alpha}{r}$$

Für die Drehung des zweiten Maßstabes um seine Mitte um den Winkel  $\Delta \alpha = 10'$  und z. B. für  $p = q (= 45 \text{ cm})$  ist die prozentuale Genauigkeit der Bestimmung der Amplitude 0.145%. Eine solche Drehung ist bei guter Ausführung des Apparates kaum möglich. Ihr entspricht eine Verschiebung der Maßstabenden um etwa  $\pm 1.3 \text{ mm}$  aus der normalen Lage. Ein auf diese Weise etwa zustandekommender Fehler darf hier vernachlässigt werden.

Die Genauigkeit der Ablesung der absoluten Beträge der Vektoren richtet sich nach der Stellenzahl der Maßzahlen für die Komponenten. Für die synoptische Darstellung der Druckwellen in der Meteorologie genügt sie vollkommen, wie man aus der folgenden Darstellung, die Maßzahlen der Komponenten der halbjährigen Druckwelle enthält, ersieht (s. Tabelle 1).

Tabelle 1

$p$	$q$	Berechnet $r$	Abgelesen $r$	Berechnet $\varphi$	Abgelesen $\varphi$
— 1.77	0,63	1.88	1.88	289° 35'	290°
— 1.71	0.90	1.93	1.93	297° 45'	298°
2.13	3.23	3.87	3.87	33° 24'	33.5°
4.95	4.87	6.94	6.96	45° 28'	45°

Die Azimute der Vektoren können mit der ausreichenden Genauigkeit von ganzen Graden abgelesen werden. Die halben Grade lassen sich mit einiger Sicherheit noch schätzen.

Der Gebrauch dieses Apparates bedeutet eine ganz beträchtliche Zeitersparnis. Ich habe ihn bei der Bearbeitung der halbjährigen Luftdruckwelle nutzbringend verwenden können\*).

\*) „Der Nachweis des Vorhandenseins der halbjährigen Luftdruckperiode“, Gerlands Beitr. z. Geophys. **46**, 366 ff. (1936): siehe auch „Die synoptische Darstellung der halbjährigen Luftdruckwelle“, Veröffentl. d. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig, herausg. von Weickmann, II, **7**, 4 (1936).