

## Werk

**Jahr:** 1926

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:2

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

**Werk Id:** PPN101433392X\_0002

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0002](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0002)

**LOG Id:** LOG\_0038

**LOG Titel:** Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft vom 7. bis 9. Dezember 1925 in Göttingen

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

**Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft**  
vom 7. bis 9. Dezember 1925 in Göttingen.

**Über einige Beziehungen zwischen Magmenaufstieg  
und Tektonik \*).**

Von **R. Brinkmann** in Göttingen.

Auf Grund des geologischen Tatsachenmaterials werden die zeitlichen Beziehungen zwischen Tiefenintensionen und orogenen Phasen einerseits, zwischen Oberflächenenergüssen und epirogenen Intervallen andererseits untersucht und Deutungsmöglichkeiten für deren genetischen Zusammenhang erörtert.

Die Geologie der magmatischen Erscheinungen hat sich die Aufgabe gestellt, die Bedingungen für den Aufstieg der ehemals glutflüssigen Eruptivgesteine zu erforschen und die Räume zu umgrenzen, in denen die erstarrten Massen in den uns zugänglichen Teilen der Erdkruste auftreten. Die Geologie des Magmas grenzt eng an die Geophysik, der sie eine ganze Reihe von Fragen zur Beantwortung überlassen muß, die mit ihren Beobachtungsmitteln nicht lösbar sind, wie die nach der Herkunft und den Ursachen der Aufwärtsbewegung der Laven und manche andern Probleme, auf die bereits früher hingewiesen wurde \*\*).

Die ganze Gruppe der Eruptiva läßt sich im wesentlichen in zwei stofflich idente Reihen zerlegen, die jedoch unter abweichenden Bedingungen erstarrt und deshalb strukturell verschieden sind: einmal die Tiefengesteine, die sich unter einer mächtigen Hülle von Deckgebirge abkühlten, zweitens die Ergußgesteine, die sich auf oder nahe der Erdoberfläche verfestigten. Angesichts dieser Zweiteilung drängt sich die Frage nach dem Stärkeverhältnis zwischen Erdkruste und Magma auf. Wie ist es denkbar, daß einmal ein glatter Durchbruch in Gestalt der Vulkanschlote erfolgen konnte, während doch in anderen Fällen die Intrusivmassen wenige Kilometer unter der Erdoberfläche stecken blieben. Hier vermag die zeitliche Analyse der Vorgänge vielleicht etwas weiter zu führen. Wir schließen uns dabei der von Stille \*\*\*) vertretenen Vorstellung an, daß die Erdgeschichte in relativ kurze orogene, durch Gebirgsbildung ausgezeichnete Phasen und dazwischenliegende lange Zeiten der Epirogenese, während der nur sanftwellige Verbiegungen stattfanden, gegliedert ist, und fragen nun, zu welchen Zeiten bildeten sich Tiefengesteine, wann Ergußgesteine?

Eine eingehende Sichtung des Tatsachenmaterials ergibt, daß die Intrusionen jeweils in die gleichen Zeitintervalle einengbar sind wie die Faltung des betreffenden Gebietes, sofern überhaupt die Möglichkeit zu einer genauen Fest-

---

\*) Eine ausführliche Arbeit über dies Thema erscheint in der Geologischen Rundschau, 17. Bd., 1926.

\*\*) R. Brinkmann: Über petrographisch-geophysikalische Grenzfragen. Diese Zeitschrift, 1. Jahrg., 1925, S. 143.

\*\*\*) H. Stille: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1925.

legung gegeben ist. Dagegen findet der Ausfluß von Ergußgesteinen in den epirogenen Zeiten der Erdgeschichte statt, ja scheint völlig auf sie beschränkt zu sein. Mit Sicherheit läßt sich jedenfalls sagen, daß die Orogenese niemals zu einer maximalen Entfaltung effusiver Tätigkeit, sondern im Gegenteil mit dem Minimum, wenn nicht dem Erlöschen zusammenfällt. Wir werden zu der eigenartigen Anschauung geführt, daß auf der Erde ein Alternieren zwischen Plutonismus und Vulkanismus stattfand, in dem jeweils nur eine Art der Magmaförderung wirksam war. Ja diese Vorstellung ist eigentlich paradox, wenn man bedenkt, daß die Aufblähung durch die Intrusiva gerade in den orogenen Phasen stattfand, also in den Zeiten, in denen der verstärkte tangentielle Druck zur schärfsten Einengung drängte, während doch in der epirogenen, fast spannungslosen Kruste die Möglichkeit dazu viel eher gegeben sein sollte, aber nicht ausgenutzt wurde.

Wollen wir an eine Deutung des Problems herantreten, so werden wir von dem Satze ausgehen dürfen, daß das Magma die Räume einzunehmen bestrebt ist, zu deren Gewinnung es die geringste Arbeit zu leisten braucht, und von diesem Gesichtspunkt aus die Formen der Eruptivgesteinskörper betrachten. Die der Ergußgesteine (Ströme, Decken, Schlotfüllungen, Lagergänge und Gänge) sind genügend bekannt. Dagegen hat sich erst neuerdings durch die Arbeiten von H. Cloos, V. M. Goldschmidt und anderen Forschern ergeben, daß die Tiefengesteinsmassive häufig als Lakkolithe ausgebildet sind, d. h. als horizontale oder flachgeneigte etwa plattenförmige Körper, deren flächenhafte Ausdehnung ihre Dicke um das Vielfache übertrifft. Das leichtbewegliche Magma fand also in orogenen Phasen innerhalb der Erdkruste eine Niveaufläche minimalen Druckes vor, auf der es sich ausdehnen konnte. Nach der Tiefe nahm der Druck zu, deshalb das Aufsteigen der glutflüssigen Massen, aber im Dache des Lakkolithen bestand ein sekundäres Maximum, das den Durchbruch nach oben verhinderte. In epirogenen Zeiten jedoch muß ein allmählicher Druckabfall von großer Tiefe bis an die Erdoberfläche herrschen, der ein ungestörtes Ausfließen ermöglicht. Orogene und epirogene Epochen in der Erdgeschichte wären demnach durch eine verschiedene Spannungsverteilung gekennzeichnet, die ihrerseits die magmatische Stoffwirtschaft und -verteilung regelt.

Hierüber ließe sich folgende Vorstellung entwickeln: Als Normaltypus müssen wir die epirogene Druckkurve mit ihrem allmählichen Abfall betrachten, die zeitweilig durch den orogenen Zusatzdruck überlagert wird, der durch die episodisch gesteigerte Schrumpfung hervorgerufen ist. Da die Kontraktion im Erdkern beginnt, so entsteht darüber eine Dilatationsschicht, der ihrerseits eine Kompressionszone folgt, welche den Gewölbedruck aufzunehmen hat, der durch das Nachsinken innerhalb der Dilatationsschale bedingt wird. Durch die Summation von generellem Druckabfall mit der orogenen Dilatations-Kompressionswelle, die allmählich nach oben wandert, entsteht ein sekundäres Minimum, die Zone der Intrusion, wie wir sie oben forderten, und darüber ein sekundäres Druckmaximum, die Zone der Faltung, in der die starke tangentielle Spannung das Dach der Tiefengesteinsmassive abdichtet und ein Entweichen des Magmas an die Erdoberfläche verhindert.

Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, durch Heranziehen der Kontraktions-theorie eine Deutung der Erscheinungen und eine Lösung des Widerspruchs zwischen der Raumvergrößerung durch Intrusiva und der Einengung durch Faltung zu geben. Beide Erscheinungen sind gleichzeitig, vollziehen sich aber nicht neben-, sondern übereinander in zwei Stockwerken, dem unteren der Intrusion, dem oberen der Faltung, die innerhalb der orogenen Phase nach oben wandern, so daß sich schließlich wieder die normalen epirogenen Verhältnisse einstellen. Man könnte demnach sagen: die Kruste allein vermag dem Magma nicht genügend Widerstand zu leisten und ist erst im Verein mit einem starken tangentialen Drucke dazu fähig, der aber nur zeitweise in den orogenen Phasen auftritt. Dieser Wechsel im Stärkeverhältnis würde das Alternieren zwischen Tiefenintrusionen und Oberflächenergüssen bedingen.

## Über einige neuere geophysikalisch-instrumentelle Arbeiten.

Von C. Mainka in Göttingen.

In Kürze wird berichtet über vom Verf. veranlaßte Verbesserungen oder Neuanfertigungen von: Drehachsen, Verbindungsgelenken, Flüssigkeits- und elektromagnetischer Dämpfung, hochperiodischem Vertikalseismometer, Schreibwerkanordnung, Flächenrauhheitsmesser, Höchstbeschleunigungsmesser und Geophon.

Die instrumentelle Geophysik braucht hochempfindliche und vor allem zuverlässige Meßgeräte, die die Unterlagen für die verschiedenen Theorien liefern sollen. Seit 1900 sind solche Bemühungen besonders in den Vordergrund getreten.

In der Seismometrie kommen schreibstift- und lichtpunktschreibende Apparate in Anwendung. Werden nur zeitliche Meßergebnisse in Betracht gezogen, so sind beide Instrumentengruppen, gleich eingestellte Empfindlichkeit vorausgesetzt, als gleichwertig anzusehen, wie mir Vergleichen in Straßburg i. E. gezeigt haben. Auch ergab sich, daß schreibstiftschreibende Seismographen der verschiedenen Bauarten, wenn sie alle gleich empfindlich eingestellt sind, sich in bezug auf die Festlegung zeitlicher Daten praktisch voneinander nicht unterscheiden, wofern sie alle mit Dämpfung versehen und sonst einwandfrei waren.

Die Vorliebe für die Schreibstiftschreiber ist vor allem im billigen und einfachen Betrieb zu suchen. Erfahrungsgemäß bin ich ferner der Ansicht, daß beide Gruppen seismischer Meßgeräte auch in bezug auf die Ermittlung der wahren Bodenbewegung periodischer Natur einander praktisch gleichwertig sind, wiederum gleiche Empfindlichkeit und Vorhandensein nicht zu schwacher Dämpfung angenommen. Unter gleicher Voraussetzung habe ich seinerzeit die Diagramme der schreibstiftschreibenden Seismographen der verschiedenen Bauarten in bezug auf das Aussehen der einleitenden Wellenzüge miteinander verglichen und wenig Abweichungen voneinander gefunden.

Bei den letztgenannten Apparaten ist vor allem auf die einwandfreie Anfertigung der Drehachsen der Hebelarme und der Verbindungsgelenke zu achten.

Die Schwingungsgleichung in ihrem üblichen Ansatz fordert, daß die Abklingungsfigur solcher ungedämpfter Apparate exponentiell geschieht. Hieraus ergibt sich aber wiederum, daß, abgesehen von der Reibung an der Schreibspitze, vorhandene Reibungsquellen elastischer Art (innere Reibung) sein müssen, oder daß wenigstens die andere Reibungsquelle (äußere Reibung z. B. gleitende) ein Minimum ist. Bei sehr kleinen Amplituden scheint es mir nicht möglich zu sein, sichere Angaben zu machen.

Die obigen Erwägungen gelten auch entsprechend für die Erschütterungsmesser, die gerade in den letzten Jahren mehr beachtet werden. An ihrer Verbesserung für quantitative Messungen hatte ich insofern verstärktes Interesse, als ich in Richtung der Amplitudenmessung die elastischen Arbeitsweisen zur wirtschaftlichen Erkundung der obersten Erdkruste erweitert sehen wollte, was ich seinerzeit den Umständen gemäß nur durch zwei entsprechende Patentanmeldungen tun konnte. Die erste von ihnen ist eingereicht am 21. Nov. 1921, die zweite am 12. Dez. 1921 \*).

Beide decken mit ihren Ansprüchen all das, was außerhalb der Laufzeitkurve liegt.

Bei der Verbindung der Hebelarme untereinander oder mit dem Pendelkörper muß stets darauf gesehen werden, daß jeder Teil auf die nämliche Periode eingestellt ist und durch die Wirkung der Rückstellkräfte der Verbindungsgelenke ein Herabdrücken der Periode nicht eintritt. Rein elastische Drehachsen von zweckentsprechendem Durchmesser machen, wie ich aus der Erfahrung weiß, in dieser Hinsicht keine Schwierigkeiten, leider gilt dies aber nicht von den rein elastischen Gelenken, wenn es sich um Eigenperioden von 8 bis 15 und mehr Sekunden handelt.

Eine Ausnahme macht folgende meines Wissens noch nicht benutzte rein elastische Kopplung: die beiden zu verbindenden Teile werden durch einen etwa 15 mm langen Seidenfaden miteinander verbunden und durch eine auf Druck beanspruchte Feder auseinandergedrückt, soweit es der Faden gestattet. Da diese Gelenkart aber mit gewisser Vorsicht zu behandeln ist, so bin ich auch nach manch anderen Erwägungen zu dem schon seit jeher von mir benutzen Spitze-Pfannengelenk mit herumgelegter Feder zurückgekehrt. Von den rein elastischen Drehachsen zeigte sich am geeignetsten folgende Anordnung, die vor allem sehr einfach ist: ein leichter Stab mit dünnen Drahtenden oder Enden aus geölter Seide (10 bis 15 mm lang) an geeigneter Haltevorrichtung an dem einen Ende durch eine Bandfeder gespannt. Stets zeigt letzten Endes das Studium der ungedämpften Eigenschwingungsfigur, ob Gelenk und Achse einwandfrei sind.

Bei dem Bemühen, eine möglichst einfache und doch einwandfreie Dämpfungsanordnung zu finden, fand ich schließlich folgende zwei Typen, wenn wiederum schreibstiftschreibende Seismographen mit schweren Pendelkörpern von mehreren 100 kg in Betracht kommen, als geeignet: 1. eine Flüssigkeitsdämpfung und 2. eine elektromagnetische Dämpfung.

---

\*) Die entsprechenden Patentaktenzeichen sind: E 27 359 IX/421 und E 27 455 IX/42 k.

Die erstere, im Prinzip bereits früher von mir angedeutet, habe ich gemäß Versuchen noch verbessert, obwohl ich sie auch so nicht für starke Dämpfungen empfehlen möchte. An einer Achse ist senkrecht zu ihr an einer Seite ein System von etwa 20 leichten quadratischen ( $10 \text{ cm}^2$ ) Platten in Zwischenräumen von etwa 4 bis 8 mm befestigt; auf der anderen Seite ist mit der Achse, in ihrer Mitte, in Verlängerung der Mittellinie der mittleren Platte ein Arm mit einstellbarem Gewicht fest verbunden. An den Achsenenden sind dünne Bandgelenke mit kleinem freien Feld angebracht, mittels deren das Plattensystem an den Wänden eines Gefäßes gelenkig befestigt wird, so daß die Platten im Gefäß hin und her schwingen können. Im Gefäß selbst ist ein festes System von Platten so aufgestellt, daß sich zwischen je zwei Platten des beweglichen Systems eine feste befindet, ohne daß Berührung zwischen beiden stattfindet. Das Gewicht dient zur Periodeneinstellung. Das Weitere ist ersichtlich und es sei nur noch erwähnt, daß diese Dämpfungsanordnung mit dem ersten Hebelarm gelenkig verbunden wird, was von anderen noch vorhandenen Möglichkeiten das Einfachste und Beste ist.

Die elektromagnetische Dämpfung greift am Schreibarm in dessen rückwärtiger Verlängerung an, die etwa 25 cm lang ist und am Ende eine Kupferplatte ( $60 \times 30 \times 1 \text{ mm}$ ) trägt, die natürlich, wenn Platz vorhanden, auch am Schreibarm selbst angebracht sein kann.

Die Kupferplatte ragt in das Feld eines am Gestell gegen den aus runden Eisenplatten bestehenden, geeignet abgeschirmten Pendelkörper befestigten Elektromagneten (Eisenkern 18 mm dick, 7 kg Draht, 0.4 mm dick). Bei einer Eigenperiode des bifilaren Kegelpendels ( $P = 725 \text{ kg}$  für eine Komponente) von 12 Sek. konnte bei Benutzung des Lichtstromes (Gleichstrom 250 Volt) aperiodische Dämpfung erhalten werden, die durch Einschalten von Widerstand geeignet abgeschwächt werden konnte\*).

Über die Vorteile der elektromagnetischen Dämpfung, die meines Wissens bei Schreibstiftschreibern mit schweren Pendelkörpern noch nicht angewendet worden ist, ist wohl nichts zu sagen. Ich hoffe, daß es doch gelingt, diese Dämpfung am ersten Hebelarm wirken zu lassen.

Mein weiteres Ziel war, ein Vertikalseismometer anfertigen zu lassen, das als Schreibstiftschreiber sich auf eine Eigenperiode von 10 und mehr Sekunden einstellen läßt, so daß es möglich ist, auch schreibstiftschreibende Seismographen für die drei Komponenten in gleicher und vor allem höherer Eigenperiode zu besitzen, was bisher nicht der Fall ist. Die Aufhängung des Pendelgewichtes geschieht nach dem Vorschlag von Ewing (1881), nur mit dem nicht ganz nebensächlichen Unterschied, daß die in Betracht kommenden, aus Sonderstahl bei Krupp A.-G. hergestellten Zylinderfedern (Drahtdicke = 18 mm, Federdurchmesser = 270 mm und fünf freie Gänge) auf Druck beansprucht sind. Für die im vorliegenden Falle in Betracht kommenden etwa 300 kg Pendelgewicht genügen drei solcher Federn, die durch die Hebelarmübersetzung mit rund 1200 kg

\*) Die für diese Dämpfung notwendige kleine Kupferplatte kann bei allen schreibstiftschreibenden Apparaten bequem auch nachträglich am Schreibarm angebracht und die vorhandene Dämpfung anderer Art entfernt werden.

beansprucht werden. Nach einem vorläufig angestellten Modellversuch scheint es mir, daß es auch möglich ist, unter Anwendung entsprechend eingebauter Bandfedern hohe Periodeneinstellung zu erlangen.

Bei einer für Vertikalseismographen mit schwerem Pendelgewicht verhältnismäßig hohen Eigenperiode, wie 10 bis 12 bis 15 Sek., ist es schwierig, die Einflüsse der Temperatur in einfacher Weise auszugleichen. Abgesehen von den üblichen Anordnungen, die bekanntlich auch nicht immer zufriedenstellend arbeiten, scheint es mir am vorteilhaftesten zu sein, wenn der elastische Teil des Apparates für sich allein etwa 1 m tief in der Erde untergebracht und entsprechend gegen die Temperaturwirkungen von außen (in Öl eingebettet) geschützt wird. Der Pendelgewichtsarm, der sich mit dem Hebelsystem und dem Schreibwerk über Tage befindet, ist dann durch einen kräftigen Verbindungsarm mit den Federn gelenkig verbunden. Geeignet getroffene Vorkehrungen schützen gegen Luftströmungen. Die übrigen Teile des Instrumentes entsprechen denen des Horizontalseismographen.

Das eingehende Studium der Reibungsfigur, soweit es die größeren Ausschläge betrifft, weist darauf hin, daß der Durchmesser der üblichen Schreibtrommeln zu klein ist, da dann für solche Ausschläge in der Nähe der Umkehrpunkte ein Herabsteigen und Heraufklettern der Schreibfeder in Betracht kommt. Zylinder mit großen Durchmessern haben andere Nachteile. Es ist meines Erachtens vorteilhafter, zwei Schreibtrommeln von je 10 cm Durchmesser zu benutzen, die ein in sich geschlossenes Papierband horizontal gespannt halten, so daß die Schreibfeder auf horizontaler Schreibfläche gleitet. Wie die Erfahrung zeigt, ist die Herstellung auch nicht schwieriger.

Aus einem noch anzugebenden Grunde halte ich es für vorteilhaft, wenn die Schreibtrommel eines Schreibwerkes eine periodische Bewegung in vertikaler Richtung hat. Ich habe ein derartiges Schreibwerk vorgesehen. Es ist einleuchtend, daß in solchem Falle die einmal für die horizontale Lage eingestellte Schreibnadel die Schreibfläche nur nach bestimmten Zeiten und dann nur kurz berührt, ihre Spur einzeichnet und damit die Lage des zugehörigen Pendelkörpers in bezug auf eine gleichzeitig eingezeichnete Nulllinie kennzeichnet. Auf diese Weise wird der Apparat nur zu bestimmten Zeitpunkten, dann auch praktisch ohne Schaden, in seiner Lage beeinflußt. Verwendbar ist ein solches Schreibwerk, und das ist der Grund, für den Plan, für hochperiodische, 30 bis 60 Sek. schreibstiftschreibende Horizontalpendel für die Deformationsbeobachtungen der Erdrinde unter dem Einfluß von Sonne und Mond. Lichtpunktschreiber sind also auch in diesem Falle nicht nötig.

Bisweilen ist es nötig, wie die Praxis gezeigt hat, die Glätte von Papiersorten gegeneinander oder gegen eine Vergleichsfläche oder überhaupt die Rauheit von sonst ebenen Flächen irgendwelcher Art festzulegen. Meines Erachtens ist dies am einfachsten durch Anwendung eines kleinen Horizontalpendels, an dessen Gewicht (einige Kilogramm) ein etwa 0.75 m langer horizontaler Arm mit Schreibfeder befestigt ist. Die Vergleichung der verschiedenen Reibungsfiguren gibt die verlangten Daten für den Vergleich. Da die zu vergleichenden Flächen naturgemäß nicht beruht sein dürfen, so hat mittels eines in der Drehachse befindlichen Spiegels die Beobachtung der Umkehrpunkte mit Hilfe von Fernrohr und Skala

zu erfolgen. Die größte Schwierigkeit ist das einwandfreie Arbeiten der Schreibfeder\*).

Schon oft wurde ich nach einfachen Apparaten gefragt, die es gestatteten, in einfacher, unter Umständen auch visueller Weise Erschütterungen irgendwelcher Art zu beobachten und auch deren Stärke zu messen. Mit Rücksicht auf verschiedene Umstände und unter Anlehnung an den Grundgedanken der Grunmach-Weidertschen Apparatur, aber bei Ablehnung der Anwendung von einzustellenden Federn, ließ ich vor einiger Zeit folgende Anordnung bauen: Die Gewichte von etwa vier bis sechs, auch mehr Hämmern, deren Stiele gleich lang, beispielsweise horizontal gelagert und um Bandgelenke in der vertikalen Ebene drehbar sind, ruhen entsprechend der Größe der Gewichte mit verschiedenen Auflagedrücken in der Ruhelage auf Unterlagen auf. Die Gewichte, die selbst oder ihre Entfernungen von den Drehachsen der Stiele geändert werden können, liegen in der Nähe ihrer Schwerpunkte auf. Ist die Stärke einer Erschütterung (Lokal- oder sehr nahe Beben kommen auch in Betracht) kleiner oder gleich den Drücken, mit denen die Gewichte verschiedener Einzelhämmer aufliegen, so bleiben die Gewichte liegen, übertrifft die Intensität der Erschütterung den Auflagedruck nur um ein Weniges, so lösen sich die entsprechenden Gewichte von ihren Unterlagen. Es ist möglich, den Auflagedruck jedes der Hammergewichte so abzustimmen, daß die Differenz der Drucke aufeinanderfolgender Hämmer konstant und sehr klein ist. Somit werden auch sehr kleine Störungen innerhalb zweier wenig voneinander abweichender Grenzwerte in einfacher Weise eingemessen werden können.

Handelt es sich um die Bestimmung der Stärke von Vibrationen, so kann das Gewicht eines Hammers so lange verstellt werden, bis eben Loslösung von der Unterlage eintritt. Die Periode solcher Störungen erhält man am besten mit Hilfe des Frahm'schen Frequenzmessers. Das Sichtbarmachen des Augenblicks der Loslösung kann auf optischem oder elektromagnetischem Wege geschehen. Registrierung kann auf Wunsch auch vorgesehen werden, indem ein Relais betätigt wird, das den als Schreibarm ausgebildeten Anker eines Elektromagneten in Bewegung setzt.

Bekanntlich kann ein leises Bodengeräusch unmittelbar mit dem Ohr abgehört werden. Die Empfindlichkeit solcher Beobachtung kann mit Hilfe eines zuerst in Amerika gebauten Instrumentes „Geophon“ erhöht werden, das aber, wie ich fand, einfacher und empfindlicher hergestellt werden kann. Es ergab sich schließlich folgende Konstruktion: Im Innern eines im äußeren Durchmesser etwa 15 cm messenden, etwa 8 cm hohen Hohlgefäßes ist eine elastische, mit entsprechendem Gewicht belastete Scheibe gespannt, wodurch der Hohlraum in zwei voneinander abgetrennte Abschnitte geteilt wird. Der Deckel des Gefäßes hat einen Schlauchansatz für den etwa 1.5 m langen Abhorchschlauch. Um die Frequenz der Scheibe in die Resonanzlage zum Bodengeräusch zu bringen, können passende Ringe eingesetzt werden, wodurch der Durchmesser der Membran und damit deren Frequenz geändert wird. Der Mantel des Bodenteiles hat einige Schraubenzüge, wodurch ein Anschrauben dieses Gerätes an eine größere Platte

---

\*) Fleiss-Graz hat eine nur für seismische Zwecke in Betracht kommende Arbeit ähnlicher Art ausgeführt. Phys. Zeitschr. 1911.

möglich ist; in manchen Fällen ist dies vorteilhaft. Mit Hilfe zweier solcher Geräte kann die Richtung, aus der das Geräusch kommt, bestimmt werden, und schließlich auch die Lage. Die angestellten Versuche ergaben, daß das Auffallen eines 7.5-kg-Gewichtes aus 0.75 m Höhe auf trockenem Grasboden noch in 80 bis 90 m gehört werden konnte. Im Bergwerk ist die Empfindlichkeit bedeutend größer. In einem Gartengelände konnte eine kleine Bruchstelle, die sich nur durch den Wasserverlust an der Wasseruhr bemerkbar machte, eines Bleirohres, das etwa  $1\frac{1}{3}$  m tief eingebettet war, örtlich genau festgelegt werden.

Bei einiger Änderung kann auch elektrische Fernbeobachtung ermöglicht werden, die sich aber bisher nicht so empfindlich zeigte.

Erwähnen möchte ich noch, daß ich eine elektromagnetisch-schreibstiftschreibende Schreibweise, ähnlich der bekannten elektromagnetisch-lichtpunktschreibenden, für Seismographen und Erschütterungsmesser versucht habe, da mir eine solche sehr viele Vorteile zu bieten scheint. Die bisherigen, freilich nicht ausgedehnten Versuche haben einen Erfolg nicht gebracht, aber sie lassen hoffen, daß eine Registrierung dieser Art wohl doch noch verwirklicht wird\*).

#### Literatur.

Mit obigen Zeilen stehen folgende Veröffentlichungen von mir in gewisser Verbindung:

Emergenzwinkel von Erdbebenstrahlen und Poissonsche Konstante in der obersten Erdschicht Phys. Zeitschr. 1919, S. 574—579.

Instrumente für die Beobachtung von Erschütterungen. Zeitschr. f. techn. Physik 1922, Nr. 5 u. 7.

Zur Untersuchung von Seismographen und Erschütterungsmessern. „Feinmechanik“ 1922, Nr. 7.

---

## Über Isostasie.

Von W. Schweydar. — (Mit einer Abbildung.)

Der Verlauf der Schwerkraft im Küstengebiet wird auf Grund der Hypothese von Airy berechnet zum Vergleich der analogen Untersuchung von Helmert auf Grund der Prattischen Hypothese. Das Ergebnis weicht von dem Helmerischen namentlich über dem Küstenfuß stark ab. Die durchschnittliche Dicke der Kontinente wird zu etwa 200 km berechnet. Die Airy-Hypothese erklärt besser die Schwerkraft auf den kleinen ozeanischen Inseln. Die Erde ist noch nicht im hydrostatischen Gleichgewicht; das Streben nach dem letzteren bedingt horizontale Kräfte, welche die Grundlage zur Erklärung der Faltungen geben können. Die beobachteten geringen Störungen der Schwere in Gebirgen können durch Kompressionen und Dilatationen infolge von elastischen Deformationen erklärt werden.

Die folgende Untersuchung ist bereits vor einer Reihe von Jahren ausgeführt, aber nicht ganz abgeschlossen worden. Immerhin liegen einige wesentliche Ergebnisse vor, die, wie ich hoffe, umso mehr Interesse haben

---

\*) Über obige Gegenstände habe ich in der Göttinger Tagung d. Deutsch. Geophys. Ges. am 9. Dez. 1925 in Kürze berichtet. In einem der folgenden Hefte der „Zeitschr. f. Feinmechanik u. Präzision“, herausgeg. von Prof. Dr. G. Berndt-Dresden, werden die einzelnen Teile der obigen Mitteilung unter Zuhilfenahme von Figuren eingehender besprochen.