

HUGO MASING

WERKSTATT FÜR WISSENSCHAFTLICHE
INSTRUMENTE

EESTI, TARTU, LAI 17

SEISMOGRAPHEN

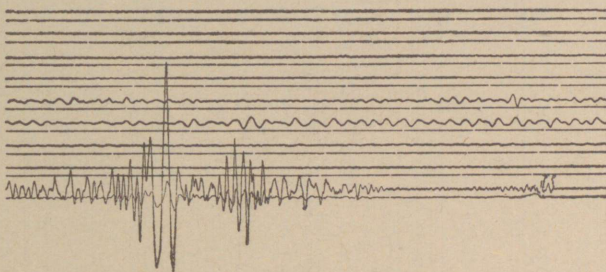
FÜR

GALVANOMETRISCHE REGISTRIERUNG
NACH FÜRST B. GALITZIN UND PROF. J. WILIP

SEISMOGRAPHS

WITH GALVANOMETRIC REGISTRATION
AFTER PRINCE B. GALITZIN AND PROF. J. WILIP

Z



ESTICA

B1117.

HUGO MASING

WERKSTATT FÜR WISSENSCHAFTLICHE
INSTRUMENTE

EESTI, TARTU, LAI 17

SEISMOGRAPHEN

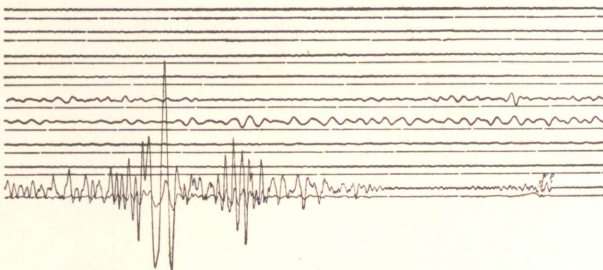
FÜR

GALVANOMETRISCHE REGISTRIERUNG
NACH FÜRST B. GALITZIN UND PROF. J. WILIP

SEISMOGRAPHS

WITH GALVANOMETRIC REGISTRATION
AFTER PRINCE B. GALITZIN AND PROF. J. WILIP

Z



43184418

Est. 13





*Seismische Stationen
ausgerüstet mit den Apparaten
der Firma*

Hugo Masing

*konstruiert nach den Angaben
von Fürst Galitzin u. Prof. Dr. J. Biljuz*

- 1. Moskwa
- 2. Baku
- 3. Tiflis
- 4. Baku
- 5. Baku
- 6. Ulaanootol
- 7. Kokejoku
- 8. Tschkent
- 9. Transfurt
- 10. Strassburg
- 11. Paris
- 12. Stockholm
- 13. Budapest
- 14. De Pilt
- 15. Lecce
- 16. Skalar-Maur
- 17. Genua
- 18. Antin-Palermo
- 19. Stuttgart
- 20. Varese
- 21. Martineque
- 22. Kopenhagen
- 23. Scoresby Sund
- 24. Antin-Palermo
- 25. Saint Louis
- 26. Cincinnati
- 27. Santa Clara
- 28. Berkeley
- 29. Buffalo
- 30. Catania
- 31. Uellington
- 32. Beirut
- 33. Matro
- 34. La Paz
- 35. Tientsin
- 36. Peking
- 37. Shanghai

*Yone 8
Zwinger 7
S. 107/108*

DIE GALVANOMETRISCHE REGISTRIERMETHODE IN DER SEISMOMETRIE.

THE GALVANOMETRIC METHOD OF REGISTRATION IN SEISMOMETRY.

Die galvanometrische Registriermethode von Bodenerschütterungen besteht darin, dass man die Bewegungen von aperiodisch gedämpften Pendeln nicht direkt optisch registriert, sondern in der Registrierung der Induktionsströme, die die am Pendelarm befestigten Spulen beim Durchschneiden von Magnetfeldern erzeugen und welche durch ein aperiodisches Drehspulgalvanometer angezeigt werden. Die Bewegung der Galvanometerspule wird optisch registriert, ähnlich wie bei der rein optischen Registriermethode in der Seismometrie.

Diese Methode besitzt aber ganz erhebliche Vorzüge vor der rein optischen:

1) Bei beliebig grosser Empfindlichkeit (1000—3000 fach) werden die bradyseismischen Erscheinungen gar nicht wiedergegeben, wo bei der rein optischen Methode bei solchen Vergrösserungen die Ruhelage beständig hin- und herwandert, so dass die Linien sich sogar durchschneiden und eine Entzifferung der Seismogramme bisweilen unmöglich machen. Ganz besonders lästig sind hier Temperaturveränderungen.

2) Andererseits gestattet die galvanometrische Methode auf den Registrierungen viel genauer die Grundbewegung bei den Vorphasen festzustellen, da die kurzperiodischen sekundären Wellen lokalen

The galvanometric registration method of earthquakes does not consist in the direct optical way of registering the movements of the aperiodically damped pendulum, but in the registration of the induction-currents which the coils fastened to the pendulum-arm are producing at the intersection of magnetic fields and which are indicated by a moving-coil galvanometer. The movement of the galvanometer coil is optically registered in a similar way as with the purely optical method of registration.

This method has very important advantages compared with the purely optical:

1. With any great sensitiveness (1000—3000 times) the slow seismic phenomena are not recorded at all, whereas with the optical method with such magnifications the resting-position is constantly wandering to and fro, so that the lines are intersecting each other and the deciphering of a seismic diagram is sometimes made impossible. Here variations of temperature are especially troublesome.

2. On the other hand the galvanometric method allows a much more precise determination of the original movement with the preliminary phases on the registrations, as the short periodical secondary

Ursprungs viel schwächer wieder gegeben werden, als bei der rein optischen Methode. Bei der letzteren überlagern diese Wellen gewöhnlich die Hauptwelle der ersten Vorphase und machen eine einwandfreie Analyse unmöglich. Dieser Umstand ist besonders wichtig für die Bestimmung der Austrittsrichtung der seismischen Strahlen, wie dieses zur Ermittlung der geographischen Koordinaten des Epizentrums und des Emergenzwinkels unerlässliche Bedingung ist.

3) Die galvanometrische Registrieremethode lässt viel genauer alle Phasen auf den Seismogrammen erkennen, als andere Registrieremethoden. Die Einsätze der reflektierten Wellen stimmen sehr genau mit den neuesten Laufzeitkurven von Mohorovičić überein, wie dieses die wöchentlichen Erdbebenberichte der Zentralstation von Pulkovo vor dem Kriege erkennen lassen. Man verdankt dieses dem Umstand, dass die kurzperiodischen lokalen Wellen bei dieser Methode weniger die Grundbewegungen maskieren.

4) Man erspart hier an Raum und Beleuchtung, da bei der grossen Empfindlichkeit eines Drehspulgalvanometers der optische Hebel 1 Meter nicht zu übertreffen braucht, wo man bei der rein optischen zur Erzielung einer ähnlichen Empfindlichkeit bereits 5—10 Meter anwenden müsste.

5) Sehr günstig ist bei dieser Methode der Umstand, dass man den Registrierapparat mit dem Galvanometer ganz getrennt in einem vom Pendelraum unabhängigen Ort aufstellen kann. Eine solche Fernregistrierung kann in gewissen Fällen von grossem Nutzen sein, ganz besonders, wenn die Pendelräume tief unter der Erde eingerichtet und viel zu feucht sind.

Obgleich diese Apparate vor dem Kriege noch einige Mängel besas-

waves of local origin are recorded much weaker than with the purely optical method. With the latter these waves are usually covering the principal wave of the first preliminary phase and are making impossible an incontestable analysis. This circumstance is of great importance to ascertain the direction of the emergence of seismic rays, this being an irremissable condition for the determination of the geographical co-ordinates of the epicentre and the angle of emergence.

3. The galvanometric method of registration permits to recognize much more exactly all phases on the seismograms. The starting movements of the reflected waves are corresponding exactly with the latest transmitting velocity curves by Mohorovičić proved by the weekly earthquake-reports of the Central Station of Pulkovo, published before the war. That is due to the circumstance, that the short periodical local waves are less masking the original movements with this method.

4. Here one is saving room and lighting, as with the great sensitiveness of a turning-coil galvanometer the optical lever does not need to surpass 1 meter, when with the purely optical method to achieve a similar sensitiveness an optical lever of 5—10 meter is to be used already.

5. Of great advantage with this method is the circumstance, that the registration-apparatus with the galvanometer might be put up separately in a room, which is quite independent from that in which the pendulum is placed. Such distant registration might be of great use in some cases, especially when the pendulum-rooms are constructed deep below the surface of the ground and are much too damp.

Although before the war these apparatuses had still some defects,

sen, haben sie trotzdem bereits viel wertvolles wissenschaftliches Beobachtungsmaterial geliefert. Inzwischen haben diese Seismographen beträchtlich progressiert, und in folgenden soll eine Übersicht gegeben werden über Seismographentypen, wie sie noch viel einwandfreiere Resultate liefern können als die ursprünglichen.

they nevertheless have given much valuable scientific matter of observation. Meanwhile these seismographs have much improved, and in the following an account shall be given about types of seismographs, which can give still more incontestable results than the primary apparatuses.

APERIODISCHER HORIZONTAL-SEISMOGRAPH FÜR GALVANOMETRISCHE REGISTRIERUNG

nach Fürst B. Galitzin und Prof. J. Wilip.

APERIODICAL HORIZONTAL-SEISMOGRAPH WITH GALVANOMETRIC REGISTRATION.

After Prince B. Galitzin and Prof. J. Wilip.

Die Pulkovoer Registrierungen hatten so manches klargelegt, was für die Präzisionsseismometrie als störend mitspielt. Der Luftzug wirkte beständig an windigen Tagen ein und rief Bewegungen des schwingenden Systems hervor, die leicht sich als Zugwirkung erkennen liessen, ohne dass man irgend eine Bodenbewegung hätte herausfinden können. Daraus folgte, dass man die Pendel von der äusseren Luft isolieren soll.

Die Versuche in Tartu haben es dargetan, dass auch dieses noch nicht genügt, die Einwirkung des Zuges zu beseitigen. Ein geringer Druck auf die Kappen oder Gestelle ruft bereits eine kleine Neigung hervor, so lange das Pendel sich auf 3 Schraubenspitzen stützt. Wir brauchen aber heutzutage in der Seismometrie nur Verschiebungen zu messen und keine Neigungen, die zudem in diesem Fall keine Boden- neigungen darstellen.

Sobald in geschlossenen Räumen bei windigem Wetter eine veränderliche Saugwirkung ent-

The registrations in Pulkovo had made clear, what has proved to be disturbing in precision-seismometry. The air current was acting effectively on windy days and produced motions of the oscillating system, which could be easily recognized as the effect of the draught, without any ground motion being found out. Due to that fact it follows that the pendulums must be isolated from the external air.

The experiments at Tartu-Dorpat have proved, that it is not sufficient to remove the influence of the draught. A slight pressure on the casings or frames produces already a small inclination, as long as the pendulum is supported by the 3 points of screws. But nowadays in seismometry we only need to measure dislocations and not inclinations, which besides in this case do not represent any inclinations of ground.

As soon as in closed rooms by windy weather a variable sucking effect arises, the air-current is effect-

steht, wirkt der Luftzug als kleiner Druck auf die Pendelgestelle oder Kappen und kippt den Apparat ein wenig um die Verbindungslinie zweier Fusschrauben als Drehachse.

Wie verhält sich aber ein Seismograph auf 3 Schraubenspitzen den Trägheitskräften gegenüber, die durch die bewegliche und unbewegliche Masse des Systems beim Eintreffen von Erdbebenwellen entstehen? Diese Kräfte bringen sicherlich beim Pendel Ausschläge hervor, die durch Neigungen des Gestells zu deuten sind und zu allen Verschiebungen sich hinzuaddieren müssen.

Das sind Beweggründe gewesen, warum man zu der folgenden Bauart die Zuflucht genommen hat.

Auf Fig. 1 ist dieses neue Horizontalspendel mit magnetischer Dämpfung und galvanometrischer Registrierung abgebildet. („On New Precisions-Seismographs“ by Prof. J. Wilip. Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis A X, 7. Tartu-Dorpat. 1926 und „Über die Anwendung der galvanometrischen Registriermethode in seismischen Gebieten“ von J. Wilip. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. XIX, Heft 1, 1928).

Das schwingende System hängt an 2 Blattfedern, wobei oben der Zug nach vorne und unten nach hinten gerichtet ist. Da die Blattfedern sehr dünn sind, hat das Pendel ohne Magnete nur sehr schwache Dämpfung. Die Eigenperiode lässt sich bei ganz kleinsten Amplituden in weiten Grenzen verändern, nämlich von $2^s,0$ bis $30^s,0$.

Für die galvanometrische Registrierung wird das Pendel für eine Eigenperiode von $T = 12^s,0$ bis $13^s,0$ eingestellt, je nachdem, wie gross sich die Galvanometerperiode erweist. Die reduzierte Pendellänge

ing a slight pressure on the pendulum frames or casing and is causing a light inclination of the apparatus around the connecting line of two foot-screws as an axis of rotation.

How does a seismograph supported by points of 3 screws behave with regard of the force of inertia, which arises through the unfixed and fixed mass of the system at the arrival of earth-waves? These forces are surely causing oscillations with the pendulum, which could be interpreted as the effects of the inclinations of the frame and which are adding themselves to all dislocations.

Those have been the leading motives why the following construction was carried out.

On Fig. 1 this new horizontal pendulum with magnetic damping and galvanometric registration is represented. („On New Precision-Seismographs“ by Prof. J. Wilip. Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis A X, 7. Tartu-Dorpat. 1926 and „Über die Anwendung der galvanometrischen Registriermethode in seismischen Gebieten“ von Prof. J. Wilip. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. XIX, Heft 1, 1928.)

The oscillating system is suspended on 2 plate-springs, whereby the traction above is directed forward and below backward. As the plate-springs are very thin the pendulum has only a very weak damping without magnets. The inherent period at very small amplitudes might be varied in widely extending limits, namely from $2^s,0$ to $30^s,0$.

For the galvanometric registration the pendulum is adjusted for the inherent period of $T = 12^s,0$ to $13^s,0$ according to the period of the galvanometer. The reduced pendulum length with the latter

beträgt bei den letzten Exemplaren ca. 11 cm. Die Periode kann durch Neigen der Unterlage, aber auch durch Neigen des Trägers des schwingenden Systems verändert werden.

Die Dämpfer- sowohl als auch die Induktionsmagnete sind mit

types amounts to ca. 11 cm. The period might be changed by inclining the base, but also by inclining the bearer of the swinging system.

The damping as well as the induction-magnets are provided with

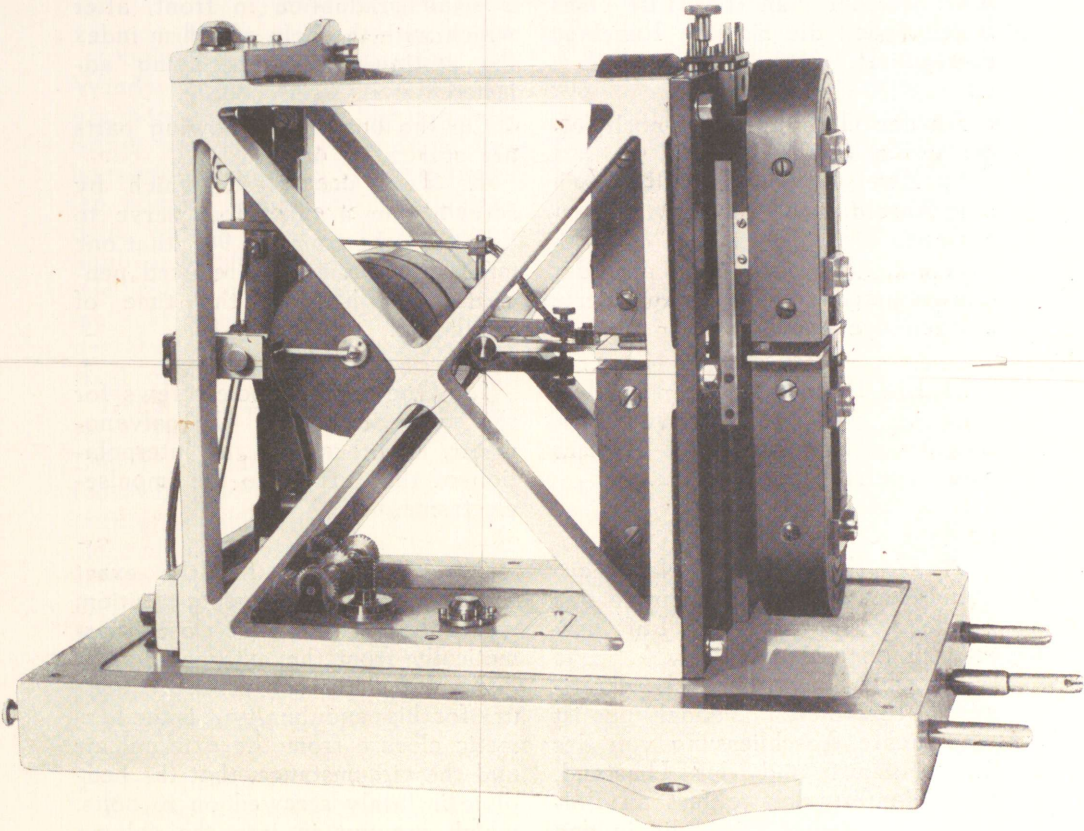


Fig. 1. Aperiodischer Horizontal-Seismograph für galvanometrische Registrierung.
Aperiodical Horizontal Seismograph with Galvanometric Registration.

Skalen und Nonien versehen, die auf 0,1 mm genau die Polentfernungen zu fixieren gestatten. Bei ca. 10 mm bei den D.-Magneten trifft die Aperiodizitätsgrenze zu. Der galvanometrische Übertragungsfaktor beträgt bei 7,5 bis 8,0 mm Teilung der I.-Magnete ca. 130. Bei Einschaltung der D.-Magnete ändert sich nicht die Eigenperiode des

scales and noniuses, which permit to fix the distance of the poles with the exactness of 0,1 mm. With ca. 10 mm the limit of aperiodicity with the D.-magnets proves to be correct. The galvanometric transmission factor amounts to ca. 130 with a graduation of 7,5 to 8,0 mm of the I.-Magnets. With the interpolation of the D.-magnets the inherent

Pendels, wie bei den alten Seismographen mit Zöllnerschem Gehänge. Am Pendelgestell ist ein kleiner Elektromagnet, der unter Einschaltung von 3—4 Volt Spannung bei der Konstantenbestimmung dem schwingenden System Impulse zu erteilen hilft. Die Dämpferplatte trägt vorne eine kleine Teilung, nach welcher man mit Hilfe eines festen Index die richtige Ruhelage einreguliert.

An der Unterlage sind noch folgende Teile zu bemerken:

1) Zwei kurze Füße, die nach dem Anschrauben eines dritten Fußes dazu dienen, dass man das Gestell um 90° kippt und aus der Schwingungsdauer die reduzierte Pendellänge ermittelt.

2) Ein Paar Klemmen zur Verbindung mit dem Galvanometer, und 3 zur Zuführung des Stromes zum Impulselektromagneten.

3) Ein Schlüssel zur Nachregulierung der Ruhelage, während das Pendel von der äusseren Luft hermetisch abgeschlossen ist.

Als ganz besonders charakteristisch für diesen Pendeltypus ist eine dichte Abschlüssung von der äusseren Luft und der Umstand, dass die Grundplatte fest an Bolzen angeschraubt wird, die in den Pfeiler eingelassen sind. Daher kann dieser Pendeltypus mit Vorteil auch in Schüttergebieten Verwendung finden. Ein solches Pendel erfordert zur Montierung eine Pfeilerfläche von nur ca 50×60 cm und besitzt eine Höhe von 40 cm. Die luftdichte Abschlüssung erreicht man neuerdings ähnlich wie bei einem Rezipienten.

period of the pendulum does not change as with the old seismographs with the suspension of Zöllner. On the pendulum frame there is a small electromagnet, which by interpolation of 3—4 volt tension is assisting to give impulses to the swinging system with the determination of the constants. The damping plate has a small graduation in front, after which with the help of a firm index the resting-position is being adjusted.

On the base the following parts are still to be noticed:

1. Two short feet, which by screwing in a third foot serve to turn over the frame to 90° , that one might determine the reduced pendulum length from the time of oscillation.

2. One pair of pole-screws for the connexion with the galvanometer, and three for the interpolation of the current to the impulse-electromagnet.

3. A key used for the exact regulation of the resting-position, while the pendulum is closed hermetically from the external air.

An especially characteristic feature for this pendulum-type is the hermetic closure from the external air and the circumstance, that the bed-plate is firmly screwed on to bolts, which are put in into the column with cement. Therefore this pendulum might be used with advantage in the domains of the epicentre. Such a pendulum requires for mounting on the pillar a surface of only ca. 50×60 cm and is 40 cm high. The hermetic closure has been lately achieved as with a recipient.

APERIODISCHER VERTIKALSEISMOGRAPH MIT TEMPERATURKOMPENSATION UND GALVANOMETRISCHER REGISTRIERUNG

nach Fürst B. Galitzin und Prof. J. Wilip.

APERIODICAL VERTICAL SEISMOGRAPH WITH COMPENSATION OF TEMPERATURE AND GALVANOMETRIC REGISTRATION.

After Prince B. Galitzin and Prof. J. Wilip.

Obgleich die Saugwirkung des Windes bei einem Vertikalseismographen viel weniger Störung mitbringt und ebenso auch die Trägheitskräfte in anderer Weise mitspielen können, als bei Horizontalpendeln, wurden bei der Konstruktion ähnliche Gesichtspunkte eingehalten wie früher, nämlich alles wird hermetisch unter einer Glaskappe eingeschlossen und auch die Unterlage wird an den Pfeiler festgeschraubt.

Den neuen Vertikalseismographen zeigt Fig. 2 (ohne Glasverdeck). Dieser Apparat ist ein Zweifedervertikalseismograph mit Temperaturkompensation. („Zur Theorie und Konstruktion von Vertikalseismographen“ von J. Wilip. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. XIX, Heft 4, 1928 und „Über Temperaturkompensation bei Vertikalseismographen“ von J. Wilip. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu, Jubelheft 1929.)

Das schwingende System besitzt eine horizontale Drehachse, die mit Hilfe von Blattfedern erzielt wird, und hängt an 2 gleichen parallelen Stahlspiralen, welche ihren Angriffspunkt unterhalb des Pendelarmes haben und eine einzige stärkere Spirale ersetzen. Ausserdem greift noch eine zweite kurze Spirale oberhalb des Pendelarmes an, so dass theoretisch das schwingende System von 2 Spiralfedern von verschiedener Spannung getragen wird.

Die oberen Befestigungspunkte aller 3 Spiralfedern enden in ver-

Although the sucking effect of the wind is much less disturbing with the vertical seismograph and the inertia-forces as well are acting in a different way as with horizontal pendulums, still with this construction similar points of view as with the horizontal seismograph have been observed, namely all is to be closed under a hermetic glass-cover and the base also is to be screwed on to the pillar.

The new vertical seismograph is shown in Fig. 2 without glass-cover. This seismograph is a two-spring-vertical-seismograph with compensation of temperature. („Zur Theorie und Konstruktion von Vertikalseismographen“ von Prof. J. Wilip. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. XIX, Heft 4, 1928 and „Über Temperaturkompensation bei Vertikalseismographen“ von Prof. J. Wilip. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu. Jubelheft 1929.)

The swinging system has a horizontal axis of rotation, which is achieved by means of plate-springs, and is suspended on 2 similar parallel steel spirals, which have their point of application below the pendulum arm and are replacing a single stronger spiral. Besides a second short spiral-spring is fastened above the pendulum arm, so that in theory the swinging system is born by 2 spiral-springs of different tension.

The upper points of fixation of all the 3 spiral-springs are ending

stellbaren Muttern, die zu Veränderungen der Spannungen dienen. Die beiden gleichen parallelen Hauptspiralen führen oben mit den Stellschrauben durch einen mit Teilung versehenen Schlitten, damit man

in adjustable screw-nuts, which serve to vary the tension. The 2 similar parallel principal springs above are going through a graduated sleigh, in order that the upper point of suspension might be adjusted for-

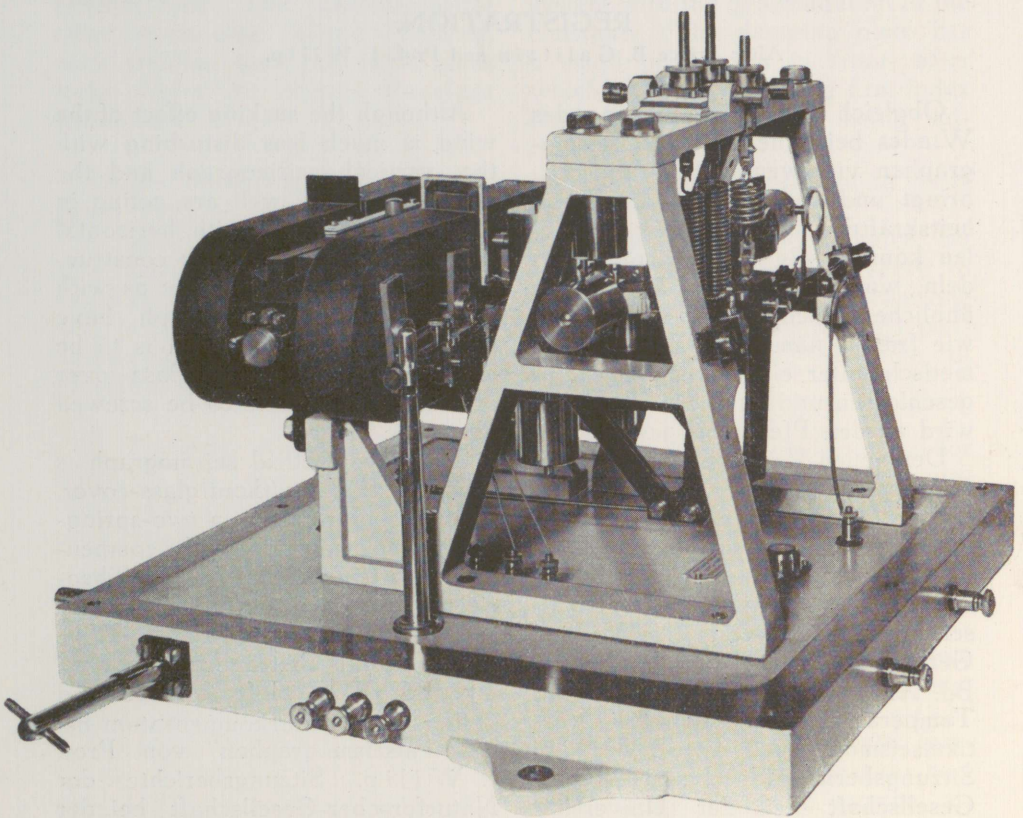


Fig. 2. Aperiodischer Vertikal-Seismograph mit Temperaturkompensation und galvanometrischen Registrierung.

Aperiodical Vertical Seismograph with Compensation of Temperature and Galvanometric Registration.

den oberen Aufhängepunkt auf Wunsch nach vorne und hinten verstellen kann, was bei der Einregulierung einer gleichen Eigenperiode oben und unten von der wahren Ruhelage benutzt wird. Eine lange Eigenperiode wird dadurch erzielt, dass man die kurze Kompensationsfeder nachgibt und die beiden Hauptfedern spannt.

and backwards, which method is being used at the adjusting of a constant inherent period above and below the real resting-position. A long inherent period is achieved, when one is loosening the short compensation-spring and straining the two principal springs.

Noch eine ganz kleine richtende Kraft stellt eine schwache horizontale Spiralfeder dar, welche am unteren Teil des schwingenden Systems angreift und zur Regulierung des Nullpunktes dient, während das System von der Luft hermetisch abgeschlossen ist.

Die Temperaturkompensation ist besonders wichtig bei jedem Spiralfederseismographen. Diese wird hier durch 2 Bimetallschnecken erzielt, die am schwingenden System befestigt sind und automatisch Gewichte näher oder weiter von der Drehachse verschieben. Alle Spiralfedern sind in spiegelnde Kupferhülsen eingeschlossen, die auf der Figur wegen Übersichtlichkeit fehlen. Die Schnecken ihrerseits sind mattschwarz lackiert.

Durch eine solche Kombination ist es gelungen den Strahlungseinfluss dermassen herabzusetzen, dass kein weiterer Wärmeschutz ausser der Glaskappe nötig ist. Die Einregulierung der Kompensationschnecke geschieht durch Drehen derselben und Verrücken der Gewichte. Bei sehr sorgfältiger Einstellung der Wärmekompensation reguliert das System sich selbständig bei einer Eigenperiode von $T = \text{ca. } 12^s$, wenn im Pendelraum im Laufe von 24 Stunden die Temperatur sich langsam nicht mehr als um $0,5^0 \text{ C}$ ändert.

Die reduzierte Pendellänge beträgt bei ähnlichen Konstruktionen weniger als 15 cm. Sie kann ähnlich bestimmt werden, wie bei den Horizontalpendeln, indem man alle Spiralfedern löst, eine von den langen am schwingenden System anbindet, einen langen Fuss oben anschraubt, das System um 90^0 kippt und die Schwingungsdauer misst.

Die D.- und I-Magnete sind mit Skalen und Nonien versehen, und die Dämpferplatte trägt eine kleine

Still another small directing power is a weak horizontal spiral-spring which applies to the lower part of the swinging system and is serving for the regulation of the zero-position while the system is hermetically closed from the air.

The compensation of temperature is of great importance with a spiral-spring-seismograph. This is achieved by means of two bimetallic snail-springs, which are fastened on the swinging system and are shifting weights automatically nearer or farther from the axis of rotation. All spiral-springs are covered with polished copper casings, which are not represented on the figure on account of a more comprehensive view. The snail-spirals on their part are lacquered with lustreless black.

Through such a combination one has succeeded to reduce the effect of radiation to such a degree, that no farther heat-protection is needed besides the glass-cover. The adjusting of the compensation-snail-spiral is achieved by turning it and shifting the weights. With very precise adjustment of the compensation of temperature at the inherent period of $T = \text{ca. } 12^s$, the system is regulating itself automatically, when in the pendulum-room in 24 hours the temperature does not change for more than $0,5^0 \text{ C}$.

The reduced pendulum length with similar constructions amounts to less than 15 cm. It might be determined in a similar way as with the horizontal pendulums. One has to loosen all spiral-springs, to tie a long spiral-spring to the swinging system, to screw in a long foot, to turn over the system to 90^0 and then to measure the time of oscillation.

The D.- and I.-magnets are provided with scales and noniuses, and the damping-plate bears a small

Teilung zur Fixierung der wahren Ruhelage. Die Aperiodizitätsgrenze ist zu suchen für $T = \text{ca. } 12^{\text{s}},0$ bei 9—10 mm Polentfernung der D.-Magnete. Bei 7,5—8,0 mm Polentfernung der I.-Magnete ergibt sich der galvanometrische Übertragungsfaktor $k=110-125$. Zur Impulserteilung bei der Bestimmung von k dient hier ein doppelt wirkender Elektromagnet (vorne auf der Fig. am Stab zu sehen), mit dessen Hilfe man bei 4 Volt sowohl nach oben als auch nach unten Ablenkungen bewirken kann.

An der Grundplatte sieht man 3 Klemmen, die zur Stromzuführung dienen. Zwei andere sind zum Verbinden mit dem Galvanometer bestimmt. Ein anzusetzender T-förmiger Schlüssel verändert durch ein Schraubenwerk die Spannung der Nullpunktspirale. Der ganze Apparat mit dem Verdeck erfordert einen Pfeiler von 60×60 cm und ist ca. 40 cm hoch.

graduation for the fixation of the real resting-position. The period of aperiodicity is to be sought for $T = \text{ca. } 12^{\text{s}},0$ at 9—10 mm, distance of the poles of the D.-magnets. At the distance of poles of 7,5—8,0 mm. of the I.-magnets the galvanometer transmission factor results to $k=110-125$. For the conferring of impulses at the determination of k a small double-electromagnet is serving here, (to be seen on the figure on the bar in front), by means of which with 4 volt a deflexion upwards as well as downwards might be produced.

On the bed-plate 3 pole-screws are to be seen for the interpolation of the current. Two others are destined for the connexion with the galvanometer. A T-shaped key which might be put on, is varying the tension of the zero-point-spiral by means of a screw-contrivance. The whole apparatus with the casing requires a pillar of 60×60 cm and is ca. 40 cm high.

DAS DREHPULGALVANOMETER DER FIRMA HARTMANN & BRAUN.

THE TURNING-COIL GALVANOMETER OF THE FIRM HARTMANN & BRAUN.

Zur galvanometrischen Registrierung haben sich ganz vorzüglich bewährt die Drehspulgalvanometer der Firma Hartmann & Braun in Frankfurt am Main. Damit die Eigenperiode der Horizontalpendel und des Vertikalseismographen möglichst nahe bei einander zu stehen kommen, was für die Ermittlung des Emergenzwinkels der seismischen Strahlen eine wichtige Bedingung ist, benutze ich bei denselben eine Schwingungsperiode von ca. $11^{\text{s}},5$ bis $12^{\text{s}},5$. Diese Apparate zeigen eine ganz enorme Präzision

For the galvanometric registration the turning-coil galvanometers from the firm Hartmann & Braun have proved to be excellent. In order that the inherent period of the horizontal and vertical seismograph should approach each other as near as possible, this being an important condition for the determination of the angle of emergence of seismic rays, I am using with the same an oscillation period of $11^{\text{s}},5$ to $12^{\text{s}},5$. These apparatuses are of greatest precision in the constancy of the inherent period and the reliability of

in der Konstanz der Eigenperiode und Treue des Nullpunktes, wie dieses aus einer Reihe von Untersuchungen von Seiten Prof. J. Wilip's hervorgeht. Nur ganz grobe Erschütterungen in unarretiertem Zustande müssen vermieden werden. Das Galvanometer besitzt selbst einen Widerstand von 5—6 Ω und gestattet zur Erreichung der Aperiodizitätsgrenze einen äusseren Widerstand von 30 bis 40 Ω zu verwenden, der hauptsächlich auf die Induktionsspulen der Pendel benutzt werden kann.

the zero-point, as a series of examinations of Prof. J. Wilip's is proving. Only quite rough shocks when the galvanometer is not arrested, ought to be avoided. The galvanometers themselves have a resistance of 5—6 Ω and are permitting — in order to achieve the limit of aperiodicity — to use an outer resistance of 30 to 40 Ω , which principally might be used upon the induction-coils of the pendulums.

DER REGISTRIERAPPARAT.

THE REGISTRATION-APPARATUS.

Eine Reproduktion einer Photographie des Registrierapparates befindet sich auf Fig. 3. Sowohl die Drehbewegung als auch die Längsbewegung der Registriertrommel wird hier durch einen einzigen starken Uhrmechanismus erzielt, wobei ein Konuspendedregulator die Gleichmässigkeit des Ganges besorgt.

Durch Herabsetzung der Reibung mit Hilfe von Kugellagern und manchen anderen Vervollkommnungen ist der Gang desselben so vollkommen geworden, dass die Minutenunterbrechungen auf den Registrierungen fast auf eine Gerade fallen, was die Bearbeitung des Beobachtungsmaterials sehr erleichtert. Die Entfernung der Linien von einander auf dem Registrierpapier beträgt 5 mm. Ein Aufzug treibt das Uhrwerk ca. 26 Stunden.

Der Apparat ist auf 2 Geschwindigkeiten einstellbar, indem man einfach ein Zahnrad im Mechanismus auswechselt, für 30 mm und 15 mm pro Minute. Verwendet man eine Geschwindigkeit von 15 mm in der

A reproduction of a photograph of the registration-apparatus is shown on Fig. 3. The rotation movement as well as the longitudinal movement of the registration-drum is achieved by means of a single strong clock-mechanism, whereby a conical pendulum-regulator attends to the uniformity of the movement.

By reducing the friction by means of ball-bearers and some other improvements, the movement of the clock-mechanism has become so perfect that the minute-interruptions on the registrations are coming to stay in an almost straight line, which fact is very much facilitating the elaboration of the matter of observation. The distance of lines on the registration-paper amounts to 5 mm. One winding up is driving the clock-work ca. 26 hours.

The apparatus might be adjusted for two velocities 30 and 15 mm. per minute simply by changing a dented wheel in the mechanism. When a velocity of 15 mm. per minute is used, the photographic

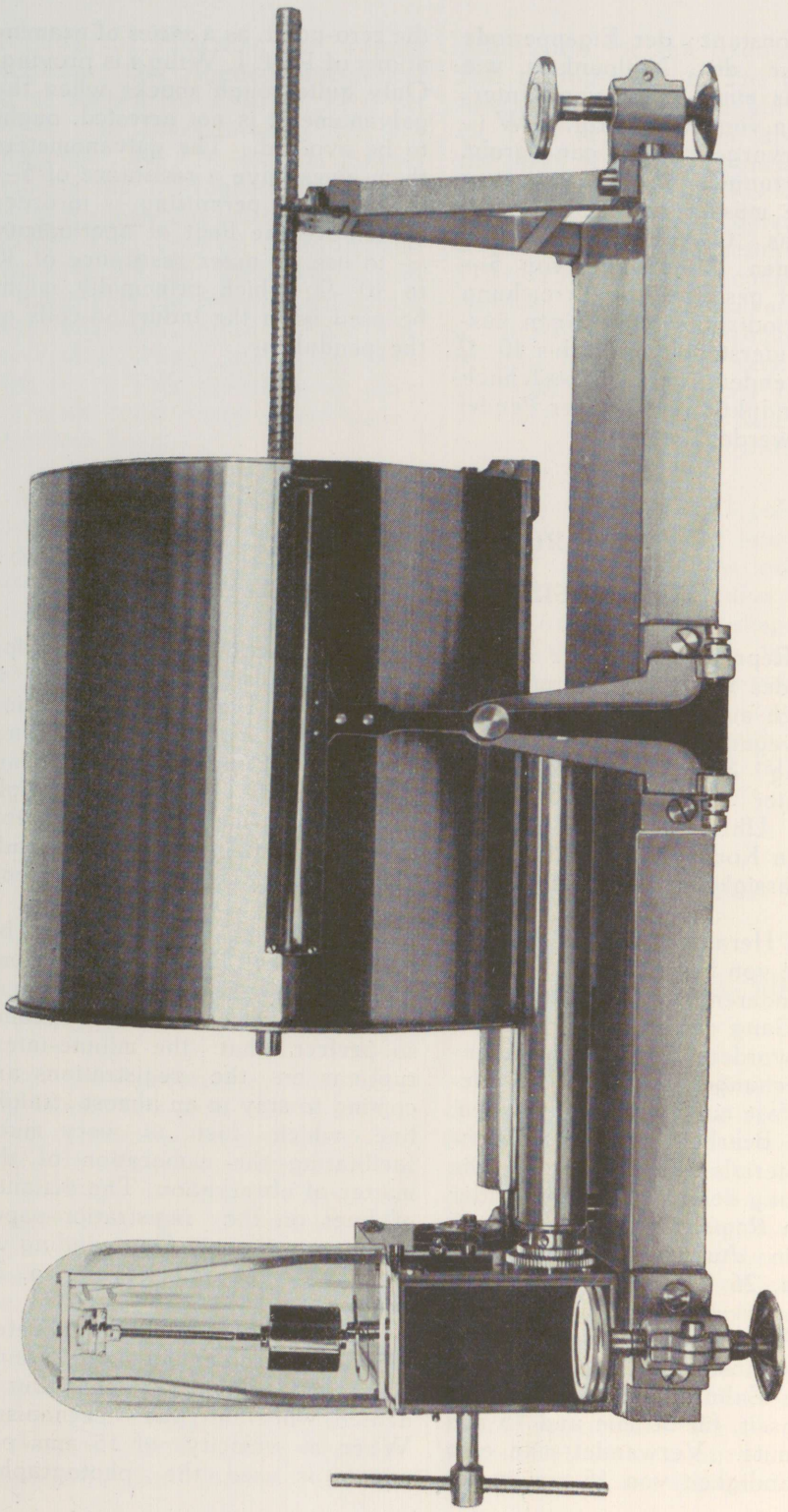


Fig. 3. 1 : 4.
Der Registrierapparat.
The Registrationapparatus.

Minute, so reicht das photographische Papier auf der Trommel für 48 Stunden aus, wodurch man an Betriebskosten beträchtlich erspart, an Genauigkeit und Wert des Beobachtungsmaterials aber nur wenig verliert. Der Aufzug muss aber nach 24 Stunden wiederholt werden. Bei 30 mm Geschwindigkeit muss

paper on the drum suffices for 48 hours, whereby greater working-expenses are saved and the matter of observation is losing but little of its value. With the velocity of 30 mm. the paper must be renewed

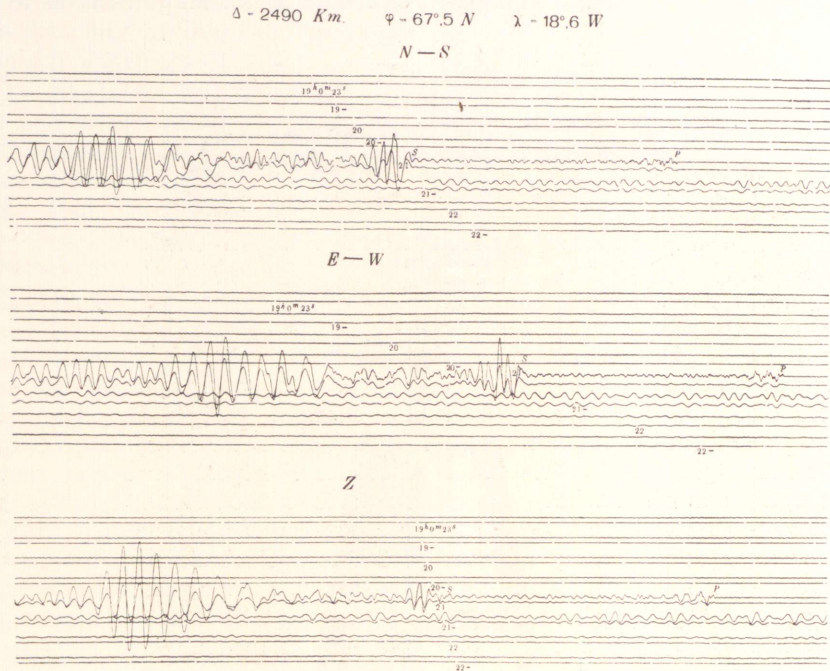


Fig. 4.

das Papier täglich mit dem Aufzug zugleich erneuert werden. Die Grösse des Papiers beträgt 30×92 cm.

Auf Fig. 4 befindet sich eine Reproduktion eines Bebens 4 Mal verkleinert. Die obere Kurve entspricht einer Periode der Apparate bei ca. $13^s.5$ Eigenperiode, die untere für ca. 25^s für die Horizontal-komponenten. Man erkennt die Überlegenheit in bezug auf Details der ersten Gruppe mit kurzer Eigenperiode.

daily at the winding up. The size of the paper amounts to 30×92 cm.

On Fig. 4 a reproduction of an earthquake is given reduced in size 4 times. The upper curve corresponds to a period of the apparatuses at the inherent period of ca. $13^s.5$, the lower of ca. 25^s for the horizontal components. One is recognizing the superiority of the first group with short inherent period with regard to the details.



ABLESEFERNROHRE AUF GAUSS- UND LATERNE STATIVEN.

TELESCOPES ON PEDESTALS FOR READING IN THE DISTANCE AFTER THE MODEL OF GAUSS AND LANTERN.

Die galvanometrische Registriermethode erfordert 2 Ablesefernrohre auf Gausstativen, eines mit kleiner Vergrößerung für das Galvanometer, zur Benutzung für ge-

The galvanometric method of registration requires two telescopes on pedestals for reading in the distance after the model of Gauss: one with small magnification to be

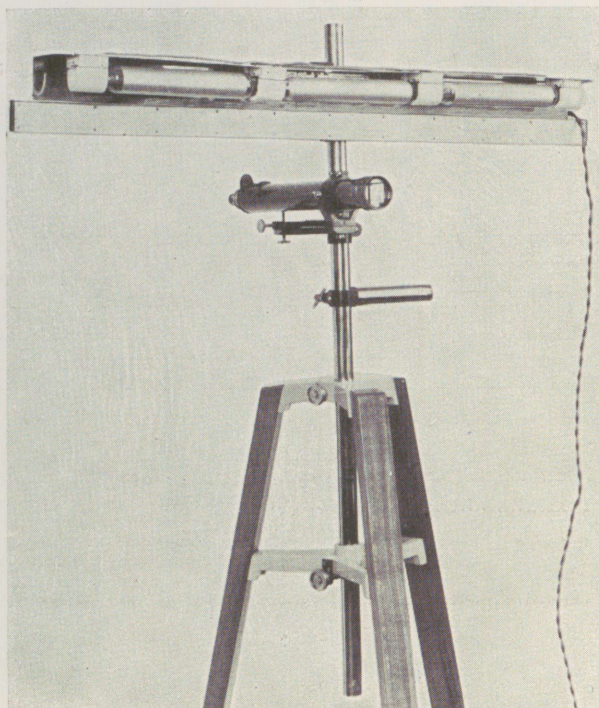


Fig. 5.

wöhnlich in 1 m Entfernung vom Spiegel und ein zweites mit grosser Vergrößerung für die Pendel, die bei der Beobachtung noch bei 5 m Entfernung vom Spiegel brauchbare Ablesegenauigkeit ermöglichen.

Wegen Benutzung beim Vertikalseismographen ist noch eine Vertikalstellung der Skala erforderlich. Eine vertikale Skala kommt auch

used for the galvanometer in the distance of 1 m from the mirror, and a second with large magnification for the pendulums, which is permitting at observation from the distance of 5 m from the mirror a still serviceable exactness of reading.

For the use with the vertical seismograph a vertical position of the scale is still required. A vertical scale is also required for the deter-

noch zur Anwendung bei Ermittlung der reduzierten Pendellänge der Horizontalseismographen nach der Methode der Variation der Neigung der Drehachse, wobei der Neigungswinkel nach der Spiegelmethode gemessen werden kann. Man kommt für beide Zwecke mit einer Skala von 1 m und der zweiten von 0,5 m Länge aus, indem man dieselben an den Stativen nach Wunsch auswechselt.

Die Skala ist auf Zelluloid geteilt und wird von elektrischen Metallfadenlampen beleuchtet, die durch einen Metallschirm bedeckt sind. Fig. 5 zeigt eine Reproduktion einer Photographie von einem derselben.

Zur photographischen Registrierung der Galvanometerbewegung gehört eine Laterne mit Spalt. Dieselbe ist für elektrisches Licht zu verwenden. Sehr feine Linien ermöglichen kleine Metallfadenglühlampen von 6 Volt, die mit Hilfe eines Transformators benutzt oder im Falle eines Gleichstromes von auswechselbaren Akkumulatoren gespeist werden können.

Bei Bestimmung des galvanometrischen Übertragungsfaktors k verwendet man zur Impulserteilung durch den Stosselektromagneten einen kleinen Kontaktschlüssel, zu welchem Zweck ich wegen des Vertikalseismographen, 5 Polklemmen und einen Umschalter an der Unterlage des Federkontaktes angebracht habe. Die 2 Klemmen an einem Ende sind mit den Polen etwa zweier Akkumulatoren zu verbinden. Beim Seismographen werden die 3 in Reihe stehenden Klemmen mit den entsprechenden an der Grundplatte des Seismographen verbunden.

Zu jedem Galvanometer gehört noch eine kleine Linse mit Diaphragma.

mination of the reduced pendulum-length of the horizontal seismograph after the method of the variation of the rotation axis, where the angle of inclination might be measured after the mirror-method. For both purposes a scale of 1 m and a second of 0,5 m of length is sufficient by exchanging them, as it might be required on the pedestals.

The graduated scale consists of celluloid and is lighted up by electric lamps, which are covered by a metal screen. Fig. 5 shows a reproduction of a photograph of such a telescope.

For the photographic registration of the galvanometer-movement a lantern belongs with tube with a slit, which is used for the electric light. Very thin lines are affording small electric lamps for 6 volt, which are used by means of a transformer, but in case of direct current by means of exchangeable accumulators.

At the determination of the galvanometric transmission factor k for conferring the impulses through the electromagnet, a small contact-key is used, for which purpose on account of the vertical seismograph I have fastened on the base of the contact-key 5 pole-screws and a commutator. The 2 pole-screws on the one end are to be connected with the poles of two galvanometers. With the seismograph the 3 pole-screws which are standing in a line are to be connected correspondingly with that on the bed-plate.

To each galvanometer a small lens with a diaphragm is belonging.

