

Werk

Jahr: 1934

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:10

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0010

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0010

LOG Id: LOG_0054

LOG Titel: Zur photographischen Registerierung von Stationsseismometern

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

Zur photographischen Registrierung von Stationsseismometern

Von O. Meißer, Jena — (Mit 8 Abbildungen)

Es wird ein Trommelregistriergerät mit Motorantrieb beschrieben und das Ergebnis einer umfassenden Prüfung mitgeteilt.

Die meisten Seismometer auf den einzelnen Stationen arbeiten wohl aus finanziellen Gründen und wegen der bequemeren Handhabung mit der Rußregistrierung*). Die Vor- und Nachteile der Ruß- bzw. photographischen Registrierung sind des öfteren bereits gegenübergestellt**). Hinsichtlich der bisher angeführten Nachteile, der Unschärfe der photographischen Kurven und der etwas höheren Unkosten, kann man jedoch bei dem heutigen technischen Stand nur sehr bedingt zustimmen. Die Forderungen für eine wesentliche Verbesserung der photographischen Registrierung sind bereits früher von Straubel***) in klarer Weise dargelegt. Unter Benutzung dieser Arbeit und unter Verwendung der bisherigen Erfahrungen, die bei photographischen Registrierungen gesammelt werden konnten, wurde ein neues Trommelregistriergerät entwickelt†). Im folgenden sollen die wesentlichen Angaben und die Ergebnisse einer eingehenden längeren Prüfung mitgeteilt werden.

Folgende Bequemlichkeits- und Genauigkeitsforderungen wurden gestellt: Die photographische Registrierung soll bei erleuchtetem Raum vor sich gehen. Außerdem soll der Lichtzeiger jederzeit visuell zu beobachten sein ††), ohne daß die photographischen Aufzeichnungen unterbrochen oder erheblich geschwächt werden. Neben einer besonders scharfen Zeichnung der Kurven muß schließlich eine selbstverständliche Zeitgenauigkeit von maximal $\pm \frac{1}{10}$ sec bereits bei 30 mm Papiergeschwindigkeit in der Minute erreicht werden. Diesen

*) Nach Mc Comb und West, Bull. of the National Research Council Nr. 82, 1931, „List of seismological stations of the world“ besitzen

26.4%	Stationen rußschreibende Wiechertpendel (Masse ~ 1 t),	
9.2%	„	} photographisch registrierende Seismometer nach Galitzin, Milne-Shaw, Anderson-Wood.
7.4%	„	
4.9%	„	

***) Vgl. H. P. Berlage, jr.: Seismometer, Auswertung der Diagramme, Bd. IV, S. 332 in Gutenberg: Handb. d. Geophys.. Berlin 1930.

***) R. Straubel: Beleuchtungsprinzipien und Beleuchtungseinrichtungen bei photographischer Registrierung. Verh. d. I. Internat. seism. Konferenz Straßburg 1901, Beilage B, VII, S. 290—304.

†) Die konstruktive Durchführung und der Bau wurden in dankenswerter Weise von der Firma C. Zeiss, Jena, durchgeführt.

††) Eine Forderung, die selbst bei den neuzeitlichen Konstruktionen in Amerika nicht berücksichtigt wird. Z. B. W. H. Reynolds: Report on the construction of a three drum seismograph-recorder National Rec. Council June 1931, Washington, S. 76—77.

Forderungen muß am Trommelregistriergerät durch die entsprechenden Teile Rechnung getragen werden, besonders bei der Ausführung des Lichtgebers und der Zylinderlinse, des Antriebes und der Papiertrommel mit Lichtschutz.

Als Lichtgeber kann man eine Einfadenlampe (3.5 Volt, 0.4 Amp. Verbrauch bei einer Fadenlänge von etwa 8 bis 10 mm) mit vorgesetzter oder aufgemalter Blende benutzen. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß stets Nebenlicht von der Lampenhinterwand auf den Film fällt. Vergrößert man den Film, so sind die Ränder der Kurve nicht absolut scharf und die Zeitmarken können nicht mit der äußersten Genauigkeit ausgemessen werden. Optisch richtig — wie von Straubel bereits angegeben — wird eine Linse zwischen Spalt und Lampe eingeschaltet. Eine besondere Blende beseitigt das Nebenlicht. Den Unterschied in der Bildgüte zeigt Fig. 2.

Die Vergrößerungen der aufgezeichneten Linien lassen an der Schärfe des Randes bei Fig. 2b den Vorteil einer guten Lampenoptik erkennen. Die sonst gerade bei ausreichender Beleuchtung erreichte Linienbreite betrug $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ mm.

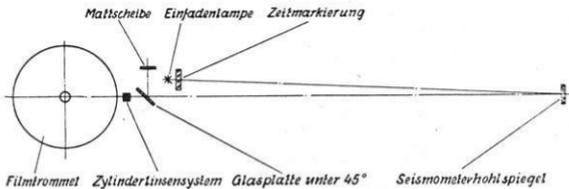


Fig 1

Schematische Darstellung eines Trommelregistriergerätes mit Lichtweg

Eine weitere wesentliche Forderung nach Bildgüte wird von der Zylinderlinse erfüllt. Die Zylinderlinse ist hinsichtlich ihrer sphärischen Aberration korrigiert und besteht aus drei Einzellinsen. Die Öffnung beträgt 4 mm, die Gesamtbrennweite 15 mm, die freie Längsöffnung 120 mm, so daß immerhin in der Filmmitte noch Amplituden von ± 60 mm aufgezeichnet werden können.

Das zur Verwendung kommende Bromsilberregistrierpapier muß sehr kontrastreich arbeitend sein. Gleichzeitig wurde ein hochempfindliches Bromsilberpapier ausprobiert. Es empfiehlt sich stets, nicht zu empfindliches Papier zu benutzen. In Fig. 3a, b sieht man zwei Probeaufnahmen. Die Lampenspannung wurde bei den einzelnen Belichtungen verändert. Gleichzeitig ist eine zweite Reihe mit einem vorgeschalteten Gelbfilter aufgenommen, um einen weiteren Empfindlichkeitsbereich des photographischen Papiers auszuschalten. Bei Verwendung einer guten Optik läßt sich durch Filter die Kurvenschärfe nicht viel verbessern. Ohne Filter kann man die Beleuchtungslampe (3.5 Volt-Einfadenlampe) weit unter ihrer Betriebsspannung mit 2.5 bis 3.0 Volt brennen, so daß die Gefahr des Durchbrennens bzw. der schnellen Zerstäubung wesentlich verringert ist.

Zum Markieren der Zeit befindet sich vor der Lampe eine Glasplatte unter einem Winkel von etwa 30° , die durch einen Magneten senkrecht zum Lichtstrahl

Fig. 2 a

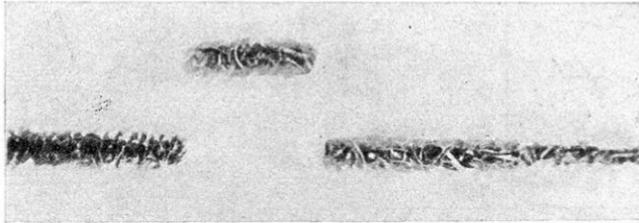


Fig. 2 b

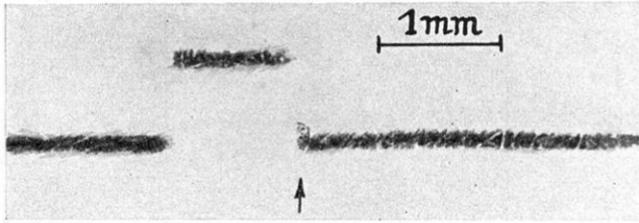
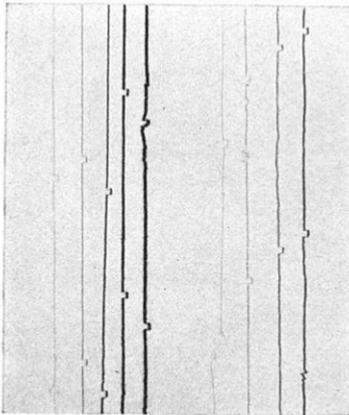
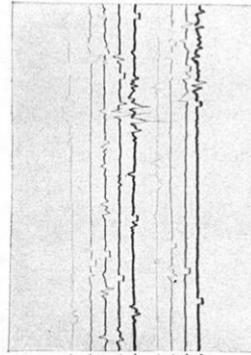


Fig. 2. Vergrößerter Ausschnitt einer Minutenmarke. 18 mal linear vergrößert
Fig. 2 a. Lampe mit Spalt; Fig. 2 b, Lampe mit Spalt und Kondensor



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fig. 3 a



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fig. 3 b

Fig. 3. Belichtungsproben

Fig. 3 a
ohne Lampenkondensor
ohne Gelbscheibe mit
Lampenspannung

Nr.	Volt	Nr.	Volt
1	1.7	6	2.0
2	2.0	7	2.5
3	2.5	8	3.0
4	3.0	9	3.5
5	3.5		

Fig. 3 b
mit Lampenkondensor
ohne Gelbscheibe mit
Lampenspannung

Nr.	Volt	Nr.	Volt
1	1.9	6	2.0
2	2.2	7	2.5
3	2.5	8	3.0
4	3.0	9	3.5
5	3.5		

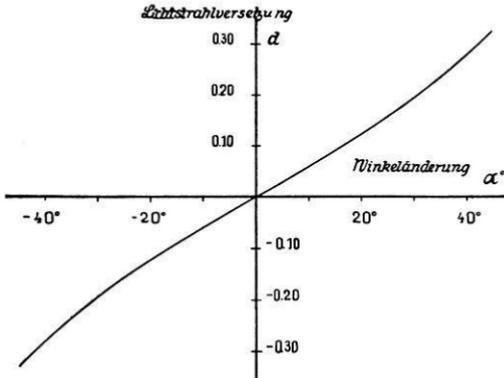


Fig. 4

Winkeländerung (α) der Glasplatte von der Dicke d gegen den Lichtstrahl und die dadurch bewirkte Versetzung des Lichtzeigers

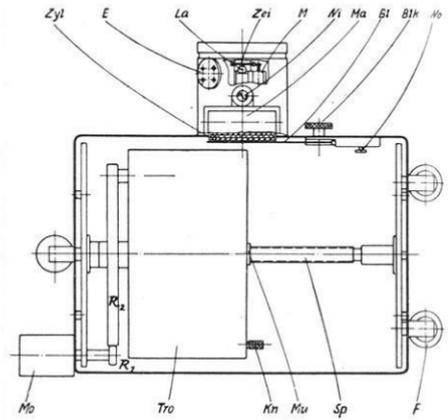


Fig. 5 a

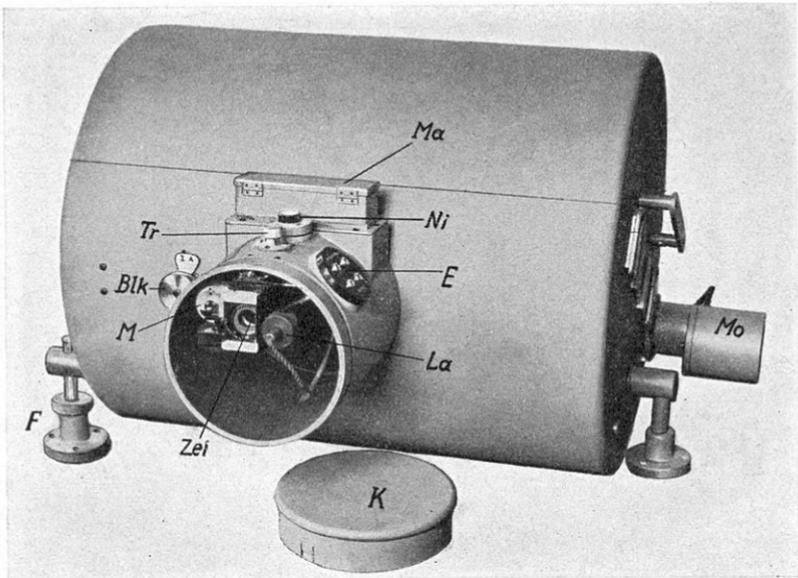


Fig. 5 b

Fig. 5. Trommelregistrierapparat im Grundriß (Fig. 5 a), in Ansicht (Fig. 5 b)

M Magnet, *Ma* Mattscheibe, *Mo* Motor, *Sp* Spindel, *Zyl* Zylinderlinsen, *Blk* Blendenverschluss, *F* Fußschraube, *Ni* Niveau, *Bl* Blende, *Tro* Trommel, *La* Lampe, *Zei* Zeitmarkierung, *No* Automatischer Lichtverschluss, *E* Lampenanschluß, Zeitmarkieranschluß

gestellt wird (s. Fig. 1 und 5). Durch die Winkelbewegung von etwa 30° wird der Lichtpunkt auf dem photographischen Papier (Abbildung 1:1) um den Betrag von $\frac{1}{5} \times$ Glasplattendicke versetzt (s. Fig. 4). Bei dem benutzten Apparat betrug die Glasplattenstärke etwa 3.0 mm, die Winkeldrehung war etwas größer, so daß eine Linienversetzung von (Fig. 3) 1 mm entstand. Für einen Vorschub von 2.5 mm nach einer vollen Umdrehung ist diese Zeitmarkenhöhe gerade ausreichend. Auf alle Fälle ist die Versetzung der Kurve zur Zeitmarkierung einer Ausblendung des Lichtzeigers vorzuziehen. Die Abrisse sind genügend scharf. Man muß darauf achten, daß die beweglichen Teile der Zeitmarkierung hinreichend leicht gehalten sind und daß kein „Nachklappen“ stattfindet [in Fig. 2b ist das Nachklappen noch deutlich am verbreiterten Einsatz (\uparrow) der Linie zu sehen, da bei der ersten Ausführung einige Teile zu schwer gehalten waren].

Um die geforderte Zeitgenauigkeit zu erhalten, muß man den größten Wert auf einen gleichmäßigen Antrieb legen. Da für 60 sec eine relative Zeitgenauigkeit von 0.1 sec gefordert wird, muß die Tourenzahl in 1 Minute auf 1.7‰ konstant bleiben. Diese Forderung ist recht hoch. Wie bereits in der Literatur*) wurde



Fig. 6. Ausschnitt aus einer Registrierung mit Zeitmarken jede zweite Sekunde. 1:1

für den Antrieb ein Synchronmotor benutzt. Im Gegensatz zu anderen Apparaten diente zum Antrieb der Wechselstrom des gewöhnlichen elektrischen Netzes, da dieser 50periodische Wechselstrom bereits vom Werk aus konstant gehalten wird. Der Antrieb wird daher von einem sehr billigen kleinen Synchronmotor mit Übersetzungsgetriebe (Wattverbrauch 8 Watt) geleistet (s. Fig. 5a, b). Um einen möglichst gleichmäßigen Gang zu gewährleisten, greift der Antrieb mit einem Friktionsrad auf dem Rad der Trommel an**). Das kleine Rad R_1 muß recht genau kreisförmig sein. Damit es sich beim eventuellen gewaltsamen Drehen der Trommel nicht abschleift, ist eine automatische Kuppelung vorgesehen, die das Antriebsrad (R_1) erst bei lichtdicht geschlossener Trommel (an R_2) angreifen läßt. Der Seitentransport wird durch eine Spindel (Sp) von 5 bzw. 2.5 mm***) Steigung besorgt. Die Eingriffsmutter in die Spindel läßt sich bequem aus- bzw. einschalten (Kn). Der Seitentransport hat eine Führung auf Kugellagern. Die Regelmäßigkeit des Umlaufes hängt von der gleichmäßigen Form der Friktionsräder R_1 , R_2 und der Konstanz des von dem Elektrizitätswerke synchronisierten Wechselstromes (maximaler Fehler in der Minute ± 0.05 sec) ab. In Fig. 6 ist

*) W. H. Reynolds s. S. 259.

**) Siehe auch bei B. Galitzin: Seismometrische Studien, S. 201. Verh. der internat. Seismolog. Assoziation. Haag 1907.

***) Für 24 bzw. 48 Stunden Registrierdauer.

ein Stück Film wiedergegeben, jede zweite Sekunde wurde von dem Pendelkontakt einer Uhr die Zeitmarkierung (*Zei*) betätigt. Die zwischen den Minutenmarken befindlichen Zeitmarken wurden ausgemessen (beobachteter Wert). Gleichzeitig kann man jedoch auch unter der Annahme konstanter Geschwindigkeit dieselben Zeitmarken aus dem Abstand beider Minutenmarken berechnen (berechneter Wert). In Fig. 7 a, b sind die Differenzen der so beobachteten und be-

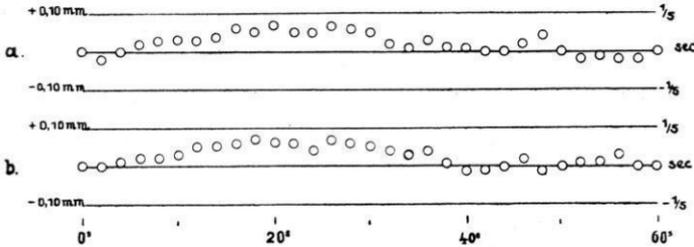


Fig. 7

Die relative Zeitgenauigkeit der interpolierten und beobachteten Zeitmarken

rechneten Längen der einzelnen Sekundenmarken in Millimetern bzw. Sekunden (60 sec ~ 30 mm) für zwei verschiedene Minuten aufgetragen. Man sieht noch einen schwachen systematischen Gang, der mit dem Getriebe zusammenhängen dürfte. Die maximale Abweichung bei der Interpolation eines Einsatzes bleibt jedoch unter $\pm 1/10$ sec. Die an mehreren Filmen gewonnenen Ergebnisse sind [im Vergleich zu den Zahlen von J. B. Macelwane*)]:

Tabelle 1

Registrierapparat, Antrieb und Ort	Mittlere Minuten- länge	Mittlere Abweichung vom 10-Mi- nutenmittel	Maximale Abweichung vom 10-Mi- nutenmittel	Mittlere Änderung zur be- nachbarten Minute		Maximale Änderung zur be- nachbarten Minute
				innerhalb	von	
Trommelregistrierapparat, Synchronmotor, Jena . . .	29,7 mm	0,04 sec	0.06 sec	0.04 sec		0.1 sec
Nach Macelwane*): Seismometer de Quervain, Zürich	56.7 „	0.1 „	0.2 „	0.1 „		0.3 „
Galitzin-Wilip, Federwerk . .	29.7 „	0.1 mm 0.2 sec	0.25 mm 0.5 sec	0.15 mm 0.3 sec		0.35 mm 0.7 sec
Wood-Anderson, USA.:						
a) „Electric Oscilator Impulse“	33.2 „	0.2 „	0.6 „	0.3 „		0.6 „
b) „Motor Drive Oscilator“ .	54.1 „	0.3 „	0.4 „	0.2 „		0.6 „
c) „Warren Electric Synchro- nous Motor Drive“	29.8 „	0.2 „	0.4 „	0.2 „		0.6 „
d) „New Henson Gravity Clock Drive“	60.0 „	0.1 „	0.3 „	0.1 „		0.3 „ .

*) J. B. Macelwane: The Wood-Anderson seismograph. Union Géodésique, Section Seismologie Ser. A, Nr. 7, 1932, S. 80—85.

Man kann somit sagen, daß der relativ billige Antrieb durch einen Synchronmotor (Kosten ein Zehntel von denen für ein gutes Uhrwerk) den höchsten Anforderungen gewachsen ist. Hat man zugleich mehrere Registriertrommeln gleicher Dimensionen, so würden diese bei dem Antrieb mit getrennten Synchronmotoren trotzdem synchron laufen, weil sie an demselben Wechselstromnetz liegen.

Vor der Zylinderlinse befindet sich eine Glasscheibe unter 45° , so daß man stets auf die Mattscheibe *M* (Fig. 1 und *Ma*, Fig. 5) den Lichtzeiger scharf einstellen und auch während der Registrierung beobachten kann. Eine Skala auf *M* kann zur visuellen Empfindlichkeitsbestimmung benutzt werden. Die Scharfeinstellung erfolgt durch einen Trieb (*Tr*), mit dem sich die Lampenentfernung verändern läßt. Lampe (*La*), Zylinderlinse (*Zyl*) und Zeitmarkierung (*Zei*) sind in einem gemeinsamen Vorbau angebracht. Man kann leicht ein Rohr bzw. einen Balg darüber anbringen, so daß die Dauerregistrierung bei vollem Tageslicht vor sich gehen und man stets auf der Mattscheibe ohne Unterbrechung den Lichtzeiger beobachten kann. Die Justierung der Höhe des Lichtzeigers läßt sich in beschränktem Umfang durch die Fußschrauben (*F*) vornehmen. Für alle Fälle empfiehlt es sich, ein Prisma bzw. einen Spiegel dem Seismometerspiegel gegenüber anzuordnen und mit diesem alle Justierungen auszuführen. Nebenlicht läßt sich vermeiden. Ist die Trommel bis an das Ende der Spindel gelaufen, so schließt sich selbsttätig eine Blende (*No*, *Bl*) und das Triebwerk läuft leer.

Das photographische Papier wird auf der Trommel (*Tro*) in einem Schlitz gehalten. Das andere Ende legt sich darüber und eine Glasplatte drückt es fest. Durch den Rand der Glasplatte werden zwei schmale Streifen (Breite etwa $\frac{1}{2}$ mm) ausgeblendet. Um die Längen genau einzuhalten, wird der Bogen in eine Falzlehre eingelegt und dort gefaltet. Will man die Glasplatte vermeiden, so kann man auch das überstehende Ende mit einem dicken Klebstoff befestigen. Mit dieser Methode wurden gute Erfahrungen gemacht. Freilich muß beim Abnehmen der Film zerschnitten werden, weil es nicht immer gelingt, die Klebstelle trocken wieder „abzusprengen“.

Jena, Reichsanstalt für Erdbebenforschung, März 1934.

Ein Horizontalseismometer für die Aufzeichnung von starken Orts- und Nahbeben

Von N. A. Critikos, Athen — (Mit 5 Abbildungen)

Zur Registrierung starker Orts- und Nahbeben eignen sich die gebräuchlichen Seismometer mit großer Masse und starker Vergrößerung nicht, da die empfindlichen Teile des Seismometers zu sehr beansprucht werden und die Schreibfedern versagen. Es sind hierfür stark gebaute und weniger empfindliche Seismometer erforderlich, die auch das Maximum der Bewegungen noch sicher aufzeichnen. Ich habe für diesen Zweck für die Sternwarte in Athen ein Instrument herstellen lassen, das sich auch