

Werk

Jahr: 1975

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 Z NAT 2148:41

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN1015067948_0041

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN1015067948_0041

LOG Id: LOG_0085

LOG Titel: Ein astasiertes Vertikalpendel mit tragender Blattfeder

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN1015067948

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN1015067948>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=1015067948>

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

Ein astasiertes Vertikalpendel mit tragender Blattfeder*

E. Wielandt

Institut für Geophysik der ETH, Zürich

Astatic Vertical Pendulum Supported by a Leaf Spring

Abstract: A new geometry for medium and long period vertical seismometers or gravimeters has been found where a single, initially flat leaf spring supports the boom in such a way that virtually no restoring force is produced. The free period of the pendulum can be made arbitrarily long, and a maximum of the free period is obtained in the center position. In spite of its extremely simple construction, this pendulum seems to be an alternative to LaCoste systems in many applications.

Key words: Seismometer – Leafspring.

Blattfedern – vor allem flache, nicht vorgespannte – sind viel einfacher und billiger herzustellen als vorgespannte Schraubenzugfedern (Nulllängenfedern) für LaCoste-Pendel. Sie werden in verschiedenen Formen in hochfrequenten Geophonen und auch in einigen anspruchsvolleren Seismometerkonstruktionen verwendet (Willmore MKI, Berckhemer FS 60). In langperiodischen Seismometern konnten sie sich bisher nicht durchsetzen, weil keine problemlose Methode zur Astasierung bekannt war¹. Dabei wären Blattfedern gerade hier, abgesehen von der einfacheren Fertigung, wegen ihrer höheren Eigenresonanz und besseren Wärmeübertragung vorteilhaft (Unterreitmeier, 1973; S. 63). Eine neue, außerordentlich einfache Seismometerkonstruktion mit Blattfeder läßt nun hier einen Fortschritt erhoffen.

Blattfedern können je nach ihrer Form und Einspannung sowohl Kräfte als auch Drehmomente auf den Pendelarm übertragen. Man kann versuchen, beide gegeneinander auszuspielen, um eine Astasierung zu erreichen. Im Gegensatz zum LaCoste-Pendel (LaCoste, 1934) läßt sich aber anscheinend keine einfache Bedingung dafür angeben, aus der man dann die notwendige Federgeometrie berechnen könnte. Um nicht auf reines Experimentieren angewiesen zu sein, haben wir die wirkenden Kräfte und die resultierende Eigenfrequenz des Seismo-

* Mitteilung Nr. 117 aus dem Institut für Geophysik der ETH Zürich.

¹ Der unseres Wissens einzige Versuch in dieser Richtung soll nicht unerwähnt bleiben. In einem 1966 in den USA patentierten Seismometer ersetzt Willmore die LaCoste-Feder durch einen Faden gleicher Länge, der oben an einer vorgespannten, im Betriebszustand geraden Dreiecks-Blattfeder angelenkt ist. Gerade diese Art Federn bietet jedoch kaum weniger Probleme als Schraubenzugfedern (Jacoby, 1971; S. 33–36). Auch dürfte Periodenkonstanz schwer zu erreichen sein, weil der obere Aufhängepunkt beweglich ist, was die Vorteile der LaCoste-Geometrie zunichte macht.

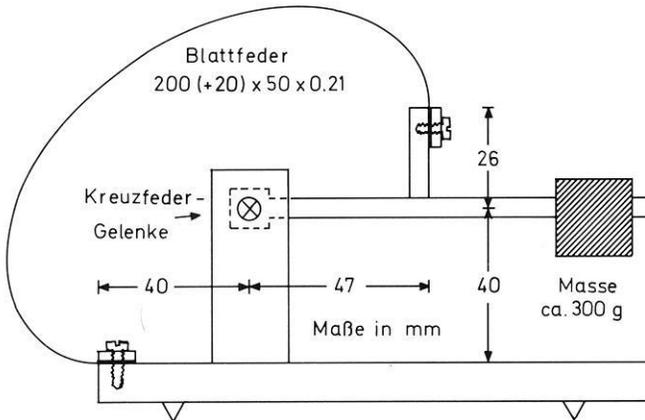


Abb. 1. Versuchsaufbau des Blattfeder-Seismometers

meters mit dem Computer (ETH-Rechenzentrum) berechnet. Folgende Bedingungen waren dabei vorgegeben: Die Blattfeder soll ohne Last, also vor dem Einspannen, eben sein. Sie soll fest, d.h. ohne Gelenke, mit Gestell und Gehänge verbunden werden. In eingespanntem Zustand muß sie überall eine gewisse Mindestkrümmung aufweisen und darf insbesondere keinen Wendepunkt haben, weil sonst leicht der gefürchtete „Knackfrosch-Effekt“ eintritt (Umspringen in die entgegengesetzte Krümmung). Allein durch die Anordnung der Feder soll eine beliebig starke Astasierung möglich sein. Natürlich sind auch gewisse Belastungsgrenzen zu beachten.

Nach einigen erfolglosen Vorversuchen schien es zunächst, als seien diese Bedingungen überhaupt nicht gleichzeitig erfüllbar. Eine systematische Suche mit dem Computer ergab jedoch, daß es sogar eine unendliche Anzahl geometrisch recht verschiedener Anordnungen gibt, die das Gewünschte leisten. Man kann dabei nicht nur die Eigenperiode beliebig groß machen, sondern auch noch ein Maximum der Eigenperiode in die Skalenmitte legen, so daß die Periode lokal von der Lage unabhängig ist und das Pendel auch nach beliebig großen Ausschlägen wieder zurückkehrt. (Gerade die letzte Eigenschaft ist, wenn man die Aufgabe rein experimentell angeht, nur sehr schwer zu erreichen.) Wie beim LaCoste-Pendel lassen sich Eigenperiode und Periodenkonstanz durch Verschieben des Einspannpunktes der Feder in zwei Richtungen justieren. Ebenso gut läßt sich die Eigenperiode auch durch Kippen des ganzen Instruments um die Drehachse einstellen.

Ein einfaches Versuchsmodell nach Abb. 1 hat die Richtigkeit der numerischen Ergebnisse bestätigt. Es läßt sich mühelos auf 6 sec Eigenperiode einstellen. Eine Grenze ist lediglich durch die Feinheit der Justierung und durch die Präzision der Kreuzfedergelenke gegeben; sie läßt sich zweifellos durch sorgfältigeren Aufbau noch weiter hinausschieben. Die Justierung ist eher weniger kritisch als beim LaCoste-Pendel. Die Astasierung, d.h. die Verkleinerung des rücktreibenden Drehmoments, beträgt etwa 1:100 gegenüber einem gleich großen mathematischen Pendel oder dem FS 60. Die Periode ist innerhalb eines Skalenbereichs

von ± 2 mm auf $\pm 0,1$ sec konstant. Das entspricht etwa der üblichen Periodenkonstanz der bekannten langperiodischen Seismometer; freilich können diese wenigstens theoretisch noch weit besser abgeglichen werden (Streckeisen, 1974). Da das Seismometer zur Erweiterung des Frequenzumfangs später mit einer elektronischen Gegenkopplung betrieben werden soll und dadurch praktisch an die Mittellage gefesselt ist, ist die Periodenkonstanz jedenfalls mehr als ausreichend.

Die Feder des Versuchsmodells besteht aus vergütetem NIVAFLEX der Vakuumschmelze Hanau, das uns freundlicherweise vom Institut Dr. Straumann in Waldenburg/Schweiz zur Verfügung gestellt wurde. Dieses Material hat hervorragende elastische Eigenschaften und ist unmagnetisch, aber nicht temperaturkompensiert. Versuche mit temperaturkompensiertem Material sind beabsichtigt. Für Hinweise auf geeignetes Material und vor allem auf Bezugsquellen für Kleinmengen wären wir dankbar. Bei guter Temperaturkompensation und entsprechender Abschirmung müßte sich das neue Pendel auch als Gravimeter eignen.

Danksagung. Ich danke Herrn Dipl.-Geophys. G. Streckeisen für seine Mithilfe.

Literatur

- Berckhemer, H.: MARS 66. Z. Geophys. 36, 501–518 (1970)
Jacoby, H.D.: Die Entwicklung eines kleinen Seismometers mit breitbandigem Ausgangssignal. Diss. Univ. Stuttgart, 72 S., (1971)
LaCoste, L.J.B.: A new type long period seismograph. Physics 5, 178–180, (1934)
Streckeisen, G.: Untersuchungen zur Meßgenauigkeit langperiodischer Seismometer. Diplomarbeit Inst. f. Geophysik der ETH Zürich, 81 S., 1974
Unterreitmeier, E.: Zur Erhöhung der Störfreiheit langperiodischer Seismographensysteme. Diss. Univ. Jena 1974, Veröff. des ZIPE Potsdam Nr. 25, 199 S., 1973
Willmore, P.L.: Long period vertical seismograph. U.S. Patent Nor. 3 292 145, (1966)

Erhard Wielandt
Institut für Geophysik der ETH Zürich
CH-8049 Zürich/Schweiz
Postfach 266

Eingegangen am 30. Juni 1975

