

# Das astasierte elastische Pendel als Schweremesser

Autor(en): **Baeschlin, C.F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **36 (1938)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-197293>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Das astasierte elastische Pendel als Schweremesser.

Von Prof. Dr. C. F. Baeschlin, Zollikon.

In der Geodäsie ist die Kenntnis der Schwerkraftbeschleunigung an möglichst vielen Punkten der Erdoberfläche unerlässlich.

Bis vor kurzem wurden für diesen Zweck vorherrschend sogenannte invariable Schwerependel von ca. 25 cm Länge verwendet. Die durch solche Pendel bedingten Beobachtungsmethoden sind aber ziemlich zeitraubend. Unter anderm ist die genaue Kenntnis des Ganges der Beobachtungsuhr unerlässlich. Wenn auch heute die Bestimmung des Ganges einer Uhr mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie, insbesondere der täglich mehrmals ausgesandten rhythmischen Zeitzeichen, gegenüber früher sehr vereinfacht worden ist, so ist das Verfahren doch noch so weitläufig, daß pro Tag im allgemeinen nicht mehr als ein Punkt absolviert werden kann.

Man hat deshalb nach Geräten gesucht, welche die Bestimmung der Schwerkraft auf Feldstationen vereinfachen sollten. Das ist einerseits durch das sogenannte *astasierte elastische Pendel* erreicht worden, dessen Prinzip in diesem Aufsatz dargelegt werden soll. Daneben sind auch sogenannte *statische Schweremesser* konstruiert worden, über die in einem später erscheinenden Aufsatz referiert werden wird. Diese statischen Schweremesser lösen die Aufgabe, die Schwerebeschleunigung in dem Punkt, auf dem das Instrument aufgestellt wird, an einer Skala abzulesen, so daß eine Schwerebestimmung in derselben einfachen Weise durchgeführt werden kann, wie die Bestimmung der Temperatur mit Hilfe eines Thermometers oder des Luftdruckes mit einem Barometer.

Die Grundidee eines astasierten elastischen Pendels kann in der einfachsten Weise erläutert werden an dem von Dr. Gustav Ising<sup>1</sup> konstruierten Apparat.

Unter einem *astasierten* Instrument versteht man eine zur Messung einer Richtkraft bestimmte Einrichtung, bei der die auf das Gerät wirkende Richtkraft die Differenz zweier Richtkräfte ist, von denen jede größer ist, als die resultierende Richtkraft. Eine astasierte Magnetnadel z. B. besteht aus zwei übereinander angebrachten Magnetnadeln, von denen die eine stärker magnetisierte mit ihrem Nordpol gegen Norden gerichtet ist, während die zweite, damit fest verbundene, schwächere Magnetnadel mit ihrem Nordpol nach Süden schaut. Bei völliger Gleichheit der Magnetisierung beider Nadeln würde die magnetische Richtkraft auf das System aufgehoben.

Ein astasiertes Schwerependel können wir durch die folgende Einrichtung gewinnen:

An einem horizontal gespannten Draht, der eine gewisse Torsionssteifigkeit besitzt, wird eine vertikal nach oben gerichtete Stange befestigt; die Stange kann sich um die Drahtachse drehen, wobei aber bei

---

<sup>1</sup> Gustav Ising, „Relative Schweremessungen mit Hilfe astasierter Pendel“. Bulletin géodésique, No. 27. 1930; p. 556—576.

dieser Bewegung der Draht um den Drehwinkel des Stabes gedreht wird. Der Draht setzt der Drillung einen Widerstand entgegen, der fast genau der Größe des Drillingswinkels proportional ist.

Wir wollen nun zunächst annehmen, daß bei lotrechter Stellung des Stabes der Draht ungedreht sei. Drehen wir jetzt den Stab durch eine normal zur Drahtachse wirkende horizontale Kraft um einen Winkel  $\vartheta$  aus der ursprünglichen lotrechten Lage heraus, so können zwei Fälle eintreten:

a) Der Stab kippt um die Drahtachse um, bis er fast lotrecht nach unten gerichtet ist. Die Einrichtung ist instabil; bei genau lotrechter Stellung des Stabes besteht labiles Gleichgewicht.

b) Der Stab kehrt nach Aufhören der horizontalen Ablenkkraft in die Ausgangsstellung zurück. Infolge der erhaltenen Beschleunigung überschreitet er die Ruhelage; er führt eine Drehschwingung aus. Für unsere Zwecke verwirklichen wir den Fall b), den wir nun näher betrachten wollen.

Bei der Drehung des Stabes aus der Ruhelage um den Winkel  $\vartheta$  übt der horizontale Torsionsdraht ein dem Winkel  $\vartheta$  entgegengerichtetes Torsionsmoment  $D_1$  auf das System aus.

$$D_1 = -\tau\vartheta$$

Die (positive) Konstante  $\tau$  ist die sogenannte Torsionskonstante des Drahtes. Sie hängt von seiner Länge, seiner Dicke, seinem Material und seiner Spannung ab. Sie ist auch abhängig von der Temperatur des Drahtes.

Der Stab aber erleidet unter der Wirkung der Schwerkraft ein in Richtung des Winkels  $\vartheta$  wirkendes Drehmoment.

$$D_2 = \rho \sin \vartheta mg$$

wo  $\rho$  der Abstand des Schwerpunktes des Stabes von der horizontalen Drehachse,  $m$  die Maße des Stabes,  $g$  die Schwerebeschleunigung am Beobachtungsort darstellt.

Wir setzen

$$\rho mg = \gamma$$

Infolge der starren Verbindung des Stabes mit dem Torsionsdraht erhalten wir ein resultierendes Drehmoment  $D$ .

$$(1) \quad D = D_1 + D_2 = -\tau\vartheta + \gamma \sin \vartheta$$

Für sehr kleine Winkel  $\vartheta$  ist

$$\sin \vartheta \cong \vartheta$$

Unter dieser Voraussetzung wird

$$(2) \quad D = -(\tau - \gamma)\vartheta = -A\vartheta$$

wo wir gesetzt haben

$$(3) \quad A = \tau - \gamma$$

Wenn  $\tau > \gamma$  so ist das resultierende Drehmoment des Systemes,  $D$ , dem Winkel  $\vartheta$  entgegengerichtet. Wenn daher die ablenkende Kraft

aufhört, so ist das System bestrebt, in die Ruhelage zurück zu kehren. Die vertikale Stellung der Stange ist ein stabiler Gleichgewichtszustand, um den das System im allgemeinen eine Schwingung ausführt, die wir später untersuchen wollen.

Für  $\tau > \gamma$  wird also der Fall b) verwirklicht.

Wir nennen den Quotienten aus der astasierenden Richtkraft  $\gamma$  und der resultierenden Richtkraft  $A = \tau - \gamma$ , die *Astasierung*  $N$  des Systems.

$$(4) \quad N = \frac{\gamma}{\tau - \gamma}$$

Der vorhin betrachtete Fall a) ist dadurch gekennzeichnet, daß

$$\tau < \gamma$$

Auch hier tritt ein stabiler Gleichgewichtszustand auf, der durch ein von Null verschiedenes  $\vartheta = \vartheta_1$  gekennzeichnet ist und wo  $D = 0$  ist. Das liefert die Gleichung

$$D = 0 = -\tau \vartheta_1 + \gamma \sin \vartheta_1$$

Wenn  $\gamma$  beträchtlich größer als  $\tau$  ist, so ist  $\vartheta_1$  um wenig kleiner als  $\pi$  ( $180^\circ$  resp.  $200^\circ$ ). Wir wollen dies nicht weiter verfolgen, da uns der Fall b) interessiert.

Wenn wir

$$\tau - \gamma = A$$

klein wählen, indem  $\tau$  um ein kleines größer als  $\gamma$  gemacht wird, so machen wir die Richtkraft  $A$  des Systemes klein. Wir wollen nun voraussetzen, daß die elastische Richtkraft  $\tau$  konstant sei; dann ändert sich  $A$  nur mit der Schwerebeschleunigung  $g$ , da  $\gamma$  zu  $g$  proportional ist.

(Fortsetzung folgt.)

## Kredit für zusätzliche Grundbuchvermessungsarbeiten pro 1938.

Der Präsident des Schweiz. Geometervereins erhielt das folgende Schreiben, das wir den Lesern bekannt geben.

Bern, den 1. Februar 1938.

An den Präsidenten des Schweiz. Geometervereins,  
Herrn Stadtgeometer *Bertschmann*,

Zürich.

Herr Präsident,

Hiemit bringen wir Ihnen zur Kenntnis, daß unserem Departement aus dem von der Bundesversammlung bewilligten Kredit für Krisenbekämpfung und Arbeitsbeschaffung auch für das Jahr 1938 Franken 500,000.— für zusätzliche Grundbuchvermessungsarbeiten zwecks Behebung der Arbeitslosigkeit im Geometergewerbe zur Verfügung gestellt worden sind. Mit diesen Mitteln wird es uns möglich sein, die meisten Geometerbureaux mit ihrem Angestelltenpersonal, die dieses Jahr arbeitslos werden, für 2–3 Jahre zu beschäftigen.

Mit vollkommener Hochachtung.

Der Vermessungsdirektor: *Baltensperger*.