

Geophysik-Praktikum – Versuch „Horizontalpendel“

Gruppe 3

Christoph Moder, Silke Richter, Michael Wack

Datum: 26.06.2003

Einführung

Beim Horizontalpendel bewirken kleine Änderungen in der Neigung der Drehachse große Änderungen der Ruhelage und der Schwingungsdauer – man ist also in der Lage, sehr kleine Winkel zu messen. Interessant ist das z.B. bei der Bestimmung der Erdbodenverformung durch Gezeiteneinflüsse.

Ein Horizontalpendel ist ein Pendel, bei dem der Neigungswinkel i der Drehachse gegen das Lot sehr klein ist ($\sin i \ll 1$), so daß das Pendel in einer beinahe horizontalen Ebene schwingt.

Für die Schwingungsdauer in Abhängigkeit vom Neigungswinkel i gilt:

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{m g \sin(i) \lambda_s}}$$

Mit:

J_A : Trägheitsmoment des Pendels

m : Masse des Pendels

λ_s : Abstand zwischen Schwerpunkts des Pendels und seiner Drehachse

i : Winkel, um den die Pendel-Drehachse gegen die Vertikale geneigt ist

Kennt man T_0 , die Schwingungsdauer des entsprechenden Vertikalpendels ($i=90^\circ$), so kann man mit folgender Formel den Winkel i ausrechnen:

$$\frac{T_0^2}{T_i^2} = \sin i$$

Außer zu dieser dynamischen Winkelmessung, kann man das Horizontalpendel auch noch als statischen Winkelmesser einsetzen. Durch Veränderung der Bodenneigung φ verschiebt sich die Nulllage des Pendels. Umso kleiner der Winkel i eingestellt ist, desto empfindlicher reagiert das Horizontalpendel auf Änderungen der Bodenneigung. Projiziert man über einen am Pendel angebrachten Spiegel die Auslenkung auf einen Schirm in der Entfernung L so kann man mit folgender Formel den Neigungswinkels φ ermitteln:

$$\varphi = \frac{a}{2L} \frac{T_0^2}{T_i^2}$$

a : Auslenkung am Schirm

Messwerte und Berechnung

<i>Pendeldauer [s]</i>	<i>Verschiebung des Nullpunkts [cm]</i>	<i>Kippwinkel i</i>	<i>Bodenneigung φ aus Nullpunktverschiebung [Grad]</i>
5,5	19,2	1,8194	0,1397
7,6	36,0	0,9527	0,1372
8,5	44,9	0,7616	0,1368
9,5	60,0	0,6097	0,1463
10,8	72,8	0,4718	0,1374

Als Mittelwert der Bodenneigung ergibt sich: $0,1395^\circ$

Geometrisch findet man folgenden Winkel:

$$\tan \varphi = \frac{1 \text{ mm}}{407 \text{ mm}} \Rightarrow \varphi = 0,1408^\circ$$

Die auf völlig verschiedenen Wegen ermittelten Winkel unterscheiden sich um weniger als 1%. Dies zeigt die hohe Genauigkeit, die mit Horizontalpendeln erreicht werden kann.

Diagramm

Folgendes Diagramm zeigt die statistische Abweichung der aus der Nullpunktverschiebung des Pedels ermittelten Bodenneigungswinkeln φ_i von dem geometrisch berechneten Sollwert.

