

Übung 6: Schwereänderungen am BFO

Ausgabedatum: 14.12.2021 Abgabedatum: 16.01.2021

Signale in den Messdaten des supraleitenden Gravimeters

Im Ordner DataSG056 finden Sie die Messdaten des supraleitenden Gravimeters SG056 am BFO für April 2021. Für jeden Tag gibt es eine Datei in der zu jeder Minute die Messwerte des unteren (G1-F60) und des oberen Sensors (G2-F60) stehen. Diese sind in Volt angegeben und können mit Hilfe der Kalibrierfaktoren in Schwerewerte in μGal umgerechnet werden. Die Kalibrierfaktoren stehen im Header der Dateien (GRAVITY_CAL_1_UGAL_V und GRAVITY_CAL_2_UGAL_V). Sie ändern sich im Laufe eines Monats nicht. Außerdem stehen in den Dateien die Messwerte zweier Barometer. In der Spalte *Br1-F60* steht der Luftdruck am Ort des Gravimeters (Stollendruck). In der Spalte *Br2-F60* stehen die Messwerte eines Barometers am Laborgebäude (Außendruck).

Aufgabe 1: (4 Punkte) Rechnen Sie die Messwerte beider Sensoren in Schwerewerte um und stellen Sie sie im zeitlichen Verlauf dar. Was fällt Ihnen auf?

Aufgabe 2: (4 Punkte) Führen Sie für einen der beiden Sensoren eine Fouriertransformation der Messwerte durch und stellen Sie das Amplitudenspektrum dar. Erklären Sie die dominanten Frequenzen.

Der größte Signalanteil in den zeitlichen Schwereänderungen sind die Erdgezeiten. Die Datei *TidesBF0April2021.csv* enthält ein Gezeitenmodell am Ort des Gravimeters für April 2021. In der Spalte *Tide* steht das Gezeitensignal in nm/s^2 . Die Datei enthält außerdem Modelle für die Schweresignale der sogenannten „Poltide“ (*Pole tide*) und der „Tagesslängentide“ (*LOD tide*) sowie die Summe aller drei Signale (*Signal*). Hier soll zunächst nur das Gezeitensignal verwendet werden.

Das nächst größte Signal in den Messwerten des Gravimeters wird durch Variationen des Luftdrucks verursacht. Dieses Signal soll im Folgenden untersucht werden

Aufgabe 3: (3 Punkte) Entfernen Sie aus den Messdaten beider Sensoren das Gezeitensignal. Und stellen sie die korrigierten Messdaten zusammen mit dem Luftdrucksignal dar. Was fällt Ihnen auf?

Hinweise: Verwenden Sie nur den Außendruck- nicht den Innendruck. (Zusatzfrage: Warum?) Da das Gravimeter nur Schwereänderungen messen kann und auch nur Luftdruckänderungen Schwereänderungen hervorrufen können, können Sie von allen drei Zeitreihen den Mittelwert abziehen.

In einem vereinfachten Modell hängt die von der Atmosphäre verursachte Schwereänderung δg linear mit der Luftdruckvariation δp zusammen:

$$\delta g = f \cdot \delta p$$

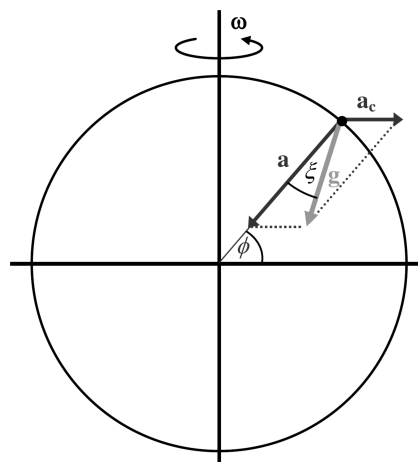
Aufgabe 4: (4 Punkte) Bestimmen Sie für beide Sensoren den Faktor f aus den Messdaten mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate. Da es sich um den gleichen physikalischen Effekt handelt, sollten die Ergebnisse für beiden Sensoren sehr ähnlich sein. Erklären Sie das Vorzeichen der Ergebnisse qualitativ.

Schwere, Gravitation und Zentrifugalbeschleunigung am BFO

In der Datei `TidesBFOApril2021.csv` ist auch die Poltide und die Tageslängentide enthalten. Beide beschreiben Änderungen der Zentrifugalbeschleunigung am Ort des Gravimeters. Sie entstehen durch Bewegungen der Rotationsachse der Erde oder durch Veränderungen ihrer Rotationsgeschwindigkeit. Da sich die Schwere aus Gravitation und Zentrifugalbeschleunigung zusammensetzt, haben Änderungen der Zentrifugalbeschleunigung, Schwereänderungen zur Folge. In dieser Aufgabe soll zunächst der Einfluss der absoluten Zentrifugalbeschleunigung auf die Schwere am Ort des BFO untersucht werden.

Die Erde sei eine mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 7,292\,115 \cdot 10^{-5} \frac{1}{s}$ rotierende homogene Vollkugel mit dem Radius $R_E = 6371 \text{ km}$ und der Dichte $\rho = 5515 \text{ kg/m}^3$.

Die Erde soll als starrer Körper betrachtet werden, es tritt also keine Abplattung infolge von Fliehkräften auf.



Aufgabe 5: (2 Punkte) Berechnen Sie das Gravitations- und Schwerepotential V bzw. W sowie die (gravitationelle) Anziehung a und die Schwere g (Beträge) am Ort des supraleitenden Gravimeters. Länge- und Breite des supraleitenden Gravimeters finden Sie im Header der Dateien im Ordner DataSG056.

Aufgabe 6 (3 Punkte) Wie groß sind die durch die Erdrotation (Zentrifugal-Beschleunigung) verursachten Störungen im Potential ($\delta W = W - V$), der Richtung (ξ) und im Betrag ($\delta g = g - a \neq |a_c|$) der Anziehung?