

5. Übung zur Einführung in die Geophysik II

Thema: Magnetismus

Übungsblatt online: Mi. 28.06.22, 13:00 Uhr,
Besprechung des Übungsblattes: Mo. 10.07.22, 11:30-13:00, HS B

Aufgabe 1: Messungen des Magnetfelds:

Messungen des Magnetfeldes der Erde an einem geomagnetischen Observatorium haben die folgenden Werte ergeben:

Nordkomponente : $B_N = 27000 \text{ nT}$

Ostkomponente : $B_E = -1800 \text{ nT}$

Vertikalkomponente : $B_z = -40000 \text{ nT}$

- Liegt das Observatorium in der nördlichen oder der südlichen Hemisphäre?
- Wie groß ist die Totalintensität?
- Was sind die lokalen Werte der Deklination und der Inklination?

Aufgabe 2: Stärke des Dipolanteils des magnetischen Felds

Ein Dipol im Erdmittelpunkt mit Dipolmoment M (in A m^2), der in Richtung Nordpol orientiert ist, erzeugt folgendes Feld der magnetischen Erregung (in A/m) auf einer Kugel des Radius R in Abhängigkeit der geographischen Breite φ :

Horizontalkomponente: $B_H = (\mu_0 M) / (4 \pi r^3) \cos(\varphi)$

Vertikalkomponente $B_z = (\mu_0 M) / (2 \pi r^3) \sin(\varphi)$

Die magnetische Feldkonstante μ_0 beträgt $4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$.

- Skizzieren Sie das Dipolfeld der Erde.
- Was ist der Unterschied zwischen geographischem Nordpol, magnetischem Nordpol und geomagnetischem Nordpol?
- Leiten Sie den vertikalen Gradienten von B_z und den horizontalen Gradienten von B_H her.
- Berechnen Sie die beiden Gradienten (in nT/km) für Karlsruhe (Inklination $I_{Ka} = 64,5^\circ$, Totalintensität $|\mathbf{B}_{Ka}| = 48400 \text{ nT}$).
- Wie stark ändern sich die beiden Komponenten, wenn man sich 10° Richtung Westen auf dem gleichen geomagnetischen Breitengrad bewegt?

Hinweis: Leiten Sie für Aufgabe 2c) die beiden Gleichungen nach der Höhe bzw. der Breite ab. Beachten Sie, dass für die Darstellung Kugelkoordinaten verwendet werden!

Aufgabe 3: Umkehr des Magnetfelds

Es gelingt nicht, eine Korrelation von magnetischer Feldumkehr mit Einschnitten in der biologischen Entwicklung der Erde herzustellen, d.h. es scheint kein massiver Zusammenbruch der abschirmenden Wirkung des Feldes zu erfolgen. Was folgt daraus für die Art und Weise der Feldumkehr für ein Dipolmodell? Kann der Nicht-Dipolanteil des Feldes zur Abschirmung ausreichen? Überlegen Sie sich zuerst, wie groß dieser Nicht-Dipolanteil ist und erarbeiten Sie dann verschiedene Szenarien.

Aufgabe 4: Geodynamo

Was versteht man unter dem Begriff Geodynamo? Welche Ursachen hat der Geodynamo?

Literaturhinweise:

- Christoph Clauser (2016): Einführung in die Geophysik
- William Lowrie (2007): Fundamentals of geophysics
- Elsasser, W.M., 1939. On the origin of the Earth's magnetic field. *Physical Review*, 55: 489-498. (kostenloser Download über KIT)
- Ulrich R. Christensen, Andreas Tilgner: Der Geodynamo. In: *Physik Journal*. Bd. 1, Nr. 10, 2002, S. 41{47. (kostenloser Download)