

Klimaphysik

Übungsblatt VI

Vorlesung: PD. Dr. M. Kleinmann
Übungen: K. Hansenne

Ausgabe: Dienstag, 06.06.2023
Abgabe: Dienstag, 13.06.2023

1. Relative und absolute Vortizität (10+10)

- Berechnen Sie die relative Vortizität ζ einer meridionalen (entlang \vec{e}_y) Strömung, bei der v von 1 m/s auf 0 m/s über eine Entfernung von 100 km in Richtung Osten abnimmt.
- Wenn diese Strömung am Äquator vorhanden ist, wie weit könnte die Strömung nach Norden vordringen, bevor die relative Vortizität durch eine erhöhte planetarische Vortizität f kompensiert wird? Geben Sie die Antwort in Kilometern (Radius der Erde: $R = 6371$ km).

2. Erhaltung der Vortizität (10+10)

- Ein Luftpaket bei 30°S bewegt sich unter Erhaltung der absoluten Vortizität η nach Süden, mit konstanter Geschwindigkeit. Wenn seine anfängliche relative Vortizität $\zeta_0 = -5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ beträgt, wie groß ist seine relative Vortizität, wenn es den Südpol erreicht?
- In welcher Richtung dreht sich der Wirbel bei 30°S ? Und bei 90°S ?

3. Vortizitätsgleichung (20)

Von den allgemeine Bewegungsgleichung für ein Luftvolumenelement

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\vec{\nabla}p - \rho \vec{\nabla}\Phi - 2\vec{\Omega} \times \vec{v} + \frac{\vec{F}_R}{\mathcal{V}}, \quad (1)$$

die man mit Beschränkungen auf horizontale Scher- und Coriolis-Kräfte und auf horizontale Bewegungen (i.e. $\vec{v} = (v_x, v_y, 0)$) als

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \frac{1}{2} \vec{\nabla} v^2 - \vec{v} \times (\vec{\nabla} \times \vec{v}) - f \cdot (v_y, -v_x, 0) = \frac{1}{\rho} \frac{\vec{F}_R}{\mathcal{V}} \quad (2)$$

schreiben kann, leiten Sie die Vortizitätsgleichung

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \vec{\nabla}_H \cdot (\eta \vec{v}) = \frac{1}{\rho} \vec{e}_z \cdot (\vec{\nabla} \times \frac{\vec{F}_R}{\mathcal{V}}) \quad (3)$$

her.