1) a) Zeigen Sie mit Hilfe der geostrophischen Gleichung und der hydrostatischen Grundgleichung, dass es gilt:

$$\frac{\partial \ln \rho}{\partial x} + \frac{f\,V_g}{g}\frac{\partial \ln \rho}{\partial z} = -\frac{f}{g}\frac{\partial V_g}{\partial z}\,. \qquad (1)$$

b) Zeigen Sie weiterhin mit Hilfe der Zustandsgleichung für ideale Gase und der potentiellen Temperatur, dass sich die Gleichung (1) in

$$\frac{\partial \ln \theta}{\partial x} + \frac{f\,V_g}{g}\frac{\partial \ln \theta}{\partial z} = \frac{f}{g}\frac{\partial V_g}{\partial z}$$

umschreiben lässt.

2) Schreiben Sie Gleichung (1) aus Übung 1) in Druckkoordinaten um.

3) Im Winter besteht in der Troposphäre der mittleren Breiten ein zonaler Durchschnittstemperaturgradient von 1°/Grad geographischer Breite. Die mittlere zonale Komponente des geostrophischen Windes nahe der Oberfläche ist fast null. Berechnen Sie den mittleren zonalen Wind im Strahlstrom nahe der 250 hPa Isobare.

4) Direkt nach dem Durchzug einer Kaltfront wird an einer Bodenmessstation A eine Temperatur von 10 °C registriert. Die Temperatur fällt gleichmäßig weiter um 3 °C/h. Der geostrophische Wind bläst direkt von Norden mit einer Geschwindigkeit von 40 Km/h, während die vertikale Komponente der Geschwindigkeit null ist. An einer weiteren Bodenmessstation B, die sich 100 km nördlich von der Bodenmessstation A befindet, wird eine Temperatur von –2°C gemessen. Berechnen Sie für ein Luftpaket, das sich hinter der Front in Richtung Süden bewegt, die Änderung der Temperatur mit der Zeit