

Wettersysteme

Hinweise zu den Kärtchen

Die Kärtchen wurden für die Prüfung nach dem WS 2005/2006 bei Michael Sprenger geschrieben.

Unterlagen:

Fragen im Skript von Wettersysteme

Webseite der Vorlesung auf welcher auch das Skript verfügbar ist.

<http://www.iac.ethz.ch/staff/sprenger/dynmet/>

Erstellt von: Thomas Kuster (5. Semester, D-UWIS)

Verfügbar via: <http://fam-kuster.ch>

Aufgabe 1.1 [a]

Welcher Bruchteil der totalen Luftmasse befindet sich in der Troposphäre und welcher in der Stratosphäre? Verwende hierzu die sogenannte hydrostatische Näherung und die Werte aus der Abbildung.

2

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [b] Was bestimmt den Temperaturverlauf in der Troposphäre? Wie kann Wärme in der Atmosphäre vertikal transportiert werden? Gibt es hierbei Unterschiede zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre?

4

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [c]

Vergleiche die Temperaturabnahme im Strahlungsgleichgewicht mit der tatsächlichen Temperaturabnahme von ca. 6.5 K/km in der Troposphäre. Wir werden später sehen, dass Temperaturgradienten, die diesen Wert überschreiten, unweigerlich zu Konvektion führen. Die Atmosphäre wirkt hier „selbstregulierend“, indem sie zu grosse vertikale Gradienten abbaut.

6

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [d.1]

Die beiden Abbildungen zeigen die Querschnitte für Januar und für Juli. Ordne die beiden Monate korrekt zu. Wo beobachtet man grosse vertikale Temperaturgradienten, und wo kleine? Sind die horizontalen Temperaturgradienten in der Winter- oder in der Sommerhemisphäre grösser?

8

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [d.2]

Die kälteste Tropopause findet man in den Tropen. Überlege qualitativ, wie diese Temperatur den Transport von Wasserdampf aus der Troposphäre in die tropische Stratosphäre beeinflusst.

Tipp: Wie beeinflusst die Temperatur, den maximalen Wasserdampfgehalt in der Luft?

10

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [e.1]

Typische Windgeschwindigkeiten betragen ca. 10 m/s, während Ozeanströmungen bedeutend langsamer sind. Wieso können die langsamen Ozeanströmungen dennoch ca. 50 Prozent des Wärmetransports ausmachen.

12

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [e.2]

Gäbe es keinen Wasserdampf in der Atmosphäre, so wäre lediglich fühlbarer Wärmetransport möglich. Warme Luft würde also von den Tropen nach Norden advergiert (horizontale Luftmassenbewegung).

Wasserdampf in der Atmosphäre erlaubt jedoch auch einen sogenannten latenten Wärmetransport. Überlege, wie ein solcher Transport aussehen könnte. Unterscheide klar, wo Verdampfung, Advektion und Kondensation auftritt.

14

?

Antwort

Aufgabe 1.1 [f]

Natürlich besitzt auch eine solche schematische Darstellung ihre Grenzen. Die Fronten können nur schwer identifizierbar sein und nicht den Boden erreichen, die beiden Jets können zu einem einzigen Jet zusammenfallen, und die Ostwinde (E in der Skizze) können sehr schwach sein oder gar zu Westwinden (W) werden. In der folgenden Abbildung ist die Temperatur und der zonale Wind für einen Nord/Süd-Schnitt entlang 170 E am 1. Januar 1990 gezeigt. Versuche diese Analyse des ECMWF (Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage) mit der obigen schematischen Skizze in Einklang zu bringen.

16

?

Antwort

Aufgabe 1.2 [a]

Betrachte die unten abgebildete schematische Skizze der Wolkenstruktur und versuche die Strukturen einander zuzuordnen. Suche auch im Internet nach weiteren Wolkenbildern, um die ausgeprägten Unterschiede von System zu System zu studieren.

18

?

Antwort

Aufgabe 1.2 [b.1]

Neben Tiefdrucktrügen finden sich Hochdruckrücken in der Abbildung. Wo? In welcher Richtung bläst der Wind? Was lässt sich über die Windgeschwindigkeit aussagen? Tipp: Verwende das geostrophische Windgleichgewicht. Das Hoch über dem Pazifik ist flacher als das Tief über den USA. Dies trifft häufig zu.

20

?

Antwort

Aufgabe 1.2 [b.2]

Die folgenden Abbildungen zeigen das Geopotential auf 500 hPa und auf 250 hPa, sowie den 6 h-akkumulierten Niederschlag. Entscheide zunächst, welches Bild zu 250 hPa und welches zu 500 hPa gehört. Bestimme dann in den Abbildungen: Hochdruckrücken, Tiefdrucktröge, Zyklonen, Antizyklonen, starke Jets, Cutoffs, meridionale und zonale Luftströmungen,...

22

?

Antwort

Aufgabe 1.2 [c.1]

Die Tabelle macht keine Aussage über die vertikale Größenordnung.

Versuche qualitativ einige Aussagen hierüber zu machen für planetare Wellen, barokline Wellen (Tiefdruckgebiete), Land/See-Winde, Gewitterzellen, kleinräumige Turbulenz.

24

?

Antwort

Aufgabe 1.2 [c.2]

Überlege, warum es vorteilhaft sein kann, verschiedene Grössenskalen einzuführen. In welche physikalischen Prozessen werden sich zum Beispiel planetare Wellen von einer Gewitterzelle unterscheiden?

26

?

Antwort

Aufgabe 2.1 [a.1]

Wie lautet das Gesetz von Stefan-Boltzmann? Welches andere wichtige Gesetz ist bei Schwarzkörperstrahlung anwendbar?

28

?

Antwort

Aufgabe 2.1 [a.2]

Versuche abzuschätzen, aus welchen Höhen die einzelnen Bereiche des Spektrums abgestrahlt werden? Versuche die Lucken im IR-Spektrum einzelnen atmosphärischen Absorber zuzuweisen.

30

?

Antwort

Aufgabe 2.2 [b]

Mache Dir klar, wie man auf die Höhe von 35 800 km kommt? Warum befinden sich Startbasen für geostationäre Satelliten immer in Äquatornähe?

32

?

Antwort

Aufgabe 2.3 [b.1]

Vergleiche das IR Bild mit dem VIS Bild. Welche Strukturen sind klarer im VIS und welche klarer im IR Bild?

34

?

Antwort

Aufgabe 2.3 [b.2]

Animierte Satellitenbilder können auch verwendet werden, um Windgeschwindigkeiten abzuschätzen? Wie funktioniert das? Welche Probleme treten auf? Eine solche satellitenbasierte Windbestimmung verbessert die Wettervorhersage auf der Nordhemisphäre nur unwesentlich. Auf der Südhemisphäre hingegen brachte die Einführung von Satellitenmessungen eine signifikante Verbesserung der Vorhersage. Warum?

36

?

Antwort

Aufgabe 2.3 [d.1]

Welches Bild entspricht dem WV und welches dem IR-Kanal? Wo befinden sich Wolken? Wo beobachtet man trockene Luft in Tropopausenhöhe?

38

?

Antwort

Aufgabe 2.3 [d.2]

Ordne den Bilder die korrekte Bezeichnung zu (Z@250 hPa, Z@500 hPa).

Bringe die Satellitenbilder mit den Analysen des ECMWF in

Zusammenhang. Wo herrschen gemäss diesen Analysen starke Winde?

Wie steht es mit der Windrichtung?

40

?

Antwort

Aufgabe 2.4 [a]

Die obigen Bilder zeigen die geographische Abdeckung von Satelliten mit geostationären und polaren Orbits. Ordne sie korrekt dem Orbittyp zu.

42

?

Antwort

Aufgabe 2.4 [c]

Suche im Internet nach Satellitenaufnahmen von Zyklonen. Versuche anhand dieser Momentaufnahmen der Zyklonen den Entwicklungszustand den obigen vier Phasen zuzuordnen. Versuche aber nicht die Satellitenbilder zu zwanghaft in das konzeptionelle Schema einzuordnen!

44

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [a]

Der Sättigungsdampfdruck über Wasser ist grösser als derjenige über Eis. Was bedeutet dies für das konkurrierende Wachstum von Wassertropfen und Eiskristallen?

46

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [c.1]

In der Abbildung ist der Vertikalwind in Pa/s gegeben. Wie gross ist die Vertikalgeschwindigkeit in m/s? Verwende für die Umrechnung die hydrostatische Grundgleichung.

48

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [c.2]

Berechne in der obigen Abbildung je für einen Punkt in der Troposphäre und in der Stratosphäre den Taupunkt.

50

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [d.1]

Finde heraus, wofür die Wetbulb-Temperatur gebraucht wird? Tipp: Es handelt sich um die Messung einer wichtigen atmosphärischen Grösse. Als Zusatzaufgabe: Mache Dir ganz klar, wie diese Messung funktioniert.

52

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [d.2]

Um wieviel ändert sich die Temperatur eines Luftpakets, das ursprünglich eine Temperatur 10°C hat und in dem 5g Wasserdampf kondensiert.

54

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [f.1]

Überlege Dir, weshalb mit dem Einsetzen der Kondensation beim LCL nicht automatisch auch eine freie Konvektion einsetzt, weshalb also LFC und LCL nicht zusammenfallen.

56

?

Antwort

Aufgabe 3.1 [f.1]

Überlege Dir, wieso es in Bodennähe zu einer gut durchmischten Schicht kommt. Wie muss man sich bildhaft das Erreichen der CCL vorstellen, d. h. wie wird ungefähr der Tagesgang des Temperaturverlaufs in Bodennähe an einem heißen Sommertag aussehen?

58

?

Antwort

Aufgabe 3.3 [c]

Wie sieht die Bewegung des Luftpakets aus für positives und für negatives N^2 ? Welche Folgerung lässt sich hieraus für den vertikalen Verlauf der potentiellen Temperatur ziehen? Welchen Zusammenhang gibt es mit der obigen Abbildung? Wie unterscheidet sich die Bewegung des Luftpakets in der Stratosphäre von derjenigen in der Troposphäre /verwende dazu die folgende Abbildung)? Wie lässt sich die obige Bewegungsgleichung verallgemeinern für Luftpakete, bei denen Kondensation eintritt?

60

?

Antwort

Aufgabe 3.4:

Überlege Dir, was für Vorteile die verschiedenen vertikalen Koordinaten haben.

62

?

Antwort

Aufgabe 4.1 [a]

Auf 1000 hPa (und weniger ausgeprägt) auf 250 hPa gibt es klare Abweichungen vom geostrophischen Windgleichgewicht. Was für eine Abweichung findet man bei Tiefdruckgebieten, bei Hochdruckgebieten und bei stark gekrummten Geopotentiallinien (Tröge und Rücken)?

64

?

Antwort

Aufgabe 4.1 [b]

In Figur 1 wurden das Geopotential und die Windvektoren auf 1000 hPa dargestellt. Dabei gab es klare Abweichungen zum geostrophischen Windgleichgewicht. Die Windvektoren sind zum niedrigeren Geopotential orientiert. Versuche zu erklären, wie es in Bodennähe zu dieser Abweichung kommt. Überlege Dir dazu, welche zusätzliche Kräfte in Bodennähe wirken und wie sie das Windgleichgewicht beeinflussen.

66

?

Antwort

Aufgabe 4.1 [c]

Überlege Dir, was das Vorzeichen von f für einen Einfluss auf das geostrophische Windgleichgewicht hat? Welches Vorzeichen hat f auf der Südhalbkugel? Was hat das für einen Einfluss auf die Zirkulation um Tief- und Hochdruckgebiete auf der Südhemisphäre? Die Erde rotiert im Gegenuhrzeigersinn (prograd). Die Venus hingegen rotiert retrograd. Wie sind die Windsysteme auf einem retrograd rotierenden Planeten um ein Tiefdruckgebiet?

68

?

Antwort

Aufgabe 4.1 [d]

Schätze für die folgenden Phänomene ab, wie wichtig die Erdrotation ist und ob das geostrophische Windgleichgewicht erfüllt ist: (a) ein außertropisches Tiefdruckgebiet, (b) die Föhnströmung im Rheintal, (c) Tornado, (d) Umströmung der Alpen.

70

?

Antwort

Aufgabe 4.2 [d]

Bläst der geostrophische Wind von einem Gebiet mit warmer Luft in ein Gebiet mit kalter Luft, so kommt es zu einer sogenannten Warmluftadvektion. Bläst der Wind in entgegengesetzter Richtung, herrscht Kaltluftadvektion vor. Ausgehend von den obigen Abbildungen, formuliere einen Zusammenhang zwischen der Temperaturadvektion (kalt/warm) und der Drehrichtung (vorwärts/rückwärts) des Windes. Bleibt diese Regel auch auf der Südhemisphäre gultig?

72

?

Antwort

Aufgabe 4.3 [b]

Unter welchen Bedingungen beobachtet man besonders starke Temperaturadvektion? Welche Bedingungen sind an das Temperaturfeld, an das Geopotential und die relative Lage der beiden Felder zueinander zu stellen?

74

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [b]

Die „mittlere Windgeschwindigkeit“ der synoptischen und planetaren Systeme beträgt 17 m/s. Um wieviel musste der Schwerpunkt der Atmosphäre sich senken, um den mittleren Wind von Null auf gerade diesen Wert 17 m/s zu bringen? Was spricht in der realen Atmosphäre gegen ein solches allgemeines Absinken des Schwerpunktes?

76

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [c]

Wo findet man besonders ausgeprägte Baroklinizität? Vergleiche die Baroklinizität im Sommer mit derjenigen im Winter. Überlege Dir auch, wie die Baroklinizität der Erdatmosphäre aufgebaut und aufrecht erhalten wird.

78

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [d.1]

Überlege Dir anhand der Skizze, dass ein solches Wellenmuster zu einem effektiven Wärmetransport nach Norden führt. Was wäre, wenn es keine Phasenverschiebung zwischen Temperatur und Windfeld gäbe, oder wenn das Temperaturfeld gegenüber dem Windfeld nach Osten verschoben wäre?

80

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [d.2]

Welchen Effekt auf den meridionalen Temperaturgradienten erhält man, wenn das Temperaturfeld gegenüber dem Windfeld leicht nach Osten verschoben ist?

82

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [e]

Wie verhalten sich die Wärmetransporte im Winter und im Sommer?

Vergleiche die beobachteten Transporte mit der mittleren Baroklinizität im Sommer und im Winter.

84

?

Antwort

Aufgabe 5.2 [f]

Überleg Dir, wie sich die Stormtracks im Jahresverlauf verschieben.

Welchen Einfluss erwartet man daher auf das Wetter in Mitteleuropa?

86

?

Antwort

Aufgabe 7.2 [a]

Woran erkennt man in dieser Darstellung, dass sich die Westwinde und Ostwinde abwärts bewegen. Versuche anhand dieser Abbildung die Periode der Oszillation abzuschätzen.

88

?

Antwort

Aufgabe 8.2 [a]

Mache Dir klar, was die Vortizität darstellt. Welches Vorzeichen hat die Vortizität für einen Zyklone, und welches für eine Antizyklone? In der Vorlesung Fluidodynamik wurde ein Zusammenhang zwischen der Zirkulation und der Vortizität hergeleitet. Wie lautet dieser Zusammenhang?

90

?

Antwort

Aufgabe 9.1 [.1]

Zeichne in der obigen Abbildung einige Stromlinien ein. Überlege dir auch, unter welchen Voraussetzungen die Stromlinien dem tatsächlichen Pfad (der Trajektorie) eines Luftpakets entspricht.

92

?

Antwort

Aufgabe 9.1 [.1]

Wie sehen im obigen idealisierten Beispiel die Stromlinien aus?

94

?

Antwort

Aufgabe 9.3 [b]

Überlege Dir, wovon es abhängt, ob die Luft über die Alpen strömt oder diese horizontal umströmt. Welche meteorologischen Parameter werden vermutlich eine Rolle spielen?

96

?

Antwort

Aufgabe 10.1 [d]

Überlege, warum es sinnvoll sein kann, die tropische Tropopause mit Hilfe einer Isentropen zu definieren.

98

?

Antwort

Aufgabe 11.3 [a]

Angenommen die Anströmgeschwindigkeit beträgt 10 m/s. Bei welcher horizontalen Ausdehnung L des Gebirges muss man mit wesentlichen Einflüssen durch die Erdrotation rechnen?

100

?

Antwort