

BIG B4NG challenge, 18. Wettbewerb Aufgabe 2

Diese Aufgabe wird vom Institut für Meteorologie und Klimatologie der Leibniz Universität Hannover gestellt.

Weitere Informationen zum Studium der Meteorologie findet ihr unter:

<https://www.muk.uni-hannover.de/419.html>



Wie auch schon in unserem neuen Leibniz Lab (<https://www.uni-hannover.de/leibnizlab>) befasst sich unsere Aufgabe mit dem Zusammenhang zwischen Klima und Wolken. Anders als im Leibniz Lab werden wir die Wolken mit Hilfe von Radiosondendaten betrachten. Radiosonden sind Messinstrumente, welche die Temperatur der Luft, den Taupunkt der Luft, den Luftdruck, die relative Feuchte sowie Windgeschwindigkeit und Windrichtung messen. Die Radiosonden werden mit einem Wetterballon gestartet. Diese Ballons steigen bis in eine Höhe von 30 km hinauf. Durch die gewonnenen Daten kann herausgefunden werden, ob und welche Wolken entstehen können. Auch die aktuelle Forschung beschäftigt sich mit den Wolken und deren Auswirkung auf das Klima.

Die Aufgabe setzt sich aus drei Teilen zusammen. Im ersten Teil wollen wir uns mit den Wolken beschäftigen. Anschließend befassen wir uns in Aufgabenteil 2 mit der Strahlung und im letzten Aufgabenteil mit dem Zusammenhang zwischen Wolken und dem Klima.

Starten wir mit dem Wolkenteil. Generell fällt einem das Thema Wolken als Erstes ein, wenn man das Stichwort Meteorologie hört.

1. Thema Wolken (15 Punkte)

- a. Wie sind Wolken nach dem Deutschen Wetterdienst (DWD) definiert? (Drei bis vier Sätze reichen.)
- b. Was für Wolkenarten gibt es und in welche Stockwerke der Troposphäre werden diese eingeteilt? Nennt pro Stockwerk eine Wolkenart. (Tipp: Es sind nicht alle Wolkenarten in Stockwerke aufgeteilt.)
- c. Aufbauend auf Aufgabe 1 b: Beobachtet und bestimmt die Wolken an einem Tag um 10 Uhr, 12 Uhr und 14 Uhr. Notiert das Datum und fotografiert die Wolken. Es reicht, wenn ihr die Hauptwolkenart (die hauptsächlich vertreten ist) nennt.
- d. Nun beschäftigen wir uns mit der Wolkenentstehung. Eine Wolke entsteht, wenn die Luft mit Wasser gesättigt ist. Dies ist der Fall, wenn der sogenannte Sättigungsdampfdruck (p^{21}) gleich dem Partialdruck des Wasserdampfs (p^1) ist.

(Sättigungsdampfdruck: Der Sättigungsdampfdruck gibt an, wie viel Wasserdampf die Luft bei einer bestimmten Temperatur aufnehmen kann. Sozusagen ist es der maximale Wert des Partialdrucks des Wasserdampfs.

Partialdruck des Wasserdampfs: Der Partialdruck des Wasserdampfs ist der Druckanteil des Wasserdampfs an dem Luftdruck (Dalton's Gesetz). Der Partialdruck wird mit der sogenannten Taupunkttemperatur berechnet.

Taupunkt: Der Taupunkt ist die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensiert, wenn sie unterschritten wird.)

- i. In der beigefügten Exceltabelle findet ihr Daten aus einem Radiosondenaufstieg (Quelle: <http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/sounding?region=europe&TYPE=TEXT%3ALIST&YEAR=2018&MONTH=07&FROM=2512&TO=2512&STNM=10238>). Berechnet den Sättigungsdampfdruck und den Partialdruck des Wasserdampfs mit Hilfe der Magnusformel (Hinweis: Taupunkt wird im Englischen Dew Point genannt. Daher wird dieser in der Exceltabelle mit DWPT (Dew Point Temperature) abgekürzt).

ii. Aufbauend auf den vorherigen Aufgaben:

Plottet die Temperatur und den Taupunkt mit der Höhe. Auf der y-Achse soll die Höhe und auf der x-Achse sollen die Werte von dem Taupunkt und der Temperatur stehen. Analysiert den Verlauf der Taupunktkurve und der Temperaturkurve. Wie ist der Verlauf der beiden Kurven mit der Höhe? Haben die beiden Kurven immer denselben Abstand zueinander?

Plottet ebenso den berechneten Sättigungsdampfdruck und den Partialdruck des Wasserdampfs. Auch bei diesem Plot sollen auf der y-Achse die Höhe und auf der x-Achse die berechneten Werte aufgetragen werden. (Tipp: Auf der vorletzten Seite befinden sich Beispielgraphen.) Analysiert den Verlauf der Partialdruckkurve und der Sättigungsdampfdruckkurve. Wie ist der Verlauf der beiden Kurven mit der Höhe und warum ist der Verlauf so?

- e. Da wir jetzt wissen, wann eine Wolke entsteht, sollt ihr zum Abschluss dieser Teilaufgabe ausrechnen, wie schwer eine normale Blumenkohlwolke (aus Aufgabenteil b wisst ihr, wie sie eigentlich heißt) ist. Diese Wolke hat eine Grundfläche von 4 x 3 km und eine Höhe von 800 m. Der Radius der Tropfen (diese können als kleine Kugeln gesehen werden) beträgt 22 μm . In einem Kubikzentimeter Wolke sind 50 Tropfen enthalten. Die Dichte des Wassers beträgt 1000 kg/m^3 . (Tipp: Die Masse der Luft kann vernachlässigt werden.)

Somit habt ihr jetzt schon einen guten Eindruck, was es für Wolken gibt und wie groß und schwer so eine Wolke sein kann. Im nächsten Schritt befassen wir uns mit der Strahlung. Damit ist nicht die radioaktive Strahlung gemeint, sondern die solare Strahlung.

2. Strahlung (5 Punkte)

- Welche Bereiche gibt es bei der elektromagnetischen Strahlung? Nennt die wichtigsten Hauptarten (z. B. braucht ihr nicht UV-B und UV-A zu nennen).
- Warum ist es so, dass die Sonne überwiegend kurzwellige Strahlung aussendet und die Erde langwellige Strahlung? Begründet dies mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz (nutzt für die Berechnung Durchschnittswerte für die Temperatur der Erde und der Sonne) und einer kurzen Erklärung dazu (zwei bis drei Sätze reichen).

Nun haben wir alle Hilfsmittel zusammen, um den Einfluss der Wolken auf das Klima zu betrachten.

3. Einfluss der Wolken auf das Klima (10 Punkte)

- In der Formelsammlung unten ist die Bilanzgleichung der Strahlung am Boden gegeben. Beschreibt die einzelnen Terme etwas genauer, bzw. wofür stehen diese? (Als Beispiel: Q = Strahlungsleistung, die auf dem Boden ankommt (Hinweis: K steht für die kurzwellige Strahlung und das L für die langwellige Strahlung)).
- Welcher der Terme wird von den Wolken beeinflusst? Was ändert sich daran, wenn an einem sonnigen Tag viele Wolken vorhanden sind und an einem anderen weniger Wolken zu sehen sind?
- Aufbauend auf Aufgabe b: Vergleiche einen wolkigen Sommertag mit einem wolkenlosen Sommertag. An welchem Tag ist es wärmer und warum?
- Ein kleiner Zusatz: Kann durch Wolken der Klimawandel abgeschwächt werden oder würde sich dieser verstärken? (Hinweis: Wir werten diese Aufgabe nicht, jedoch würden wir trotzdem gern eure Meinung mit eurem Wissen erfahren 😊)

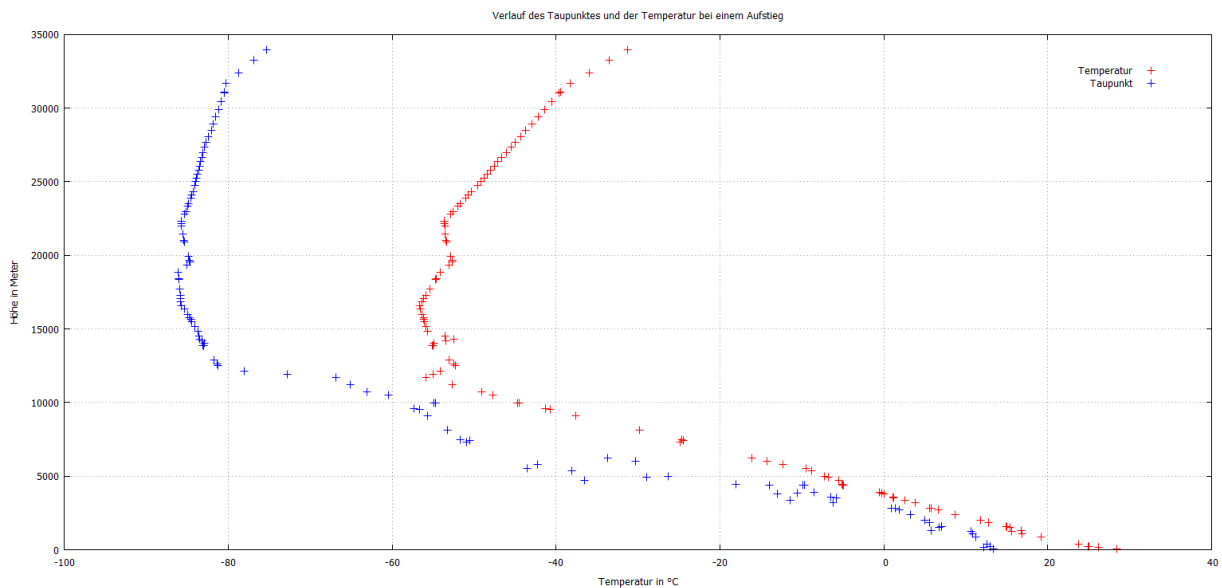
Wichtige Formeln/Beschreibung:

| Formel/Beschreibung | Wofür ist die Formel? | In welchem Aufgabenteil wird diese Formel benötigt? |
|--|---|---|
| Strahlungsbilanzgleichung: $Q = K_{\downarrow} - K_{\uparrow} + L_{\downarrow} - L_{\uparrow}$ | gibt an, wieviel Strahlung in $\frac{W}{m^2}$ auf dem Erdboden ankommt | 3) a 3) b |
| $K_{\uparrow} = \alpha * K_{\downarrow}$ | siehe Aufgabenteil 3) a. | 3) b |
| Magnusformel für den Sättigungsdampfdruck $p^{21} = 6,11 \text{ hPa} * \exp\left[\frac{17,1 * \vartheta}{235 + \vartheta}\right]$ | gibt den Sättigungsdampfdruck der Luft an | 1) d) i |
| Magnusformel für den Partialdruck $p^1 = 6,11 \text{ hPa} * \exp\left[\frac{17,1 * \tau}{235 + \tau}\right]$ | gibt den Partialdruck des Wasserdampfes in der Luft an | 1) d) i |
| Wiensches Verschiebungsgesetz $2,897 * 10^{-3} \text{ m} * K = \lambda_{max} * T$ | gibt die Wellenlänge der Strahlung an, die ein Körper ausstrahlt, der eine bestimmte Temperatur hat | 2) b |

Wichtige Variablen/Einheiten:

| Variable/Einheit | Bezeichnung |
|------------------|---|
| α | Albedo |
| ϑ | Temperatur der Luft in °C |
| τ | Taupunkt der Luft in °C |
| T | Temperatur des Körpers in K |
| °C | Grad Celsius (Einheit der Temperatur) |
| K | Kelvin (Einheit der Temperatur) |
| λ_{max} | ist die maximale Wellenlänge (wo die Intensität am größten ist), die ein Körper mit einer Temperatur, die größer 0 K ist, aussendet |

Beispielgraph für die Plotaufgabe (Hinweis: Euch ist es freigestellt, mit welchem Programm ihr die Daten plottet. Unser Graph wurde mit dem Programm Gnuplot erstellt.)



(Quelle der Daten: <http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/sounding?region=eu-rope&TYPE=TEXT%3ALIST&YEAR=2018&MONTH=08&FROM=0412&TO=0412&STNM=10238>)

Vom Institut und vom JuniorLab-/Leibniz-Lab-Team Meteorologie wünschen wir euch viel Erfolg und Spaß bei der Bearbeitung der Aufgaben!

Allgemeine Hinweise

Einsendeschluss: Sonntag, 18. November 2018, 19:59 Uhr.

Gebt eure Lösungen über unser Portal ab: <https://portal.studienberatung.uni-hannover.de/>

Zulässige Dateiformate sind PDF für die zusammengeschriebene Lösung (mit eingebetteten Bildern) sowie unter Windows gängige Videoformate, die sich ohne Installation von zusätzlicher Software abspielen lassen, z. B. mp4.

Die Dateien sollten nicht größer als 7,5 MB sein (die Dateien können gezippt sein)! Bitte gebt auch euren Teamnamen, die Namen der Gruppenmitglieder sowie deren Schulen an. Bitte benennt eure hochgeladenen Dateien nach dem Gruppennamen.

ACHTUNG bei Zip-Dateien! Um sicherzugehen, dass eure Dateien wirklich fehlerfrei und für die Korrektoren/-innen zu öffnen sind, solltet ihr eure Zip-Dateien etc. noch mal von eurem Account herunterladen und öffnen. Dateien, die sich nicht öffnen lassen, können nicht bewertet werden!

Gebt eure Lösungen auch dann ab, wenn ihr nicht alle Fragen beantworten konntet! Vielleicht gelingt euch das ja bei den kommenden Aufgaben.

Die Teilnahmebedingungen und weitere Informationen findet ihr unter <https://www.uni-hannover.de/bigbangchallenge>.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.