

Was ist Wetter?

Daniel Steinfeld

Institut für Atmosphäre und Klima

ETH Zürich

16. Juni 2018

© Mario Mazzoni

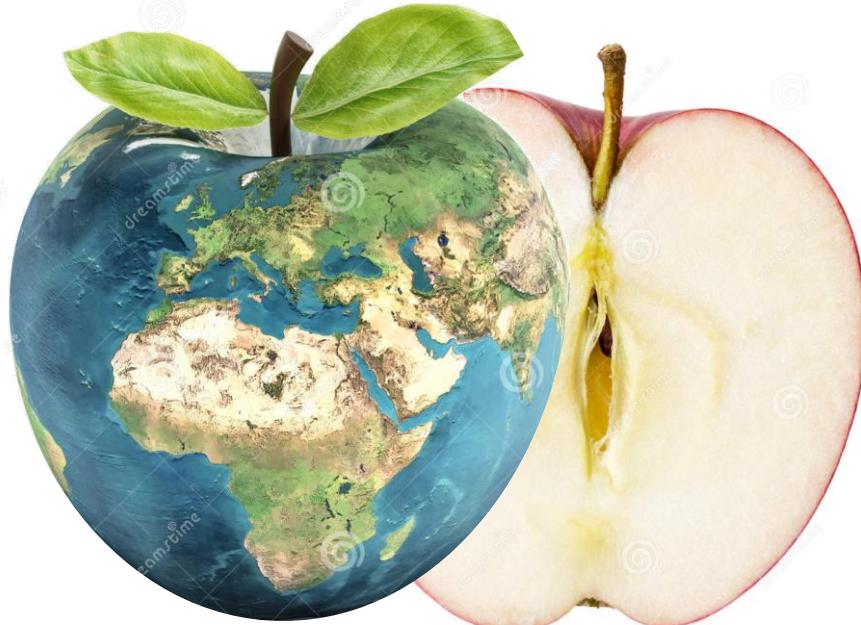
Wer bin ich?

- **Name:** Daniel Steinfeld
- **Woher:** Brugg, Kanton Aargau
- **Lieblingsfächer:** Zeichnen, Sport und Mathematik
- Ich erforsche das Wetter mit Computermodellen



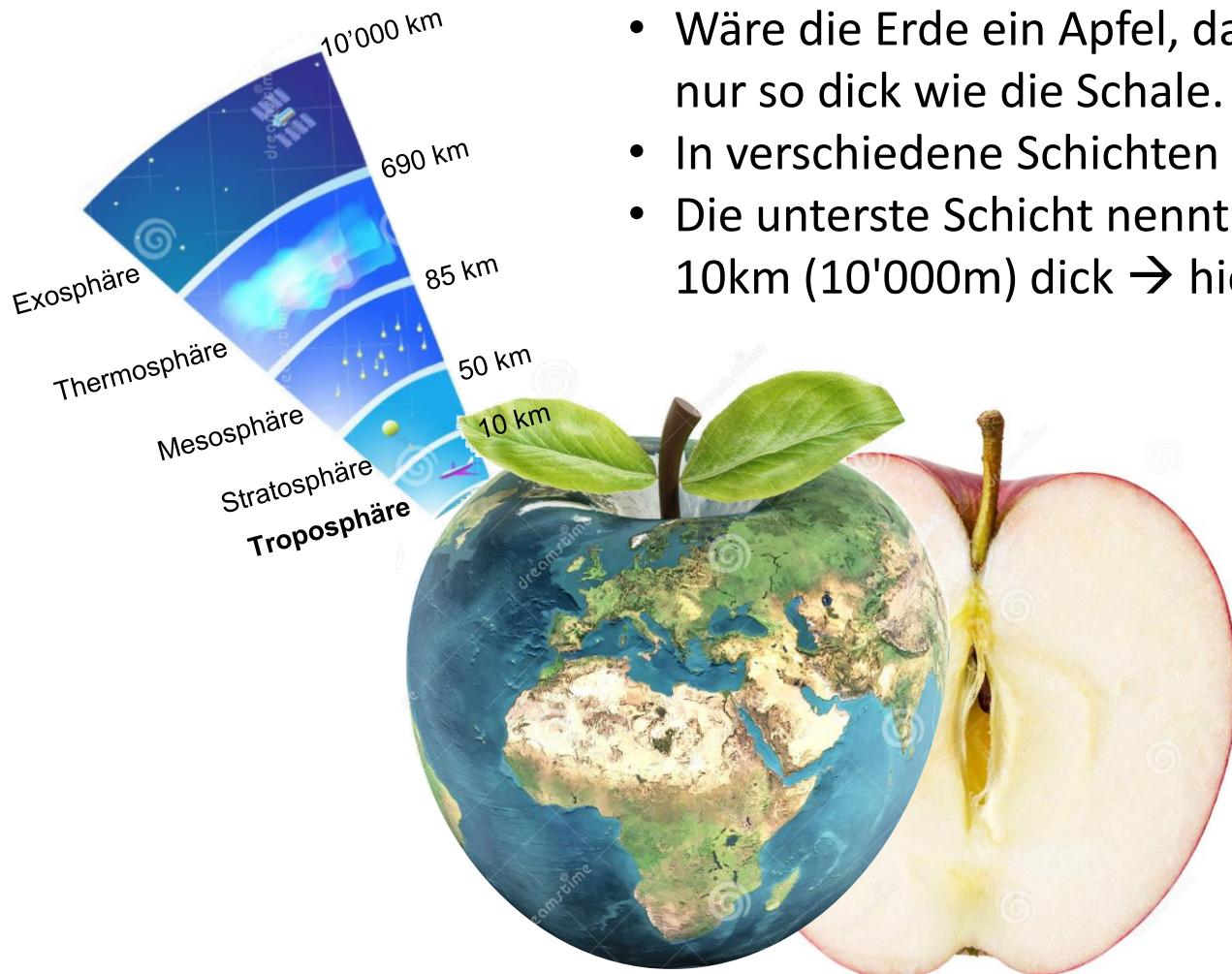
Was ist die Atmosphäre?

- Eine dünne Hülle aus Luft, die die Erde umgibt.
- Wäre die Erde ein Apfel, dann wäre die Atmosphäre nur so dick wie die Schale.



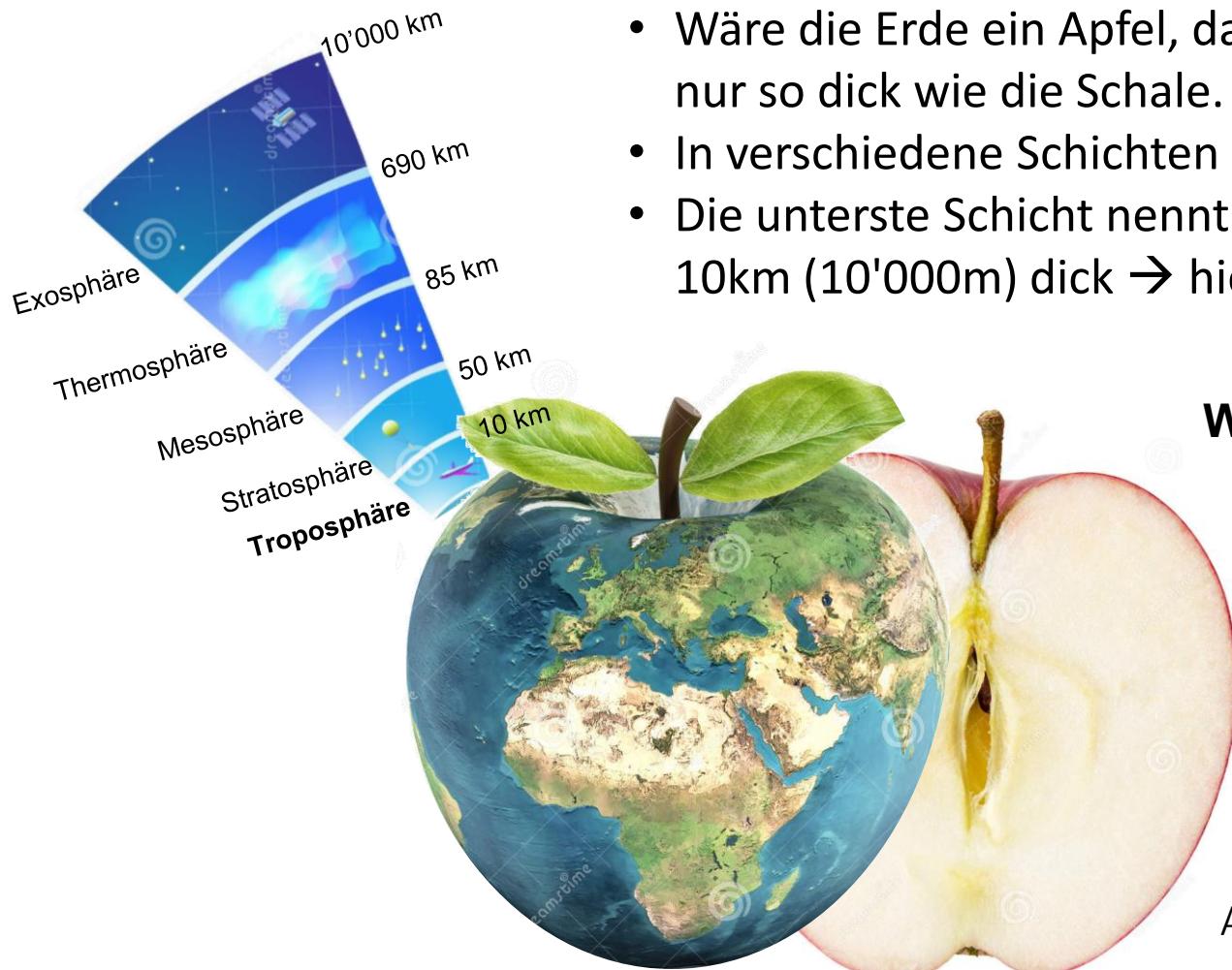
Was ist die Atmosphäre?

- Eine dünne Hülle aus Luft, die die Erde umgibt.
- Wäre die Erde ein Apfel, dann wäre die Atmosphäre nur so dick wie die Schale.
- In verschiedene Schichten unterteilt.
- Die unterste Schicht nennt man Troposphäre und ist 10km (10'000m) dick → hier spielt sich das **Wetter** ab.



Was ist die Atmosphäre?

- Eine dünne Hülle aus Luft, die die Erde umgibt.
- Wäre die Erde ein Apfel, dann wäre die Atmosphäre nur so dick wie die Schale.
- In verschiedene Schichten unterteilt.
- Die unterste Schicht nennt man Troposphäre und ist 10km (10'000m) dick → hier spielt sich das **Wetter** ab.



Woraus besteht eine Wolke?



Aus kondensiertem Wasserdampf

Was ist Wetter und warum ist es so spannend?

- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort.
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



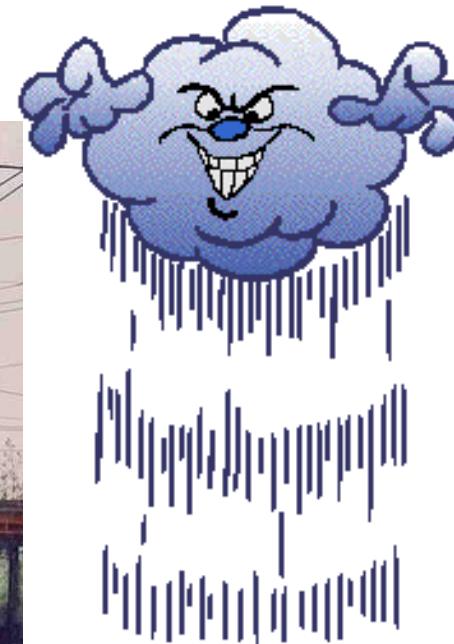
Was ist Wetter und warum ist es so spannend?

- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



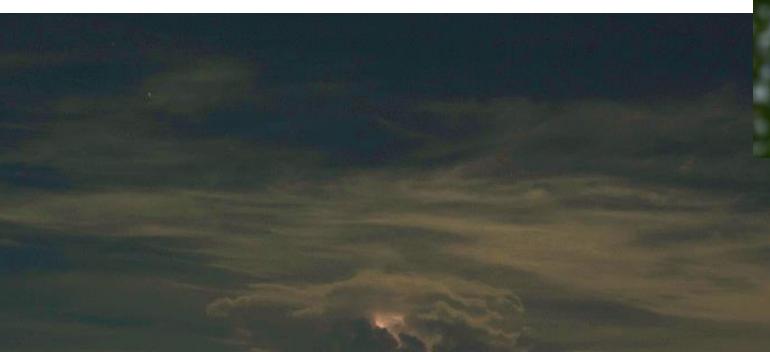
Was ist Wetter und warum ist es so spannend?

- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



Was ist Wetter und warum ist es so spannend?

- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



Was ist Wetter und warum ist es so spannend?

- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



1 km

10 km

100 km

2000 km





Wetterquiz: Welche Aussage beschreibt das Wetter?

- 1) «Das Jahr 2016 war im Mittel kälter als das Jahr 2017 in der Schweiz.»
- 2) «Heute morgen ist es wolkenfrei und trocken in Zürich mit 26 Grad.»



Wetterquiz: Welche Aussage beschreibt das Wetter?

- 1) «Das Jahr 2016 war im Mittel kälter als das Jahr 2017 in der Schweiz.»
- 2) «Heute morgen ist es wolkenfrei und trocken in Zürich mit 26 Grad.»

Wenn Wetter über lange Zeit gemittelt = **Klima**

Wie entsteht Wetter?



Wie entsteht Wetter?



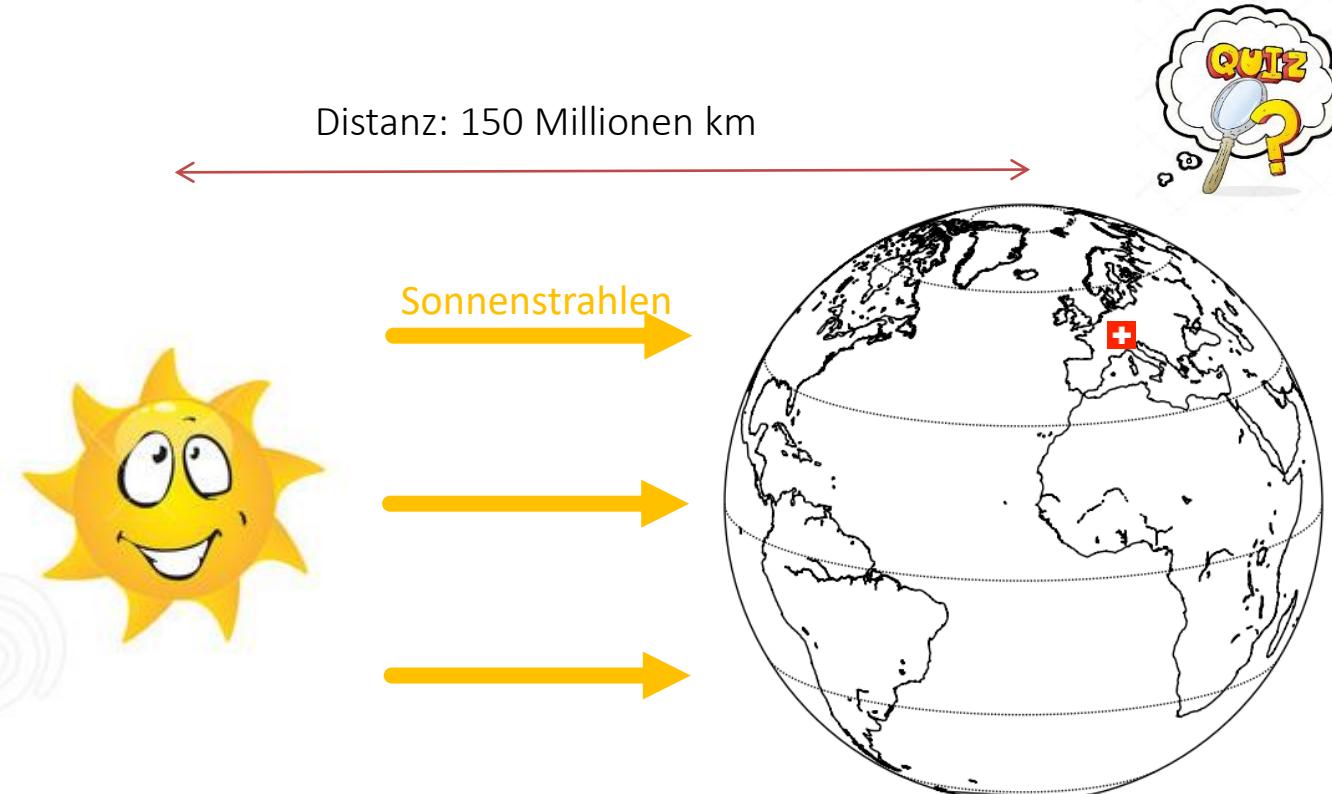
- Luft bewegt sich = Wind
- Man braucht Energie. die Sonne!



Wie entsteht Wetter?



- Luft bewegt sich = Wind
- Man braucht Energie: die Sonne



Wetterquiz:

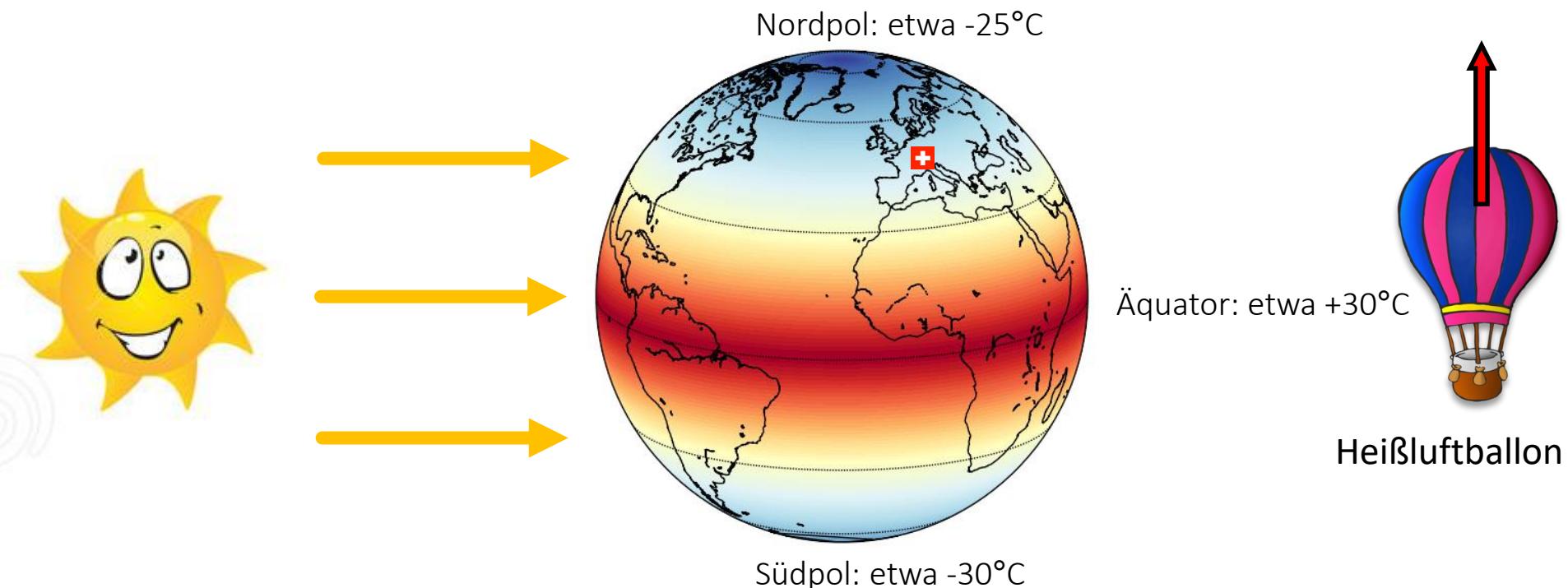
Wo ist es am wärmsten?
Wo ist es am kältesten?

Die Sonne ist 110 mal grosser als die Erde.

Wie entsteht Wetter?



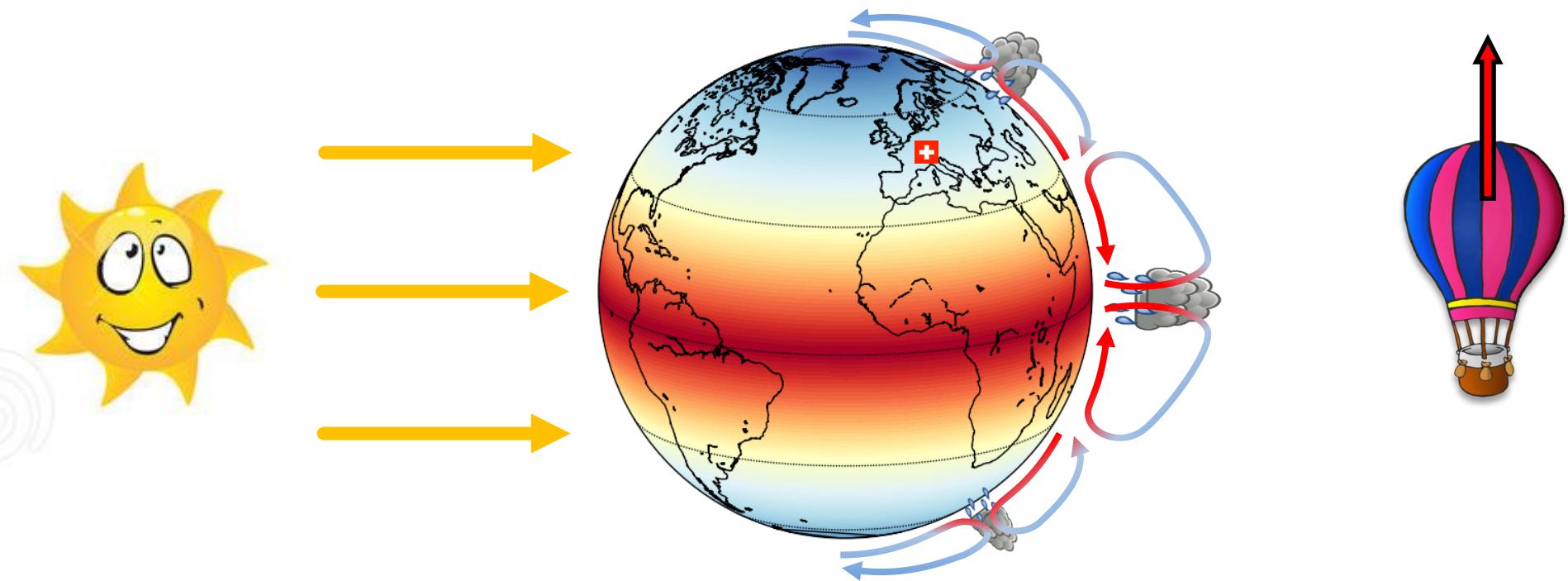
- Luft bewegt sich = Wind
- Man braucht Energie: die Sonne
- Mehr Sonnenenergie am Äquator als an den Polen



Wie entsteht Wetter?



- Luft bewegt sich = Wind
- Man braucht Energie: die Sonne
- Mehr Sonnenenergie am Äquator als an den Polen

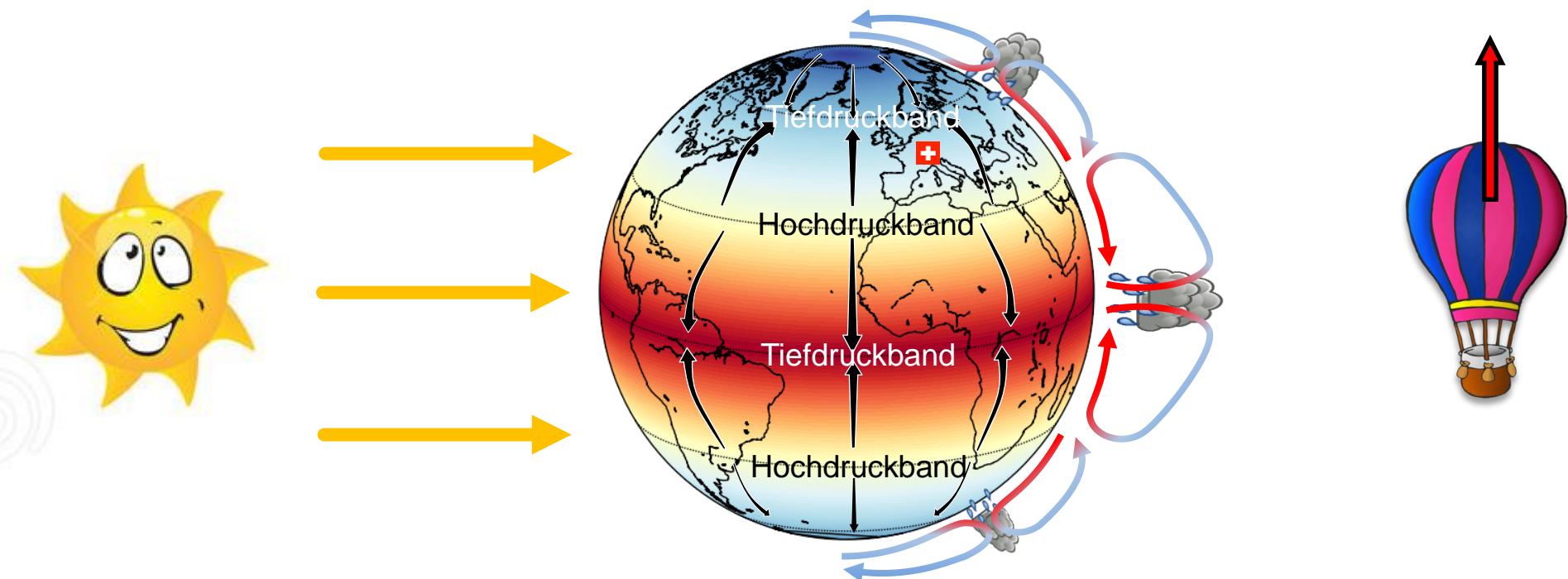


Wie entsteht Wetter?



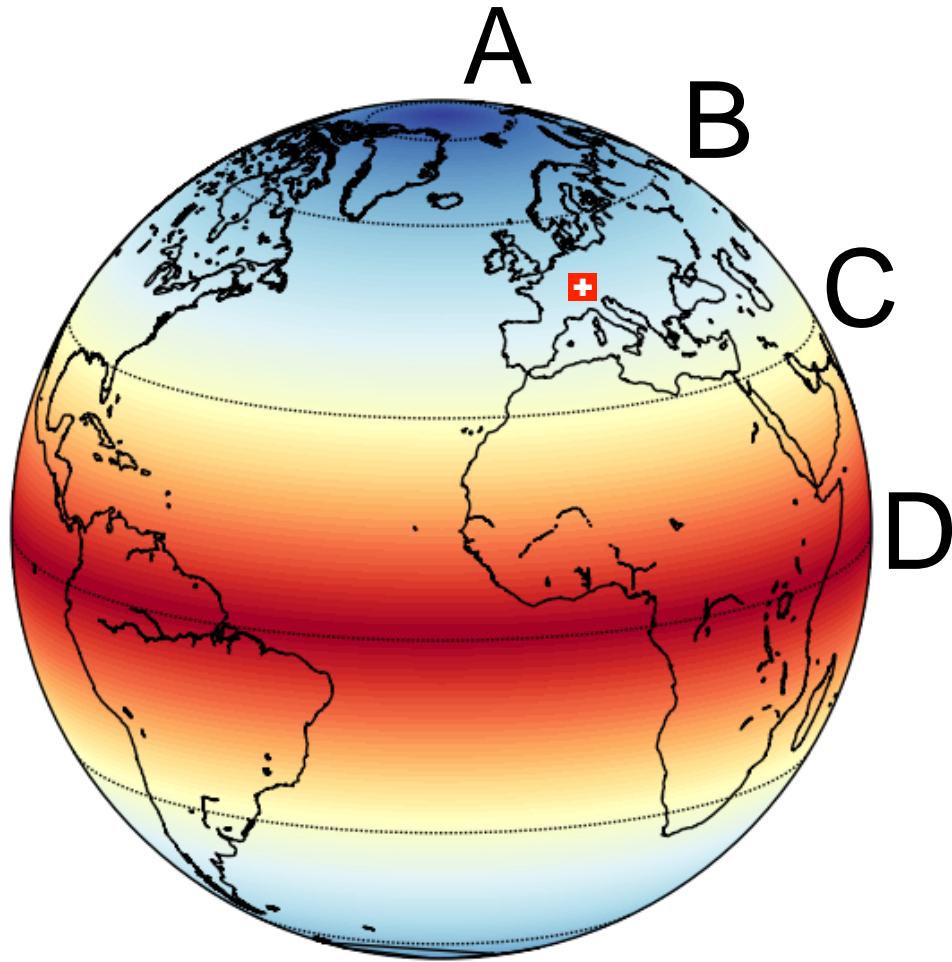
- Wo Luft aufsteigt → Tiefdruckgebiete (Wolken und Regen)
- Wo Luft absinkt → Hochdruckgebiete (schön und trocken)
- Es entstehen Luftströme (Pfeile)

H → T





Wetterquiz: Teile die Klimazonen zu! 1)



2)



3)

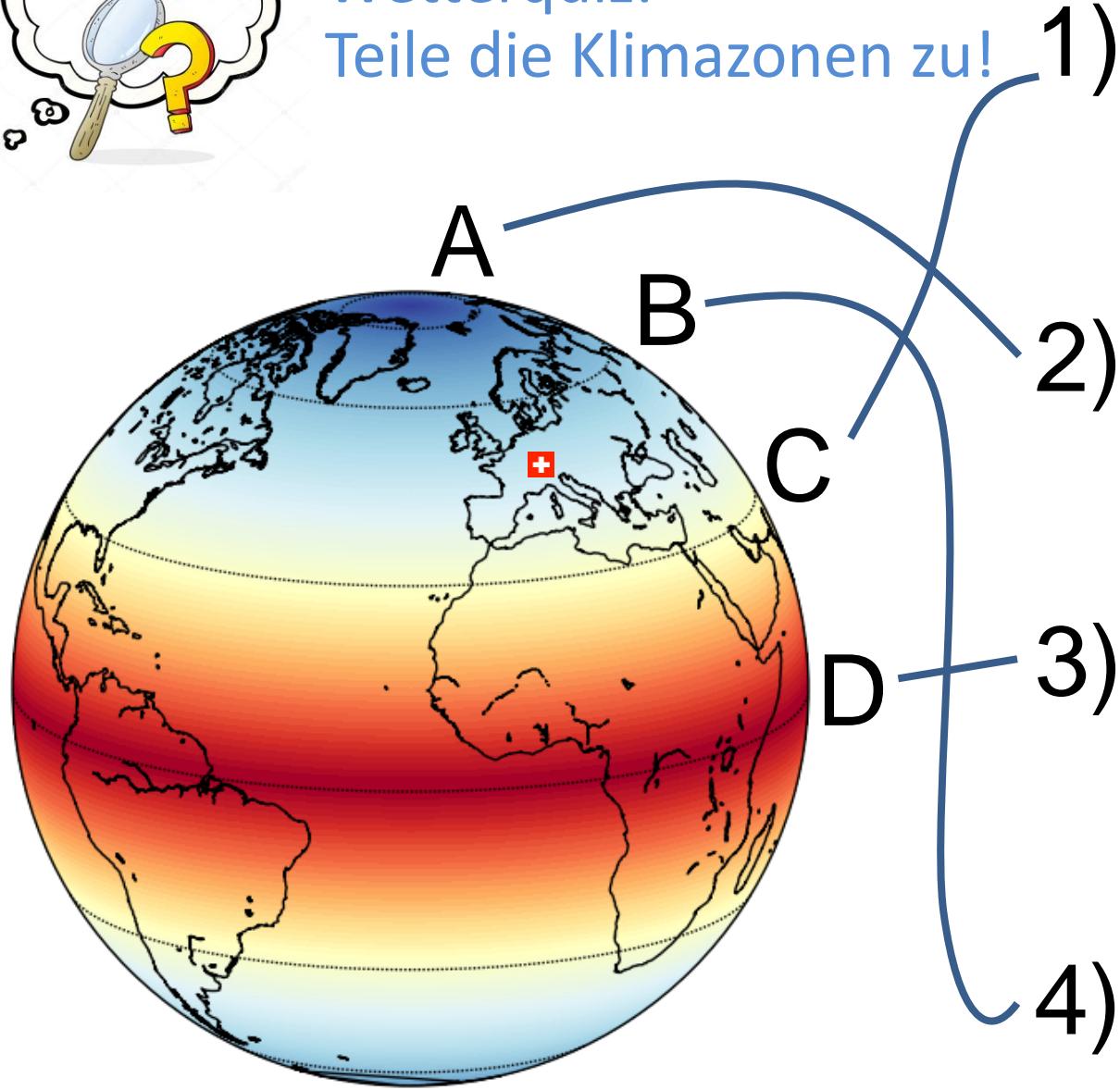


4)





Wetterquiz: Teile die Klimazonen zu!

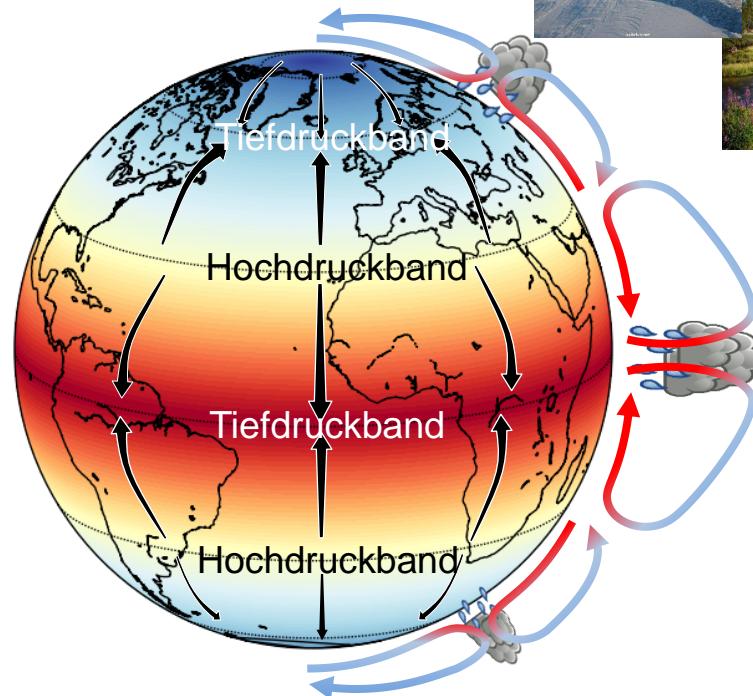
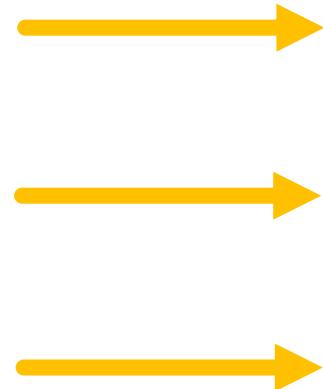


Wie entsteht Wetter?



- Wo Luft aufsteigt → Tiefdruckgebiete (Wolken und Regen)
- Wo Luft absinkt → Hochdruckgebiete (schön und trocken)
- Es entstehen Luftströme (Pfeile)

H → T



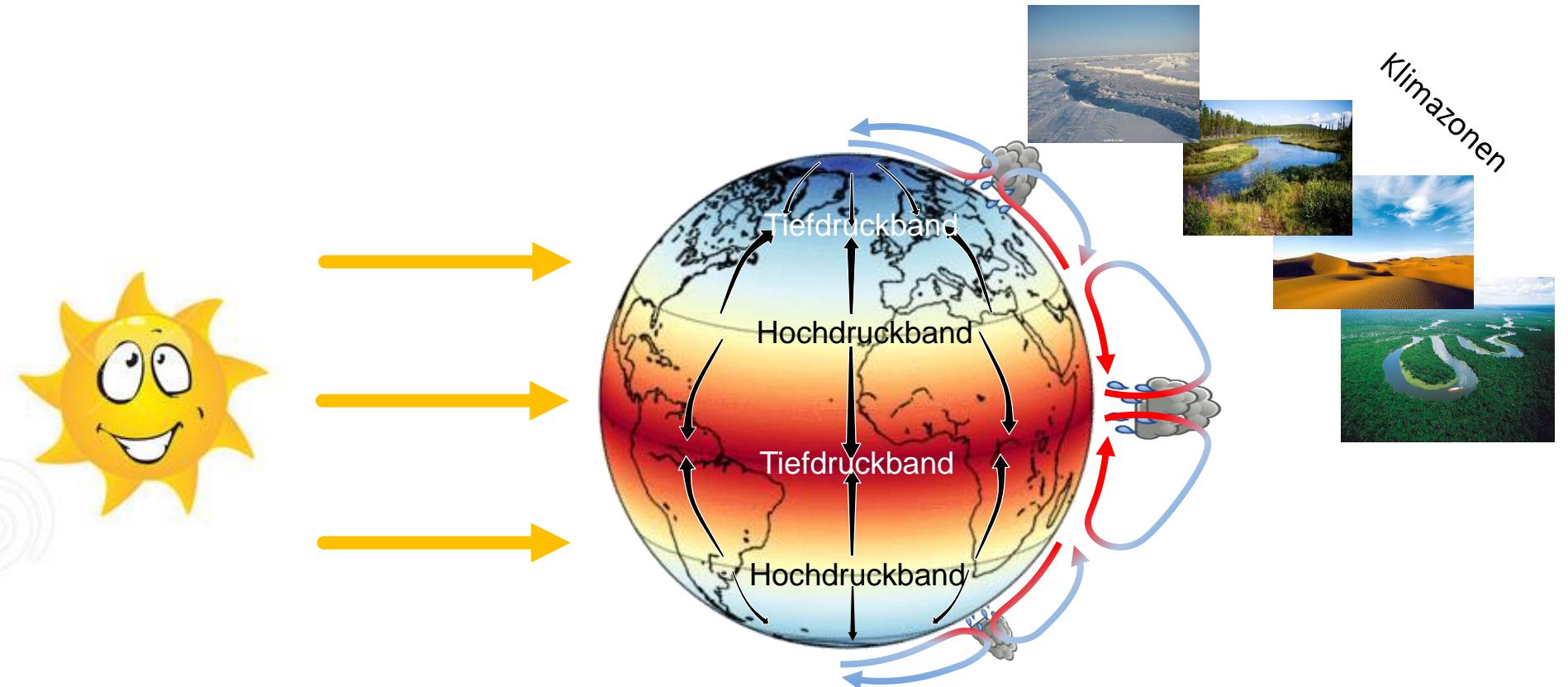
Klimazonen

Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

- Erdrotation

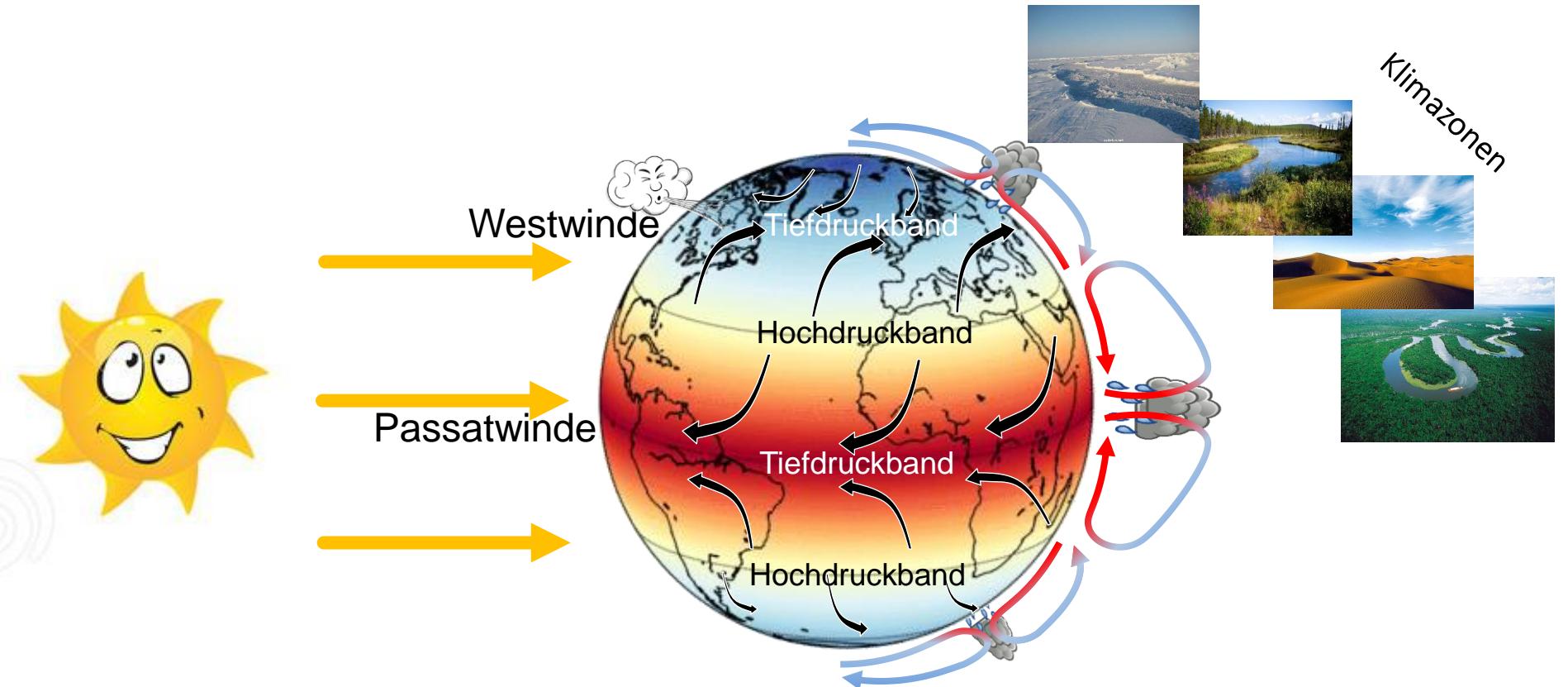


Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

- Erdrotation

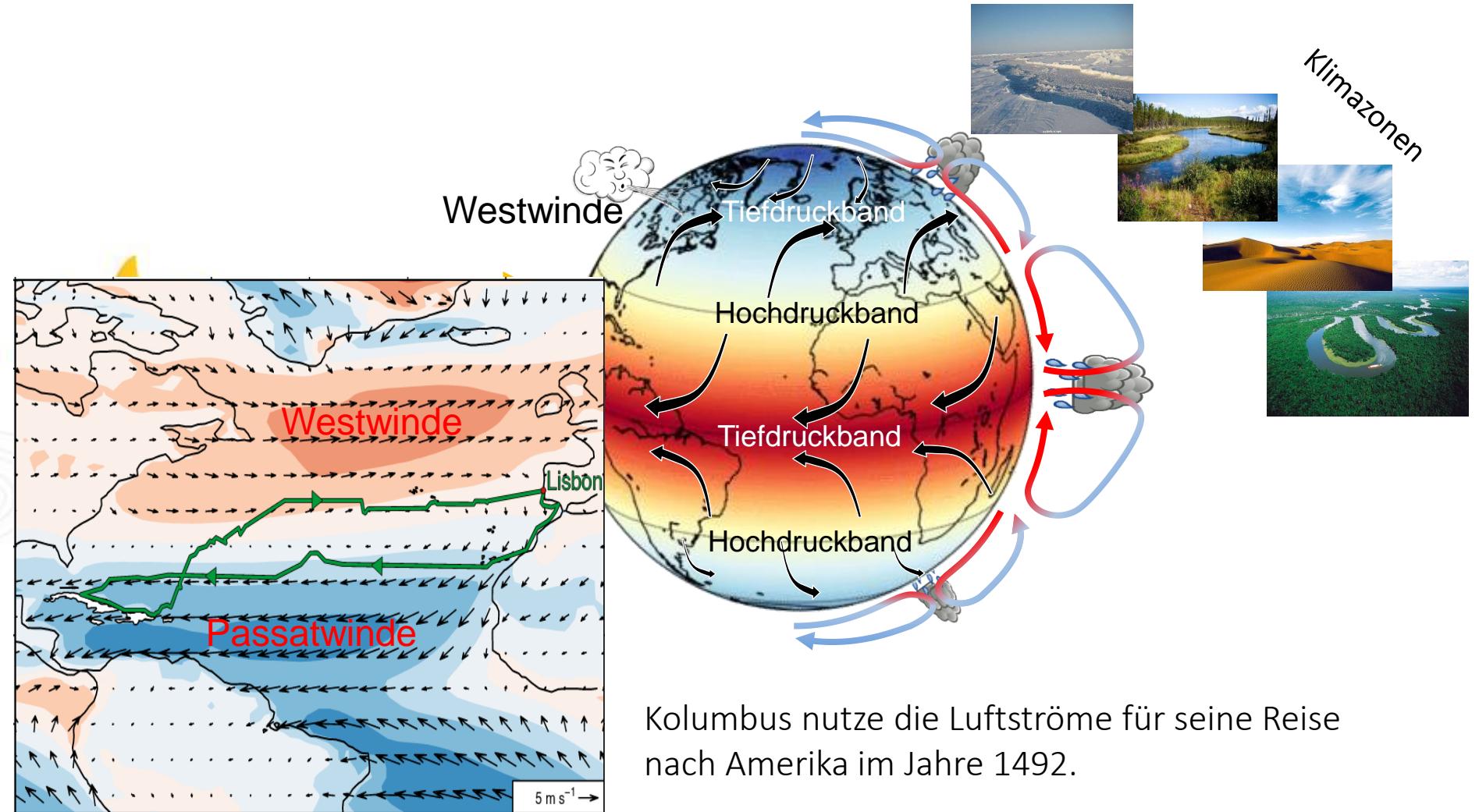


Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

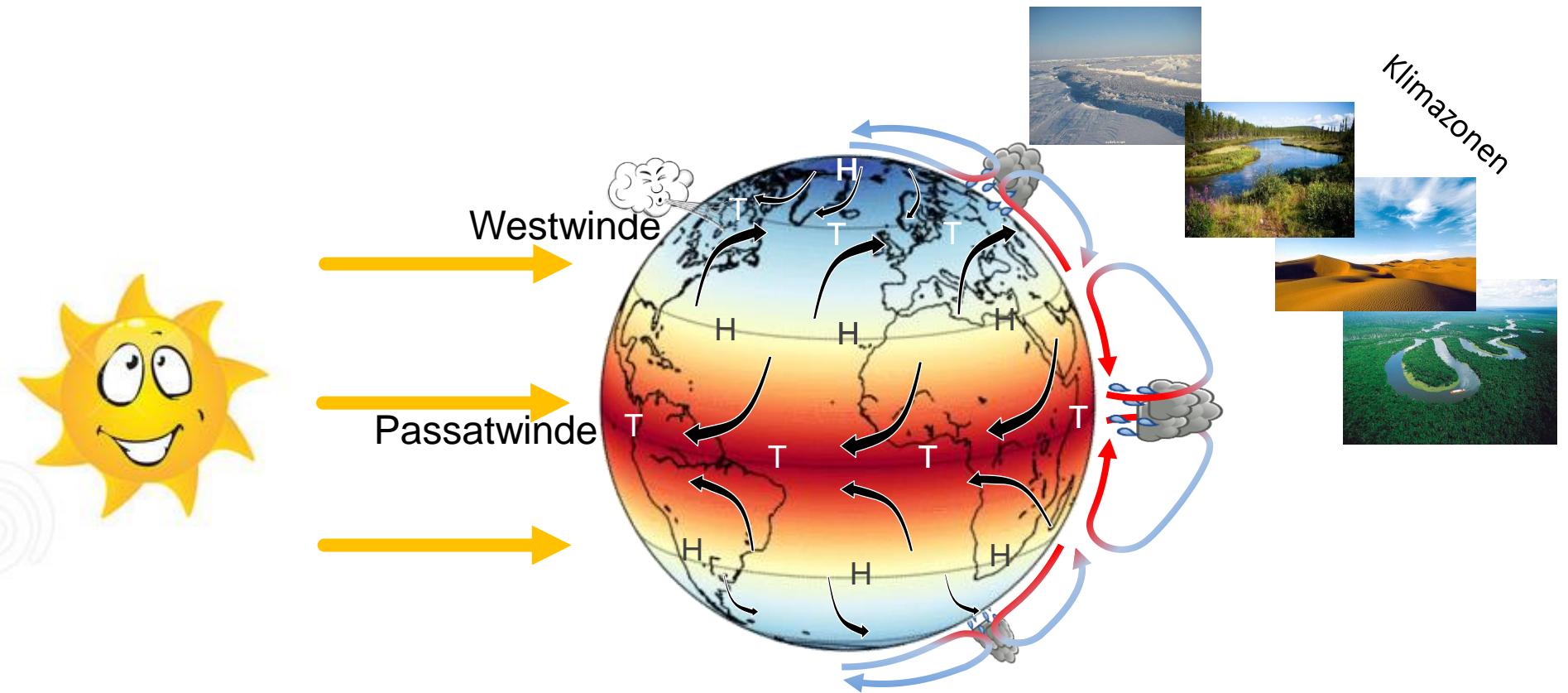
- Erdrotation



Wie entsteht Wetter?

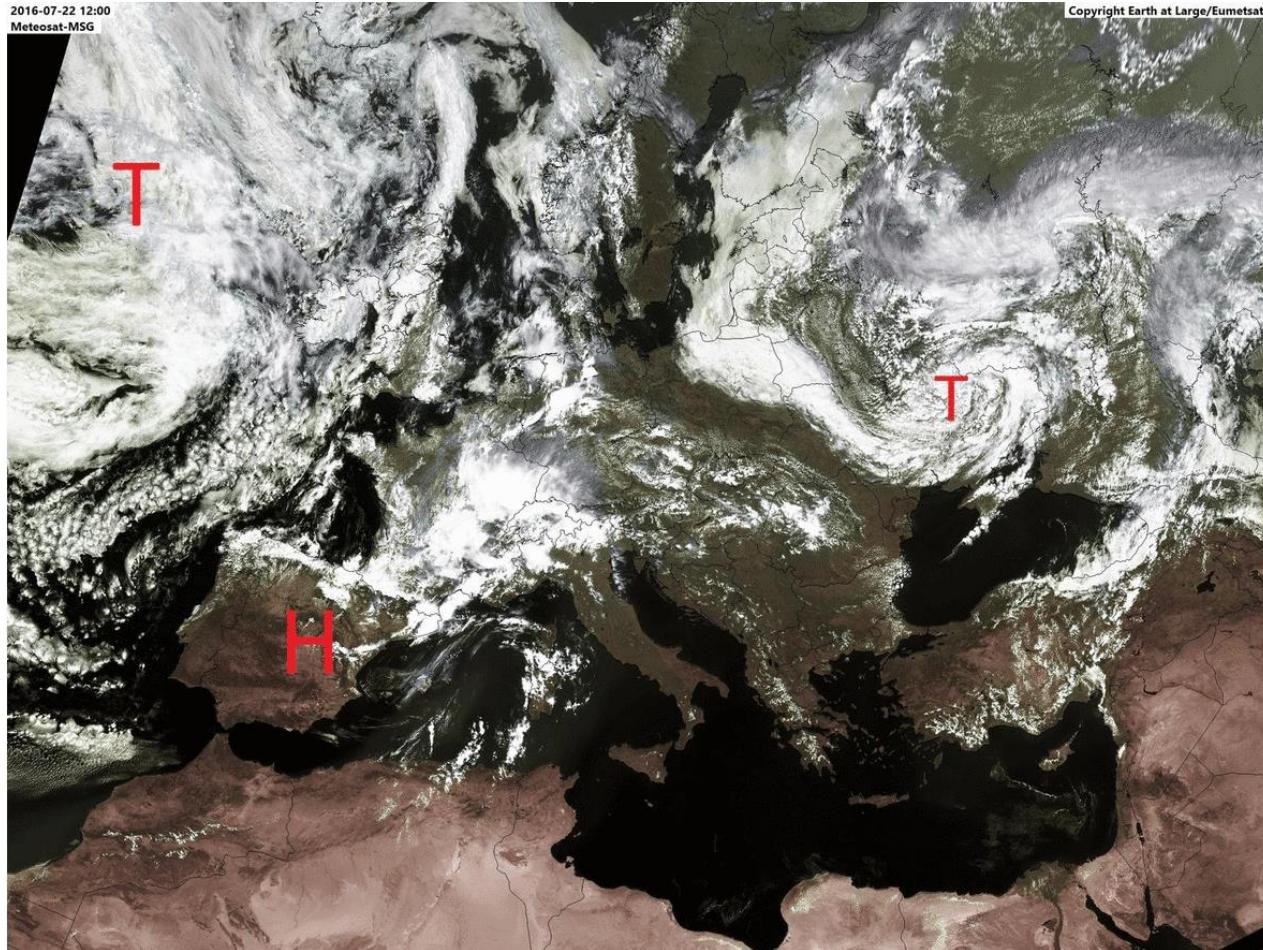


Hoch- und Tiefdruck»bänder» zerfallen in einzelne Hoch- und Tiefdrucksysteme und beginnen zu «wandern».



Das Wetter in Europa

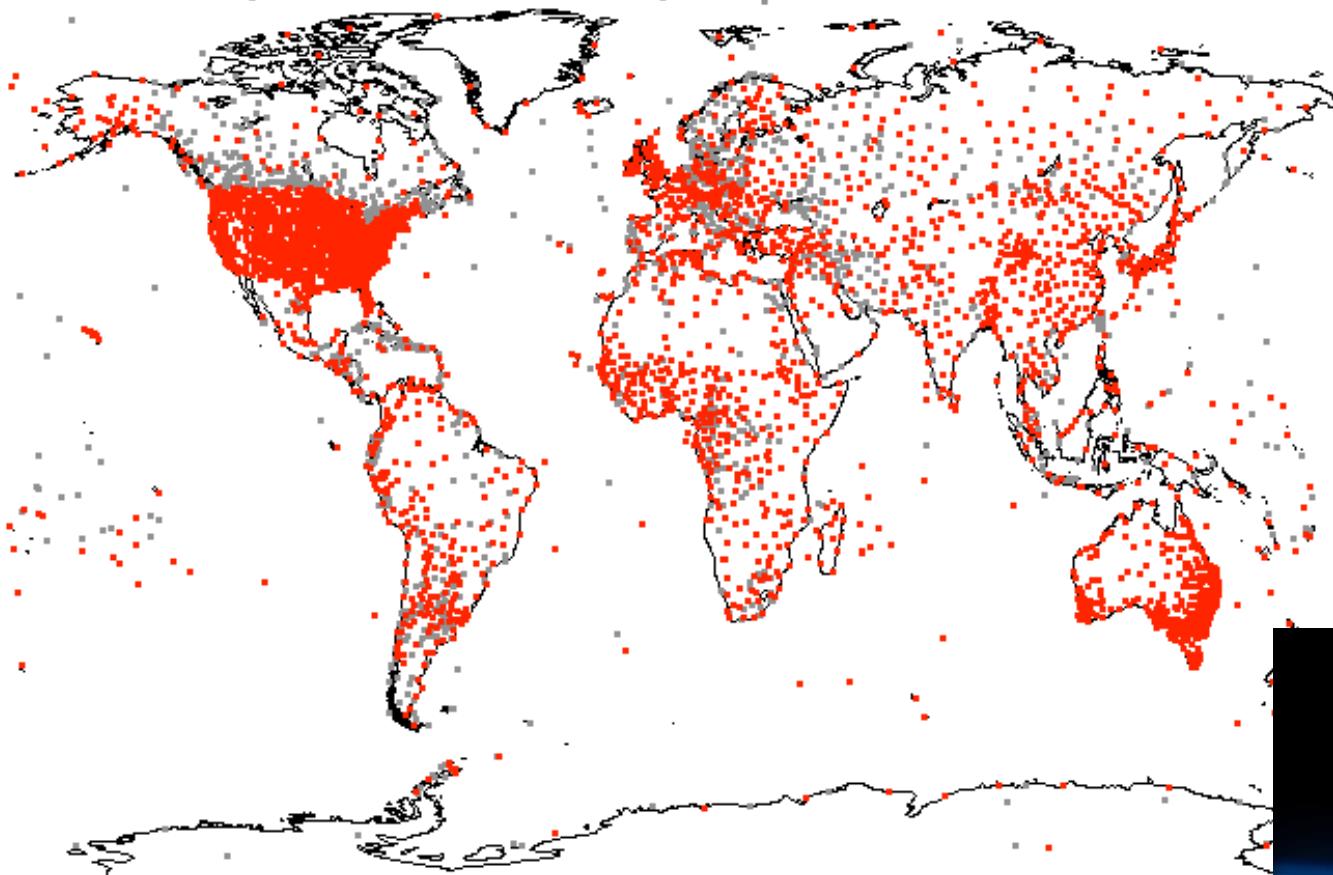
ist beeinflusst von wandernden Hoch- und Tiefdrucksysteme.



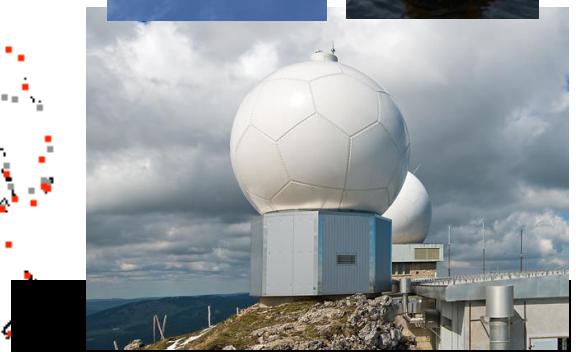
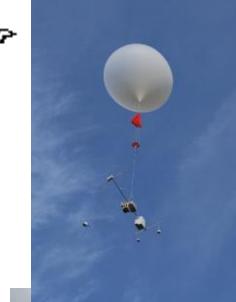
Hoch = eher schönes Wetter
Tief = eher Regen

Wie erstellen die Meteorologen eine Wettervorhersage?

Von der **Messung** bis zur **Wettervorhersage**!



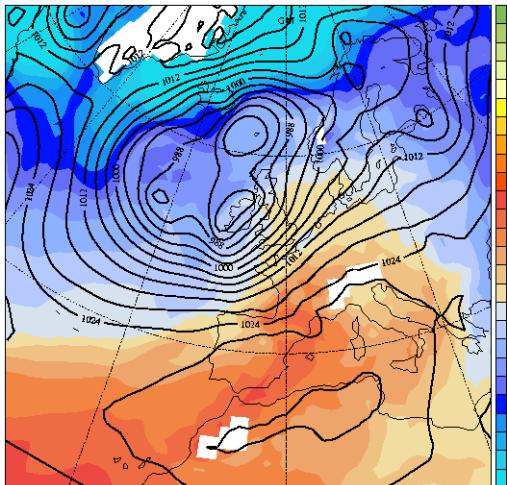
Wir brauchen sehr viele **Messungen**:
Temperatur, Luftdruck, Wind, Luftfeuchtigkeit, ...



Wie erstellen die Meteorologen eine Wettervorhersage?

Von der **Messung** bis zur **Wettervorhersage**!

Meteorologische
Messung



Temperatur
Luftdruck
....

Computermodell



Physikalische Gesetze:

Mathematical formulation of basic laws

- Newton's second law of motion (Navier-Stokes equation)

$$\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\nabla p - (2\Omega \times \mathbf{u}) - g'k + \mathbf{F}^*$$

- Conservation of mass

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho(\nabla \cdot \mathbf{v}) = 0$$

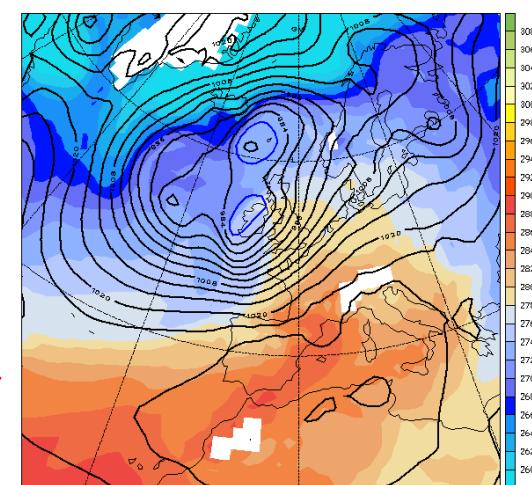
- First law of thermodynamics

$$\frac{D\theta}{Dt} = \left(\frac{\theta}{c_p T} \right) H.$$

- Equation of state

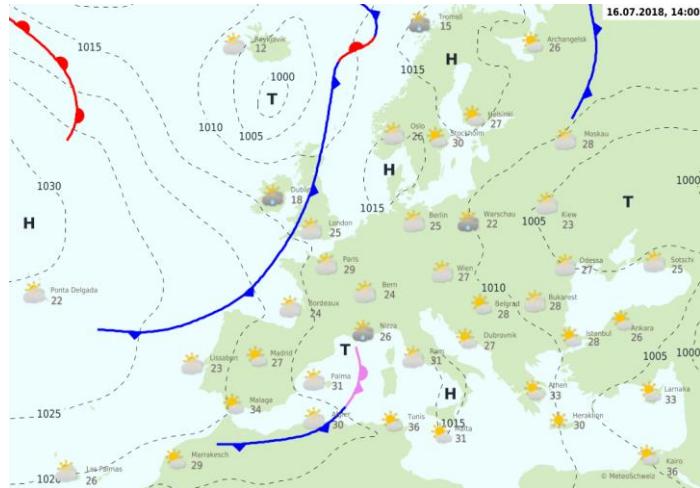
$$p = \rho RT$$

Prognose



Ziemlich viel Physik und Mathematik

Wie erstellen die Meteorologen eine Wettervorhersage?



Prognose für die nächsten Tage

Mo



17° | 27°

Di



16° | 26°

Mi



15° | 27°

Do



15° | 30°

Fr

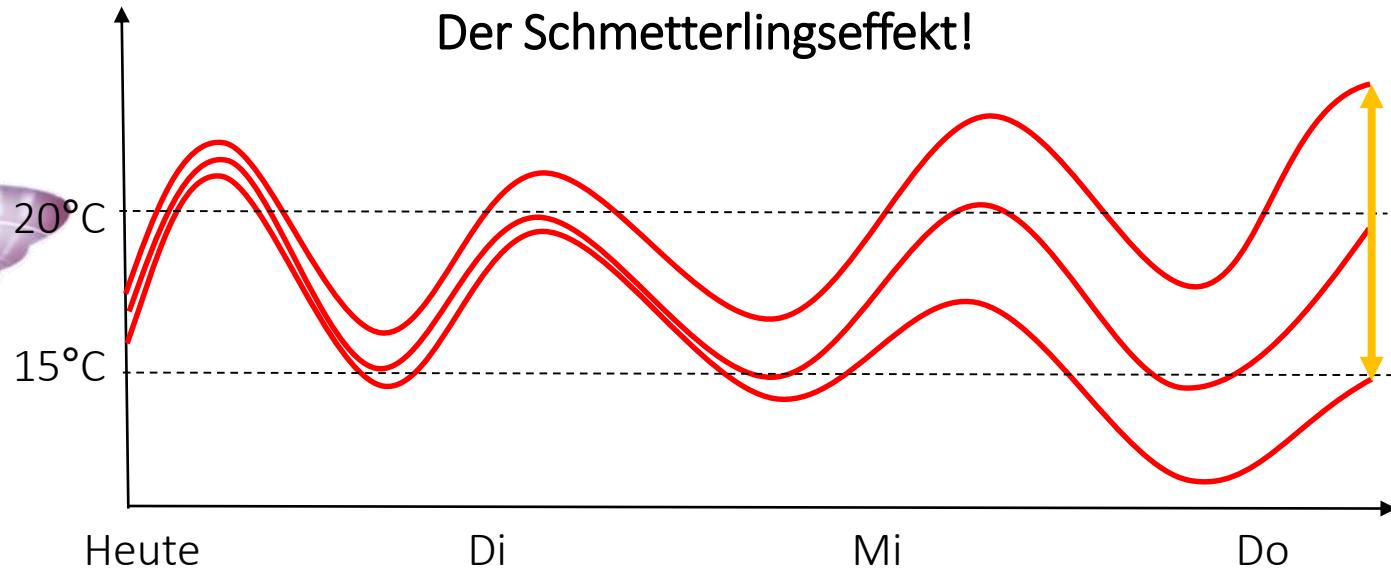


15° | 27°

Aber Achtung: Die Atmosphäre ist ein chaotisches System!
→ Kleine Ursachen können grosse Folgen haben.



Der Schmetterlingseffekt!



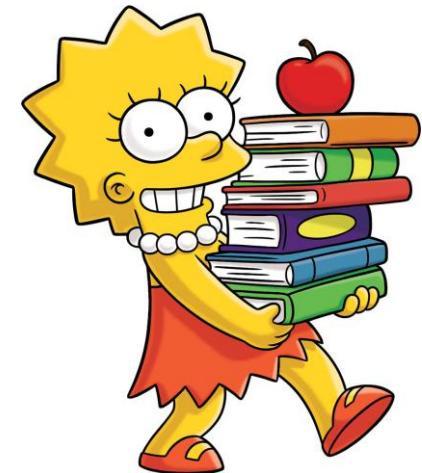
Zusammenfassung

- Das Wetter spielt sich in der untersten Schicht der Atmosphäre ab.
- Die Sonne liefert die Energie für das Wetter.
- Winde entstehen um Ungleichgewichte abzubauen:
 - Tiefdruckgebiete: Wolken und Regen / Hochdruckgebiete: Sonne
- Das Wetter ist eine sehr spannende Herausforderung!

Es gibt noch vieles zu Erforschen: Jetzt seid ihr an der Reihe!



Fragen?





Naturwissenschaften sind spannend.

