

# Was ist Wetter?

A large, dramatic cumulonimbus cloud formation, likely a supercell, dominates the sky. The cloud is bright white and puffy at the top, with a darker, more turbulent base. The sky is a deep blue with scattered, lighter clouds. In the foreground, there is a lush green field, possibly corn, with some buildings and utility poles visible in the distance.

Daniel Steinfeld

Institut für Atmosphäre und Klima

ETH Zürich

16. Juni 2018

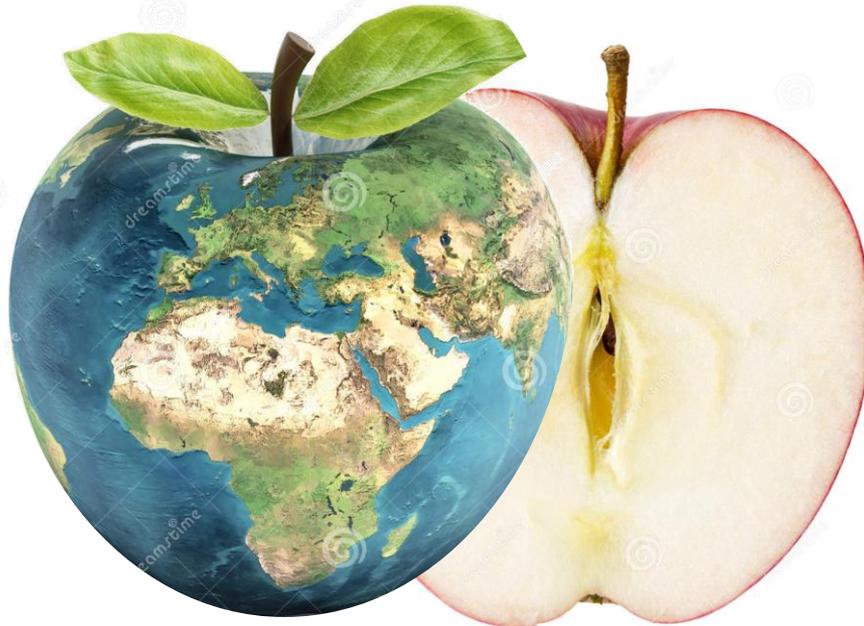
# Wer bin ich?

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



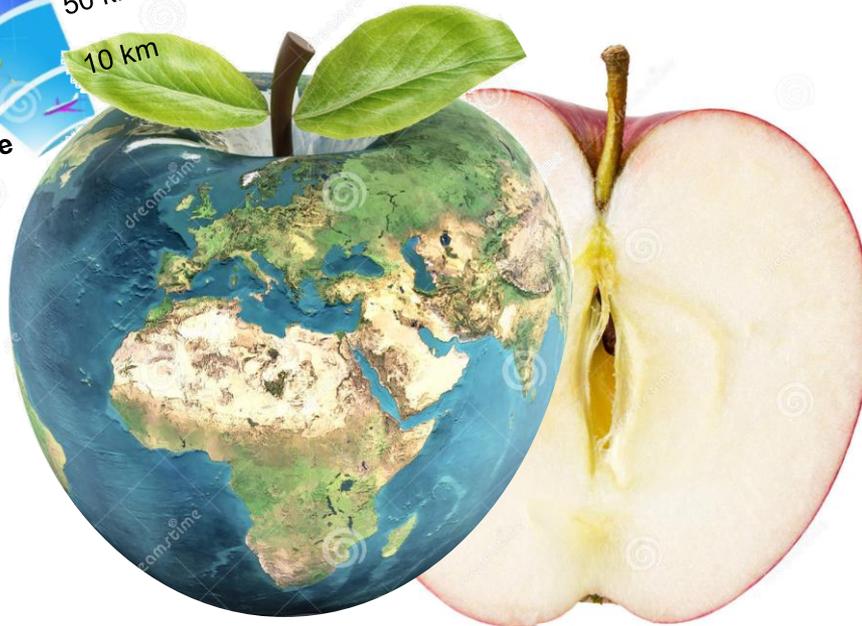
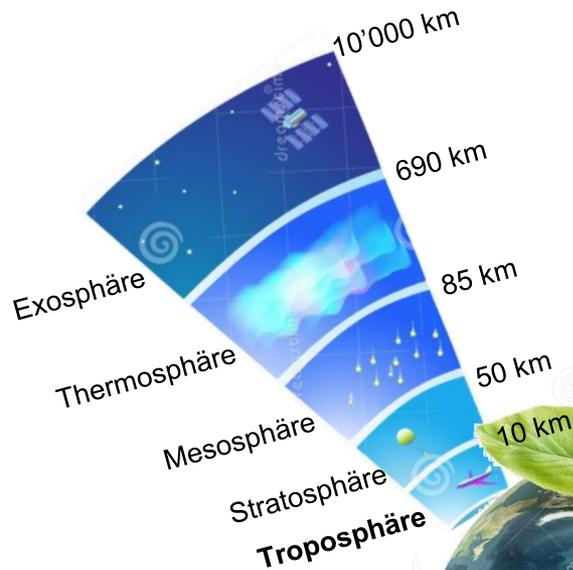
# Was ist die Atmosphäre?

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



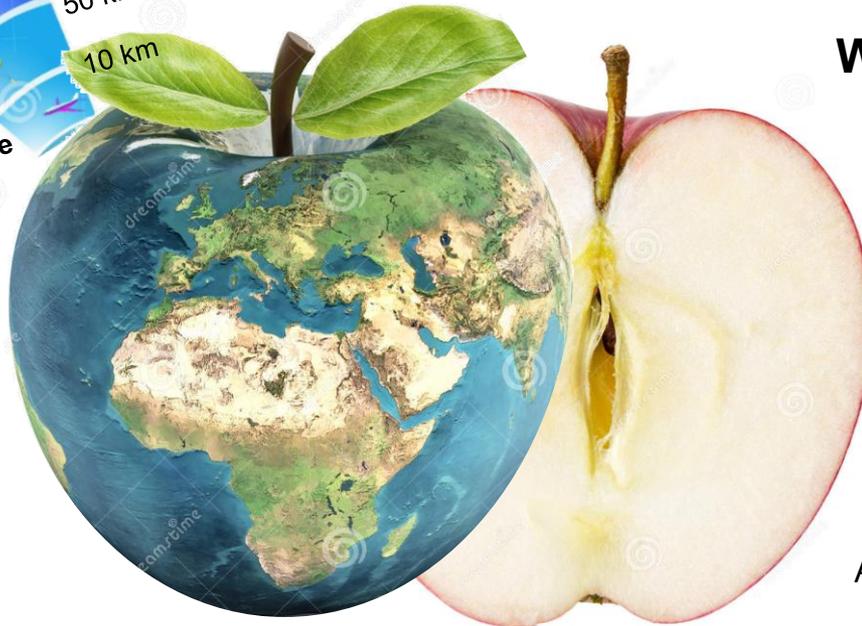
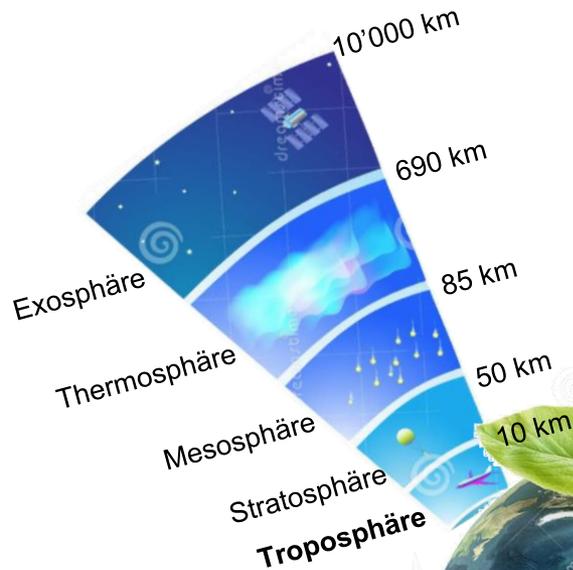
# Was ist die Atmosphäre?

- 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?

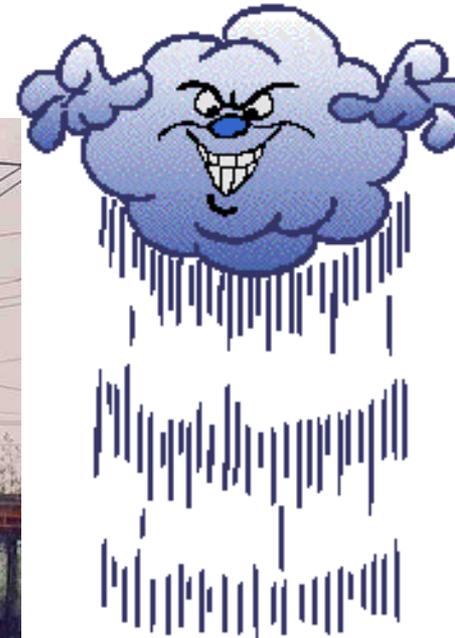


- Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort
- Es verändert sich rasch!
- Es beeinflusst unser tägliches Leben.



# 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.»

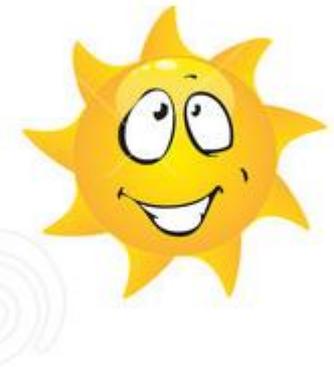
Wenn Wetter über lange Zeit gemittelt = **Klima**

# 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

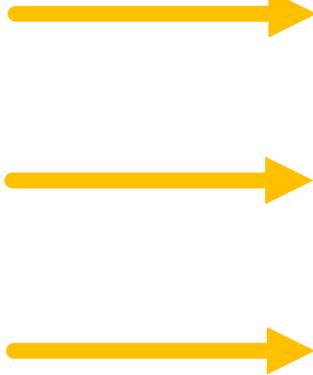
Distanz: 150 Millionen km



## Wetterquiz:

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

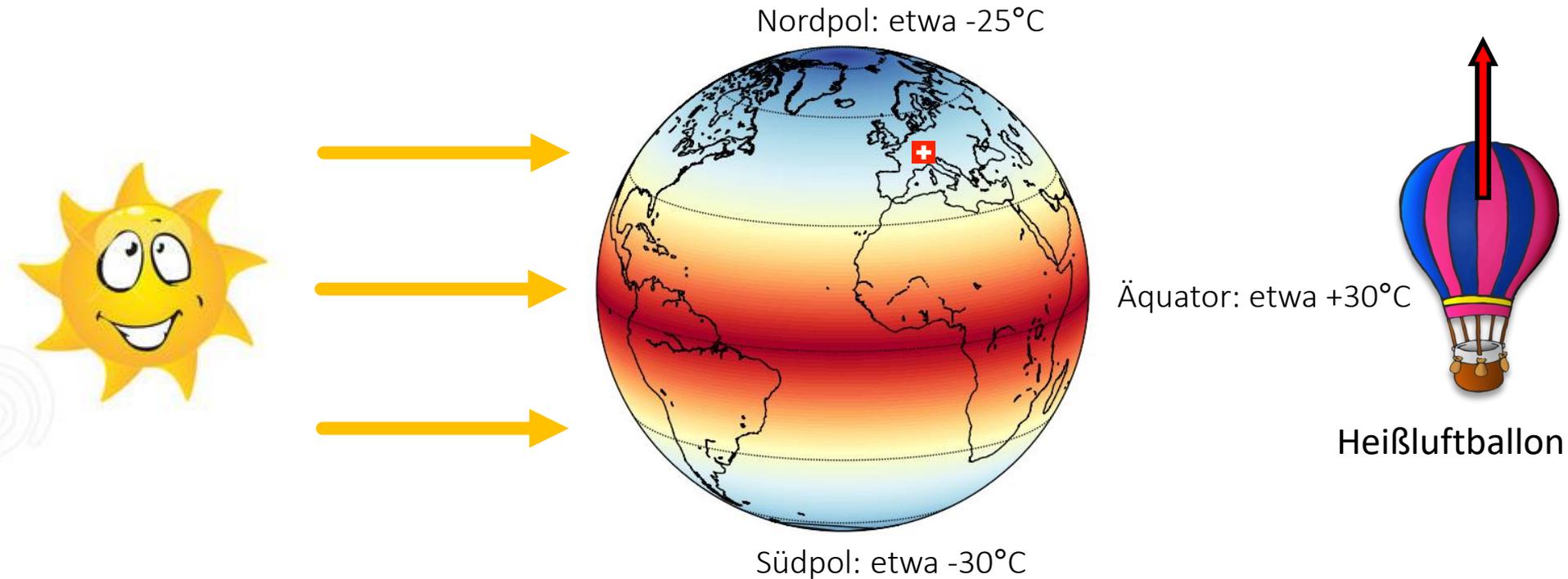
Sonnenstrahlen



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



Nordpol: etwa -25°C

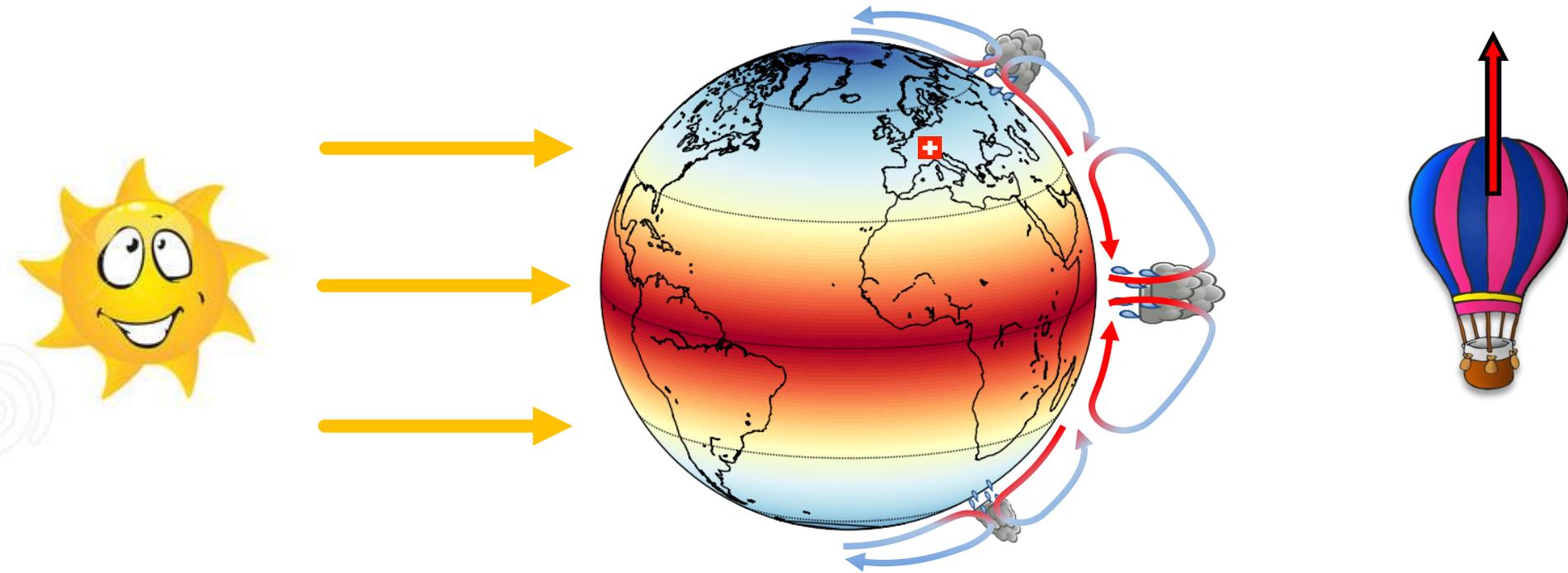
Äquator: etwa +30°C

Südpol: etwa -30°C

Heißluftballon

# Wie entsteht Wetter?

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

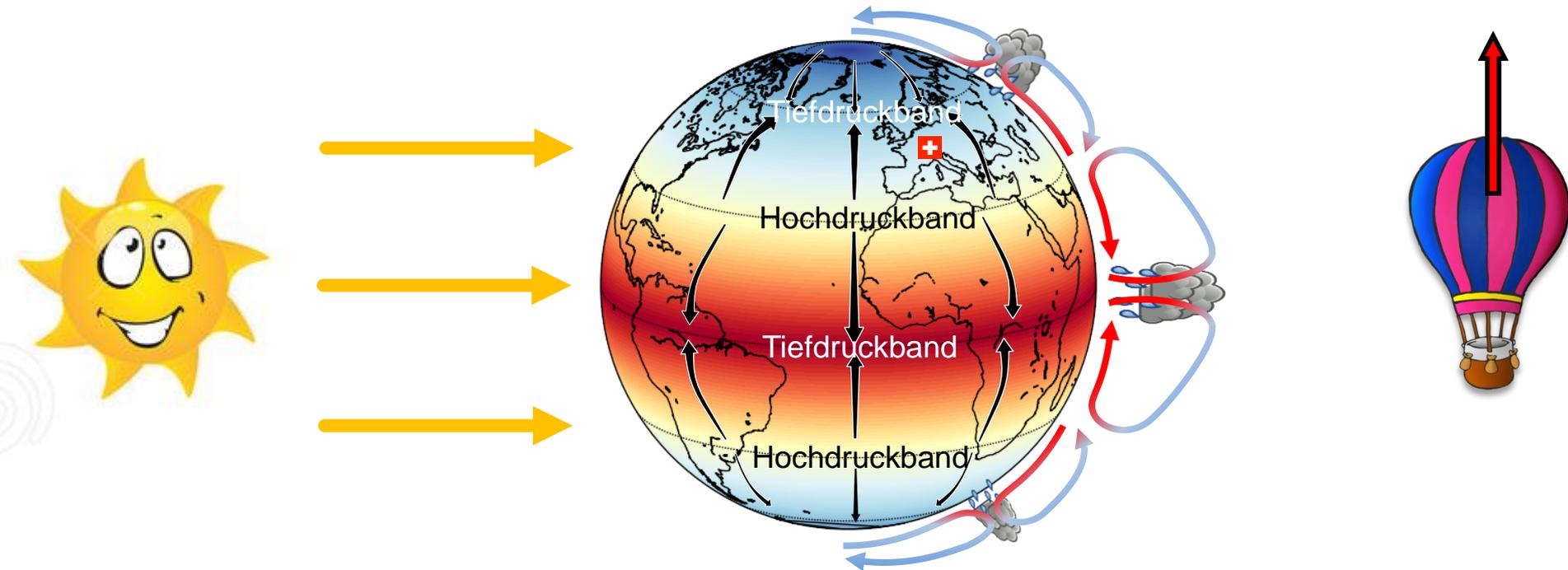


# Wie entsteht Wetter?



- 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)



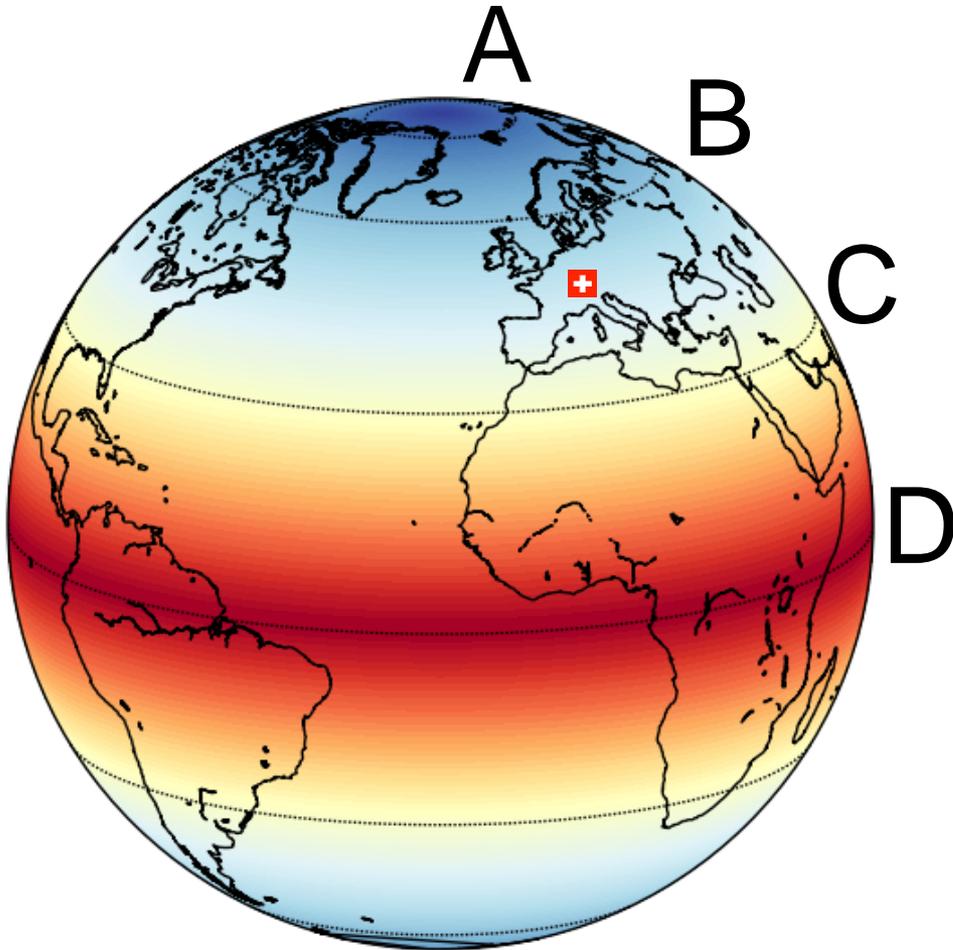
2)



3)

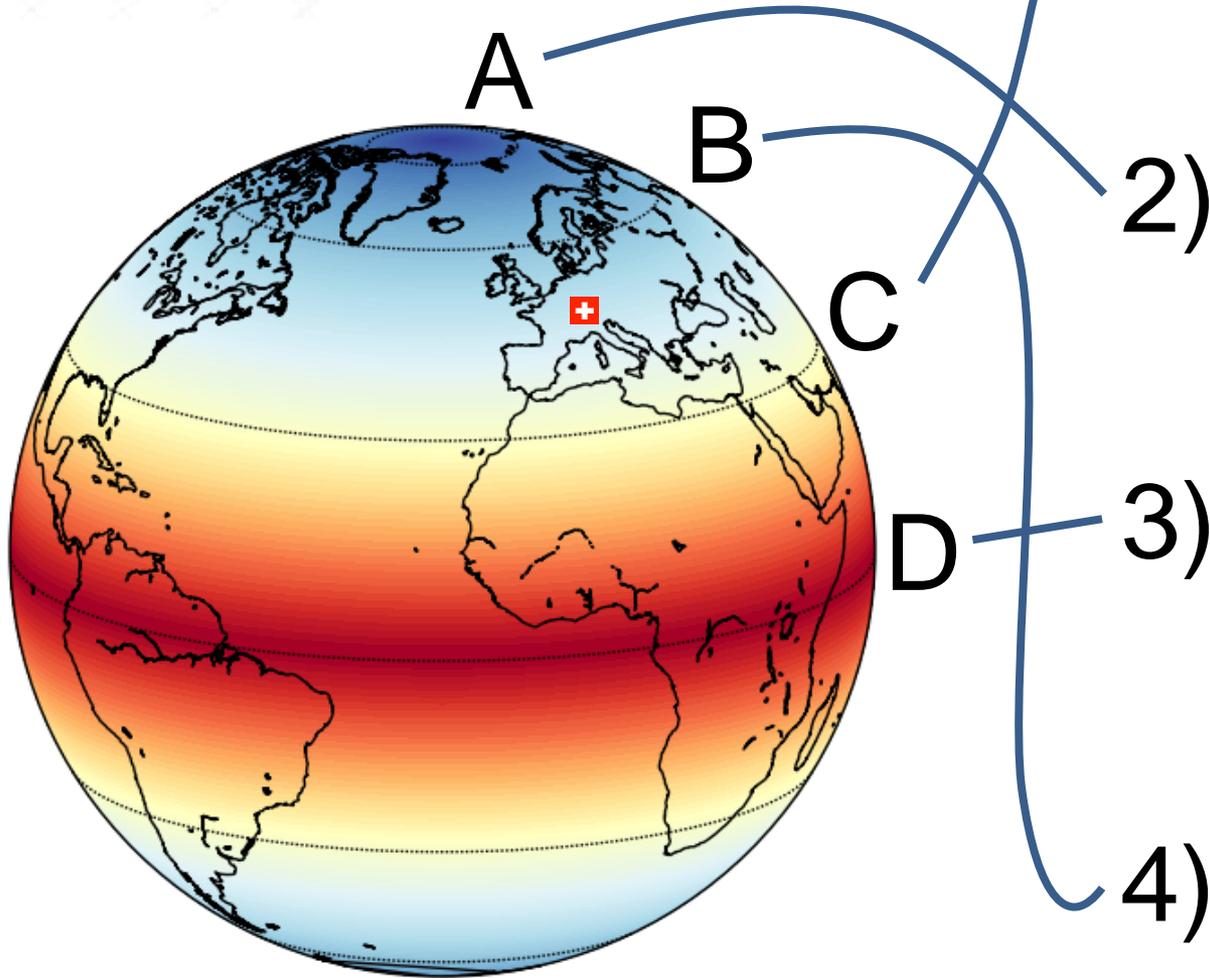


4)





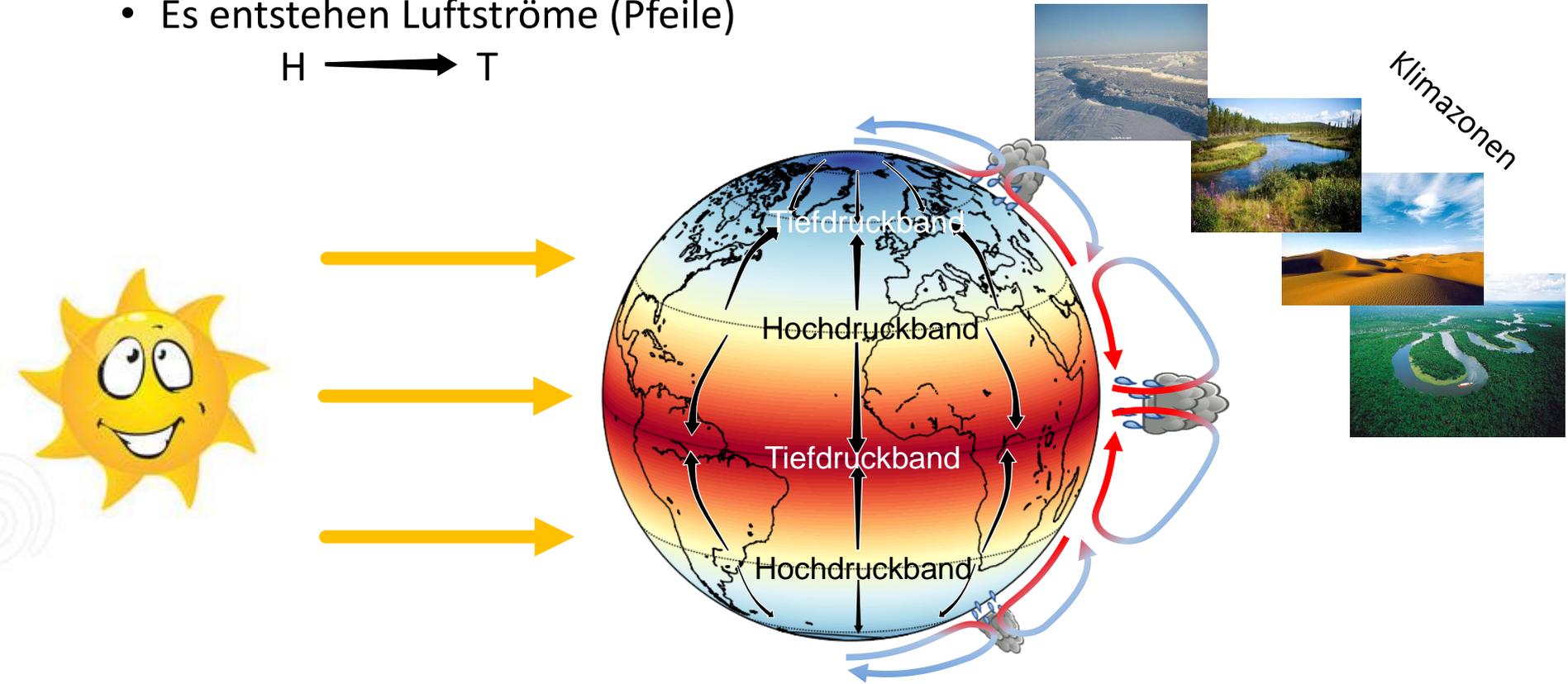
# Wetterquiz: Teile die Klimazonen zu!



# Wie entsteht Wetter?

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

H → T

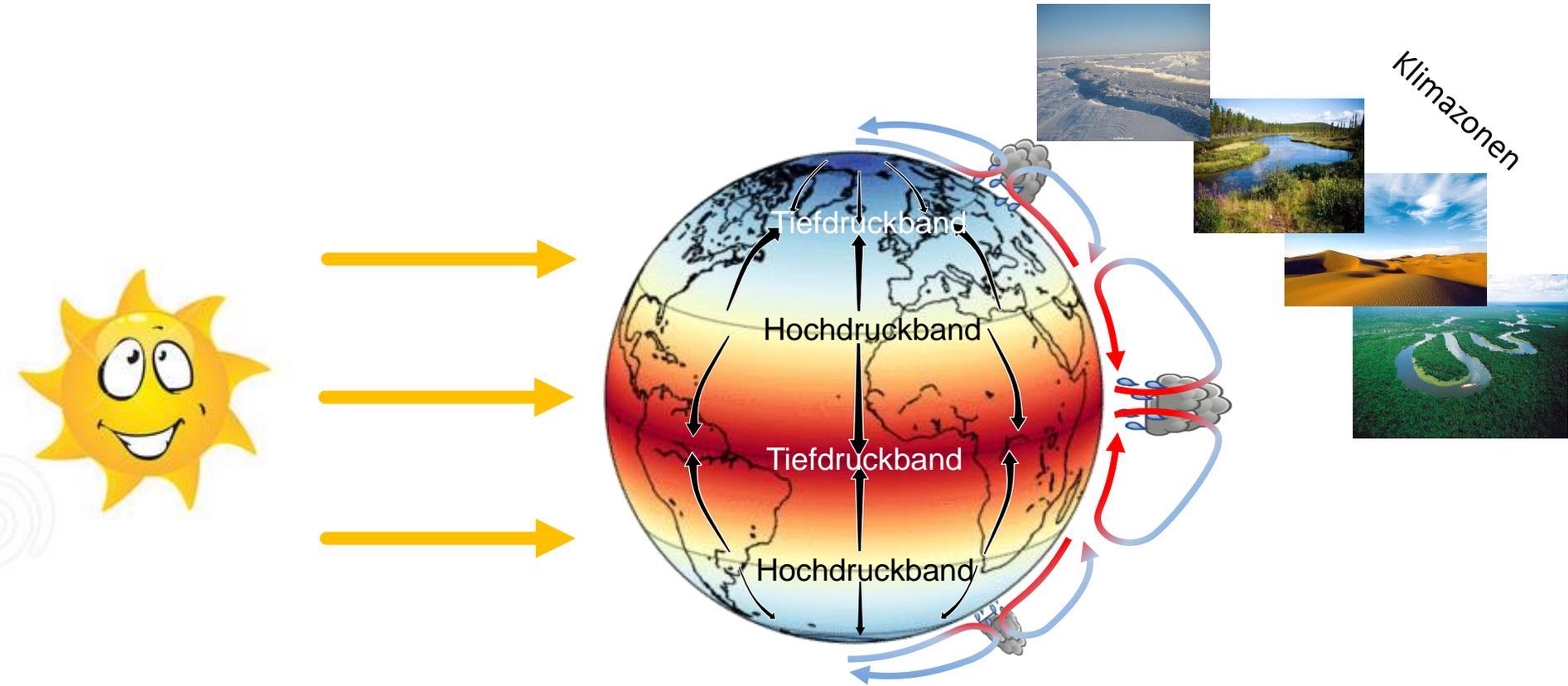


# Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

- Erdrotation

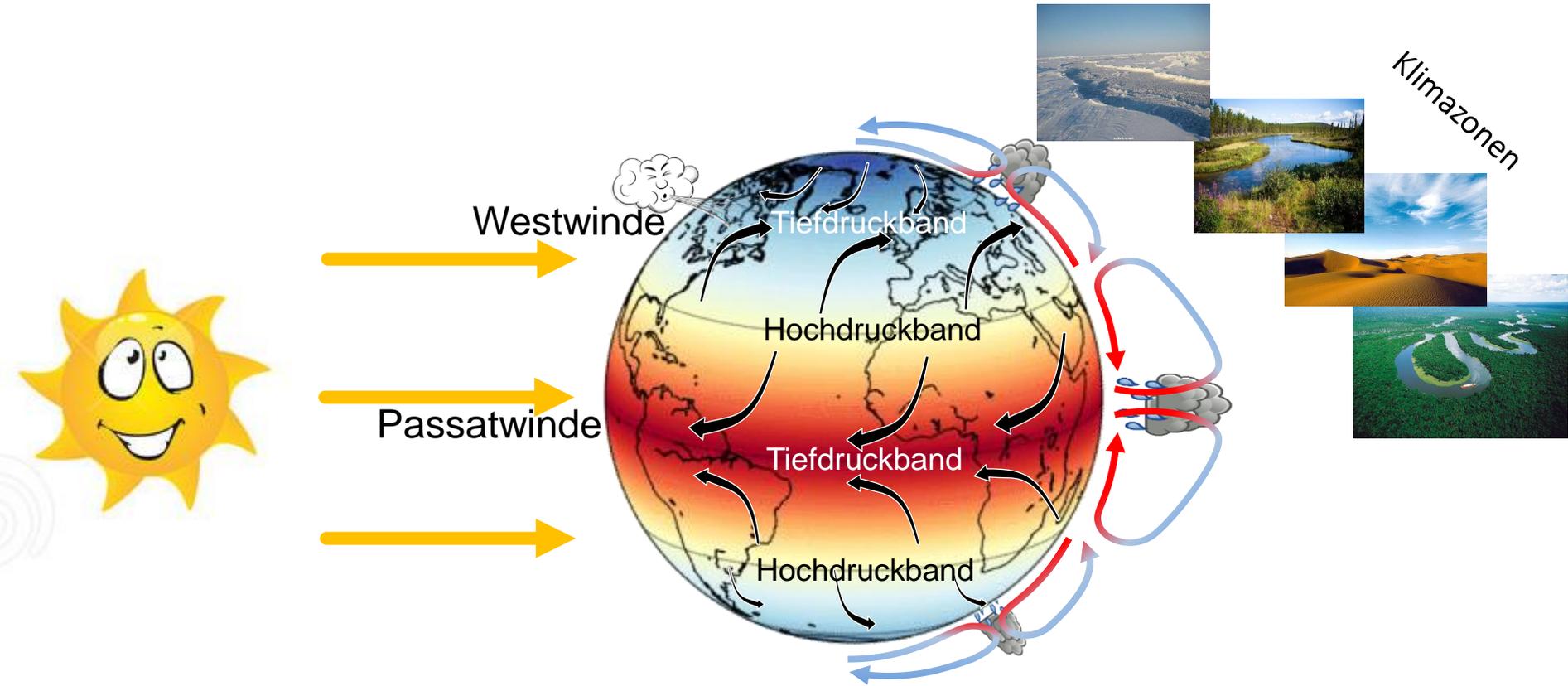


# Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

- Erdrotation

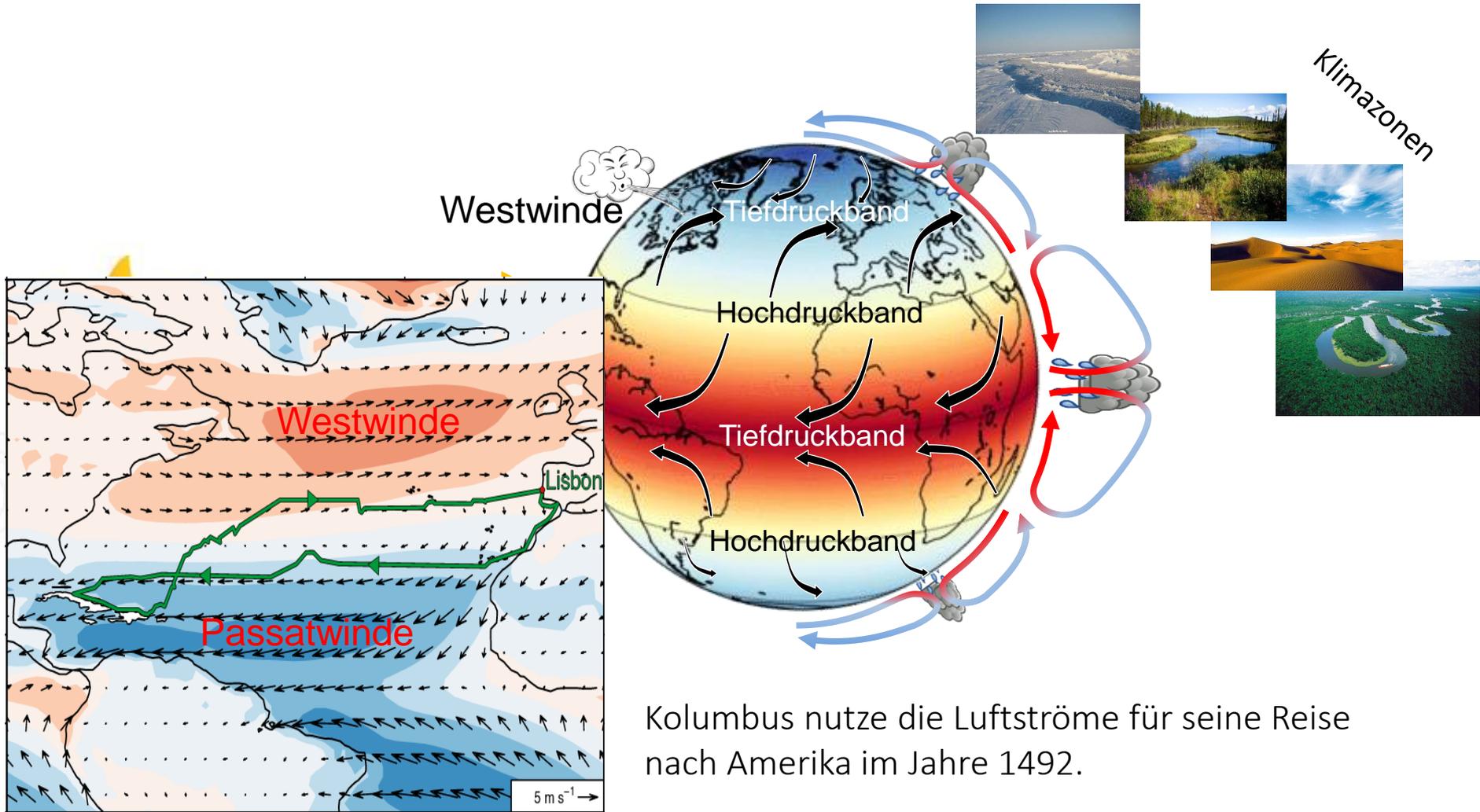


# Wie entsteht Wetter?



Luftströme werden beeinflusst (abgelenkt) durch:

- Erdrotation

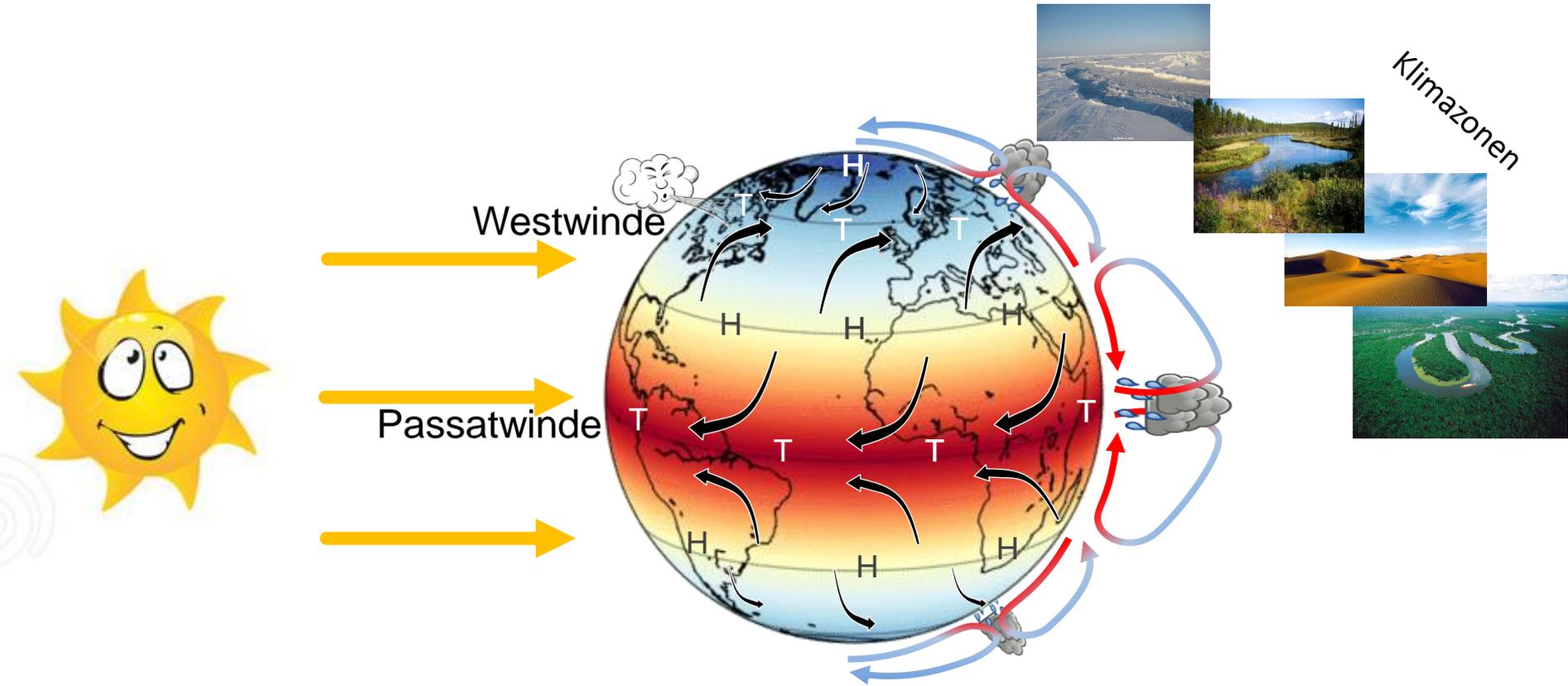


Kolumbus nutze die Luftströme für seine Reise nach Amerika im Jahre 1492.

# Wie entsteht Wetter?

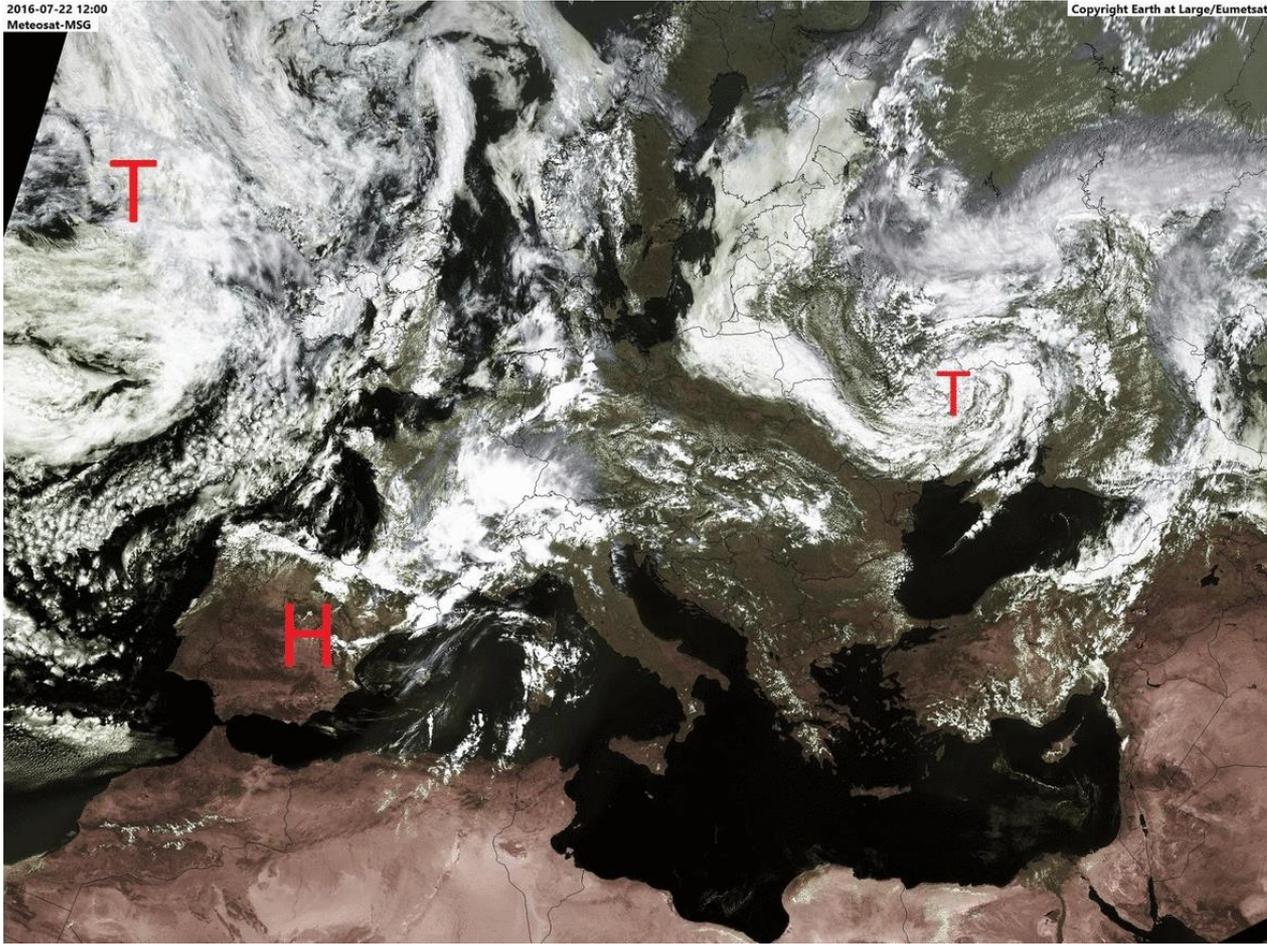


Hoch- und Tiefdruck«bänder» zerfallen in einzelne Hoch- und Tiefdrucksysteme und beginnen zu «wandern».



# Das Wetter in Europa

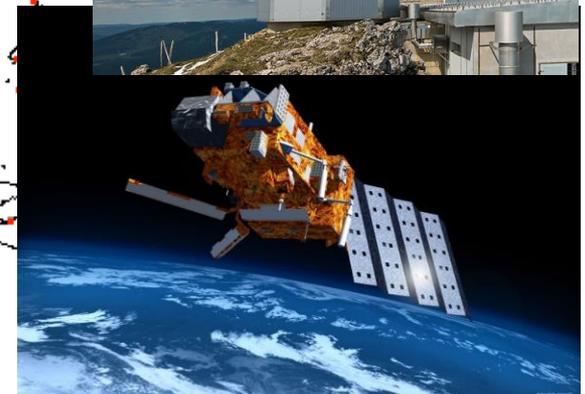
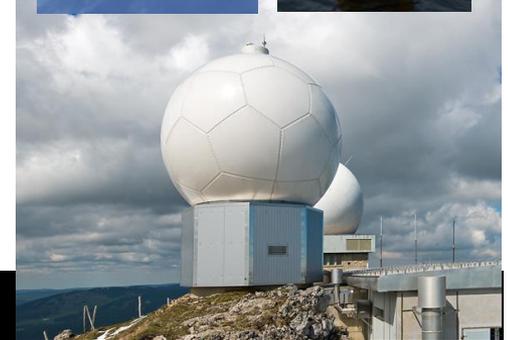
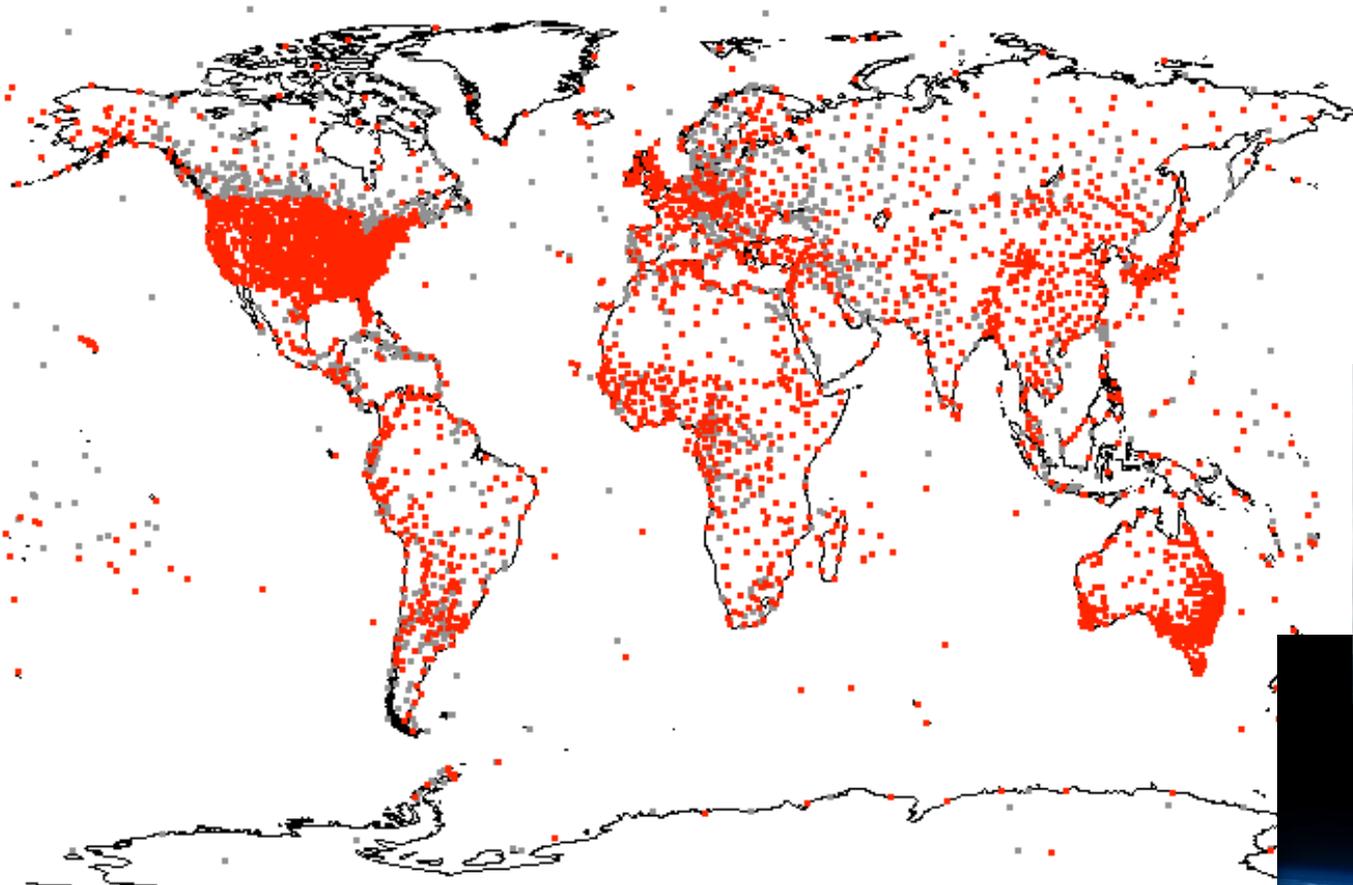
ist beeinflusst von wandernden Hoch- und Tiefdrucksysteme.



Hoch = eher schönes Wetter  
Tief = eher Regen

# Wie erstellen die Meteorologen eine Wettervorhersage?

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

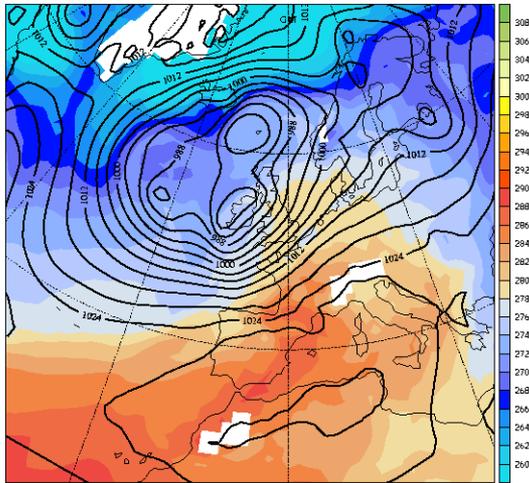


Wir brauchen sehr viele **Messungen**:  
Temperatur, Luftdruck, Wind, Luftfeuchtigkeit, ...

# 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)

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

- Conservation of mass

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

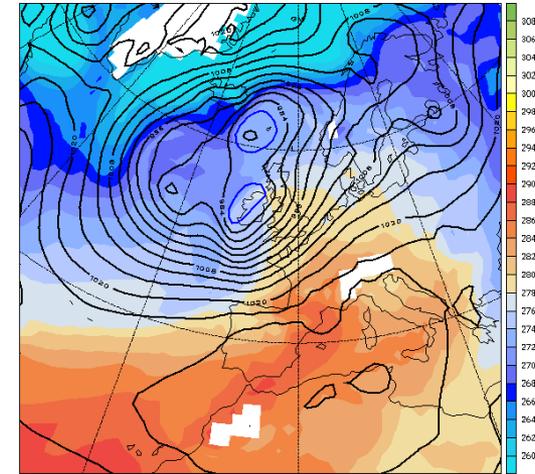
- First law of thermodynamics

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

- Equation of state

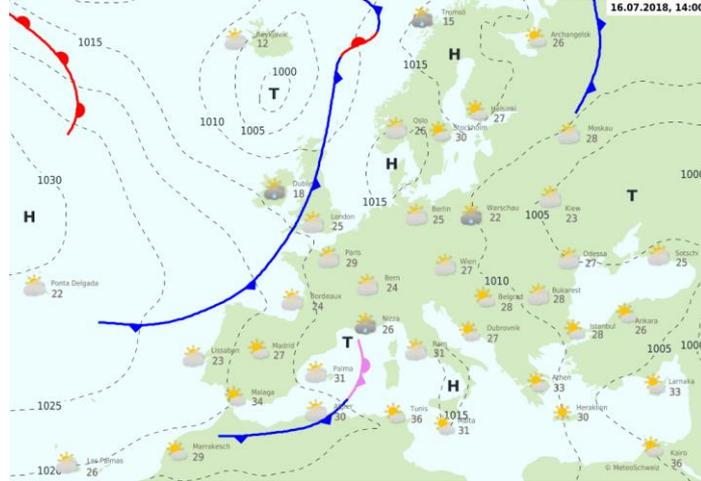
$$p = \rho RT$$

Prognose



Ziemlich viel Physik und Mathematik

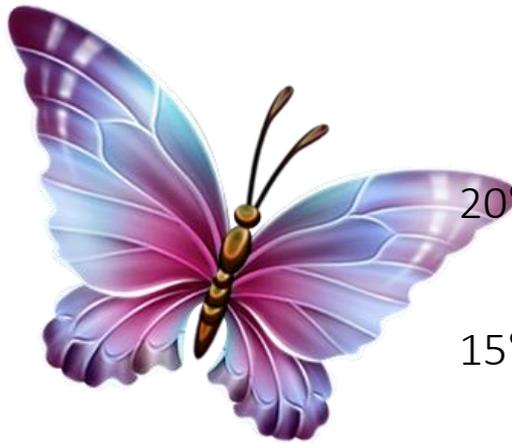
# Wie erstellen die Meteorologen eine Wettervorhersage?



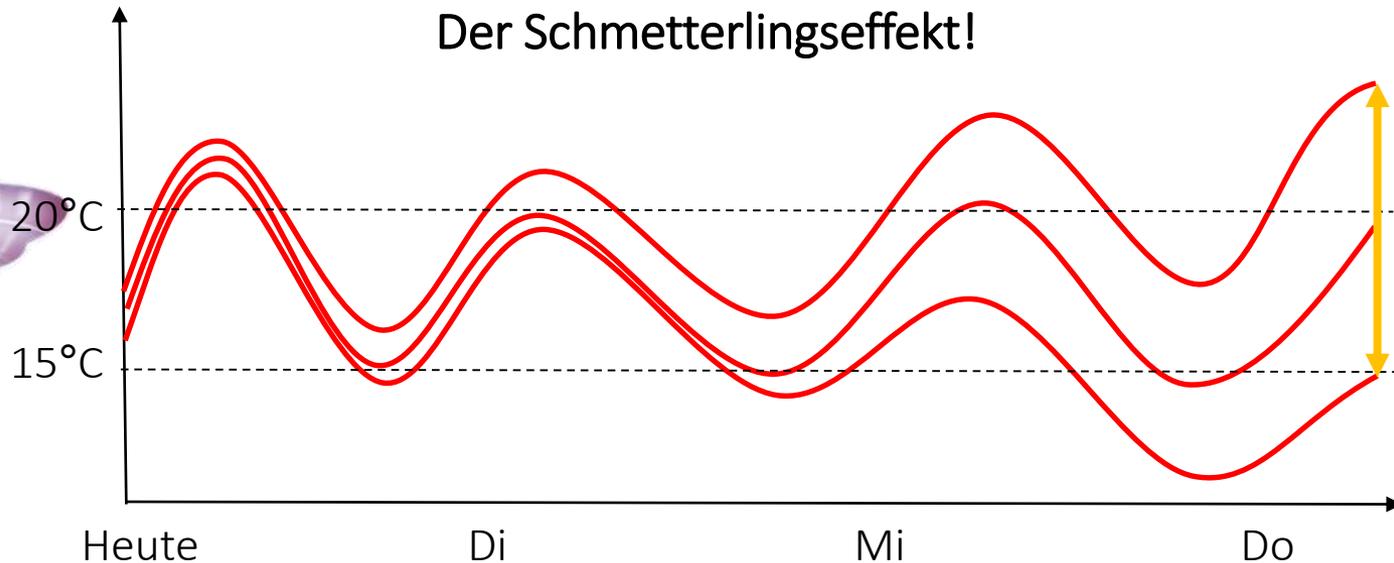
## Prognose für die nächsten Tage



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



## Der Schmetterlingseffekt!



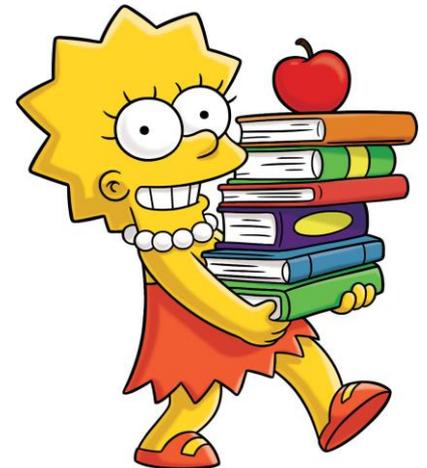
# Zusammenfassung

- 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 ein eine sehr spannende Herausforderung!

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



Fragen?



Naturwissenschaften sind spannend.

