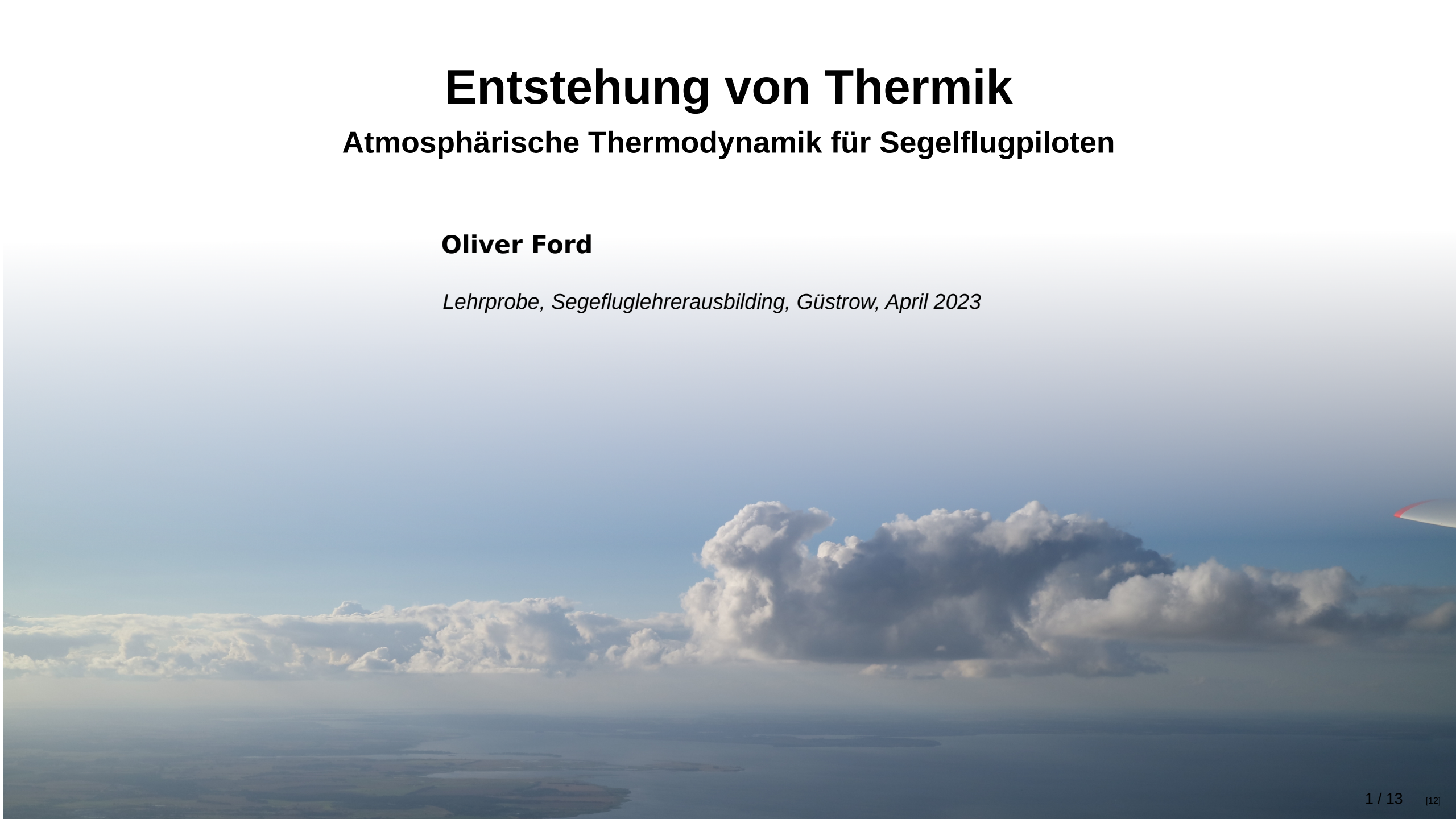


Entstehung von Thermik

Atmosphärische Thermodynamik für Segelflugpiloten

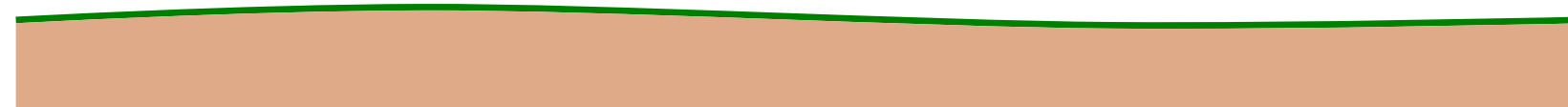
Oliver Ford

Lehrprobe, Segelfluglehrerausbildung, Güstrow, April 2023



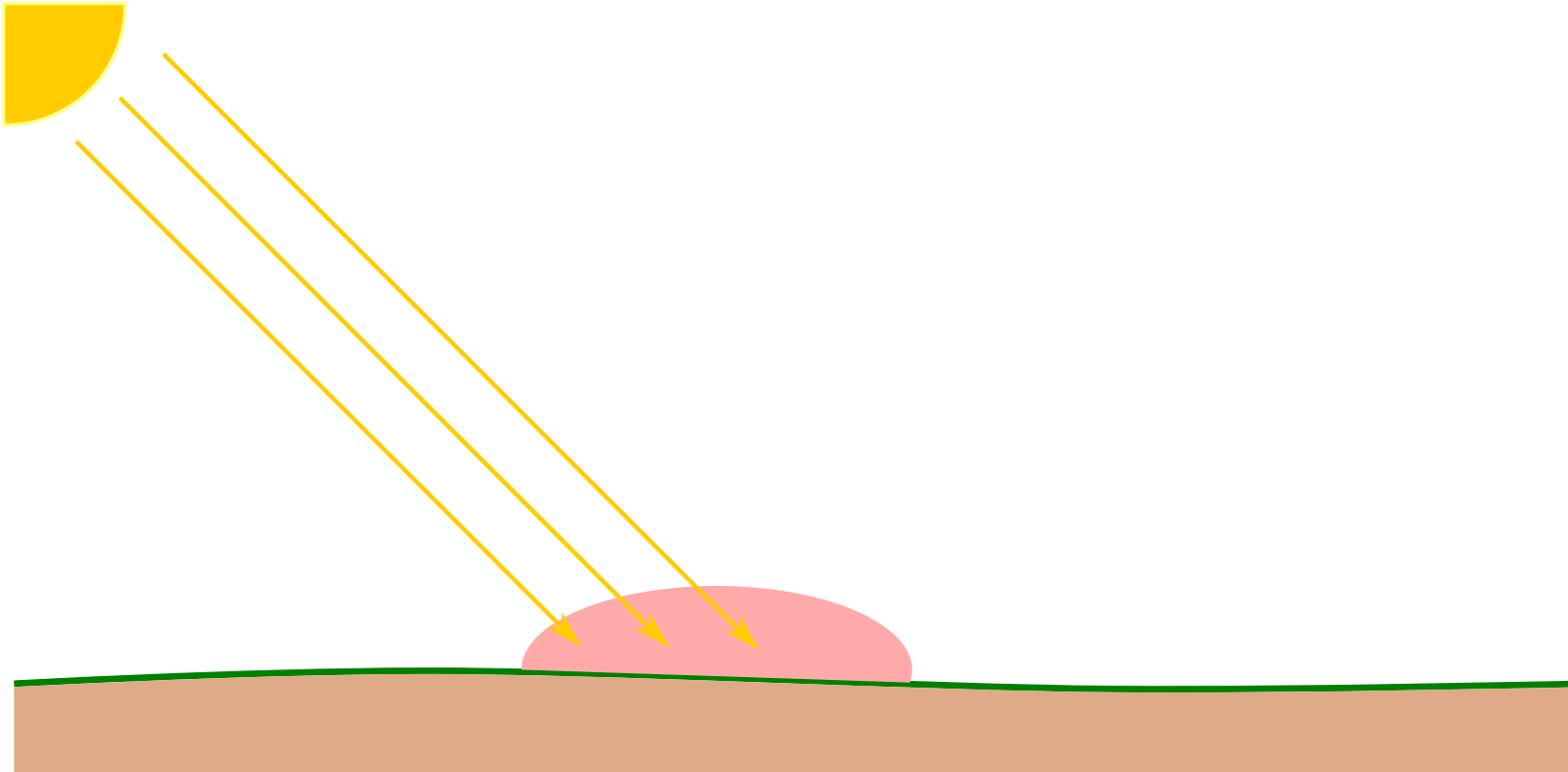
Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.



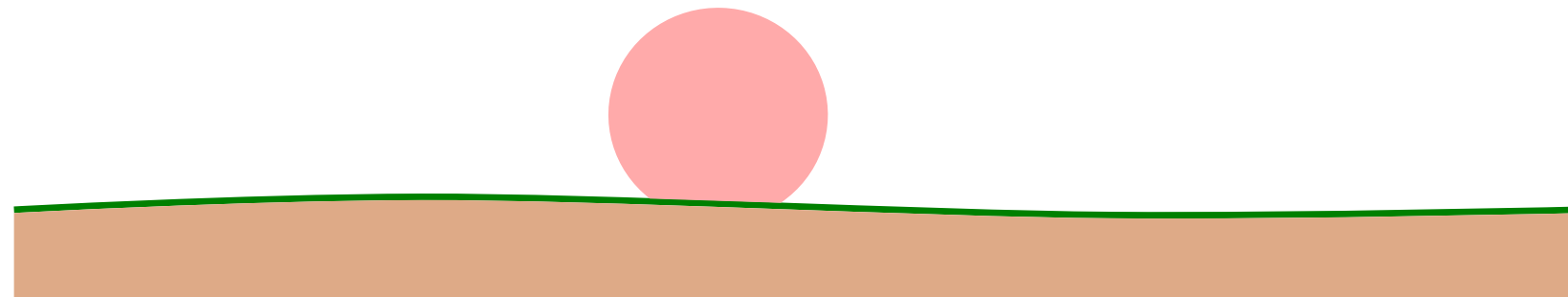
Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.



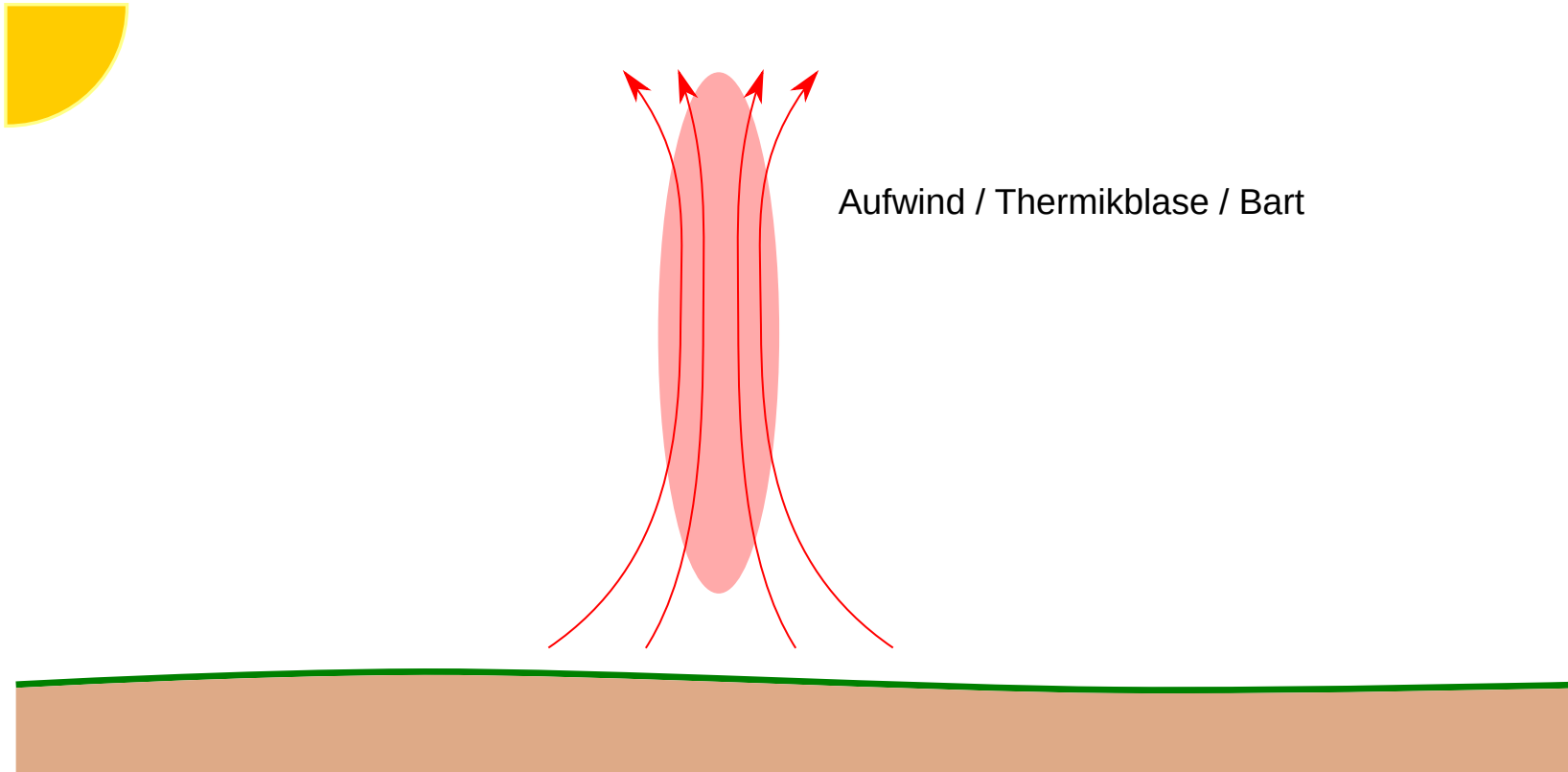
Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.



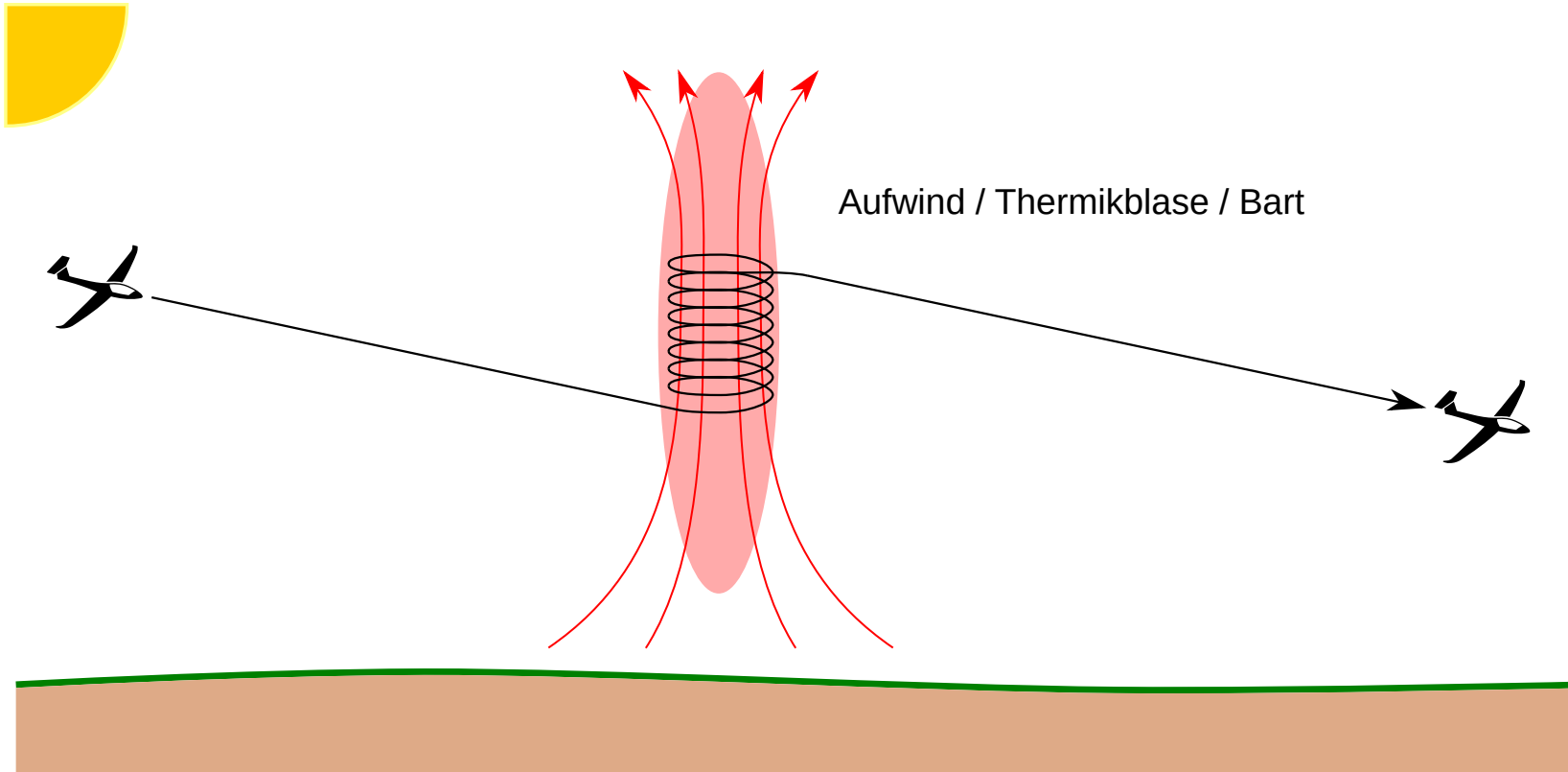
Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.



Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.

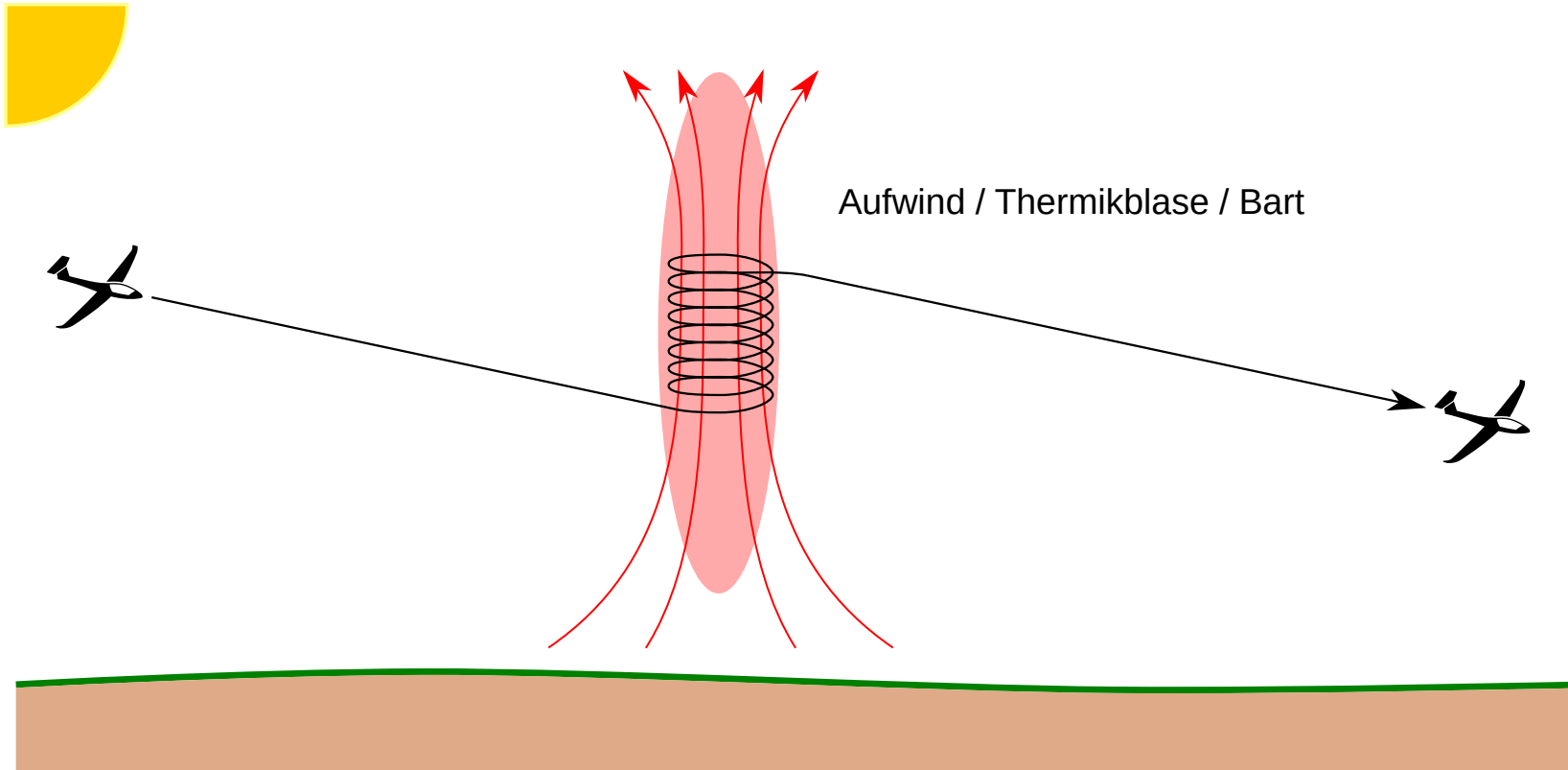


Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.

Fragen?

- Warum steigt überhaupt warme Luft auf?
- Wann gibt es Thermik und wann nicht?
- Was bestimmt die Wolkenbasis?
- Wie nutzt man die Thermik am besten?
- Wie hoch steigt es?
- Wie entstehen Wolken?
- Warum gibt es manchmal Blauthermik?

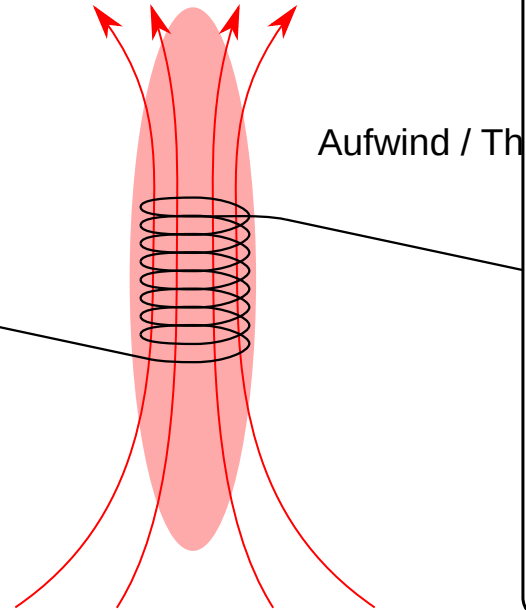


Was ist Thermikflug?

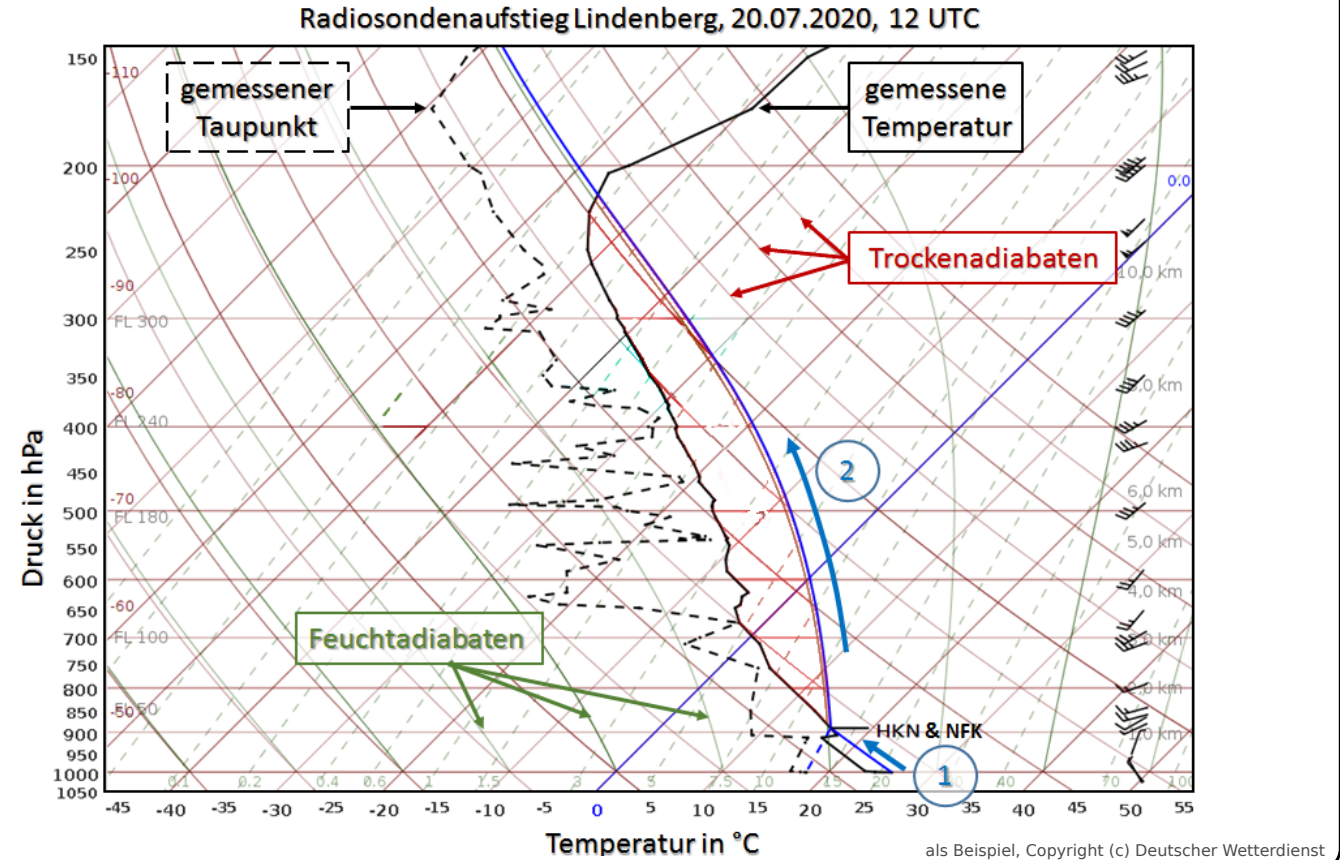
- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.

Fragen?

- Warum steigt überhaupt warme Luft auf?
- Wann gibt es Thermik und wann nicht?
- Was bestimmt die Wolkenbasis?
- Wie nutzt man die Thermik am besten?
- Wie hoch?
- Wie entsteht?
- Warum?



Alles in einem ganz einfachen Diagramm:

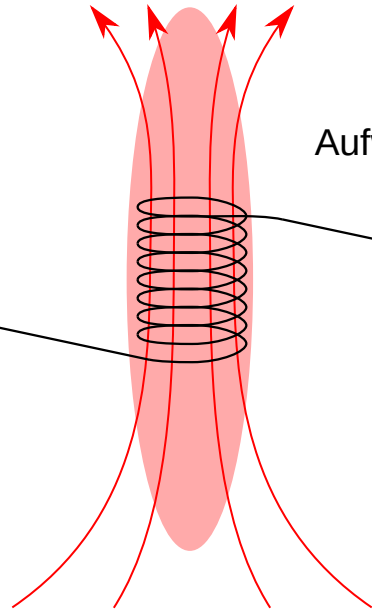


Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.

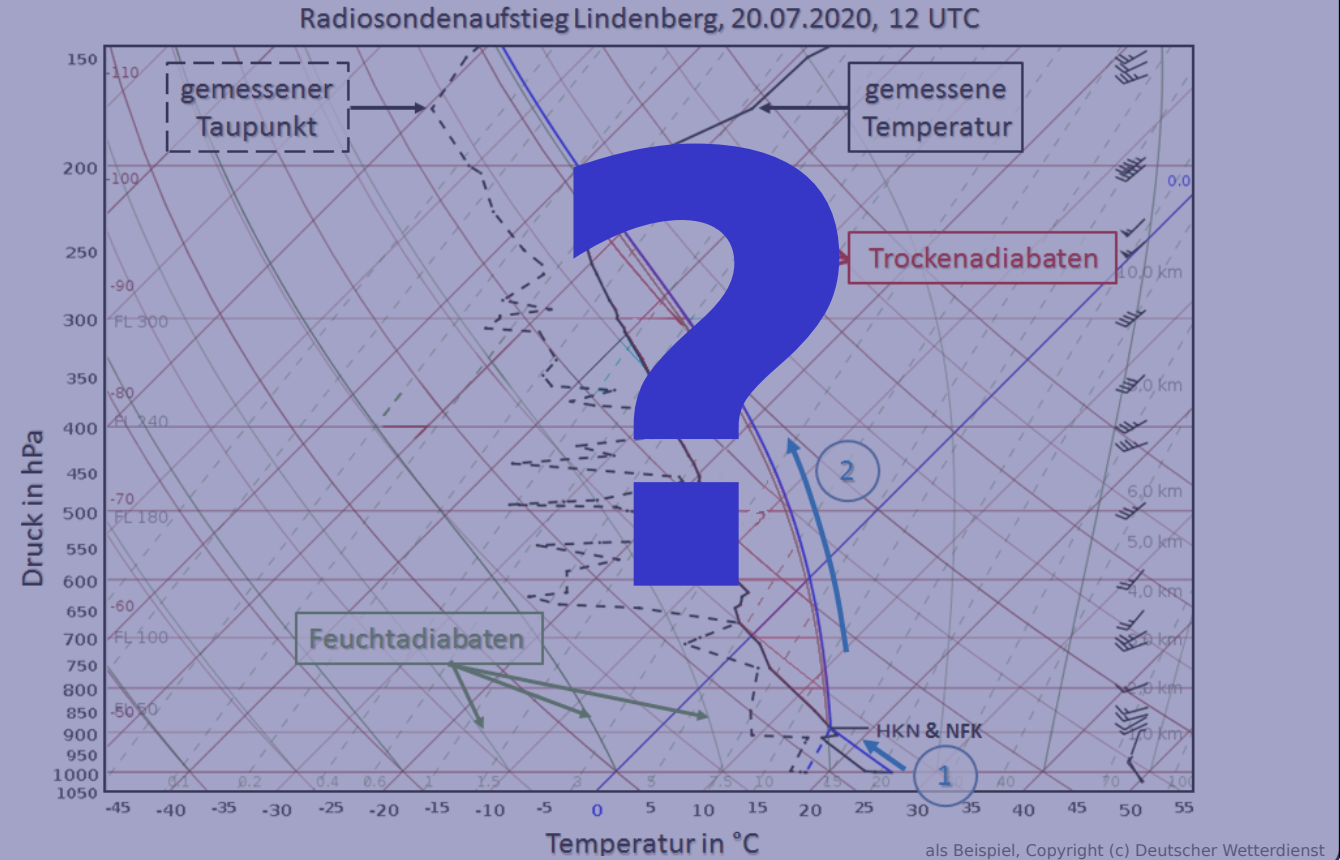
Fragen?

- Warum steigt überhaupt warme Luft auf?
- Wann gibt es Thermik und wann nicht?
- Was bestimmt die Wolkenbasis?
- Wie nutzt man die Thermik am besten?
- Wie hoch?
- Wie entsteht?
- Warum?



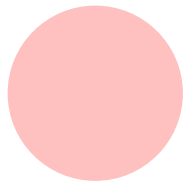
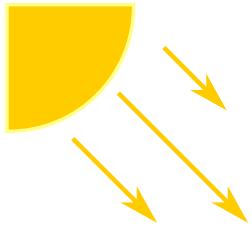
Aufwind / Thermik

Alles in einem ganz einfachen Diagramm:

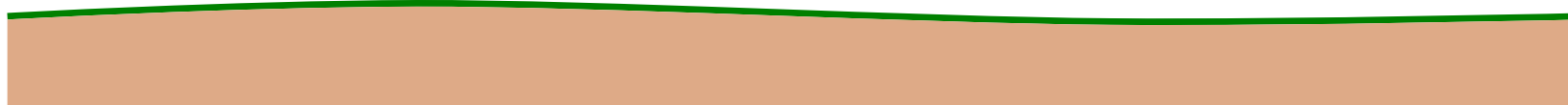


Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*

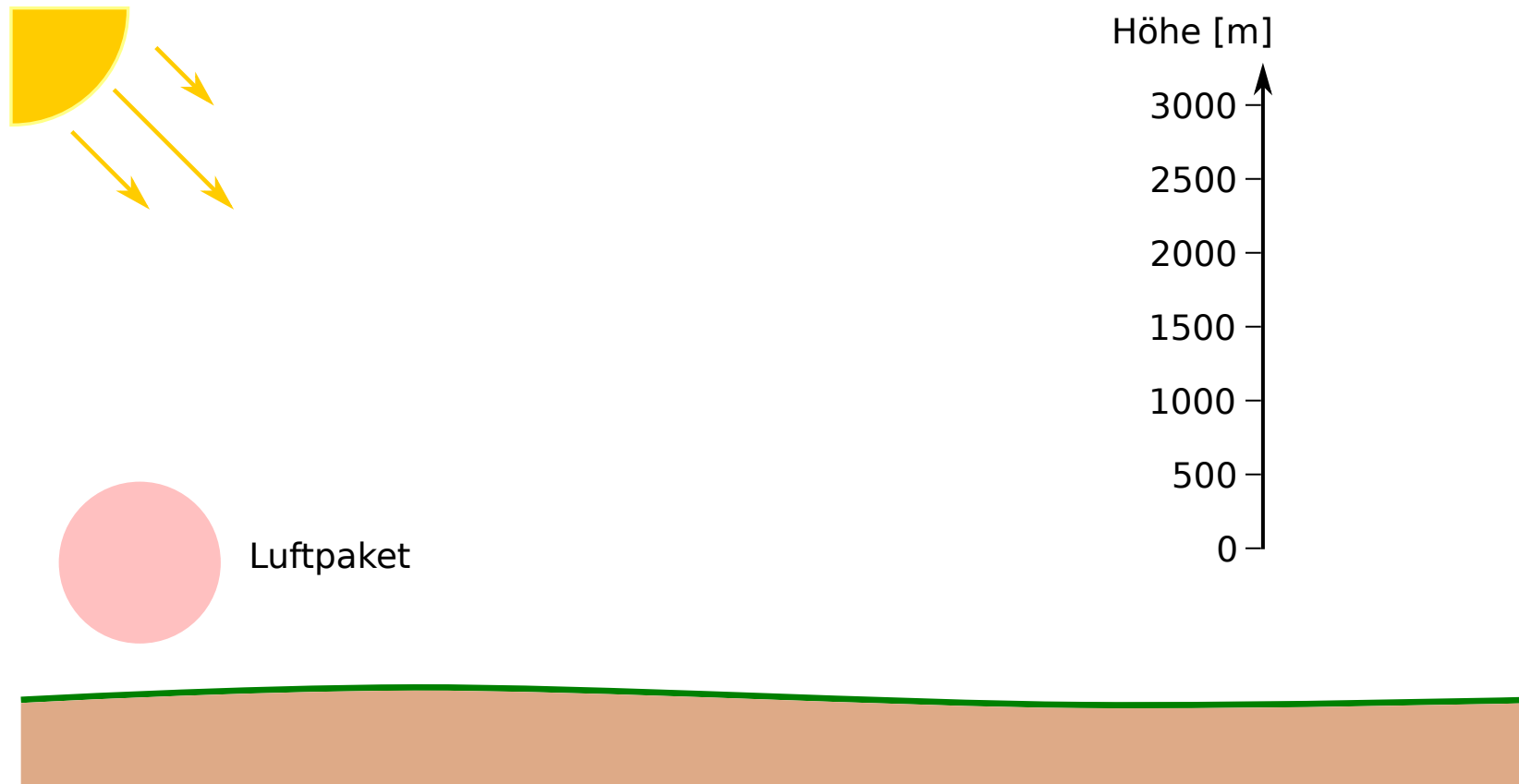


Luftpaket



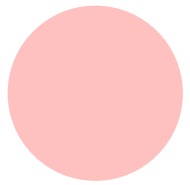
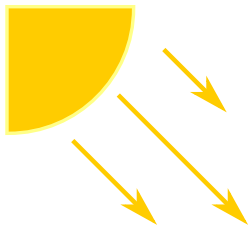
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*

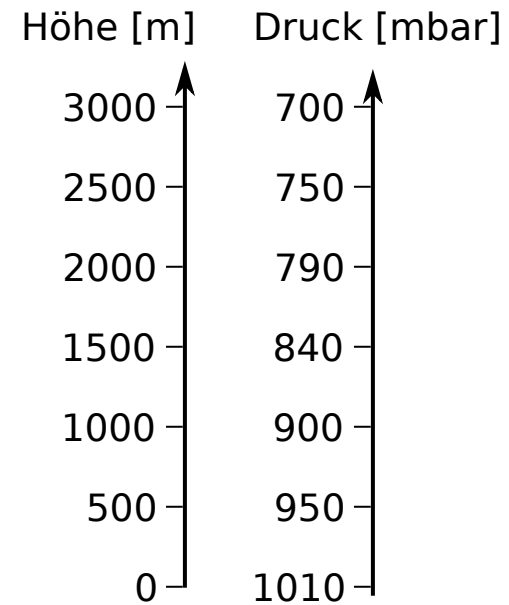


Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab.

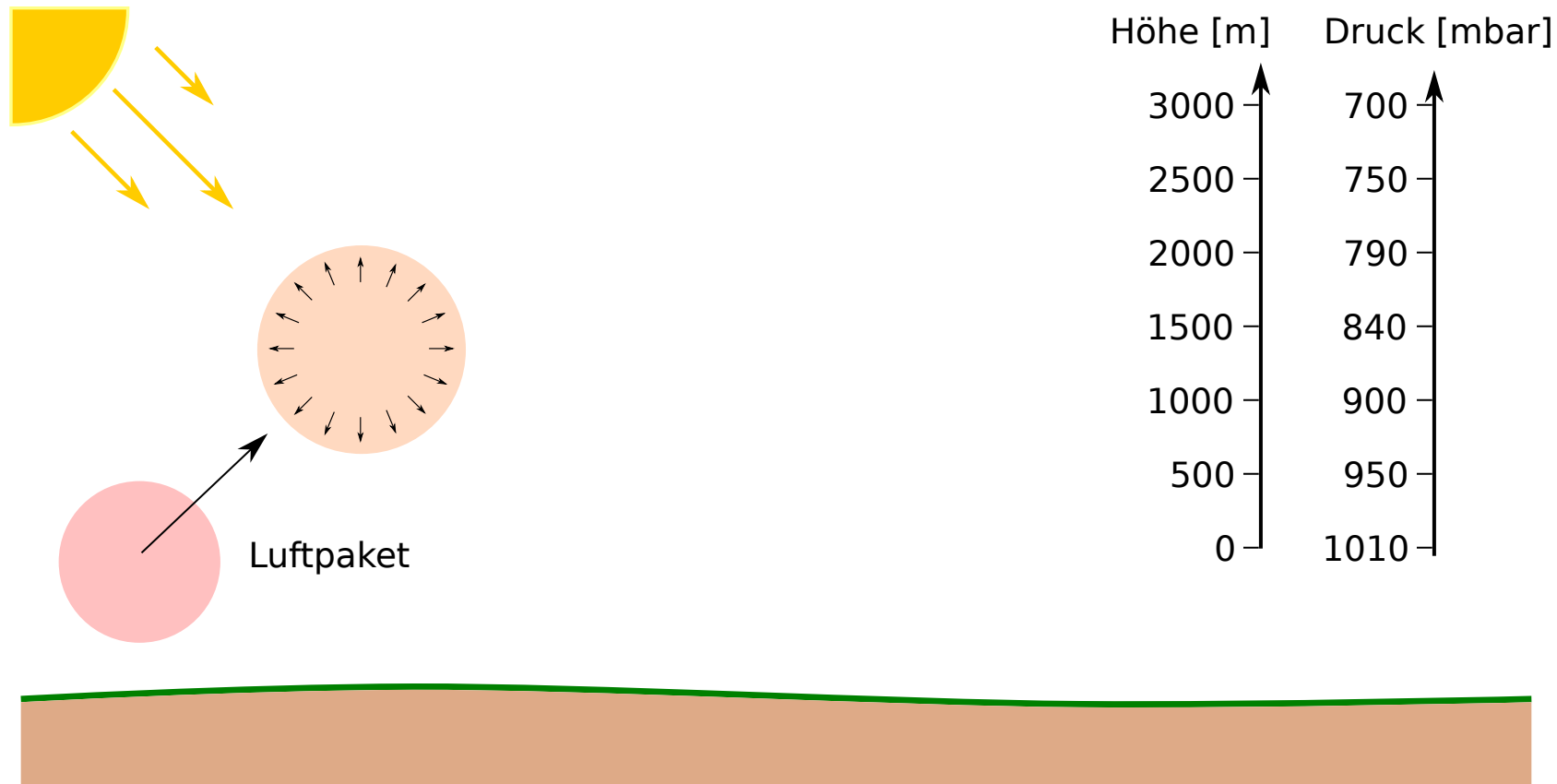


Luftpaket



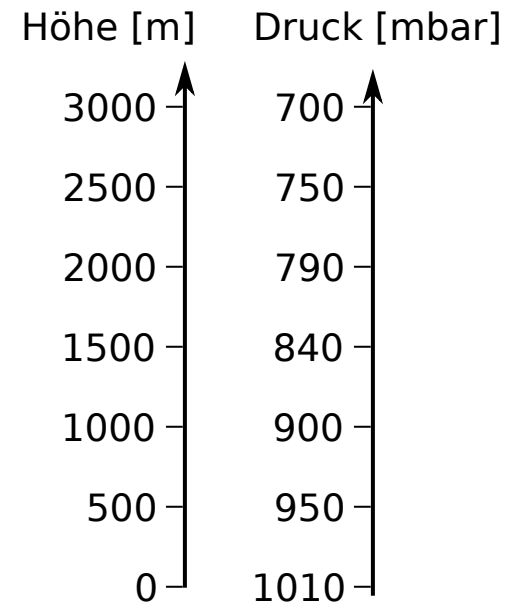
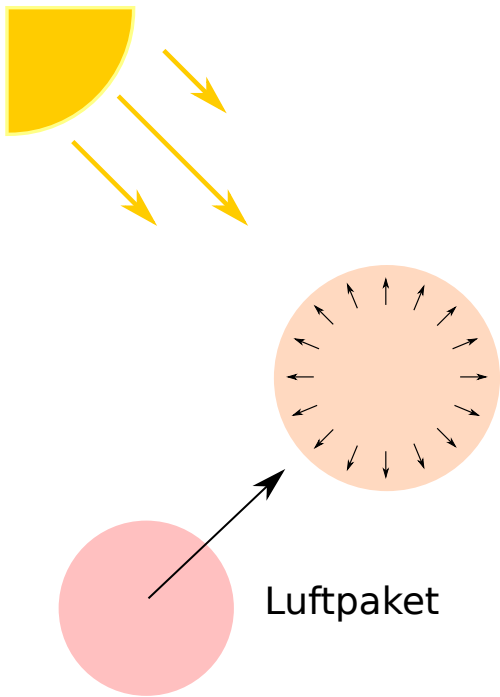
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$



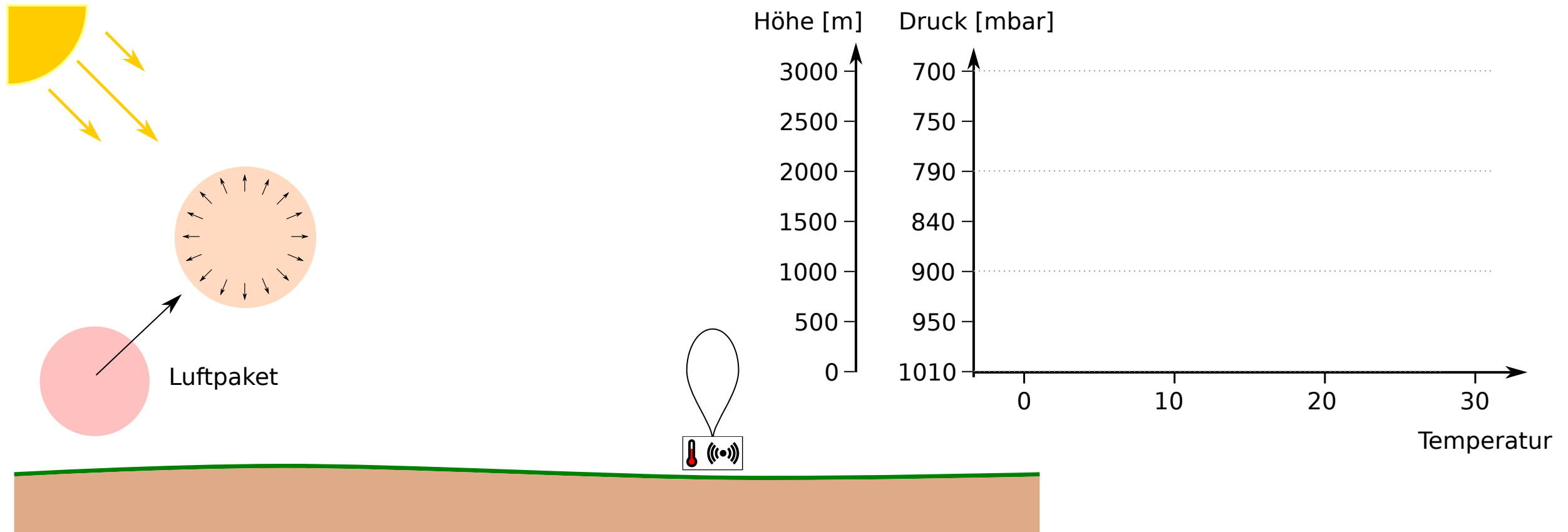
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?



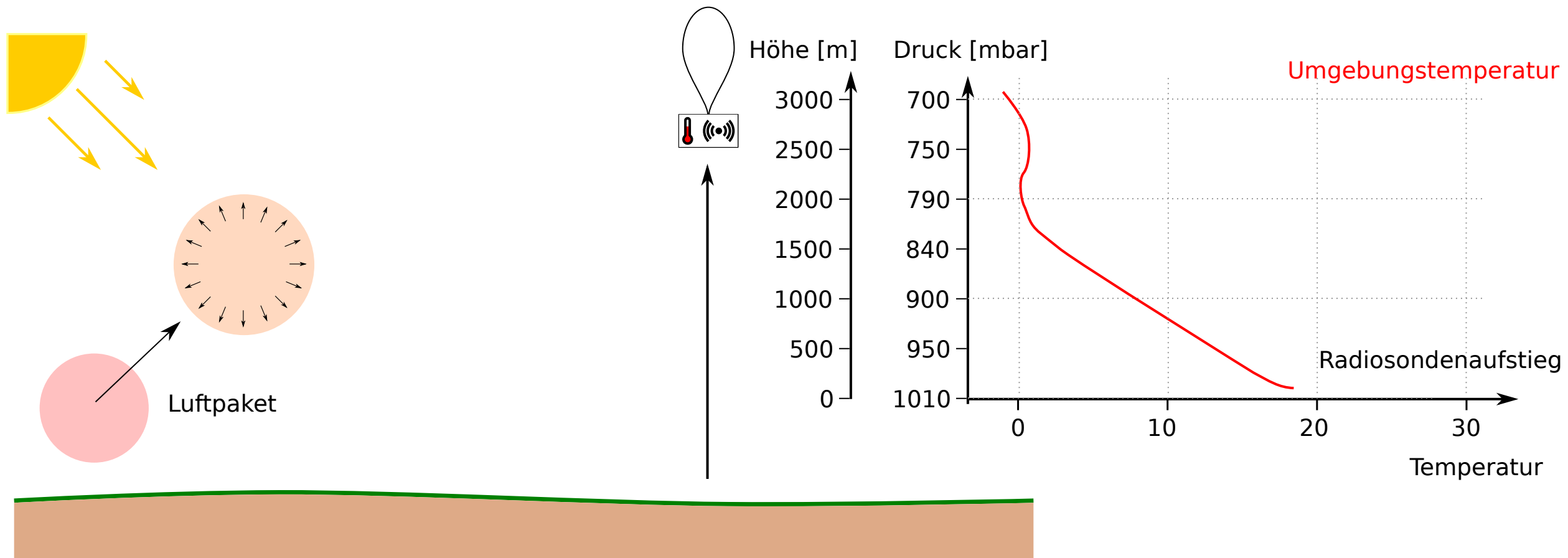
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?



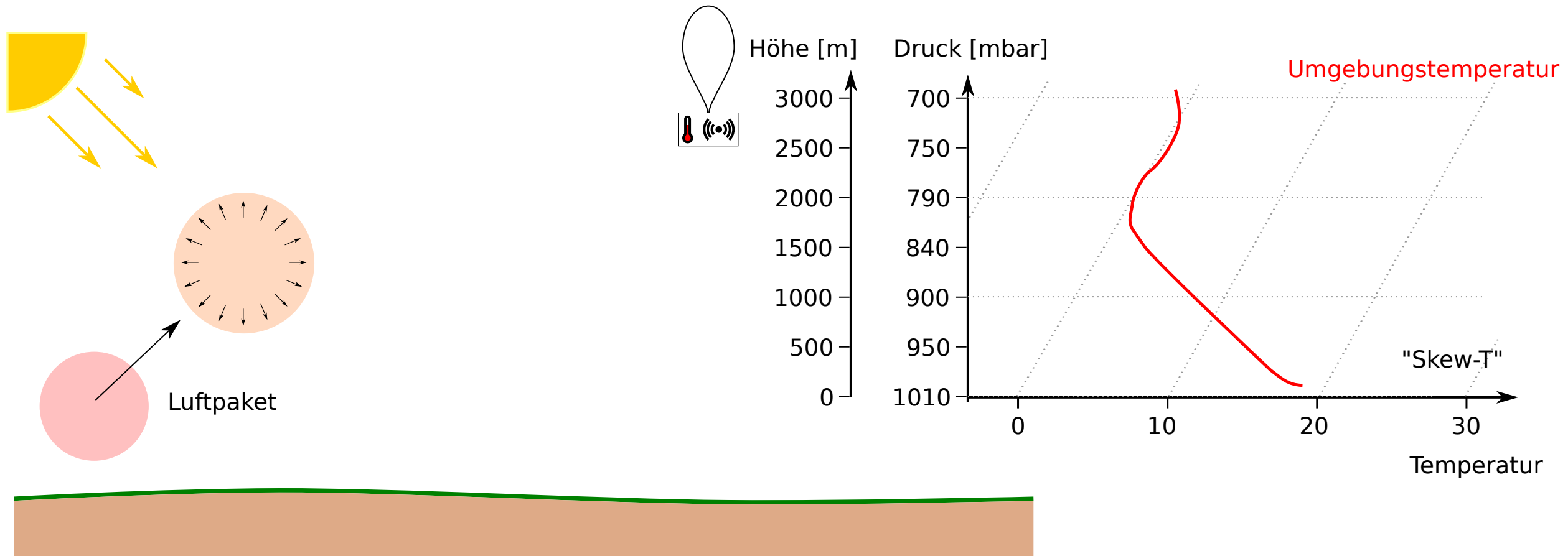
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die **Temperatur der Umgebungsluft**?



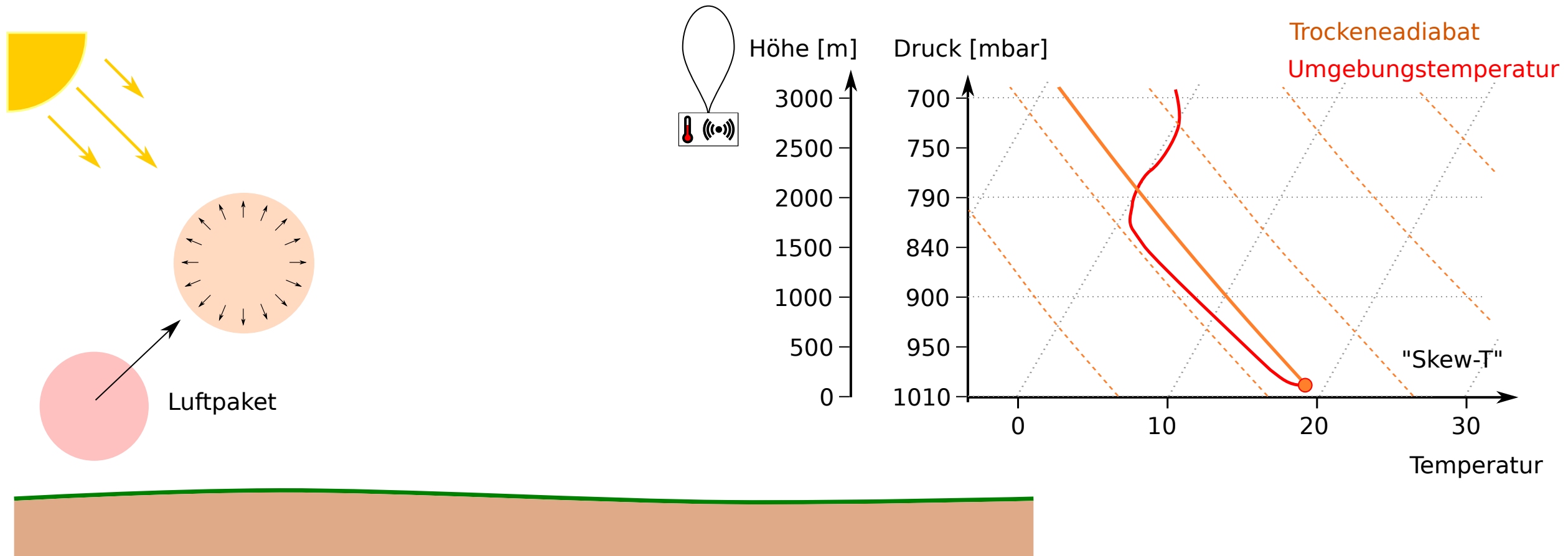
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die **Temperatur der Umgebungsluft**?



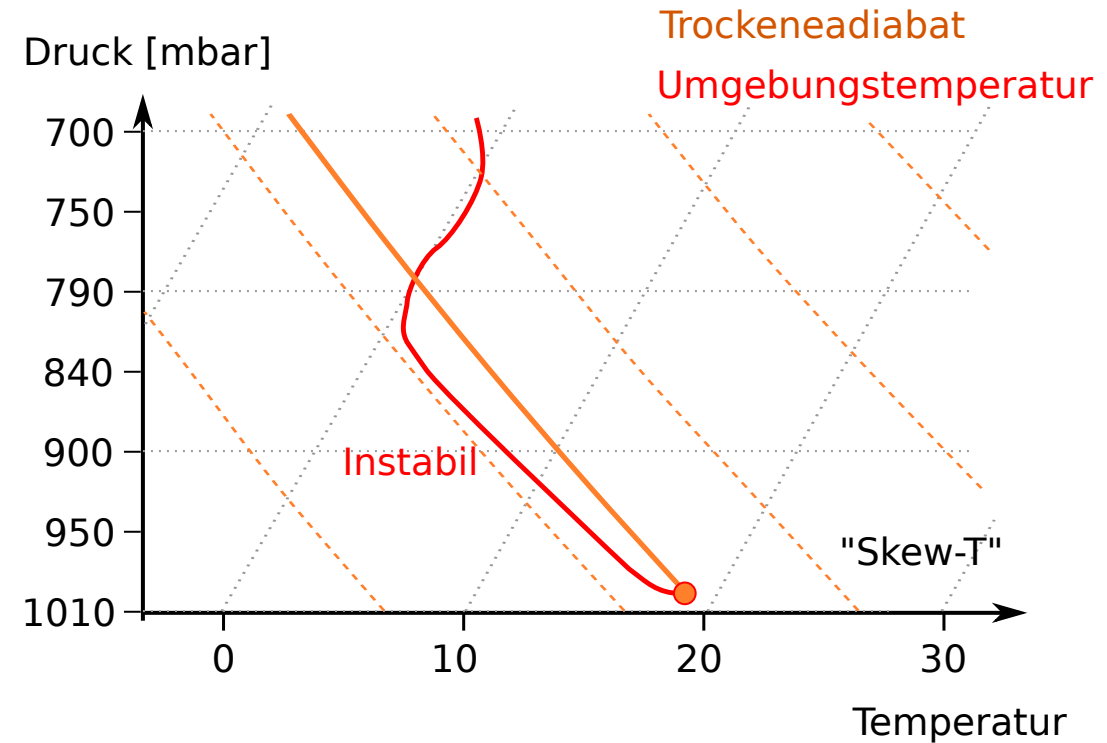
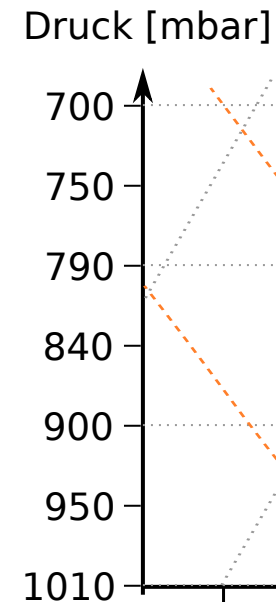
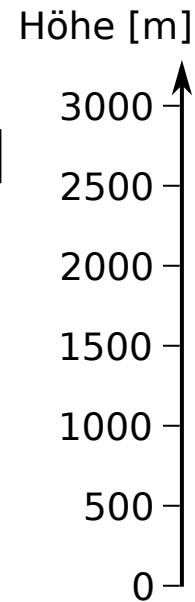
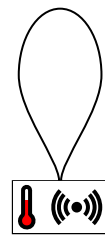
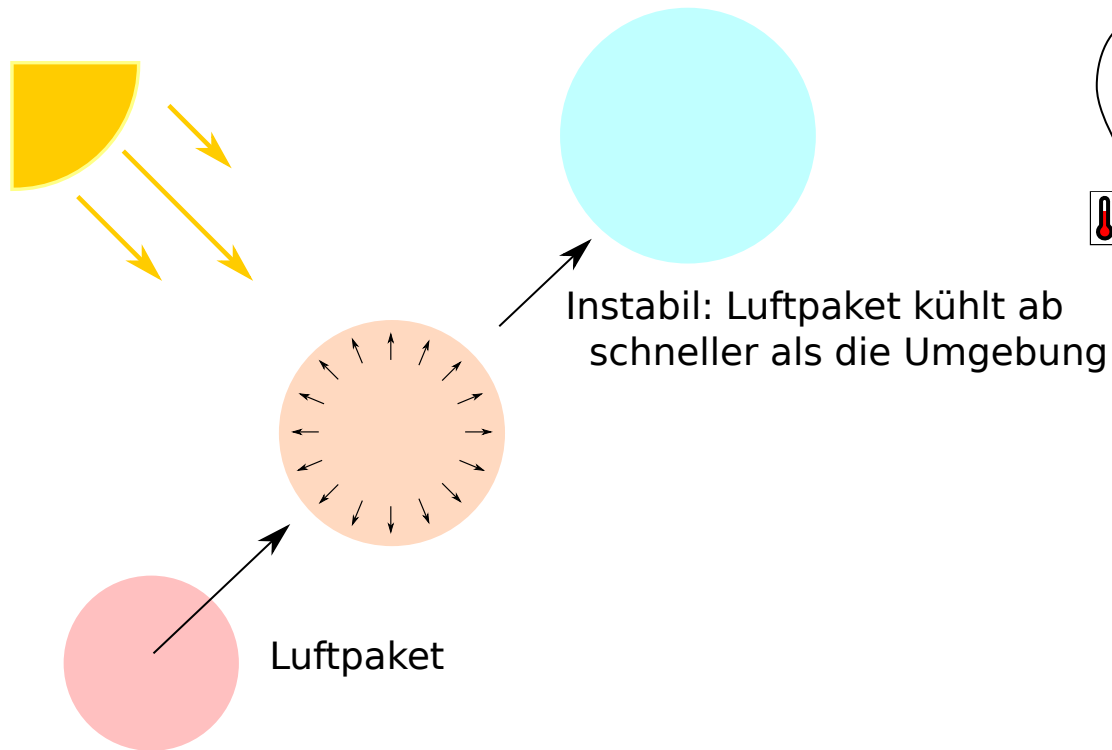
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?



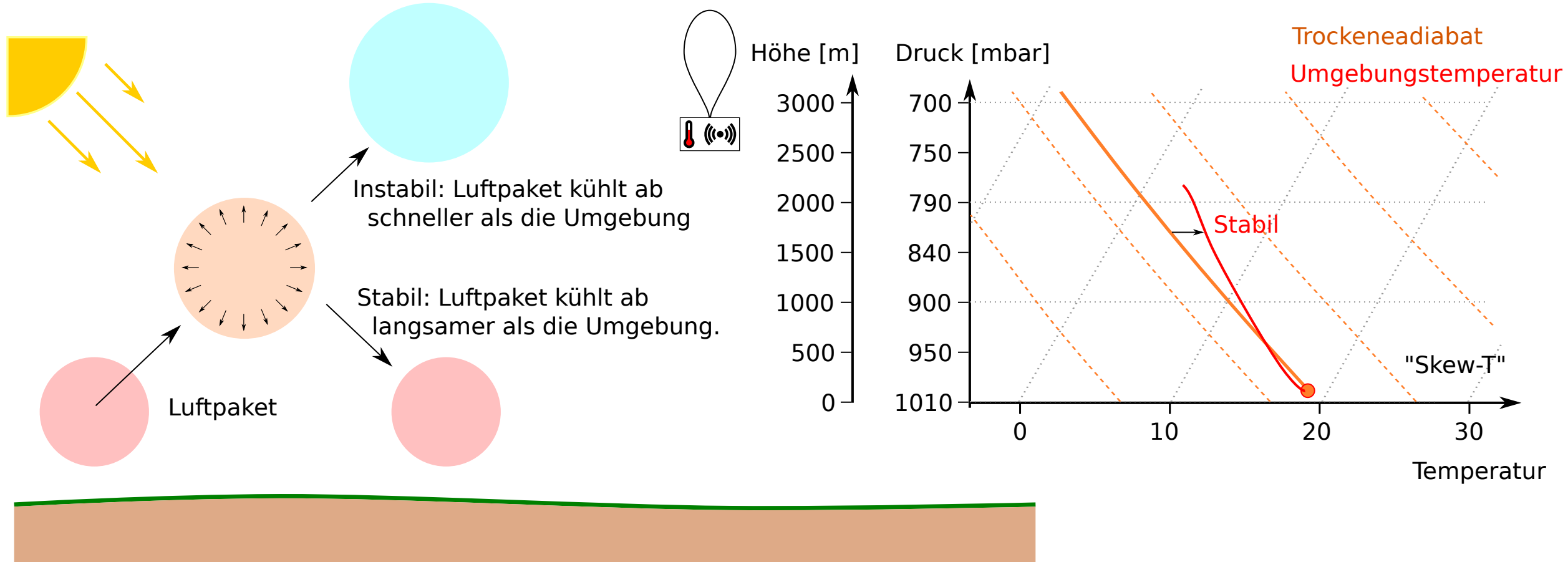
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?
Langsamer --> Instabil. Das Luftpaket steigt weiter.



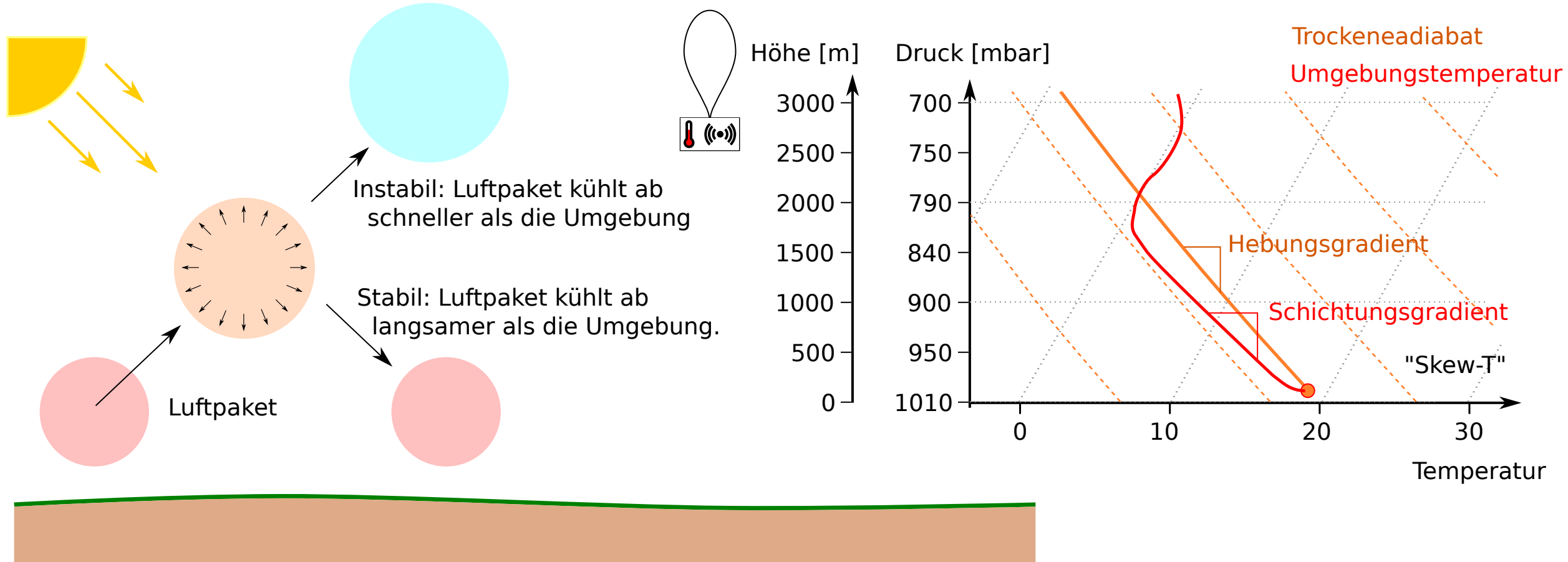
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?
 - Langsamer --> Instabil. Das Luftpaket steigt weiter.
 - Schneller --> Stabil. Das Luftpaket bleibt auf der Höhe mit gleicher Temperatur.



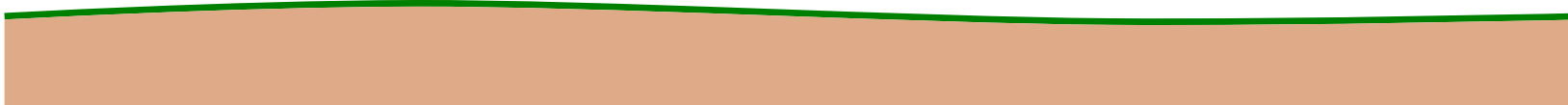
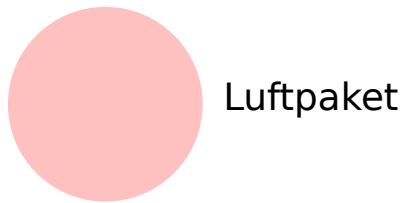
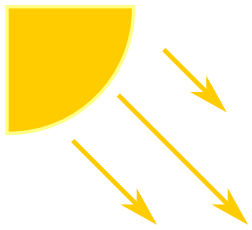
Wann und warum steigt warme Luft auf?

- Ein Luftpaket steigt ohne Vermischung mit der Umgebungsluft und **ohne Energieaustausch** --> *Adiabatisch*
- Atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. --> Volumen wird größer und Temperatur niedriger. Für trockene Luft um $\sim 1^\circ\text{C} / 100\text{m}$
- Nimmt die Temperatur des Luftpaketes schneller oder langsamer ab als die Temperatur der Umgebungsluft?
 - Langsamer --> Instabil. Das Luftpaket steigt weiter.
 - Schneller --> Stabil. Das Luftpaket bleibt auf der Höhe mit gleicher Temperatur.



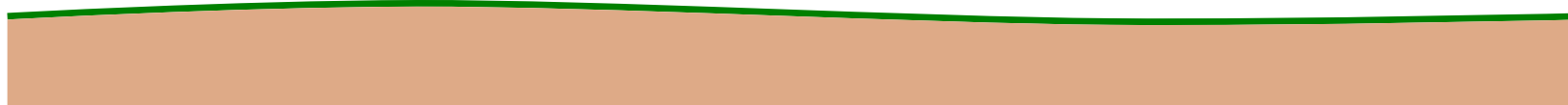
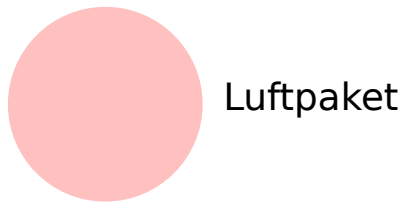
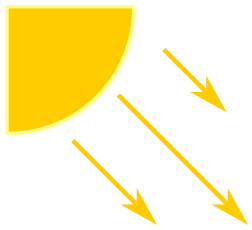
Echte Thermik

- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung



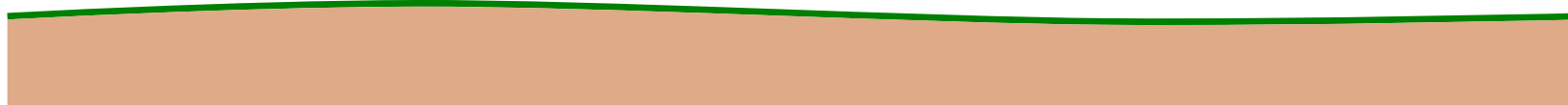
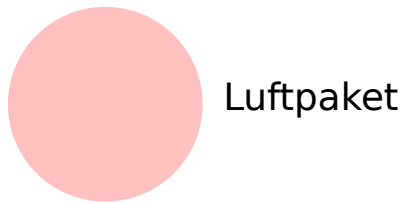
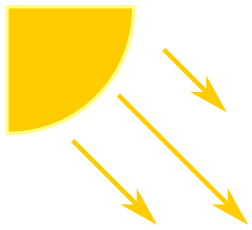
Echte Thermik

- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung



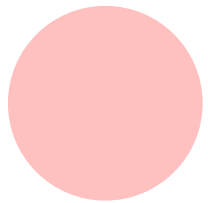
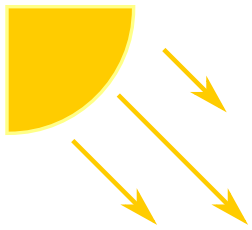
Echte Thermik

- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung

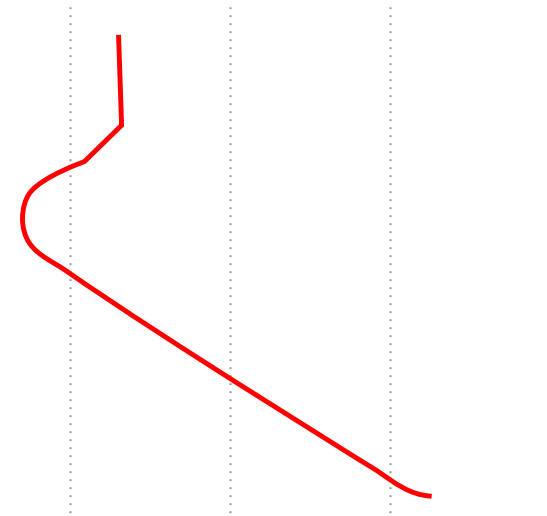


Echte Thermik

- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung

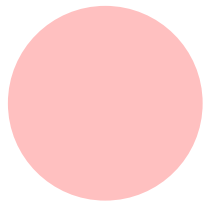
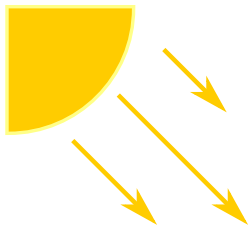


Luftpaket

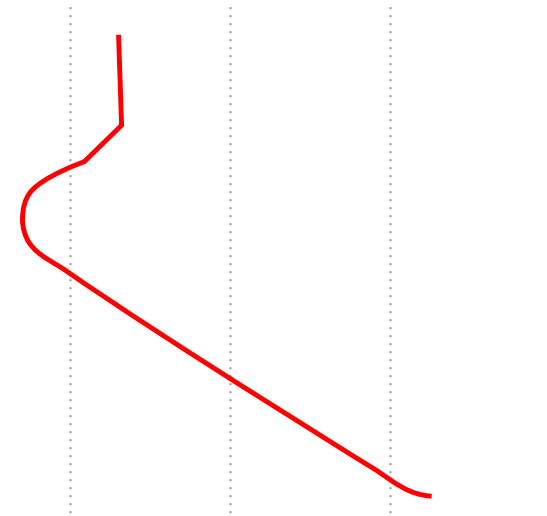


Echte Thermik

- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung

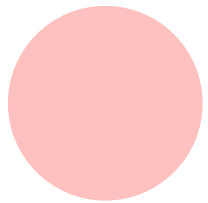
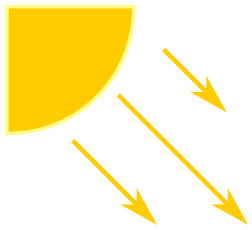


Luftpaket

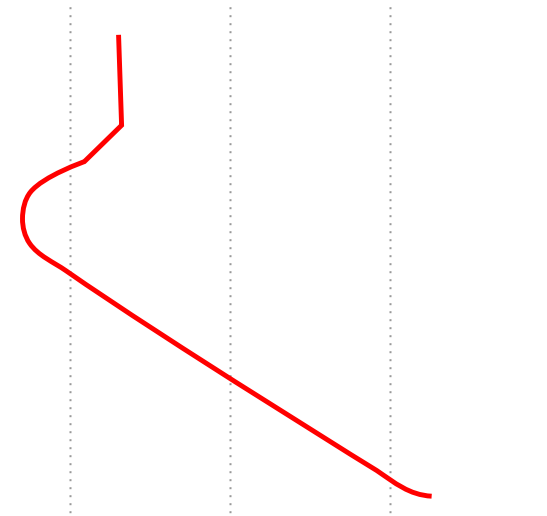


Echte Thermik

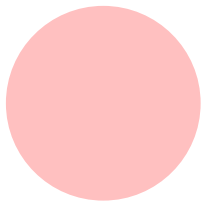
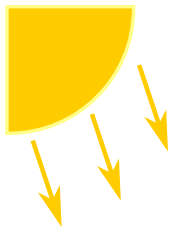
- Das Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung



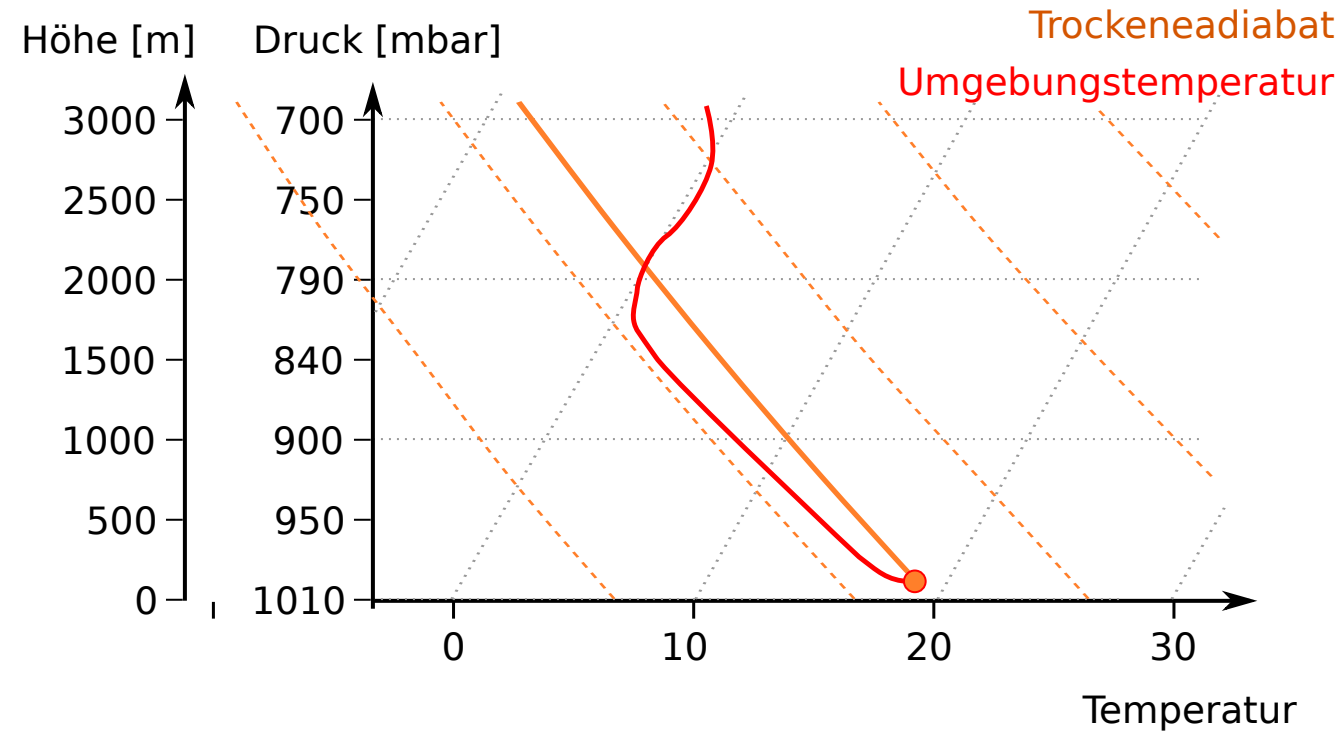
Luftpaket



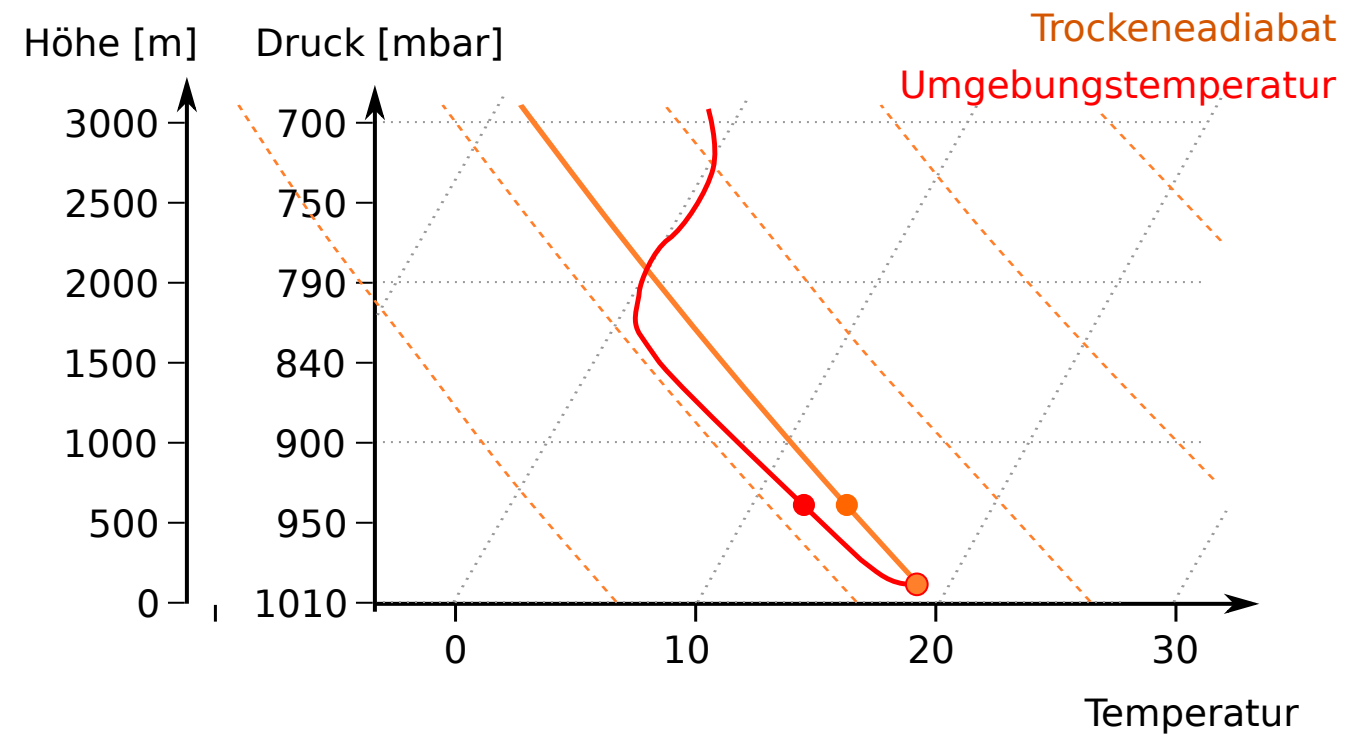
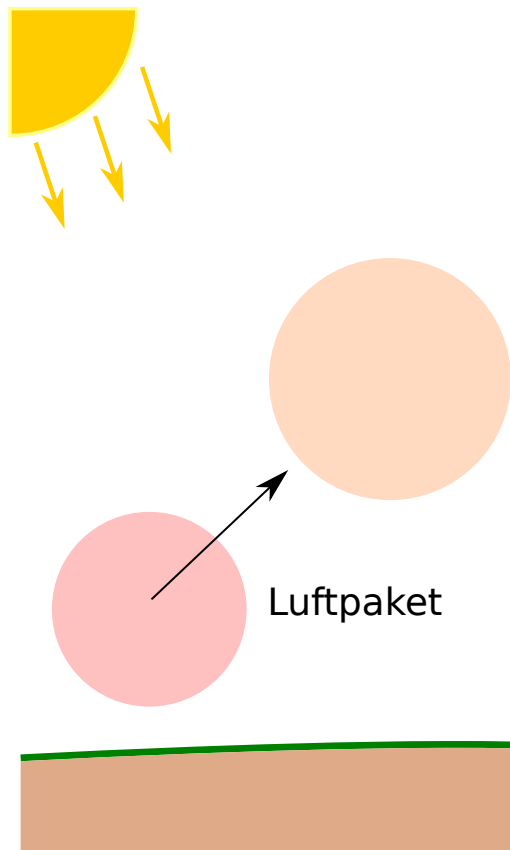
Wann hört der Aufstieg auf?



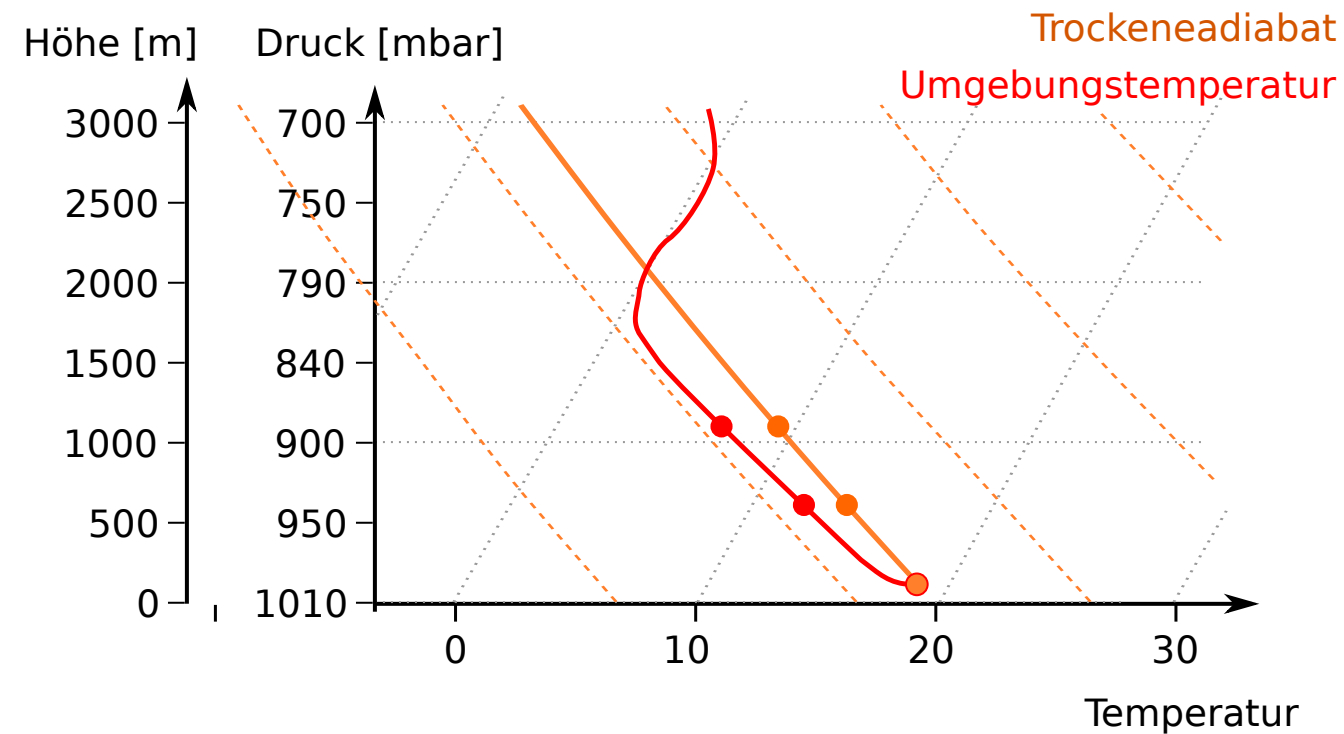
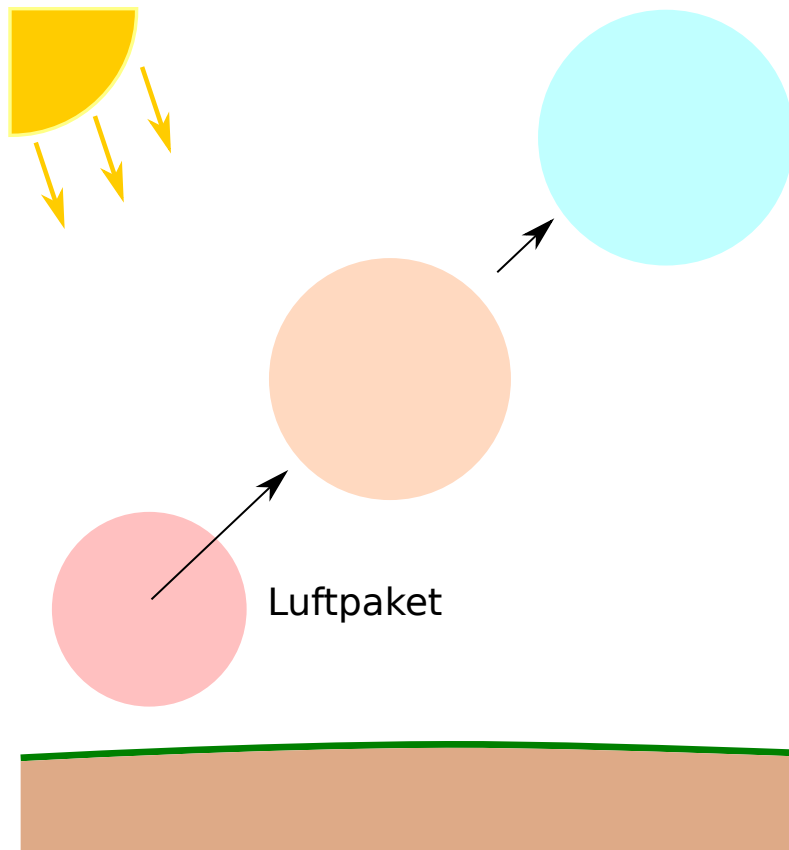
Luftpaket



Wann hört der Aufstieg auf?

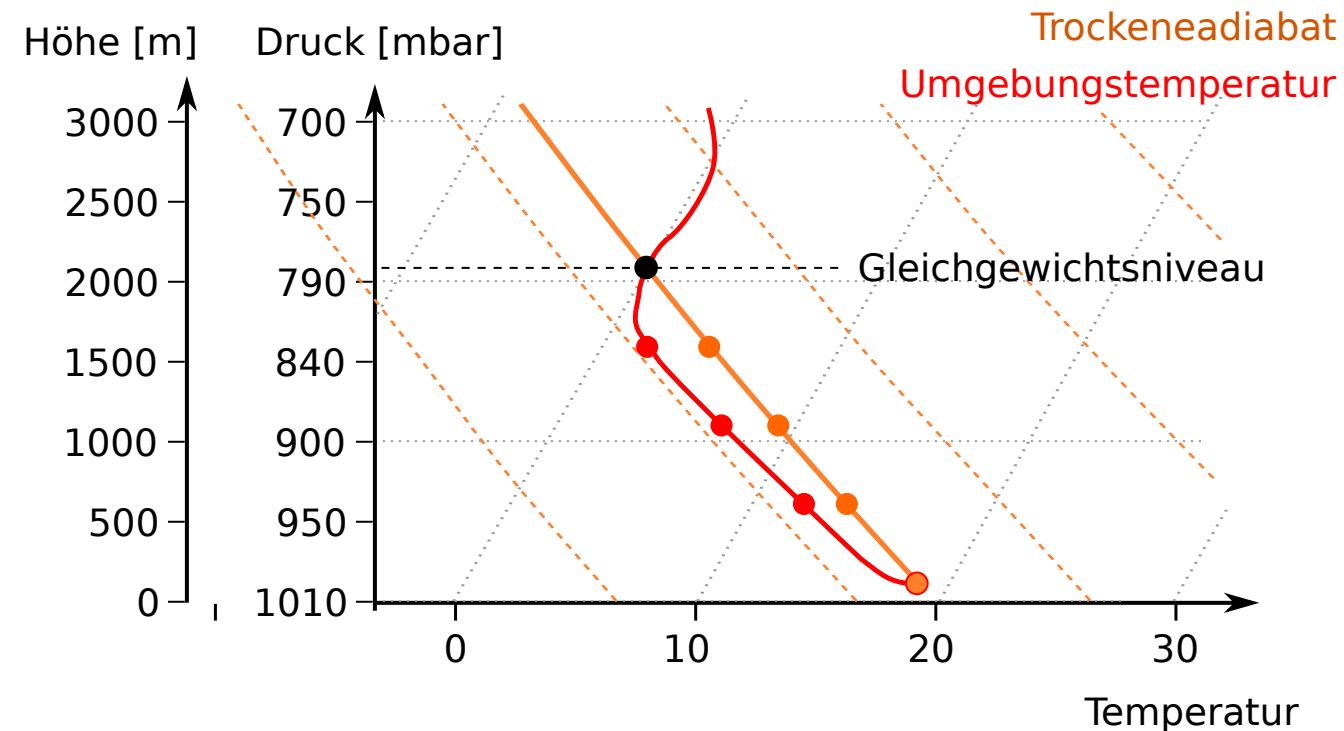
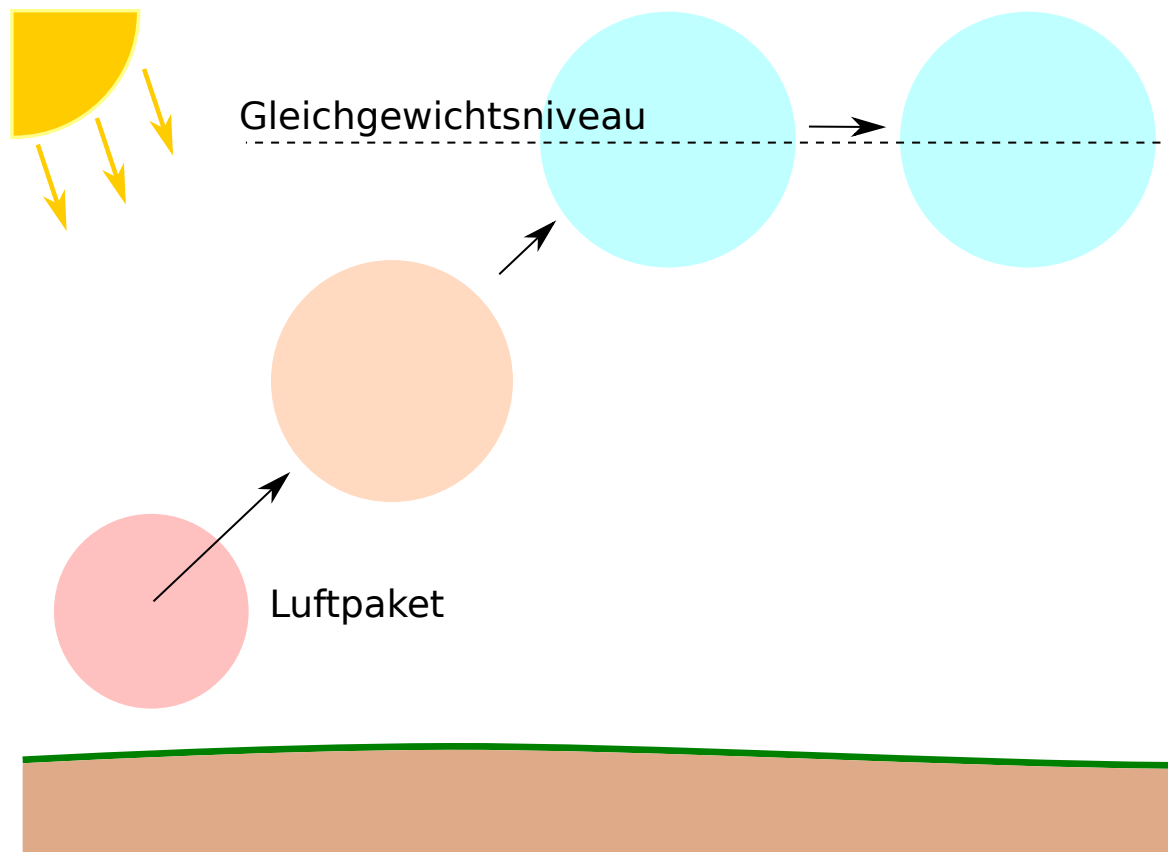


Wann hört der Aufstieg auf?



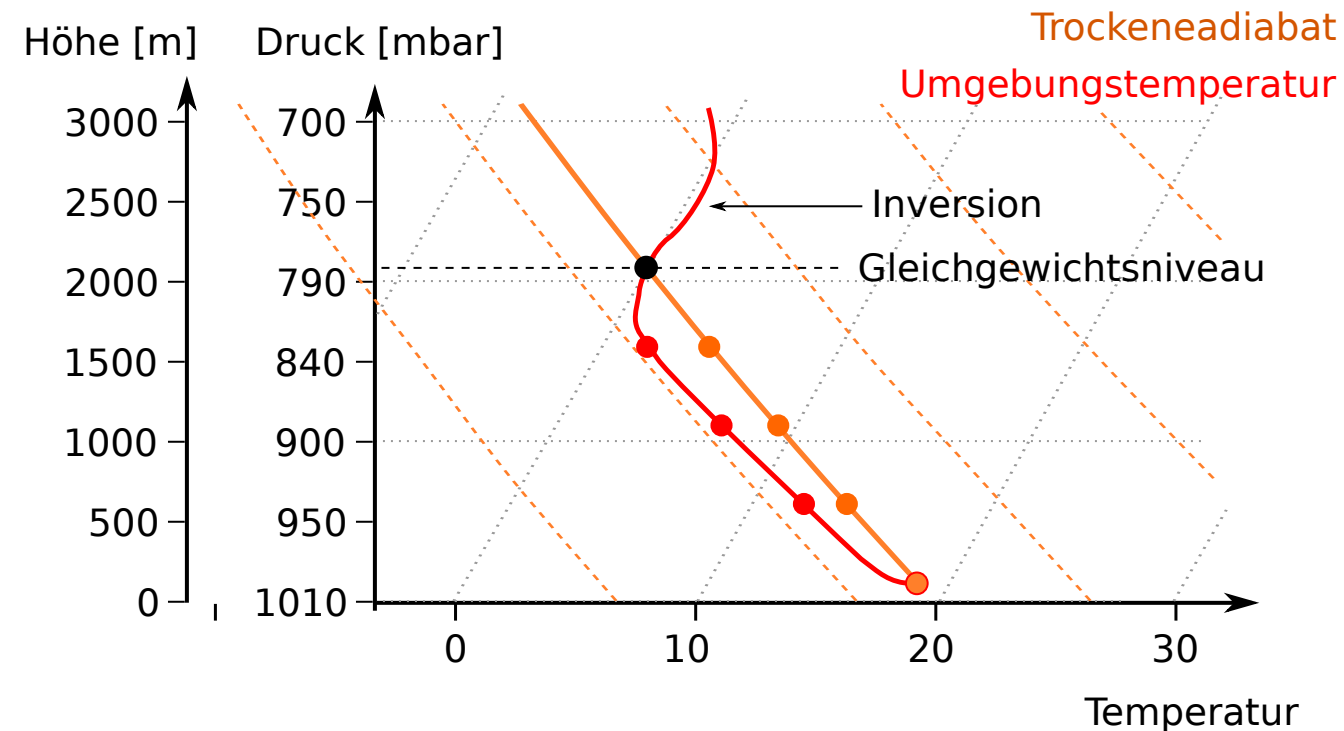
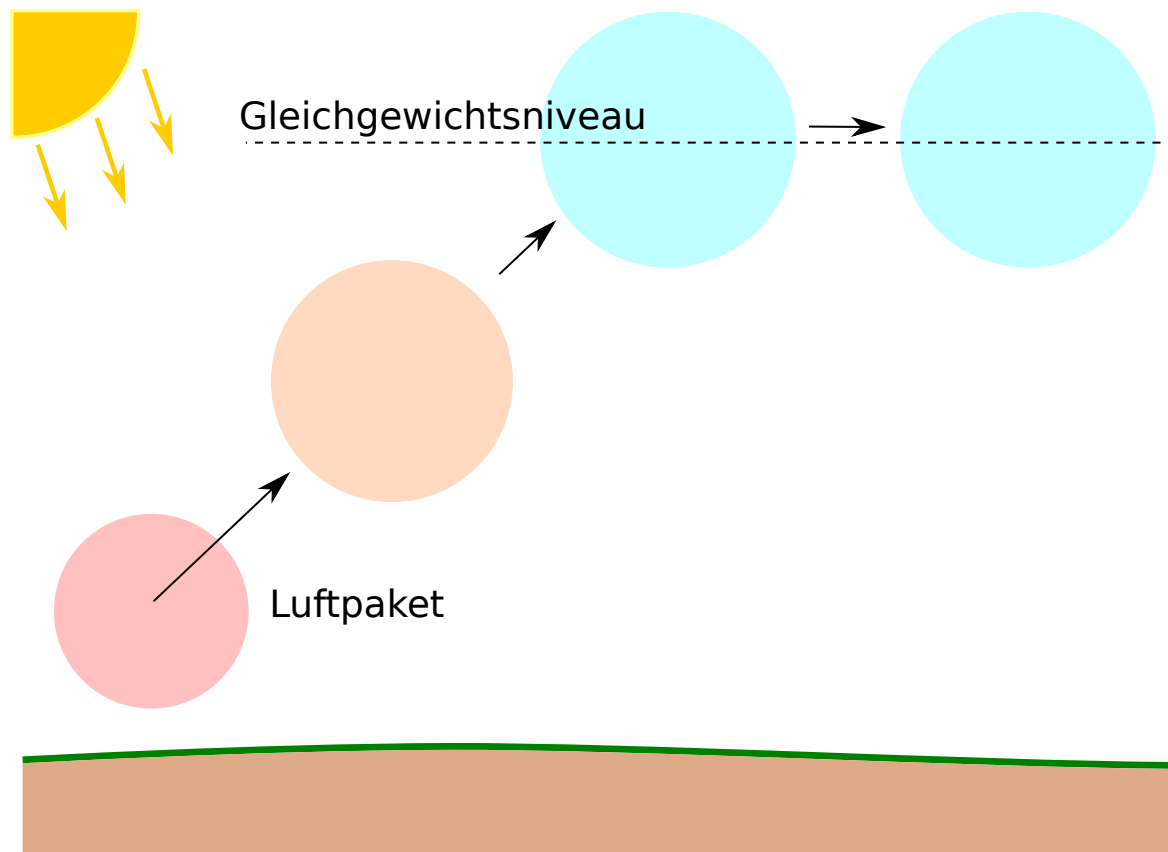
Wann hört der Aufstieg auf?

- Das Luftpaket hört auf zu steigen, wenn es wieder die gleiche Temperatur wie die Umgebung hat --> Gleichgewichtsniveau
- Der Schichtungsgradient wird kleiner als der Hebungsgradient --> Stabil



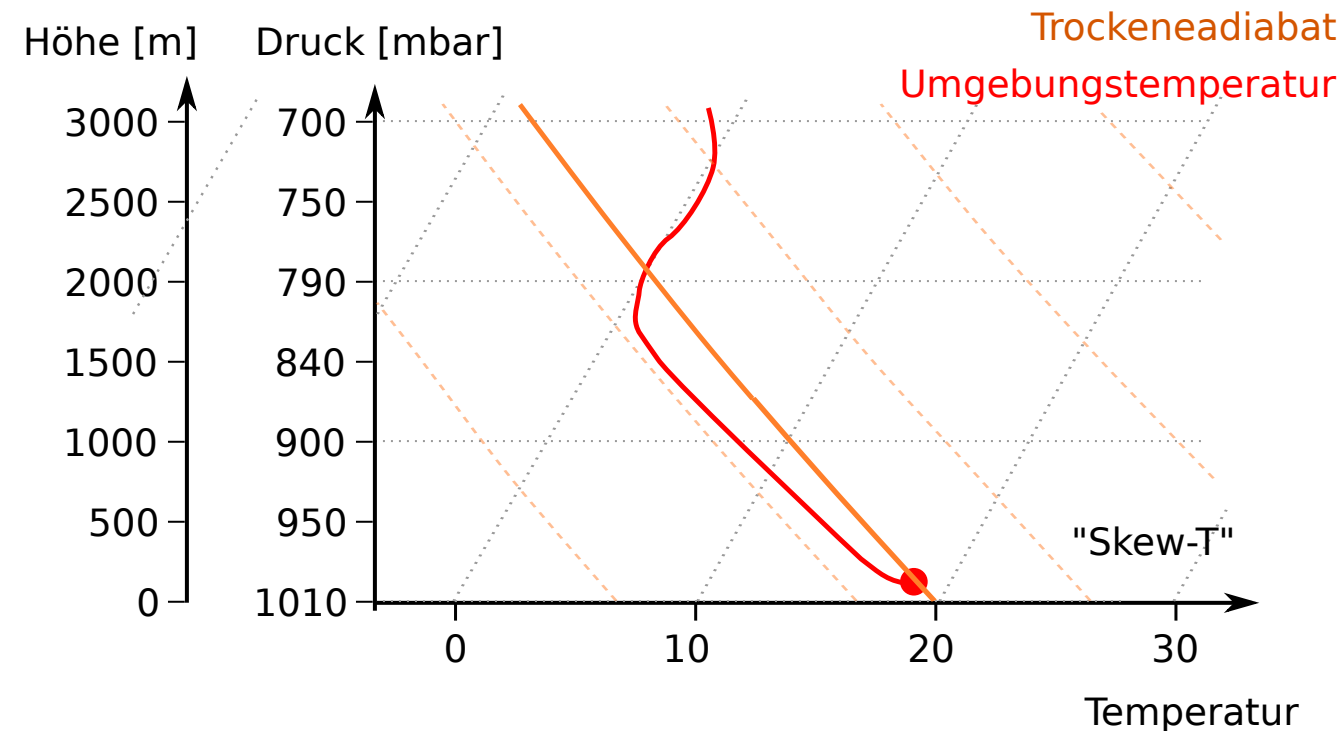
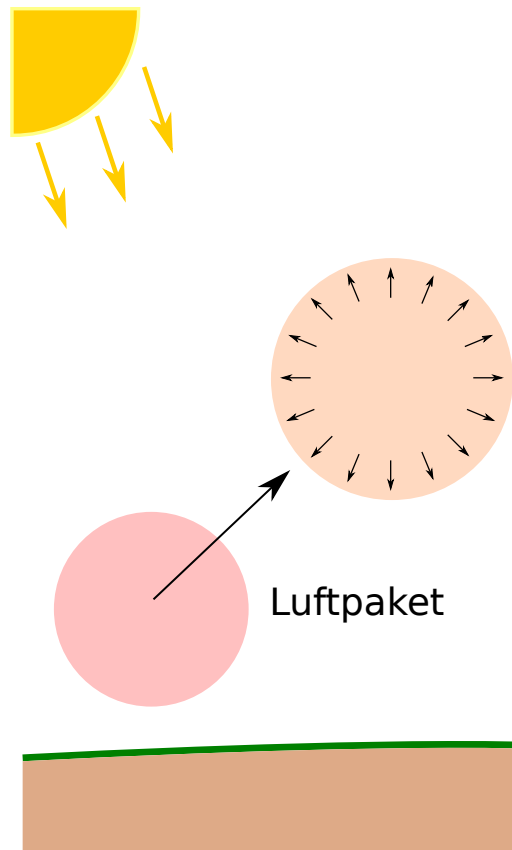
Wann hört der Aufstieg auf?

- Das Luftpaket hört auf zu steigen, wenn es wieder die gleiche Temperatur wie die Umgebung hat --> Gleichgewichtsniveau
- Der Schichtungsgradient wird kleiner als der Hebungsgradient --> Stabil
- Der Schichtungsgradient wird oft positiv --> Umgebungstemperatur steigt mit der Höhe --> *Inversion*



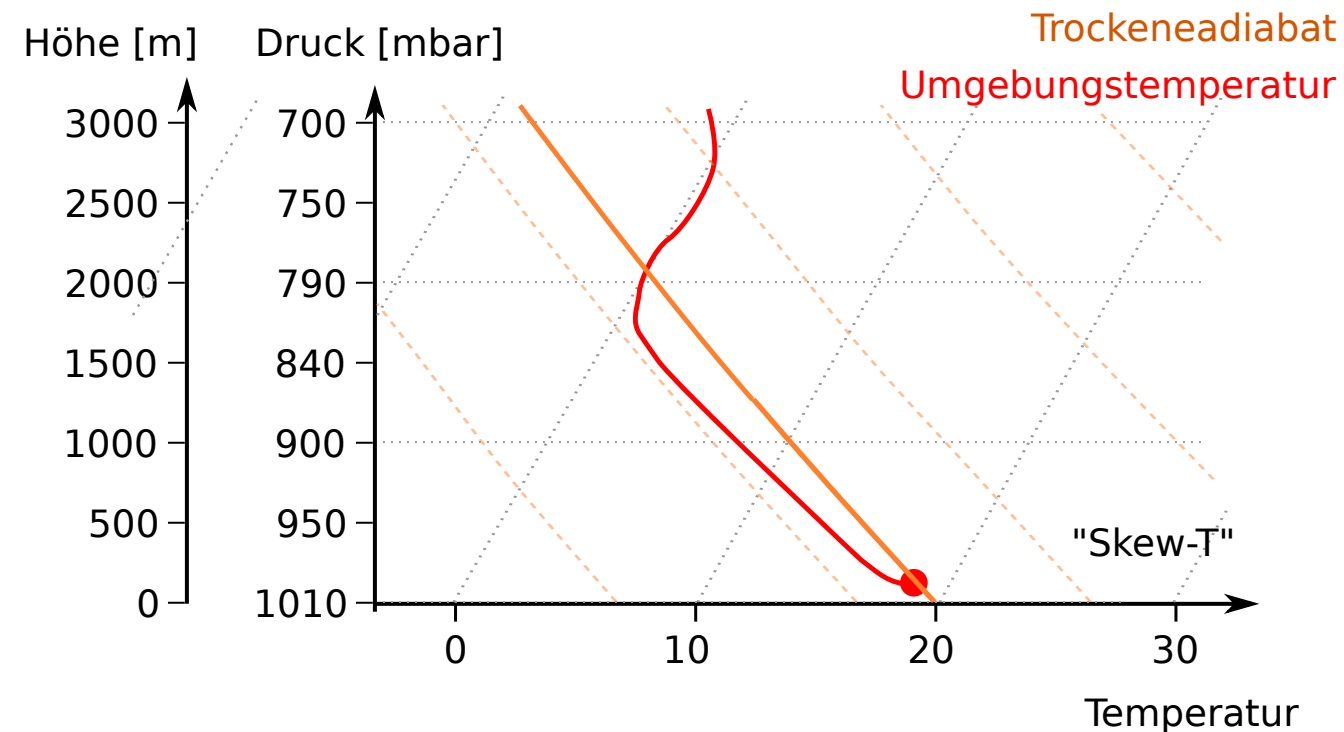
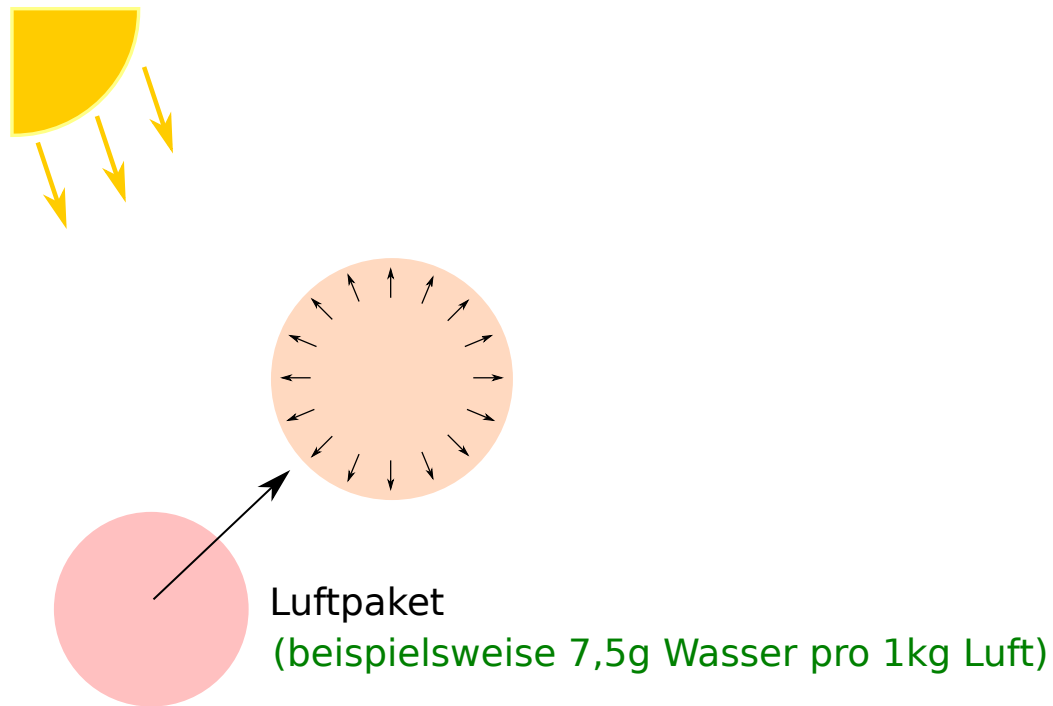
Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab



Warum entstehen Cumulus wolken?

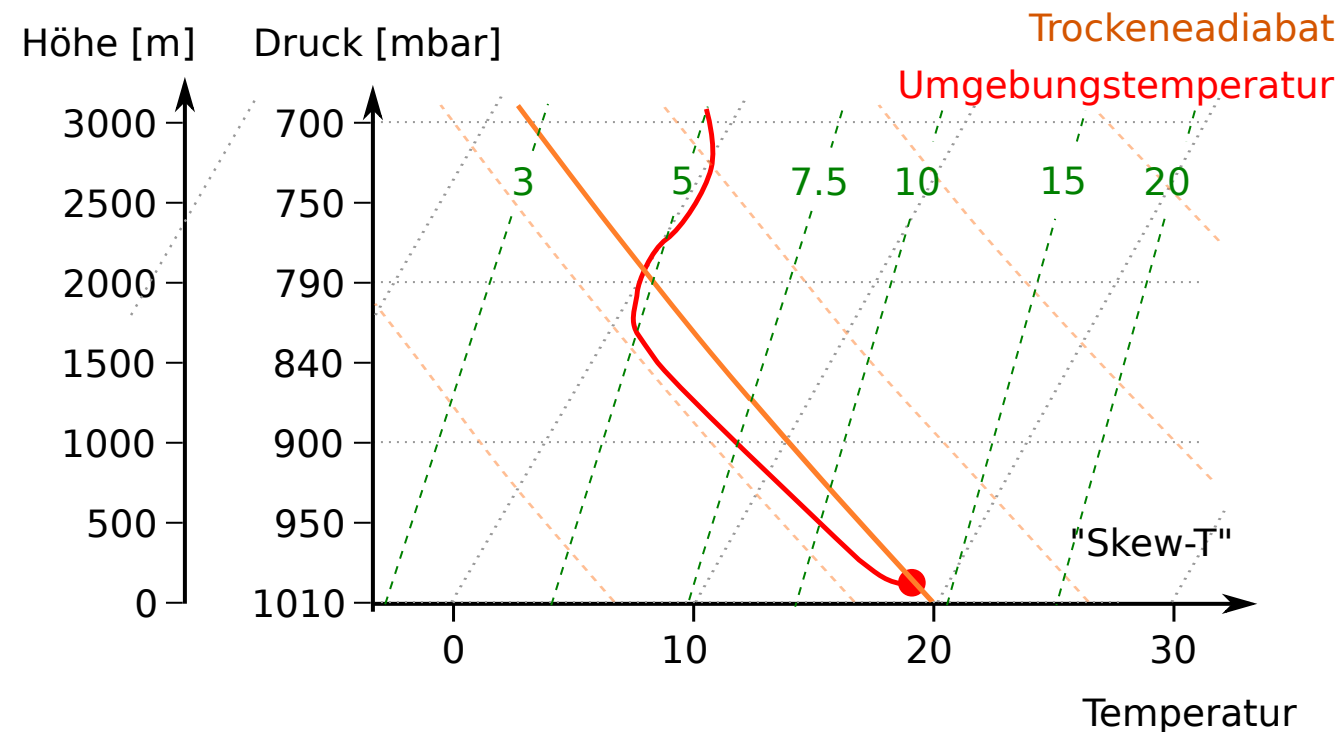
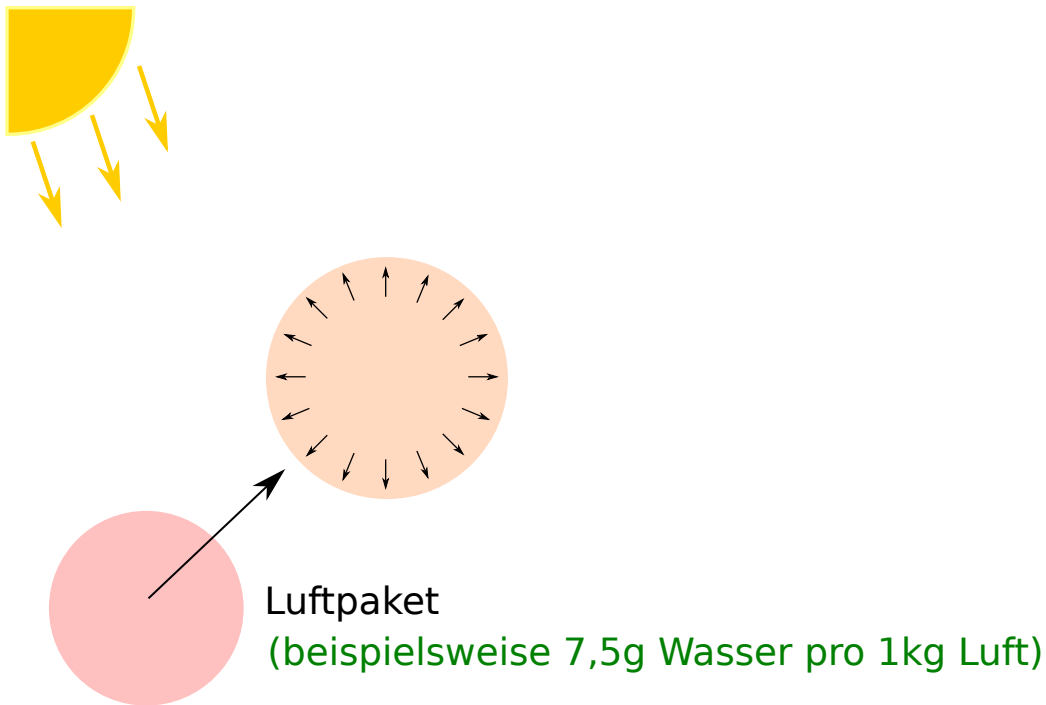
- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)



Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)

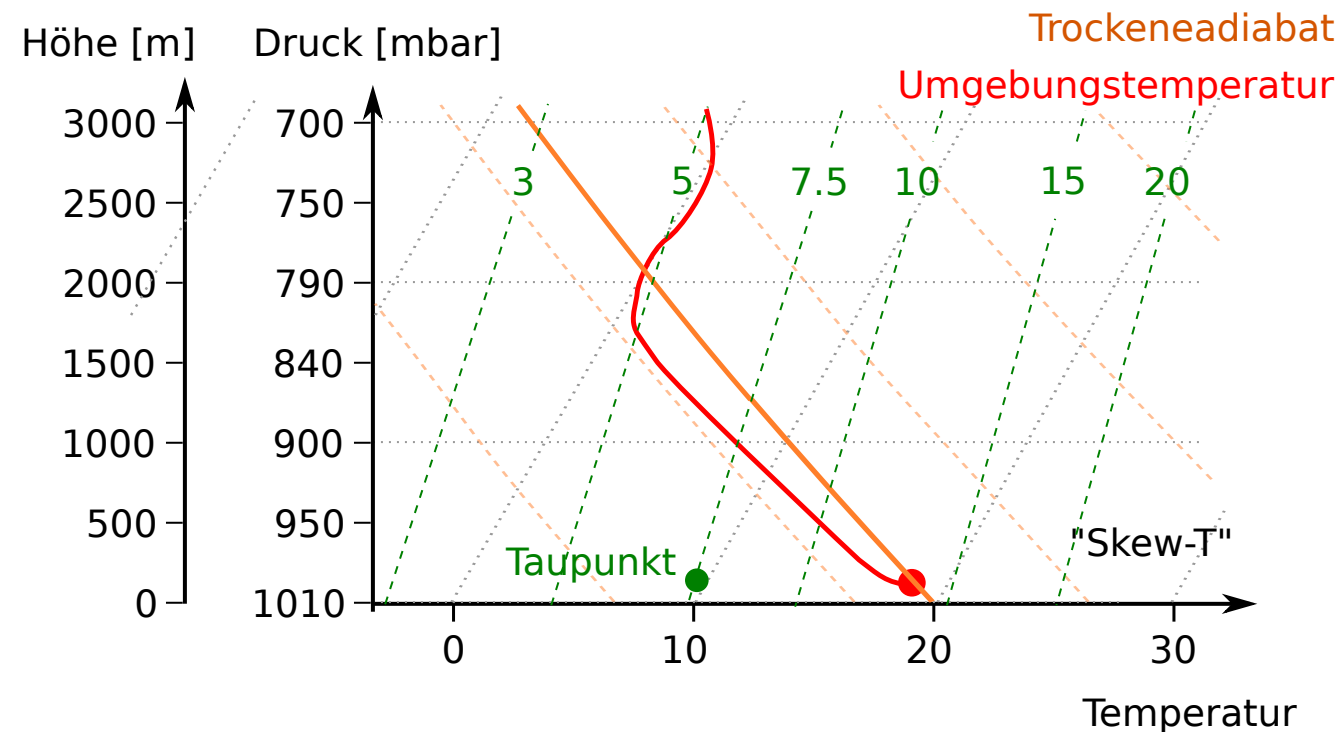
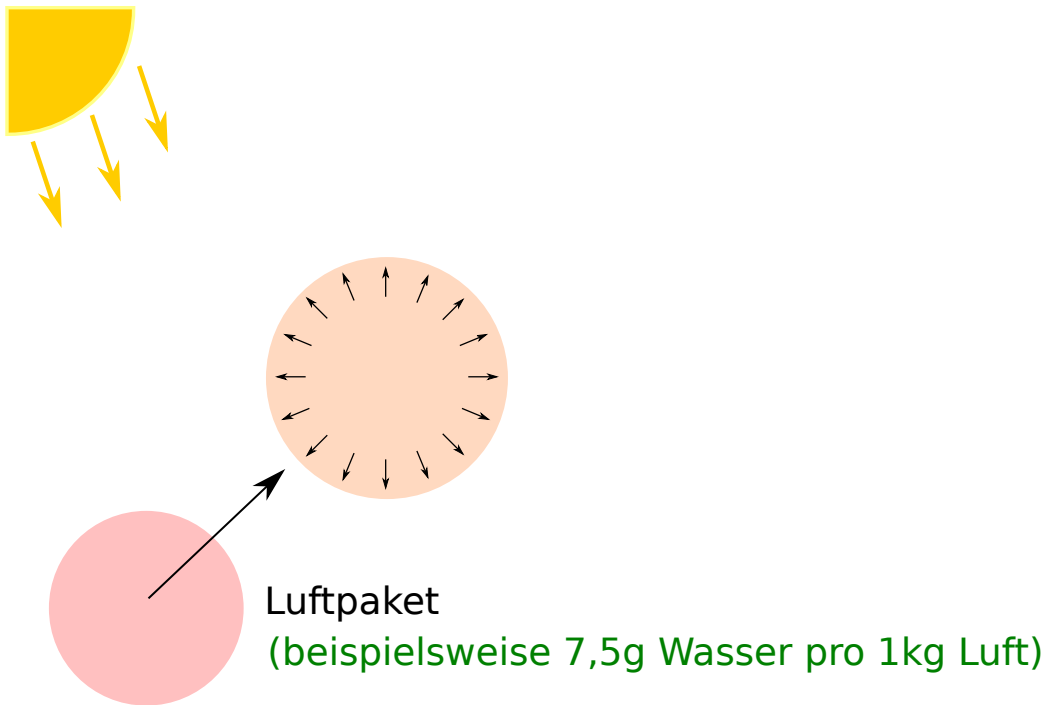
Mischungsverhältnis [g/kg]



Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)

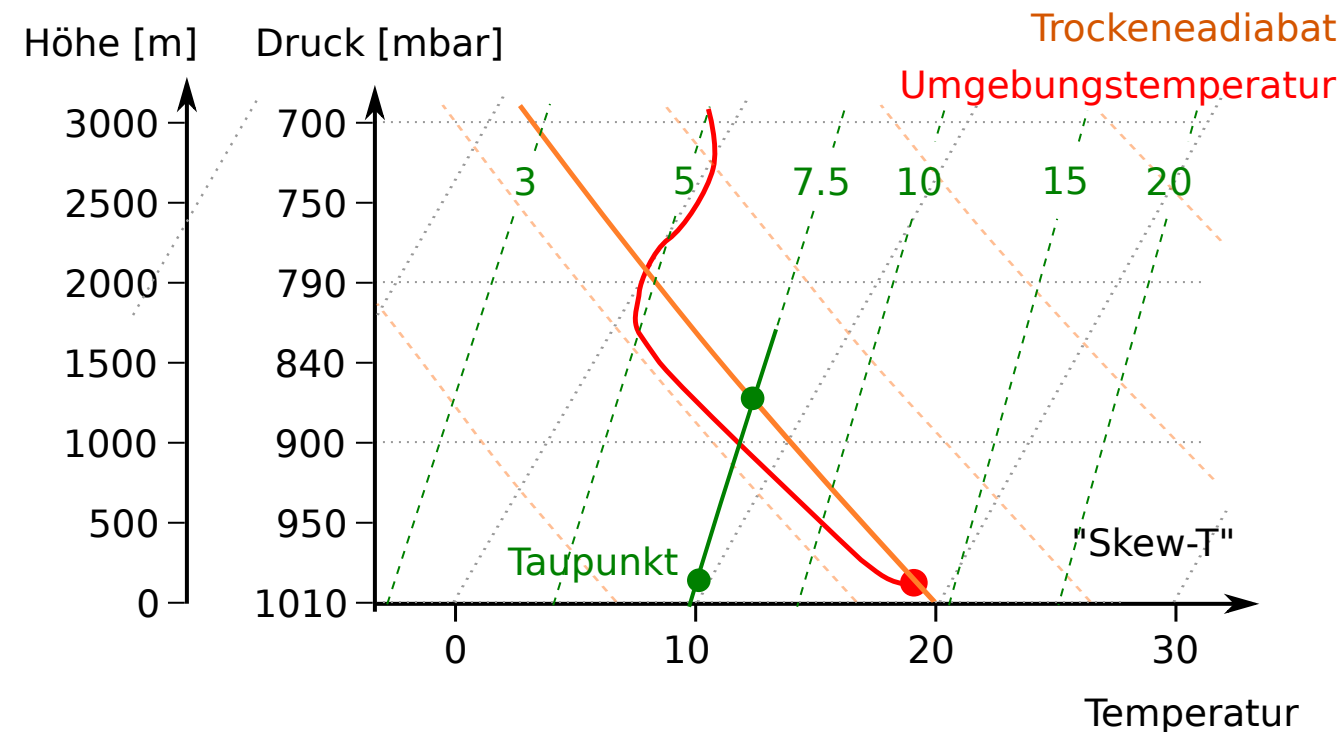
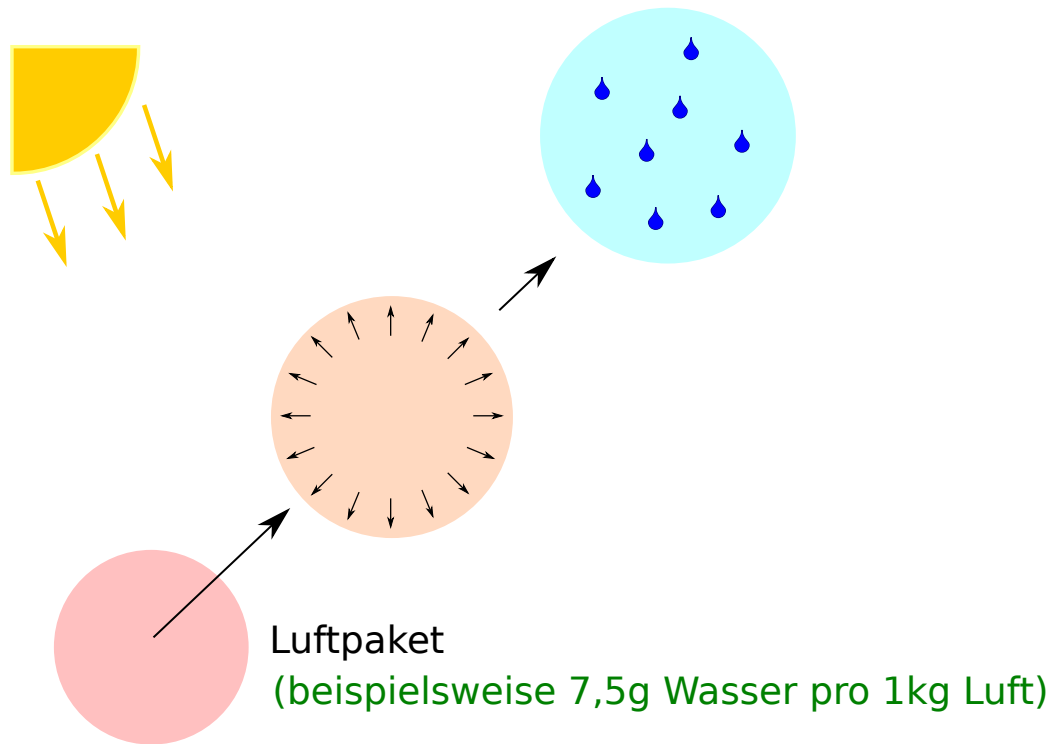
Mischungsverhältnis [g/kg]



Warum entstehen Cumulus wolken?

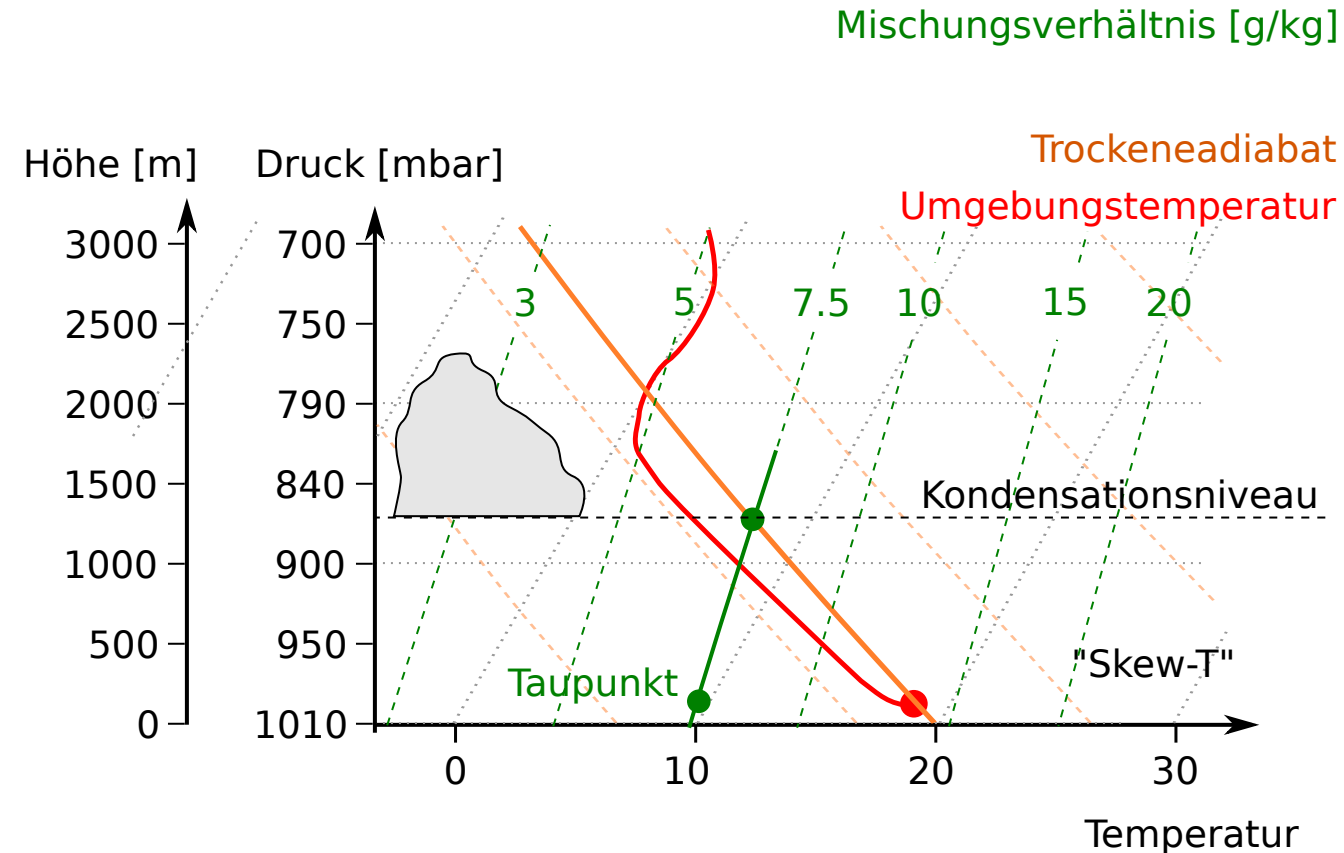
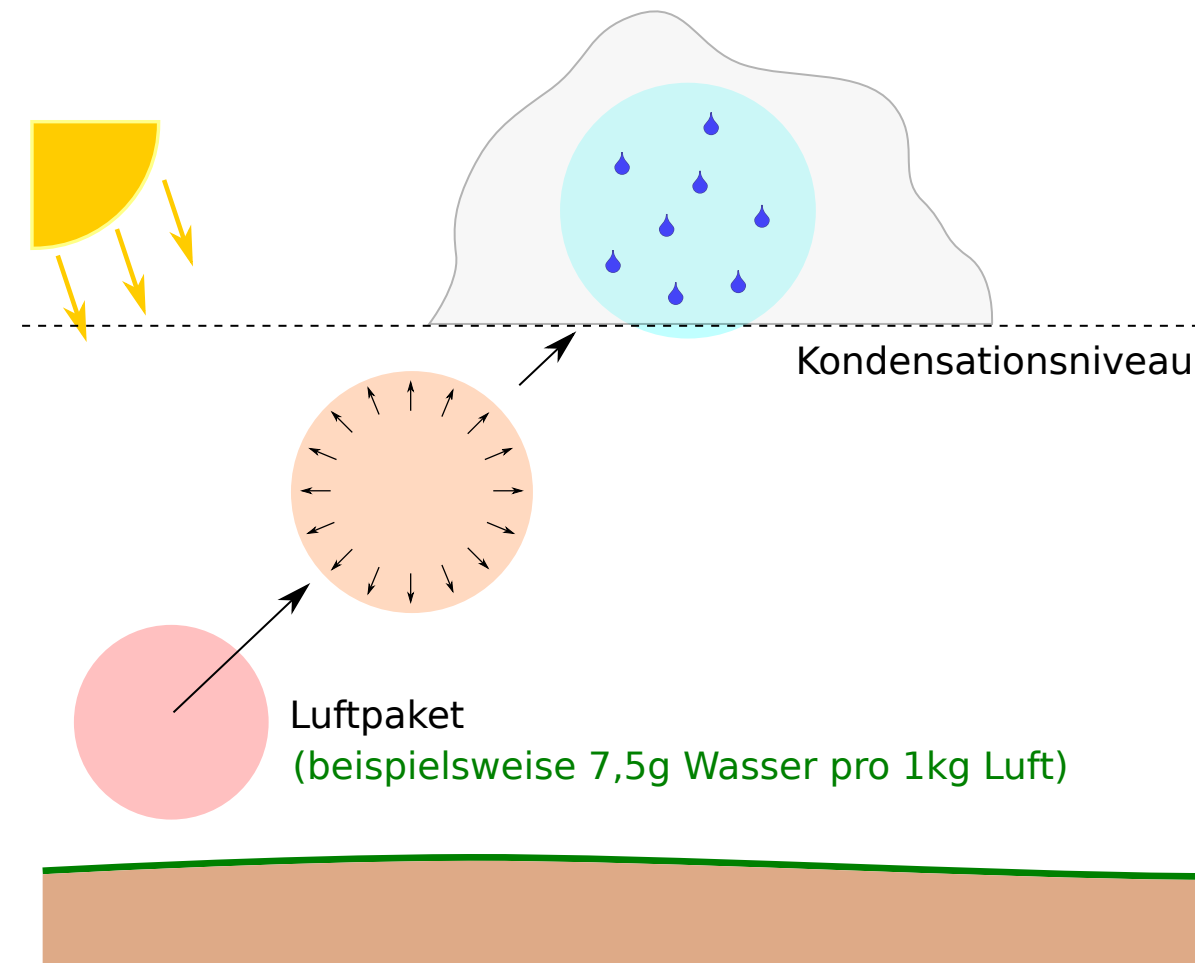
- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)

Mischungsverhältnis [g/kg]



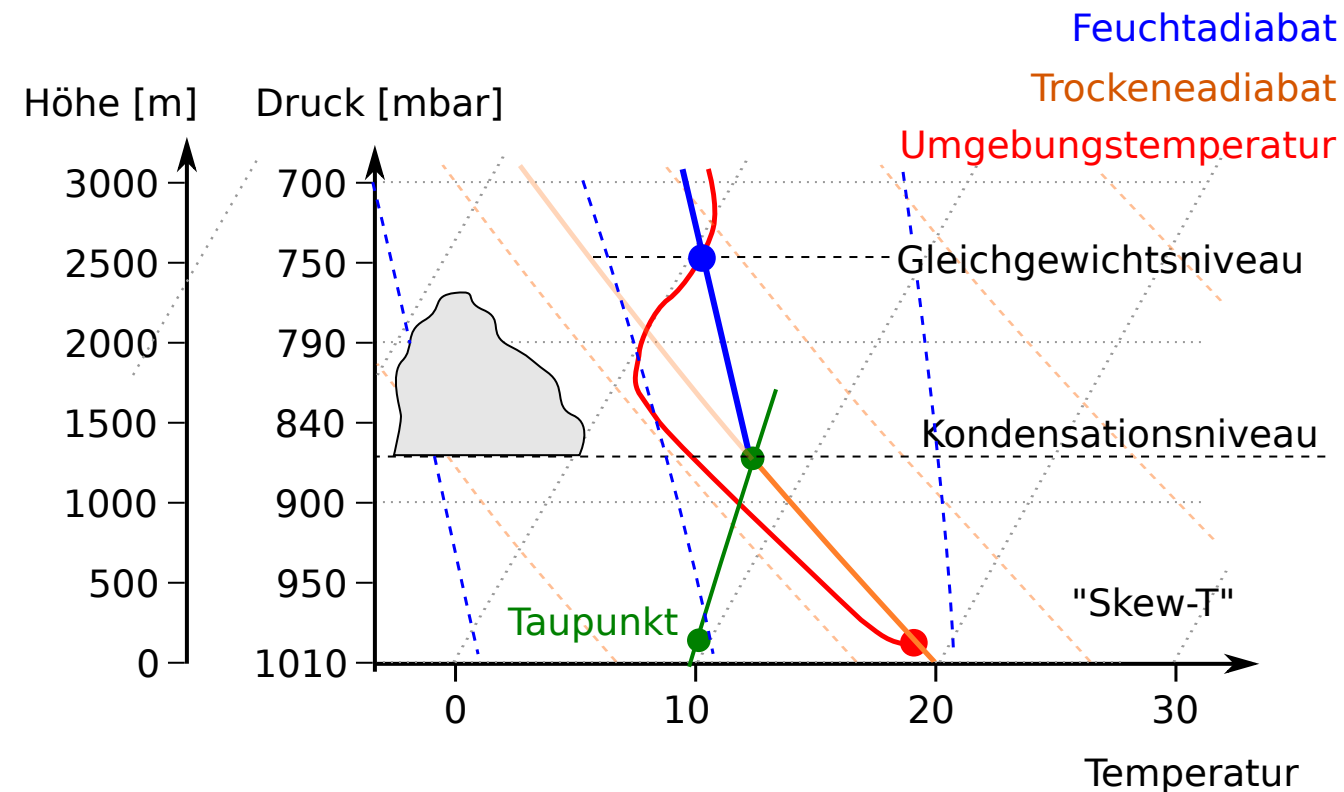
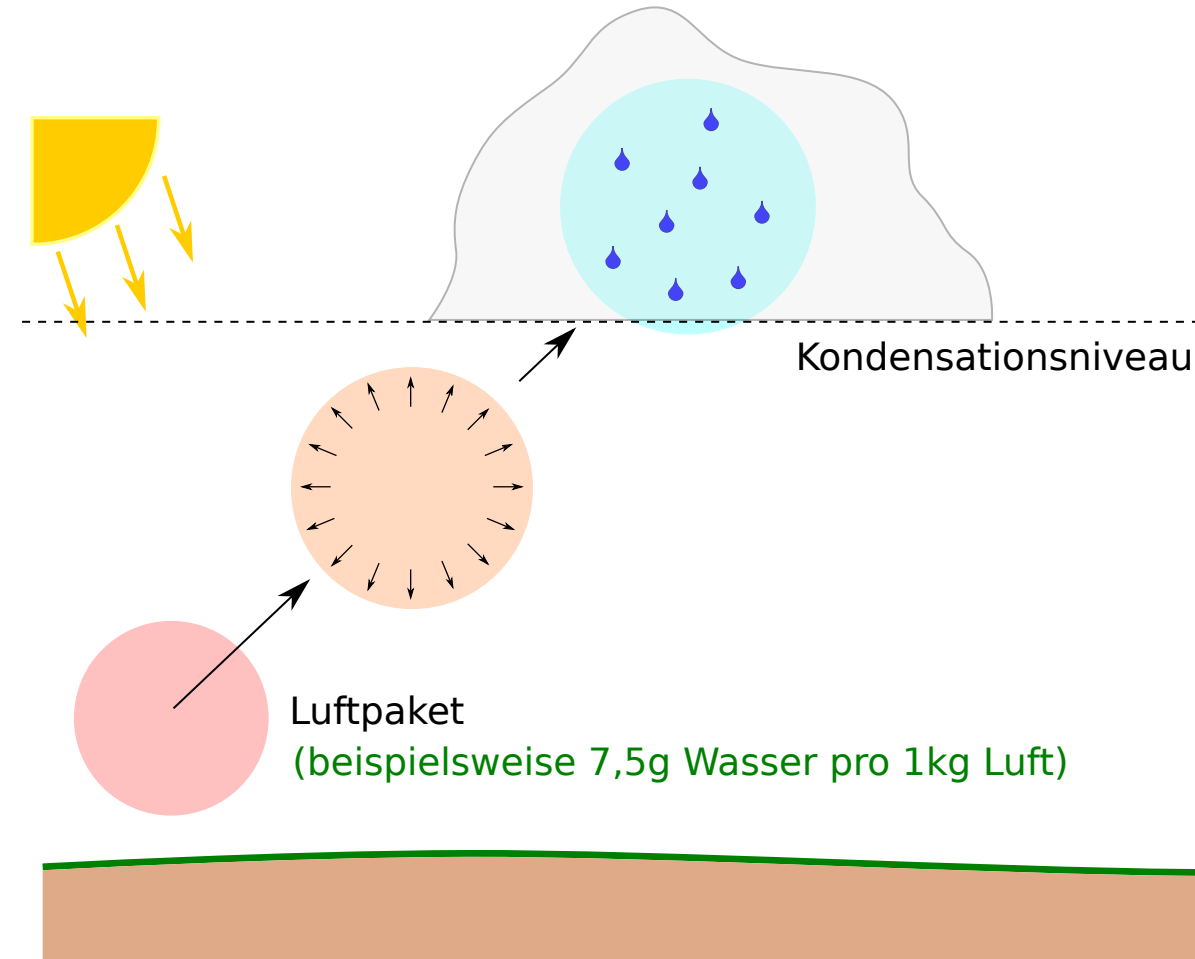
Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)



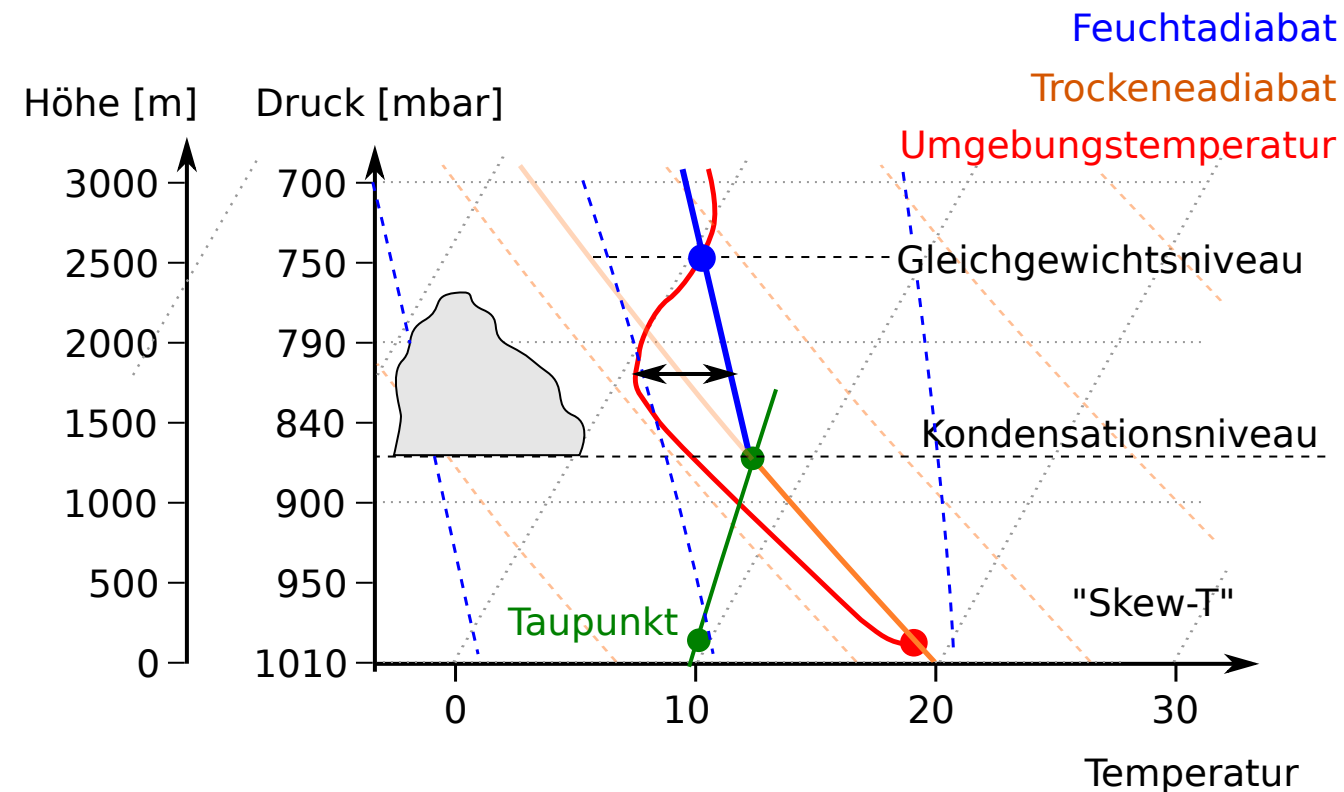
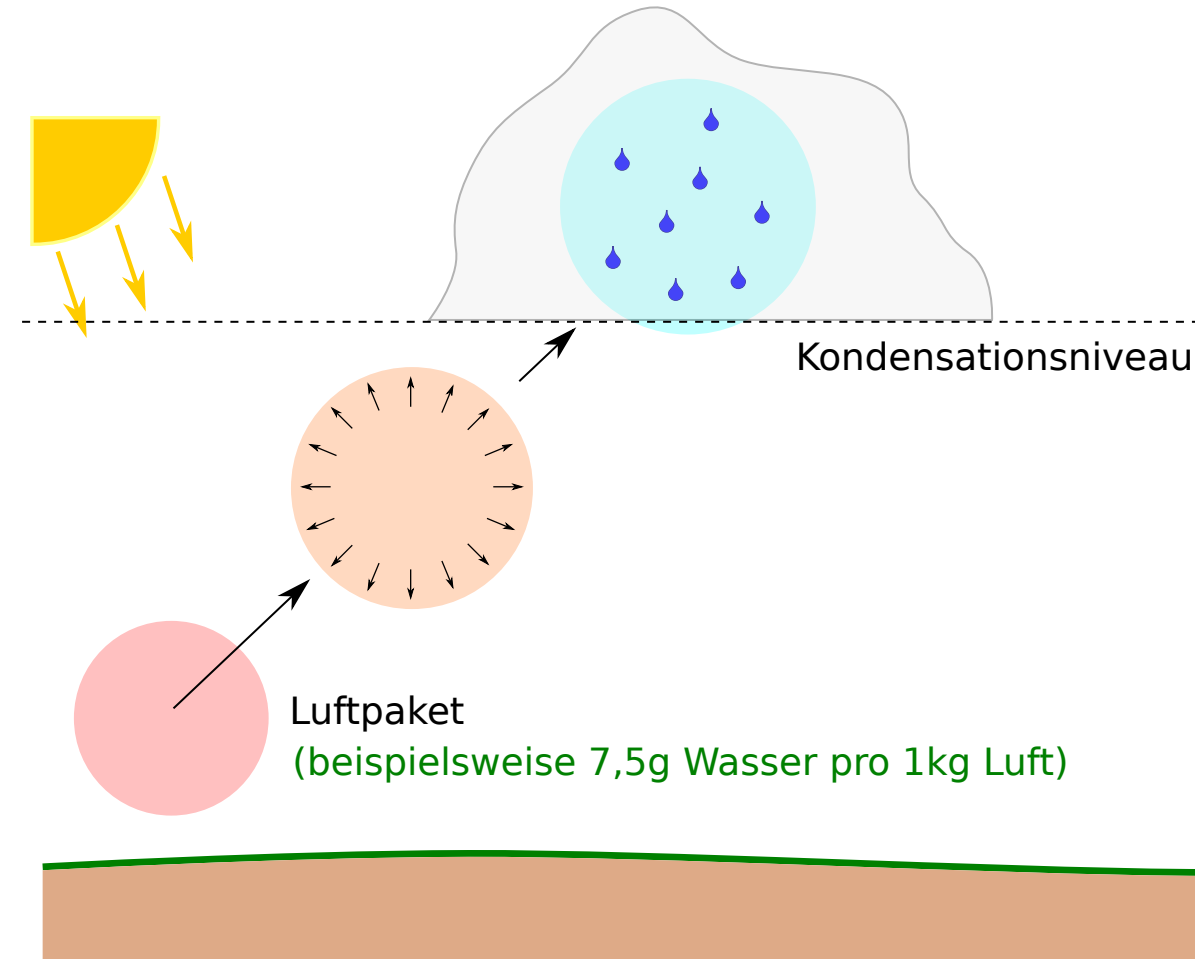
Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)
- Ab dem Kondensationsniveau, gibt der Kondensationsprozess auch Energie ab und die Luft wird langsamer kälter.
--> **Feuchtadiabatische Hebungsgradient** ~ **0.6°C / 100m**



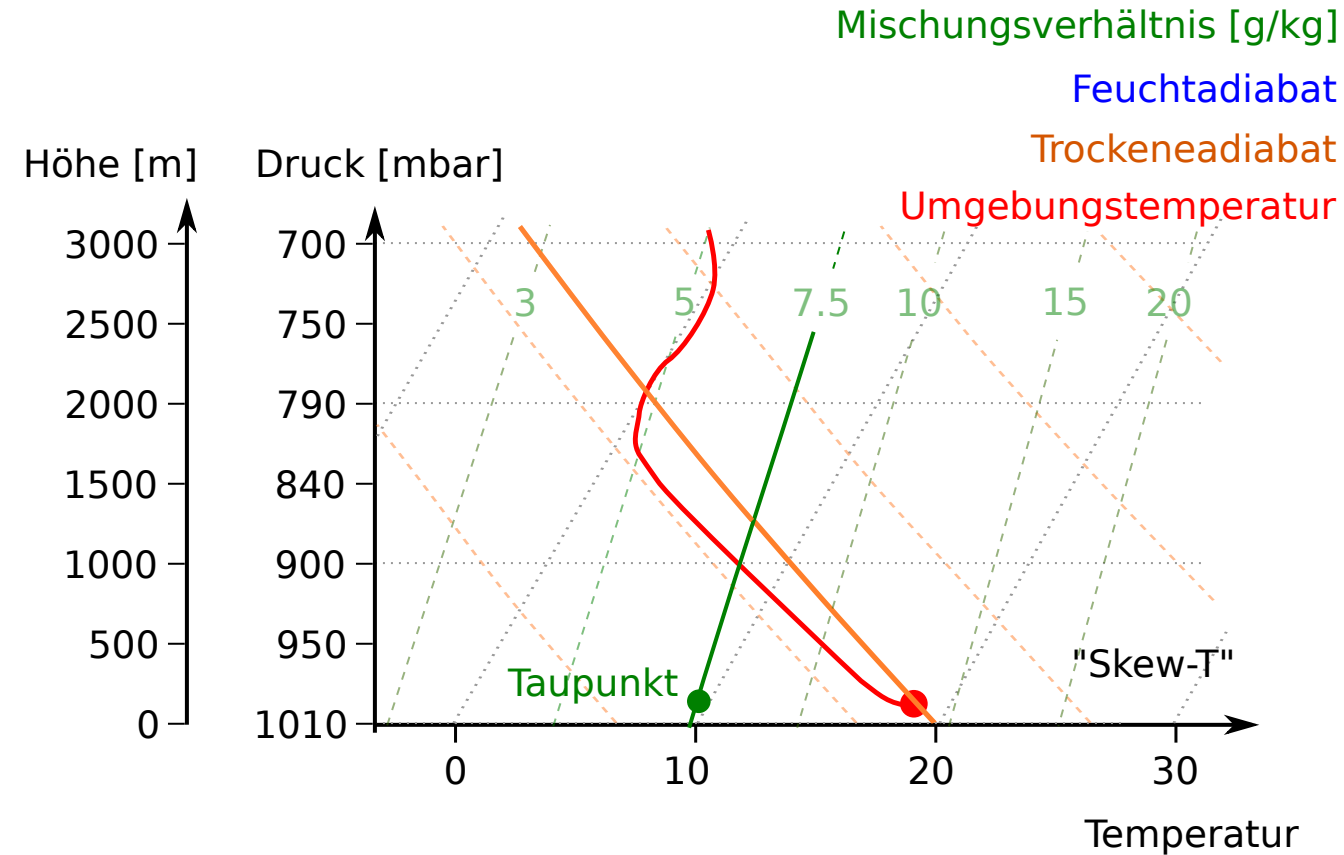
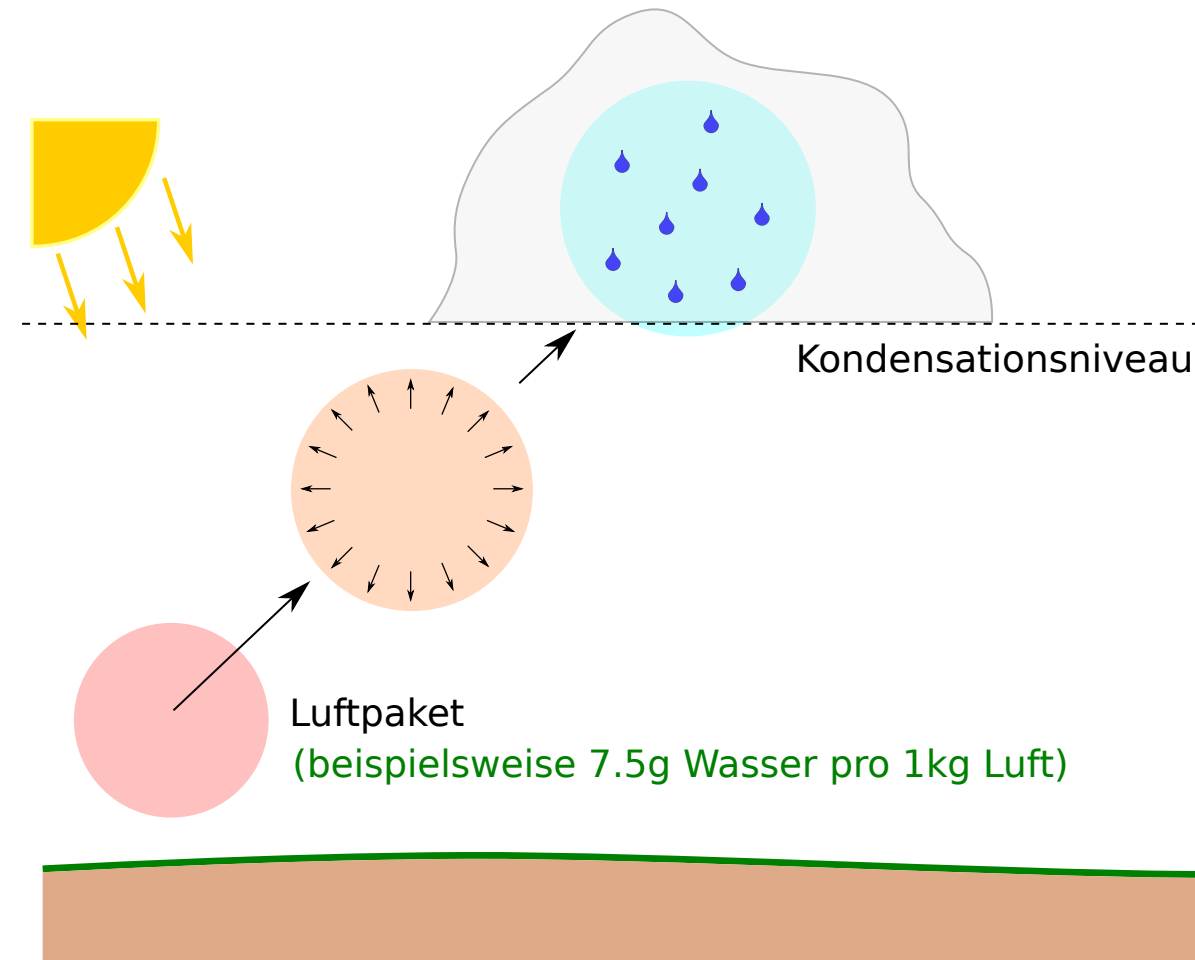
Warum entstehen Cumulus wolken?

- Der Luft enthält Feuchtigkeit. Wolken bilden sich aus der Kondensation wenn mehr Feuchtigkeit als der Luft tragen kann.
- Wie viel Feuchtigkeit das Luftpaket tragen kann, hängt von der Temperatur und dem Druck ab --> **Mischungsverhältnis** (g wasser pro kg Luft)
- Ab dem Kondensationsniveau, gibt der Kondensationsprozess auch Energie ab und die Luft wird langsamer kälter.
--> **Feuchtadiabatische Hebungsgradient** ~ **0.6°C / 100m**



Wieso gibt es Blauthermik?

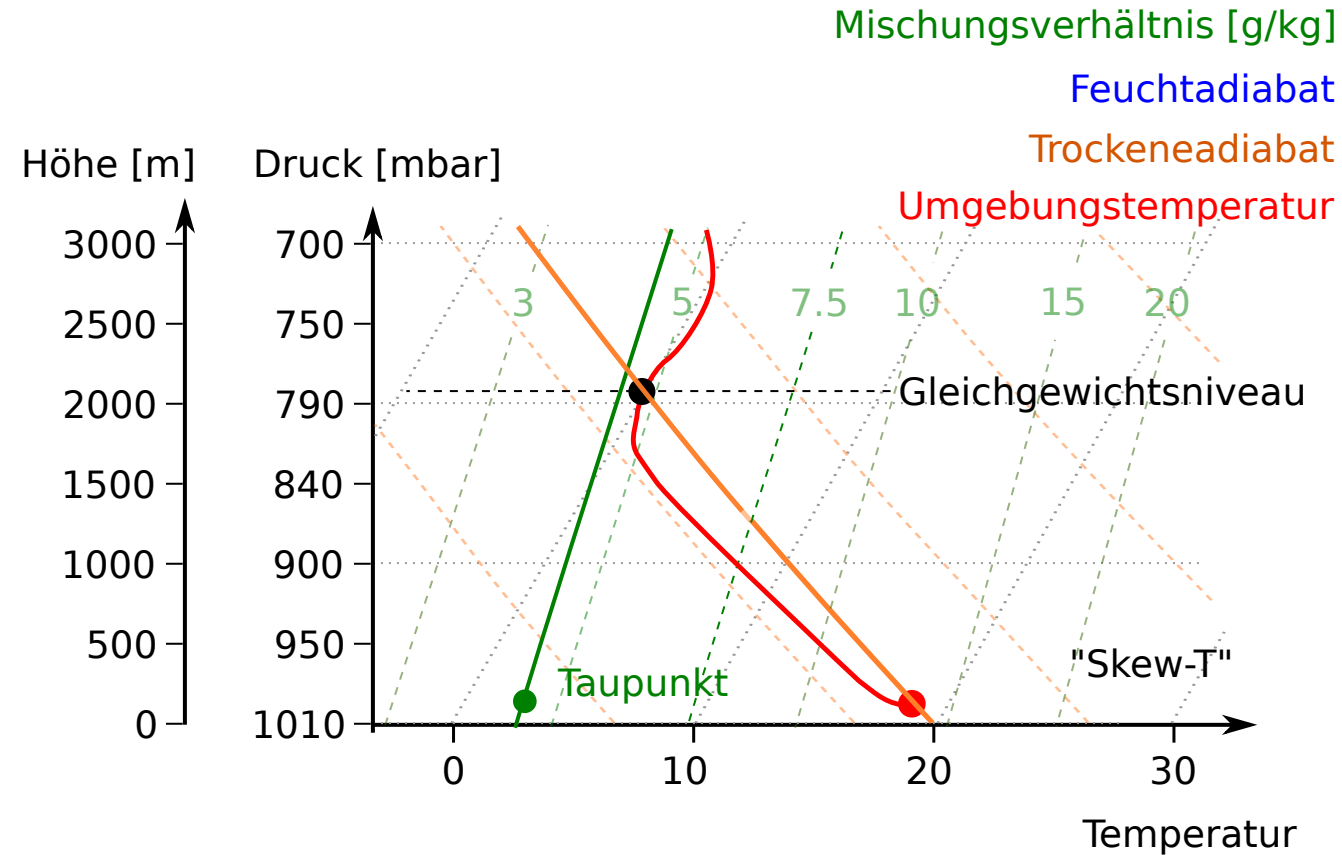
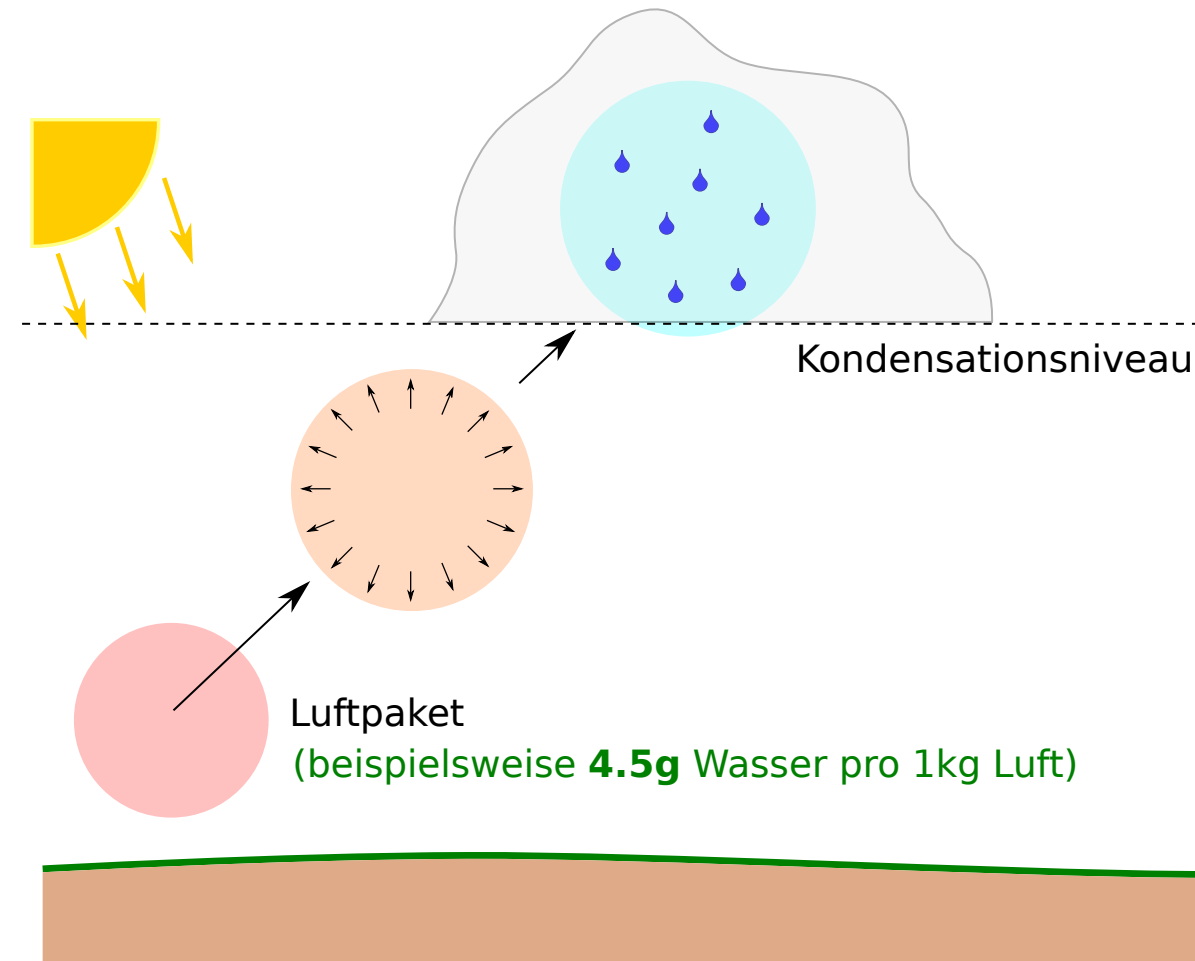
- Wenn das Kondensationsniveau höher ist als das Gleichgewichtsniveau, entsteht keine Kondensation.



Wieso gibt es Blauthermik?

- Wenn das Kondensationsniveau höher ist als das Gleichgewichtsniveau, entsteht keine Kondensation.

1) Sehr trockene Luft --> niedrige Taupunkt, z.b. Trockene Sommertage

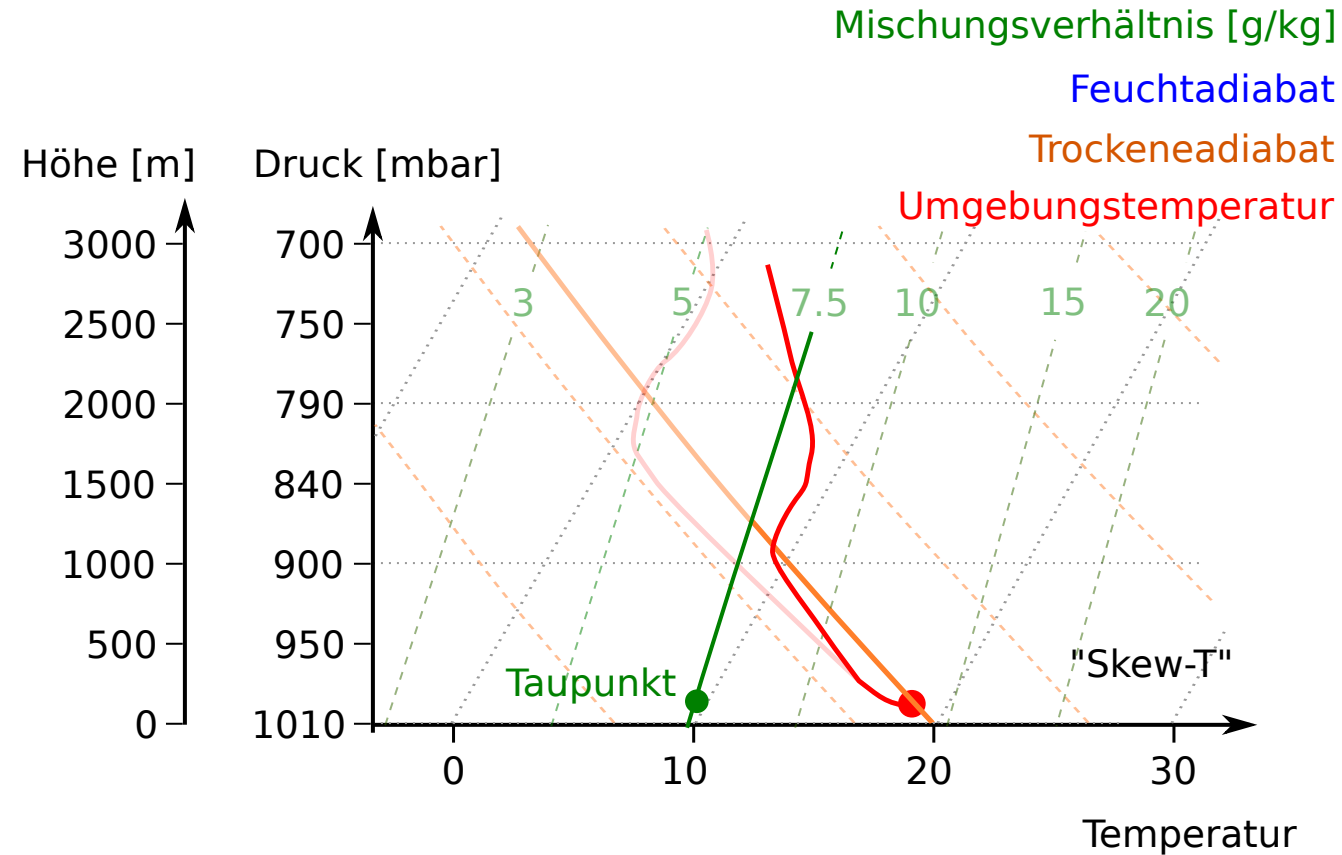
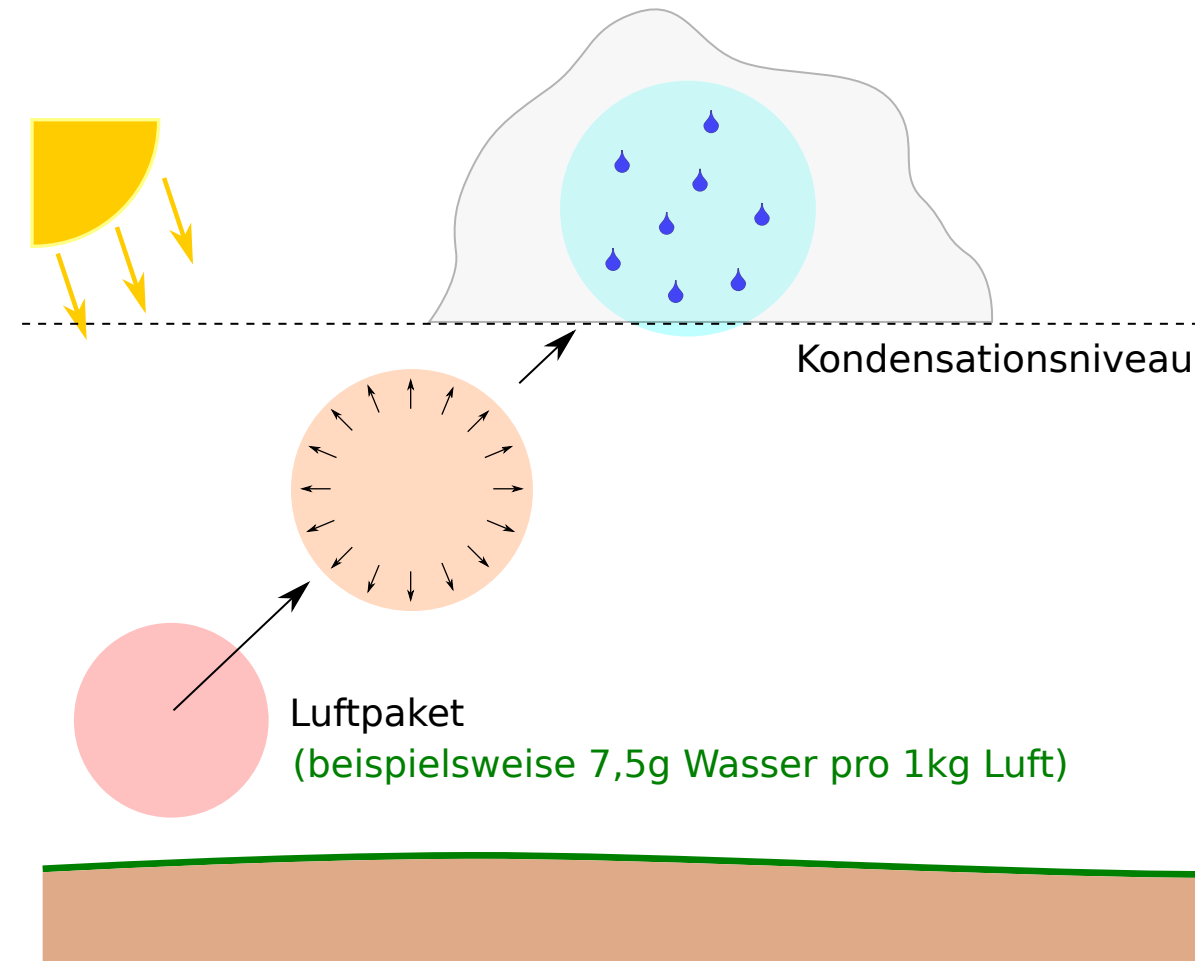


Wieso gibt es Blauthermik?

- Wenn das Kondensationsniveau höher ist als das Gleichgewichtsniveau, entsteht keine Kondensation.

1) Sehr trockene Luft --> niedrige Taupunkt, z.b. Trockene Sommertage

2) Niedrige Gleichgewichtsniveau / Inversion - z.b. Tagesbeginn

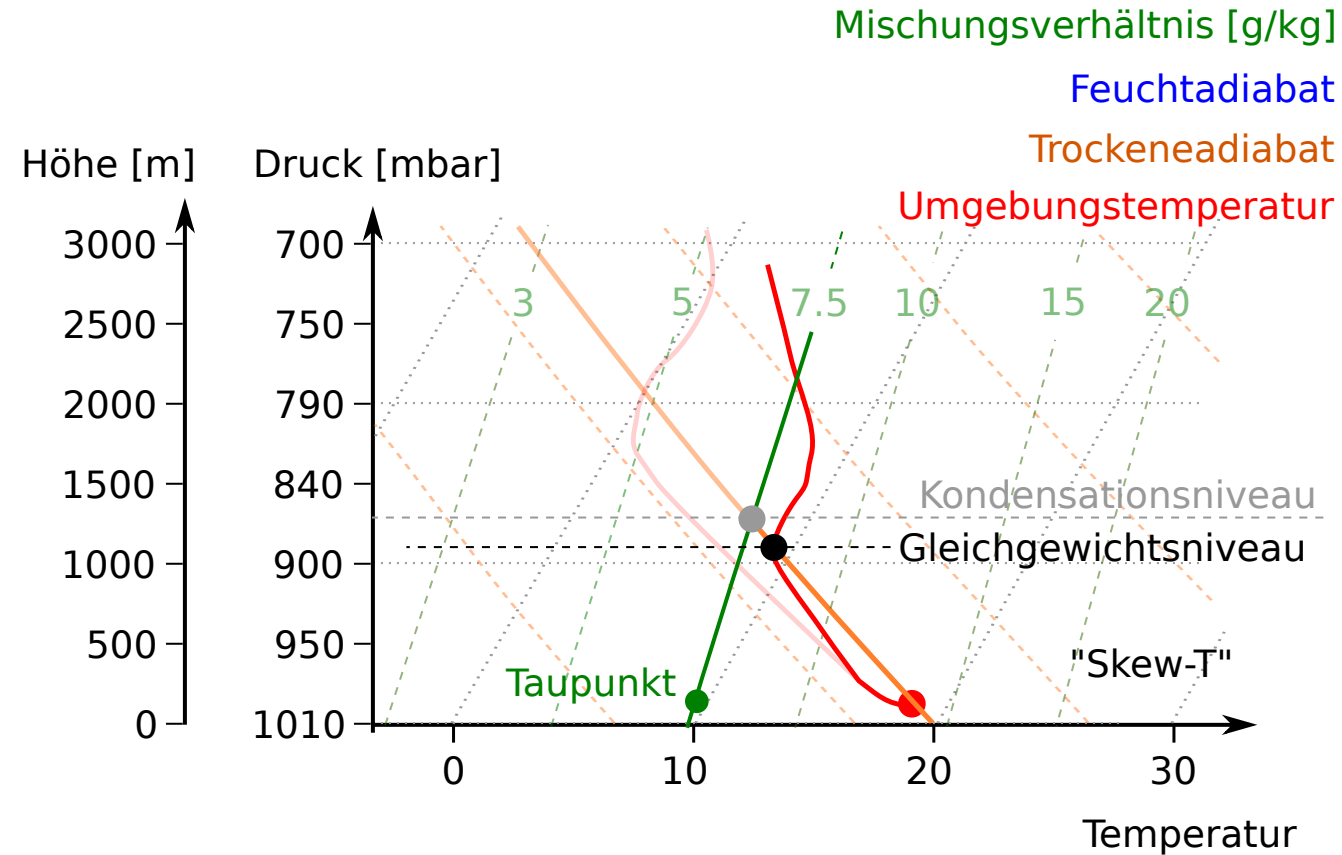
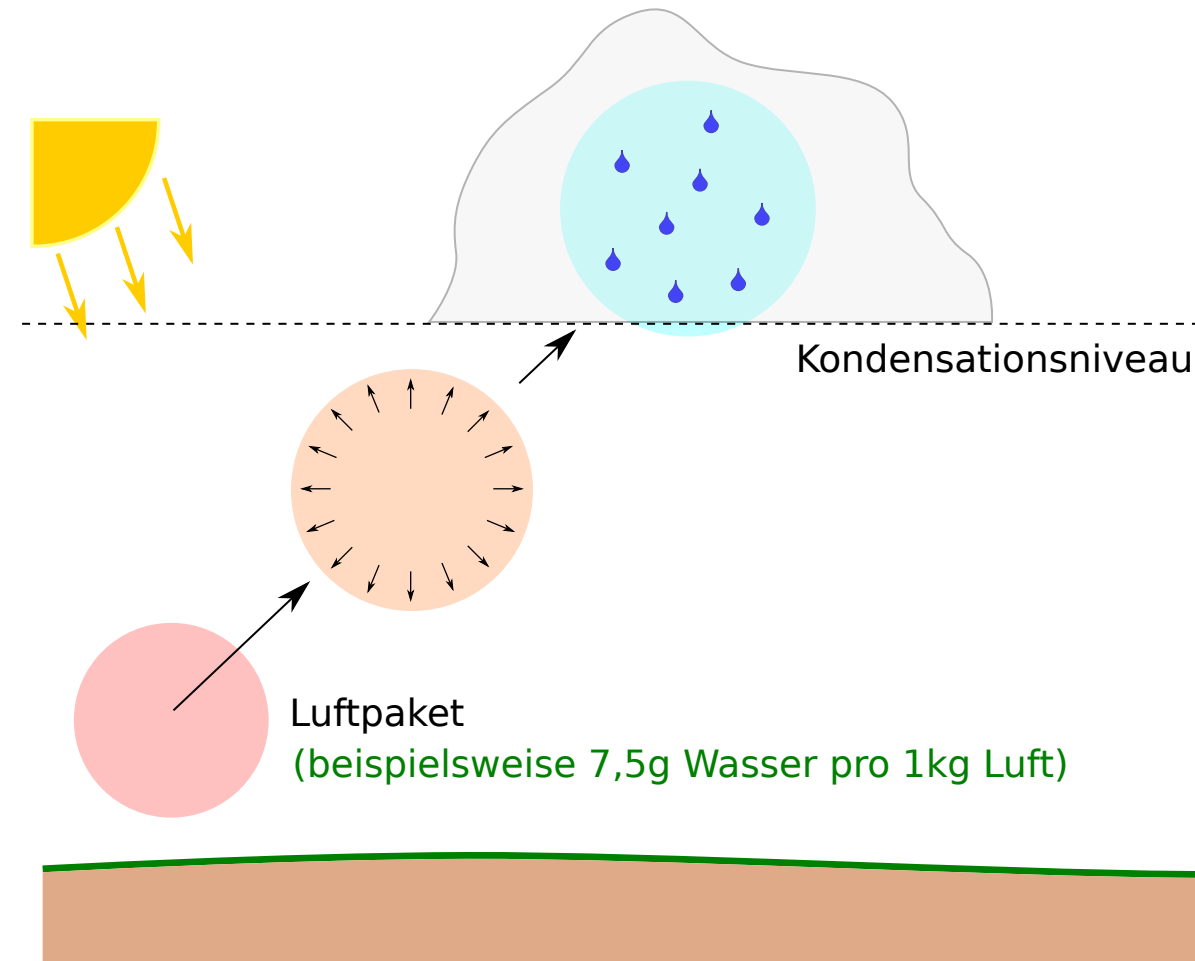


Wieso gibt es Blauthermik?

- Wenn das Kondensationsniveau höher ist als das Gleichgewichtsniveau, entsteht keine Kondensation.

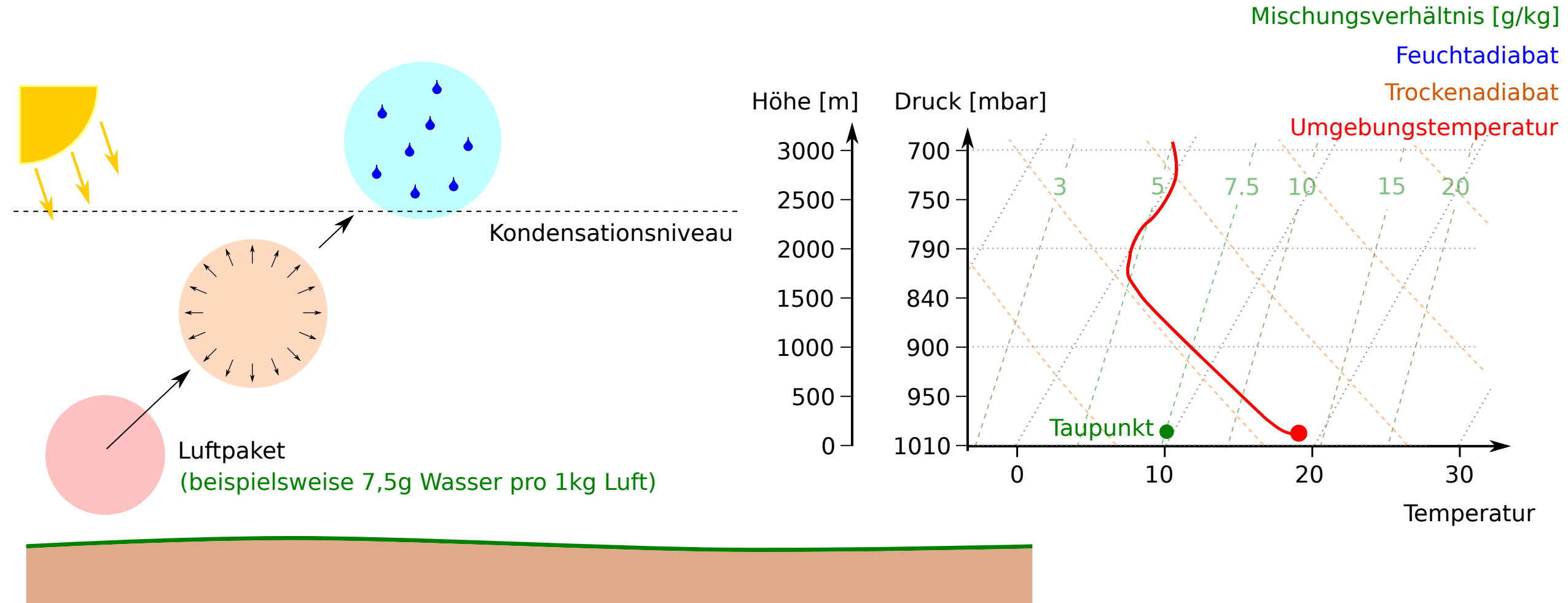
1) Sehr trockene Luft --> niedrige Taupunkt, z.b. Trockene Sommertage

2) Niedrige Gleichgewichtsniveau / Inversion - z.b. Tagesbeginn



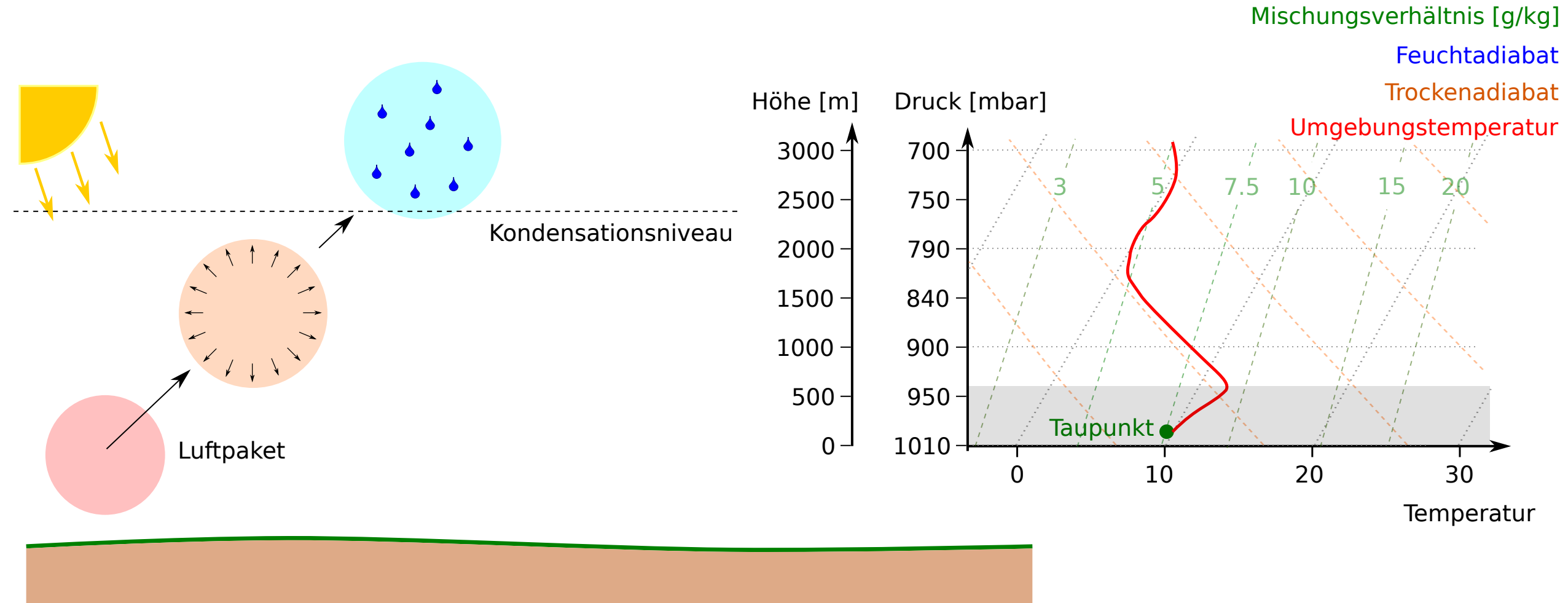
Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.



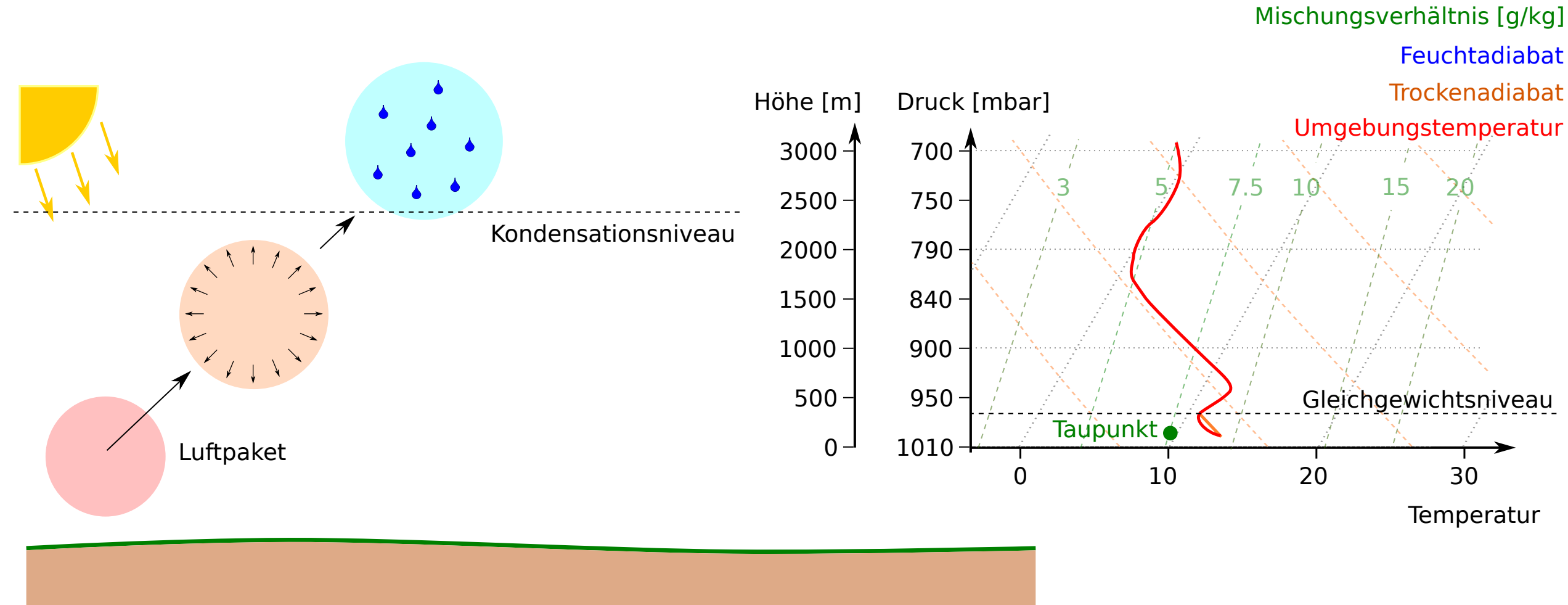
Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe



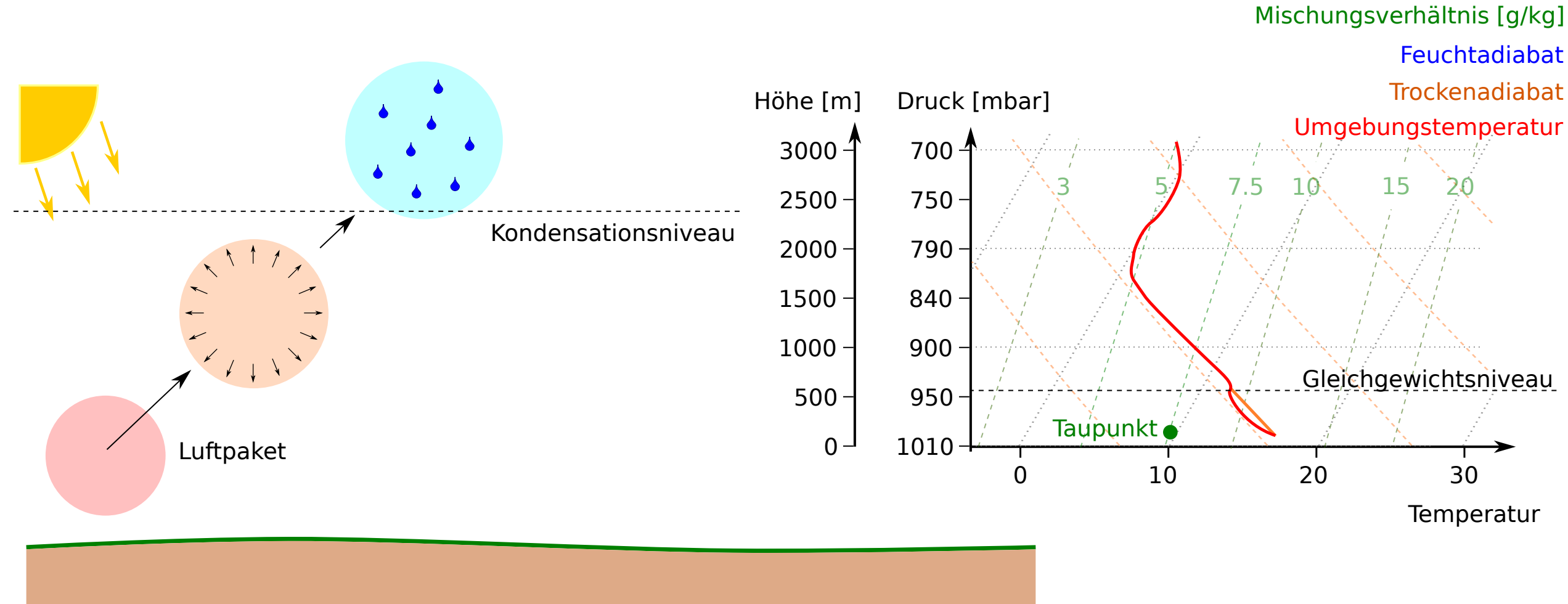
Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe
- Frühen Morgen: Erdboden durch Sonne erwärmt und Inversion langsam 'weggeheizt'. Nicht nutzbare Thermik (< 200m)



Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe
- Frühen Morgen: Erdboden durch Sonne erwärmt und Inversion langsam 'weggeheizt'. Nicht nutzbare Thermik (< 200m)



Wann fängt die Thermik an?

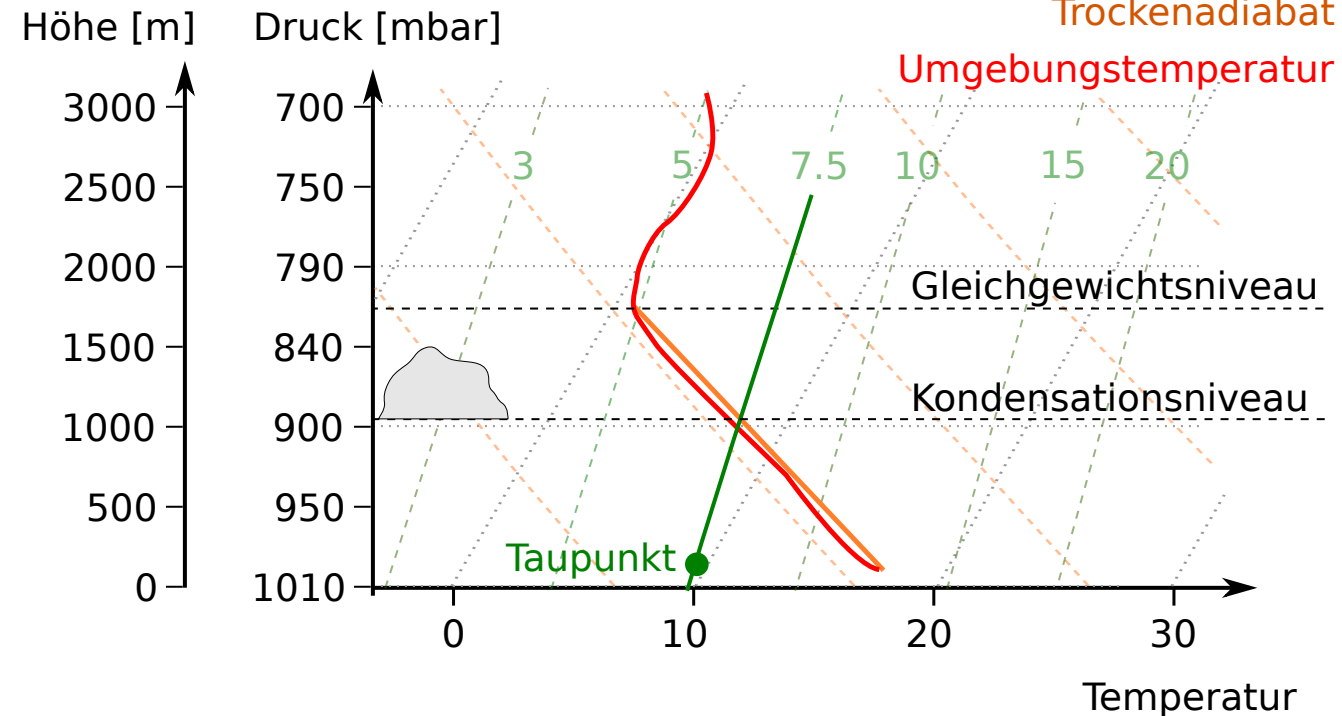
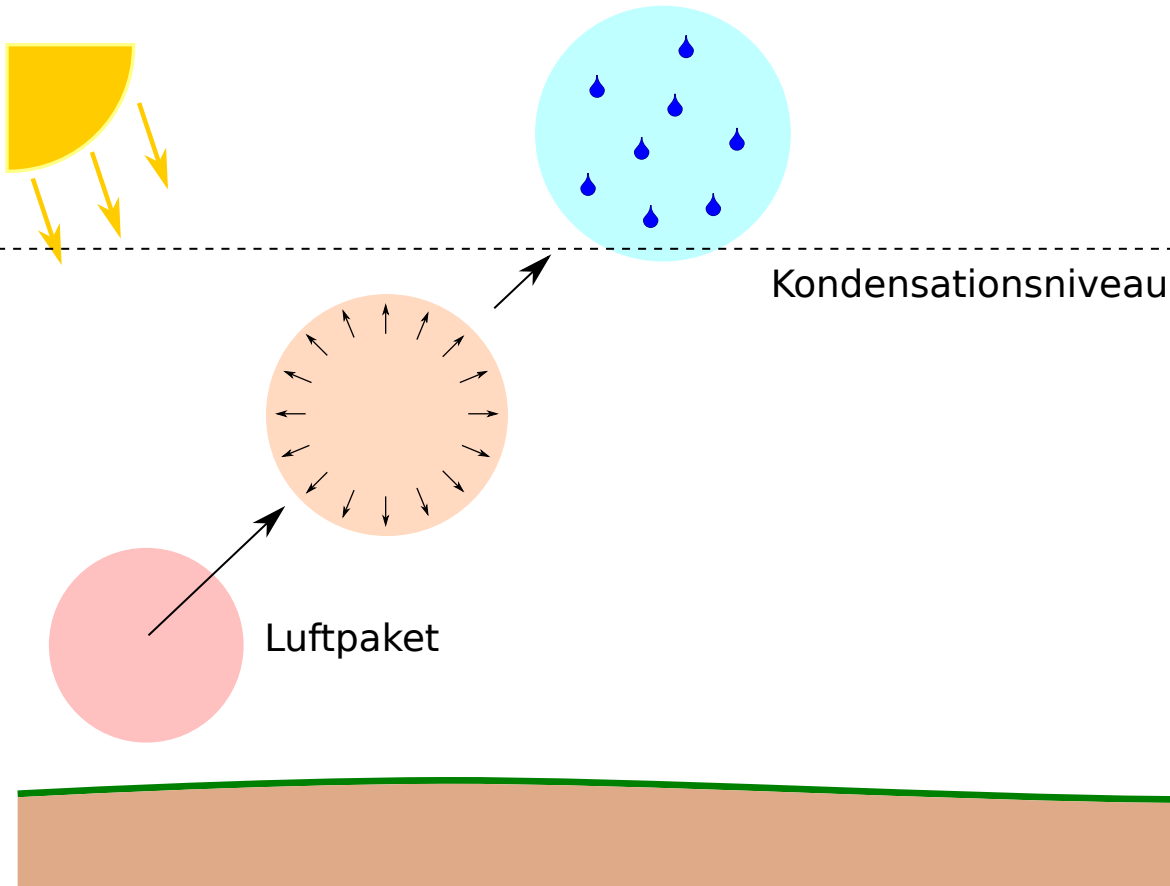
- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe
- Frühen Morgen: Erdboden durch Sonne erwärmt und Inversion langsam 'weggeheizt'. Nicht nutzbare Thermik (< 200m)
- Auslösetemperatur erreicht: Luftpakete steigen plötzlich viel höher. Wolkencumulus bilden.

Mischungsverhältnis [g/kg]

Feuchtadiabat

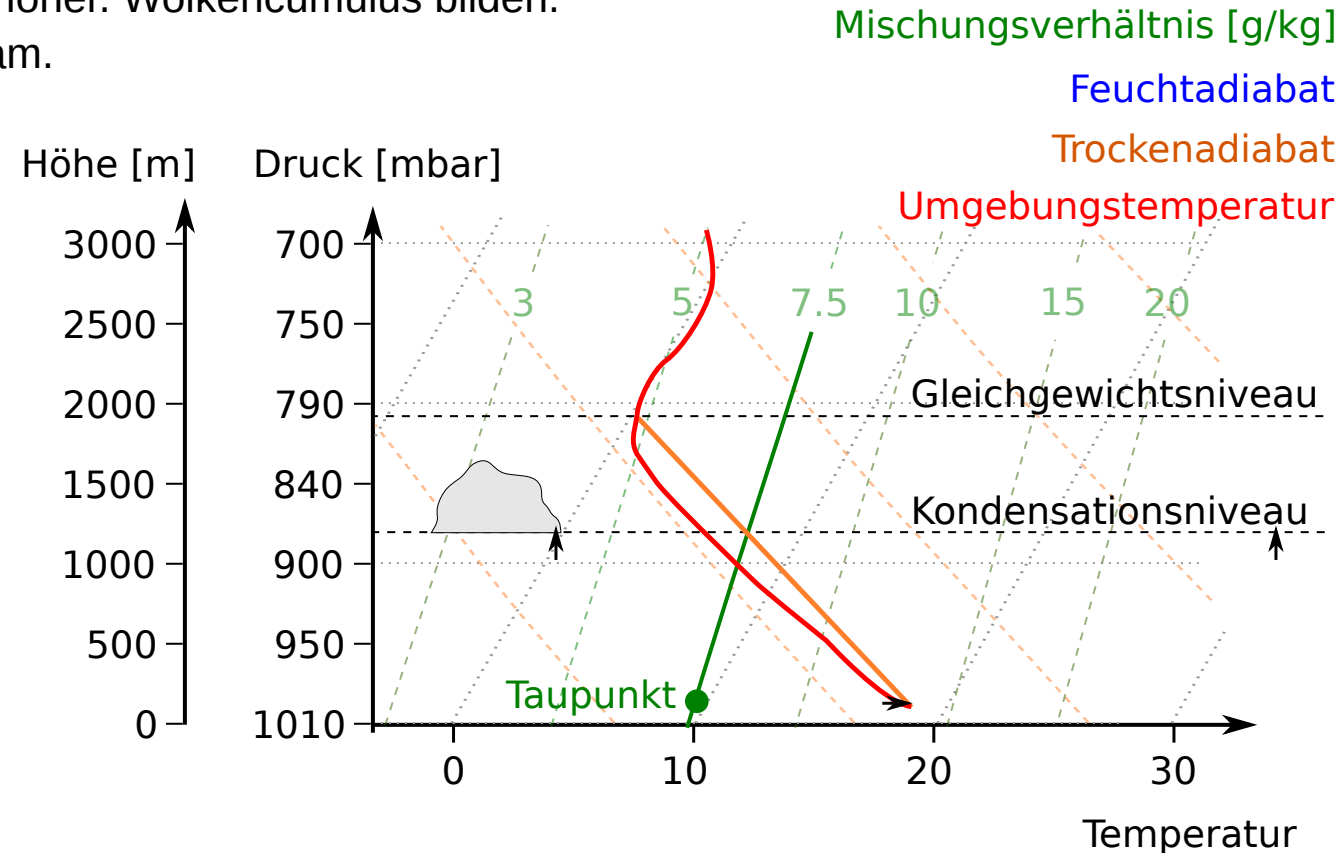
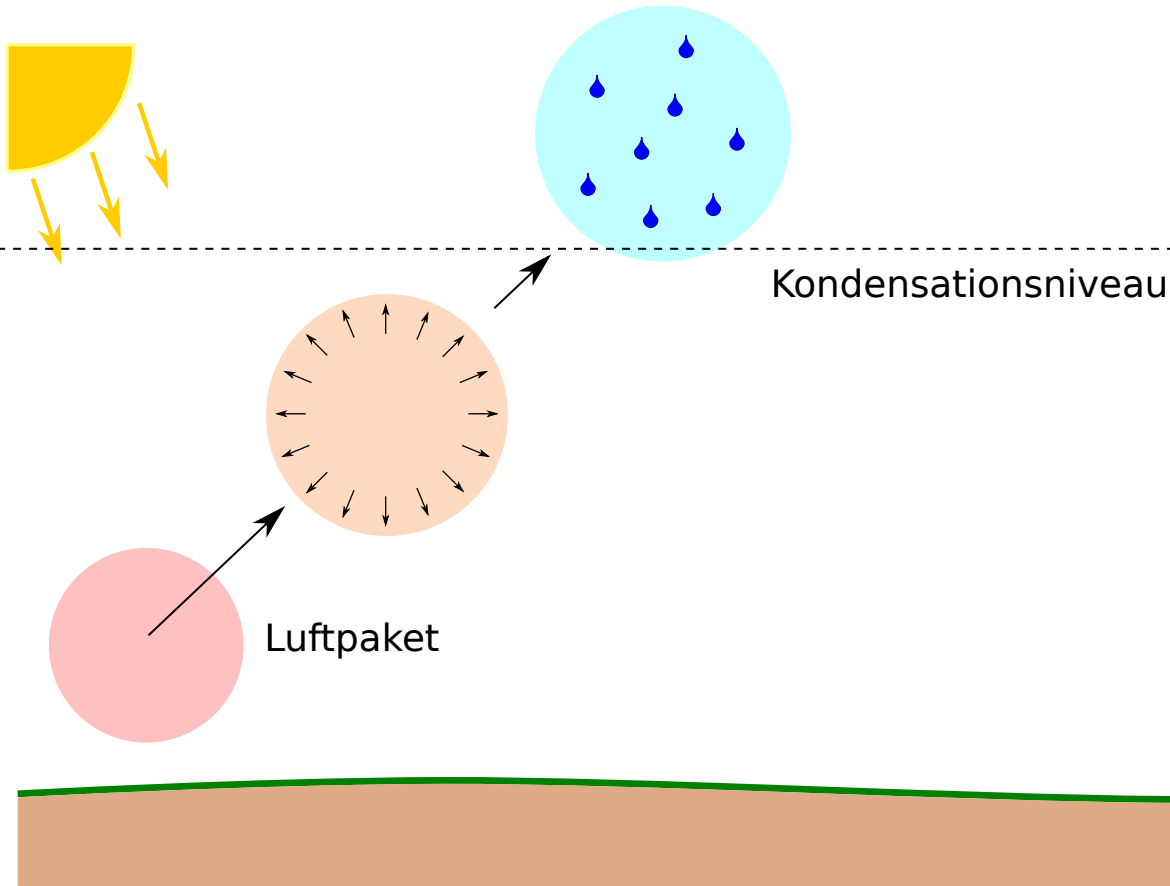
Trockenadiabat

Umgebungstemperatur



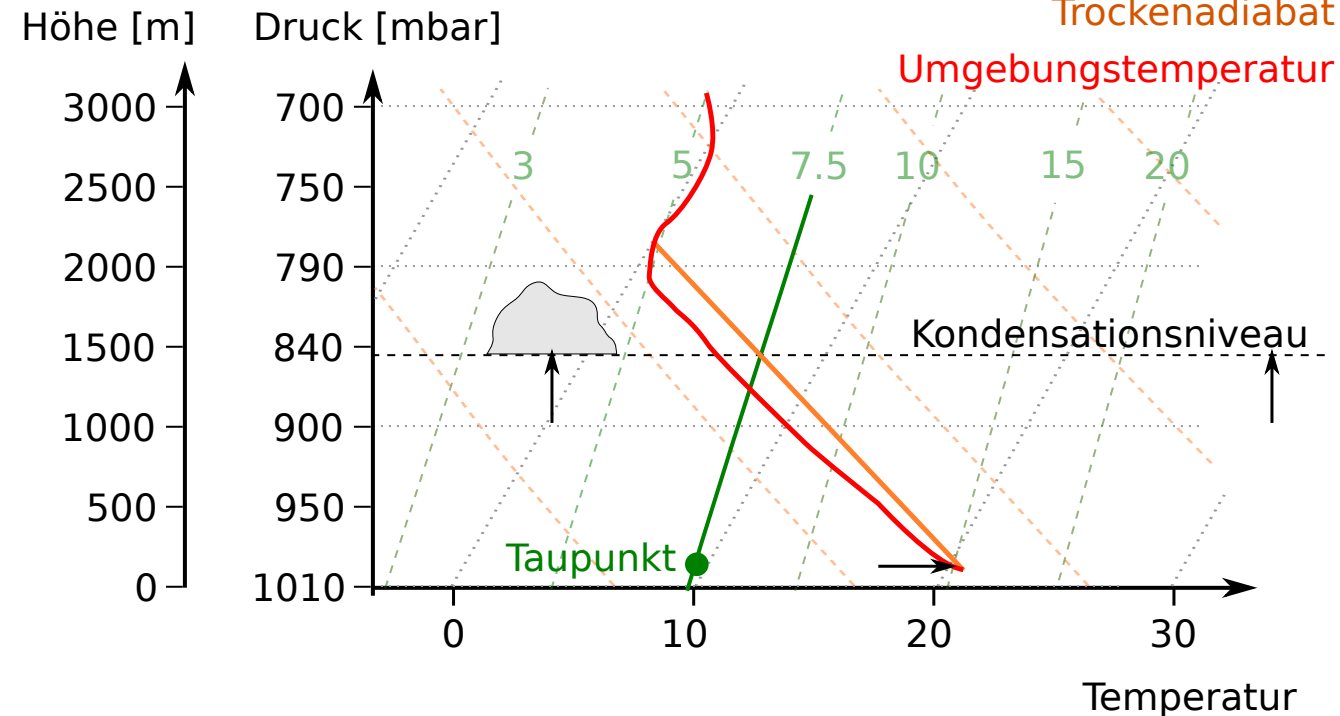
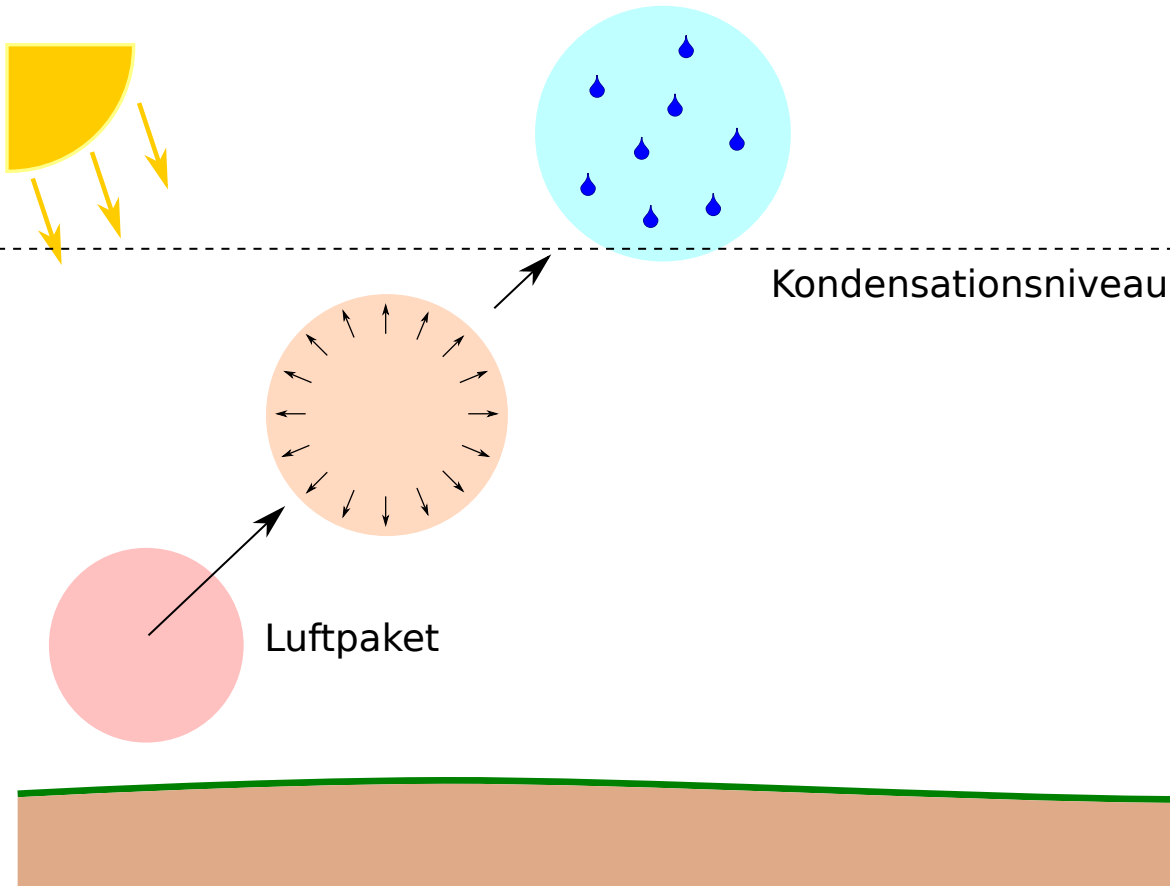
Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe
- Frühen Morgen: Erdboden durch Sonne erwärmt und Inversion langsam 'weggeheizt'. Nicht nutzbare Thermik (< 200m)
- Auslösetemperatur erreicht: Luftpakete steigen plötzlich viel höher. Wolken cumulus bilden.
- Bodentemperatur steigt weiter --> Wolkenbasis steigt langsam.



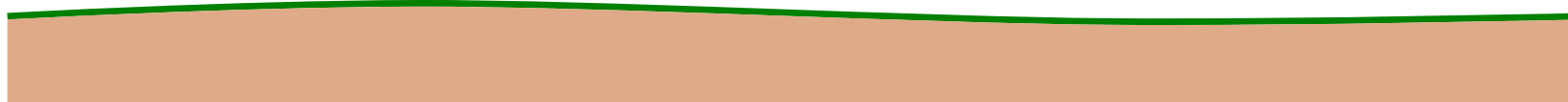
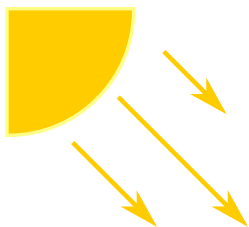
Wann fängt die Thermik an?

- Die Entwicklung von Thermik über den Tag.
- Nacht: Abkühlung der unteren Schicht durch Ausstrahlung --> Inversion in Bodennähe
- Frühen Morgen: Erdboden durch Sonne erwärmt und Inversion langsam 'weggeheizt'. Nicht nutzbare Thermik (< 200m)
- Auslösetemperatur erreicht: Luftpakete steigen plötzlich viel höher. Wolken cumulus bilden.
- Bodentemperatur steigt weiter --> Wolkenbasis steigt langsam.



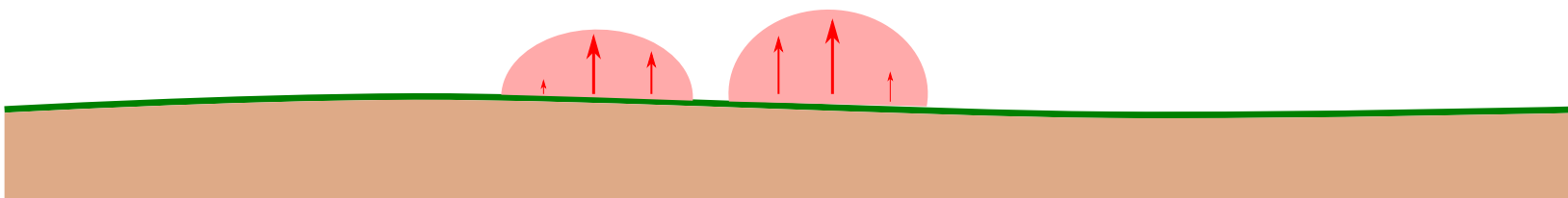
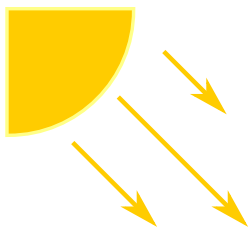
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:



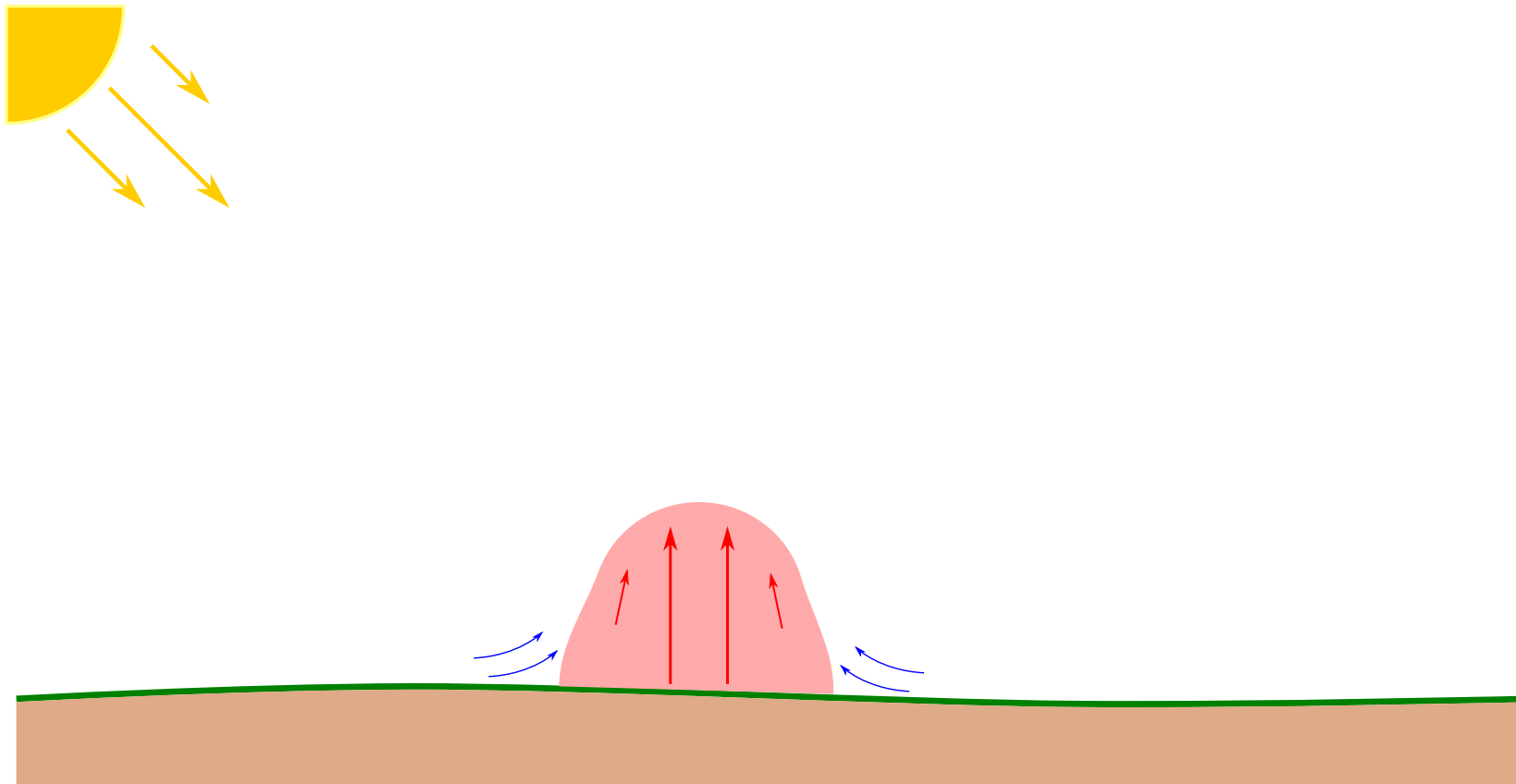
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:



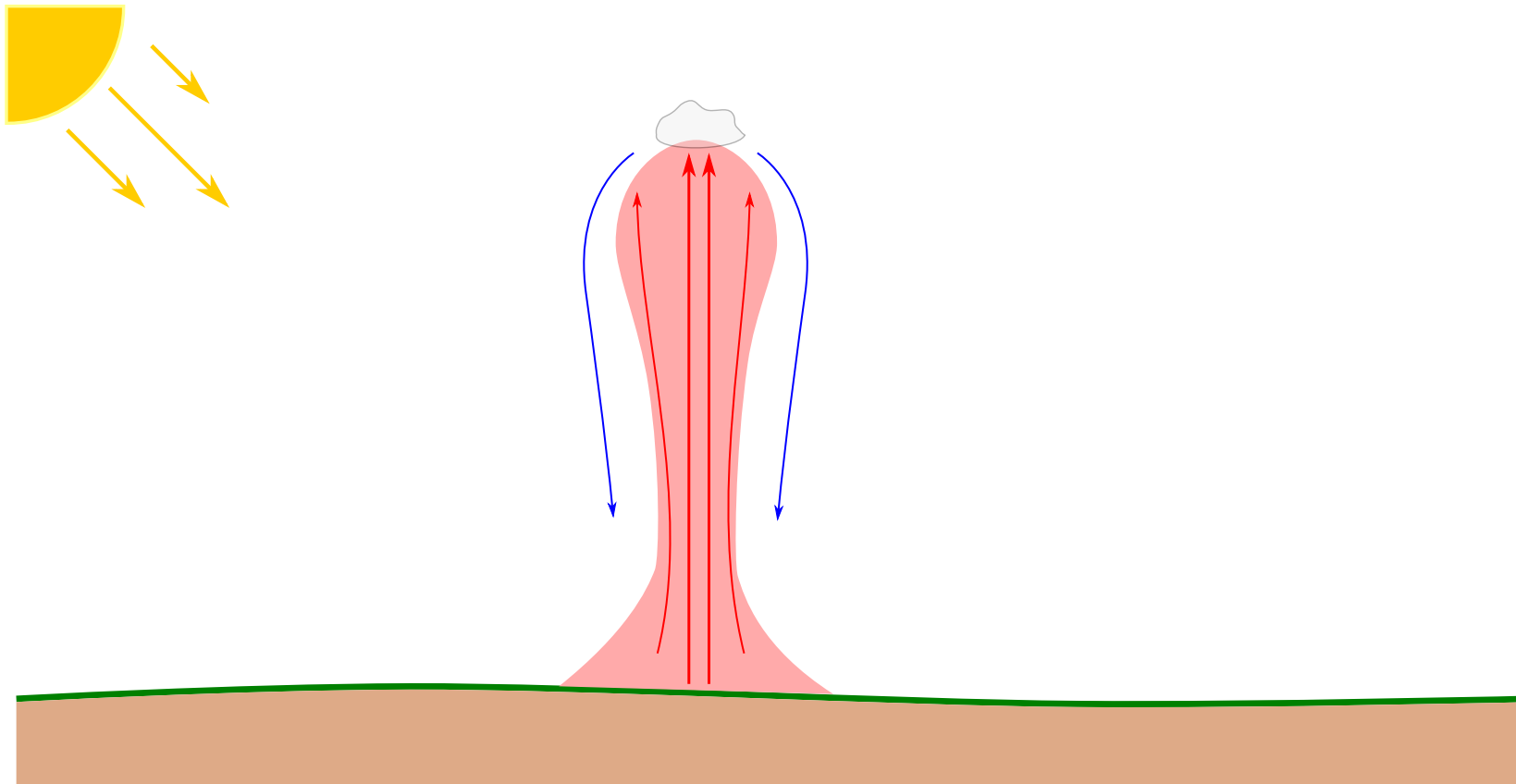
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.



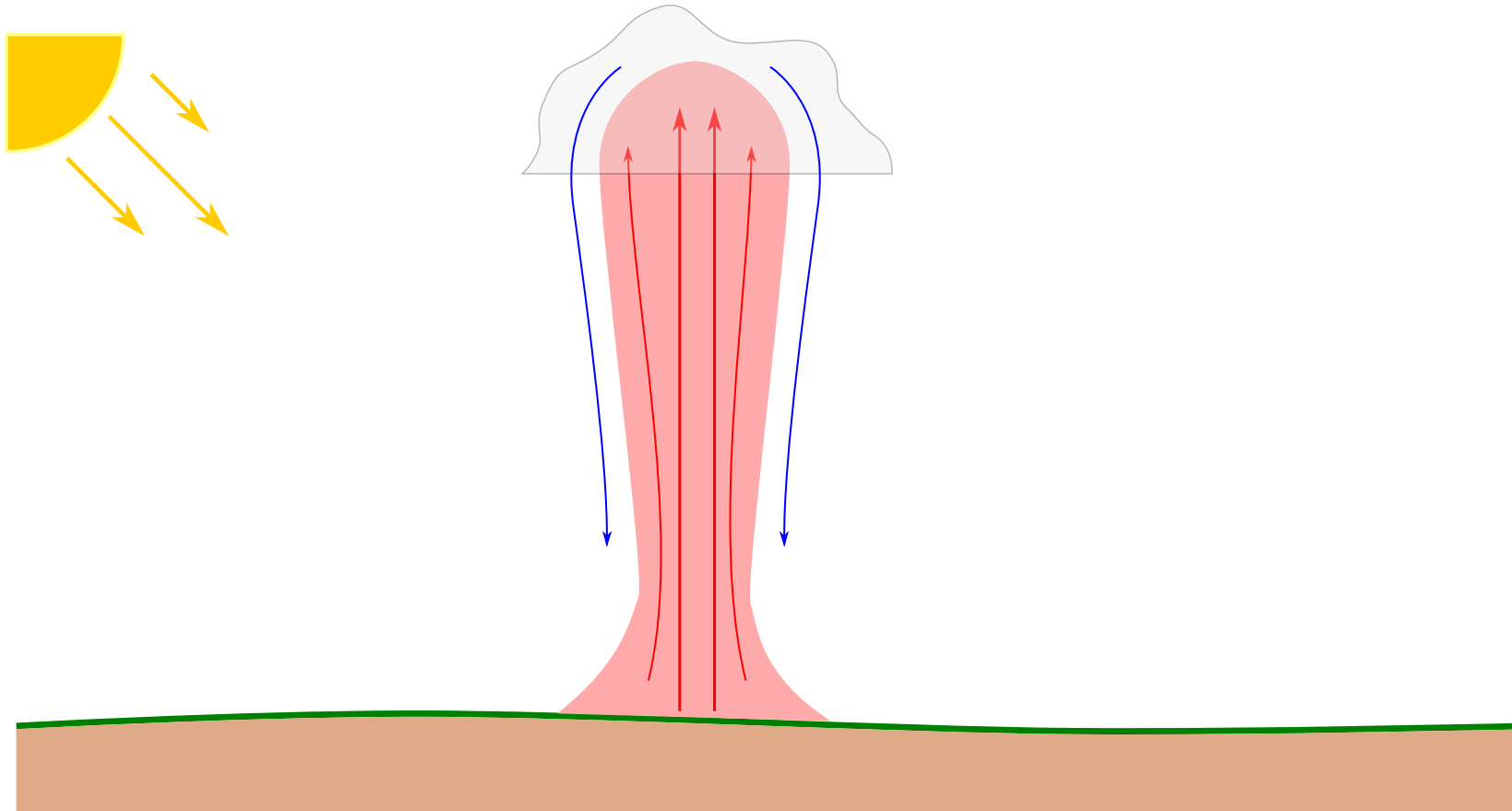
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.



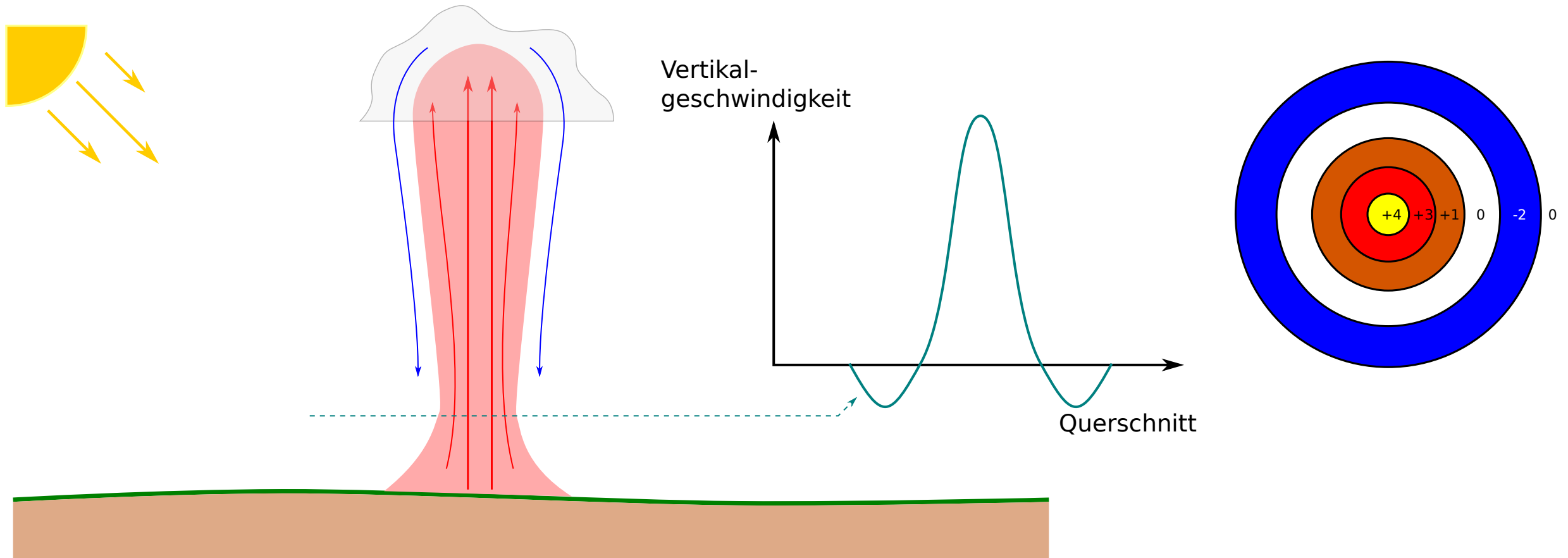
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.
 - Die Thermikblase versetzt kältere Luft, die absteigen muss --> Sinkt außerhalb der Thermikblase



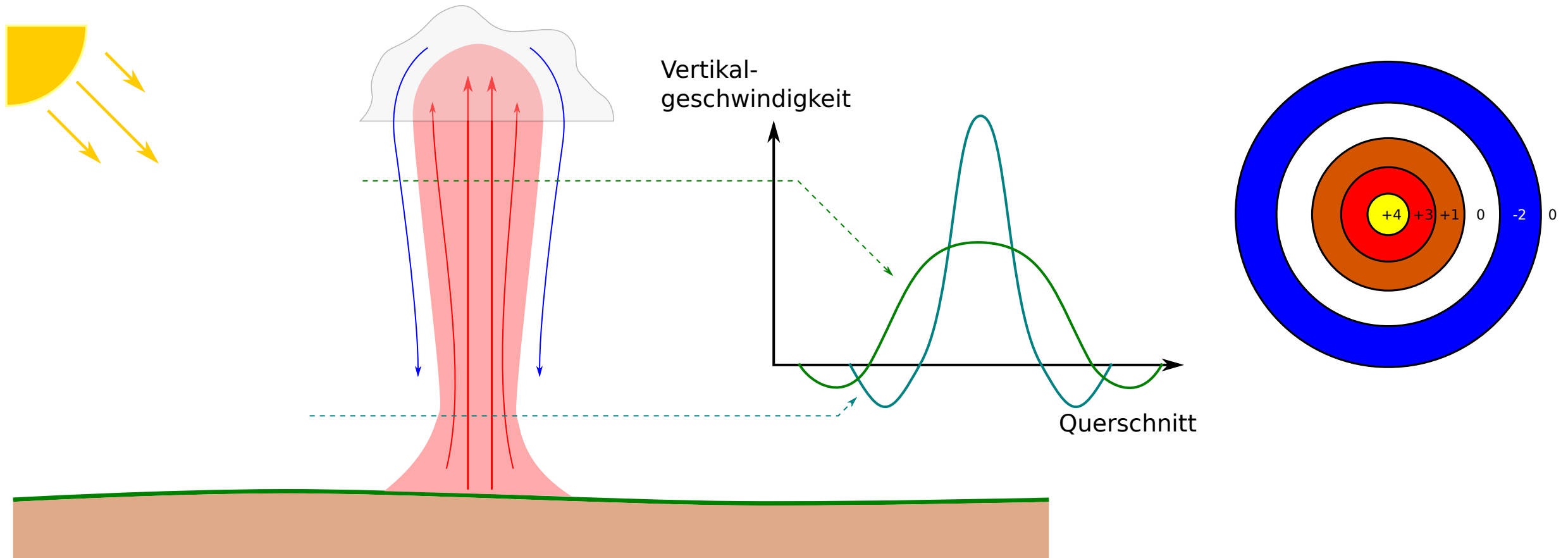
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.
 - Die Thermikblase versetzt kältere Luft, die absteigen muss --> Sinkt außerhalb der Thermikblase
 - Das vertikale Geschwindigkeitsprofil ändert sich mit der Höhe: Tief --> Schmäler und starker Kern
Hoch --> Breiter und gleichmäßiger



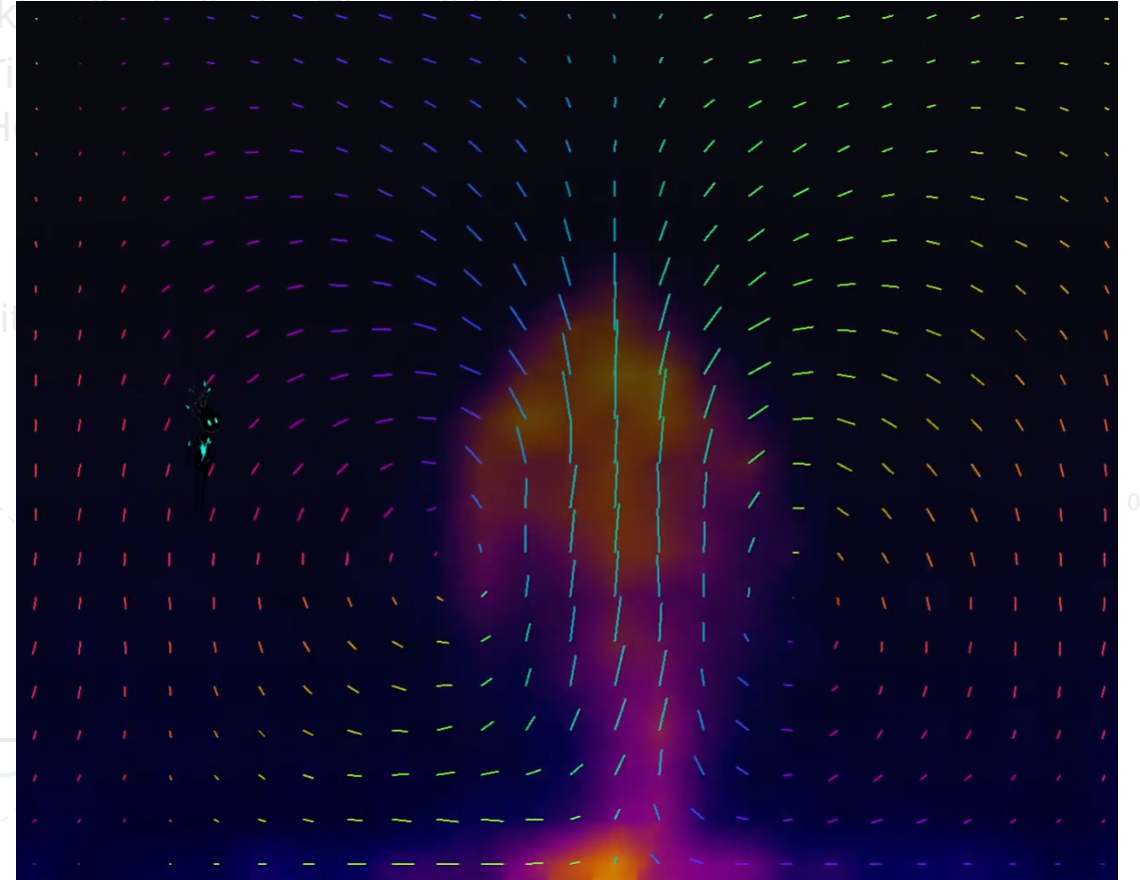
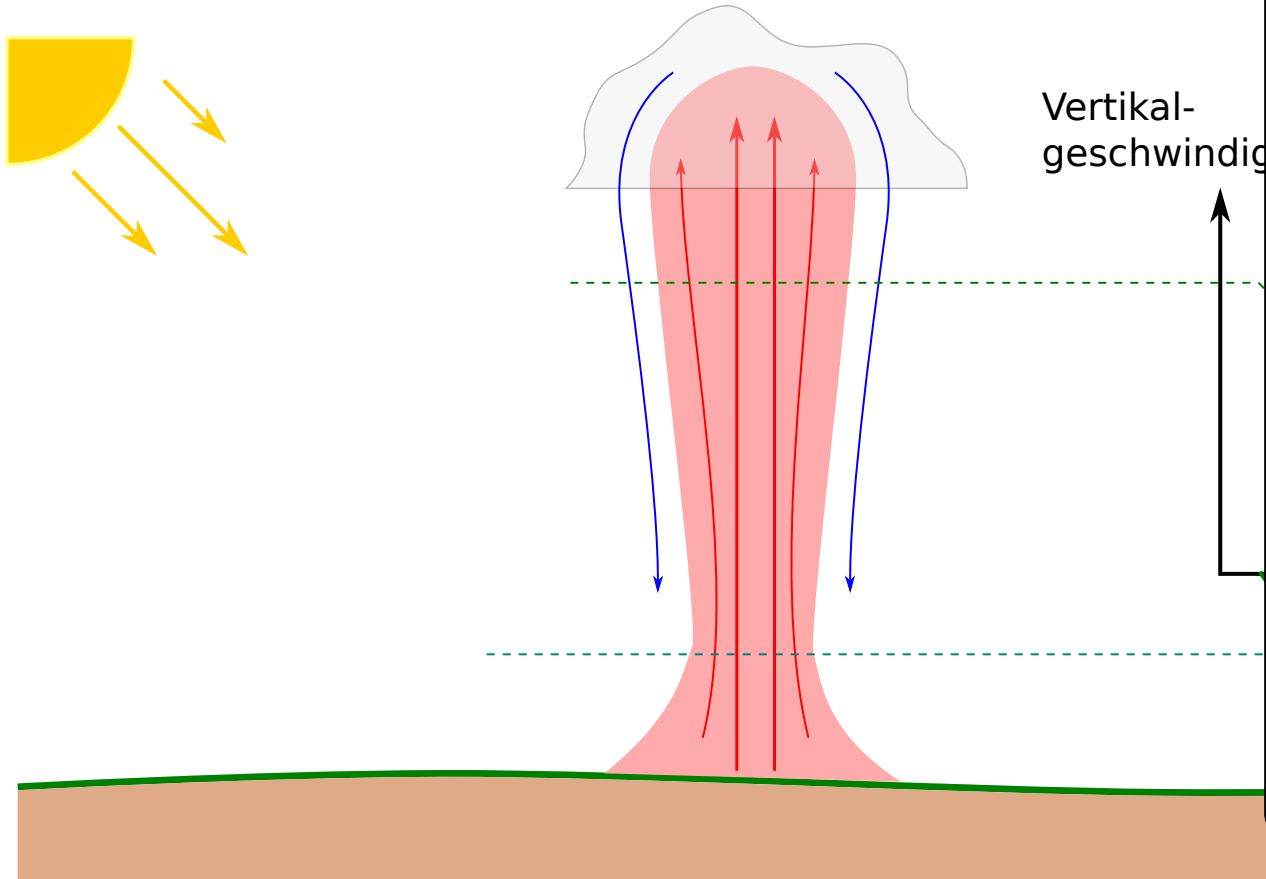
Realistische Thermik

- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.
 - Die Thermikblase versetzt kältere Luft, die absteigen muss --> Sinkt außerhalb der Thermikblase
 - Das vertikale Geschwindigkeitsprofil ändert sich mit der Höhe: Tief --> Schmäler und starker Kern
Hoch --> Breiter und gleichmäßiger



Realistische Thermik

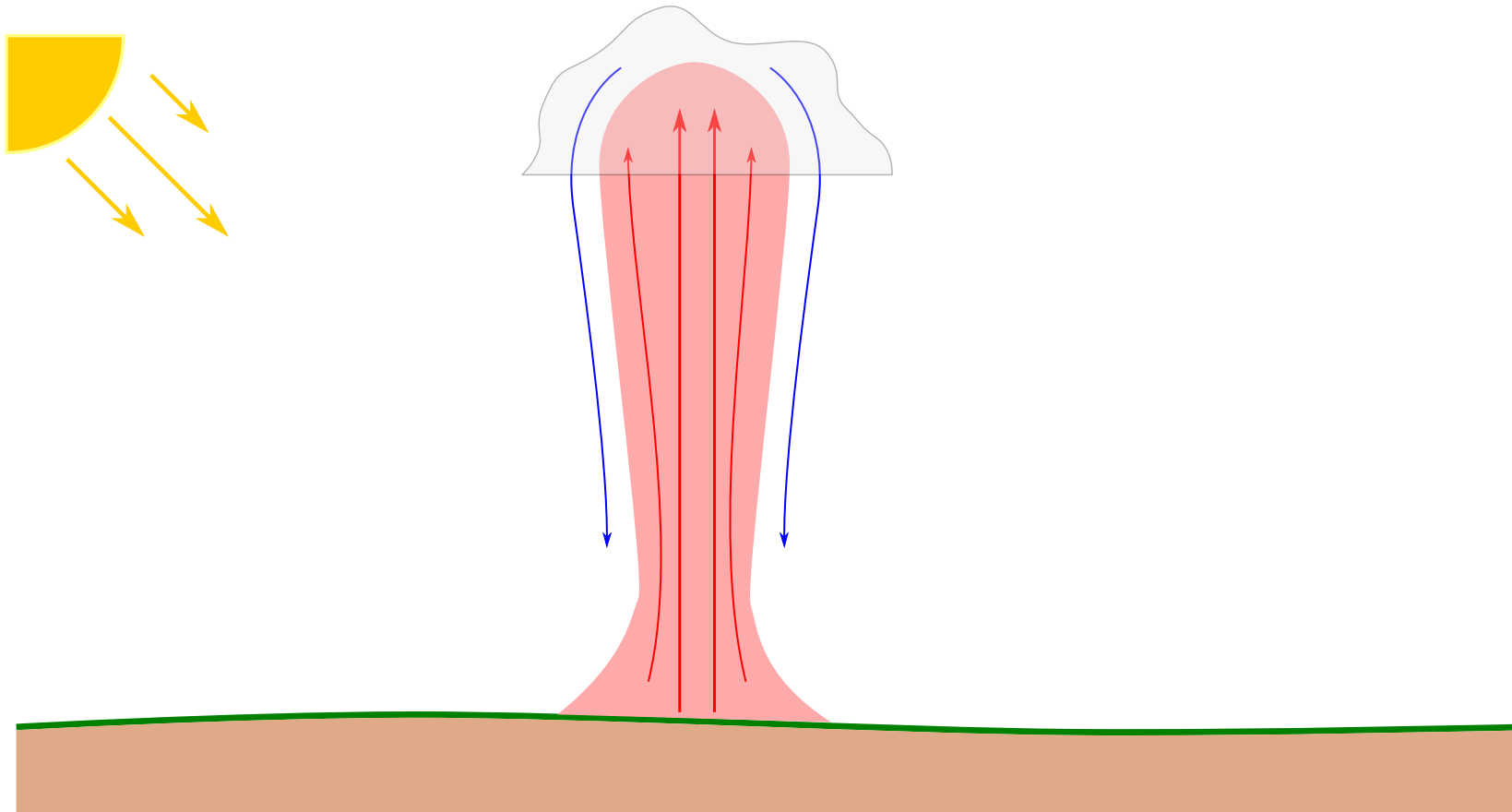
- Das einzige Luftpaket ist eine grobe Vereinfachung. Realistischer ist:
 - Stärkere Aufwind im Zentrum zieht Luft hinterher und die Thermikblase zieht sich zusammen.
 - Die Thermikblase versetzt kältere Luft, die absteigen muss --> Sink
 - Das vertikale Geschwindigkeitsprofil ändert sich mit der Höhe:



<https://www.youtube.com/watch?v=MntScWJdM8s>
Vektorfelddarstellung einer Simulation einer Thermikblase

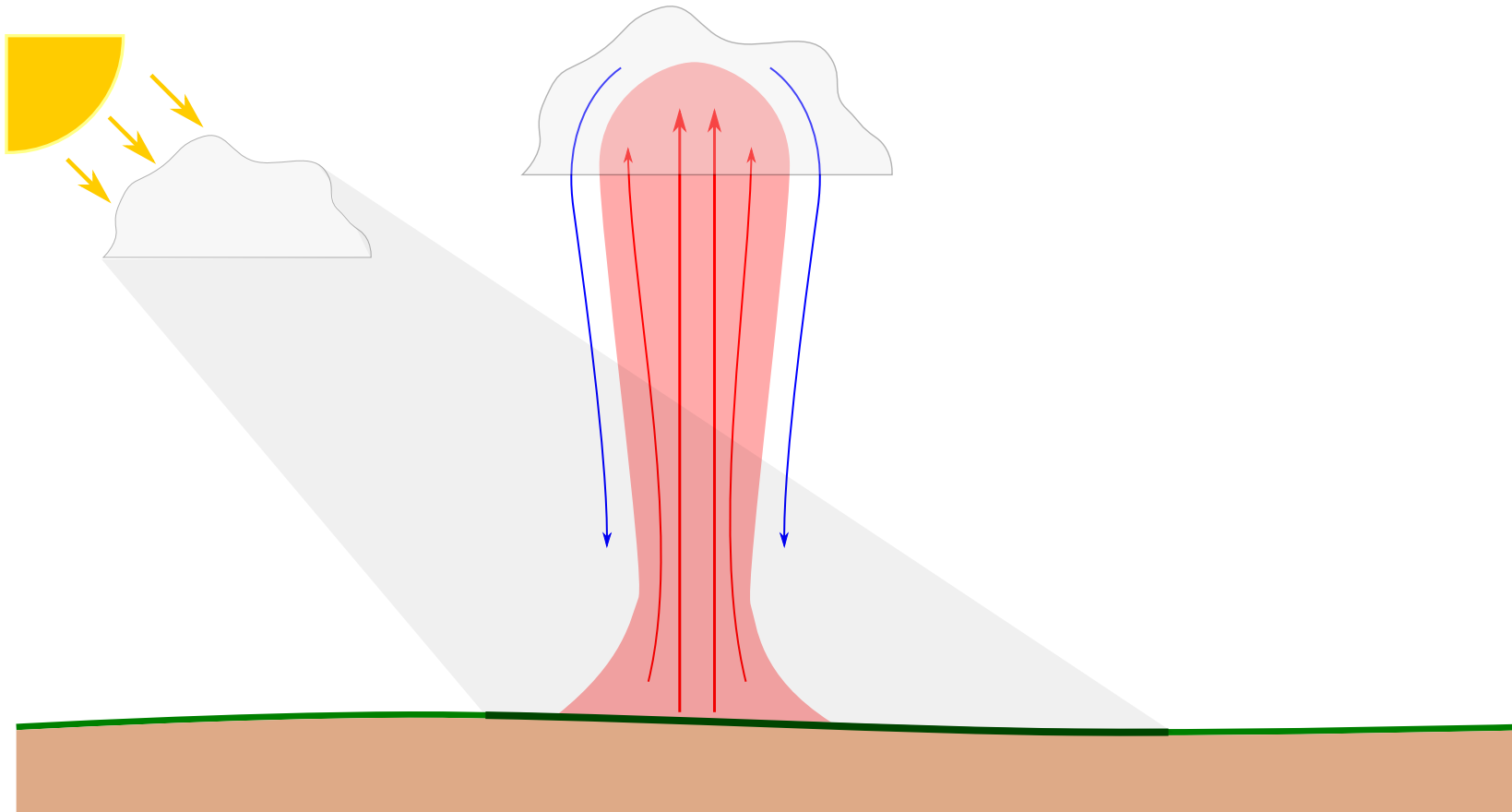
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.



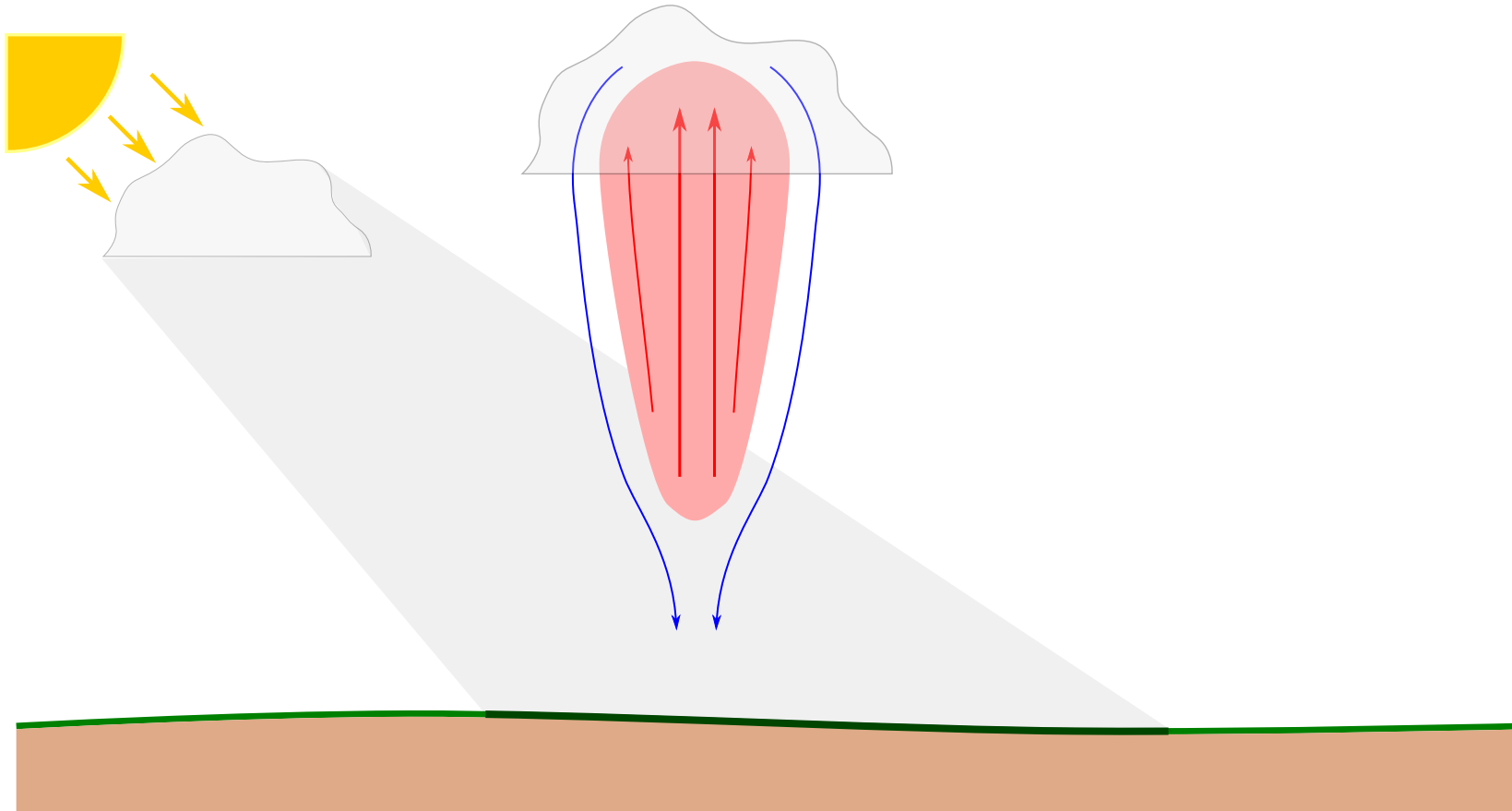
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.



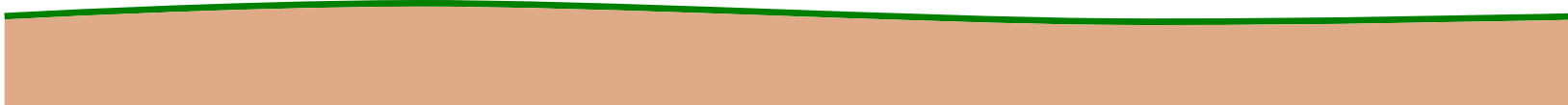
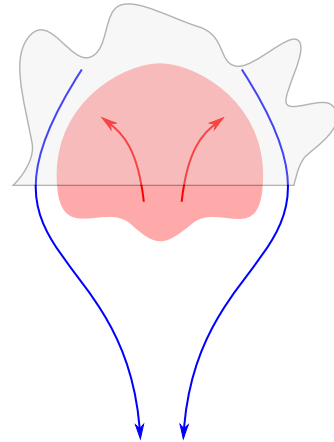
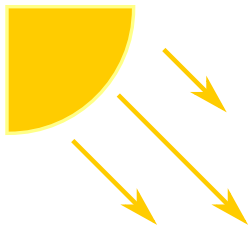
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.



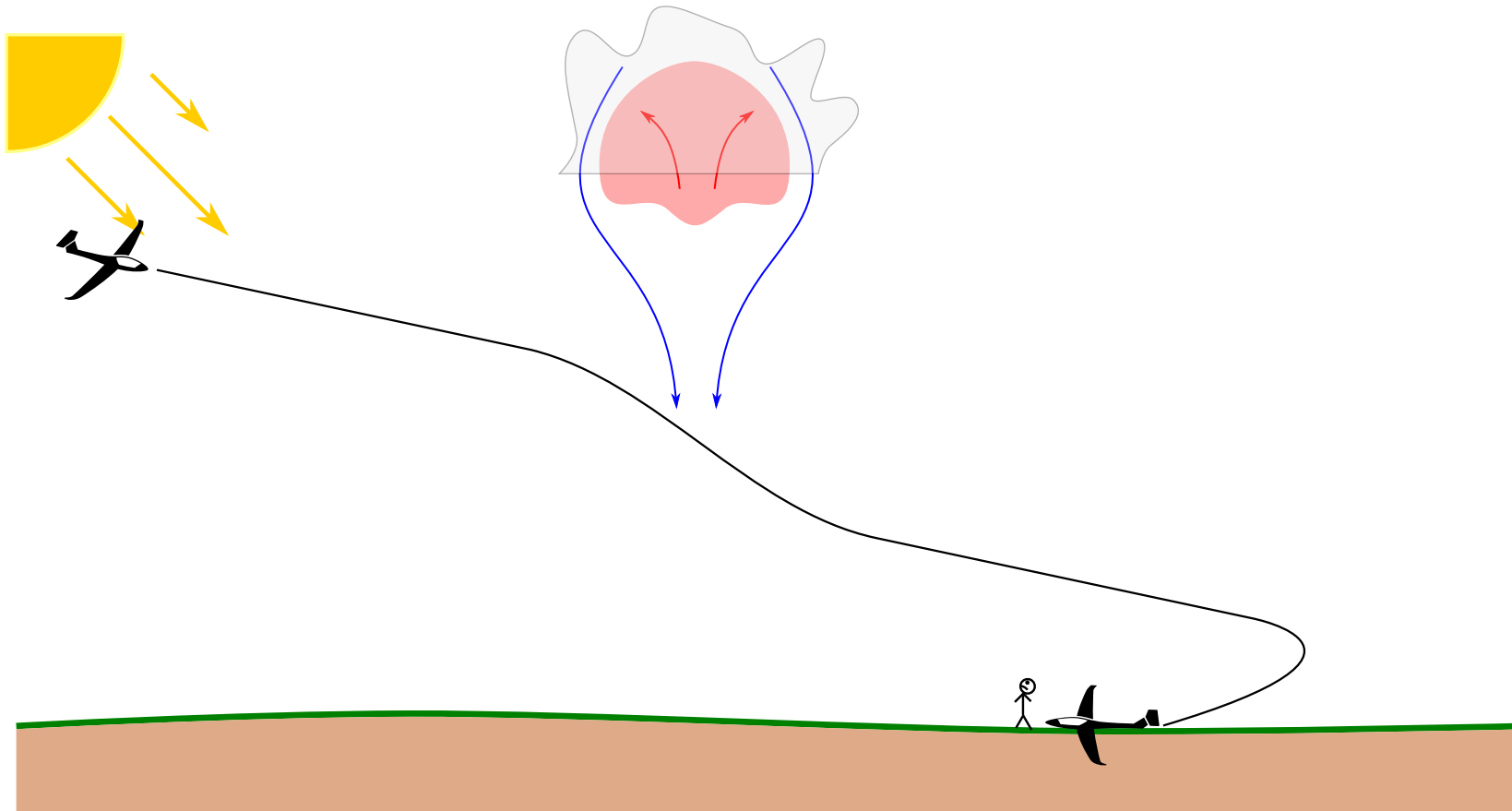
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.



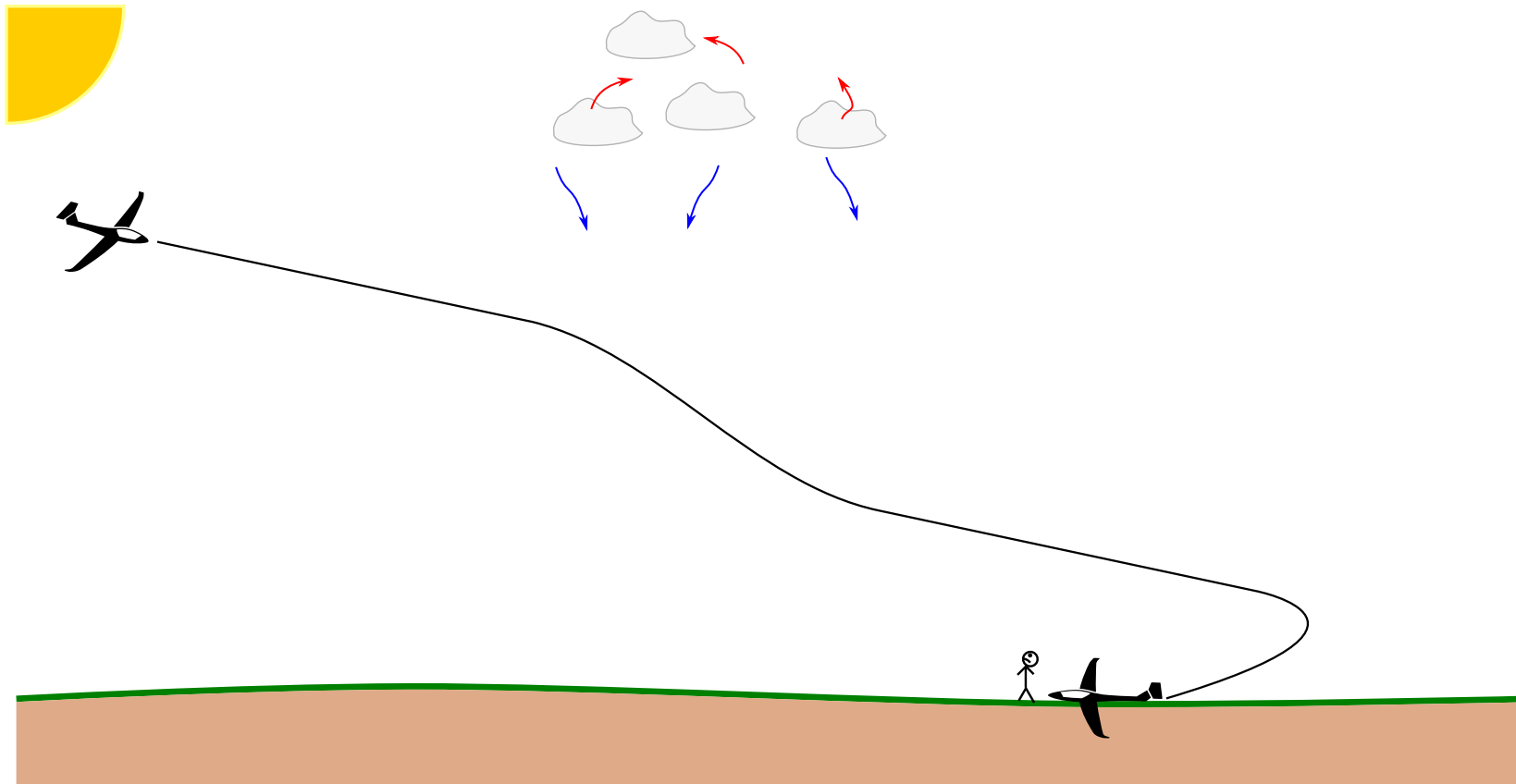
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.



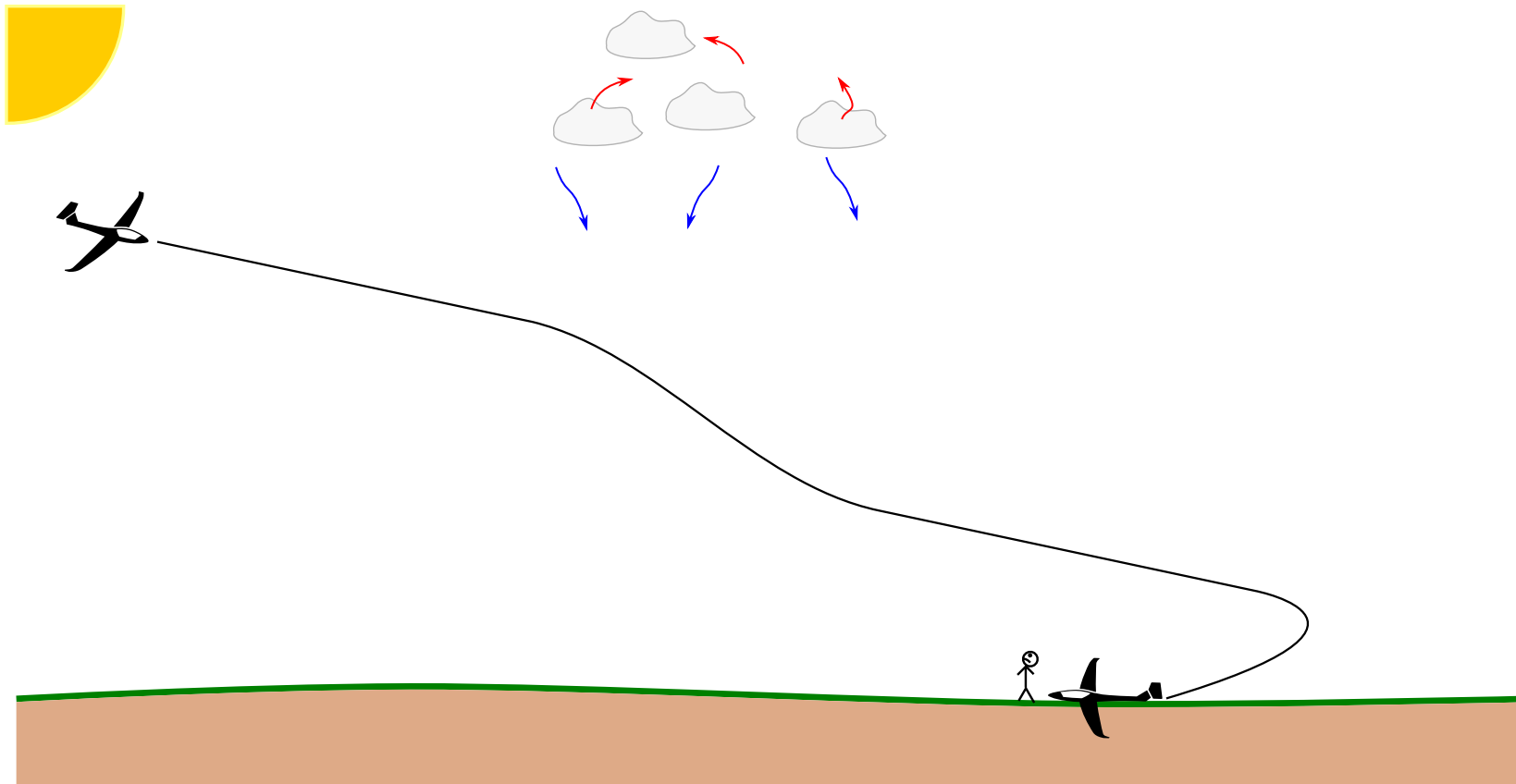
Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.
- Die Wolke fällt zusammen und es gibt keine nutzbare Aufwind mehr.



Lebenszyklus der Thermik

- Die heiße Luft am Boden wird letztendlich aufgebraucht.
- Die Wolke fällt zusammen und es gibt keine nutzbare Aufwind mehr.
- Man muss das Aussehen der Lebenszyklus der Thermik lernen.
- Fetzen von neuen und alten Cumulus Wolken sehen ähnlich aus,
--> ständige Beobachtung der nächsten Cumuluswolken (und Luftraum!)



0:00



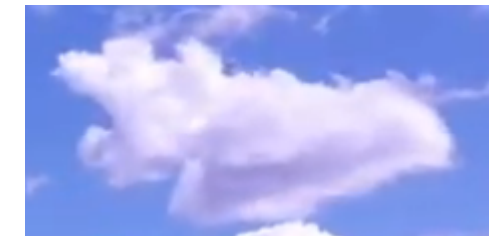
1 min



3 min



6 min



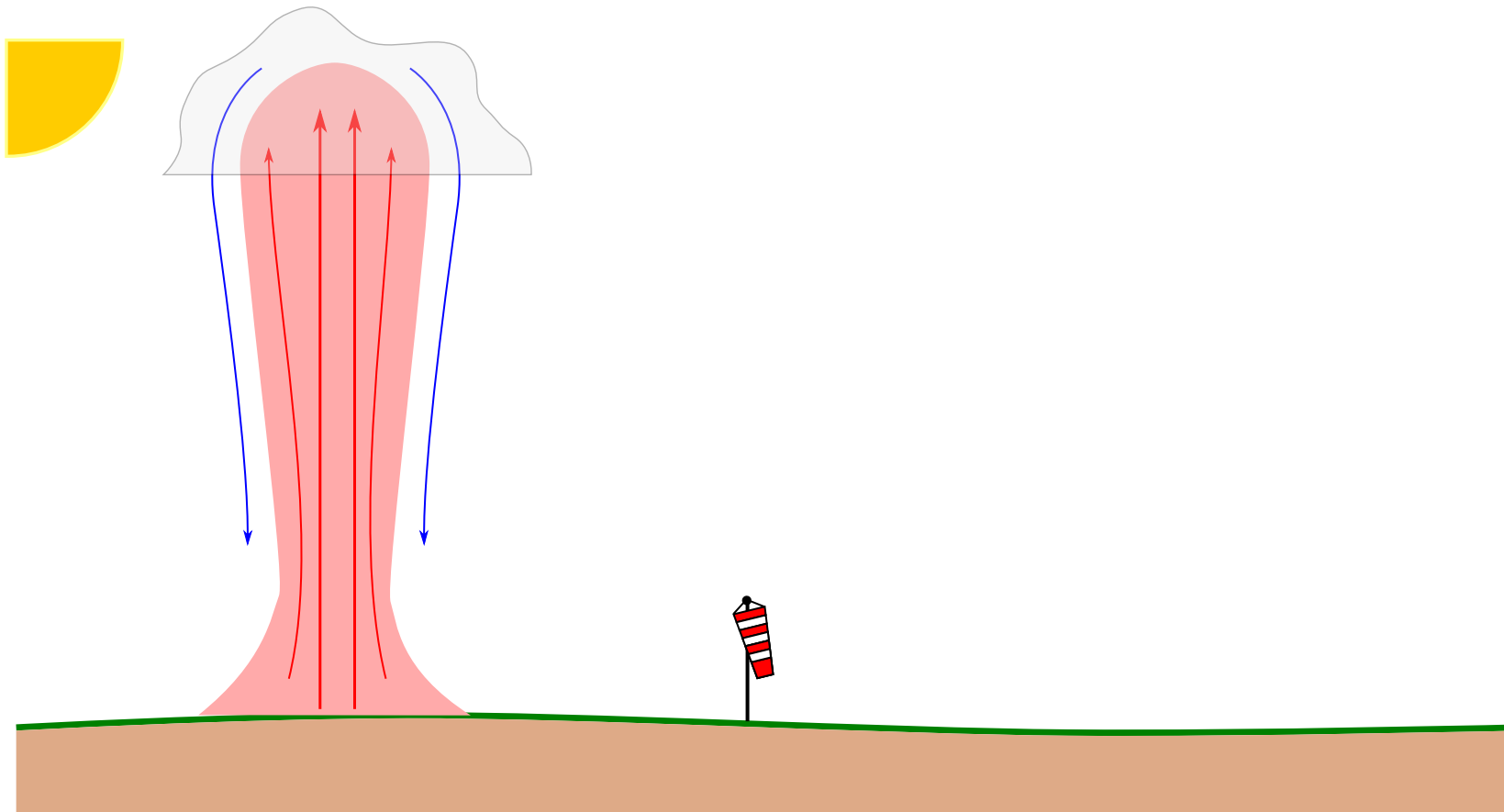
11 min



20min

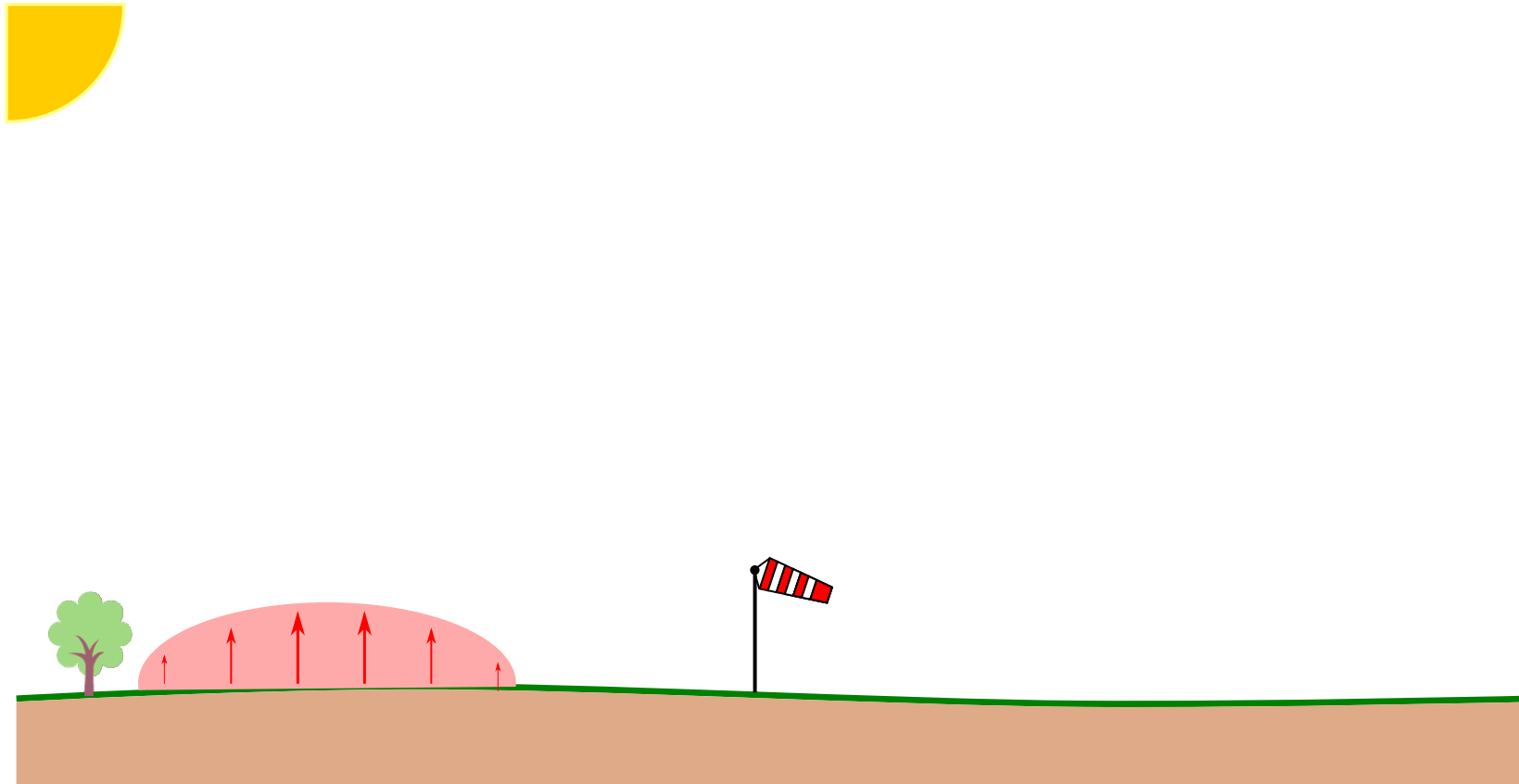
Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe



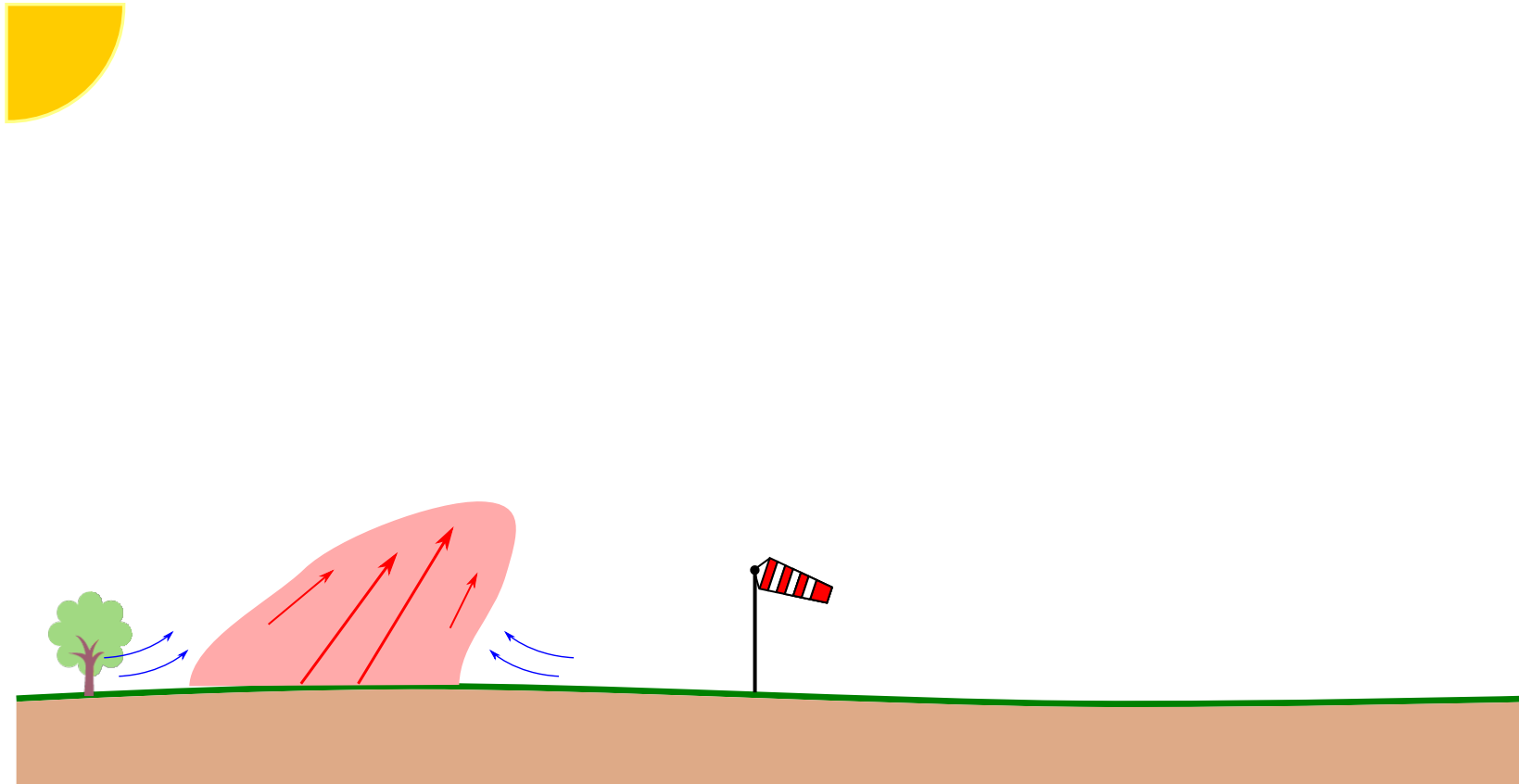
Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe



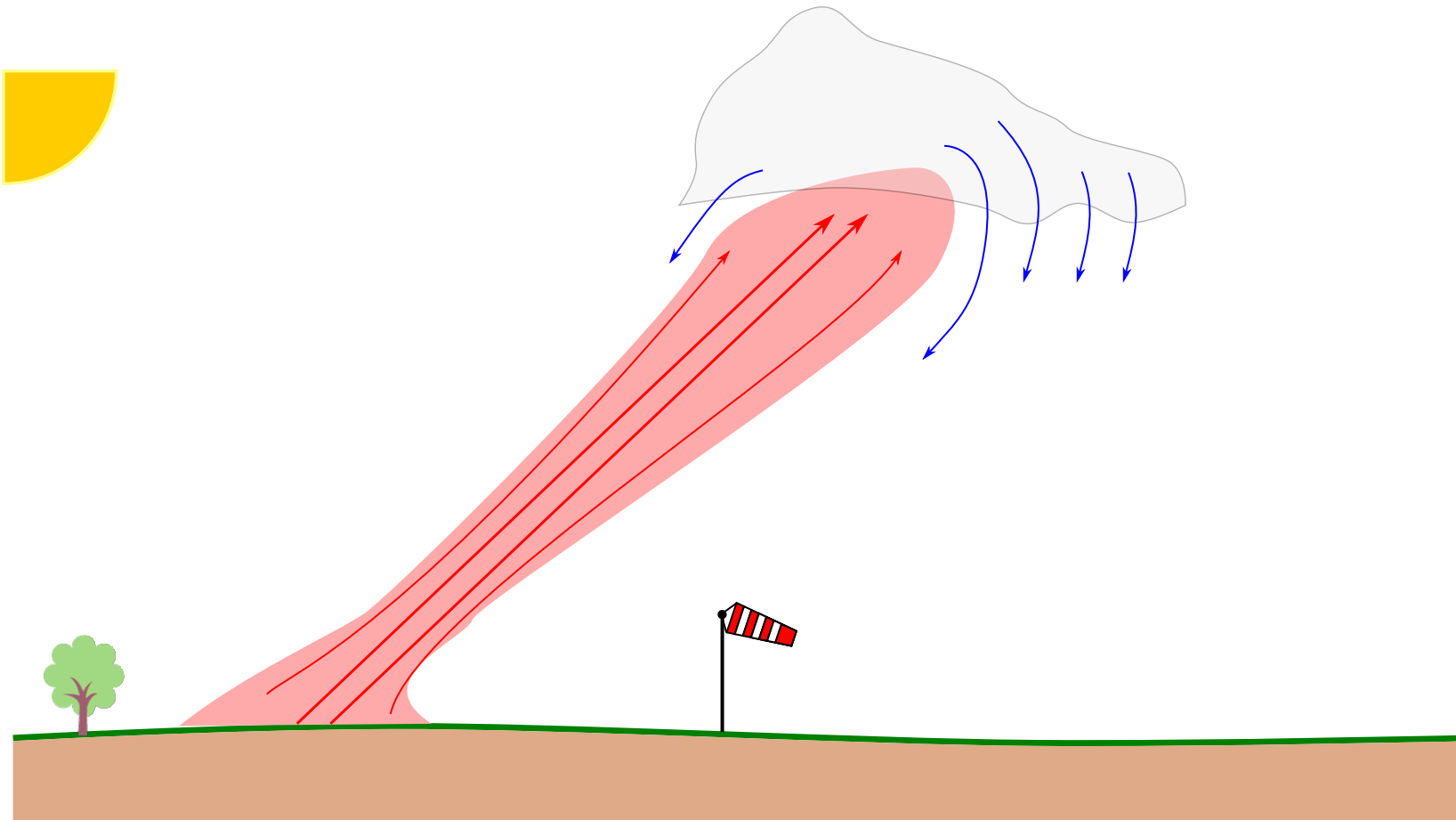
Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe



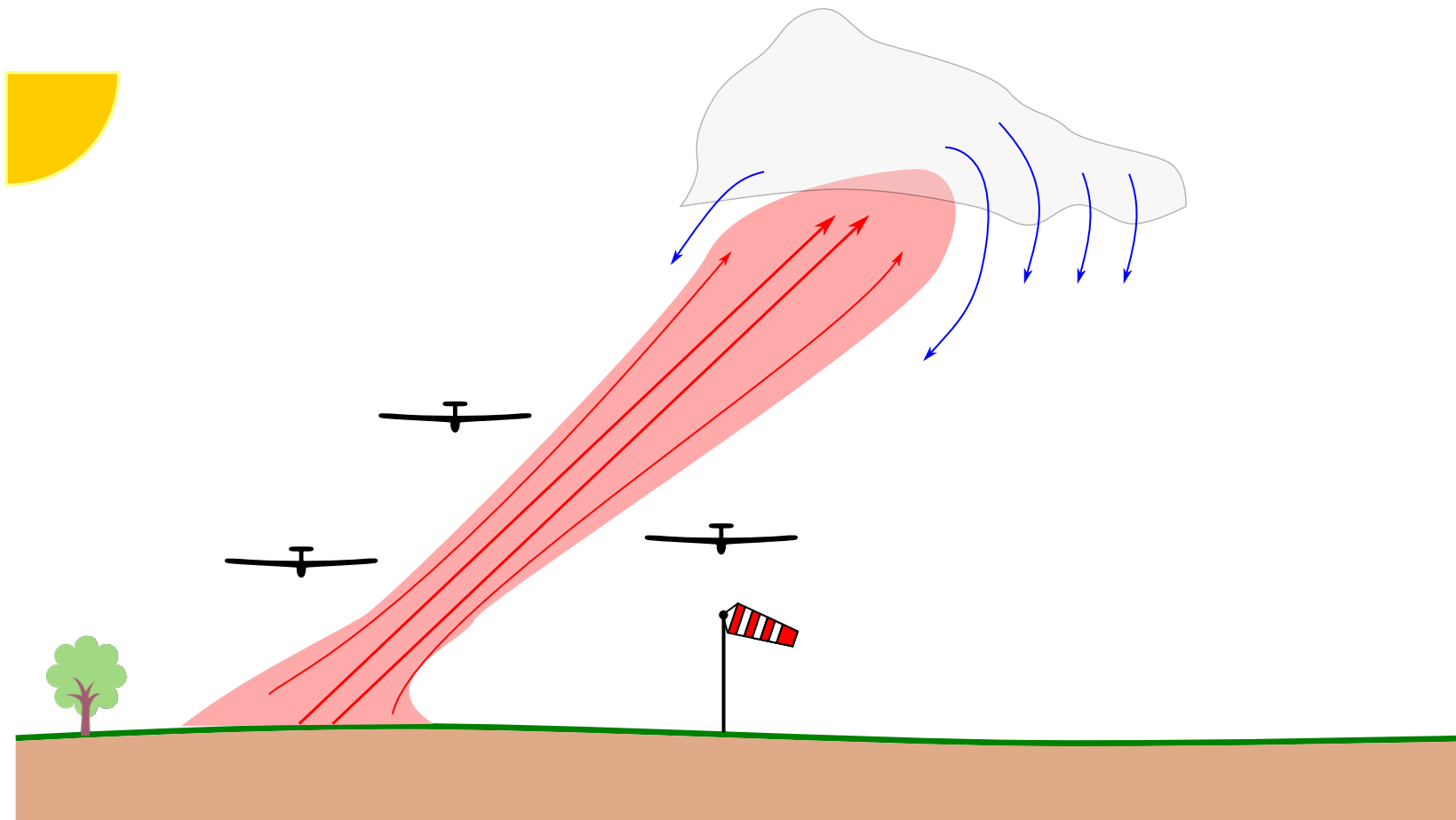
Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe



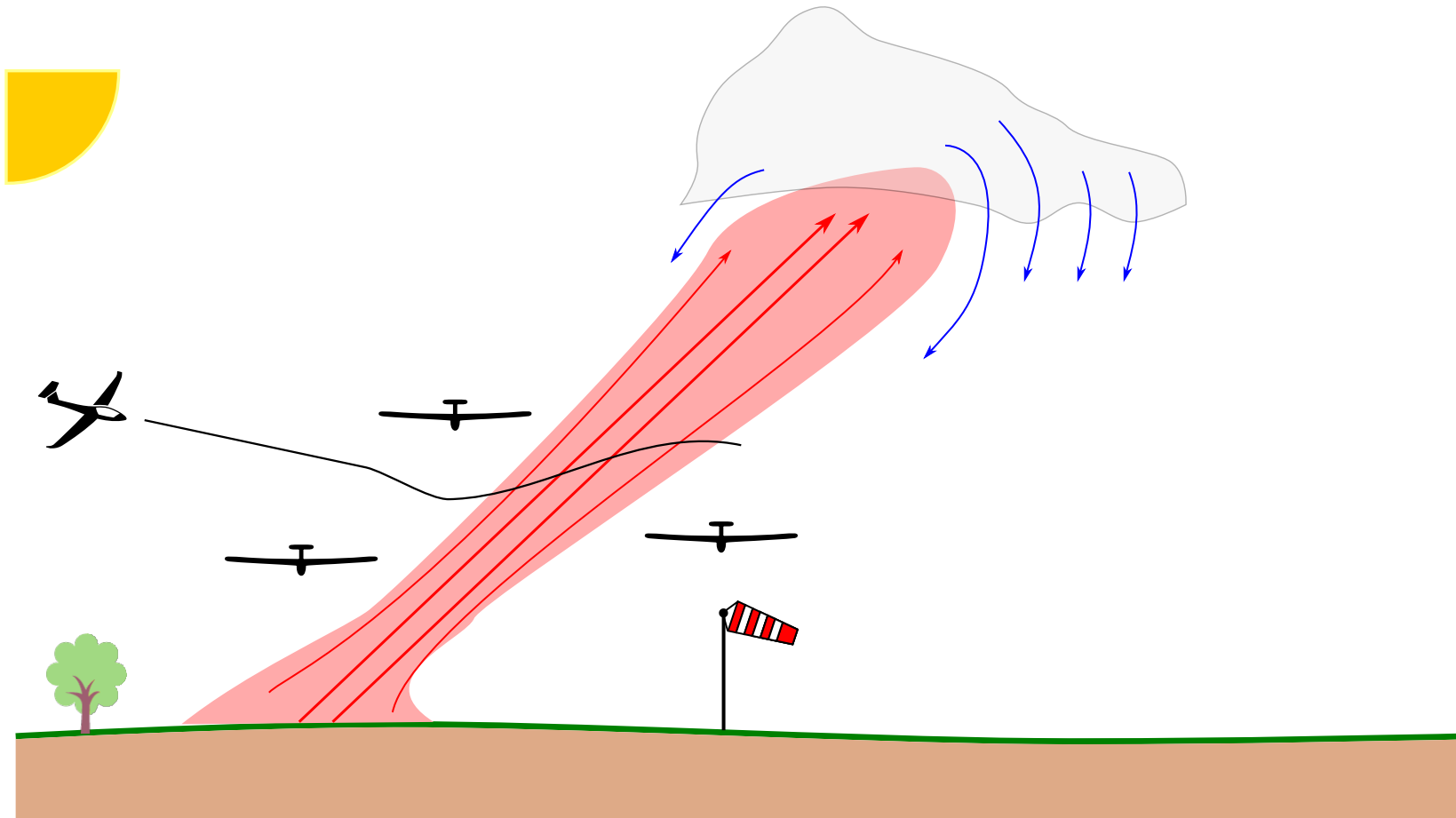
Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe
- In mittlere Höhe ist es schwer die Position der Thermik zu schätzen

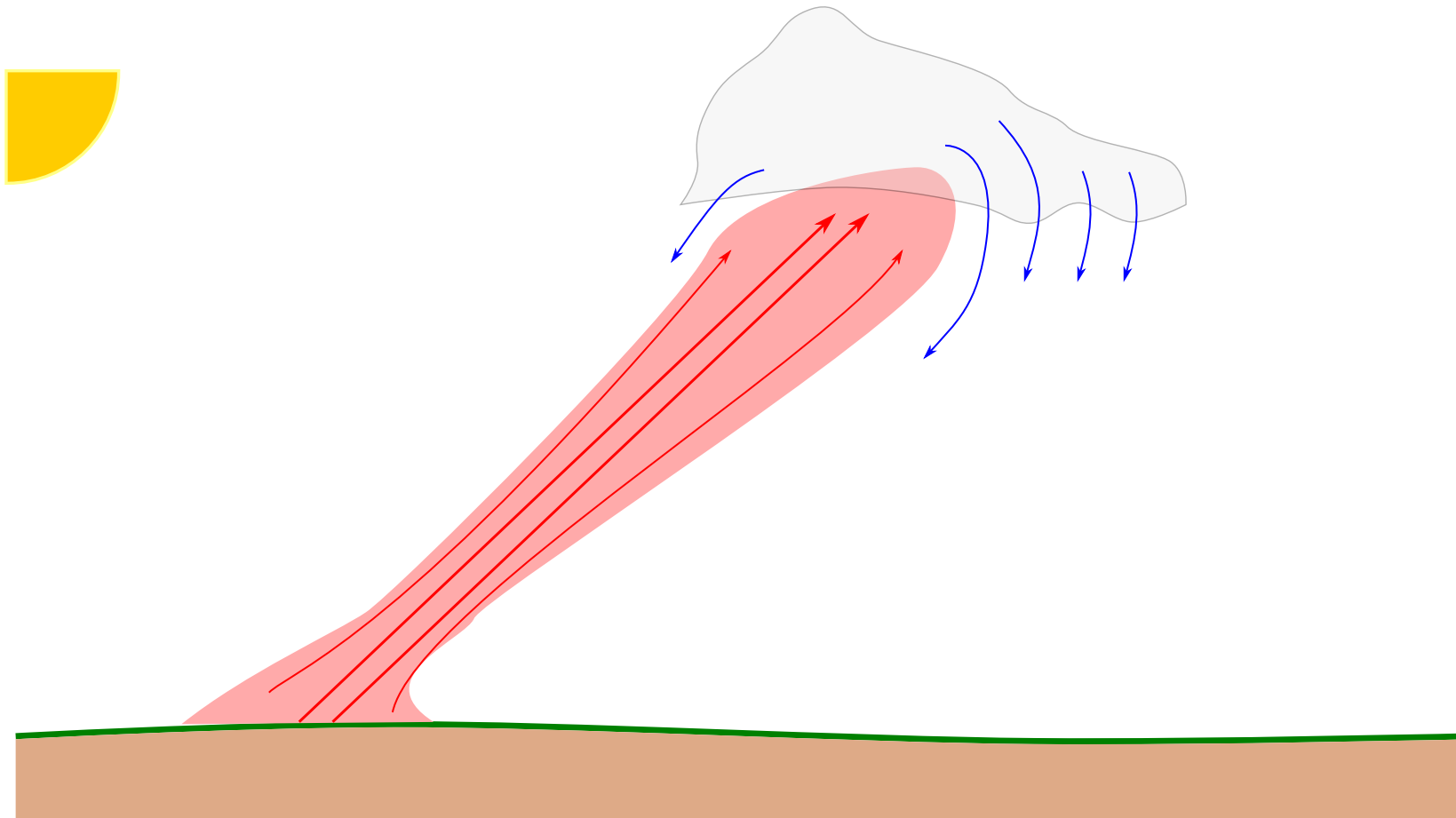


Thermik mit Wind

- Mit Wind, versetzt sich der Aufwind in der Höhe
- In mittlere Höhe ist es schwer die Position der Thermik zu schätzen
 - > Anfliegen mit/gegen Wind ist zuverlässiger als quer zur Wind.

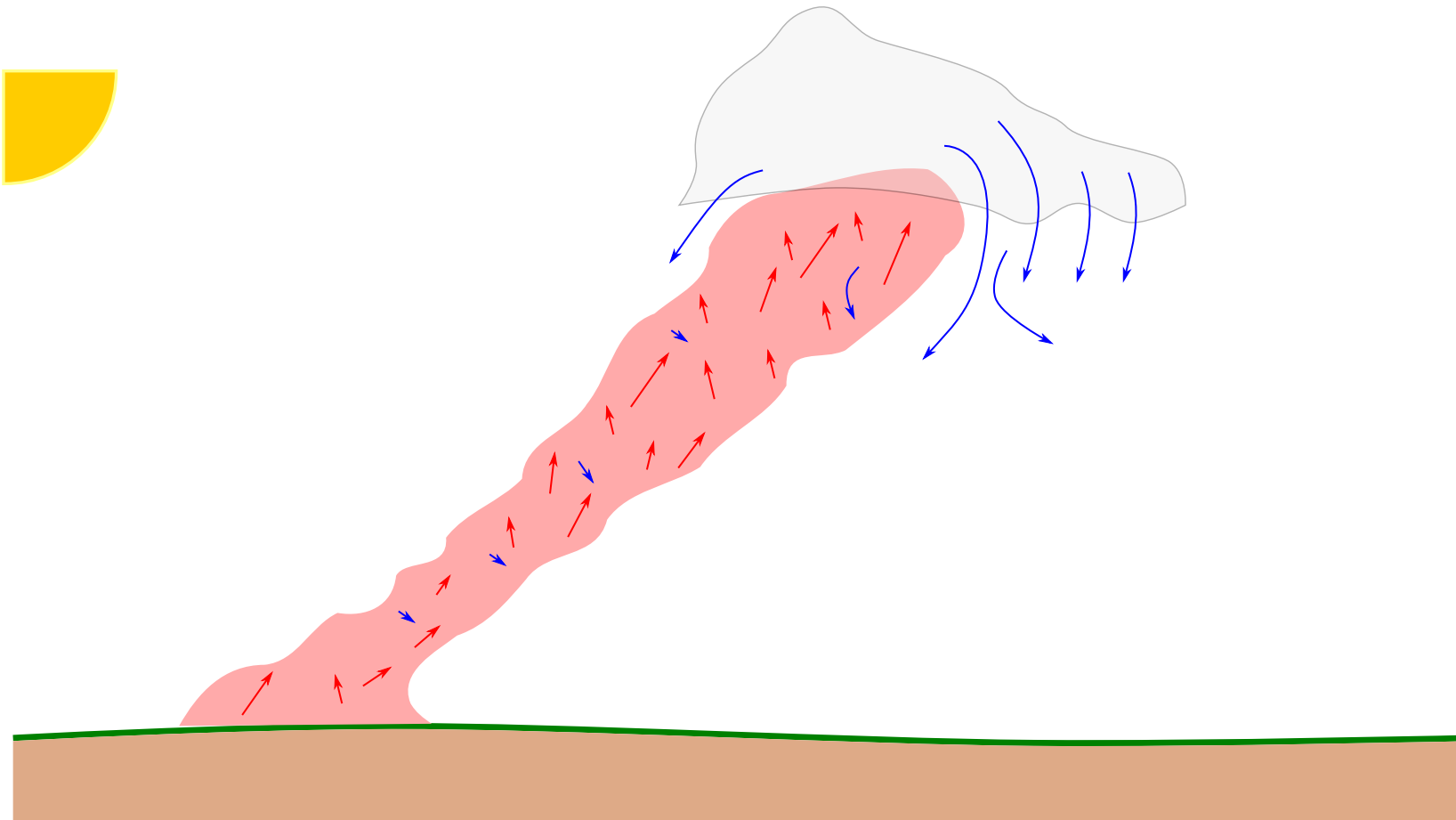


Turbulenz



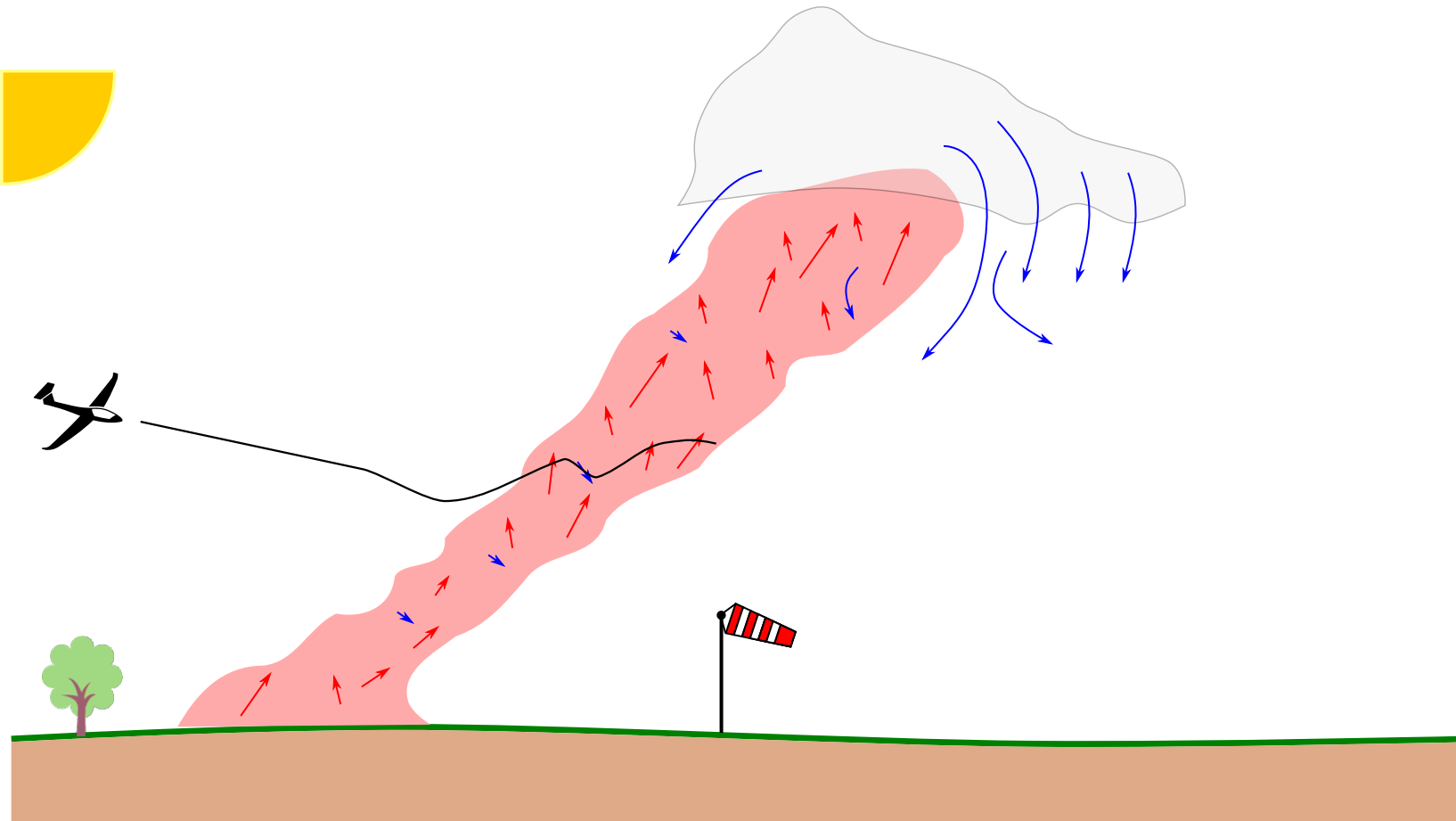
Turbulenz

- In Wirklichkeit labile Atmosphäre --> starke Turbulenz.

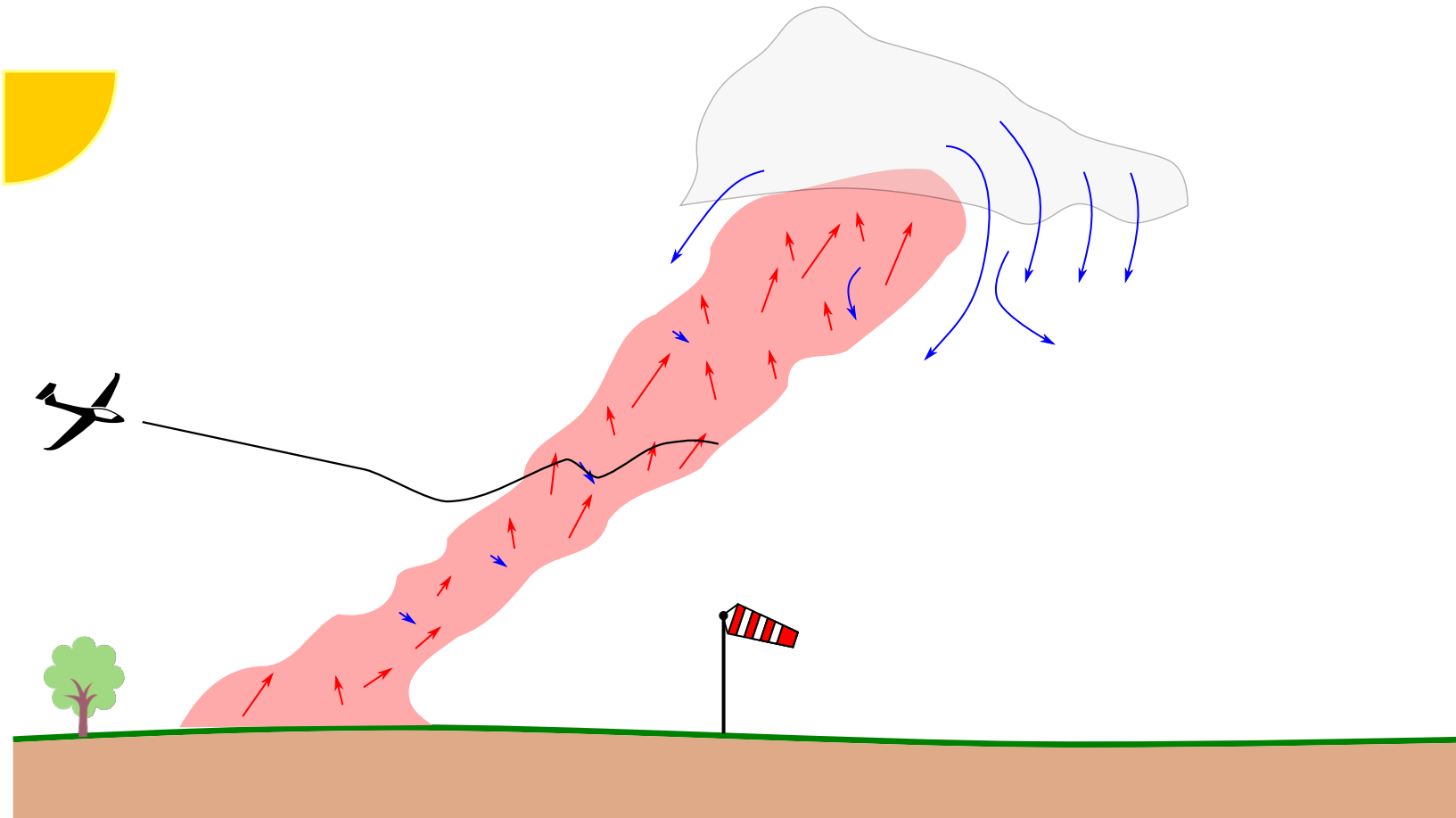


Turbulenz

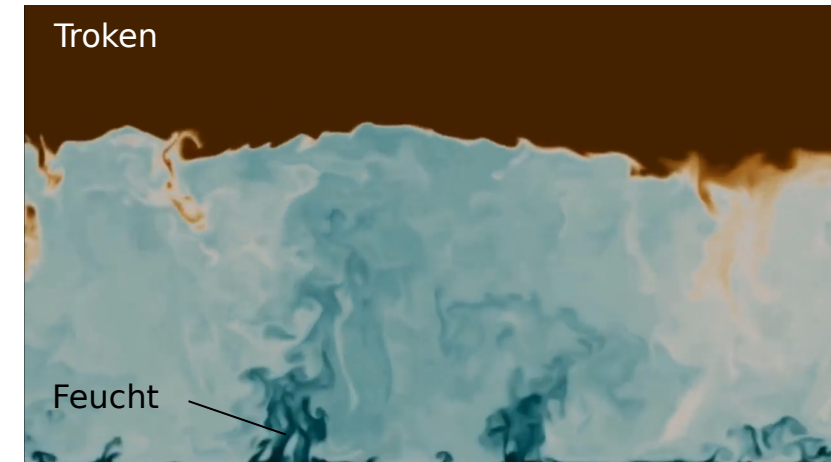
- In Wirklichkeit labile Atmosphäre --> starke Turbulenz.
- > Mindestens ein Paar Vollkreise drehen bevor man neuzentriert oder aufgibt!



- In Wirklichkeit labile Atmosphäre --> starke Turbulenz.
- > Mindestens ein Paar Vollkreise drehen bevor man neuzentriert oder aufgibt!

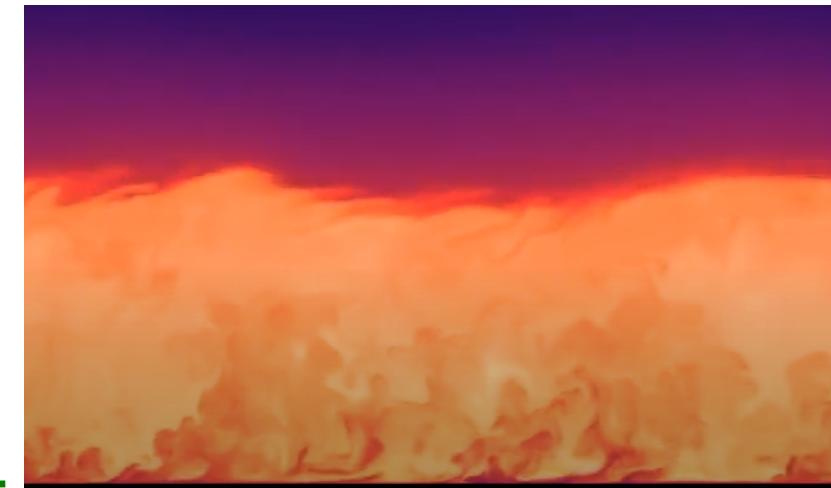


Turbulente Simulationen:



Feuchtigkeitsgrad (ohne Wind)

<https://www.youtube.com/watch?v=h7CEGw4AUNY>



Temperatur (mit Wind)

<https://www.youtube.com/watch?v=AKh4JWjibjQ>

Was ist Thermikflug?

- Die Ausnutzung von Aufwinden, die durch Temperaturunterschiede entstehen.

Fragen?

- Warum steigt überhaupt warme Luft auf?
- Wie hoch steigt es?
- Wann gibt es Thermik und wann nicht?
- Wie entstehen Wolken?
- Was bestimmt die Wolkenbasis?
- Warum gibt es manchmal Blauthermik?
- Wie nutzt man die Thermik am besten?

Stabil / Instabil

Trockenadiabatisch $\sim 1.0^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$

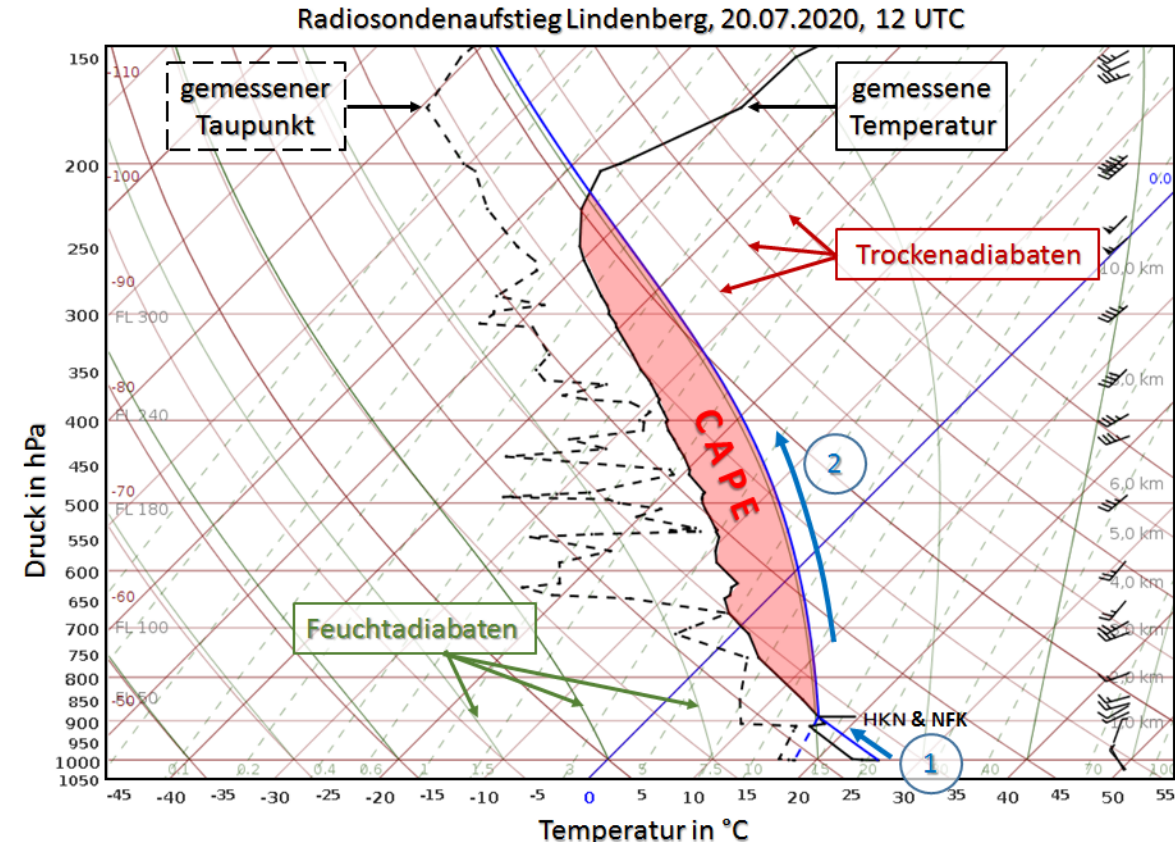
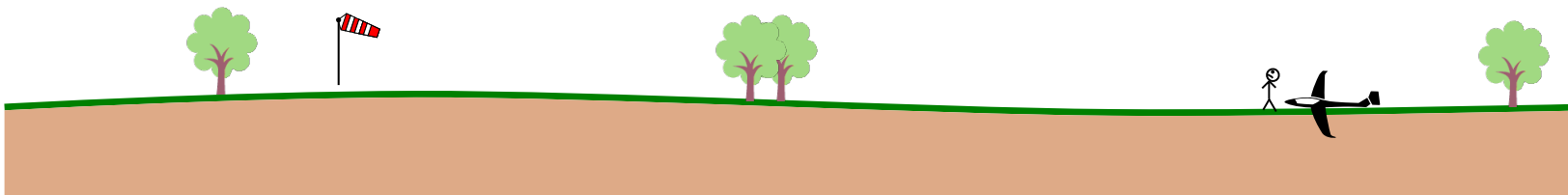
Feuchtadiabatisch $\sim 0.6^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$

Kondensationsniveau = Wolkenbasis

Gleichgewichtsniveau = Max. Höhe

Inversion

Auslösetemperatur



Weitere Fragen?

als Beispiel, Copyright (c) Deutscher Wetterdienst