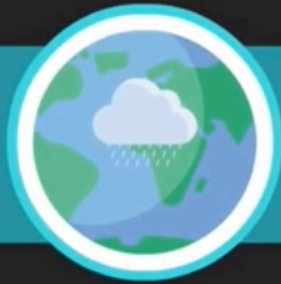




Zertifikat C

1. WETTERKUNDE



WAS IST KLIMA - WAS IST WETTER?

WETTER

1 Std - 1 Tag

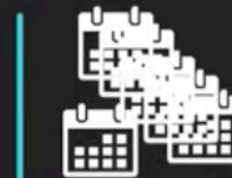
Kurzfristige Beobachtung von
Klimaelementen an einem Ort.

Daten, mit denen man das
Wetter beschreiben kann:



KLIMA

wie Wetter und Witterung, nur



mehrere Jahre
>30-40 Jahre

→ generelle Wetterphänomene

WITTERUNG

wie Wetter, nur

mehrere Tage - Jahreszeit

z.B.



MIKROKLIMA

- sehr kleines Gebiet
(höchstens paar km)

z.B.: Zimmer



Wald



MESOKLIMA

- Landschaft/Region
(paar Hektar bis mehrere 100 km)

Insel
Tal



z.B.: Mittelmeer



MAKROKLIMA

- große Teile der Erde
(Kontinente/auch ganze Erde)

z.B.:
Passatwinde





1. WETTERKUNDE

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen, Begriffe
2. Wolken
3. Seegang
4. Planetarische Windsystem und Klimazonen
5. Meeresströmungen
6. Tropische Wirbelstürme
7. Meteorologische Messgeräte
8. iMeteo



Warum erscheint uns der Mondhimmel an einem Sonnentag schwarz?
Galileo: Hammer und Feder?

Weltall Erdatmosphäre

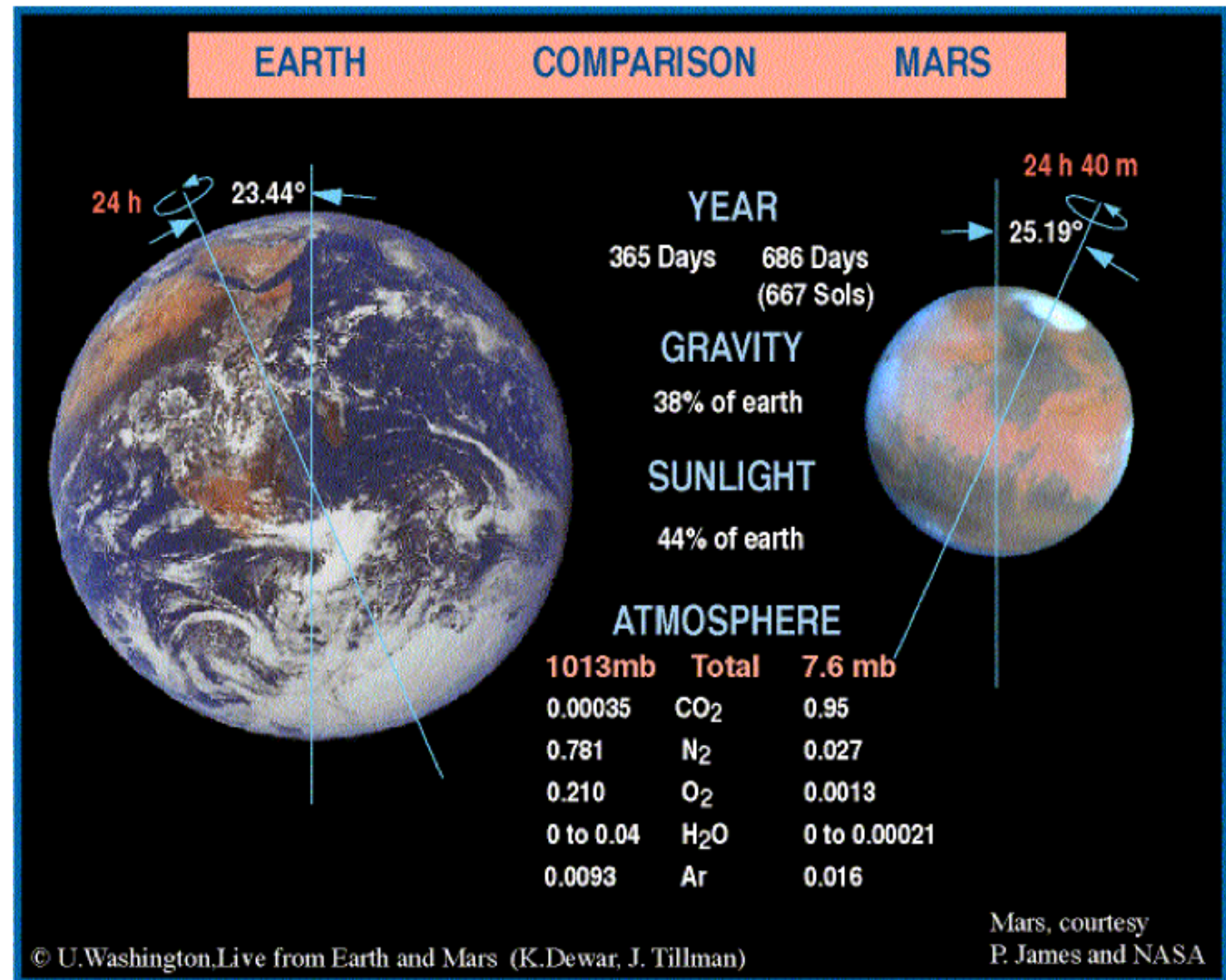




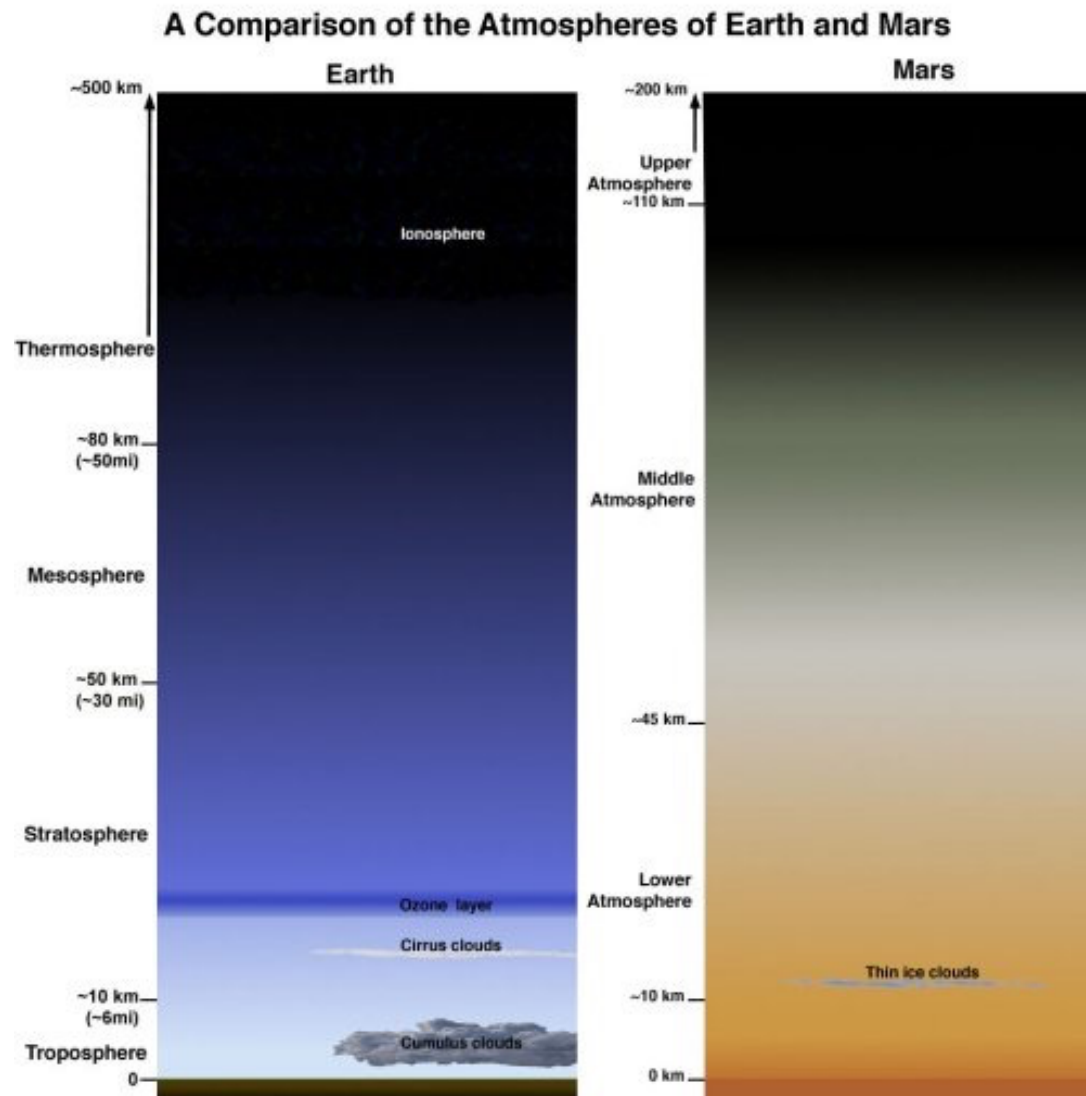
Wieso ist der Himmel an Sonnentagen blau?

Die Lichtstrahlen treffen auf kleinen Teilchen wie Stickstoff, Sauerstoff, Wassermoleküle und andere in der Luft und werden von ihnen gestreut. Das kurzwellige blaue Licht wird dabei von den Luftmolekülen stärker gestreut, als das langwellige Rot. Weil also hauptsächlich blaues Licht von den kleinsten Luftteilchen zurückgeworfen wird, erscheint uns der wolkenlose, klare Himmel blau.

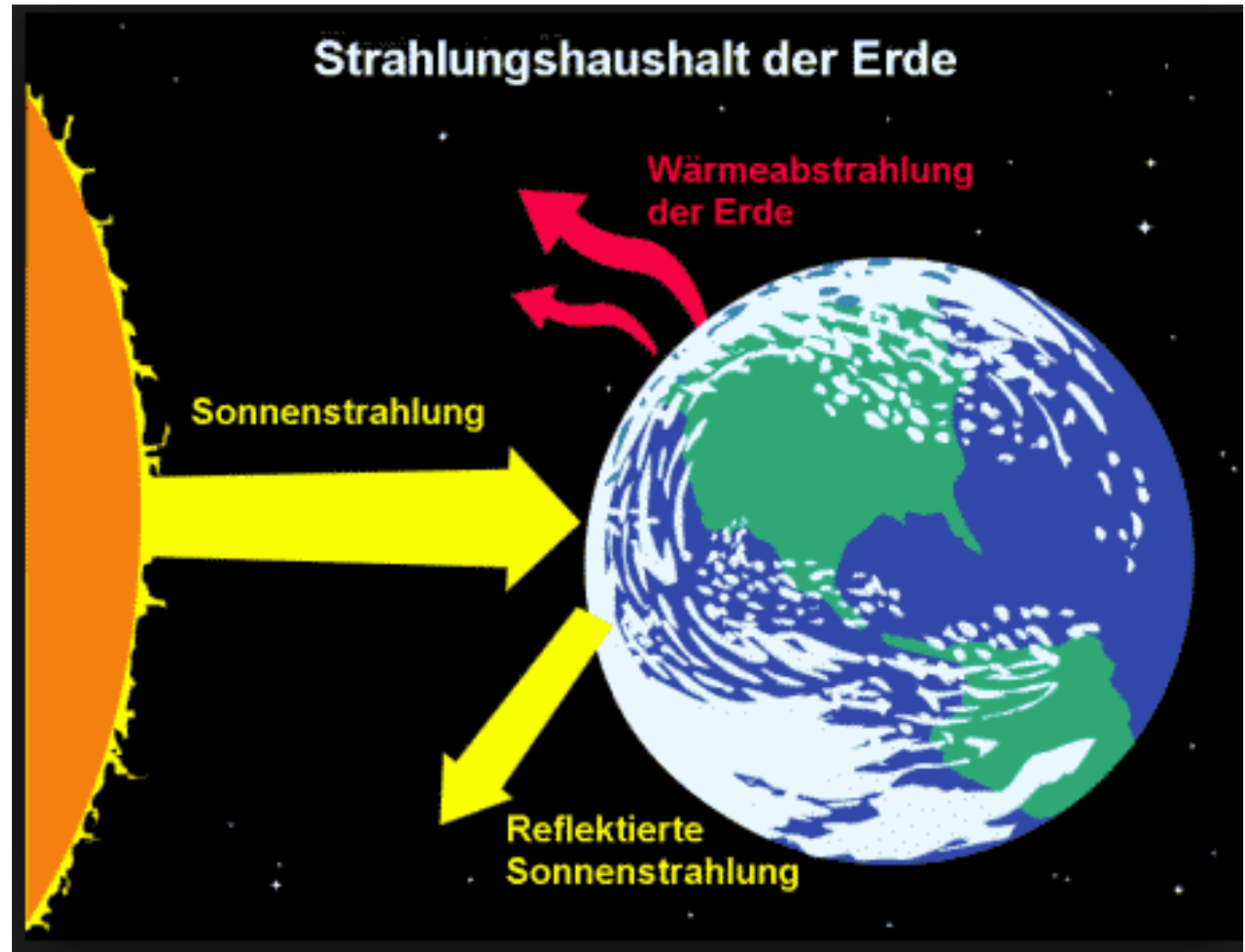
Atmosphäre



Troposphäre



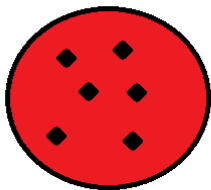
Einfluss der Sonne



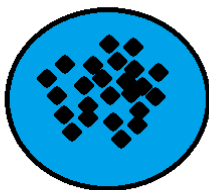
Einfluss der Sonne

-> Luftmassen unterschiedlicher Temperatur

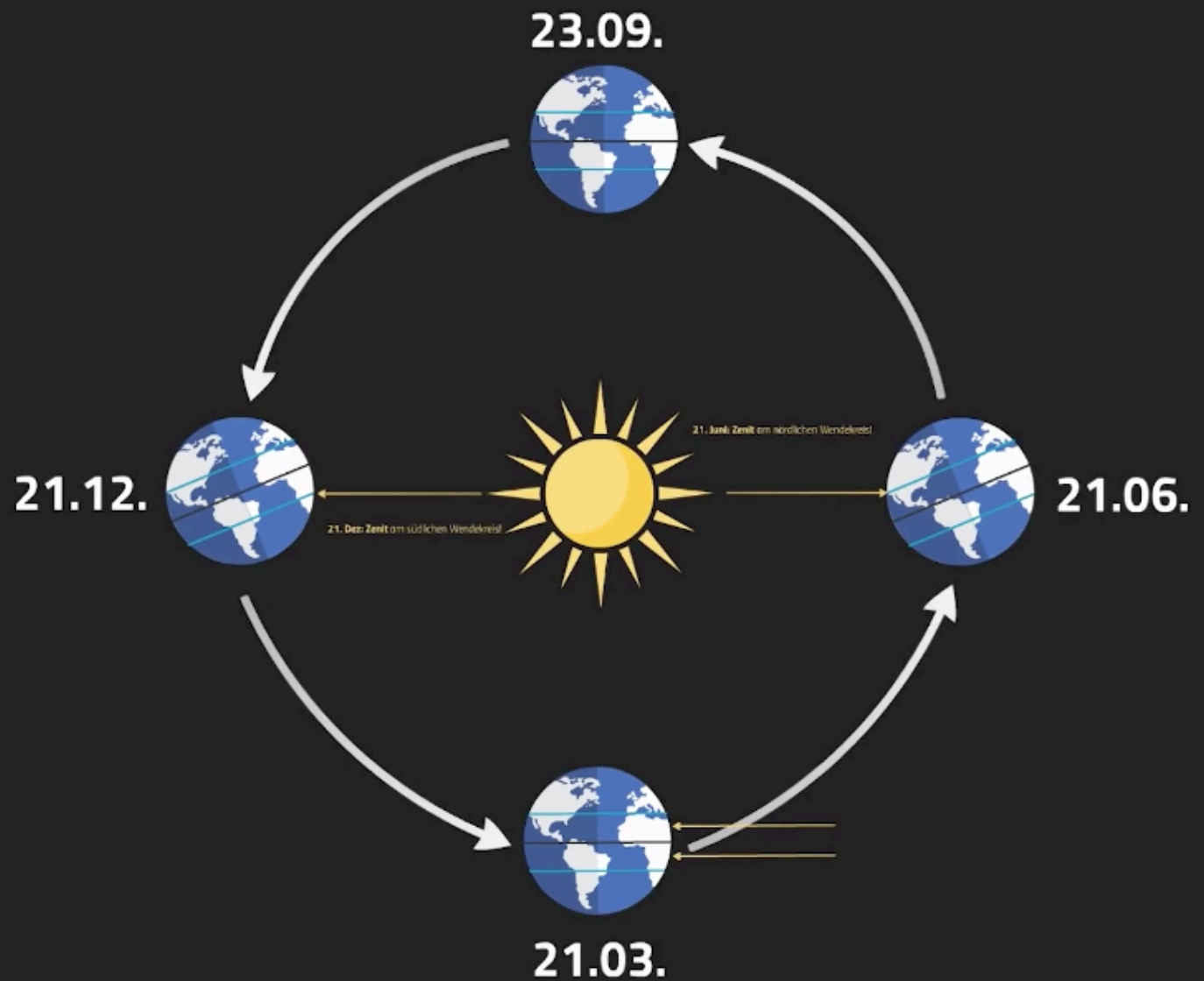
Versuch mit der Tür



Air chaud



Air froid



Entstehung des Wetters

Unterschiedliche Erwärmung der **Troposphäre** durch die Sonne

Warme, feuchte Luftmassen unter hohem Druck → energiereich

Kalte, trockene Luftmassen unter geringem Druck → energiearm

Ausgleich der Energie → Luftzirkulation = Wettergeschehen

Wie spürt man den Luftdruck? Versuch mit der Plastikflasche und dem Bokal.

Begriffe

Luft, Barometer

Luftdruck, auf Meereshöhe berechnet

Mittlerer Luftdruck auf Meereshöhe = 1013 hPA

1013 g auf 1 cm²

Hochdruck

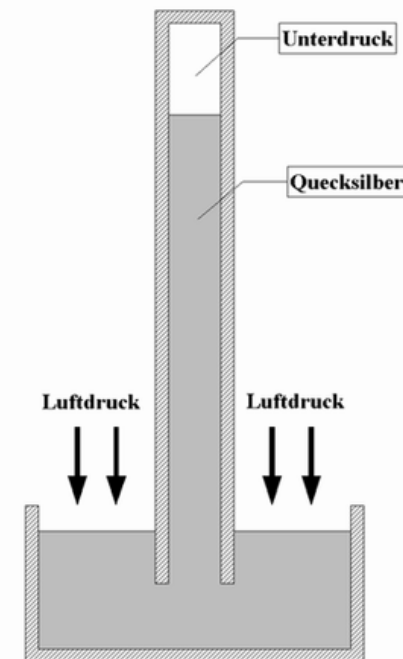
Gebiete mit einem Luftdruck > 1013 hPA

Luft sinkt zu Boden, der Luftdruck steigt an

Tiefdruck

Gebiete mit einem Luftdruck \leq 1013 hPA

Luft steigt auf, der Luftdruck nimmt ab



Wind und Druckgefälle

Wind entsteht, weil die Luft aus einem Hochdruckgebiet in ein Tiefdruckgebiet fließt

Druckunterschied oder Gradient ist verantwortlich für viel oder weniger Wind

Barometer fällt 1 hPa pro Stunde in unseren Breiten -> Starkwind

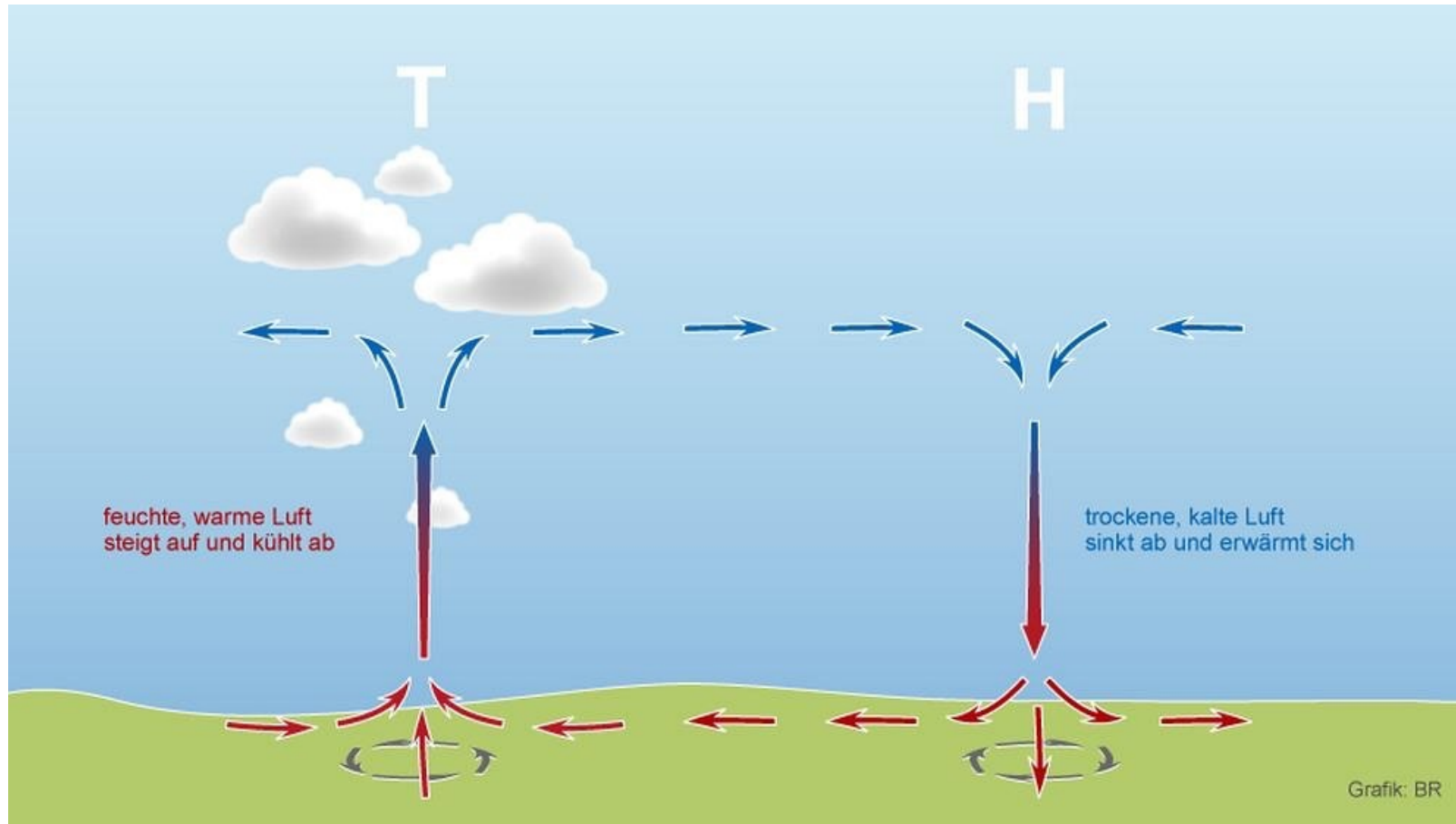
Beaufortskala: Windstärken 0 - 12 Bft

Windstärken in m/s; km/h und Knoten

Windrichtung ist die Richtung woher der Wind weht

Rechtdrehender Wind

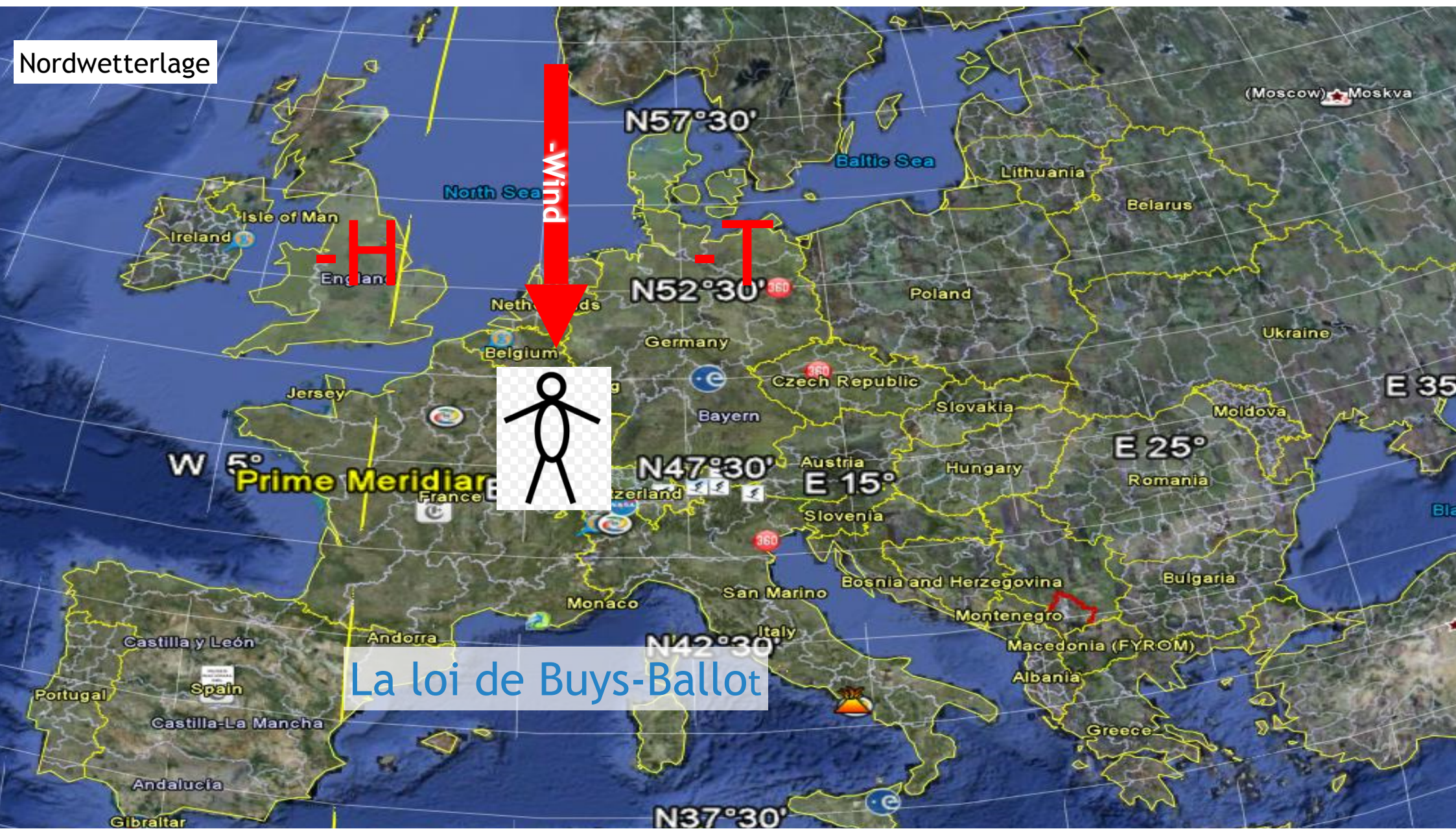
Rückdrehender Wind



Wind

Druckausgleichsströmung zwischen H und T

Nordwetterlage



La loi de Buys-Ballot

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Hochdruckgebiet

Luft sinkt zu Boden, erwärmt sich und kann viele Feuchte aufnehmen.

Luftdruck steigt und bringt eine Wetterverbesserung.

Tiefdruckgebiet

Luft steigt auf, kühlt ab und kann nur wenige Feuchte aufnehmen.

Luftdruck sinkt und bringt eine Wetterverschlechterung.

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Hoch, Antizyklone: Gebiet hohen Drucks, absinkende Kaltluft -
> erwärmt und trocknet

Warmes Hoch: Wasserdampfanteil, stabile Lage, hoch bis zur Tropopause (10-15 km), mässige Sicht

Azorenhoch und Russlandhoch

Verbindung zweier Hochs -> Hochdruckbrücke

Hochdruckkeil

Kaltes Hoch: Zwischenhoch, labile Lage, hoch bis 1500 m, kein Wasserdampf, gute Sicht

Abwärtsbewegung des Hochs endet nicht immer am Boden sondern an warmer feuchter Luftschicht (Temperaturinversion)
-> **Hoch ohne blauen Himmel (Smog)**

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Tief, Zyklone: Gebiet niedrigen Luftdruckes

Warmes Tief (dynamisch): aufsteigende Warmluft, aktive WF und KF

Kaltes Tief (statisch): Endzustand des Tiefes
Sturmtief 8 Bft, Orkantief 10 Bft

Randtief: kleineres Tief dreht sich um ein veraltetes Muttertief bis zur Vereinigung

Teiltief: in Lee einer Gebirgskette, hier hebt das Gebirge die warmen Luftmassen und nicht der Jetstream

Tiefdruckrinne: Verbindung zweier Tiefs die gemeinsam kreisen
Wellenstörung -> Zyklonenfamilie

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Das Azorenhoch, das Islandtief und das Russlandhoch bestimmen ganzjährig das Wetter in Europa

Wind, Druckgefälle und Corioliskraft

Linksdrehung der Erde -> Corioliskraft

Nordhalbkugel: rechtsablenkende Kraft

Der Wind weht aus dem Hoch rechts herum heraus u. gegen den Uhrzeigersinn in ein Tief hinein

Südhalbkugel: alles umgedreht

Corioliskraft am Äquator = null und an den Polen = maximal

Gradientwind -> Gleichgewicht zwischen Druckgradientkraft und Corioliskraft

Höhenwind weht isobarenparallel

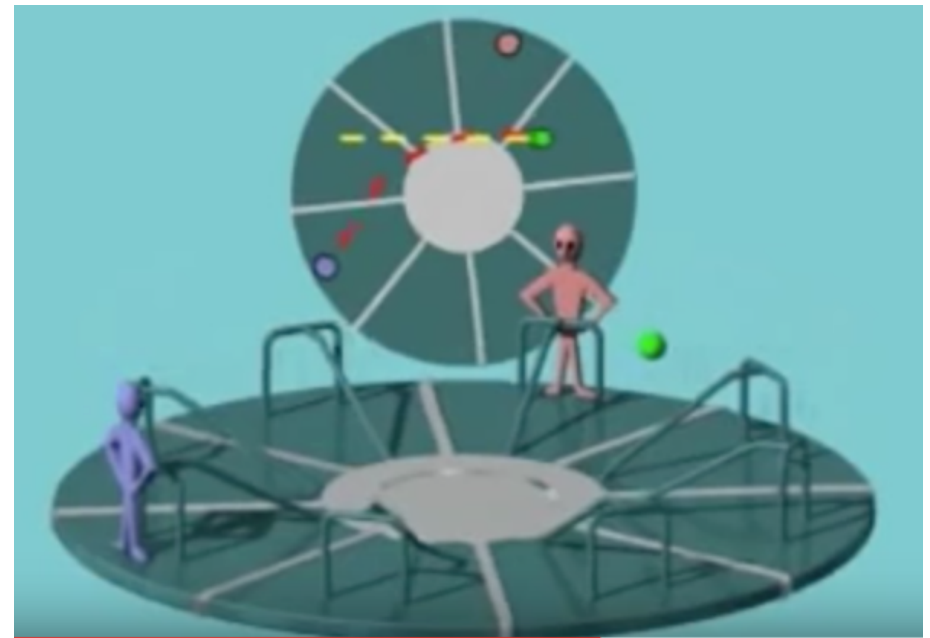
Corioliskraft



/ 6:14



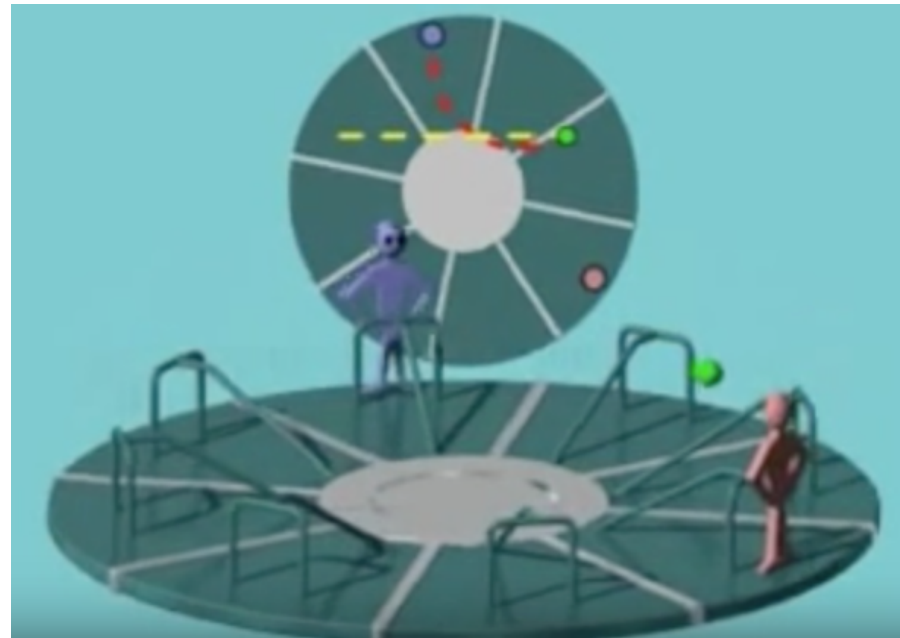
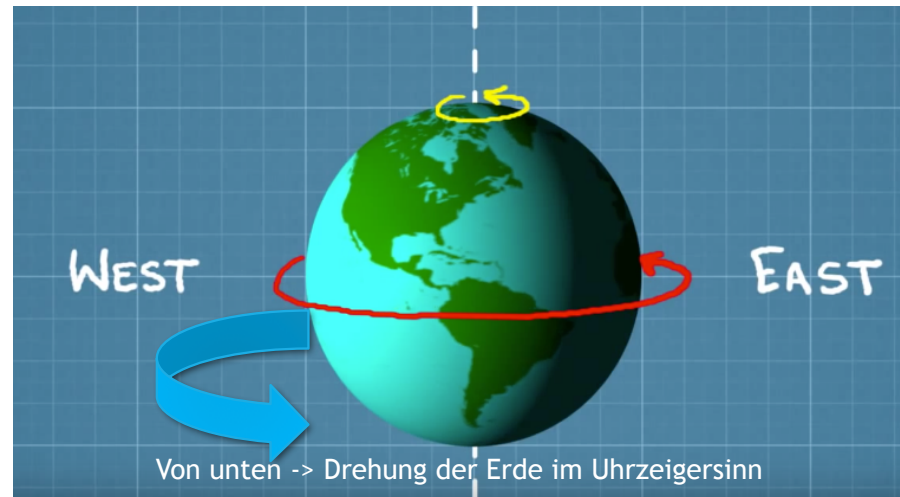
Nördliche Hemisphäre



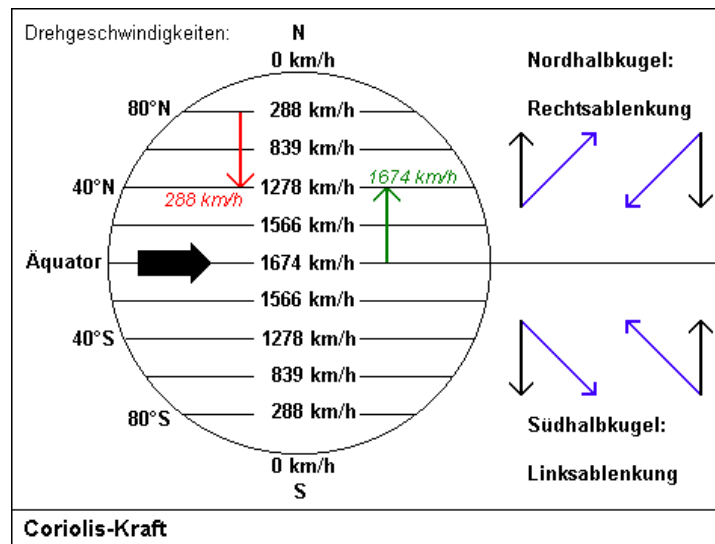
Bewegung des Karussells gegen den Uhrzeigersinn -> Ablenkung nach Rechts

Südliche Hemisphäre

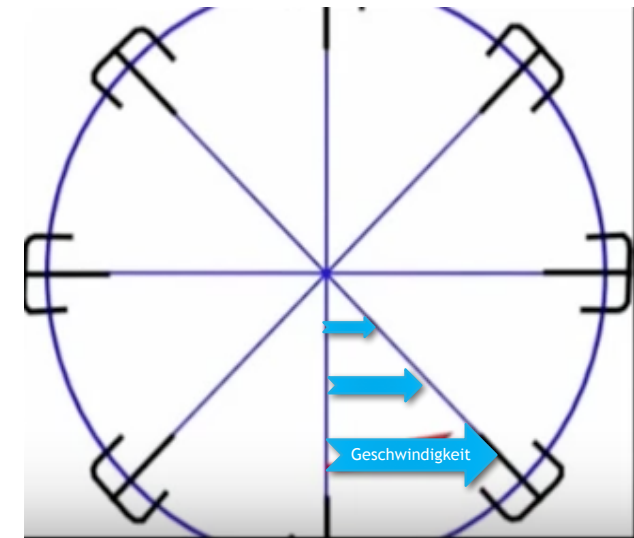
Bewegung des Karussells im Uhrzeigersinn
-> Ablenkung nach links



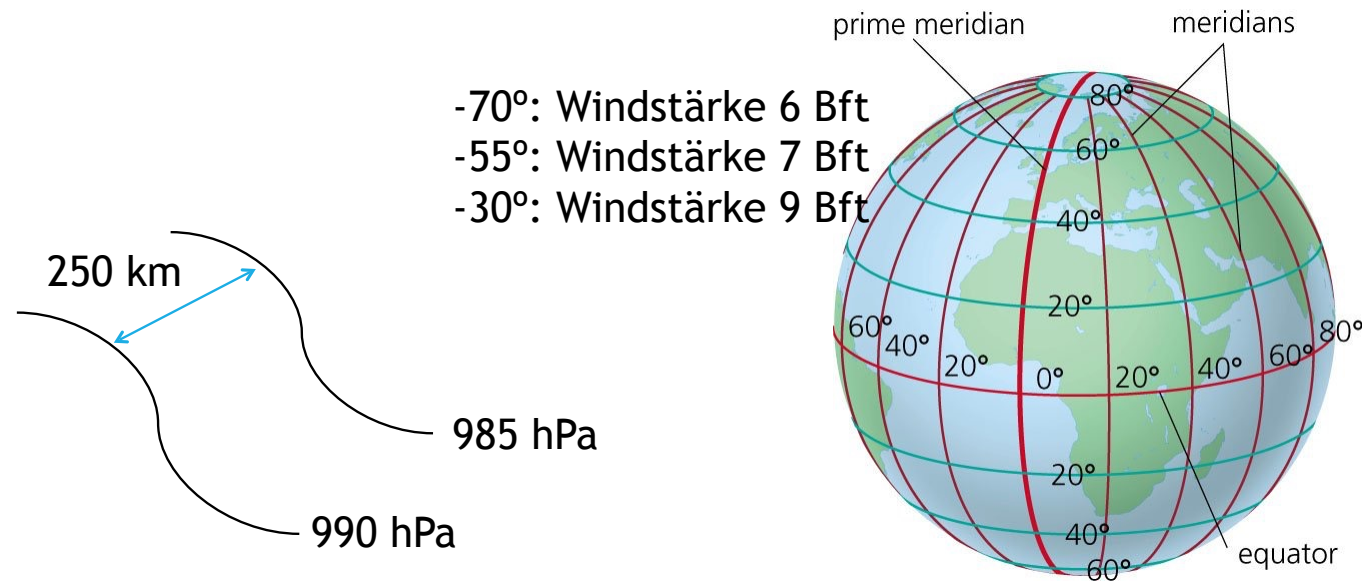
Corioliskraft



Karussell



Corioliskraft



Die Stärke der Corioliskraft ist von der geographischen Breite abhängig, von null am Äquator nimmt sie mit wachsender Breite zu und erreicht an den Polen ihr Maximum.

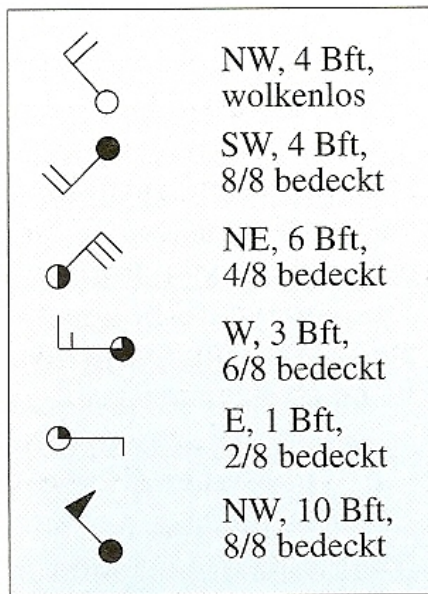
Als ablenkende Kraft bremst sie die Luftbewegung und verringert die Luftbewegung.

Auf dem Äquator weht der Wind direkt vom Hoch zum Tief

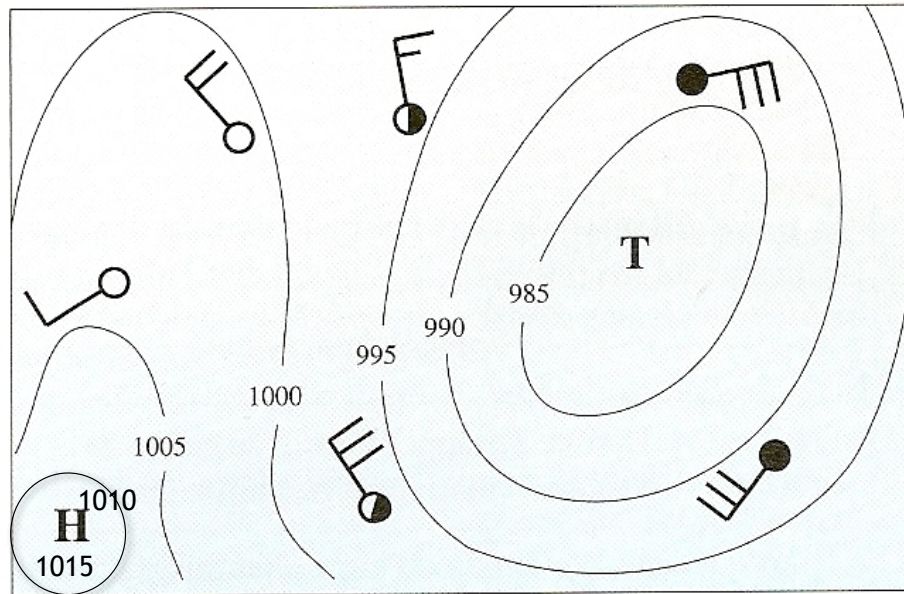
Beaufortskala

BEAUFORTSKALA			
Windstärke Beaufort Bezeichnung		Auswirkungen der Windstärke auf die See	Knoten m/s
0	Stille	Spiegelglatte See.	<1 0-0,2
1	Leiser Zug	Kleine, schuppenförmig aussehende Kräuselwellen ohne Schaumkämme.	1-3 0,3-1,5
2	Leichte Brise	Kleine Wellen, noch kurz, aber ausgeprägter. Die Kämme sehen glasig aus und brechen sich nicht.	4-6 1,6-3,3
3	Schwache Brise	Die Kämme beginnen zu brechen. Schaum überwiegend glasig, ganz vereinzelt können kleine weiße Schaumköpfe auftreten.	7-10 3,4-5,4
4	Mäßige Brise	Wellen sind noch klein, werden aber länger. Weiße Schaumköpfe treten schon ziemlich verbreitet auf.	11-15 5,5-7,9
5	Frische Brise	Mäßige Wellen, die eine ausgeprägtere Form annehmen. Überall weiße Schaumkämme. (Ganz vereinzelt kann auch schon Gischt vorkommen.)	16-21 8,0-10,7
6	Starker Wind	Die Bildung großer Wellen beginnt; Kämme brechen und hinterlassen größere weiße Schaumflächen; etwas Gischt.	22-27 10,8-13,8
7	Steifer Wind	See türmt sich; der beim Brechen entstehende weiße Schaum beginnt sich in die Windrichtung zu legen.	28-33 13,9-17,1
8	Stürmischer Wind	Mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen von beträchtlicher Länge. Von den Kanten der Kämme beginnt Gischt abzuwehen. Der Schaum legt sich in gut ausgeprägten Streifen in die Windrichtung.	34-40 17,2-20,7
9	Sturm	Hohe Wellenberge; dichte Schaumstreifen in Windrichtung; „Rollen“ der See beginnt. Der Gischt kann die Sicht schon beeinträchtigen.	41-47 20,8-24,4
10	Schwerer Sturm	Sehr hohe Wellenberge mit langen überbrechenden Kämmen. See weiß durch Schaum. „Rollen“ der See beginnt. Sicht durch Gischt beeinträchtigt.	48-55 24,5-28,4
11	Orkanartiger Sturm	Außergewöhnlich hohe Wellenberge. Die Kanten der Wellenkämme werden überall zu Gischt zerblasen. Die Sicht ist herabgesetzt.	56-63 28,5-32,6
12	Orkan	Luft mit Schaum und Gischt angefüllt. See vollständig weiß. Die Sicht ist sehr stark herabgesetzt; jede Fernsicht hört auf.	>63 >32,7

Wetterkarte



Windfiedern werden in



Wind weht auf der Nordhalbkugel rechts herum (im Uhr-

Thermik: Seewind und Landwind

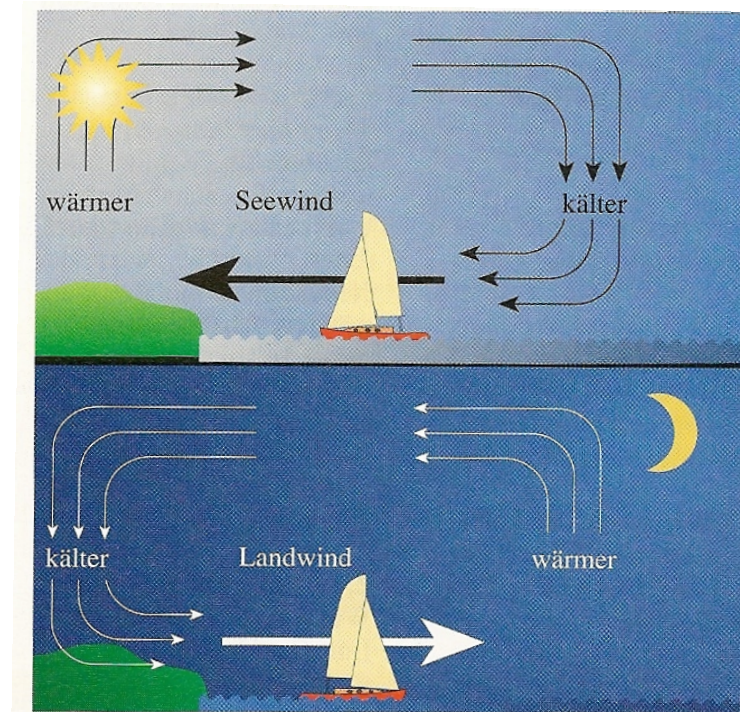
Großwetterlage: Stabiles H

Am Tage: über Land ein **thermisches T**
Hitzetief und über dem Wasser ein
thermisches H Kältehoch -> **Seewind**

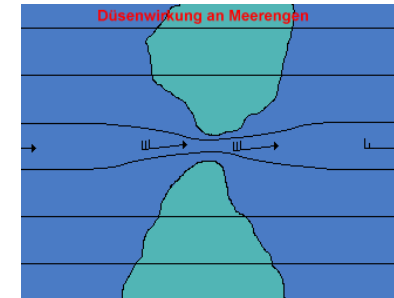
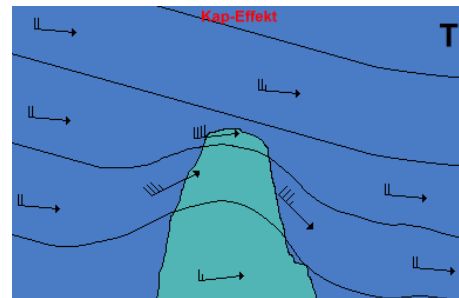
4 - 5 Bft, 10 - 15 Seemeilen von der Küste

Nachts: umgedreht -> **Landwind**

1 - 2 Bft, 2 - 5 Seemeilen von der Küste



Wetterregeln

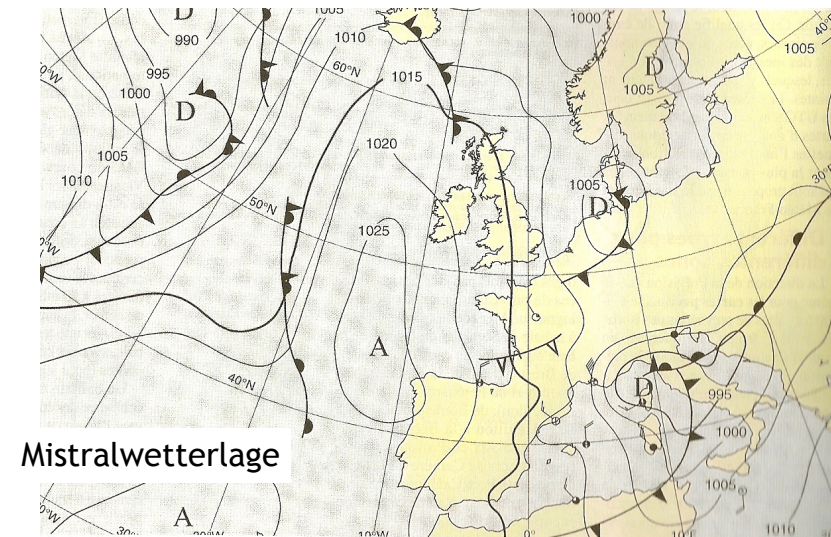


Synoptischer Wind kann durch lokale Effekte wie z. Bsp. ein Kap, Düseneffekt, LEEeffekt und herrschende Thermik stark beeinflusst werden

Das Wetter auf der Nordsee, Ostsee und Mittelmeer

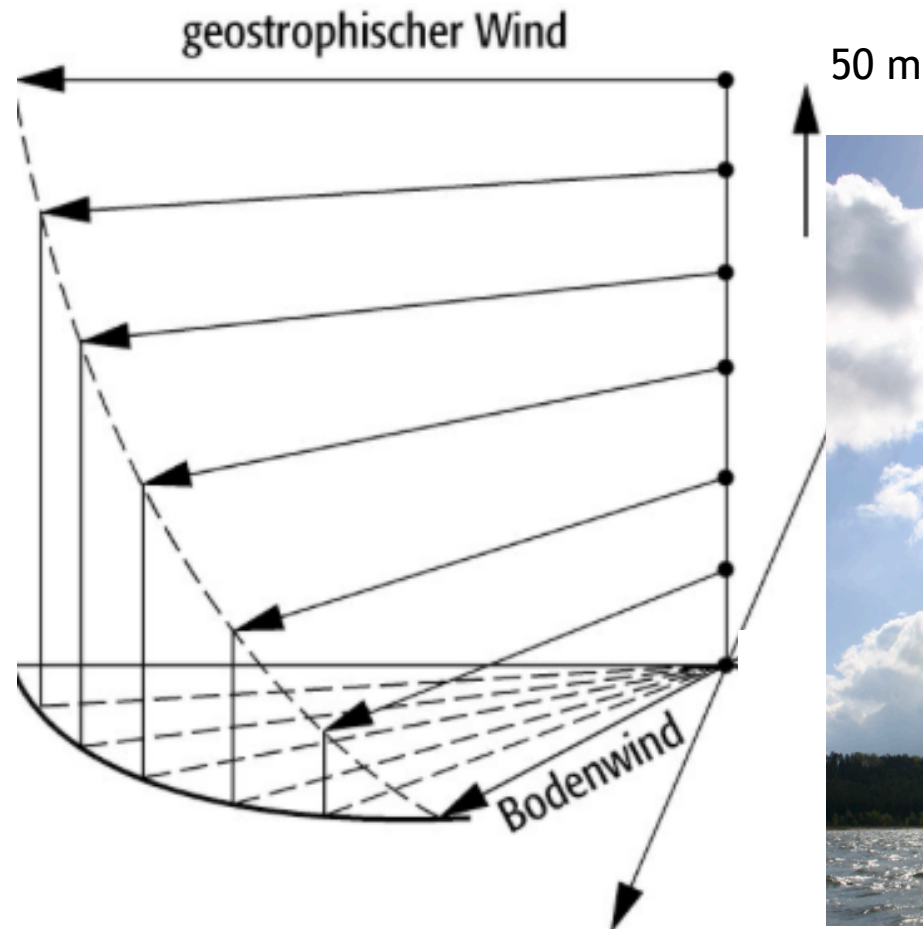
Vor der Törnplanung sollte man sich über die Wetterbedingungen in dem ausgewählten Revier bestens erkundigen

Mistral, Bora, Meltemi, Scirocco, Libeccio, Tramontana....



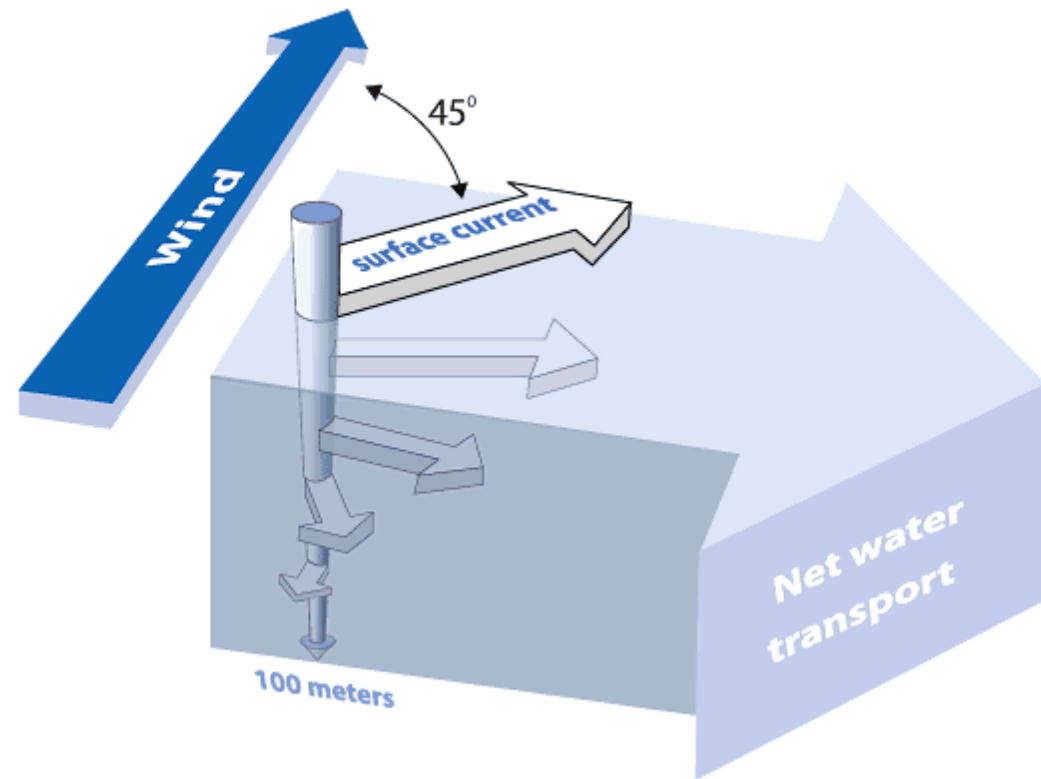
Windspirale Ekman-Spirale

Während die Luftströmung in der freien Atmosphäre fast parallel zu den Isobaren verläuft, wird sie in bodennahe Luftschicht (bis etwa 50 Meter, der Prandtl-Schicht) durch die Bodenreibung verlangsamt und folgt aufgrund der damit verbundenen kleineren Coriolis-Kraft merklich dem Druckgefälle. In der dazwischen liegenden (atmosphärischen) Ekman-Schicht geht der Bodenwind mit zunehmender Höhe stetig in den nahezu geostrophischen Wind über. Bei räumlicher Darstellung der Geschwindigkeitsvektoren bildet sich wiederum eine Spirale, die sich in diesem Fall nach oben verjüngt



Korkenzieherströmung Ekman-Spirale

Der Wind zieht das Wasser durch Reibung mit sich. Dessen Bewegung wird durch die Corioliskraft abgelenkt, auf der Nordhalbkugel nach rechts. Jede tiefere Wasserschicht wird durch die jeweils darüber liegende mitgezogen und durch die darunter liegende gebremst. Die unterschiedlichen Richtungen und Beträge der Reibungskräfte gleichen gerade die Corioliskraft auf die betrachtete Schicht aus. Aus dieser Bedingung ergibt sich, dass tiefere Wasserschichten sich immer langsamer bewegen und die Bewegungsrichtung immer stärker von der Windrichtung abweicht.

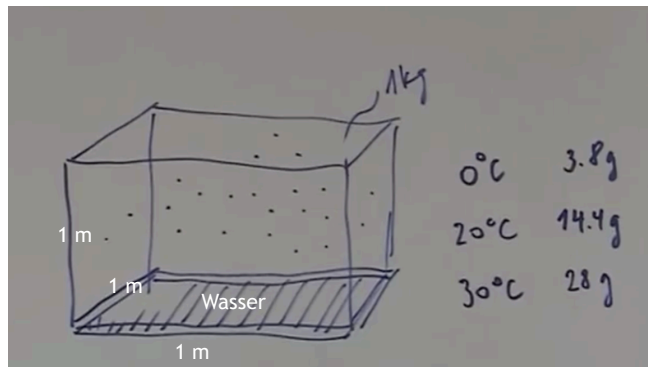


Inhaltsverzeichnis

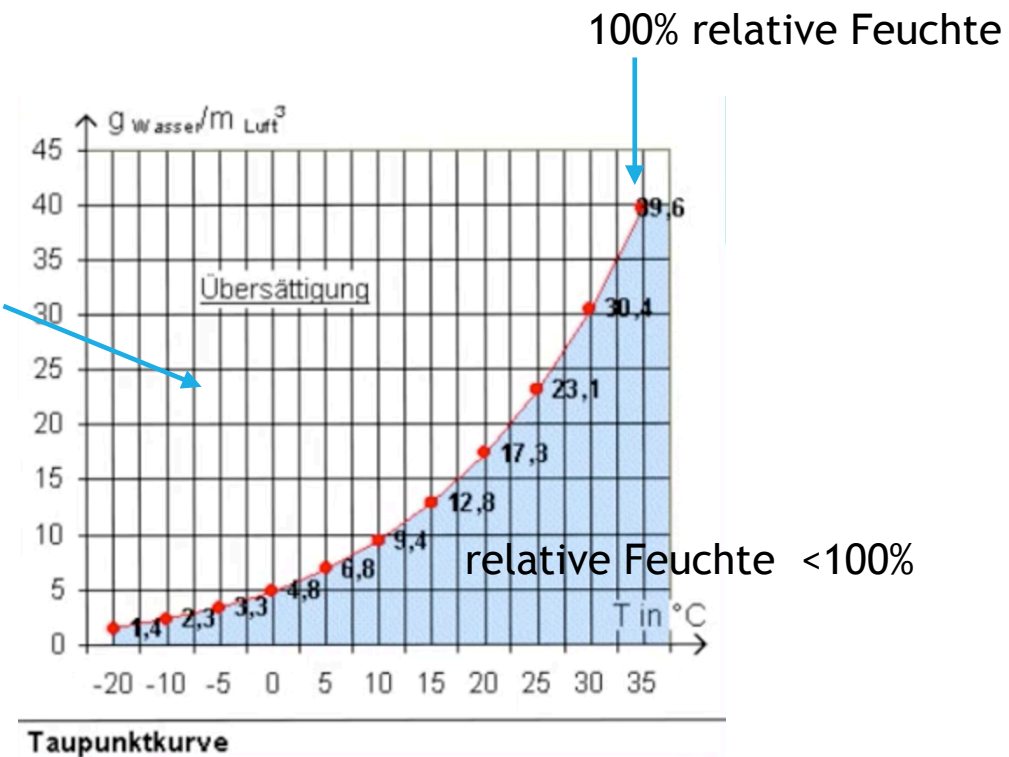
1. Grundlagen, Begriffe
2. **Wolken**
3. Seegang
4. Planetarische Windsystem und Klimazonen
5. Wetterregeln
6. Nordsee-, Ostsee-, Mittelmeer-Wetter
7. Seegang
8. Meteorologische Messgeräte
9. iMeteo

Wolken: Einfluss der Temperatur - Die Taupunktkurve

Wie sieht man die Feuchtigkeit? Versuch mit dem Glas



Wolken+Nebel
relative Feuchte
> 100%



Taupunkt

Wasser: Fest, flüssig oder gasförmig

Taupunkttemperatur: 100% Feuchte

Kondensation -> Wolken und Tau

Hagel, die Wassertropfen gefrieren beim schnellem Aufstieg und nach mehrmaligem Auf- und Ab fallen sie als Hagel zur Erde

Entstehung von Wolken

Aufsteigende Luft dehnt sich aus und kühlt ab

Druck fällt

Temperatur fällt

Relative Feuchte steigt

Taupunkt = 100% relative Feuchte

Überschüssiger Wasserdampf -> Wassertröpfchen (Kondensation) oder Eiskristallen (Sublimation)

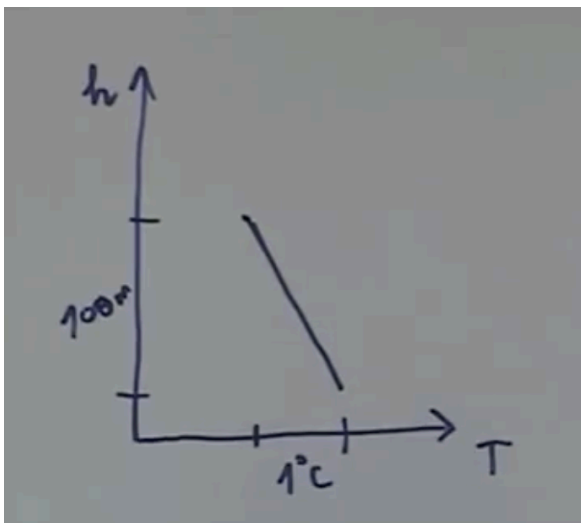
Entstehung der Wolke auf **Kondensationsniveau**

Wenn Gewicht der Wassertröpfchen > Auftrieb -> Regen

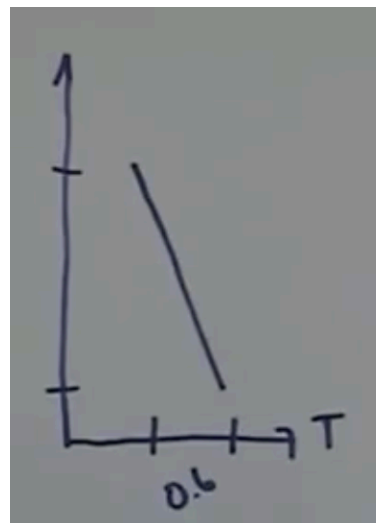
Auf dem Weg nach unten -> Verdunstung zum Teil oder ganz

Wolken

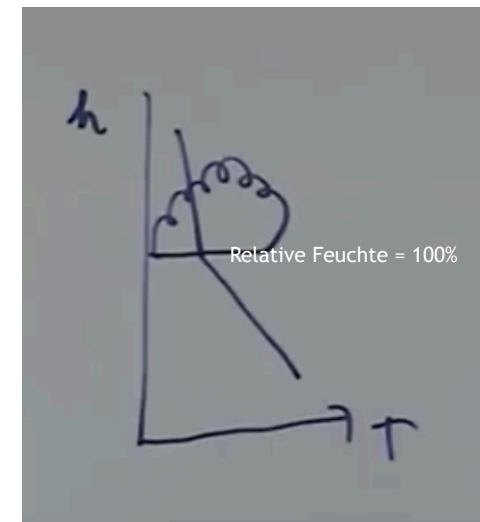
Hochsteigen der Luft durch Thermik oder durch das Profil des Untergrundes wie Hügeln, Gebirge, Städte ...



Relative Feuchte $< 100\%$



Relative Feuchte $> 100\%$



Wolken

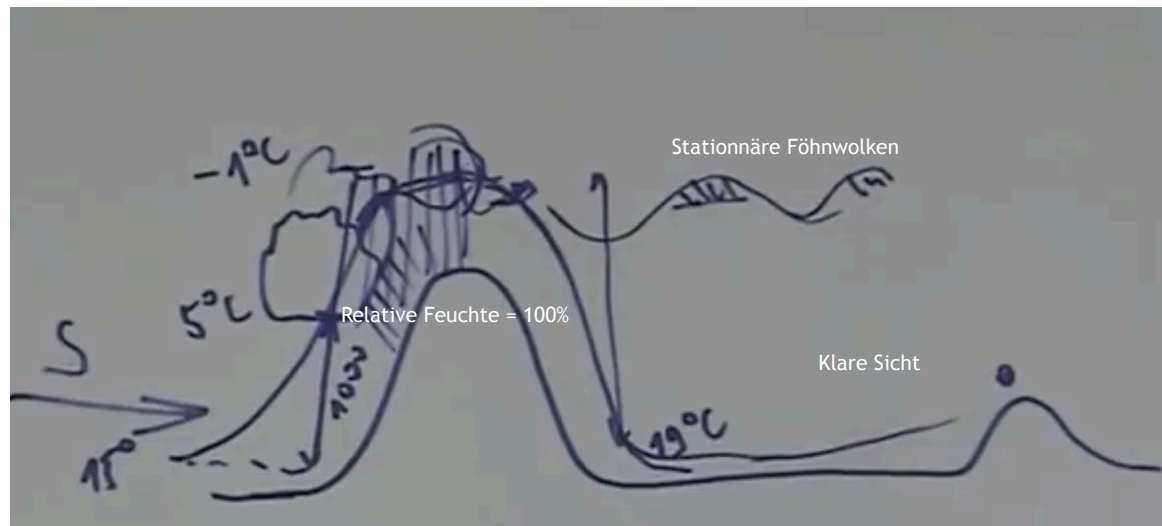
Alpen bei Südwind, Madeira in den Passatwinden, Kroatien ...

Höhenunterschied

+2000 m

+1000 m

+0 m



Entstehung von Nebel

Kondensationsniveau am Boden -> Nebel

Abkühlung der Luft

Warme Luft über kaltes Wasser (Strom) -> Advektionsnebel, **Kaltwassernebel** und driftende Nebelbänke.
Abstrahlungsnebel (Nacht) an Land möglich, auf See eher selten durch Wärmespeicherung des Wassers

Zufuhr von Feuchte

Kalte Luft über warmes Wasser (Herbst) -> **Warmwassernebel**

Mischung von zweier Luftmassen

An Fronten: WF gleitet auf eine KF auf -> **Frontnebel**, durch Regen aus der WF

Einteilung der Wolken

Haufenwolken:

Cumuluswolken (Cu) (Konvektionswolken) bilden sich wenn Luft rasch vertikal aufsteigt.

Labile Schichtung: Luft tendiert zum Aufsteigen

Gefahr bei großen Cumulis: Böen, Fallwinde

Dunkelgraue Wolkenfarbe zeigt große Feuchte an, nicht die Böen

Schichtwolken:

Stratuswolken (St) bilden sich, wenn Luft langsam aufgleitet oder nachts durch großräumige Auskühlung (Hochnebel)

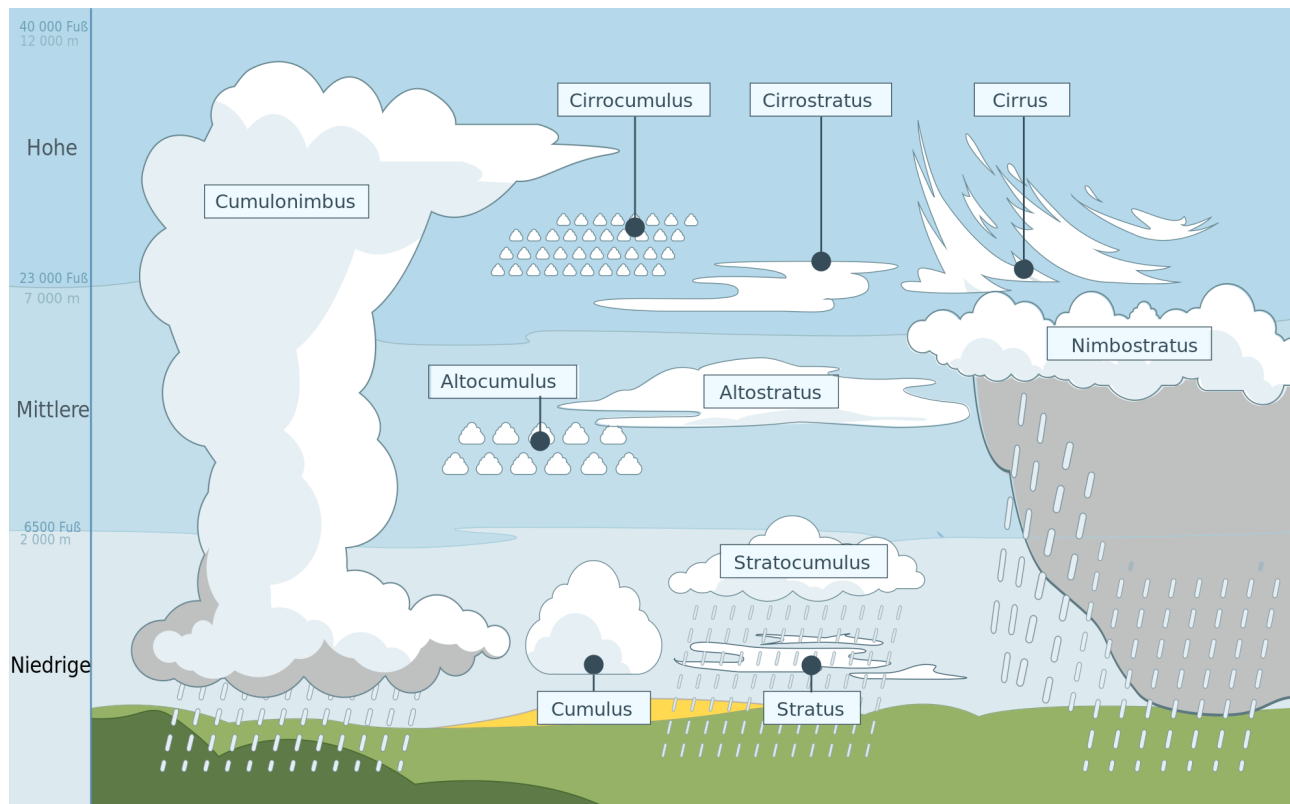
Stabile Schichtung: Aufsteigende Luft wird gebremst und breitet sich aus (Stratus)

Wolken

Bezeichnung von Wolken

Cirrus - Haar
Cumulus - Haufen
Stratus - Ausgebreitet
Nimbus - Regen
Altus - Hoch

10 Wolkenhaupttypen



Oberes Stockwerk :
5 - 13 km bei $< -35^{\circ}\text{C}$
Eiswolken

Mittleres Stockwerk :
2 - 7 km bei -10° bis -35°C
Mischwolken

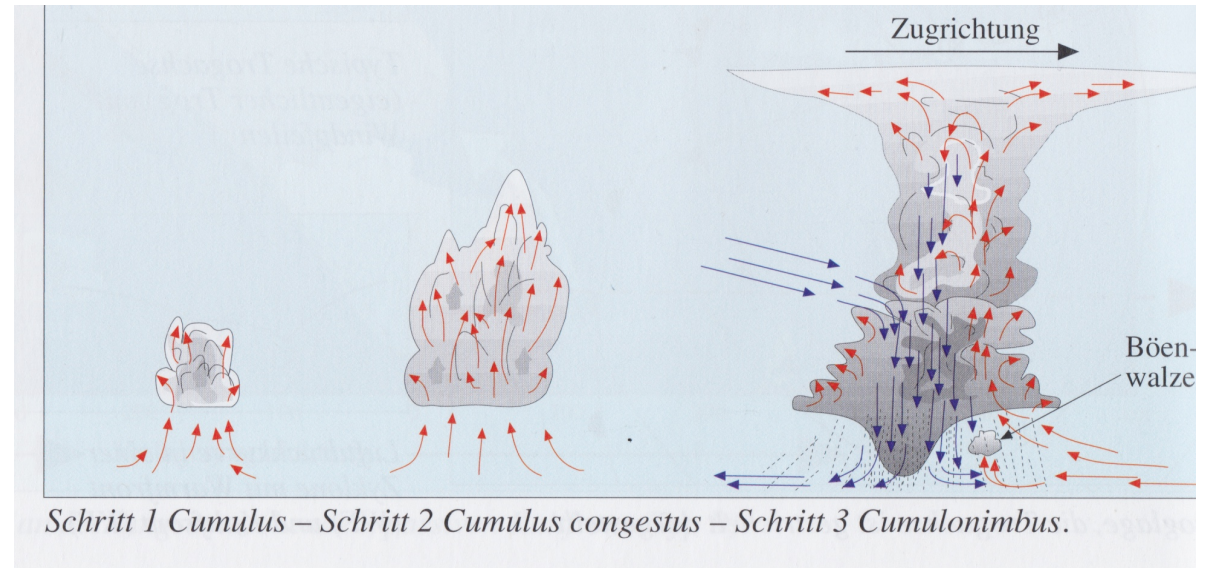
Unteres Stockwerk :
0 - 2 km bis -10°C ,
Wasserwolken

Gewitter



Alto cumulus Castellanus

-> Vorzeichen eines Gewitters



Gewitterwolken an backbord lassen

Linke Rückseite = gefährlich -> Hagelgebiet

Zugrichtung wie die mittelhohen Wolke

Häufigkeit nimmt von den Tropen bis zu den Polargebieten ab

Gewitter

Vorraussetzung: labil geschichtete Troposphäre -> Lufttemperatur bei zunehmender Höhe stark abnimmt

Warme feuchte Luftmassen steigen schnell in die Höhe

Cumulusnimbus: über 100 km/h, bis zur warmen Tropopause hoch

Wassertropfen bilden sich, zerstäuben und gefrieren

Beim rasantem Aufstieg -> Wassertröpfchen auseinander gerissen, Ladungstrennung: + oben und - unten

Entladungen: Wolkenblitze (Leitblitz) oder Erdblitz (Fangblitz)

-> Blitzkanal

Positive Blitze, Elmsfeuer

Gefahren: Böen, Winddrehungen, schlechte Sicht und Blitzschlag

Wärmegewitter: überhitzte feuchte Bodenluft (bei starkem H nicht möglich)

Frontgewitter: bei KF ja, bei WF eher selten

Orographische Gewitter: Hebung der Warmluft durch die Berge

Wolken



Kranz

mehreren farbigen Ringen um Sonne oder Mond, durch **Wasser- oder Mischwolken** hervorgerufen.

Halo

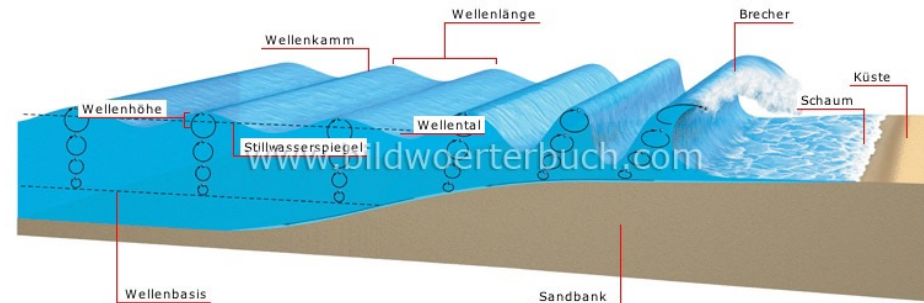
ein Ring um die Sonne oder Mond, durch **Eiskristallen** hervorgerufen. Der kleine ist häufig, der grosse ist seltener.



Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen, Begriffe
2. Wolken
3. **Seegang**
4. Planetarische Windsystem und Klimazonen
5. Wetterregeln
6. Nordsee-, Ostsee-, Mittelmeer-Wetter
7. Seegang
8. Meteorologische Messgeräte
9. iMeteo

3) Seegang



Windsee = Seegang entstanden durch den herrschenden Wind -> ungleichmäßige Wellen mit spitzen Wellenkämme

Dünung = alter Seegang -> länger und abgerundete Wellenberge

Kreuzsee: 2 verschiedene Wellensysteme

Grundsee: laufen Wellen in flaches Wasser so werden sie steiler und höher: bei Wassertiefe < halbe Wellenlänge (λ)

Brandung: wenn Wellenhöhe > $1/7$ Wellenlänge

Wellenperiode: Zeit zwischen 2 Wellenkämme

Wellenhöhe: abhängig von der Wassertiefe, zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Windes

Fetch: räumliche Wirklänge

3) Seegang

	Winderzeugte Wellen	Tsunami
Geschwindigkeit	8–100 km/h	800–1000 km/h
Wellenperiode (zeitlicher Abstand)	5–20 Sek.	ca. 10 Min. bis 2 Std.
Wellenlänge (räumlicher Abstand)	8–150 m	100–700 km

Ein Tsunami auf hoher See ist rund hundertmal so schnell wie eine winderzeugte Welle. Dies liegt daran, dass sich nicht die Wasserpartikel selbst mit dieser Geschwindigkeit bewegen, sondern den plötzlichen Impuls weitergeben. Der zeitliche und räumliche Abstand zwischen den Wellenkämmen – also die Wellenperiode und die Wellenlänge – kann, wenn der Tsunami von einem Erdbeben ausgelöst wird, bis zu tausendmal größer sein; dies hat beim Auftreffen auf die Küste verheerende Auswirkungen. Der Vergleich zeigt: Eine Tsunamiwelle ist weitaus gefährlicher als jede winderzeugte Welle.