Wetter

Naturwissenschaften und Technik

Jahrgänge 5/6

LI: Detlef Kaack

LI HAMBURG
Hamburg

Messen von Wetterdaten

- Grundlage: Der Rahmenplan 2014
- Theorie (Was muss man wissen?)
- Schöne Fotos
- Das Vorbild: The GLOBE Program www.globe.gov
- Das Messen im Schulalltag
- Organisationsformen im Schulalltag

Simulation und Verständnis: Physik

- Ausgewählte Experimente (Ernst Mutz)
- Diskussion und Feedback

Wetter und Klima

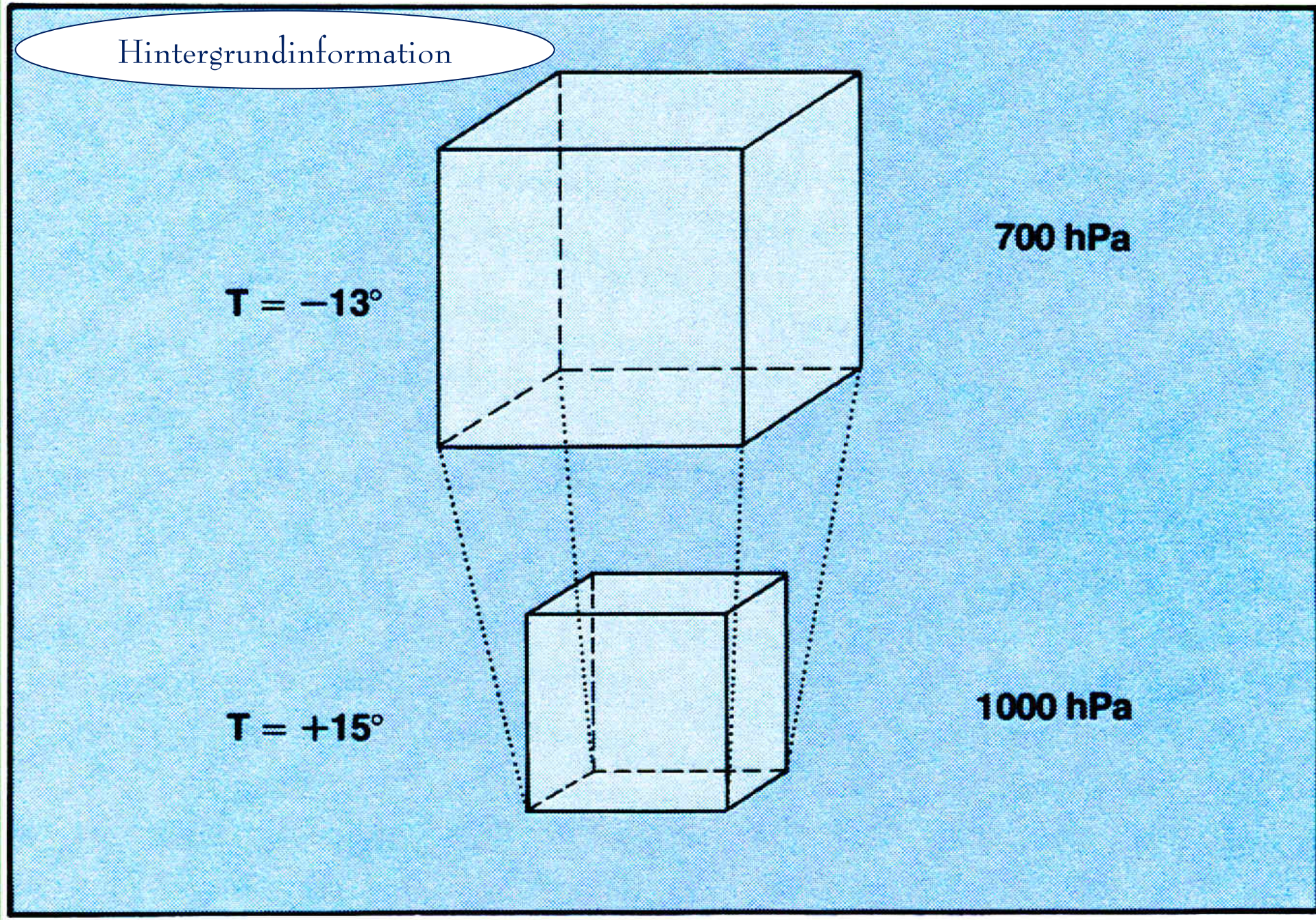
	Mindestanforderungen am Ende von Jahrgangsstufe 6	Erhöhte Anforderungen am Ende von Jahrgangsstufe 6
	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
Umgang mit Fachwissen	• unterscheiden Wetter und Klima, • nennen die Atmungsorgane, • beschreiben die Ausdehnung von Luft bei Erwärmung, • erklären die Entstehung von Wolken und Regen, • benennen Eigenschaften von Böden, die das Wachstum von Pflanzen begünstigen,	• unterscheiden Wetter und Klima, • nennen die Atmungsorgane, • erläutern die Ausdehnung von Luft bei Erwärmung mithilfe des vereinfachten Teilchenmodells, • erklären die Entstehung von Wolken und Regen, • beschreiben Wärme im Teilchenmodell und bringen Wärme mit Energie in Verbindung, • beschreiben die Entstehung von Wind, • benennen Eigenschaften von Böden, die das Wachstum von Pflanzen begünstigen,
Erkenntnis-gewinnung	• beobachten das Wetter, messen verschiedene Wetterdaten und dokumentieren diese, • untersuchen Eigenschaften des Wassers (Änderung der Aggregatzustände, Gefrier- und Siedepunkt, Oberflächenspannung, Anomalie des Wassers), • messen die Atemfrequenz und untersuchen deren Veränderung bei körperlicher Belastung, • erläutern das Aufsteigen warmer Luft an einem Beispiel (Heißluftballon), • führen einfache Versuche zum Wasserkreislauf-Modell durch, • beschreiben Bedingungen für Keimung und Wachstum von Pflanzen bei Variation ausgewählter Umweltfaktoren,	• beobachten das Wetter, messen verschiedene Wetterdaten und dokumentieren diese, • untersuchen physikalische und chemische Eigenschaften von Wasser und Luft mithilfe von einfachen Experimenten, • nennen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid als Bestandteile der Luft und Beschreiben ihre Funktion bei der Atmung, • erklären die Eigenschaften warmer bzw. kalter Luft mithilfe des vereinfachten Teilchenmodells, • führen Versuche zum Wasserkreislauf-Modell durch, • führen einfache Versuche zum Wassertransport in Pflanzen durch, • vergleichen Bedingungen für Keimung und Wachstum von Pflanzen bei Variation ausgewählter Umweltfaktoren,

	• beschreiben die Ausdehnung von Luft bei Erwärmung, • erklären die Entstehung von Wolken und Regen, • benennen Eigenschaften von Böden, die das Wachstum von Pflanzen begünstigen,	• erläutern die Ausdehnung von Luft bei Erwärmung mithilfe des vereinfachten Teilchenmodells, • erklären die Entstehung von Wolken und Regen, • beschreiben Wärme im Teilchenmodell und bringen Wärme mit Energie in Verbindung, • beschreiben die Entstehung von Wind, • benennen Eigenschaften von Böden, die das Wachstum von Pflanzen begünstigen,
Erkenntnis-gewinnung	• beobachten das Wetter, messen verschiedene Wetterdaten und dokumentieren diese, • untersuchen Eigenschaften des Wassers (Änderung der Aggregatzustände, Gefrier- und Siedepunkt, Oberflächenspannung, Anomalie des Wassers), • messen die Atemfrequenz und untersuchen deren Veränderung bei körperlicher Belastung, • erläutern das Aufsteigen warmer Luft an einem Beispiel (Heißluftballon), • führen einfache Versuche zum Wasserkreislauf-Modell durch, • beschreiben Bedingungen für Keimung und Wachstum von Pflanzen bei Variation ausgewählter Umweltfaktoren,	• beobachten das Wetter, messen verschiedene Wetterdaten und dokumentieren diese, • untersuchen physikalische und chemische Eigenschaften von Wasser und Luft mithilfe von einfachen Experimenten, • nennen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid als Bestandteile der Luft und Beschreiben ihre Funktion bei der Atmung, • erklären die Eigenschaften warmer bzw. kalter Luft mithilfe des vereinfachten Teilchenmodells, • führen Versuche zum Wasserkreislauf-Modell durch, • führen einfache Versuche zum Wassertransport in Pflanzen durch, • vergleichen Bedingungen für Keimung und Wachstum von Pflanzen bei Variation ausgewählter Umweltfaktoren
Kommunikation	• beschreiben Wetterdaten anhand von europäischen Wetterkarten, • beschreiben den Weg der Atemluft im Körper,	• präsentieren anhand von Wetterkarten eine Wettervorhersage für Europa, • erläutern den Weg der Atemluft im Körper,
Bewertung	• bewerten einfache Wärmedämmmaßnahmen anhand ihrer Wirksamkeit, • beschreiben die Abhängigkeiten von Menschen, Tieren und Pflanzen vom Klima, • nennen Bedingungen für das Vorkommen von Pflanzen und Tieren.	• bewerten Wärmedämmmaßnahmen anhand ihrer Wirksamkeit, • beschreiben die Abhängigkeiten von Menschen, Tieren und Pflanzen vom Klima, • nennen Bedingungen für das Vorkommen von Pflanzen und Tieren.

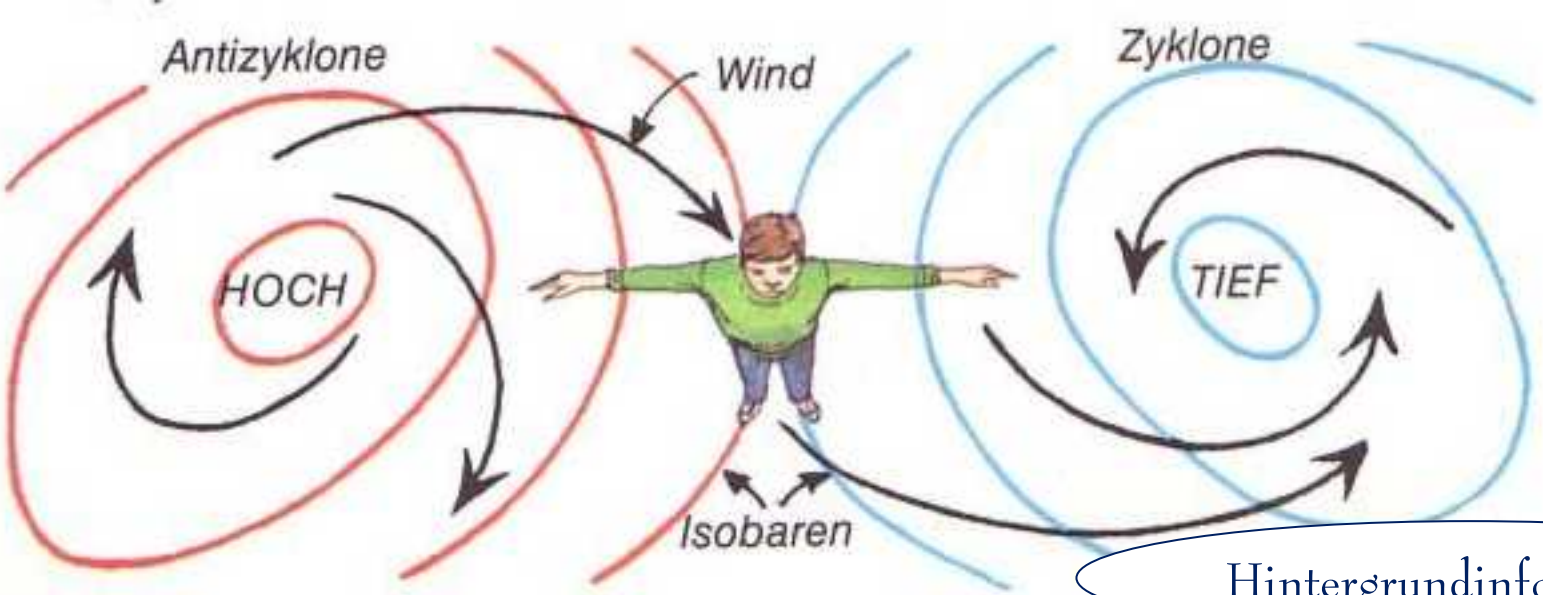
Aktivitäten, Inhalte

- Wetter und Klima – Was ist das?
- Wetter: Effekte und deren Beobachtung
  - ➔ Temperatur
  - ➔ Luftfeuchtigkeit (Wasser in der Luft, Nebel, Wolken)
  - ➔ Niederschlag (Regen, Hagel, Schnee)
  - ➔ Wind (Windstärken, Luft als Medium, Luftdruck)
  - ➔ Schwankungen der Daten
  - ➔ „Unwetter“: Gewitter, Orkan, Schneesturm (Blizzard), Sandsturm (z.B. Kalima), Windhose (Tornado), Zyklon (Hurrican/Taifun)

Hintergrundinformation

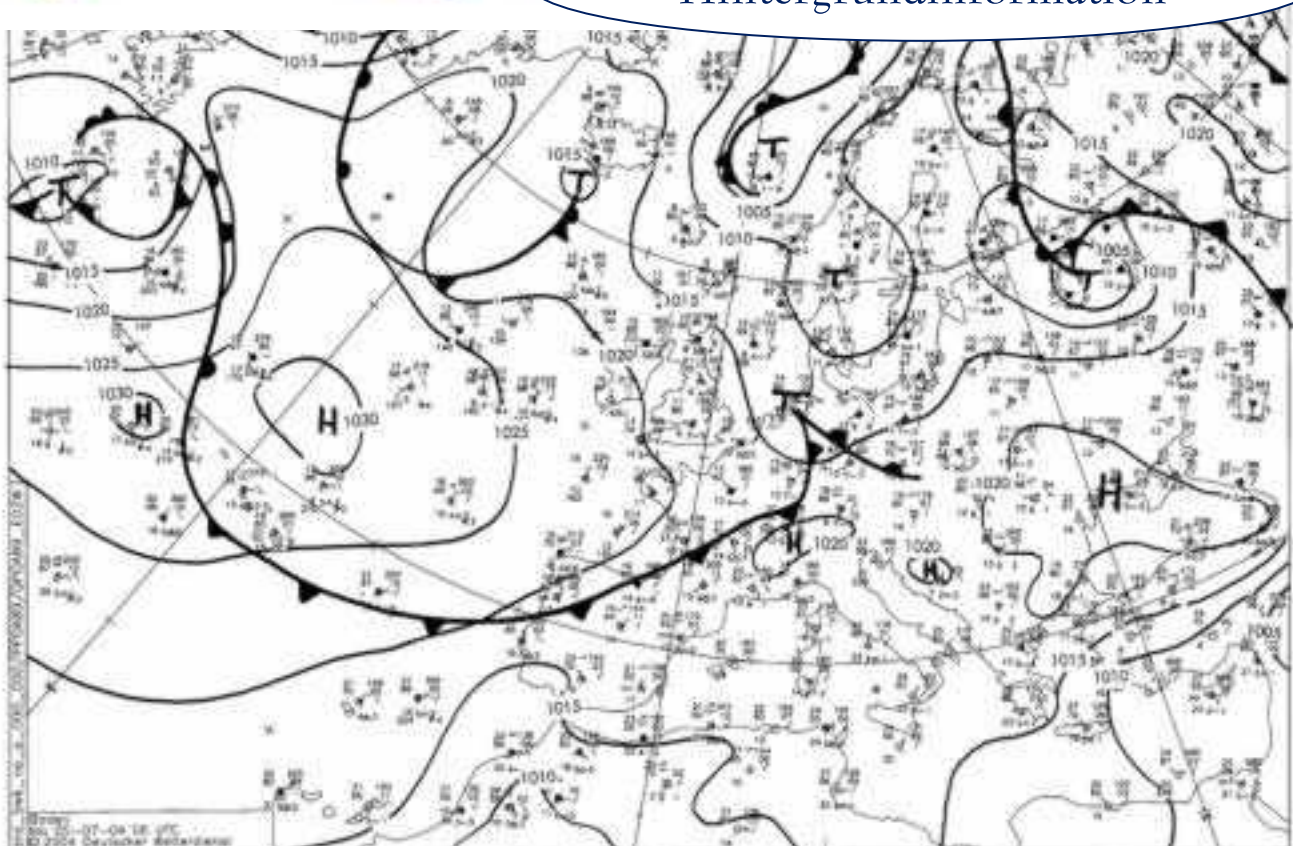


Adiabatische Zustandsänderung



Hintergrundinformation

Film Corioliskraft



Quelle: Wikipedia 2/2012

Tiefdrucksystem über Island

Quelle: NASA Earth Observatory

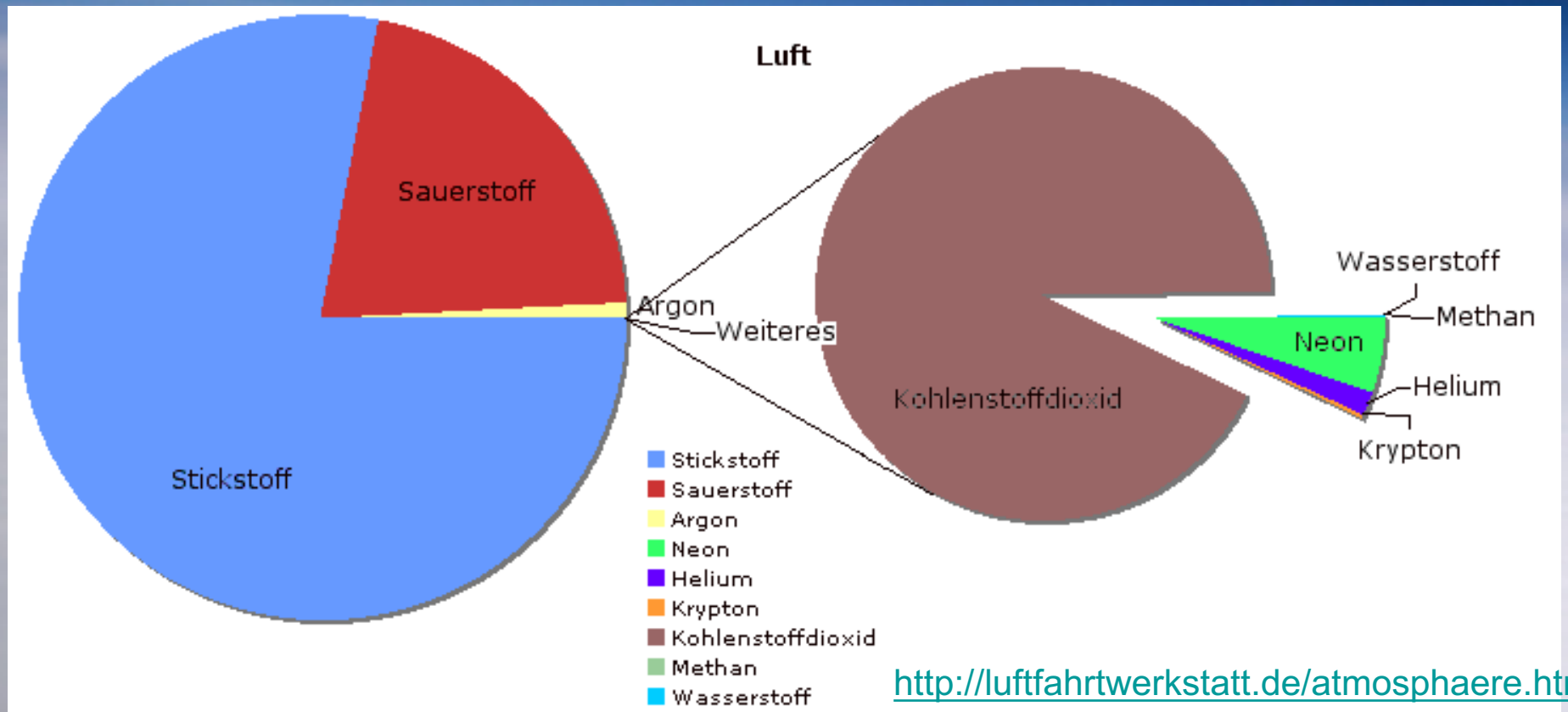
Hintergrundinformation

Hurrican / Taifun
Quelle: NASA Earth Observatory

Die Atmosphäre der Erde ist eine dünne Gasschicht mit besonderen Eigenschaften.

Grundlagen

Mit der Höhe ändert sich die chemische Zusammensetzung, auch der Druck, damit die Dichte, auch die Temperatur.



http://luftfahrtwerkstatt.de/atmosphaere.html

Zusammensetzung der Luft

Stickstoff (Nitrogenium) N_2	78,084 %
Sauerstoff (Oxigenium) O_2	20,9476 %
Argon Ar	0,934 %
Kohlenstoffdioxid CO_2	0,0314 %
Neon Ne	0,001818 %
Helium He	0,000524 %
Krypton Kr	0,000114 %
Methan (Erdgas) CH_4	0,0000087 %
Wasserstoff (Hydrogenium) H_2	0,00005 %

Grundlagen

http://luftfahrtwerkstatt.de/atmosphaere.html

Zusammensetzung der Luft, grob (jeweils ca.)

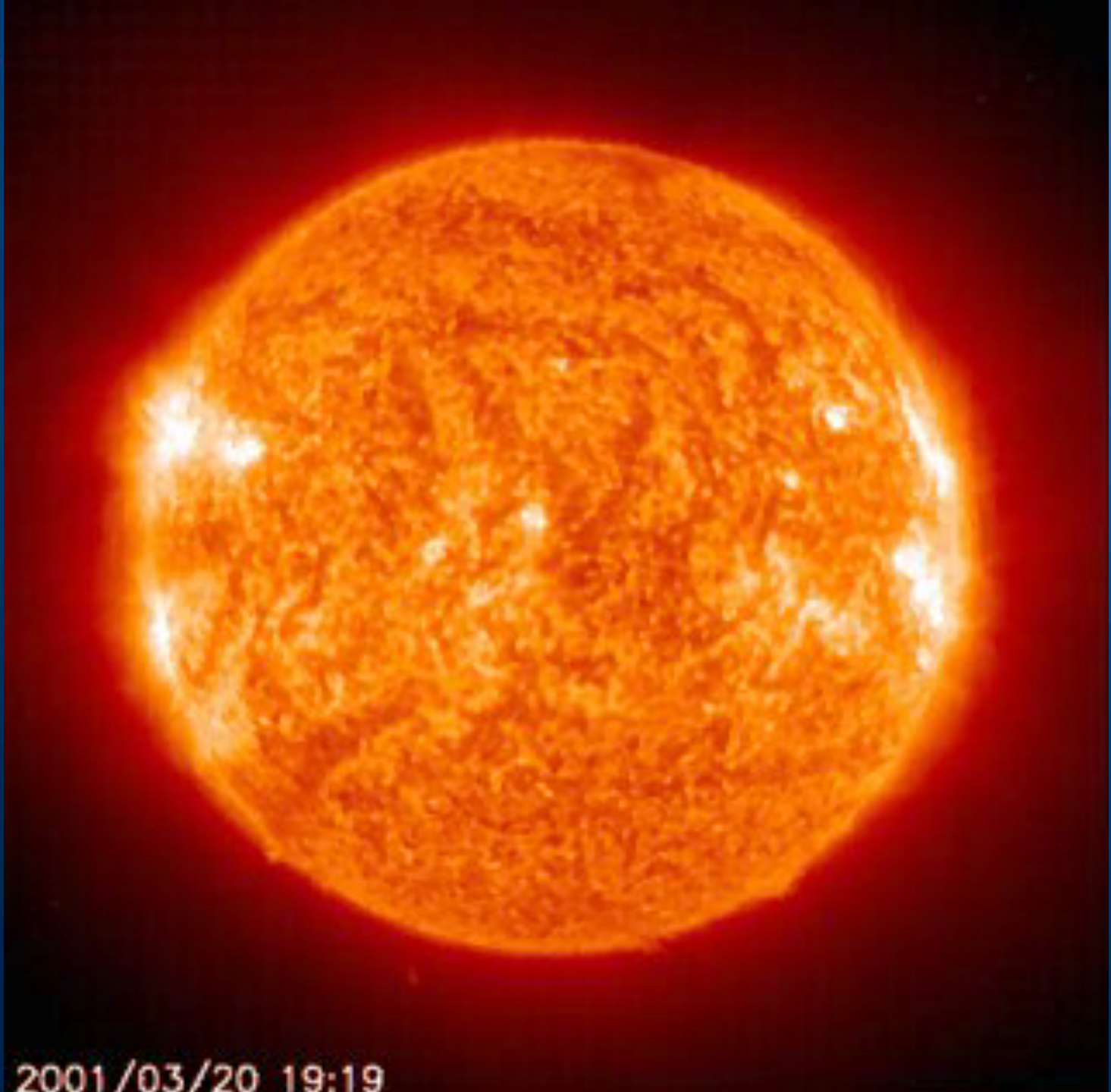
- Stickstoff (Nitrogenium) N_2 78 % oder 4/5
- Sauerstoff (Oxigenium) O_2 21 % oder 1/5
- Argon Ar *Edelgas* 1 % oder 1/100
- Kohlenstoffdioxid CO_2 1/3 eines Tausendstels
- Neon Ne *Edelgas* 20 Millionstel
- Helium He *Edelgas* 5 Millionstel
- Krypton Kr *Edelgas* 1 Millionstel
- Methan (Erdgas) CH_4 90 Milliardstel
- Wasserstoff H_2 0,5 Millionstel

Klima-Gase !

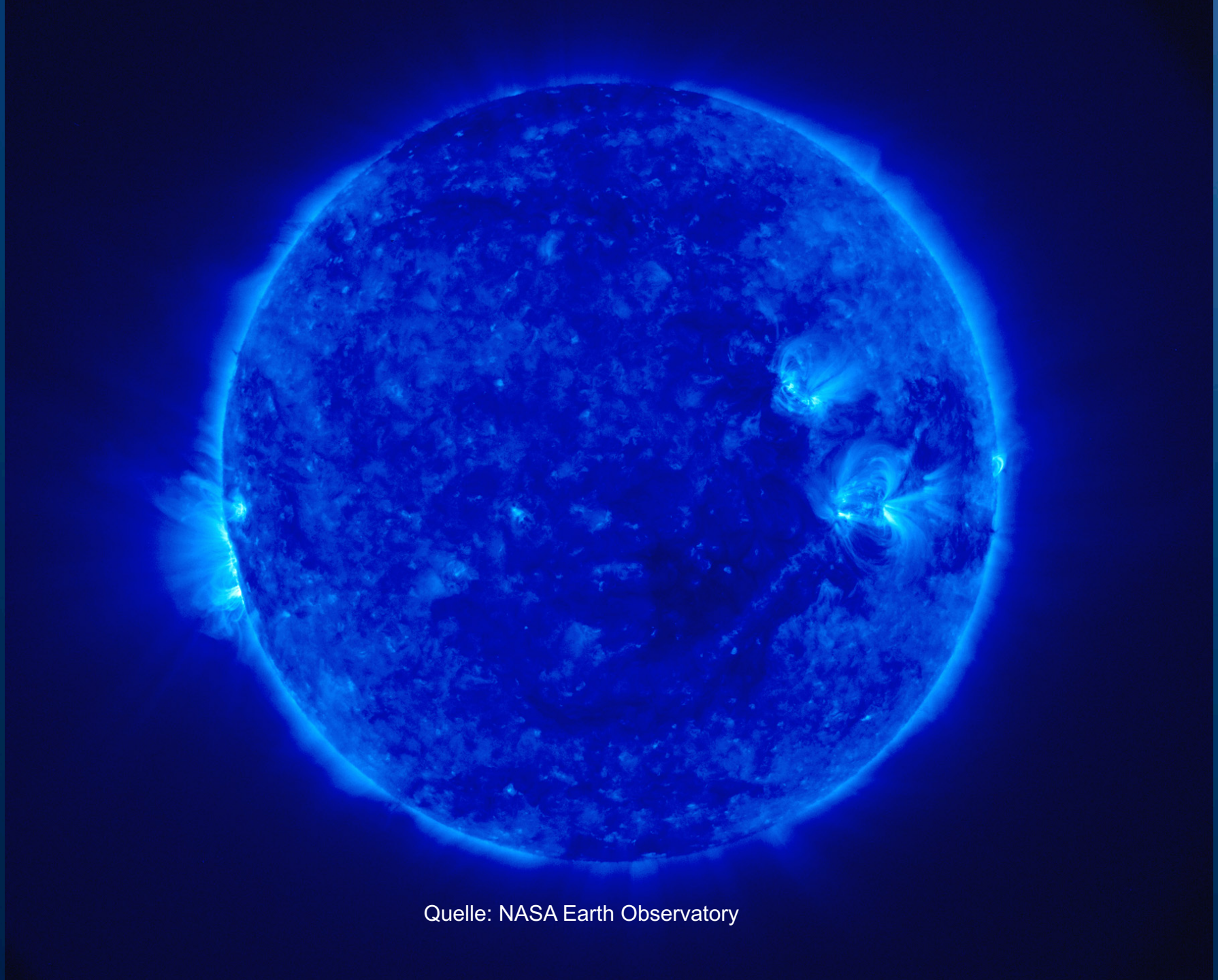
Grundlagen

http://luftfahrtwerkstatt.de/atmosphaere.html

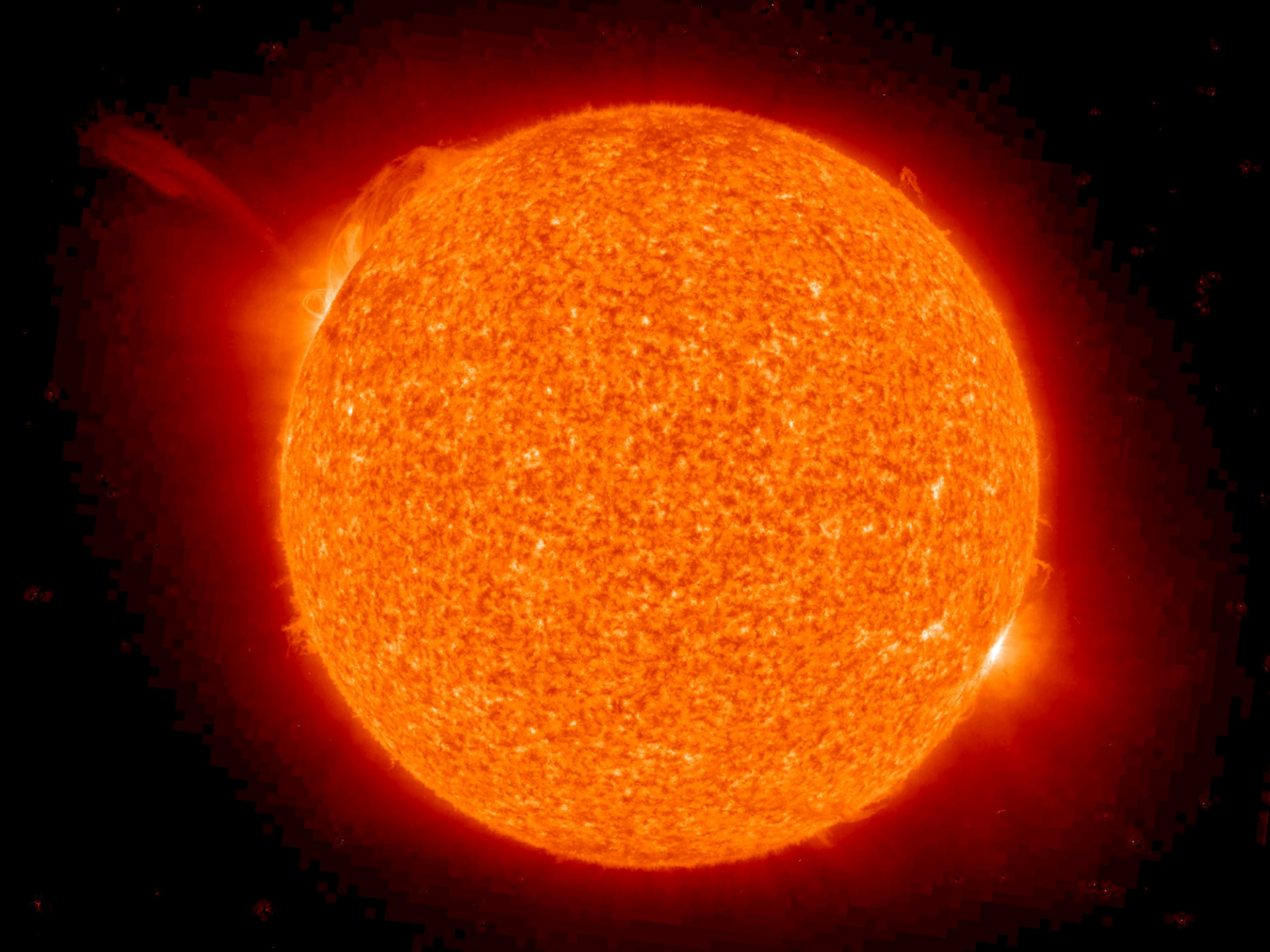
Quelle: NASA Earth Observatory



HAMBURG



Quelle: NASA Earth Observatory



Quelle: NASA Earth Observatory

Quelle: NASA Earth Observatory

Aktivitäten, Inhalte

- Wettergrundlagen: Tiefdruckgebiet, Hochdruckgebiet, Passatwind, Jetstream, Steigungsregen, trockener Fallwind (Fön), Scirocco, Wind am Meer (Küste)
- Klimazonen und Klimaschwankungen

Definition Wetter 1 *Wikipedia 21.2.12*

- Als **Wetter** bezeichnet man den spürbaren, kurzfristigen Zustand der Atmosphäre (auch: messbarer Zustand der Troposphäre) an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche, der unter anderem als Sonnenschein, Bewölkung, Regen, Wind, Hitze oder Kälte in Erscheinung tritt.

- Die Meteorologie klassifiziert das *örtliche Wetter* einer bestimmten Zeit anhand der verschiedenen Phänomene in der Troposphäre, dem unteren Teil der Atmosphäre. Den Verlauf des Wetters bestimmt die von Sonnenstrahlung und regionaler Energiebilanz geprägte atmosphärische Zirkulation.

Definition Wetter 2 *Wikipedia 21.2.12*

- Im strengen physikalischen Sinne ist das *Wetter* ein bestimmter Zustand an einem bestimmten Ort auf der Erdoberfläche, den die Größen Gasdruck, Gasdichte und Gasgemisch vollständig *determinieren*.
  Anmerkung:
  Gasgeschwindigkeit und Feuchte/Niederschlag fehlen hier.

Ein „*Wetter*“ kann in einem Labor ebenso stattfinden wie über einem Kontinent, ohne dass die Definition von „Wetter“ verändert wird.

Definition Klima 1

Wikipedia 21.2.12

Das **Klima** steht als Begriff für die Gesamtheit aller meteorologischen Vorgänge, die für den durchschnittlichen Zustand der Erdatmosphäre an *einem* Ort verantwortlich sind.

Oder anders ausgedrückt:

Klima ist die Gesamtheit aller an einem Ort möglichen Wetterzustände, einschließlich ihrer typischen Aufeinanderfolge sowie ihrer tages- und jahreszeitlichen Schwankungen.

Definition Klima 2

Wikipedia 21.2.12

Das Klima wird dabei jedoch nicht nur von Prozessen innerhalb der Atmosphäre, sondern vielmehr durch das Wechselspiel aller Sphären der Erde (Kontinente, Meere, Atmosphäre) sowie der Sonnenaktivität geprägt.

Es umfasst zudem unterschiedlichste Größenordnungen, wobei vor allem die zeitliche und räumliche Dimension des Klimabegriffs von entscheidender Bedeutung für dessen Verständnis ist.

Beschaffen Sie sich Übersichten zum Aufbau der Atmosphäre und über die Namen der Schichten.

Quelle: http://www.kowoma.de/gps/zusatzerklaerungen/Atmosphaere_02.jpg

Die Beaufort-Skala

Wikipedia 22.2.12

Windstärke in Bft	Bezeichnung der Windstärke	Bezeichnung des Seeganges (Windsee)	Beschreibung	
			Wirkung an Land	Wirkung auf dem Meer
0	Windstille	völlig ruhige, glatte See	keine Luftbewegung, Rauch steigt senkrecht empor	spiegelglatte See
1	leiser Zug	ruhige, gekräuselte See	kaum merklich, Rauch treibt leicht ab, Windflügel und Windfahnen unbewegt	leichte Kräuselwellen
2	leichte Brise	schwach bewegte See	Blätter rascheln, Wind im Gesicht spürbar	kleine, kurze Wellen, Oberfläche glasig
3	schwache Brise		Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wimpel werden gestreckt	Anfänge der Schaumbildung
4	mäßige Brise	leicht bewegte See	Zweige bewegen sich, loses Papier wird vom Boden gehoben	kleine, länger werdende Wellen, überall Schaumköpfe
5	frische Brise	mäßig bewegte See	größere Zweige und Bäume bewegen sich, Wind deutlich hörbar	mäßige Wellen von großer Länge, überall Schaumköpfe
6	starker Wind	grobe See	dicke Äste bewegen sich, hörbares Pfeifen an Drahtseilen, an Telefonleitungen	größere Wellen mit brechenden Köpfen, überall weiße Schaumflecken
7	steifer Wind	sehr grobe See	Bäume schwanken, Widerstand beim Gehen gegen den Wind	weißer Schaum von den brechenden Wellenköpfen legt sich in Schaumstreifen in die Windrichtung
8	stürmischer Wind	mäßig hohe See	große Bäume werden bewegt, Fensterläden werden geöffnet, Zweige brechen von Bäumen, beim Gehen erhebliche Behinderung	ziemlich hohe Wellenberge, deren Köpfe verweht werden, überall Schaumstreifen
9	Sturm	hohe See	Äste brechen, kleinere Schäden an Häusern, Ziegel und Rauchhauben werden von Dächern gehoben, Gartenmöbel werden umgeworfen und verweht, beim Gehen erhebliche Behinderung	hohe Wellen mit verwehter Gischt, Brecher beginnen sich zu bilden
10	schwerer Sturm	sehr hohe See	Bäume werden entwurzelt, Baumstämme brechen, Gartenmöbel werden weggeweht, größere Schäden an Häusern; selten im Landesinneren	sehr hohe Wellen, weiße Flecken auf dem Wasser, lange, überbrechende Kämme, schwere Brecher
11	orkanartiger Sturm	schwere See	heftige Böen, schwere Sturmschäden, schwere Schäden an Wäldern (Windbruch), Dächer werden abgedeckt, Autos werden aus der Spur geworfen, dicke Mauern werden beschädigt, Gehen ist unmöglich; sehr selten im Landesinneren	brüllende See, Wasser wird waagerecht weggeweht, starke Sichtverminderung
12	Orkan	außergewöhnlich schwere See	schwerste Sturmschäden und Verwüstungen; sehr selten im Landesinneren	See vollkommen weiß, Luft mit Schaum und Gischt gefüllt, keine Sicht mehr

nützlich

- **Meteorologische Messgrößen**
  - ➔ Temperatur > Thermometer
  - ➔ Luftfeuchte > Hygrometer
  - ➔ Luftdruck > Barometer
  - ➔ Wolken > Wolkenkarte
  - ➔ Niederschlag > Regensammler, Schneebrett
  - ➔ pH-Wert Niederschlag > pH-Pen
  - ➔ Aerosole > Fotometer
  - ➔ Ozon > Teststreifen, Scanner

Materialien zur Wetterbeobachtung

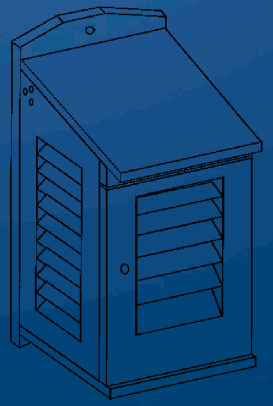
- Wetterhäuschen am Pfahl im Außenbereich
- Thermometer, Min-Max-Thermometer, digitales Hygrometer, Regensammler
- Innenthermometer, Dosenbarometer
- Optional: Windrichtungsmesser, Windmesser, Schneebrett
- Elektronische Funk-Wetterstation mit Luftdruckverlauf (eventuell automatischer Regensensor und Windsensor)
- Wetterdaten Hamburger Schulenhttp://klimabotschafter.wetterspiegel.de/de/wetterdaten.html
- Wolkenkarte
- Beispiel eines Sets: 1 CorEx Experimentierbox „Wind und Wetter“
- Beispiel eines Sets: 1 CorEx Messbox „Klima – Umwelt“
- Beispiel eines Sets: 1 CorEx Experimentierbox „Luft“
- Beispiel eines Sets: 8 NTL Modul „Luftdruck“

Das Wetterhaus

- Das Wetterhaus besteht überwiegend aus Kiefermassivholz, der Boden sowie die Rückwand aus Birke-Multiplex.
- Die Maße betragen (B x T x H) 35 cm x 35 cm x 40 cm.
- Die Oberfläche ist mit weißer Wetterschutzfarbe auf Wasserbasis endbehandelt.
- Preis: **320,00 €** incl. Versandkosten
- Jörg Püttschneider
  Eigenbetrieb Holz-Design
  Justizvollzugsanstalt Werl
  Langenwiedenweg 46, 59457 Werl
- Tel.: 02922 981-186, Fax: 02922 981-546
- E-Mail: joerg.puettschneider@jva-werl.nrw.de
- Internet: www.jva-werl.nrw.de
- Online-Shop: www.knastladen.de
- www.knastladen.de/Artikelauswahl/Garten-Freizeit/Weitere-Angebote/Wetterhuette.html?listtype=search&searchparam=wetter

nützlich

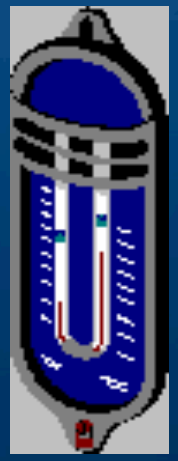
- **Anforderungen an Messstation und Wetterhütte**
  - weit genug von Häusern, Bäumen entfernt (Abstand = 4x Höhe)
  - auf möglichst ebener Fläche
  - natürlicher Untergrund (z.B. Gras)
  - ca. 1.5 m Höhe
  - Türe zeigt nach Norden
  - belüftet
  - Regenmesser und Schneebrett an gleicher Stelle
  - Thermometer in der Hütte mit Abstandshalter anbringen
  - Kalibrationsthermometer neben Min./Max. Thermometer
  - Messung von Feuchte und Luftdruck an der gleichen Stelle
  - Messung von Aerosol und Ozon an der gleichen Stelle



Grundlagen

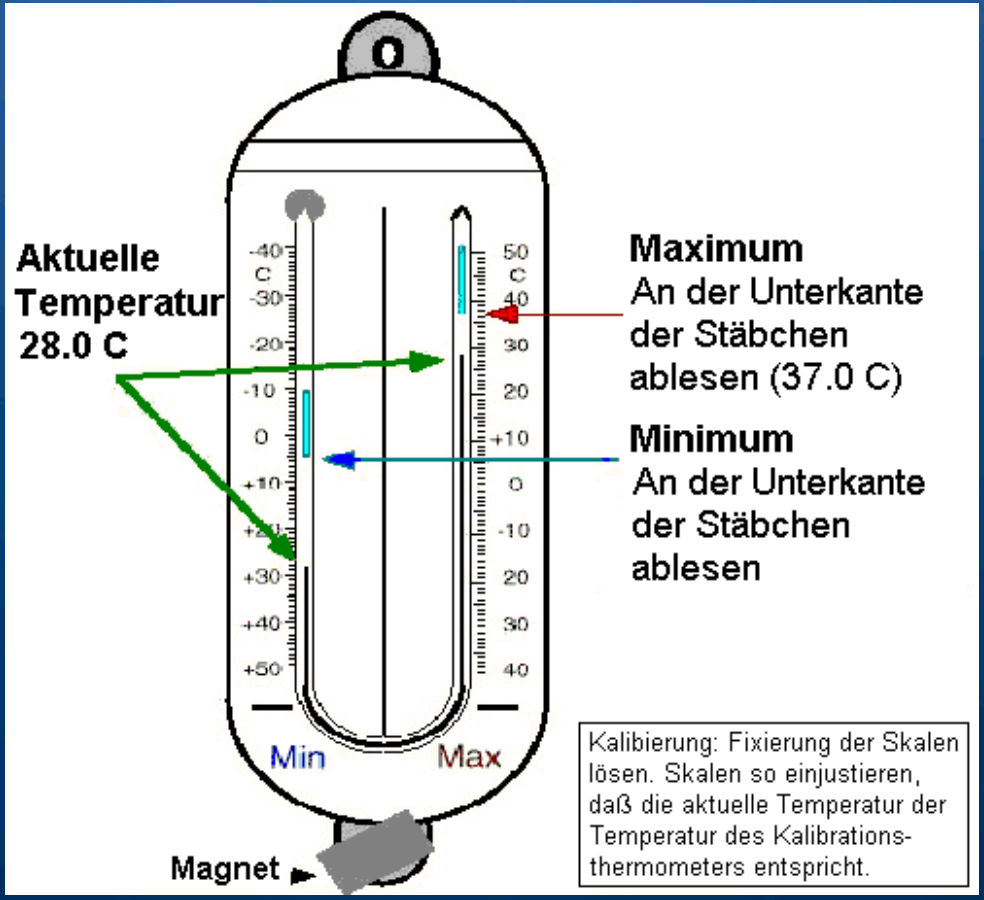
- **Temperatur**
  - Wichtiger Faktor bei der Beobachtung von Klima und seinen Änderungen (Klimaklassifizierung)
  - Grundlage langjähriger Zeitreihen

- **Instrumentierung**
  - Minimum-Maximum-Thermometer
  - Kalibrierungsthermometer
  - und eventuell elektronische Wetterstation



nützlich

- **Minimum-Maximum-Thermometer**
  - Minimum und Maximumtemperatur
  - aktuelle Temperatur



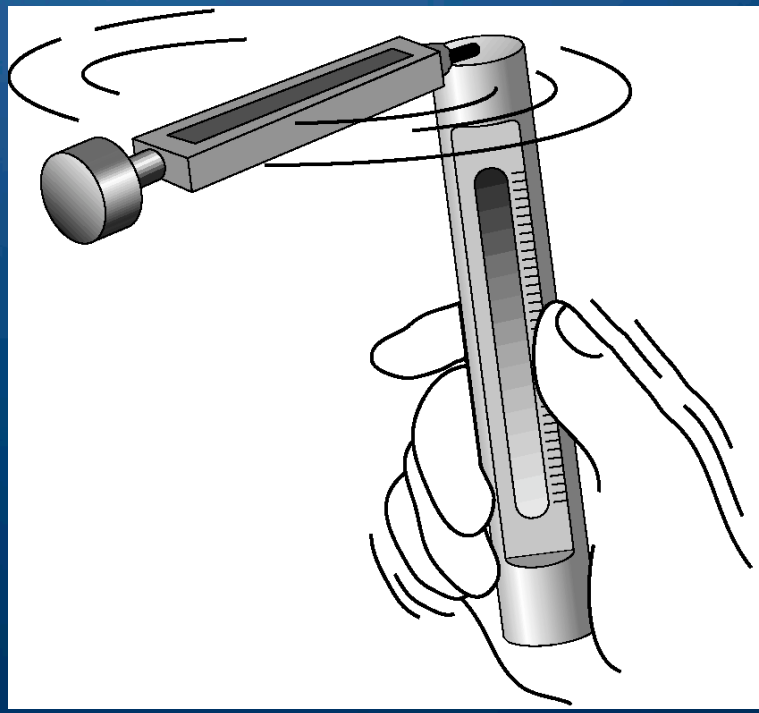
Grundlagen

- **Luftfeuchte**
  - Die Luftfeuchte beschreibt den Anteil von Wasserdampf in der Luft.
  - Die relative Luftfeuchte ist ein Maß für den Anteil von Wasserdampf im Vergleich zur Sättigungsfeuchte.
  - Die Sättigungsfeuchte ist der maximale Anteil Wasserdampf, den ein Luftpaket aufnehmen kann. Hängt von der Temperatur ab. Kalte Luft kann weniger Wasserdampf aufnehmen.
  - Bei Sättigung bilden sich Wassertröpfchen oder Eisteilchen.

  - Verknüpfung mit Sicht und Wolken

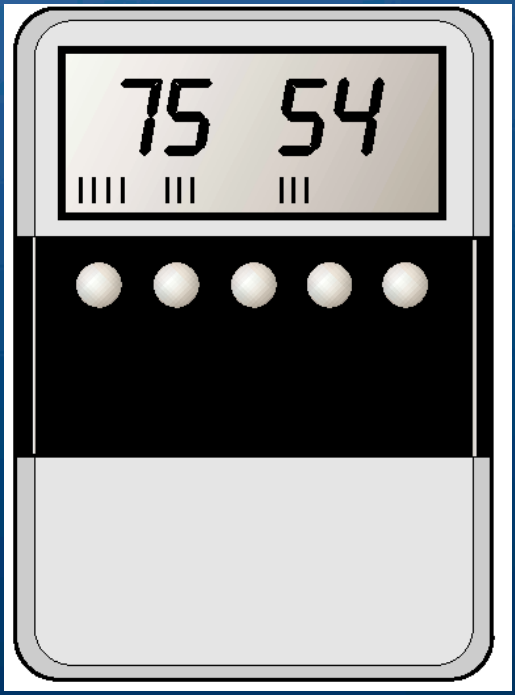
Grundlagen

- **Schleuderpsychrometer**
  - Zwei Thermometer
  - „Trockenes Thermometer“ misst die Lufttemperatur
  - „Feuchtes Thermometer“ wird durch Verdunstung des Wassers im Strumpf gekühlt
  - Die Verdunstung ist ein Maß für die Feuchte, die die Luft aufnehmen kann
  - Die relative Feuchte ergibt sich aus Trocken- und Feuchttemperatur
  - Nicht geeignet bei Temperaturen unter 0° C



Grundlagen

- **Digitales Hygrometer**
  - Besteht aus keramischen und metallischen Komponenten
  - Direkte Anzeige der Feuchte
  - Auch bei Temperaturen unter 0° C
  - Kann durch Kondensation (Regen, Nebel) zerstört werden
  - Genaue Messung nach 30 Minuten oder sofort, wenn es am Messort platziert ist

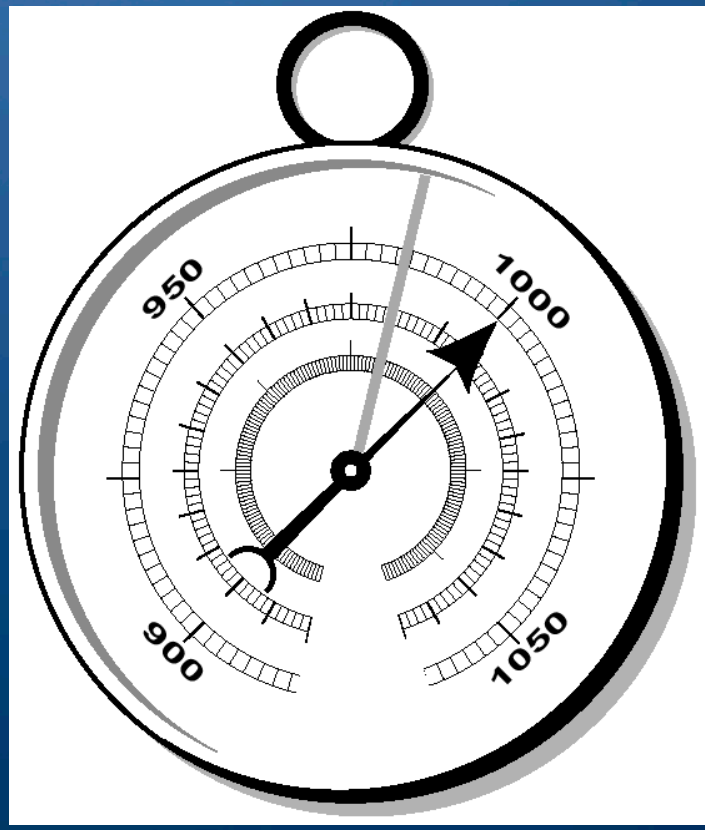


Grundlagen

- **Messung**
  - Angabe entweder Feuchttemperatur oder relative Feuchte
  - Feuchte normalerweise 20% - 90%
  - Bei Nebel oder Regen werden 100% gemeldet

nützlich

- **Luftdruck**
  - Einheit für Druck ist HectoPascal
  - 1 Millibar = 1 Hectopascal
  - 1 mbar = 1 hPa
  - Druckmessung mit einem Barometer
  - Es wird ein Aneroid-Dosen-Barometer verwendet. Es enthält eine fast luftleere Dose, die mit einer Feder auseinander gehalten wird. Die Anzeigenadel überträgt das Zusammenziehen, bzw. Ausdehnen der Dose



nützlich

- **Messung**
  - Messung im Schulgebäude
  - Der Standard Luftdruck auf Meeresniveau beträgt 1013 hPa.
  - Typischer Bereich:
    - 960 hPa bei extremen Tiefdrucklagen
    - 1050 hPa bei extremen Hochdrucklagen
  - Der Luftdruck nimmt etwa um ca. 10 hPa pro 100 Höhenmeter ab.

  - *(Der gemessene Luftdruck muss zum Vergleich mit anderen Stationen auf Meeresniveau reduziert werden.*
  - *Im GLOBE Protokoll wird der gemessene Luftdruck und nicht der höhenreduzierte Wert eingetragen.)*

nützlich

- **Niederschlag messen – wozu?**
  - Ausmaß von Wetterereignissen bestimmen
  - Wetteränderung im Zeitverlauf beobachten (Klima)
  - Bezug zu anderen GLOBE Parametern
    - Luftfeuchte,
    - Bodenfeuchte,
    - Eigenschaften der Oberflächengewässer,
    - Wachstum der Vegetation,
    - Luftdruck,
    - Temperatur,
    - Wolkenbedeckung
  - Langzeitarchiv (Klima)

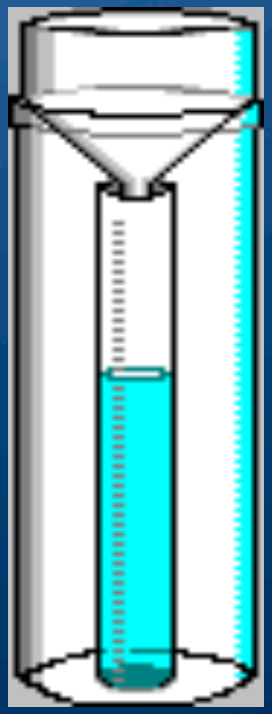
nützlich

- **Messgröße**
  - Menge des Niederschlags pro Flächeneinheit
  - Einheit mm oder l/m²

- **Geräte**
  - Regenmesser
  - (Schneebrett: dünne Sperrholzplatte, mind. 40 x 40 cm
  - Meterstab oder längerer Pfahl zur Bestimmung der Schneetiefe)

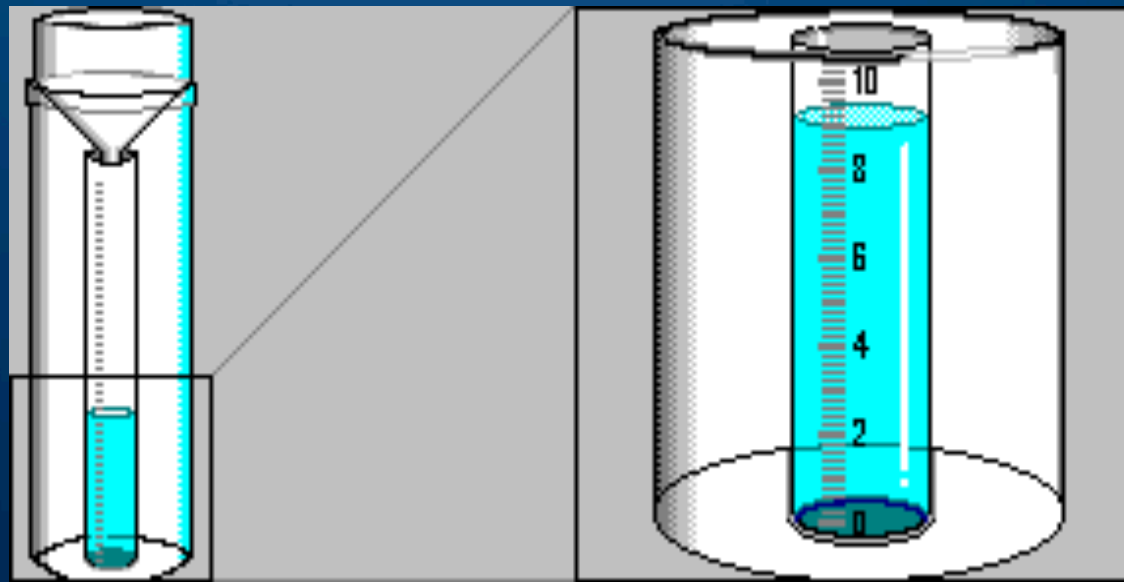
nützlich

- **Anordnung der Geräte: Regenmesser**
  - Regenmesser gerade anbringen, an einen Pfahl montieren [z.B. Pfahl des Wetterhäuschens]
  - Offenes Gelände, weg von Gebäuden, Bäumen, Dächern (Abstand > 4 x Höhe der Hindernisse)



nützlich

- **Ablesen des Regenmessers**
  - Lesen Sie den Meniskus der Flüssigkeit in der Mitte der Röhre ab (Genauigkeit 0,1 mm).
  - Ist die Röhre übergelaufen, lesen Sie den Stand in der Röhre ab, leeren sie diese und bestimmen dann die Menge im Überlaufgefäß
  - Möglicherweise müssen Sie den Vorgang mehrmals wiederholen, um den gesamten Überlauf zu bestimmen.



nützlich

- **Pflege des Regenmessers**
  - Entfernen Sie regelmäßig Blätter, etc., die die Öffnung des Regenmessers bedecken könnten.
  - Reinigen Sie die innere Röhre einmal pro Woche oder bei Verschmutzung mit einer Flaschenbürste (keine Seife oder Spülmittel verwenden).
  - Überprüfen Sie regelmäßig, ob das Gerät noch gerade hängt.

nützlich

- **pH-Wert des Niederschlags**
  - Der pH-Wert ist eine Kenngröße des Wassers bei seinem Weg durch das System Erde; diese Messung ergänzt die Information aus der pH-Wertbestimmung von Oberflächengewässer und Boden
  - Saurer Niederschlag:
    - beeinflußt den pH-Wert der Gewässer
    - beeinflußt Pflanzen direkt und indirekt
    - beschädigt Gebäude, Statuen etc.
  - Nur Niederschlag mit einem pH-Wert unter 5.6 wird als sauer bezeichnet, da normaler Regen stets leicht sauer ist.

nützlich

- **Bestimmung des pH-Werts (Regen):**
  - Messen Sie den pH-Wert dann, wenn Sie auch die Regenmenge ablesen
  - Messen Sie den pH-Wert, wenn mindestens 2 mm Regen im Regensammler sind
  - **Schnee**: Achten Sie darauf, daß Sie keine Erde, Blätter oder sonstiges Material, das den pH-Wert beeinflussen könnte, mit aufnehmen. Nehmen Sie keinen Schnee, der direkten Kontakt zum Boden oder Schneebrett hatte.
  - Verwenden Sie Indikatorpapier, pH-Pen oder pH-Meter

nützlich

- **Wichtig:**
  - pH-Pen und pH-Meter müssen stets kalibriert sein.
  - Reinigen Sie den Regensammler regelmäßig, Fremdmaterial kann den pH-Wert verfälschen.
  - Verwenden Sie **keine Seifen oder Spülmittel** zur Reinigung, da Rückstände den pH-Wert verfälschen könnten.

Unterstützende Materialien

- Handreichung Wetter (Ernst Mutz)
- Wetter 3-5, GLOBE Germany / Landesinstitut Li HH
- GLOBE Handbuch ATM
- www.schulgeologie.de/Download.html
- Angebot Wetterhaus (siehe „Links“)
- Andreas Block: „Klima und Wetter“, Pocketthema,
  Cornelsen Scriptor, 2002, ISBN 3-589-21620-4
- Raabits Physik, 6.Ergänzungslieferung 2007, Teil I (Sek.I) C 5 Wärmelehre, Das Wetter
  Raabe Fachverlag für die Schule, Tel. 0711-62900-62

Links 1

- Materialien, Tipps, Wetterhaus etc. unter www.schulgeologie.de und besonders www.schulgeologie.de/Download.html
- Materialien auch unter http://www.schul-physik.de/material.html#wetter
- Beispiel Gymnasium Ohmoor, HH http://gymnasium-ohmoor.de/?s=globe

  Wetterstation: www.bautschweb.de/wetter/wetter.htm
- http://klimabotschafter.wetterspiegel.de/de/startseite.html

Links 2

Sonnenvideos der NASA

- https://www.nasa.gov/mission_pages/sdo/main/index.html
- https://www.youtube.com/watch?v=icitZubDmFI
- https://www.youtube.com/watch?v=HFT7ATLQQx8
- https://www.youtube.com/watch?v=piuKlpJmjfg
- Die Atmosphäre http://luftfahrtwerkstatt.de/atmosphaere.html
- Meteoearth, neuste Wetteranimationen www.meteoearth.com
- Regenradar (Wetter Online) www.wetteronline.de/regenradar
- Weather Pro (iOS & Android) www.weatherpro.de/de

Zusatzmaterialien
Informationen zur Atmosphäre

- **Atmosphäre, Wetter und Klima**
  - **Atmosphäre**
    Dünne Luftschicht um die Erde, in der sich das Leben abspielt
  - **Wetter**
    Zustand der Atmosphäre zu einem gewissen Zeitpunkt
  - **Klima**
    mittlerer (langjähriger) Verlauf/Zustand von atmosphärischen Größen

nützlich

- **Beobachtung**

  Wichtig: Standort mit freiem Blick über den ganzen Himmel

  - Wolkenbedeckung

No Clouds	(wolkenfrei)	keine Wolken sichtbar
Clear	(klar)	weniger als 10% Bedeckung
Isolated	(vereinzelt)	zwischen 10% und 25% Bedeckung
Scattered	(aufgelockert)	zwischen 25% und 50% Bedeckung
Broken	(aufgebrochen)	zwischen 50% und 90% Bedeckung
Overcast	(geschlossen)	über 90% Bedeckung
Obscured	(nicht sichtbar)	Himmel oder Wolken nicht sichtbar (z.B. Nebel, Rauch ...)

nützlich

- **Beobachtung...**
  - Wolkentyp
    - Verwenden Sie die Wolkenkarte zur Bestimmung der Typen
    - Bestimmen Sie alle vorhandenen Typen
  - Einteilung der Wolkentypen
    - Höhe: ‘alto’ - mittel ‘cirro’ - hoch
    - Form: ‘cumulo’ - Ballen ‘stratus’ - Schicht
      ‘cirro’ - federig
    - Sonstige: ‘nimbo’ -Niederschlag

Hohe Wolken : 6 000 Meter und höher

Cirrus

Cirrocumulus

Cirrostratus

- **Mittelhohe Wolken: 2 000 bis 6 000 Meter**

- **Tiefe Wolken: 0 bis 2 000 Meter (ohne Niederschlag)**

- **Tiefe Wolken: 0 bis 2 000 Meter (mit Niederschlag)**
  - **Cumulonimbus über alle Höhenbereiche**

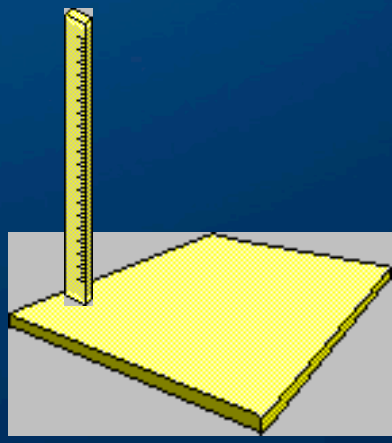
Nimbostratus

Cumulonimbus

Cumulonimbus (mit Amboss)

Selten im Winter

- **Schneemessung**
  - **Vorbereitung**
    - Schneebrett in der Nähe des Regenmessers auslegen
    - Stelle mit einer Fahne oder Stock markieren
  - **Messung**
    - Tiefe des Neuschnees mit Meterstab bestimmen
    - Schneekern mit dem Überlaufgefäß des Regenmessers ausstechen
    - Gesamthöhe an verschiedenen Stellen messen
    - Schneebrett reinigen und an anderer Stelle auslegen
  - **Wasseräquivalent**
    - Schneekern bei Zimmertemperatur schmelzen
    - Im Regenmesser Wasseräquivalent bestimmen



Selten im Winter

- **Was, wenn es am gleichen Tag schneit und regnet?**
  - Entfernen Sie den inneren Zylinder des Regenmessers, weil er durch Frost geschädigt werden könnte.
  - Lassen Sie den Überlaufzylinder draußen, um möglichen Regen aufzufangen.
  - Legen Sie das Schneebrett nach draußen.
  - Falls über Nacht Schnee fällt, der sofort wieder taut, haben Sie dennoch das Wasseräquivalent des im Überlaufzylinder gesammelten Schnees.

Nur mit Ozon-Teststreifen

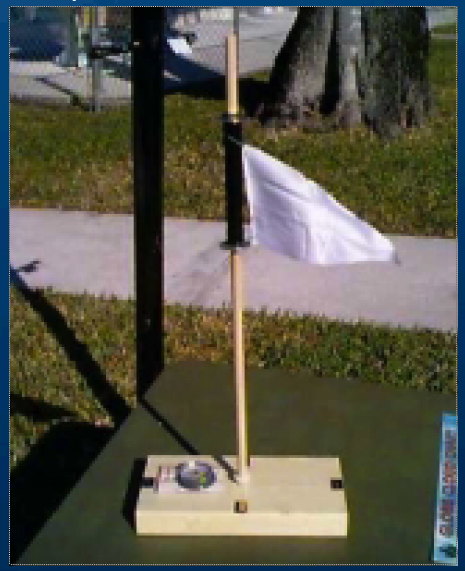
- **Ozon**
  - Ozon (O_3) entsteht in der Atmosphäre, wenn durch Sonnenlicht oder chemische Prozesse Sauerstoffmoleküle auseinander gebrochen werden

$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

  - Der größte Anteil des atmosphärischen Ozons ist in der Stratosphäre und reduziert den gefährlichen Anteil der UV-Strahlung
    - Reduzierung des stratosphärischen Ozons erhöht Hautkrebs
  - Bodennahes Ozon entsteht durch Verbrennungsprozesse im Zusammenhang mit dem in der Luft vorhandenem Stickstoff
    - Erhöhung des bodennahen Ozons führt zu Lungen- und Schleimhautreizungen

Nur mit Ozon-Teststreifen

- **Ozonmessung**
  - Für genaue und kontinuierliche Messungen sind teure Geräte notwendig
  - GLOBE:
    - Chemischer Teststreifen, der genau 1 Stunde der Luft ausgesetzt wird
    - Analyse der Farbeänderung mit einem Scanner
    - Einheit: Ozongehalt in milliardstel Teilen (ppb = parts per billion)
    - Zusammen mit Wolkenbeobachtung, Luftfeuchte und Temperatur
    - Zusammen mit Windrichtung (mit einer einfachen Windfahne)
      Achtung: Als Windrichtung wird immer die Richtung angegeben, aus der der Wind kommt



Nur mit Ozon-Teststreifen

- **Ozonmessung**
  - Bodennahes Ozon hat eine typische Konzentration von 10 - 40 ppb
  - In stark verschmutzen Gebieten beträgt die Konzentration bis zu 200 ppb
  - Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind zu erwarten, wenn die Konzentration 8 Stunden über 80 ppb beträgt
  - 1 ppb ~ 2 µg/m³

Bildpräsentation der Globe-AG von der Ferdinand-Steinbeis-Realschule 2001

Ein Beispiel

Die verschiedenen Teams der Globe-AG

1. Das Messteam (Klima)
2. Das Redaktionsteam
3. Das Datenteam
4. Das Messteam (Gewässer)

HAMBURG
Hamburg

Das Messteam Gewässer

Die Aufgaben:

- Wasserproben von den Flüssen zu entnehmen.
- Diese dann aus-zuwerten
- Die ausgewerteten Daten an das Datenteam weiter zugeben.

Das Redaktionsteam

Die Aufgaben:

- Zeitungsartikel über unsere Aktionen schreiben
- Gestalten die Stellwand

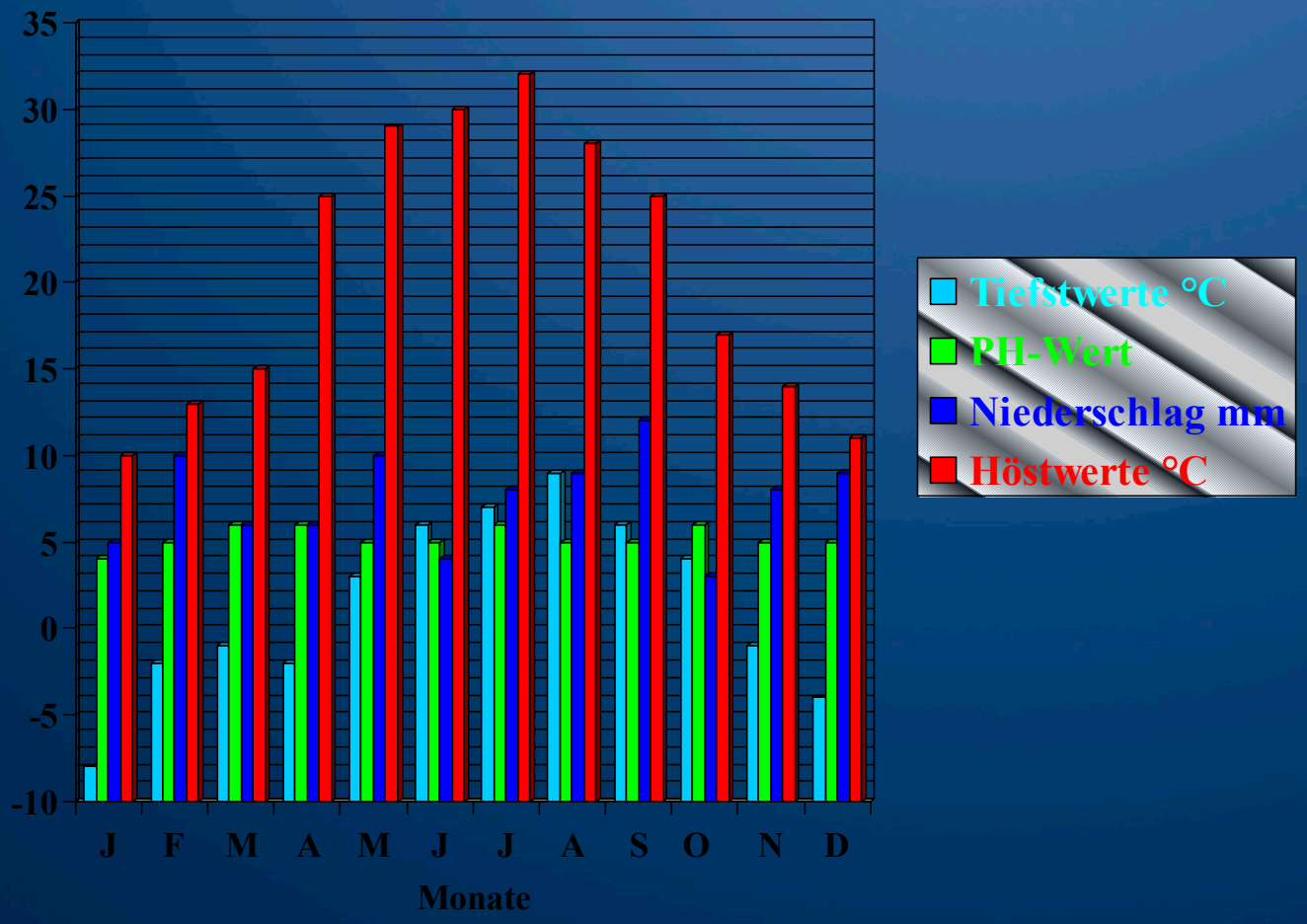
Das Datenteam

- Daten vom Klima eingeben
- Daten vom Gewässer eingeben
- Bildpräsentation machen

Das Messteam Klima

- Sie lesen jeden Tag Temperaturen, pH-Wert, Wolkenbildung und manchmal auch Niederschlagsmenge und Schneemenge bei der Wetterstation ab.

Die Datentabelle der FSR vom Jahr 2000



Hintergrundinformation

- **Kreisläufe von Energie, Wasser und chemischen Elementen treiben das System Erde/Atmosphäre an**

  - **Energiekreislauf**
    - Umsetzung von solarer Strahlungsenergie am Erdboden
    - Energietransport durch globale Zirkulation
    - „Treibhauseffekt“ verhindert Abkühlung der Erde
    - Verdunstung & Kondensation

  - **Wasserkreislauf**
    - Wasser verdunstet an der Oberfläche
    - Wasserdampf kondensiert oder gefriert in der Atmosphäre
    - Niederschlag fällt und versickert im Boden oder fließt in die Ozeane

Hintergrundinformation

- **Kreisläufe finden auf unterschiedlichsten Skalen statt**

	räumliche	und zeitliche Ausdehnung
Blitze	einige km	Sekundenbruchteile
Gewitter	einige 10 km	Stunden
große Über-schwemmungen	ca. 100 km	Tage
Wettersysteme	ca. 1000 km	Wochen
Ozonloch	ca. 2000 km	Monat
Ozeanzirkulation	ca. 5000 km	Jahre
Zusamensetzung der Atmosphäre	global	Jahrzehnte

Hintergrundinformation

- **Vorgänge im System Erde sind über alle Skalen verknüpft**
  - Vulkanstaub verändert global das Klima für einige Jahre
  - Überschwemmungen verändern Kleinklima über Jahre
  - Erosion durch Niederschlag verändert die Lebensgrundlage der Bevölkerung in ganzen Regionen
  - Das Ozonloch hat über das Plankton einen Einfluss auf die Nahrungskette bis zum Menschen
  - Das El Nino im tropischen Pazifik beeinflusst monatelang das Wetter im Westen von ganz Nord- und Südamerika und Australien

Hintergrundinformation

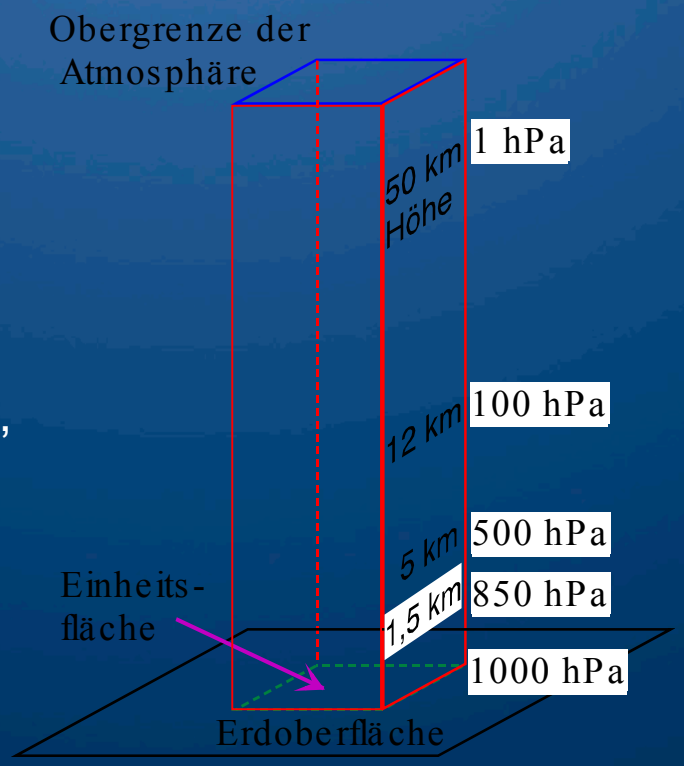
International vergleichbarer Zeitpunkt aller Wettermessungen

- Täglich bei Sonnenhöchststand (+/- 1 Std.)
- Alle Zeitangaben in UT (UTC, GMT Winterzeit)
  (Sommer: 2 h weniger, Winter: 1 h weniger)
- Sonnenhöchststand:
  Informieren Sie sich über die Zeiten von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang (Zeitung). Sonnenhöchststand ist genau die Mitte zwischen den Zeitpunkten.
  Wechsel Sommer- / Winterzeit beachten !

- **Datenübermittlung**
  - Notieren Sie die Beobachtungen auf den Datenblättern
  - Übermitteln Sie die Daten an den Datenserver
  - Heften Sie die Datenblätter monatsweise ab

Hintergrundinformation

- **Luftdruck**
  - Der Luftdruck ergibt sich aus dem Gewicht der Luftsäule über dem Beobachter
  - Der Luftdruck nimmt mit der Höhe ab, da die Säule kürzer wird
  - Horizontale Druckgradienten bestimmen Windstärke und Richtung



Hintergrundinformation

- **Wolken**
  - Reflektieren Sonnenlicht in den Weltraum und halten von der Erde abgestrahlte Energie zurück
  - Geben Aufschluss über das bevorstehende Wetter
  - (Bestätigen Informationen aus Satellitenbeobachtungen
  - Anlegen langfristiger Datenbanken
  - Verknüpfung zu Aerosole, Ozon und Luftfeuchte)

Nicht ohne Spezialausrüstung

- **Aerosole / Dunst**
  - Aerosole sind feste oder flüssige Teilchen die in der Luft schweben
    - Natürliche Quellen: Vulkane, Gischt, Wassertröpfchen, Eisteilchen, Rauch, Sandstaub, Winderosion
    - Antropogene Quellen: Verbrennung, Abgase, Erdarbeiten
  - Größe: 0.1 - 2 µm
  - Streuen Licht:
    - Himmel schaut dunstig oder dreckig aus
    - Kräftiges Abend- und Morgenrot
    - Halo oder Hof um Sonne oder Mond (Eisteilchen)

Nicht ohne Spezialausrüstung

- **Bedeutung von Aerosolen**
  - **Energiekreislauf**:
    Auswirkung auf die Sonnenenergie, die den Erdboden erreicht
  - **Wasserkreislauf**:
    Begünstigen die Bildung von Wassertröpfchen oder Eiskristallen (z.B. Kondensstreifen)
  - **Biologie, Geologie und Luftchemie**:
    Zeigen die Ausbreitung von Vulkanausbrüchen, Waldbränden und Umweltverschmutzungen

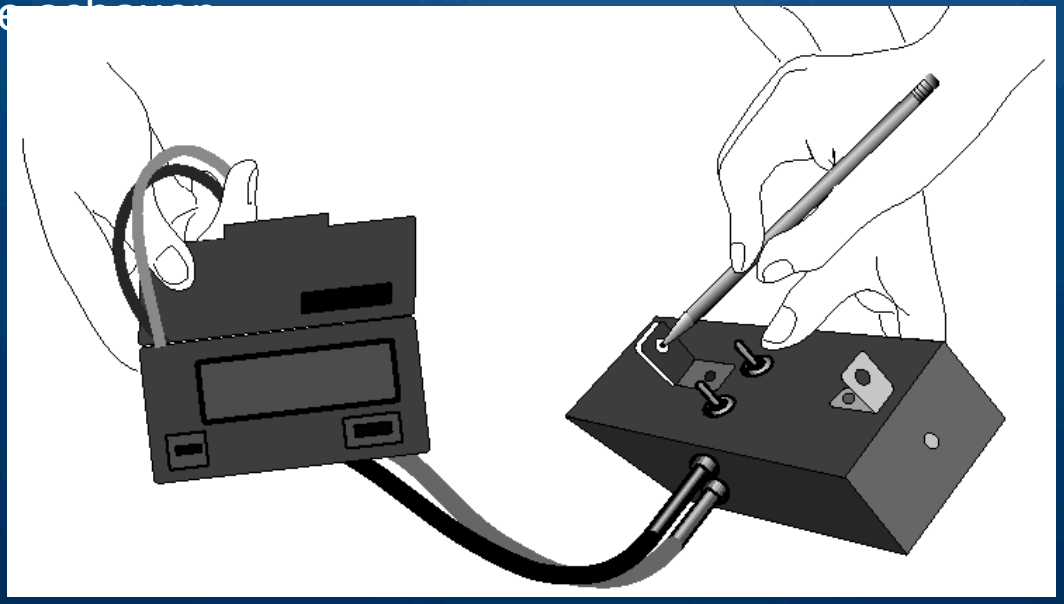
Nicht ohne Spezialausrüstung

- **Aerosole und Lichtabsorption**
  - Sonnenlicht umfasst ein breites Spektrum von Wellenlängen
  - Aerosole und Gasmoleküle absorbieren bzw. streuen Licht bei einer Wellenlänge, die der Größe entspricht
  - Messungen des Sonnenlichts bei verschiedenen Wellenlängen erlauben eine Aussage über die Größenverteilung von Aerosolen

- **Messprinzip**
  - Die Absorption des Sonnenlichts durch die ungestörte Atmosphäre kann aus Luftdruck und Zenitwinkel der Sonne bestimmt werden
  - Jede zusätzliche Absorption von Sonnenlicht wird durch Aerosole hervorgerufen.
  - Die „optische Dicke“ beschreibt die Reduzierung des Sonnenlichts

Nicht ohne Spezialausrüstung

- **Aerosolmessung**
  - Messung mit Voltmeter und Standard Photometer bei rotem (525 nm) und grünen (565 nm) Licht
  - Drei Messungen pro Wellenlänge
  - Nicht in die Sonne schauen



Nicht ohne Spezialausrüstung

- **Aerosolmessung**
  - Messung vorzugsweise am Vormittag, zusammen mit den anderen Messungen gegen Mittag aber auch möglich
  - Freier Blick auf die Sonne (**wolkenfrei**)
  - Zusammen mit Wolkenbeobachtung
  - Zusammen mit Luftdruckmessung
  - Ins Protokoll wird die am Voltmeter gemessene Spannung eingetragen. Der GLOBE Datenserver konvertiert die Spannung in die optische Dicke
  - Klarer Himmel hat eine optische Dicke von ca. 0.1, Dunst etwa 3