

Planungsblatt Physik für die 3F

Woche 38 (von 21.05 bis 25.05)

Hausaufgaben ¹

Bis Freitag 02.06:

☞ **Lerne** die Notizen von Woche 37 und 38!

Kernbegriffe dieser Woche:

Elektrizität: Atome, Elektronen, Außenelektronen, Strom, Leiter, Isolator, elektrisches Feld, Elektroskop

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

- (a) **Freitag** (2. Std): (i) HÜ-Bespr. und evt. SWH, (ii) Spannung und Stromstärke: der Zusammenhang kann mit einem Experiment gezeigt werden.

Unterlagen auf www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html

¹Für manche Aufgaben wird auf Rückseite/Anhang/Buch/Arbeitsblatt verwiesen.

Notizen

Leistung eines Geräts (P): Wie viel Energie pro Zeiteinheit umgewandelt wird.

Energieerhaltung: Energie kann weder verloren gehen, noch aus dem Nichts erzeugt werden.

Energie haben = die Möglichkeit besitzen, Arbeit zu verrichten. Symbol E . Einheit: $[E] = J(\text{oule}) = N \cdot m$.

Arbeit ist das Produkt aus Kraft und Weg, insofern sie parallel sind. Symbol W . Einheit $[W] = J(\text{oule}) = N \cdot m$

Kraft ist die Ursache einer Bewegungsänderung oder einer Verformung. Im Falle einer Beschleunigung (ohne Verformung): $F = ma$. Symbol F . Einheit $[F] = N = kg \cdot m/s^2$.

Beschleunigung besagt, um wie viel sich die Geschwindigkeit pro Zeit ändert. Symbol a . Einheit $[a] = m/s^2 = (m/s)/s$.

Kinetische Energie: ist die Energie, die notwendig ist, eine Masse m auf eine Geschwindigkeit v zu bringen: $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$.

Höhenenergie: ist die Arbeit, die die Schwerkraft verrichtet, wenn ein Objekt mit Masse m eine Höhe h fällt: $E_h = mgh$; somit ist es auch die Arbeit, die verrichtet werden muss, um dieses Objekt auf Höhe h zu bringen. Hier: $g \approx 9,81m/s^2$ ist die Fallbeschleunigung.

Wärme: Form von Energie, hängt mit der mittleren kinetischen Energie von Molekülen zusammen. Umso wärmer, desto schneller bewegen sie sich.

Wärmeleitung: Form von Wärmetransport: Moleküle schaukeln ständig hin und her und können auf diese Weise die kinetische Energie weiter geben. Metalle leiten auf diese Weise Wärme sehr gut, Luft sehr schlecht.

Isolator: Stoff, der Wärme nicht gut leiten kann.

Konvektion: Form von Wärmetransport: Durch Strömung kommt das etwas wärmere Material an andere Stellen und somit wird also auch Wärme transportiert.

Wärmestrahlung: Form von Wärmetransport: Licht transportiert auch Energie, aber es gibt auch ähnliche Strahlung, die für uns unsichtbar sind, und auch Wärme transportiert, zum Beispiel Infrarot, diese Strahlung ist für uns sehr wichtig. Wir selbst strahlen auch viel Infrarotstrahlung ab – verlieren also viel Wärme. Das Abkühlen der Erde in der Nacht passiert auch für einen sehr großen Teil mittels Infrarot.

Moleküle: Die kleinsten Einheiten eines Stoffes. Man also ein Stoff, wie Wasser, nicht unendlich teilen. Kleinere Stückchen als etwa ein Billionstel Meter bekommst du nicht! Diese kleinsten Einheiten heißen Moleküle, und die sind wieder aus sogenannten Atomen aufgebaut. Atome sind also die Bausteine, aus denen die ganze Materie um uns aufgebaut ist. Sie bestehen aus nur drei Zutaten: Elektronen, Protonen und Neutronen ...

Dichte: eines Stoffes gibt an, wie viel Masse pro Volumen enthalten ist. Einheit: kg/m^3 , kg/L auch wohl g/cm^3 . Das Symbol ρ , ein griechischer Buchstaben mit dem Namen *rho*, schaut aus wie ein p , ist es aber nicht! Dichten, die man sich mal merken sollte: Luft $\rho_{Luft} \approx 1,2kg/m^3$; Wasser $\rho_{Wasser} \approx 1kg/L = 1000kg/m^3$. Zum Umrechnen bequem zu wissen: $1m^3 = 1000L$.

Auftrieb: Befindet sich ein Objekt in einer Flüssigkeit oder in einem Gas, dann drückt das Objekt also Flüssigkeit oder Gas weg. Im Gegenzug dafür übt das Gas oder die Flüssigkeit zurück. Interessanterweise resultiert das in eine Kraft nach oben – gegen die Schwerkraft also eigentlich!

Satz von Archimedes: Befindet sich ein Objekt in einer Flüssigkeit oder in einem Gas, so ist der Auftrieb dem verdrängten Gewicht gleich. Hierbei zu beachten: Das verdrängte Gewicht ist das Gewicht von dem Gas oder der Flüssigkeit, das/die an der Stelle vom Objekt wäre.

Hat das Objekt ein Volumen V , so verdrängt es also ein Volumen V vom Gas oder von der Flüssigkeit. Um auf das Gewicht davon zu kommen, musst du also dieses verdrängte Volumen mit der Dichte vom Gas oder von der Flüssigkeit multiplizieren, dann weißt du die Masse, und dann musst du noch auch das Gewicht kommen, also noch mit der Fallbeschleunigung multiplizieren. In Formelsprache: $F_{\text{auftrieb}} = V\rho g$, wobei F_{auftrieb} der Auftrieb ist (Einheit Newton), V das Volumen vom Objekt, ρ die Dichte vom Gas oder von der Flüssigkeit und g die Fallbeschleunigung.

Treibhausgas: ein Gas, das sichtbares Licht gut durchlässt, Infrarot aber nicht sehr gut durchlässt, also absorbiert. Beispiele sind: Wasserdampf (tut es aber schlecht), Methan, Kohlenstoffdioxid.

Zusammenhang zwischen Wärmestrahlung und Temperatur: Jeder Körper mit einer Temperatur $T > 0K$ strahlt; das ist genau die Wärmestrahlung. Hier gilt aber: Die Farbe hängt von der Temperatur ab und die Intensität (Leistung) steigt sehr stark mit der Temperatur. Das meiste Licht können wir nicht sehen: Ist ein Körper kalt, sprich unter $1000K$, so sehen wir die Strahlung nicht. Die Oberfläche der Sonne hat eine Temperatur von etwa $6000K$ und strahlt im sichtbaren Bereich. Die Erde hat im Schnitt eine Temperatur von etwa $290K$ und strahlt im Infrarotbereich.

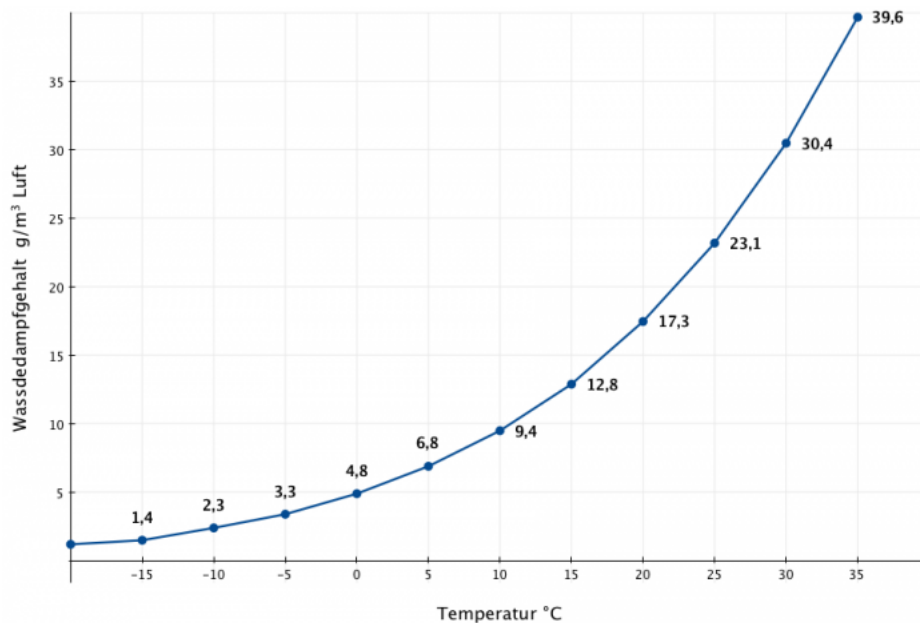
Thermisches Gleichgewicht: Die Erde bekommt ihre Wärme über die Strahlung von der Sonne. Mittels Infrarotstrahlung wird auch wieder Wärme ans All abgegeben. Falls die eingehende Leistung der ausgehenden Leistung gleich ist, so spricht man von einem thermischen Gleichgewicht. Die Temperatur ändert sich dann nicht.

Ozonschicht: ist eine Schicht in unserer Atmosphäre auf großer Höhe (20 bis 30 km), in welcher UV-Strahlung von der Sonne durch Sauerstoffmoleküle absorbiert wird. Ein Sauerstoffmolekül besteht aus zwei Sauerstoffatomen O_2 . Durch Absorption von Licht kann ein O_2 -Molekül in zwei O -Atome getrennt. Ein freies O -Atom kann mit einem Sauerstoffmolekül reagieren $O_2 + O \rightarrow O_3$ mit Ozon O_3 als Produkt. Unter Einfluss von UV-Licht wird Ozon wieder getrennt in O und O_2 , welche sich dann wieder verbinden können, und so wiederholt sich das ständig. Interessanterweise erzeugen manche Industrien Gase, die die freien O -Atome abfangen (an sich koppeln), sodass es weniger Ozon gibt, sodass auch wieder weniger UV absorbiert wird, sodass unsere Haut verbrannt ... Schuss ins eigene Knie sozusagen.

Spezifische Wärmekapazität: eines Stoffes gibt an, wie viel Energie gebraucht wird, einen Kilogramm um einen Grad Celsius (oder Kelvin) zu erwärmen. Symbol: c , Einheit $[c] = J/kg \cdot K$ (Joule pro Kilogramm Kelvin). Beispiel: Wasser $c_W \approx 4200 J/kg \cdot K$; Luft $c_L \sim 1000 J/kg \cdot K$; Kupfer $c_K \approx 385 J/kg \cdot K$.

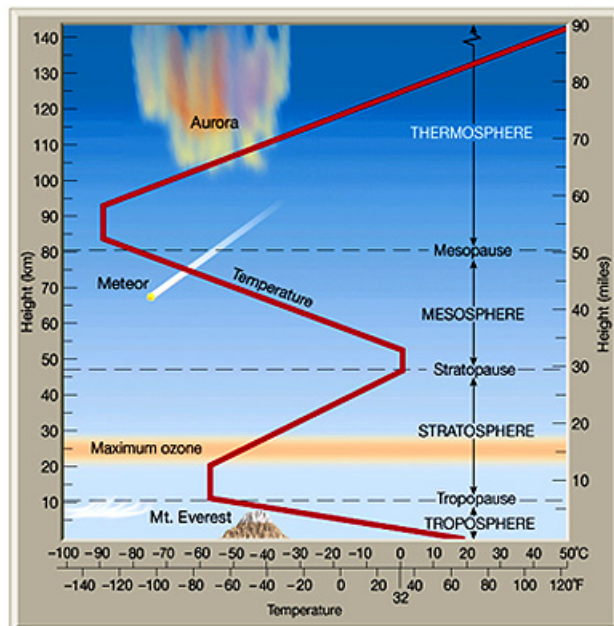
Verdampfungswärme (auch Verdunstungswärme): ist die Energiemenge, die notwendig ist, damit bei gleichbleibender Temperatur ein Kilogramm einer Flüssigkeit verdunstet. Der Übergang von flüssig zu gasförmig kostet Energie, da die Moleküle dann eine viel größere Distanz zu einander haben. Für Wasser: ungefähr 2500 Kilojoule pro Kilogramm, also 2,5 MJ pro Kilogramm, von Alkohol etwa 850 kJ pro kg. Die Verdampfungswärme heißt auch wohl **latente Wärme**. Beim umgekehrten Übergang, also beim Kondensieren, kommt diese Energie wieder frei.

Sättigungsmenge: Wenn Wasser verdunstet, nimmt die Luft also Wasserdampf auf. Nun kann die Luft nicht unbeschränkt Wasser aufnehmen. Es gibt eine maximale Menge; welche man die Sättigungsmenge nimmt, und diese ist wie folgt definiert: Bei gegebener Temperatur ist die Sättigungsmenge S die Masse (kg oder gramm) an Wasserdampf, die pro Volumen (m^3 oder L) vorhanden sein kann. Sie Sättigungsmenge S hängt sehr stark von der Temperatur ab:



Relative Luftfeuchtigkeit: gibt an, wie viel Prozent von der Sättigungsmenge an Wasserdampf in der Luft vorhanden ist. In Formelform: Es sei M die Menge (in gr/m^3) Wasserdampf in der Luft, dann $r = 100\% \cdot M/S$. Wenn also $r = 50\%$ kann die Luft eigentlich doppelt so viel Wasserdampf aufnehmen als vorhanden ist.

Troposphäre ist der untere Schicht der Atmosphäre und für uns am wichtigsten; hier findet das Wetter statt; sie erstreckt sich von Meeressniveau bis etwa 12-13 km. In der Troposphäre nimmt die Temperatur in der Regel mit der Höhe ab. In der über der Troposphäre liegenden Schicht der Atmosphäre nimmt die Temperatur mit der Höhe zuerst wieder etwas zu, dies infolge von Strahlungsprozessen (Ozonschicht). Siehe auch das nebenstehende Bild, in dem die Temperatur in Abhängigkeit von der Höhe dargestellt ist. Auch die Namen der Schichten der Atmosphäre sind (auf Englisch) angegeben. Bildnachweis: Bild von <https://kidsgeo.com/geography-for-kids/atmosphere-and-temperature/>



Inversionswetterlage: Normalerweise nimmt die Temperatur mit der Höhe ab. Ab und zu kann es aber (vor allem im Herbst) passieren, dass in einer bestimmten Zone (zum Beispiel zwischen 100 und 200 Meter Höhe) die Temperatur zunimmt, um danach erst wieder abzunehmen. So eine Situation nennt man dann eine Inversionswetterlage. So eine Schicht in der die Temperatur mit der Höhe zunimmt bildet eine natürliche Barriere (Grenze) für Luft, die vom Boden aufsteigt, denn kalte Luft sinkt ja ab, also wenn die Luft oben wärmer ist, kann aufsteigende Luft nicht durchkommen, weil sie oft kälter ist.

Hochnebel: Hochnebel ist eine Art von Stratuswolke. Sie liegt auf etwa 50 bis 200 Meter Höhe ungefähr. Sie bildet sich bei einer Inversionswetterlage wenn zusätzlich der Wind abgeschirmt

wird; vor allem in Tälern oder even auch im Wiener Becken, wo der Wiener Wald Wien vor Wind aus dem Westen schützt, kann dies auftreten. Die Zone, in der die Temperatur zunimmt, bildet eine Grenzschicht für aufsteigende Luft und hier bildet sich dann eine zähe Wolkenschicht, die lange hängen bleiben kann.

potentielle Temperatur: da es schwierig ist, die Temperatur auf unterschiedlichen Höhen mit einander zu vergleichen, wurde der Begriff der potentiellen Temperatur eingeführt; die potentielle Temperatur der Luft auf einer bestimmten Höhe ist die Temperatur, die diese Luft hätte, wenn man sie auf Meereshöhe bringt, ohne dass sie dabei Wärme mit der Umgebung austauscht. Dadurch, dass sich die Temperatur mit dem Luftdruck und somit mit der Höhe ändert, wird Luft sich erwärmen, wenn man sie aus einer Höhe auf Meeresniveau bringt.

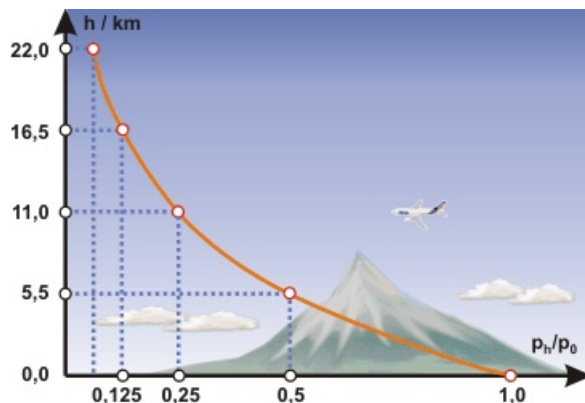
Luftdruck: ist die Kraft pro Quadratmeter, die die Luft ausübt. Ist also ein Druck, wird mit dem Symbol p angedeutet und die Einheit ist N/m^2 , es gilt $1N/m^2 = 1Pa$ (Pascal), und auch gelten $1\text{ bar} = 100.000Pa$, $1hPa = 100Pa = 1mb$ (millibar). Der Luftdruck nimmt mit der Höhe ab.

Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur: Setzt man eine Menge Gas unter Druck und verkleinert dabei das Volumen, so wird sich das Gas erwärmen. Umgekehrt, nimmt der Druck ab und expandiert das Gas, so nimmt die Temperatur ab.

Luftdruck: ein Gas übt einen Druck auf seine Umgebung auf. Dieser Druck in der Luft nennt man Luftdruck. Symbol p , Einheit N/m^2 , und $1N/m^2 = 1Pa$ (Pascal), $1b$ (bar) = $100.000Pa$, $1mb = 1000hPa$ (Hektopascal). Der Luftdruck variiert mit dem Wetter, aber recht stark mit der Höhe. Auf Meeresniveau ist der Luftdruck im Schnitt so $1013mb$, also etwa 1 bar . Oben in den Bergen ist der Luftdruck deutlich weniger. Dadurch siedet das Wasser oben in den Bergen auch schon bei unter 100 Grad Celsius !

Das Bild hier unten ist von der Uni Bremen:

http://www.idn.uni-bremen.de/cvpm/content/Einfuehrung_Thermodynamik/show.php?modul=9&file=53&right=gas_isotherm_r_luftdruck.html



adiabatisch: ohne Wärme mit der Umgebung auszutauschen.

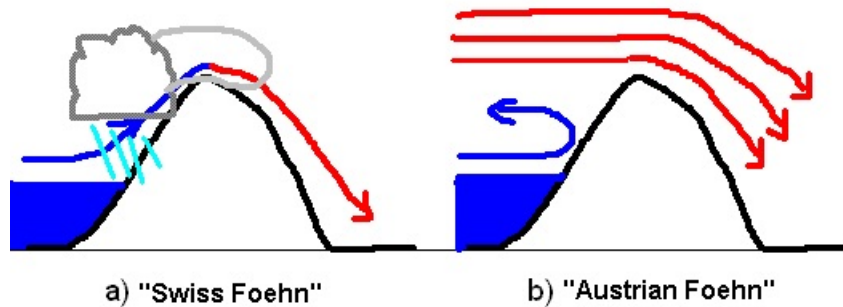
potentielle Temperatur der Luft ist die Temperatur, die die Luft hätte, wenn man sie adiabatisch auf Meereshöhe bringen würde.

Austrian Föhn: trifft der Wind auf einige Hügel / Berge, so kann es sein, dass die Luft vor diesen Hügeln / Bergen staut. Durch Verwirbelungen kann dann Luft aus großer Höhe nach unten kommen; die Luftschichten vermischen sich auf vertikale Weise. Ist aber die potentielle Temperatur in den höheren Schichten deutlich höher als unten, so kann es zu Temperaturanstiegen kommen, wenn diese Luft aus den oberen Schichten nach unten kommt. Diese Art von Föhn tritt vor allem in Österreich und in den deutschen Mittelgebirgen auf.

Swiss Föhn: falls der Wind über einen hohen Berg kommen muss, so muss die Luft aufsteigen. Ist diese Luft mit Wasser gesättigt, so wird sie alle 100 Meter um $0,5\text{ Grad Celsius}$ abkühlen

und es kann zu Regen kommen. Durch den Niederschlag wird die Luft aber trockener; beim Absinken der Luft auf der anderen Seite des Berges erwärmt sich dann die Luft um 1,0 Grad Celsius alle 100 Meter. Somit wird die Luft beim Absinken mehr aufgewärmt, als sie beim Aufsteigen abgekühlt ist. Somit gibt es die Möglichkeit, dass es „hinter dem Berg“ deutlich wärmer wird. Diese Art von Föhn braucht erhebliche Höhenunterschiede um deutliche Temperaturunterschiede hervorzurufen, und tritt somit nur auf, falls die Berge hoch genug sind, so wie zum Beispiel in der Schweiz, aber auch in Tirol.

Hier ein einfaches Bild, das den Unterschied recht gut klarmacht:



Das Bild stammt von:

<http://www.inntranetz.at/foehn/01.html>

wo eine sehr schöne, aber etwas technische Erklärung gegeben wird.

Tiefdruckgebiet: Steigt die Luft in einem Gebiet verstärkt auf (dies kann aus irgendeinem Grund sein; warme Luft, Strudel in Luftströmung, etc.), so ist dort der Luftdruck in Bodennähe etwas geringer. Dadurch saugt dieses Gebiet die Luft aus der Umgebung an. Weil aber die Erde sich um ihre Achse dreht (Tag-Nacht), so folgt die Luft nicht eine Gerade sondern dreht sich in einer bestimmten Richtung um das Tiefdruckgebiet. Auf der nördlichen Hemisphäre ist diese Richtung gegen den Uhrzeigersinn. Das Wetter bei einem Tiefdruckgebiet ist eher bewölkt und regnerisch, weil die Luft dort also aufsteigt, dabei abkühlt und sich so Wolken bilden.

Hochdruckgebiet: Sinkt die Luft in einem Gebiet verstärkt ab (dies kann aus irgendeinem Grund sein; kalte Luft, Strudel in Luftströmung, etc.), so ist dort der Luftdruck in Bodennähe etwas höher. Dadurch wird dieses Gebiet die Luft aus der Umgebung wegdrücken, und zwar in Richtung niedrig werdenden Luftdrucks. Weil aber die Erde sich um ihre Achse dreht (Tag-Nacht), so folgt die Luft nicht eine Gerade sondern dreht sich in einer bestimmten Richtung um das Hochdruckgebiet. Auf der nördlichen Hemisphäre ist diese Richtung im Uhrzeigersinn. Das Wetter bei einem Hoch ist oft unbewölkt und sonnig, da die Luft dort sinkt, und sich somit erwärmt, und dadurch wird die relative Luftfeuchtigkeit niedriger, und somit lösen sich eventuelle Wolken auf.

Isobar eine von uns Menschen ausgedachte und oft gezeichnete Linie auf Karten. Diese Linien verbinden benachbarte Punkte, längst welchen der Luftdruck gleich ist, und einen bestimmten Wert annimmt. Sie sind vergleichbar mit Höhenlinien auf einer Wanderkarte. Der Wind ist durch die Drehung der Erde meist nicht senkrecht auf diesen Linien, sondern eher parallel zu diesen Linien. Das Wissen der Hoch- und Tiefdruckgebiet und der Isobaren ermöglicht ein vorhersagen der Windrichtung und mit etwas Trickserei sogar die Windgeschwindigkeit.

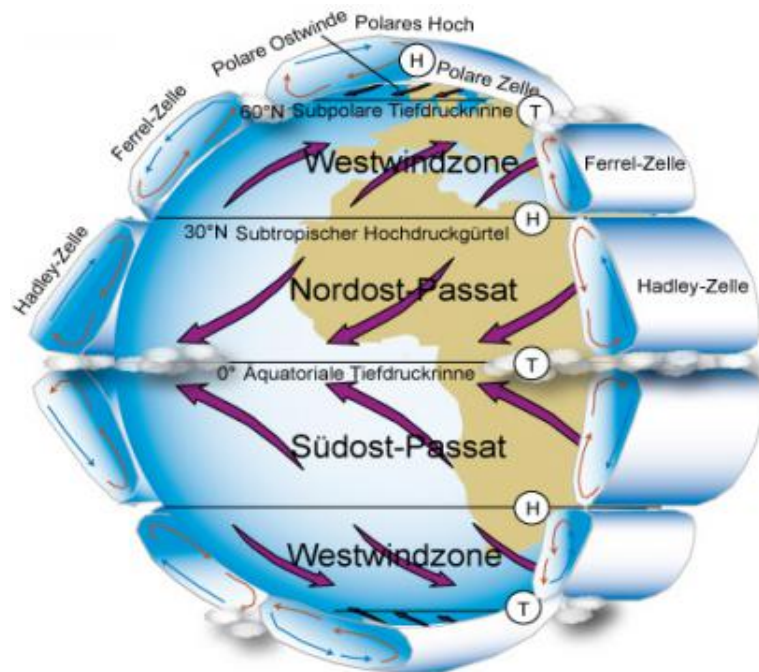
Globale Windsysteme: auf den Tropen scheint die Sonne direkt ein, auf den Polen sehr wenig. Diese Situation verursacht folgendes Muster: Bei den Tropen etwa ein Gürtel an Tiefdruckgebieten, bei den Wendekreisen etwa ein Gürtel an Hochdruckgebieten, bei den Polarkreisen etwa dann wieder Tiefdruckgebiete und bei den Polen Hochdruckgebiete. Die Drehung der Erde verursacht dann auch die folgenden Winde: NO-Passatwinde zwischen Äquator und dem nördlichen Wendekreis, SO-Passatwinde zwischen Äquator und südlichem Wendekreis, Westwinde zwi-

schen Polarkreis und Wendekreis (N-Halbkugel und S-Halbkugel; auch wohl Westerlies, nicht Westerlilies – Versprechung im Unterricht). Dieses Muster verschiebt sich wegen der Lage der Drehachse der Erde in unserem Sommer mehr nach oben, und in unserem Winter mehr nach Süden. Dies verursacht dann wieder interessante Wetterphänomene: Monsun, Tornados in den USA (Tornado-highway!), trockene Sommer im Mittelmeergebiet, regnerischer Herbst bei uns, tropische Zyklone, ...

Das folgende Bild ist von

<https://content.meteoblue.com/de/meteoscool/grosswetterlagen/planetarische-zirkulation>

genommen. Das ist wirklich eine sehr nette Website mit auch viel Information, die ich nur beschränkt im Unterricht habe wiedergeben können – Schmökern nach Bedarf also!



Zum Thema Elektrizität

Atom: die ganze Materie um uns besteht aus Atomen; die Atome gruppieren sich häufig in Molekülen zusammen, welche wieder die kleinsten Einheiten von Stoffen sind, und welche zum Beispiel die Bausteine von den Zellen in unserem Körper sind. Ein Atom besteht aus einem Atomkern im Zentrum und außen herum kreisen die Elektronen in bestimmten Schalen (Bahnen) um diesen Atomkern. Ein Atomkern besteht aus zwei Arten von Teilchen: Protonen und Neutronen, von den Protonen gibt es immer mindestens eines. Im Normalfall ist ein Atom elektrisch neutral: es gibt genau so viele Protonen wie Elektronen. Ist dies nicht der Fall, so nennt man das Atom ein Ion. Ionen sind also Atome, die elektrisch geladen sind.

Ladung: die Elementarteilchen wie Protonen, Neutronen und Elektronen sind nicht alleine ... es gibt eine ganze Menge an ähnlichen Teilchen, aber, für uns sind die drei genannten am wichtigsten, denn sie machen mehr als 99% der Masse um uns aus. Nun haben all diese Elementarteilchen eine bestimmte Eigenschaft, welche wir Ladung nennen. Elektronen sind negativ geladen, Protonen positiv geladen und Neutronen sind neutral, also keine Ladung, bzw. Ladung Null. Wenn wir die Ladung von einem Proton mit +1 bezeichnen ist die Ladung eines Elektrons -1 und die des Neutrons 0. Fünfzehn Protonen und 4 Elektronen haben zusammen also eine Ladung von $+15 + (-4) = +11$. Interessanterweise gilt: Positiv und Negativ ziehen einander an, Positiv stößt Positiv ab, Negativ stößt Negativ ab. Somit bleiben die Elektronen um den Atomkern kreisen.

Außenelektronen: Die Elektronen in einem Atom kreisen nicht irgendwo herum. Sie haben sehr wohlbestimmte Bahnen, die man auch wohl Schalen nennt, oder Orbitalen. Die Schalen kann man sich einigermaßen wie die Schalen einer Zwiebel vorstellen; so gibt es Elektronen in Schalen in der Nähe vom Atomkern, aber auch Schalen weiter draußen. Die Elektronen in der ganz außen gelegenen Schale nennen wir Außenelektronen, und es sind diese, die bei Strom eine wichtige Rolle spielen!

Leiter: ist ein Stoff, der Strom leiten kann. Überschneiden sich die Bahnen der Außenelektronen von benachbarten Atomen in einem Festkörper, dann kann man sich das so vorstellen, als würden sich die Atome ziemlich fest berühren. Die Außenelektronen können ohne viel Mühe (also, ohne Energie) vom einen auf ein anderes, benachbartes Atom hüpfen.

Isolator: ist ein Stoff, der Strom sehr schlecht (also, nur unter extremen Bedingungen) leiten kann. Die Außenelektronen können nicht auf benachbarte Atome hüpfen, oder nur ganz schwer (also, nur unter Zugabe einer großen Energiemenge, welche zB bei Gewitter schon vorhanden ist), weil die Außenschalen von Nachbaratomen sich nicht überschneiden.

Strom: ein Phänomen, bei dem sich Ladungen durch einen Stoff bewegen. Für uns ist jetzt das wichtigste Stromphänomen, das, bei dem die Außenelektronen sich durch den Festkörper, welcher also ein Leiter sein muss, in einer Richtung bewegen. Statt nur chaotisch durch den Festkörper zu hüpfen, bewegen sich die Außenelektronen im Großen und Ganzen in einer Richtung. Andere Phänomene sind der Transport von Ionen in einer Salzlösung, über welches du mehr im Buch der zweiten Klasse nachlesen kannst.

Elektroskop: Ladungen kann man sichtbar machen, und zwar weil gleichnamige Ladungen sich gegenseitig abstoßen. Das Elektroskop macht genau das! Siehe auch das Buch — S.56 und 57.

Elektrisches Feld: Ladungen üben Kräfte auf einander aus. In einem Festkörper gibt es viele Atomkerne und viele Elektronen, also viele Ladungen, die alle eine Kraft auf einander ausüben. Wenn wir sagen, dass irgendwo ein elektrisches Feld ist, dann meinen wir, dass wenn dort ein Elektron wäre, es dort eine elektrische Kraft empfinden würde. Man kann also das Vorhandensein eines elektrischen Feldes als Notwendigkeit sehen, dass Ladungen Kräfte empfinden. In der Nähe einer Gewitterwolke ist das elektrische Feld sehr stark; so stark, dass wenn du dort in diesem elektrischen Feld bist, die Elektronen in deinen Haaren in eine bestimmte Richtung gedrückt werden, sodass die Haarspitze auf einmal entweder viel mehr oder viel weniger Elektronen als normal haben, und somit sind deine Haarspitzen entweder negativ oder positiv geladen, mit der Folge, dass sich die Haarspitzen abstoßen, und wie das aussieht, wissen wir. Auch das Elmsfeuer, das Gipfelkreuzleuchten, ist etwas das passieren kann, eben weil bei Gewitter im Raum um die Wolke das elektrische Feld so stark ist.