

# Planungsblatt Physik für die 3F

Woche 27 (von 05.03 bis 09.03)

---

## Hausaufgaben <sup>1</sup>

---

**Bis Freitag 23.03:**

☞ **Lerne** die Notizen von Woche 27!

---

## Kernbegriffe dieser Woche:

Konvektion, Wärmestrahlung, Verdampfungswärme, (spezifische) Wärmekapazität, rel. Luftfeuchtigkeit, Sättigungsmenge, Taupunkt, potentielle Temperatur, Inversionswetterlage, Luftdruck

---

---

## Ungefähre Wochenplanung

---

**Schulübungen.**

- (a) **Freitag** (2. Std): (i) HÜ-Bespr. und evt. mSWH (ii) Austrian Föhn, Swiss Föhn: Erklärung in Bildern (iii) Luftdruck: Definition und Erklärung mit kleinen Experimenten

**Unterlagen auf [www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html](http://www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html)**

---

<sup>1</sup>Für 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  $\rho$ , 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  $F_{\text{auftrieb}}$  der Auftrieb ist (Einheit Newton),  $V$  das Volumen vom Objekt,  $\rho$  die Dichte vom Gas oder von der Flüssigkeit und  $g$  die Fallbeschleunigung.

**Skalierungsgesetze:** Wenn sich die Längen ver- $A$ -fachen, so ver- $A^2$ -facht sich die Fläche und ver- $A^3$ -facht sich das Volumen. Also, bei Verdoppelung der Längen, wird die Fläche viermal so groß, das Volumen achtmal.

**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.

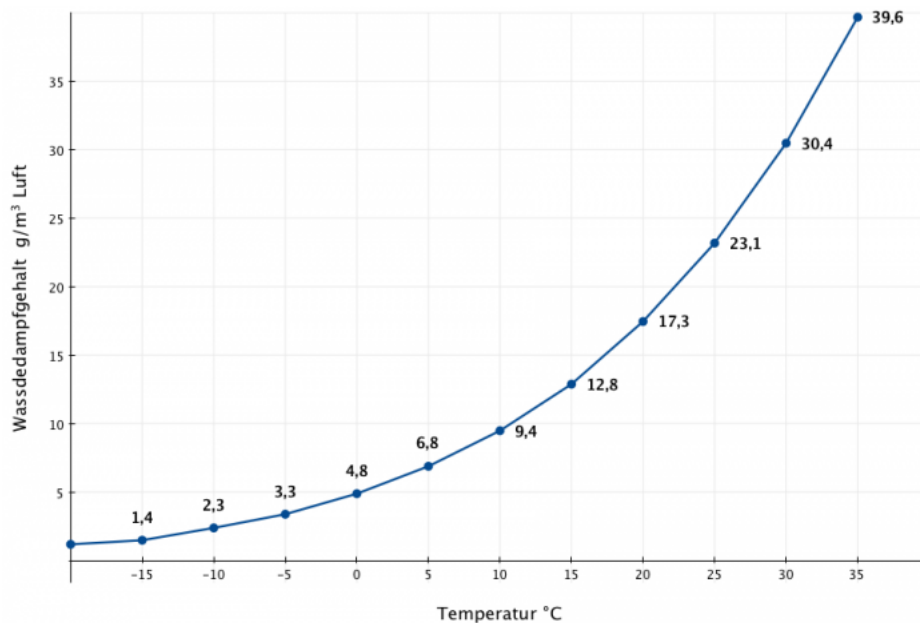
**Thermisches Gleichgewicht:** Die Erde bekommt ihre Wärme über die Strahlung von der Sonne. Mittels Infrarotstrahlung wird auch wieder Wärme ans All abgegeben. Falls die eingehende Leistung der ausgehenden Leistung gleich ist, so spricht man von einem thermischen Gleichgewicht. Die Temperatur ändert 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  $c_K \approx 385 J/kg \cdot K$ .

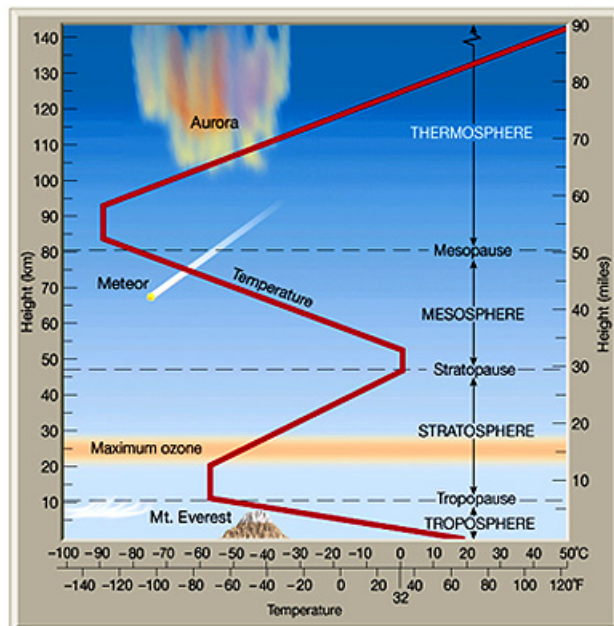
**Verdampfungswärme** (auch Verdunstungswärme): ist die Energiemenge, die notwendig ist, damit bei gleichbleibender Temperatur ein Kilogramm einer Flüssigkeit verdunstet. Der Übergang von flüssig zu gasförmig kostet Energie, da die Moleküle dann eine viel größere Distanz zu einander haben. Für Wasser: 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 Meereshöhe 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/>



**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 Meereshöhe 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

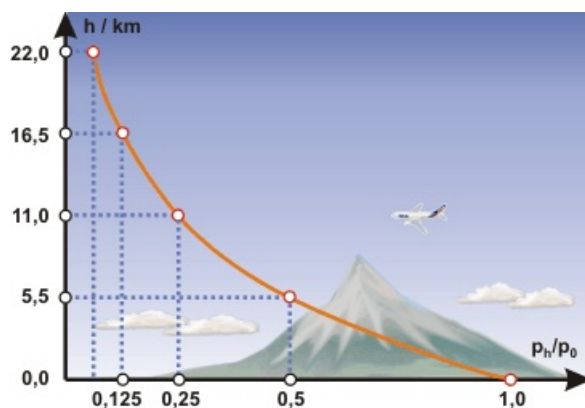
Höhe ab.

**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 Meereshöhe 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](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  $0,5$  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.