

Planungsblatt Physik für die 3B

Woche 16 (von 18.12 bis 22.12)

Hausaufgaben ¹

Bis Montag 08.01:

☞ **Lerne** die Notizen von Woche 16!

Kernbegriffe dieser Woche:

Energie, Leistung, Wärme, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung, Treibhauseffekt

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

- (a) **Montag** (1. Std): (i) HÜ-Bespr. und evt. mSWH (ii) Treibhauseffekt: Siehe AB hier unten, (iii) Das Wetter allgemein: erste Zutaten: Wasser: Wärmekapazität und Verdunstungswärme

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

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

Der Treibhauseffekt: die physikalische Basis (einfache Version)

Die Physik des Treibhauseffekt ist äußerst komplex, weil das Klima auf der Erde ein sehr komplexes System ist. Jedoch ist die physikalische Basis gut zu verstehen. Hier unten findest du einige Erklärungen, einige Begriffe und einige Aufgaben. Wenn du dieses AB sorgfältig durcharbeitest und im Unterricht gut mitmachst, verstehst du bald etwas mehr über die Problematik der globalen Erderwärmung.

Thermisches Gleichgewicht: Falls sich ein Körper im thermischen Gleichgewicht mit der Umgebung befindet, so ändert sich die Temperatur im Schnitt nicht. Damit dies passiert, muss genau so viel Wärme aufgenommen, wie wieder abgegeben werden, und dies im jeden Zeitintervall, also auch jede Sekunde. Somit kann man sagen: die eingehende Leistung ist der ausgehenden Leistung gleich: $P_{ein} = P_{aus}$. Die Erde nimmt ständig Energie von der Sonne auf – das Licht der anderen Sterne hat eine zu niedrige Leistung um eine Rolle zu spielen. Aber wie gibt die Erde wieder Wärme ab?

Aufgabe 1: Was sind die drei Formen von Wärmetransport? Welche davon sind mögliche Transportformen für die Abgabe der Wärme der Erde ans Weltall? Warum?

Thermische Strahlung: Jeder Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt 0 Kelvin strahlt Energie ab in Form von Strahlung - da eigentlich nichts $T = 0$ hat, strahlt also alles! Man nennt dies wohl thermische Strahlung, oder Wärmestrahlung. Die Art und Intensität der Strahlung hängen von der Temperatur ab. So hat das Weltall an sich eine Temperatur von 2,7 Kelvin, und aus allen Richtungen kommt eine Art schwache Radiostrahlung zu uns (Hintergrundstrahlung). Ein Stück heißes Eisen von etwa 1000-1200 Kelvin strahlt im roten und infraroten Bereich. Umso heißer dieses Eisenstück, desto intensiver (höhere Leistung!) ist die Strahlung und desto gelblicher/weißer. Die Oberfläche der Sonne hat eine Temperatur von etwa 5500K und strahlt vor allem im sichtbaren Bereich, und zwar alle Farben fast gleich hell, also weiß. Die Sonnenstrahlung hat eine große Leistung: Aus etwa 150 Millionen km beträgt die Leistung noch immer 1367 Watt pro m^2 . Aber auch wir Menschen strahlen: etwa im Infrarotbereich, für uns nicht sichtbar und auch mit niedriger Leistung. Aber die Erdoberfläche ($T \approx 30K$) strahlt auch im Infrarotbereich. Auf diese Weise wird Energie ins All gestrahlt.

Aufgabe 2: Verdoppelt sich die Temperatur eines Objekts, so wird die ausgestrahlte Leistung der thermischen Strahlung $2^4 = 16$ -mal so groß. Wie viel mal heller ist ein bisschen Material von der Sonnenoberfläche als dieselbe Menge an heißem Eisen mit $T = 1200K$ ungefähr? Die von dir gefundene Zahl gibt etwa an, was die Helligkeit von der Sonne in Vergleich zu einer Glühbirne ist. . .

Temperatur auf einem Planeten: wird dadurch bestimmt was die einkommende Leistung der Sonne ist. Da gelten muss $P_{ein} = P_{aus}$ und die Intensität des Sonnenlichts mit der Distanz abnimmt, aber auch da P_{aus} von der Temperatur des Planeten bestimmt wird, kann man eine theoretische Temperatur ermitteln. Dies berücksichtigt aber noch keine Treibhauseffekte . . . Für die Erde wäre diese theoretische Temperatur etwa 30 Grad kälter als die bequeme 15 Grad Celsius.

Aufgabe 3: Was war die Solarkonstante auch wieder? Wie muss man einen Quadratmeter (Sonnenpanel) halten, damit man auch diese Leistung auffängt? Begründe, dass die von der Erde aufgenommen Leistung mit der Querschnittfläche der Erde zusammenhängt! (Hinweis: Welche Form hat der Schatten der Erde?)

Das thermische Gleichgewicht der Erde hat zwei Komponenten: Die einkommende Strahlung der Sonne, welche vor allem im sichtbaren Bereich ist, und die ausgehende thermische Strahlung der Erde, welche aber vor allem im Infrarotbereich ist. Das sind also zwei verschiedene Strahlungsarten, beide zwar Licht oder lichtähnlich, aber nicht gleich!

Treibhausgase: Nun gibt es mehrere Gase mit ganz besonderen Eigenschaften. Die meisten Gase sind durchsichtig. Das heißt, dass sie sichtbares Licht durchlassen. Das sehen wir ja jeden Tag: Wenn die Sonne aufkommt, dann wird es hell! Und das obwohl eine Decke von mehr als 10km dich auf uns ruht! Diese dicke Schicht ist aber durchlässig für sichtbares Licht. Aber nicht alle Strahlung kommt so leicht durch die Atmosphäre. So wird UV-Strahlung (was uns

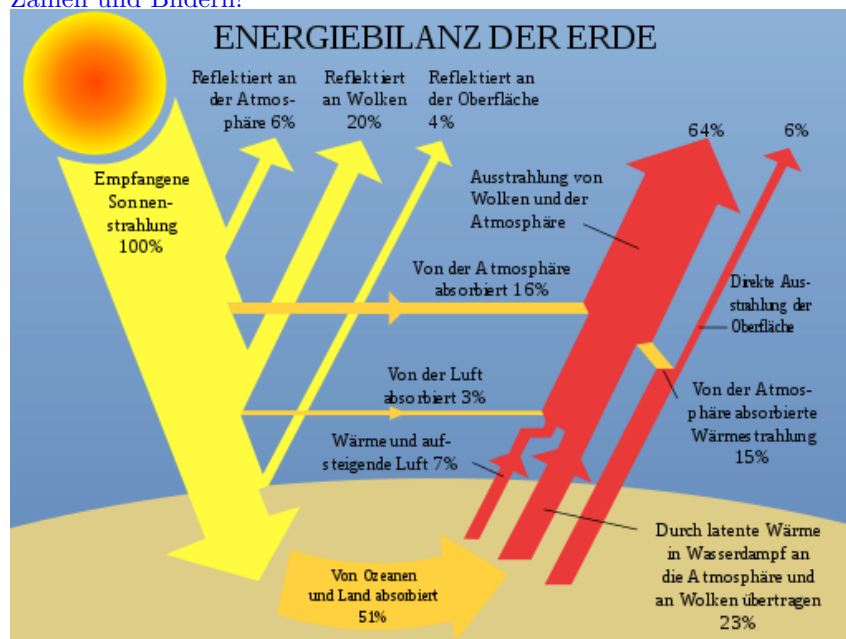
bräunt, oder erröten lässt) von Sauerstoff (vor allem in der sogenannten Ozonschicht) absorbiert. Deswegen ist es ab etwa 13-15km Höhe auch deutlich wärmer als darunter, und sogar um etwa 20 bis 30 Grad! Ganz interessant sind aber die Gase, die Infrarot absorbieren können. Diese Gase heißen Treibhausgase! Die sorgen also dafür, dass die Erde sich nicht so schnell/gut über Infrarot abkühlt, also sie machen P_{aus} zuerst mal etwas niedriger, weil sie die Wärme festhalten, und ein neues thermisches Gleichgewicht muss sich einstellen, und zwar bei höherer Temperatur!

Aufgabe 4: Wenn dir kalt wird, kannst du eine Jacke anziehen. Was tut die Jacke? Sie sorgt dafür, dass deine Wärmeverluste weniger werden. Also, sie macht P_{aus} niedriger. Was passiert in der Folge? Die Jacke wird warm, und gibt dann diese Wärme an der Umgebung ab, aber auch dein Körper spürt dass es wärmer ist, und erzeugt somit weniger Wärme. Es stellt sich also ein neues thermisches Gleichgewicht ein: In der Jacke wird es wärmer, sodass P_{aus} langsam mit der Temperatur in der Jacke mitsteigt, und die Leistung P_{ein} wird niedriger. Die Temperatur steigt solange bis wieder $P_{ein} = P_{aus}$. Übertrage diese Erklärung auf die Erde und Treibhausgase!

Welche sind jetzt diese Treibhausgase? Bekannte Beispiele: Wasser(dampf) ist sehr viel vorhanden, absorbiert Infrarot aber nicht so ganz gut. Trotzdem ist die Menge Wasser so groß, dass Wasser ein wichtiger Treibhausgas ist. Kohlenstoffdioxid ist nur sehr wenig in der Atmosphäre vorhanden, weniger als 1%. Trotzdem ist es ein starkes Treibhausgas, da es IR gut absorbiert. Andere gute Treibhausgase sind: Methan CH_4 und Schwefelhexafluorid SF_6 .

Aufgabe 5: Was sind die Quellen der angegebenen Treibhausgase? Welche sind von Menschen (vielfältig) erzeugt? Kann man trennen zwischen einem natürlichen und menschengemachten (auch wohl anthropogen genannt) Treibhauseffekt?

Aufgabe 6: (1) Schreibe die wichtigsten Begriffe aus dem Text hier oben auf und mache Bilder dazu, die samt Text den Treibhauseffekt gut erklären! (2) Nenne Folgen des menschengemachten Treibhauseffekts und politische (notwendige?) Maßnahmen! (3) Recherchiere (zu Hause oder in der Schulbibliothek) im Internet zum Thema und ergänze die obige Erklärung mit Fakten, Zahlen und Bildern!



Etwas kompliziertere Variante der Erklärung in Bildform Bild von Christoph S. - original image, freely redrawn by Gissi, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1798806>

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.

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.