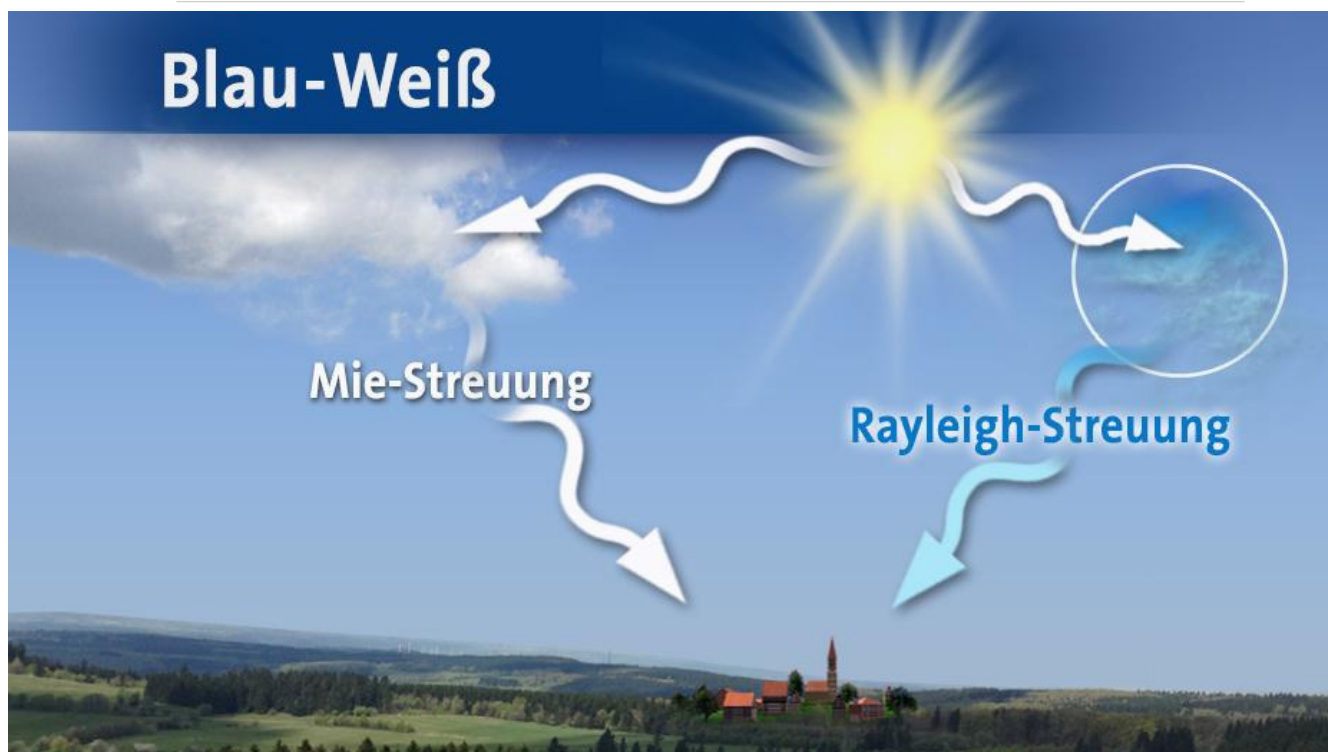


Unterrichtsmaterialien zum Thema

# **Streuung & Farben in der Atmosphäre**

JAHRGANGSSTUFE 7-9

Schülermaterial



## Material 1: Artikel der ARD-Wetterredaktion vom 11. März 2015

**Der Kontrast zwischen Himmel und Wolken ist manchmal atemberaubend schön: Ein tiefblauer Himmel, garniert mit ein paar lockeren strahlend weißen Quellwolken. Doch warum ist nicht auch der Himmel weiß?**

Nach dem Durchzug einer Kaltfront ist der Blick am Tag danach besonders lohnenswert: Die Luft ist klar und rein, die Quellwolken am Nachmittag dafür umso weißer. Dass aber nicht auch der Himmel in einem weißen Farbton erscheint oder die Wolken blau sind, das hat mit den Teilchen zu tun, die in der Luft bzw. in den Wolken umherschwirren.

Damit Gegenstände überhaupt irgendeine Farbe vorweisen können, muss erst einmal Licht auf sie fallen. Licht, das sind elektromagnetische Wellen, und diese elektromagnetischen haben verschiedene Wellenlängen. Das menschliche Auge ist jedoch nur in der Lage einen kleinen Teil des gesamten elektromagnetischen Spektrums überhaupt wahrzunehmen. Wellenlängen zwischen 400 Nanometer (Blau-Bereich, kurze Wellenlängen) bis etwa 700 Nanometer (Rot-Bereich, lange Wellenlängen) kann der Mensch sehen. Am empfindlichsten ist unser

Auge übrigens für grünes Licht, also bei etwa 505 bis 550 Nanometern.

Das, was die Sonne an Strahlung zu uns schickt, ist eine Mischung aus vielen verschiedenen Wellenlängen und diese Mischung erscheint weiß. Enthalten sind aber dennoch z. B. die ultravioletten Strahlen, die die Hautbräune hervorrufen. Für das menschliche Auge ist dieses UV-Licht nicht sichtbar, aber dennoch ist es vorhanden. Und wenn nun das weiße, sichtbare Sonnenlicht in unsere Erdatmosphäre eintritt, dann wird es an den Wolkentröpfchen, Regentropfen, Luftatomen, Rußpartikeln und an vielen anderen Teilchen gestreut, absorbiert oder zurückgeworfen. An den unterschiedlichen Teilchen in der Atmosphäre passiert jedoch mit dem Sonnenlicht nicht immer ein und dasselbe. An den Wolkentröpfchen, deren Radius mit 1 bis 25  $\mu\text{m}$  eine ähnliche Größenordnung wie die Wellenlängen des sichtbaren Sonnenlichts mit 400 bis 700 Nanometern haben, wird das Sonnenlicht gleichmäßig in alle Richtungen gestreut. Diese Streuung geschieht dabei unabhängig von der Wellenlänge. Das heißt also egal, ob der Blau-Anteil mit 400 Nanometern oder der Rot-Anteil mit 700 Nanometern, alle Farben erhalten dieselbe Streuung. Und so gelangt in das Auge eines Beobachters am Boden auch weißes Licht und die Wolke erscheint damit weiß (graue oder gar schwarze Farbtöne an der

Wolkenunterseite z. B. bei einer mächtigen Gewitterwolke kommen nur durch die Schwächung des Lichts bei Durchdringen der Wolken zustande).

Diese Art der Streuung nennt der Meteorologe Mie-Streuung, benannt nach dem deutschen Physiker Gustav Mie. Mie-Streuung findet immer dann statt, wenn die Partikelgröße  $d$  ungefähr der Wellenlänge  $\lambda$  des Lichts entspricht (also  $d \approx \lambda$ ).

Ganz anders verhalten sich jedoch die Luft-Teilchen. Sie sind sehr viel kleiner als die Wolkentröpfchen. In einen einzigen Wolkentropfen würden mehr als 10.000 Luftteilchen hinein passen. Damit sind die Luftteilchen aber nicht nur kleiner als ihre Kollegen in den Wolken, sondern sie sind auch kleiner als die Wellenlängen des Sonnenlichts. Und nun werden bei der Streuung des Lichts an den Luftteilchen nicht mehr alle Wellenlängen gleich behandelt. Während die roten Anteile (ca. 700 Nanometer) relativ selten gestreut werden, geschieht dies mit den blauen Anteilen (400 Nanometer) sehr viel häufiger. Das Himmelsblau ergibt sich dann aus dem Mittel aller gestreuten Wellenlängen im sichtbaren Bereich. Und dabei überwiegt dann deutlich der Blau-Anteil, weshalb unser Himmel so wunderbar blau erscheint. Diese Streuung wird als Rayleigh-Streuung bezeichnet, ebenfalls benannt nach einem Physiker namens John William Strutt Rayleigh.

Doch das Himmelsblau ist nicht immer gleich: Befindet sich zum Beispiel sehr viel Wasserdampf in der Luft, dann wird aus dem satten Blau gerne mal ein Hellblau und bei weiter zunehmender Luftfeuchte auch ein Weiß. Das ist dann ein Hinweis, dass in der Atmosphäre die Mie-Streuung die Oberhand gewonnen hat und die Rayleigh-Streuung in den Hintergrund getreten ist.

11. März 2015

Dipl.-Met. Michael Köckritz

ARD-Wetterredaktion

# Streuung & Farben in der Atmosphäre

## Aufgaben

1. Bei größeren Teilchen, z. B. Wolkentröpfchen, wird das Licht unabhängig von der Wellenlänge gestreut. Es folgt somit dem Gesetz welches Physikers?
2. In dem von der Internationalen Raumstation aufgenommenen Bild (Kanada) ist sehr schön zu erkennen, dass die rechte Seite des Bildes korrigiert wurde und die linke Seite nicht. Welche Streuung wurde hier hauptsächlich korrigiert?
3. Bei kleineren Teilchen wird das Licht nach den Gesetzmäßigkeiten nach Strutt Rayleigh gestreut. Welche Wellenlängen des sichtbaren Lichtes werden dabei seltener gestreut?

4. Vervollständige folgenden Lückentext aus dem Lexikon der Geographie (Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg)

Rayleigh-Streuung, die Streuung des Lichts an Teilchen der Atmosphäre, deren Radius im Verhältnis zur Wellenlänge des Lichtes sehr \_\_\_\_\_ (groß / klein) ist; benannt nach J.W. Strutt Baron Rayleigh. Die Streuung der Lichtstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre erfolgt an den Luftmolekülen und an den in der Luft schwebenden Partikeln. Da sie sich auch qualitativ grundlegend unterscheiden, differenziert man zwischen einer Rayleigh-Streuung für die Wirkung der Luftmoleküle und einer \_\_\_\_\_-Streuung für die Streuung an den Partikeln. Wenn die Luftmoleküle von der Strahlung getroffen werden, wirken sie als schwingende Dipole und senden eine elektromagnetische Strahlung aus, die der absorbierten Sonnenstrahlung entspricht. Da die gesamte Energiemenge sich nicht ändert, wird bei der Streuung nur der Anteil der ungestreuten Sonnenstrahlung \_\_\_\_\_(erhöht / vermindert) und um denselben Betrag die von den streuenden Partikeln emittierte Strahlung erhöht. Bei der Rayleigh-Streuung, die für Luftmoleküle gilt, ist das Ausmaß der Streuung umgekehrt proportional  $\lambda^4$  mit  $\lambda$  als \_\_\_\_\_ des Lichts. Je kleiner die Wellenlänge, also kurzwelliger die Strahlung ist, desto stärker wird das Licht gestreut. Die Wellenlängen des sichtbaren Spektrums umfassen einen Bereich von ca. \_\_\_\_\_  $\mu\text{m}$  (blauviolett) bis 0,8  $\mu\text{m}$  (rot), daher wird kurzwellige Strahlung um den maximalen Faktor 16 stärker gestreut als \_\_\_\_\_. Infolge dieser Streuung wird das blaue Licht beim Durchgang durch die Atmosphäre entsprechend stärker gestreut als das rote. Die Schwächung oder Extinktion (als Summe von Absorption und Streuung) ist insgesamt um so stärker, je \_\_\_\_\_(kürzer / länger) der Strahlengang durch die Atmosphäre ist. Beim längsten Strahlengang, wenn die Sonne knapp über dem Horizont steht, wird der blaue Anteil des Sonnenlichts so stark gestreut, dass nur noch der rote übrig bleibt. Auf die Rayleigh-Streuung ist es auch zurückzuführen, wenn der Mond bei Mondfinsternis eine kupferrote Farbe annimmt, denn dann erreichen ihn nur noch Teile des roten langwelligen Anteils der Sonnenstrahlung. Die Streuung des blauen Lichtes erfolgt in alle Richtungen, wenngleich mit unterschiedlicher Intensität. Der nach unten gestrahlte Anteil bewirkt, dass der Himmel blau (Himmelsblau) erscheint, der nach oben gestreute, dass die Erde vom All aus als „blauer Planet“ erscheint...