

Bienen, Licht & Farbe:

Es ist nicht alles so, wie wir es sehen...

Bienen sehen die Welt anders als wir und finden sich ganz anders zurecht.

Welche Möglichkeiten gibt es in der Schule in diese „andere“ Welt einzutauchen?

Was können wir daraus lernen?

Um Bienen zu „verstehen“ muss man sich - auf anschauliche Weise – mit der Physik des Lichts auseinandersetzen:

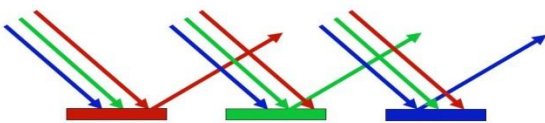
Der Wald ist grün, die Post ist gelb, die Rose rot und der Himmel blau, sagt man...

Sind sie das wirklich? Spätestens nachts wird deutlich, dass der Himmel nicht blau, sondern schwarz ist, genauso wie der Wald. Und haben Sie schon mal in stockdunkler Nacht ihr gelbes Lieblings-T-Shirt gesucht? In der Nacht sind alle Katzen grau, sagt man.

Die uns umgebende farbige Welt ist nur eine Illusion die wir dem Licht und unseren Augen verdanken. Im Licht einer gelben Straßenlaterne ist ihre "Blue Jeans" langweilig grau.

Grüne Blätter sind nur dann grün, wenn sie von weißem Licht beleuchtet werden. In blauem Licht sind sie schwarz denn blaues Licht ist ihre Nahrung die sie nahezu komplett verschlucken

"absorbieren"). Das weiße Licht enthält - wie wir vom Regenbogen wissen - alle Farben. Pflanzen brauchen blaues und etwas rotes Licht zum Leben, alle anderen Regenbogenfarben (Spektralfarben), vor allem das Grün brauchen sie nicht und schicken es ("return to sender") zurück.



- Rote Blüten sind rot, weil sie große Teile des im Sonnenlicht enthaltenen blauen und grünen Lichts absorbieren
- Grüne Blätter sind grün, weil sie das blaue und einen Teil des roten Lichts bei der Photosynthese in Nahrung umwandeln
- Blaue Blüten sind blau, weil sie große Teile des im Sonnenlicht enthaltenen roten und grünen Lichts absorbieren.

Blüten sind farbig, sie sollen vor dem meistens grünen Hintergrund auffallen. Uns Menschen?

Damit wir sie abpflücken und in die Vase stellen? Nein, die farbige "Werbebotschaft" ist auf potentielle "User" ausgerichtet, Bienen, andere Insekten und Vögel die, ohne etwas davon zu ahnen, den Transport des genetischen Materials (Pollen) zum Nachbarn übernehmen. Dieser Dienst wird durch Nektar (Zucker = Energie) belohnt, und aus dem Nektar entsteht Honig.

Werbung zielt auf die Erwartungen und speziellen Fähigkeiten der Kundschaft. Werbung, die nicht gesehen wird ist keine gute Investition.

Worauf achten Bienen? Was sehen sie und was nicht?

Experimente mit Farbfolien

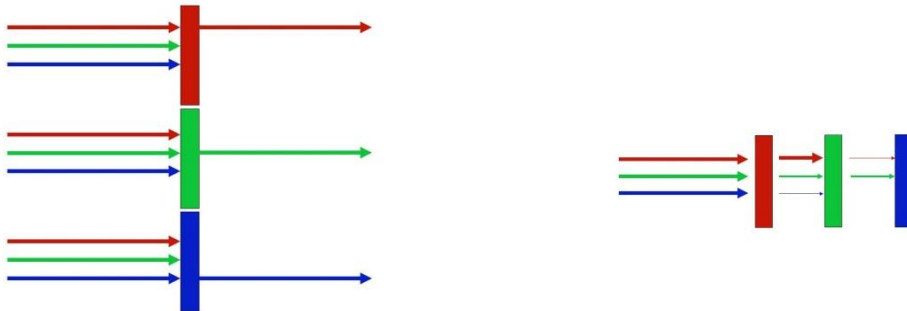
Wenn man die (helle) Umgebung durch einen roten Farbfilter betrachtet, scheint alles rot. Für grüne und blaue Filter gilt entsprechendes. Legt man zwei oder drei in Diarahmen gefasste gleichfarbige Farbfolien übereinander bleibt der Eindruck "rot", "grün" oder "blau", das Bild wird nur dunkler.

Legt man aber eine rote, grüne und blaue Folie übereinander sieht man gar nichts mehr.

Die rote Folie lässt rotes Licht durch, grünes und blaues dagegen nicht.

Die grüne Folie lässt grünes Licht durch, rotes und blaues nicht.

Die blaue Folie lässt blaues Licht durch, rotes und grünes nicht.

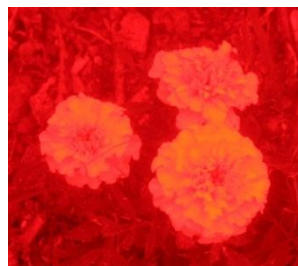


Alle Folien übereinander gelegt, lassen am Ende kein rotes, kein grünes und kein blaues, also gar kein Licht durch.

Die "Studentenblume" Tagetes im Obstgarten des Schulbiologiezentrums. Sie ist gelb. Oder doch nicht? Hält man sich eine rote, grüne oder blaue Farbfolie vor die Augen sieht Tagetes schon ganz anders aus:



Original



Mit Rotfilter

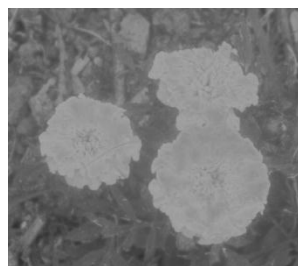


Mit Grünfilter



Mit Blaufilter

Die gleichen Abbildung in Schwarz-Weiß: Hier werden die Helligkeitsunterschiede hervorgehoben.



Durch den blauen Filter betrachtet erscheint Tagetes langweilig grau und dunkel vor dem Hintergrund. Ist die Tagetes-Blüte für Bienen interessant? Fliegen Bienen Tagetes-Blüten an?

Nein, sie werden von Bienen ignoriert, genauso wie die für uns auffällige rote Kapuzinerkresse. Welche Blüten sind dann für Bienen interessant?

Und wie sehen die für Bienen offenbar interessanten Blüten aus, wenn man sie durch rote, grüne oder blaue Filter betrachtet? Es gibt Blüten, die "leuchten" im blauen Filter. Sind sie für Bienen interessant?

Auffallen ist alles: Blüten sind „Werbeträger“:

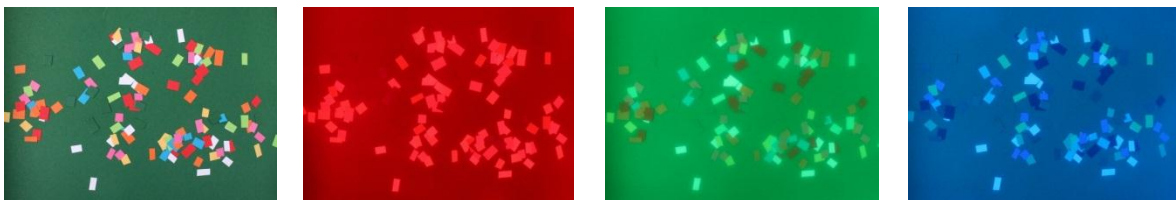
Wir streuen aus verschiedenfarbigem Papier ausgeschnittene Schnipsel als „Blüten“ auf den Rasen und lassen sie von den Schülern wieder einsammeln.

Jede Farbe ist mit gleicher Stückzahl vertreten. Die Auszählung der eingesammelten Schnipsel zeigt aber, dass nur die vor dem grünen Hintergrund auffälligen Farben wahrgenommen werden.

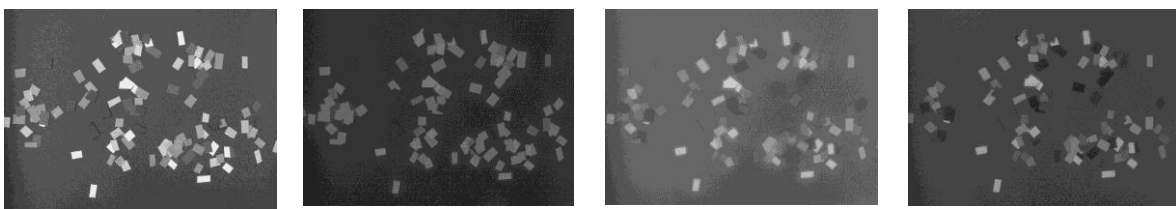
Wenn man das Experiment vor weißem Hintergrund (Bettlaken) wiederholt kommen wir zu einem ganz anderen Ergebnis.

Spannend wird es, wenn man die bunten Schnipsel durch rote, grüne und blaue Farbfolien betrachtet. Je nachdem welche Folie und welchen Hintergrund man wählt leuchten sie oder werden nahezu unsichtbar.

Die Helligkeitsunterschiede werden besonders in der Schwarz-Weiß-Darstellung deutlich.



Ohne Farbfilter sieht das zufällig zusammengeworfene Muster so aus:



Ein Schritt weiter: Die Welt durch das Spektroskop betrachtet

Experimente mit dem Spektroskop

Betrachten Sie den blauen oder bewölkten Himmel durch ein Spektroskop. Es zeigt ihnen, dass der Himmel gar nicht blau ist und das direkte und am Himmel gestreute Sonnenlicht alle „Regenbogenfarben“, rot, orange, gelb, grün, blau und violett mit allen Zwischenfarben enthält.

Zusammen erscheinen die Spektralfarben in unseren Augen weiß, wie das Sonnenlicht oder die Wolken. Auch der blaue Himmel zeigt alle Spektralfarben, der blaue Anteil leuchtet aber intensiver als der rote. Morgens und abends ist das anders...

Schauen Sie dann auf den grünen Rasen: Der blaue und violette Teil des Spektrums erscheint schwarz, wie abgeschnitten. Bei näherem Hinsehen fehlt auch etwas vom roten Ende. Wenn Sie ein grünes Blatt vor das zum Himmel gerichtete Spektroskop halten ist der Effekt noch deutlicher. Blaues und ein Teil des roten Lichtes werden von der grünen Pflanze „geschluckt“. Der übrig bleibende schmale Teil, rot, gelb und grün wird als „unbrauchbar“ reflektiert. Daher erscheinen uns Pflanzen grün.

Schauen wir uns Blüten mit dem Spektroskop an. Dazu hält man sie am besten vor das Spektroskop das man auf die Sonne richtet (ganz schmalen Spalt einstellen!).

Oder man richtet das Spektroskop möglichst nahe auf die Blüte.

Dann sieht man, dass die rote Kapuzinerkresse praktisch nur rot und gelb reflektiert. Sie gibt kein blaues und kein violettes Licht ab und wirkt daher hinter dem Blaufilter schwarz.

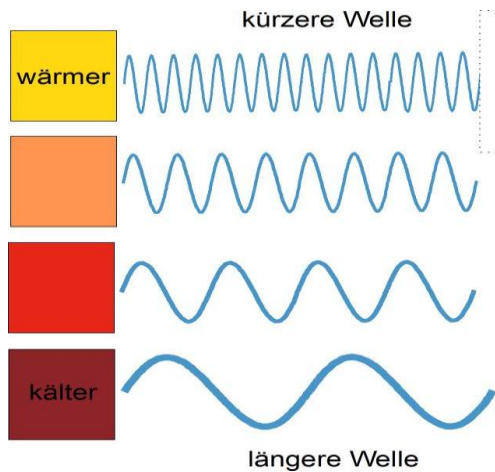
Der blaue Salbei aber reflektiert das ganze Spektrum wobei der blaue Anteil intensiver leuchtet als im Himmelsspektrum. Ein grüner Hintergrund ist dabei sehr hilfreich.

Der Salbei, wie übrigens alle von uns untersuchten blauen und violetten Blüten auch wird mit keiner der drei Farbfolien schwarz. Immer ist auch (schwächer) rot, orange, gelb und grün enthalten.

Bienen sehen kein Rot. Rote Farben, z.B. am Stockeingang eines Bienenvolks, sind aber nicht rot sondern enthalten, zusätzlich zum Rot auch geringe gelbe, grüne und geringe Blauanteile. Da Bienen aber für den roten Spektralanteil blind sind wird ihnen der "rote" Stockeingang ganz anders erscheinen als uns.

Der physikalische Hintergrund:

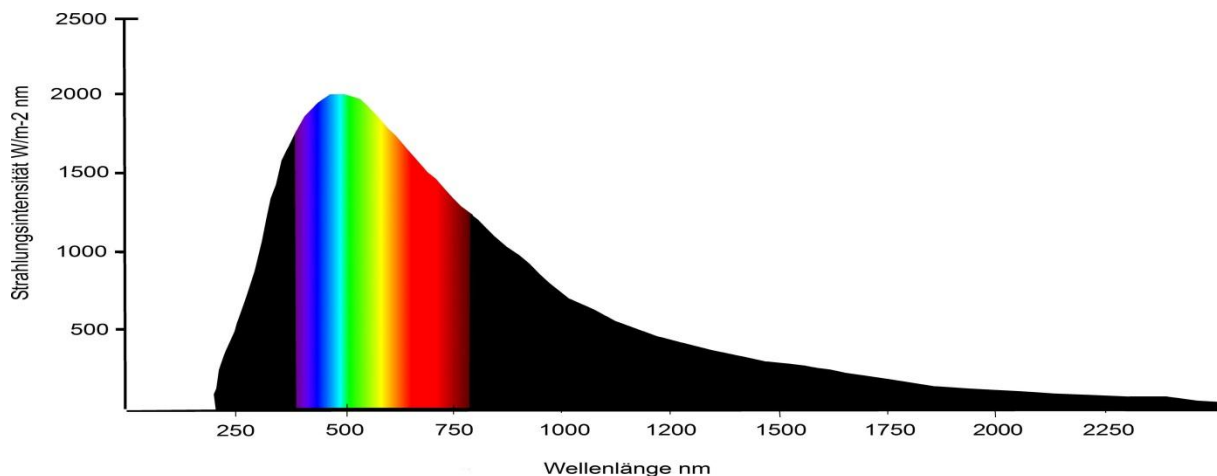
Licht ist - wie die von Handys ausgehende Strahlung auch - elektromagnetische Strahlung. Man kann sie als Wellen oder Teilchen (Photonen) verstehen, je nachdem wie man das Licht untersucht. Licht ist der für unsere Augen sichtbare Teil des breiten Strahlungsspektrums zu dem unter anderem auch Radiowellen, Röntgen- und radioaktive Gammastrahlung gehören. Die Strahlung geht aus von mehr oder weniger energiereichen und mit entsprechender Frequenz "schwingenden" Körpern. Man kann sagen, elektromagnetische Strahlung ist vom Körper "abgelöst", freigewordene Energie. Je nach Energiegehalt der Strahlung ist die Wellenlänge größer oder kleiner. Mit Wellenlänge ist der Abstand zwischen Wellenberg und dem nächsten Wellenberg oder zwischen Wellental und dem nächsten Wellental gemeint wobei wir uns die elektromagnetischen Wellen nicht so vorstellen sollten wie Meereswellen.



Kurzwellige Strahlung ist energiereicher als langwellige Strahlung. So ist die extrem harte und lebensgefährliche Gammastrahlung sehr energiereich, die langwellige und für uns angenehme Wärmestrahlung verhältnismäßig energiearm.

Im Bereich der sichtbaren Strahlung ("Lichtfenster") nehmen wir die unterschiedlichen Wellenlängen als Farben wahr, die energiereicheren kürzeren Wellen als violett, die energieärmeren langen Wellen als rot. "Kurz" und "lang" sind relative Begriffe: Das unsere Augen ansprechende Lichtspektrum reicht von 380 bis 780 Nanometer (1 Nm = 1 Millionstel Millimeter).

Das ist - Zufall oder nicht? - der Wellenlängenbereich bei dem die etwa 5700°C heiße Sonnenoberfläche die meiste Energie abstrahlt.



Bienen sehen Farben die wir nicht sehen und von denen wir keine (!) Vorstellung haben.

Bienen können ultraviolettes Licht sehen. Das weiß man, weil man sie auf diese Farben dressieren kann. Wir wissen nicht, wie sie es für die Bienen aussieht und können es nur mit speziellen UV-durchlässigen Objektiven aufnehmen und in "Falschfarben" darstellen.



Gauklerblume in sichtbarem (links) und UV-Licht (rechts) fotografiert.

Quelle WIKIPEDIA

Text, Fotos und Grafiken

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, Juni 2012