

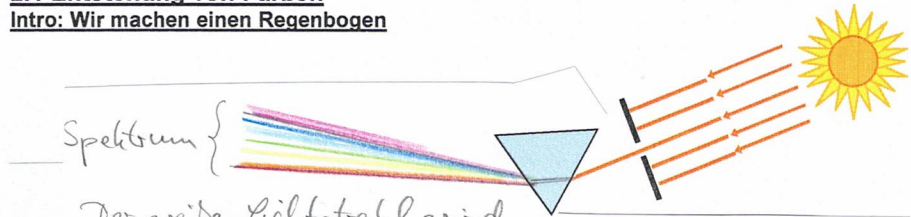
Unsere Augen vermitteln uns das Bild einer außerordentlich bunten Welt. In diesem Kapitel geht es um die Entstehung von Farben und deren Wahrnehmung.  
**Im Experiment lassen wir einen Lichtstrahl (von der Sonne oder einer Glühlampe) auf ein Dreiecksprisma aus Glas treffen. Beschreibe und zeichne Deine Beobachtung! Zusammen gelingt auch eine Erklärung.**

Eine Simulationsapp, mit der Du das Experiment nachstellen kannst, bietet die University of Colorado ([phet.colorado.edu/de/simulations](http://phet.colorado.edu/de/simulations) oder Suchbegriff "phet simulation") unter dem Namen "Lichtbrechung". Die HTML5-App läuft im Browser ohne Installation. Verwende für das Experiment die Lampe mit weißem Licht.

## 2. Farben

### 2.1 Entstehung von Farben

#### Intro: Wir machen einen Regenbogen



Das weiße Lichtstrahl wird durch das Prisma in die Farben des Regenbogens zerlegt. Diese sind bereits im weißen Licht vorhanden. Durch die räumliche Aufspaltung werden sie erkennbar.

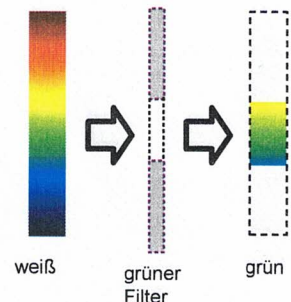
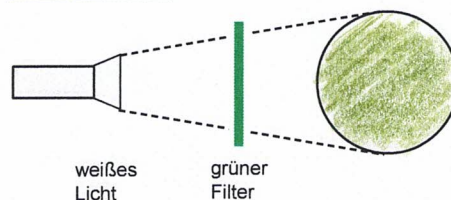
#### Erweiterung des Versuches:

Wenn wir mit einer Sammellinse alle Farben des Spektrums zusammenführen, entsteht wieder weißes Licht.

Statt mit Prismen können wir Licht in verschiedenen Farben leicht mit sogenannten Farbfiltren erzeugen. Das sind einfach bunte Folien oder Gläser. Die linke Abb. zeigt unseren Versuch, die rechte eine Modellvorstellung für das Phänomen.

**Welche Farbe ergibt sich, wenn wir weißes Licht durch einen grünen Filter schicken?**

#### Basic: Farbfiltre

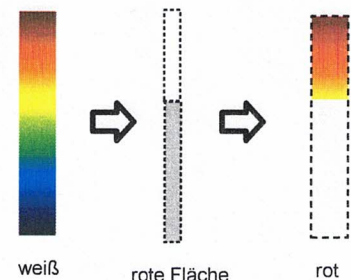
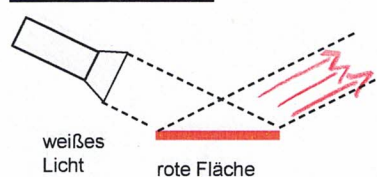


Läuft weißes Licht durch grünes Glas, so werden rote und blaue

Farbanteile herausgefiltert, grüne Farbanteile gehen aber hindurch. In den meisten Fällen werden auch angrenzende Farben (hier gelb, vielleicht etwas blau) hindurch gelassen.

Vielleicht hast Du Dich schon einmal gefragt, warum Gegenstände eine Farbe haben. Der Grund liegt in kleinen Teilchen (Farbpigmenten). Beim Anmalen von Dingen bringen wir gezielt solche Farbpigmente auf. Diese sind in der Lage, bestimmte Farben zu absorbieren (aufzunehmen), während sie mit anderen Farben nichts anfangen können und diese deshalb reflektieren. Das geht natürlich mit allen Farben so, nicht nur mit rot.

#### Basic: Körperfarben



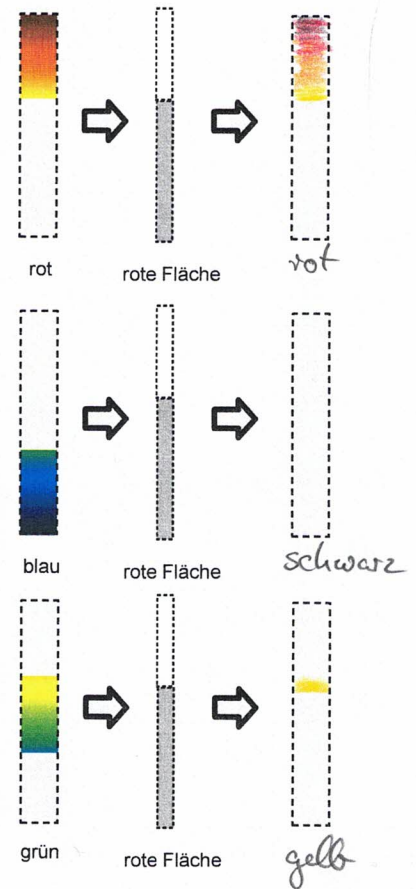
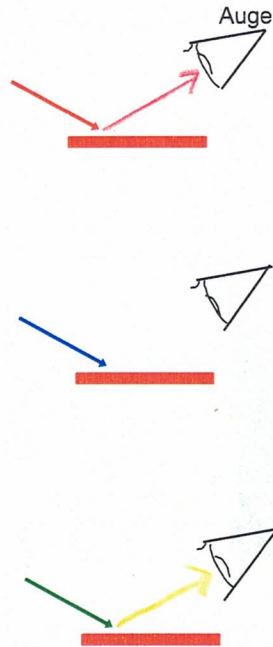
Trifft weißes Licht auf eine rote Fläche, so werden blaue und grüne

Farbanteile absorbiert, rote Farbanteile gegen werden reflektiert (meist auch angrenzende Farben).

Spannend wird es, wenn wir mit farbigem Licht arbeiten. Es spielt bei diesen Versuchen keine Rolle, ob wir dabei mit dem farbigem Licht einen farbigen Körper oder einen Farbfiler beleuchten, das Prinzip der Filterung ist in beiden Fällen das Gleiche. **Sage mit Hilfe der Modellvorstellung voraus, in welcher Farbe wir die rote Fläche wahrnehmen werden. Das Ergebnis ist stark abhängig von der Bandbreite, in der die Lichtquellen und Farbpigmente arbeiten.**

Eine Simulationsapp, mit der Du das Experiment nachstellen kannst, bietet die University of Colorado ([phet.colorado.edu/de/simulations](http://phet.colorado.edu/de/simulations) oder Suchbegriff "phet simulation") unter dem Namen „Farbwahrnehmung“. Die html5-App läuft im Browser ohne Installation. Das farbiges Licht in der Simulation hat allerdings eine sehr kleine Bandbreite, so dass die Effekte teilweise anders ausfallen als im Realexperiment.

### Farbiges Licht auf farbige Körper



Farbige Körper können nur dann in ihrer tatsächlichen Farbe erscheinen, wenn das angebotene Licht diese Farbe auch enthält, ansonsten erscheinen sie in anderen Farben, oder sind dunkel.

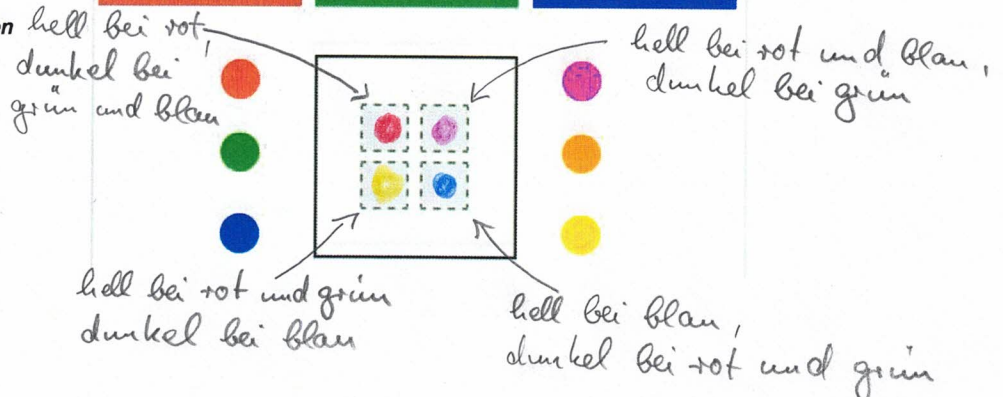
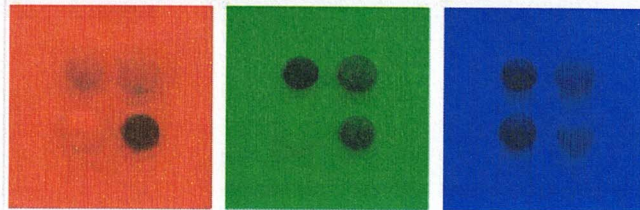
7 Optik - 2.1 Entstehung von Farben

3

Diese knifflige Aufgabe ist der Seite Leifiphysik.de entnommen und eignet sich perfekt, um die Konzepte dieser Unterrichtseinheit anzuwenden. Aus einer Box mit Schokolinsen in rot, grün, blau, magenta, orange und gelb wurden vier verschiedene Farben ausgewählt und in einem Quadrat angeordnet. Diese wurden dann mit rotem, grünem und blauem Licht beleuchtet. Finde die Originalfarben der Schokolinsen heraus.

### Training: Tatsächliche Farben von Gegenständen ermitteln

Abb. mit Dank entnommen aus leifiphysik.de



### Übungsmöglichkeiten:

#### Selbst-Check:

- Farbzerlegung mit dem Prisma
- Farbfiler und Körperfarben
- farbiges Licht und farbige Körper

Vergleichbare Aufgaben wie die auf dieser Seite hier findest Du auf Leifiphysik unter dem Suchbegriff "farbrätsel", (im Suchfeld oben rechts eingeben). Ansonsten gibt etwas unter Teilgebiet Optik - Farben - Aufgabenübersicht. Die Farbmischungen werden wir aber erst im nächsten Kapitel behandeln.

7 Optik - 2.1 Entstehung von Farben

4

Anstatt Farben herauszufiltern, können wir auch zwei Farben mischen (addieren), indem wir farbige Leuchtflecke aufeinander projizieren. Hierzu verwenden wir eine Anordnung mit kippbaren Spiegeln, der Versuch gelingt aber auch mit mehreren Taschenlampen und passenden Farbfolien. Welche Mischfarbe ergibt sich, wenn wir so die Farben rot und grün "addieren"? Notiere auch andere Mischergebnisse.

Für dieses Experiment gibt's eine genau passende Simulationsapp bei der University of Colorado ([phet.colorado.edu/de/simulations](http://phet.colorado.edu/de/simulations) oder Suchbegriff „phet simulation“) unter dem Titel „Farbwahrnehmung“. Wähle hier das Modul „RGB-Lichter“. Die html5-App läuft im Browser ohne Installation.

Zum Verständnis dieser Mischung kombinieren wir die eingestrahelten Farbanteile auf der Spektralskala.

Gedächtnisstütze:



Erkläre in entsprechender Weise die Mischfarbe aus grün und blau.

Du hast sicherlich schon oft Farben im Farbkasten gemischt, aber noch nie aus rot und grün die Farbe gelb erhalten. Die Farbmischung folgt hier einem ganz anderen Mechanismus und liefert andere Mischfarben.

Farbpigmente können jeweils einen Farbbereich herausfiltern (absorbieren), mischen wir mehrere Pigmentsorten, so nehmen wir mehrere Farbbereiche weg (wir nennen das deshalb subtraktive Farbmischung). Im Experiment bilden wir das nach, indem wir weißes Licht durch mehrere FarbfILTER nacheinander leuchten. Bei der subtraktiven Farbmischen gehen wir aber von anderen Grundfarben aus, wie Du an der Tabelle erkennst.

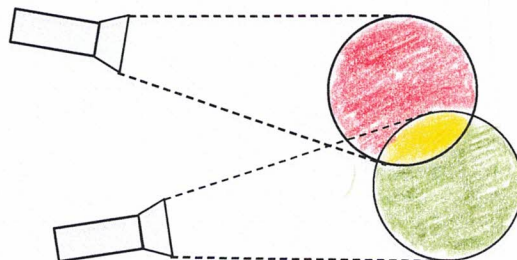
Notiere die Mischfarben, die wir bei den unterschiedlichen Farbkombinationen erhalten.

Zur Modellierung dieser Farbmischung subtrahieren wir die jeweils absorbierten Farbanteile auf der Spektralskala, führe dies für die Kombination gelb und blaugrün selbst durch.

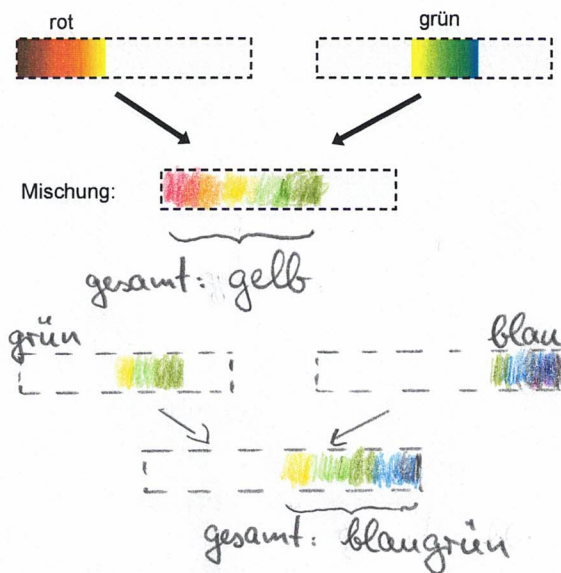
## 2.2 Mischen von Farben

### Basic: Additive Farbmischung

Farben	Mischfarbe
rot und grün	gelb
rot und blau	magenta
grün und blau	blaugrün
rot, grün und blau	weiß

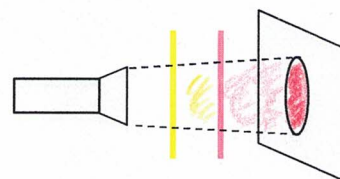


### Erklärung der additiven Farbmischung

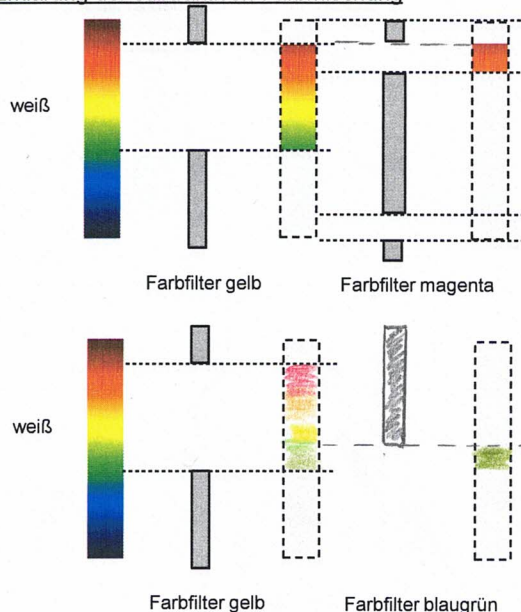


### Basic: Subtraktive Farbmischung

Farben	Mischfarbe
gelb und magenta	rot
gelb u. blaugrün	grün
magenta u. blaugrün	blau
alle drei Farben	schwarz



### Erklärung der subtraktiven Farbmischung



rot  
Jeder Filter nimmt einen Teil des Spektrums heraus. Was übrig bleibt, ergibt die Farbe.

### Anwendung: Tintenstrahl- und Laserdrucker

Vielleicht ist Dir schon aufgefallen, dass die Grundfarben der subtraktiven Farbmischung genau den Farbpatronen im Drucker deines Computers entsprechen. Klar, wir kombinieren hier ja auch die Farbpigmente, die die Farben aus dem eingestrahnten weißen Licht herausfiltern.

Welche Farben verwendet der Drucker, wenn wir eine grüne Wiese drucken, welche bei einem blauen Meer? Erkläre, wie ein Drucker schwarzen Text drucken kann (aus ökonomischen Gründen haben aber die meisten Drucker eine separate schwarze Patrone). Und wie druckt man weiß?

grüne Wiese: gelb (yellow) + blaugrün (cyan)  
blaues Meer: magenta + blaugrün  
schwarzer Text: alle drei Farben  
weiß: kann man nicht subtraktiv mischen, es wird einfach keine Farbe gedruckt, das funktioniert aber nur auf weißem Papier

### Anwendung: Computerbildschirm oder Handydisplay

Bildschirme können dagegen weiß prima darstellen. Schau Dir einen Bildschirm mit einer Lupe mal genauer an. Die vergrößerte Struktur siehst Du hier im Bild (je hochauflösender die Displays sind, umso besser muss die Lupe sein, um diese Struktur aufzulösen).

Gib die Art der Farbmischung und die verwendeten Grundfarben an. Wie stellt man am Bildschirm eine grüne Wiese bzw. blaues Meer dar?

hier: additive Farbmischung  
grüne Wiese: nur grüne Pixel  
blaues Meer: nur blaue Pixel  
weiß: rote, grüne und blaue Pixel  
schwarz: alle Pixel aus



entnommen aus wikipedia.de

Beobachtung: Die Grundfarben der additiven Farbmischung sind die Mischfarben der subtraktiven und umgekehrt!

7 Optik - 2.2 Mischen von Farben

3

Damit unser Auge auch Farben (und nicht nur Formen) wahrnehmen kann, benötigen wir auf der Netzhaut Sensoren für Farben. Da sich jede Farbe aus drei Grundfarben mischen lässt, genügen auch drei Typen von Farbrezeptoren auf der Netzhaut.

Die Abb. zeigt die Sensoren auf der Netzhaut. Welche Art der Farbmischung wird genutzt. Welche Zapfen sprechen an, wenn z.B. gelbes Licht einfällt? Welche Art der Farbmischung wird hier verwendet?

### Farbsehen im Auge

additive Farbmischung, z.B. Licht  
gelb = rot + grün  
gelbes Licht aktiviert die roten und grünen Zapfen, das Gehirn macht aus diesen beiden Informationen den gelben Farbeindruck

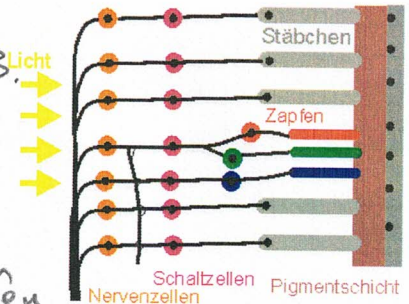


Abb. entnommen aus leifiphysik.de

### Selbst-Check:

- additive Farbmischung
- subtraktive Farbmischung
- Anwendungen
- Farbsehen

### Übungsmöglichkeiten:

Jetzt bieten sich das Quiz und die Aufgaben zur Farbmischung an, die Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Farben - Aufgabenübersicht findest.

7 Optik - 2.2 Mischen von Farben

4