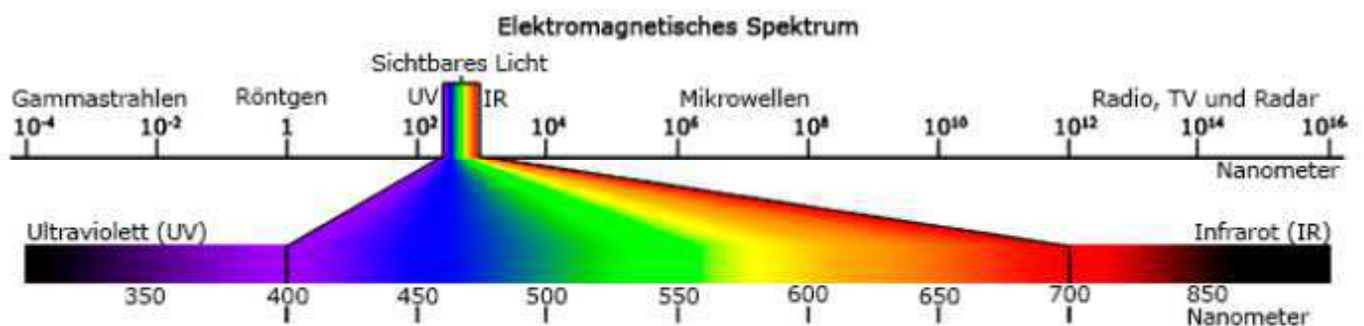
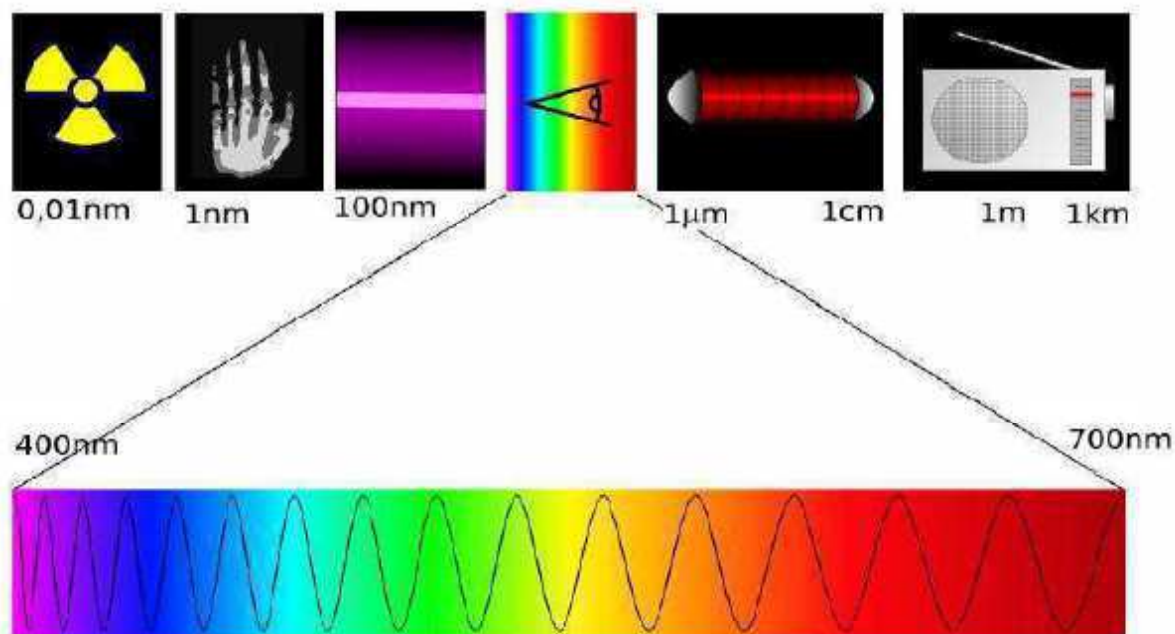


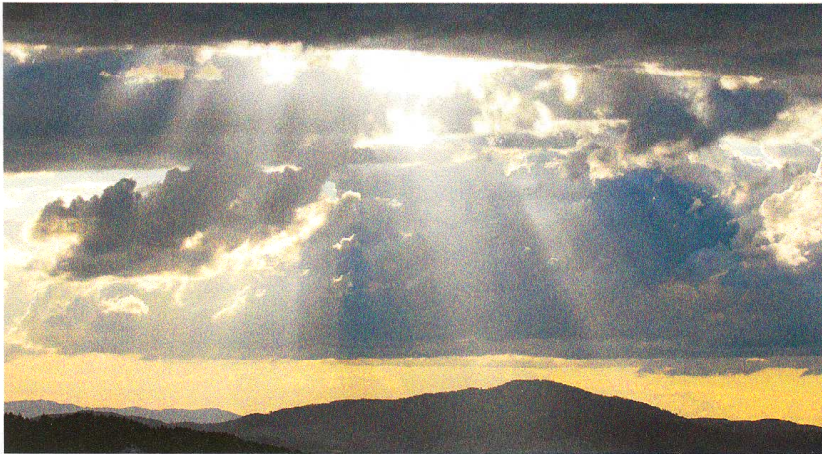
OPTIK

DIE LEHRE VOM LICHT

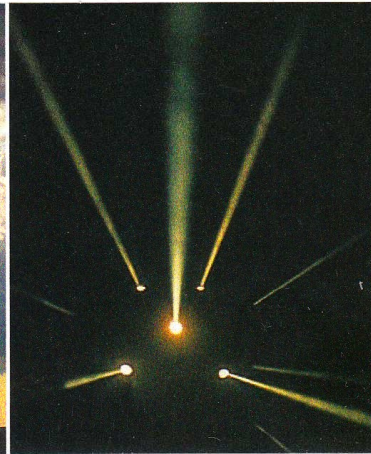
Licht ist einerseits eine elektromagnetische Welle. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist die Lichtgeschwindigkeit c . Sie beträgt 300.000 km/s im Vakuum. Die Wellenlänge von Licht liegt zwischen 380nm und 700nm.



Licht transportiert Energie: Strahlungsenergie.



1 Licht breitet sich geradlinig aus.



2 Kreidestaub macht Lichtbündel sichtbar.



3 Die Erde vom Weltall aus

Die Ausbreitung des Lichts

Wie breitet sich Licht aus?

Manchmal kannst du sehen, wie das Sonnenlicht zwischen den Wolken hindurch scheint (► B 1). Das Licht breitet sich **geradlinig** aus, als wäre es mit einem Lineal gezeichnet.

Stellt man eine Experimentierleuchte auf einen Tisch, so sieht man eine helle Fläche. Mithilfe undurchsichtiger Gegenstände kann man schmale **Lichtbündel** erzeugen (► B 26.2). Wenn man den Schlitz immer enger machen könnte, dann würde auf dem Papier nur noch eine feine helle Linie sichtbar sein. Diese Linie bezeichnet man als **Lichtstrahl**. Strahlen kennst du aus dem Geometrieunterricht: Strahlen sind gerade Linien, die von einem Punkt ausgehen.

Kann man das Licht sehen?

Eine durchlöchernte Dose steht über einer leuchtenden Glühlampe. Das Licht, das durch die Löcher nach außen tritt, ist aber nicht zu sehen. Erst mit Puder oder Kreidestaub kannst du die Lichtbündel sichtbar machen (► B 2). Das Licht wird dabei von den kleinen Staubteilchen oder Kreideteilchen in unser Auge gelenkt. Nun erkennst du auch, dass sich das Licht in alle Richtungen ausbreitet.

Licht breitet sich geradlinig in alle Richtungen aus.

Sehr dünne Lichtbündel nennt man **Lichtstrahlen**.

Lichtbündel kann man nur sehen, wenn das Licht in unsere Augen gelangt.

AUFGABEN

- 1 ○ Beschreibe, wie sich das Licht von einer Lichtquelle ausbreitet.
- 2 ○ Vergleiche die Bilder 1 und 2. Gib ihre Gemeinsamkeiten an.
- 3 ● Wie kannst du nur mithilfe einer Taschenlampe, einer Pappe, einem Nagel und Puder ein dünnes Lichtbündel sichtbar machen? Beschreibe einen Versuch und führe ihn durch.
- 4 ● Begründe, warum Astronauten und Kosmonauten bei einem Raumflug die Erde im dunklen Weltall sehen können (► B 3).
- 5 ● Begründe, warum im Weltraum keine Lichtstrahlen sichtbar sind.

Die Brechung des Lichts

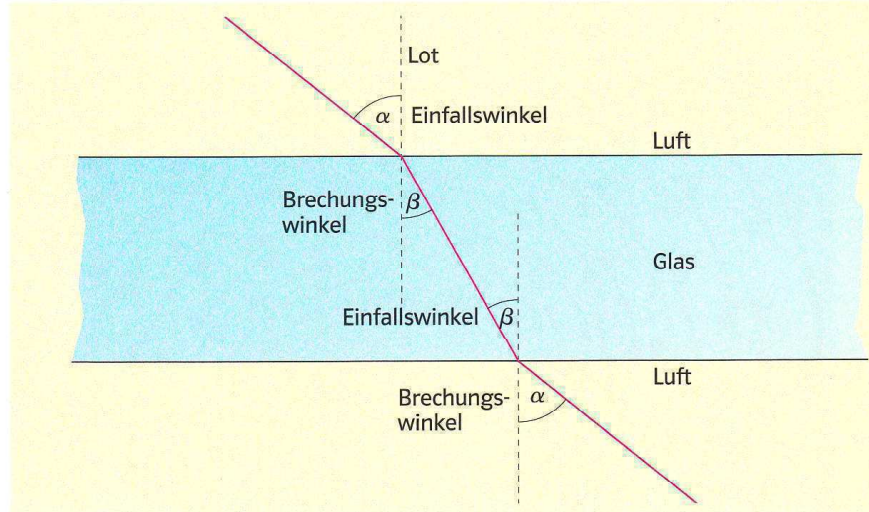
Geknickte Lichtstrahlen

Der Trinkhalm im Wasserglas sieht geknickt aus, obwohl er selbst immer noch gerade ist ($\triangleright$ B1). Wenn du den Knick genauer beobachtest, erkennst du, dass er nur an der Wasseroberfläche entsteht. An dieser Stelle werden die Lichtstrahlen aus ihrer Richtung abgelenkt. Man sagt, dass die Lichtstrahlen an der Grenzfläche zwischen dem Wasser und der Luft **gebrochen** werden. ($\blacktriangleright$ Wechselwirkung, S. 418)

Wie wird das Licht gebrochen?

Ein Lichtstrahl wird beim Eintritt von Luft in Wasser aus seiner Richtung abgelenkt. Das Gleiche geschieht beim Übergang von Luft in Glas. Luft und Glas haben eine unterschiedliche **optische Dichte**. Luft ist ein optisch dünner Stoff, Glas ist ein optisch dichter Stoff. Wenn ein Lichtstrahl von einem optisch dünnen Stoff (z. B. Luft) in einen optisch dichten Stoff (z. B. Glas) übertritt, dann wird er immer zum **Lot** hin gebrochen ($\triangleright$ B2). Das Lot ist eine senkrechte Linie auf der Oberfläche des Glases. Der Winkel zwischen dem einfallenden Lichtstrahl und dem Lot (Einfallswinkel) ist größer als der Winkel zwischen dem gebrochenen Lichtstrahl und dem Lot (Brechungswinkel).

Die umgekehrte Beobachtung machst du, wenn ein Lichtstrahl vom Glas in die Luft übertritt. Wenn ein Lichtstrahl von einem



2 Lichtbrechung an der Grenzfläche zwischen Luft und Glas

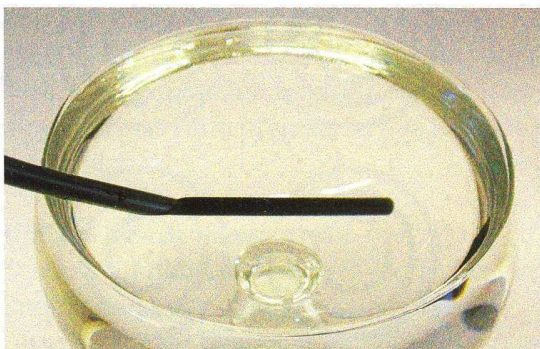
optisch dichten Stoff (z. B. Glas) in einen optisch dünnen Stoff (z. B. Luft) übertritt, dann wird er immer vom Lot weg gebrochen. Der Einfallswinkel ist kleiner als der Brechungswinkel.

Beim Übergang von einem optisch dünnen Stoff in einen optisch dichten Stoff wird ein Lichtstrahl zum Lot hin gebrochen.

Beim Übergang von einem optisch dichten Stoff in einen optisch dünnen Stoff wird ein Lichtstrahl vom Lot weg gebrochen.

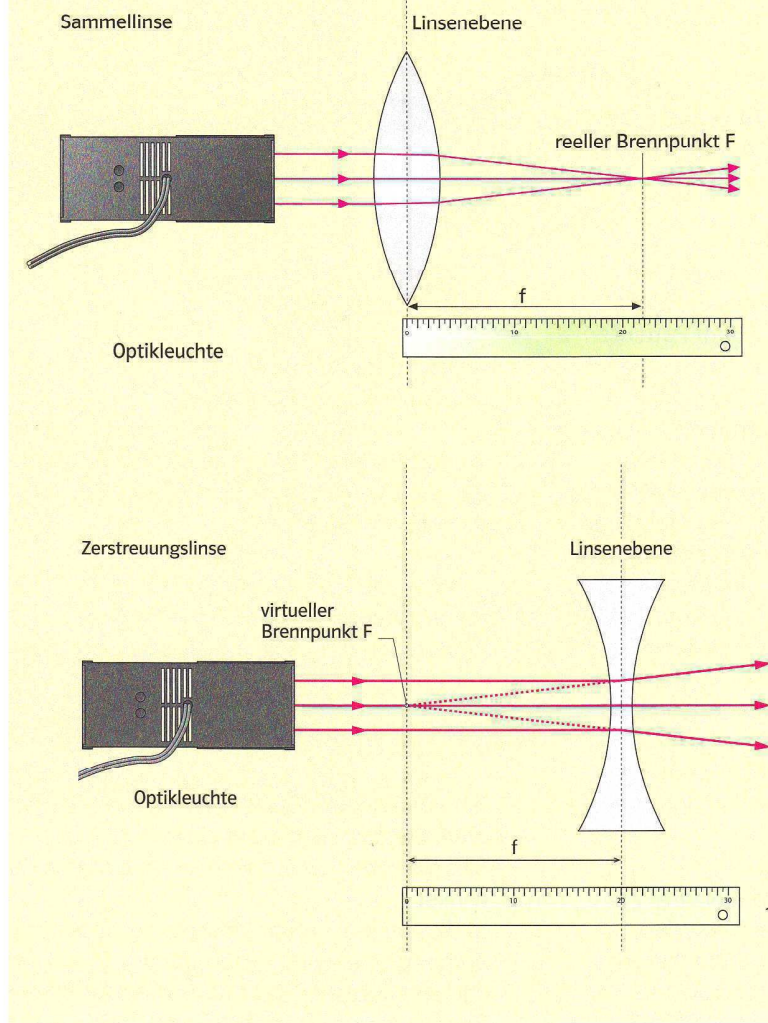
AUFGABEN

- 1 ○ Beschreibe, wie die Lichtstrahlen beim Übergang von Luft in Glas und beim Übergang vom Glas in Luft gebrochen werden.
- 2 ☹ Begründe mithilfe der Brechung, warum der Trinkhalm in Bild 1 geknickt erscheint.
- 3 ● Ein Gegenstand aus Glas ist unter Wasser kaum zu erkennen. Finde eine Erklärung dazu.



1 Ein Knick im Trinkhalm?

Optische Linsen



1 Optische Linsen und Brennpunkte

Linsen aus Glas

Vielleicht hast du schon einmal versucht, mit einem Brennglas ein Feuer zu machen. Betrachte einmal die Form eines Brennglases genauer. Das Brennglas ist in der Mitte dicker als am Rand. Diese Form kennst du aus der Natur vom Linsengemüse (► B 2). Auch diese Linsen sind in der Mitte dicker als am Rand. Deshalb nennt man solche Körper aus Glas oder Kunststoff ebenfalls **Linsen**.

Sammellinsen

Durch ihre Form sammeln die Brenngläser das Sonnenlicht. Daher werden sie auch **Sammellinsen** genannt. Eine Sammellinse ist in der Mitte dicker als am Rand. Wenn du parallele Lichtstrahlen auf eine Sammellinse fallen lässt, dann beobachtest du (► V 1a): Die oben auftreffenden Strahlen werden nach unten gebrochen, die unteren Lichtstrahlen werden nach oben gebrochen. Lichtstrahlen, die auf die Mitte der Linse treffen, laufen geradlinig weiter. Alle parallel einfallenden Lichtstrahlen treffen sich hinter der Sammellinse in einem Punkt. In ihm wird das gesamte einfallende Licht konzentriert (► B 1 oben). Dort kann es sehr heiß werden. Man nennt diesen Punkt deshalb **Brennpunkt (F)**.

Brennpunkt und Brennweite

Im Versuch 1b hast du den Brennpunkt bei unterschiedlich dicken Sammellinsen bestimmt. Bei verschiedenen dicken Sammellinsen ist er unterschiedlich weit von der Linse entfernt. Den jeweiligen Abstand zwischen dem Brennpunkt und der Sammellinse nennt man **Brennweite (f)**.

Eine dickere Sammellinse bricht die Lichtstrahlen stärker als eine dünnere Linse. Bei einer dickeren Sammellinse liegt deshalb der Brennpunkt näher an der Linse und die Brennweite ist kleiner. Bei dünneren Linsen ist die Brennweite größer.

Eine Linse zerstreut das Licht

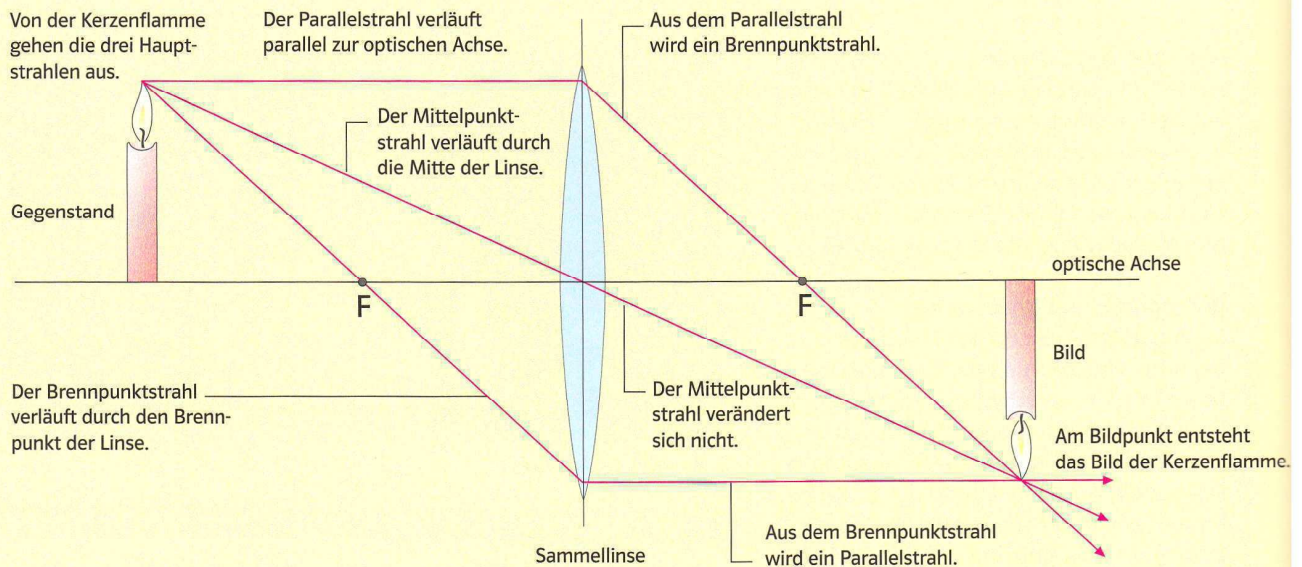
Es gibt auch Linsen, die in der Mitte dünner als am Rand sind. Im Versuch 2 lässt du paralleles Licht auf eine solche Linse fallen. Diesmal werden die Lichtstrahlen hinter der Linse nicht zu einem Punkt vereinigt. Im Gegenteil, hinter der Linse laufen die Lichtstrahlen auseinander (► B 1 unten). Diese Linsen zerstreuen das einfallende parallele Licht, deshalb heißen sie **Zerstreuungslinsen**. Wenn du die zerstreuten Lichtstrahlen hinter der Linse in Gedanken zurück verlängerst, dann treffen sich auch diese Linien in einem Punkt. Da dieser Punkt durch die gedachten Linien entsteht, heißt er **virtueller Brennpunkt** (scheinbarer Brennpunkt).



2 Linsen -

Sammellinsen sind in der Mitte dicker als am Rand. Sie vereinigen parallele Lichtstrahlen in einem Punkt. Dieser Punkt heißt **Brennpunkt**. **Zerstreuungslinsen** sind in der Mitte dünner als am Rand. Sie zerstreuen parallel einfallende Lichtstrahlen. Zerstreuungslinsen haben einen **virtuellen Brennpunkt**.

Bilder durch Sammellinsen



1 Konstruktion eines Bilds mit drei Hauptstrahlen

Bilder durch Sammellinsen

Viele optische Geräte enthalten Sammellinsen. In Fotoapparaten, Fernrohren und Mikroskopen haben sie die Aufgabe, Bilder von Gegenständen zu erzeugen ($\triangleright$ B2). Du kannst selbst mit einer Sammellinse ein Bild entstehen lassen. Unabhängig von der Größe deiner Sammellinse ist das Bild auf dem Schirm immer seitenverkehrt und steht auf dem Kopf.

Konstruktion eines Bildes

Jeder Punkt eines Gegenstands (z. B. einer Kerze) sendet viele Lichtstrahlen aus. Du kannst aber unmöglich alle Lichtstrahlen zeichnen. Zur Konstruktion eines Bilds verwendet man deshalb drei besondere Lichtstrahlen, die **Hauptstrahlen** heißen ($\triangleright$ B1).

Nach dem Durchgang durch die Sammellinse schneiden sich die drei Hauptstrahlen in einem Punkt. An dieser Stelle befindet sich das Bild des Punkts, von dem die Hauptstrahlen ausgegangen sind. Aus diesem Grund nennt man diesen Punkt **Bildpunkt**.



Du darfst den Bildpunkt nicht mit dem Brennpunkt verwechseln. Der Brennpunkt ist der Schnittpunkt von parallelen Lichtstrahlen, die von der Sammellinse gebündelt werden. Der Bildpunkt ist der Schnittpunkt der drei Hauptstrahlen.

Auch die anderen Punkte des Gegenstands erzeugen Bildpunkte. Alle Bildpunkte zusammen ergeben dann das vollständige Bild des Gegenstands.

Große und kleine Bilder

Du kannst von einem Gegenstand verschiedene große Bilder erzeugen. Wenn du den Abstand zwischen dem Gegenstand und der Linse veränderst, dann verändert sich auch der Abstand zwischen dem Bild und der Linse. Gleichzeitig verändert sich auch die Größe des Bilds. Je näher der Gegenstand vor der Linse steht, desto größer ist das Bild des Gegenstands.

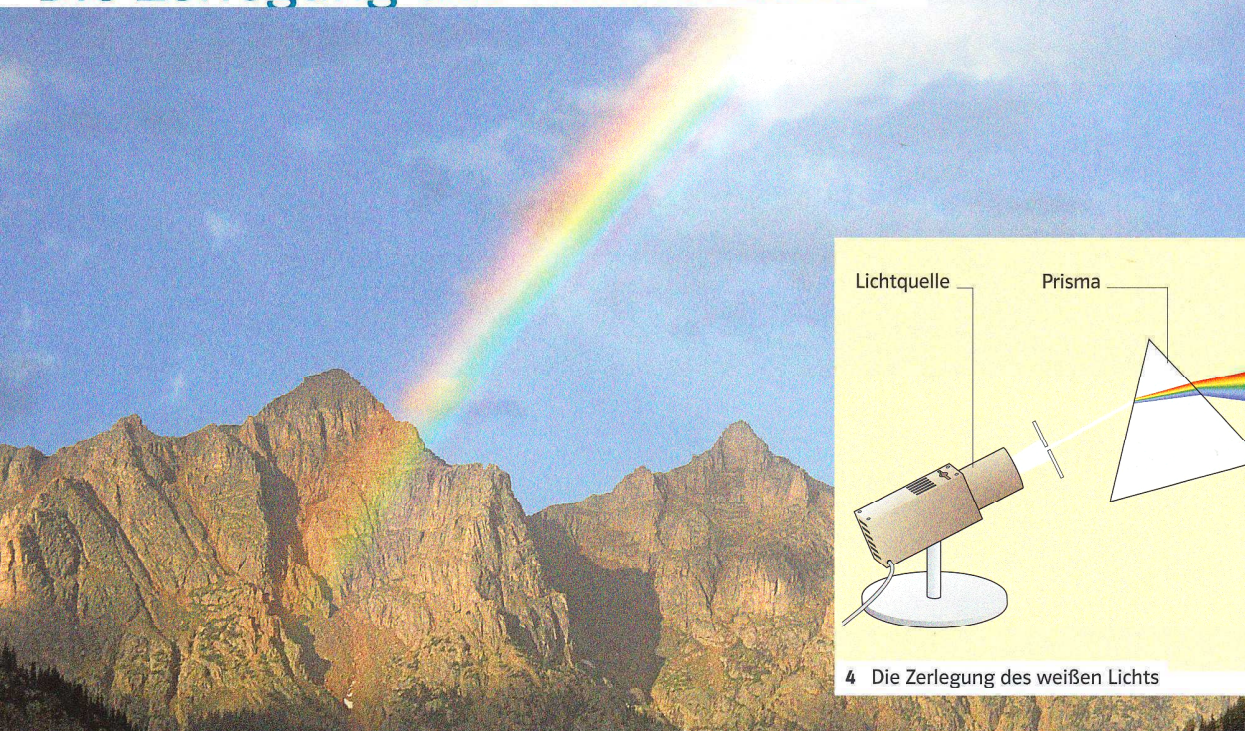
Eine Sammellinse erzeugt ein Bild, das seitenverkehrt ist und auf dem Kopf steht.

Mit den drei Hauptstrahlen lässt sich das Bild eines Gegenstands konstruieren.

AUFGABEN

- ☐ a) Beschreibe den Verlauf der drei Hauptstrahlen.
☐ b) Beschreibe, wie die Hauptstrahlen nach der Brechung durch die Linse verlaufen.
- ☐ Beschreibe den Unterschied zwischen einem Bildpunkt und einem Brennpunkt.
- ☒ Wie viele Hauptstrahlen benötigst du, um einen Bildpunkt zu konstruieren? Begründe deine Antwort.

Die Zerlegung des weißen Lichts



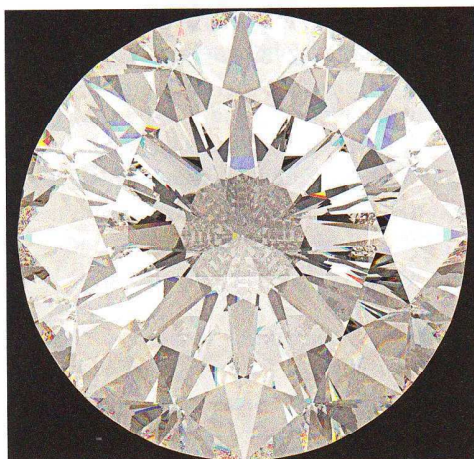
1 Die Farben eines Regenbogens

Farben aus dem Licht

Ein Diamant liegt im Schaufenster eines Schmuckgeschäfts: Es erscheinen die schönsten Farben. Fachleute bewundern ihr prächtiges Zusammenspiel, das „Feuer“ des Diamanten (▷ B 2). Doch woher kommen die vielen Farben? Schließlich wird der farblose Diamant nur mit dem weißen Licht der Schaufensterbeleuchtung angestrahlt. Auch ein Regenbogen entsteht nur durch das weiße Sonnenlicht (▷ B 1).

Die Zerlegung des weißen Lichts

Wenn du ein geschliffenes Glas in das Licht eines Tageslichtprojektors hältst, kannst du ähnliche Farben wie bei einem Diamanten beobachten (▷ V 1). Sind die verschiedenen Farben bereits im weißen Licht enthalten? Betrachte ein geschliffenes Trinkglas genauer (▷ B 3): Du kannst feststellen, dass besondere Formen in das Glas hinein geschliffen wurden. Die Flächen dieser Formen stehen geneigt zueinander.



2 Diamanten – schillernde Schmuckstücke

4 Die Zerlegung des weißen Lichts

Ein **Prisma** ist ein Körper, der ebenfalls aus zueinander geneigten Flächen besteht. Trifft weißes Licht auf ein Prisma (▷ V 2), erscheinen die Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett. Diese **Spektralfarben** sind in Form eines Streifens angeordnet, den man **Farbspektrum** nennt.

Was geschieht in einem Prisma?

In einem Prisma wird das Licht zweimal gebrochen: Einmal beim Eintritt von der Luft in das Glas und ein zweites Mal beim Austritt aus dem Glas in die Luft (▷ B 4). Im Gegensatz zu einer Glasscheibe wird das Licht im Prisma beide Male in die gleiche Richtung gebrochen.

Rotes Licht wird am geringsten gebrochen. Es wird nur wenig aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt und erscheint deshalb am oberen Ende des Spektrums. Violett Licht wird am stärksten gebrochen. Es erscheint am unteren Ende des Spektrums.

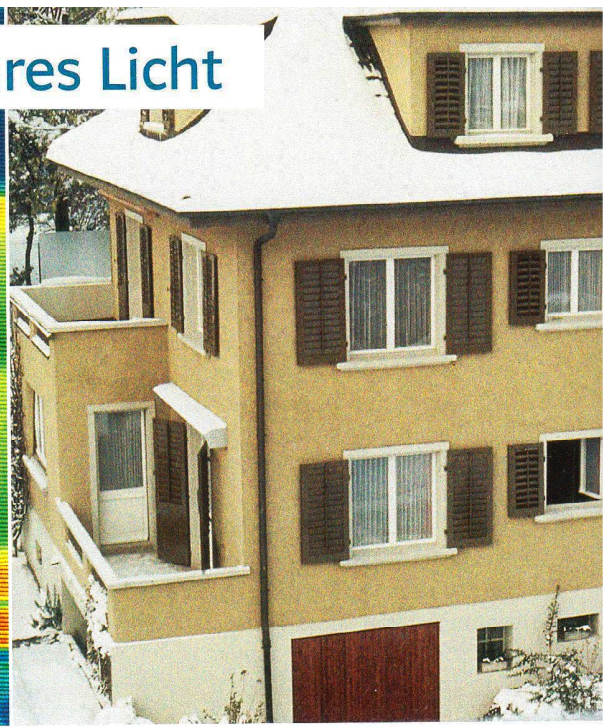
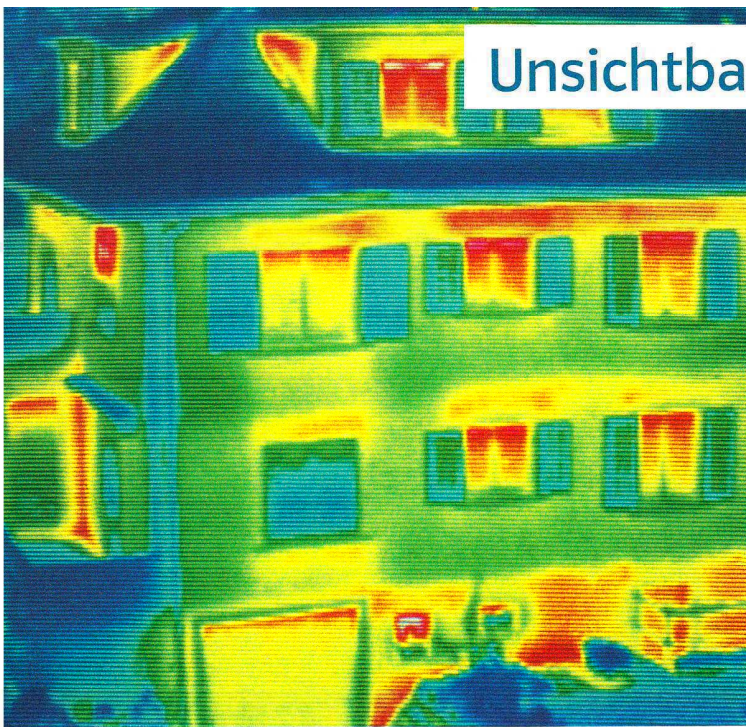
Trifft weißes Licht auf ein Prisma, wird es in seine Spektralfarben zerlegt. Die Anordnung der Farben nennt man **Farbspektrum**.

In einem Prisma werden die Spektralfarben unterschiedlich stark gebrochen. Dadurch kann ein Prisma die Farben des Spektrums voneinander trennen.

AUFGABEN

- 5 Stell dir vor, du lässt eine einzige Spektralfarbe in ein Prisma fallen. Würde diese Farbe ebenfalls zerlegt werden? Begründe deine Überlegungen.
- 6 Besteht das weiße Licht tatsächlich nur aus den sechs Spektralfarben? Begründe deine Antwort.

Unsichtbares Licht



1 Die Wärmebildkamera zeigt an, wo ein Haus Wärme abgibt.

Infrarotes Licht

Das Haus von Bild 1 haben zwei verschiedene Kameras aufgenommen. Das rechte Bild hat eine gewöhnliche Kamera fotografiert, die das sichtbare Licht aufnimmt. Das linke Bild hat eine Wärmebildkamera fotografiert, die ein besonderes Licht aufnimmt: das **infrarote Licht**. Es liegt im Farbspektrum unterhalb des roten Lichts. Infrarotes Licht (IR-Licht) können wir nicht sehen, wir können es nur als Wärmestrahlung wahrnehmen. Die besonders warmen Bereiche des Hauses werden auf dem Bild in den hellen Farben wiedergegeben. Alle warmen Gegenstände senden infrarotes Licht aus.

Ultraviolette Licht

Im Farbspektrum findest du oberhalb des violetten Lichts das ebenfalls unsichtbare **ultraviolette Licht**. Keiner deiner Sinne kann dieses Licht wahrnehmen, zum Nachweis musst du andere Hilfsmittel verwenden (► V1). Ultraviolette Licht (UV-Licht) hat auch schädigende Wirkungen. Es bleicht Farbstoffe aus und kann die Zellen der Lebewesen schädigen.

Die Wirkungen von IR- und UV-Licht

Infrarotes Licht dringt in die Haut ein und erwärmt das Gewebe darunter.

Infrarotlampen setzt man deshalb zur Behandlung von Muskelverspannungen, Rheuma und chronischen Entzündungen ein.

Unser Körper benötigt UV-Licht zum Aufbau von Vitamin D. Deshalb ist es sinnvoll, sich im Winter häufiger dem Sonnenlicht auszusetzen, das einen hohen Anteil an UV-Licht besitzt.

Zu viel UV-Strahlung auf unserer Haut schädigt die Hautzellen. Ein Sonnenbrand ist die schmerzhafteste Folge. In schlimmen Fällen werden die Hautzellen so stark geschädigt, dass bösartiger Hautkrebs auftritt. Ein Hautarzt berät dich über Veränderungen der Haut, die auf eine solche Erkrankung hindeuten können. Bei einem längeren Aufenthalt in der Sonne musst du dich daher vor der UV-Strahlung schützen. Das kann durch lichtundurchlässige Kleidung oder durch ein Sonnenschutzmittel geschehen.

Neben dem sichtbaren Licht gibt es das **infrarote Licht** und das **ultraviolette Licht**. IR-Licht und UV-Licht können wir nicht mit den Augen wahrnehmen.

Wusstest du schon, dass ...

... eine Wärmebildkamera die Infrarotstrahlung aufnimmt, die jeder warme Gegenstand aussendet?

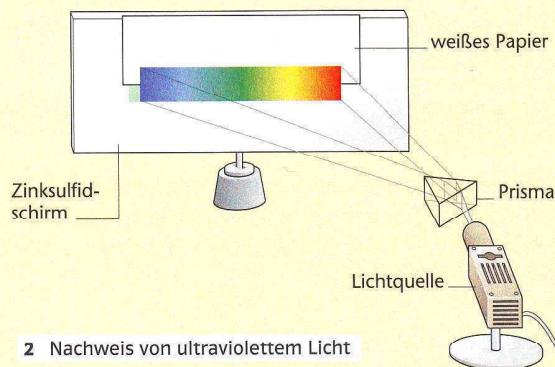
... ein Zahnarzt UV-Strahlung einsetzt, um eine Kunststofffüllung aushärten zu lassen?

... es möglich ist, Trinkwasser durch UV-Strahlung zu desinfizieren und damit auf das Chlor zu verzichten?

... ein Bewegungsmelder IR-Strahlung aufnimmt, aber nur dann reagiert, wenn sich die Wärmestrahlung schnell ändert?

... viele Fernbedienungen Leuchtdioden enthalten, die codierte IR-Strahlung aussenden und damit z. B. einen Fernseher steuern?

... ein Ohrthermometer sehr genau die IR-Strahlung des menschlichen Körpers misst und daraus die Körpertemperatur errechnet?



2 Nachweis von ultraviolettem Licht

AUFGABEN

- 5 a) Recherchiere, was der „Schutzfaktor“ eines Sonnenschutzmittels angibt.
- 6 a) Begründe, wo das Haus im Bild 1 die größten Wärmeverluste hat.
b) Wie könnte man an diesen Stellen die Wärmeverluste verringern? Beschreibe verschiedene Möglichkeiten.

- 1 Lass das Farbspektrum von weißem Licht auf einen Zinksulfid-Schirm fallen. Decke die obere Hälfte des Schirms mit einem weißen Papier so ab, dass das Spektrum auf beide Materialien fällt (► B2). Beschreibe die Unterschiede.

🕒 Farbige Lichter mischen

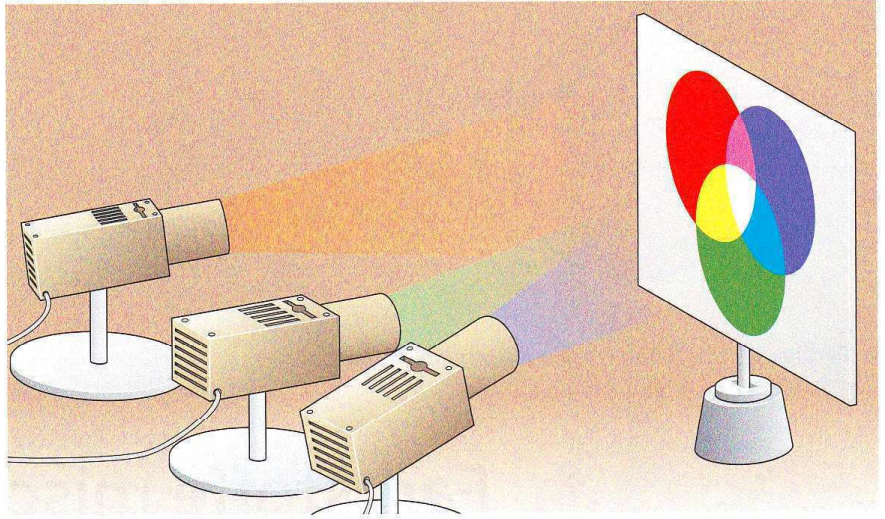
Farben, aus Licht gemischt

Wenn du den Bildschirm eines Fernsehers oder Monitors mit der Lupe betrachtest, dann erkennst du die vielen leuchtenden Pixel (▷ B1). Allerdings gibt es nur rote, grüne und blaue Pixel. Wie entstehen daraus die vielen anderen Farben, die du auf dem Bildschirm sehen kannst? Im Versuch 1 lässt du das Licht einer roten, einer grünen und einer blauen Lichtquelle so auf einen Schirm fallen, dass sich die farbigen Lichtflecke zum Teil überschneiden (▷ B2). Dort erkennst du neue Farben. Man spricht von der **Farbaddition**.

Rot + Grün	→	Gelb
Rot + Blau	→	Magenta
Grün + Blau	→	Cyan
Rot + Grün + Blau	→	Weiß

Farbbildschirme

Die Farbaddition wird bei Farbbildschirmen verwendet. Die roten, grünen und blauen Pixel leuchten verschieden hell auf und ihre Farben überlagern sich in deinen Augen. Dadurch entstehen für dich die vielen verschiedenen Farben.

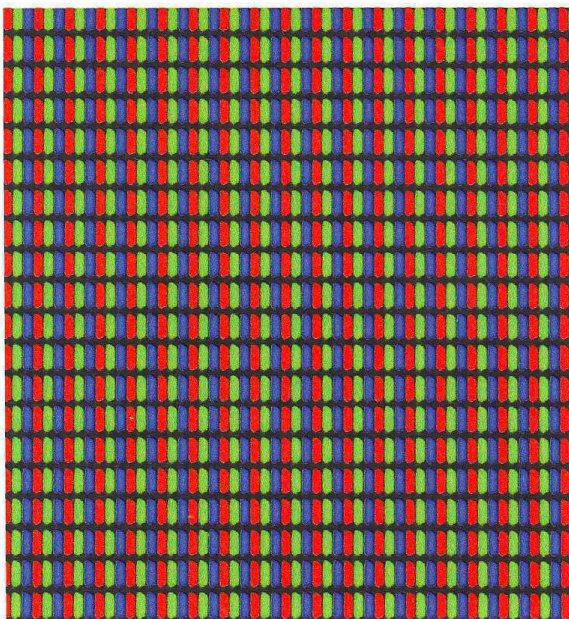


2 Farbige Licht wird überlagert.

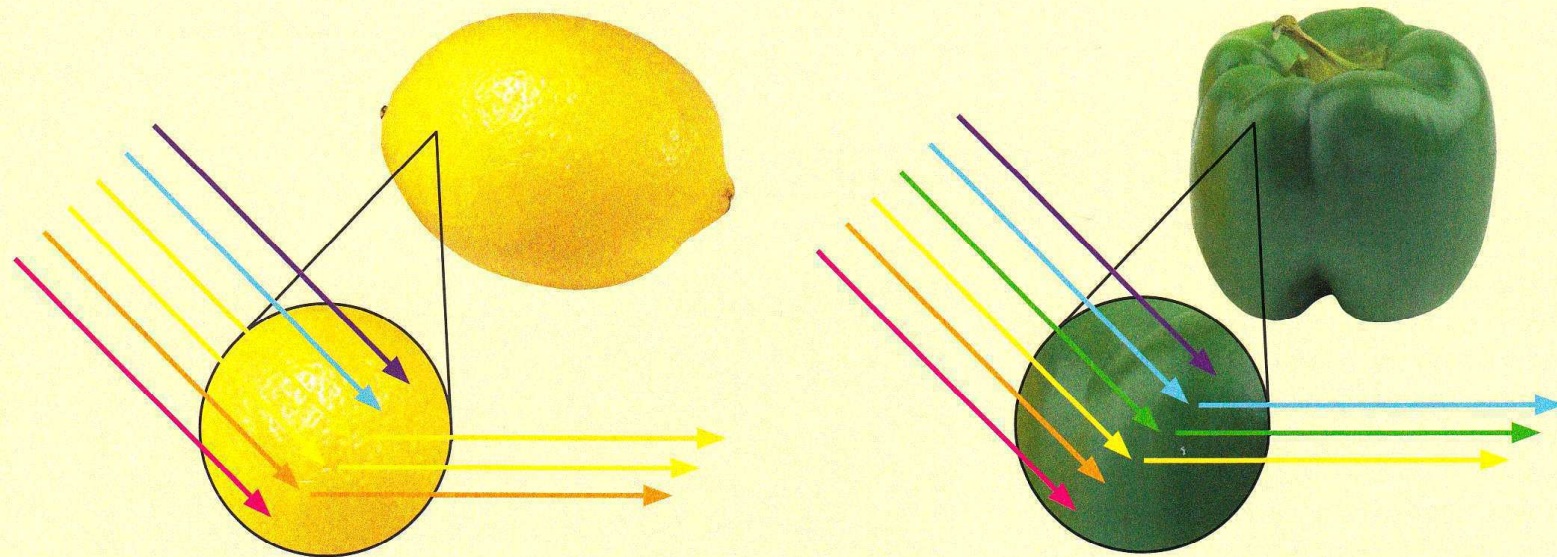
Überlagert man verschiedenfarbiges Licht, entstehen neue Farbeindrücke. Man spricht von der Farbaddition.

AUFGABEN

- 1 ○ Erkläre den Begriff „Farbaddition“.
- 1 ● a) Beschreibe, wie ein Farbmonitor die Farben Rot, Gelb und Weiß erzeugt.
● b) Ein Bildschirm kann auch Schwarz wiedergeben. Beschreibe, wie das funktioniert.
- 3 ● Im Bild 3 siehst du Spektralfarben und Mischfarben. Beschreibe den Unterschied zwischen einer Spektralfarbe und einer Mischfarbe.



1 Vergrößerte Pixel eines Farbbildschirms



1 Farbige Körper reflektieren unterschiedliche Farben.

☉ Farbstoffe mischen

Warum sehen wir Gegenstände farbig?

Bei Tag beleuchtet die Sonne alle Gegenstände mit weißem Licht. Trotzdem erscheinen uns die Zitronen gelb und das Gras grün. Wie kommt es zu den Farben der Körper? In Versuch 1 hältst du verschiedene farbige Gegenstände in ein Spektrum mit allen Spektralfarben. Die farbigen Gegenstände reflektieren nur einen Teil der Spektralfarben. Ein grüner Körper z. B. reflektiert nur Gelb, Grün und Blau. Ein gelber Körper reflektiert nur Orange, Gelb und Grün (► B1). Die anderen Farben des Spektrums werden **absorbiert** (verschluckt). Die Farbe des Körpers entsteht dadurch, dass der Körper einige Farben aus dem Spektrum **subtrahiert** (entfernt). Dies nennt man **Farbsubtraktion**. Bei der Farbsubtraktion erscheint uns ein Körper in der Mischfarbe der reflektierten Farben.

Farbige Bilder

Die Farbsubtraktion benutzt man beim Drucken farbiger Bilder. Das Bild wird in einzelne Punkte zerlegt und dreimal in verschiedenen Farben (Cyan, Magenta und Gelb) übereinander gedruckt: Dabei überdecken sich die verschiedenfarbigen Punkte teilweise. An diesen Stellen entstehen neue Mischfarben.

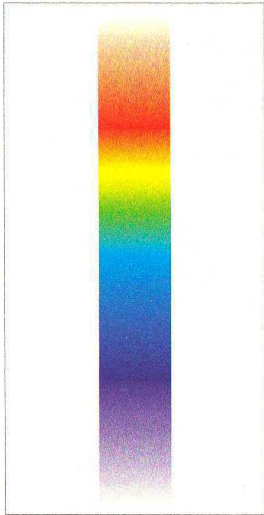
Bei der Farbsubtraktion wird ein Teil der Farben aus dem Spektrum entfernt. Wir sehen die Mischfarbe der reflektierten Farben.

AUFGABEN

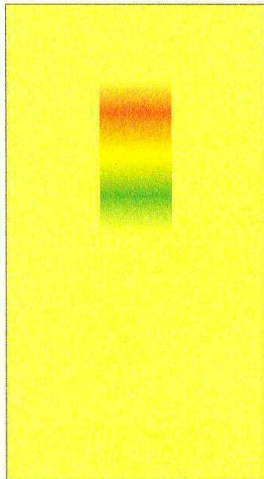
- 1 ○ Beschreibe, wie bei der Farbsubtraktion die Farben Grün und Gelb erzeugt werden.
- 2 ● Beschreibe den Unterschied zwischen der Farbaddition und der Farbsubtraktion.
- 3 ● Ein Kleidungsstück kann bei unterschiedlicher Beleuchtung verschiedene Farben haben. Finde eine Erklärung dazu.

VERSUCH

- 1 Erzeuge mithilfe einer hellen, weißen Lichtquelle und eines Prismas ein Farbspektrum. Halte in die untere Hälfte des Spektrums verschiedene farbige Gegenstände (z. B. gelbes, grünes oder blaues Papier). Die obere Hälfte des Spektrums fällt auf einen weißen Schirm. Beobachte die Unterschiede.



B1 Normales Spektrum

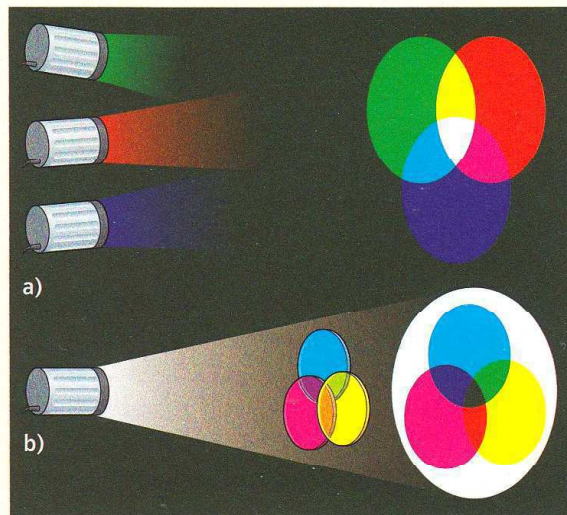


B2 Spektrum auf gelbem Karton als Schirm

Farbiges Licht aus drei Lampen erzeugt farbige Flecke auf einer Wand. Wo sie sich überschneiden, ergeben sich neue Farben. Man sagt, sie entstehen durch **Farbaddition**. Es zeigt sich, dass man aus Rot, Grün und Blau mit verschiedenen Helligkeitsverhältnissen alle Farben erhalten kann (→ B3a).

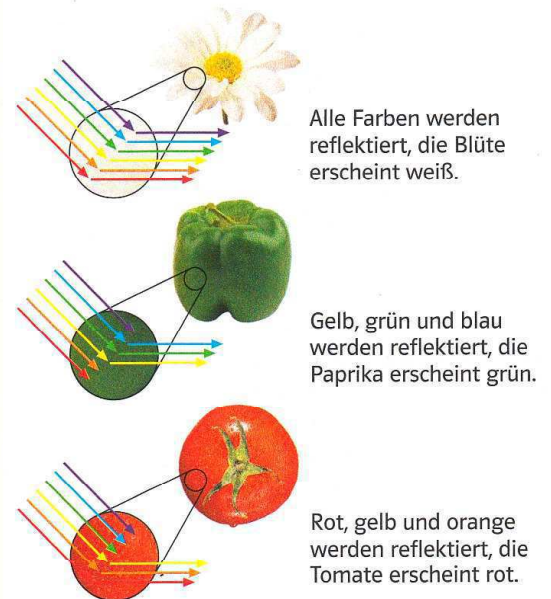
Weißes Licht erscheint hinter einer Farbfolie farbig. Wo sich mehrere Folien überschneiden, entsteht schwarz (→ B3b).

Die farbige Folie absorbiert einen Teil der Farben aus dem weißen Licht. Aus dem hindurchgehenden Rest entsteht der Farbeindruck der Mischfarbe. Man sagt, sie entsteht durch **Farbsubtraktion**.



B3 Farben werden addiert und subtrahiert.

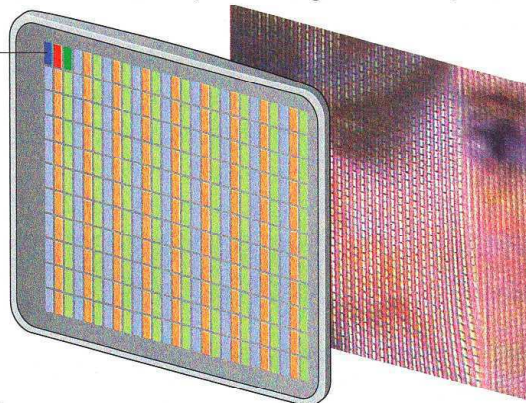
Auch bei der Reflexion von weißem Licht an einem Körper werden einige Farbanteile absorbiert, andere werden bevorzugt reflektiert. B1 zeigt die Spektralfarben des weißen Lichtes auf weißem Papier. Wir erhalten ein anderes Bild, wenn wir kein weißes, sondern farbiges Papier verwenden. Auf gelbem Papier sieht man nur die Farben von Rot-Orange bis Grün. Dieses Licht wird reflektiert. Das Licht anderer Farben wird absorbiert (→ B2). Auf diese Weise entstehen viele der Farben in der Umwelt (→ B4).



B4 Das reflektierte Licht bestimmt die Farbe.

Farbfernsehen – drei Bilder in einem

Bildschirm mit blauen, roten und grünen Leuchtpunkten



B5

Betrachtet man den Bildschirm eines Farbfernsehers durch eine Lupe, so sieht man lauter kleine Leuchtstreifen in den drei Farben Rot, Grün und Blau, aus denen sich die Bilder zu-

sammensetzen. Ihr Licht addiert sich zu Licht einer Farbe, da unser Auge die verschiedenen, nahe beieinander liegenden Lichtquellen aus der Entfernung nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Leuchten alle drei Leuchtstreifen auf, so erscheint der Bildpunkt weiß; werden sie alle drei nicht zum Leuchten gebracht, bleibt die Stelle auf dem Schirm schwarz. Durch Abschwächen einzelner Farbanteile lassen sich alle Farben erzeugen.

Farben gedruckter Bilder Auch gedruckte Farbbilder bestehen aus winzig kleinen Farbpunkten, die man mit den Druckfarben Cyan, Gelb, Magenta (und Schwarz) erzeugt. Da die durchscheinenden Farben auch übereinander gedruckt werden, muss man ihre Wirkung zusätzlich mit der Farbsubtraktion erklären.