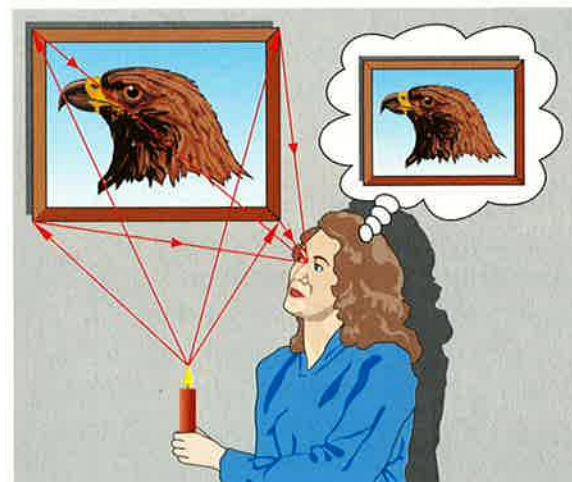


# 1. Grundlagen des Sehens



1 Das Rathaus in Schilda – ein Haus ohne Fenster

- 1 Nenne einige natürliche Lichtquellen.
- 2 Woher kommt das Tageslicht?
- 3 Erkläre, warum die Frau das Bild sehen kann. Die Pfeile helfen dir.



4 Du kannst den Mond bei klarem Himmel hell leuchten sehen. Ist er also auch eine natürliche Lichtquelle?

## 1.1 Natürliche und künstliche Lichtquellen

Du weißt sicher, dass die Schildbürger ein Rathaus ohne Fenster gebaut hatten. Beim erstmaligen Betreten wunderten sie sich, dass sie einander nicht sehen konnten. Eigentlich klar: Ohne Licht kann man nicht sehen. Die Sonne sendet **Lichtstrahlen** aus. Körper, die selbst Lichtstrahlen aussenden, nennen wir **Lichtquellen**. Wir unterscheiden **natürliche** Lichtquellen wie die Sonne, einige Sterne, Blitze, Tiefseefische oder Glühwürmchen, und **künstliche** Lichtquellen wie Fackeln, Kerzen, Glühlampen oder Leuchtstoffröhren. Gegenstände, die selbst keine Lichtquellen sind, sehen wir nur, wenn sie von einer Lichtquelle angestrahlt werden und dieses Licht von ihnen in unsere Augen gelangt. Der Mond ist keine Lichtquelle. Er wird nur von der Sonne angestrahlt und strahlt ihr Licht wieder ab. Nur deshalb können wir ihn sehen.

**Merke:**

- Wir sehen, indem wir Lichtstrahlen mit unseren Augen wahrnehmen.
- Natürliche und künstliche Lichtquellen senden Lichtstrahlen aus.
- Die Sonne ist die größte natürliche Lichtquelle.



2 Unsere größte natürliche Lichtquelle



3 Einige natürliche Lichtquellen



4 Künstliche Lichtquellen



## Licht bestimmt unseren Tagesablauf

Meistens nehmen wir das Licht wahr, ohne darüber nachzudenken; es ist eben da, oder auch nicht. Doch tatsächlich bestimmt das Licht auch, wie wir unseren Tag einteilen. Bestimmte Dinge lassen sich nun mal schlecht im Dunkeln erledigen, etwa draußen spielen oder Gartenarbeit. Wer hat dagegen schon Lust auf Computerspiele, wenn draußen die Sonne vom Himmel brennt und die meisten Freunde sich gerade im Freibad tummeln?



## Vom Kienspan zur Energiesparlampe

Schon vor Jahrtausenden verbrannten die Menschen Holz, um Fleisch braten zu können und um Wasser heiß zu machen. Mithilfe eines **Kienspans** (das ist ein stark harzhaltiges Holzsplit) oder einer **Fackel** konnten sie aber auch ihre dunklen Höhlen beleuchten.



Später fanden die Menschen heraus, dass **flüssiges Tierfett** (Tran) zum Verbrennen geeignet ist. **Öllampen** rußten jedoch sehr stark. Erst mit der Erfindung des **Dochtes** hatten die Menschen eine nicht rußende Flamme. Im Docht (z. B. ein aus Wolle gedrehter Faden) steigt das Öl nach oben und verdunstet am Ende des Dochtes. Das entstehende Gas wird entzündet. Es brennt eine Flamme, die fast nicht rußt.

**Kerzen** aus Bienenwachs oder Stearin (künstlich hergestelltes Wachs) dienen bis heute als Lichtquellen. Sie funktionieren ähnlich wie die Öllampen. Die Hitze der Flamme lässt das Wachs

schmelzen. Es steigt im Docht nach oben und verdunstet. Dieses Gas brennt und erzeugt so das Licht. Bis Anfang des 19. Jahrhun-

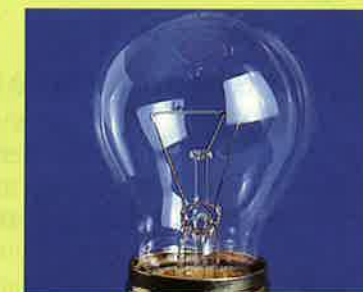


derts diente als Brennstoff für Lampen Pflanzenöl, später stellte man aus Erdöl **Petroleum** her. Mit einem Flachdocht konnte man die Flamme regulieren und ein Glaskörper schützt die Flamme vor Luftzug.

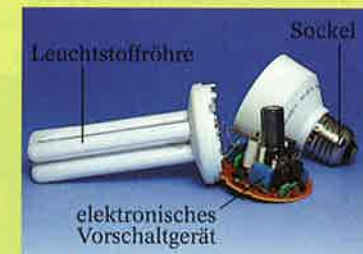
Eine sehr bedeutende Erfindung war das **Gas-Glühlicht**. Das verbrennende Gas erhitzt einen chemisch behandelten Baumwollglühstrumpf so stark, dass er leuchtet, ohne aber selbst zu



verbrennen. Ungefähr seit 1890 diente das Gas-Glühlicht zur Beleuchtung von Häusern und Straßen. Heute findet man es nur noch bei Camping-Gaslampen.



Heute werden vor allem **Glühlampen** und **Leuchtstoffröhren** verwendet. In Glühlampen wird ein Metalldraht durch Strom zum Glühen gebracht. In Leuchtstoffröhren wird ein Gas elektrisch zum Leuchten angeregt. Dieses Gas bringt einen Leuchtstoff an der Innenwand des Glaskolbens dazu, helles weißes Licht abzugeben.



**Energiesparlampen** funktionieren wie die langen Leuchtstoffröhren. Sie sind nur wesentlich kompakter gebaut und passen so in die handelsüblichen Fassungen der Glühlampen.



## 1.2 Ausbreitung des Lichts

Bei einem Diavortrag überlegt sich Udo, welchen Weg wohl das Licht von der Lampe des Diaprojektors zur Leinwand nimmt. Ein Versuch soll ihm dabei helfen.

Auf eine Experimentierleuchte wird eine Papp- röhre gesteckt. Vor die Anordnung kommt eine innen schwarze und einseitig verschlossene Röhre.

Zwischen Lampe und Zylinder wird Udo nichts sehen. Das Licht selbst ist unsichtbar. Erst wenn er seine Hand dazwischenhält, stellt er fest, dass Licht von der Lampe ausgeht und es durch seine Hand in die Augen abgelenkt wird.

Um den Weg des Lichts sichtbar zu machen, schüttelt Udo Kreidestaub zwischen die beiden Papp- röhren. Die Kreideteilchen lenken das Licht ab, auch in Udos Augen. Von der Seite betrachtet erkennt er das Licht als ein Band, das sich von der Lichtquelle weg öffnet. Die Ränder sind schnurgerade. Das Licht breitet sich also geradlinig von der Lichtquelle weg in den Raum aus.

### Merke:

- Das Licht selbst ist unsichtbar.
- Das Licht breitet sich geradlinig aus in den Raum von der Lichtquelle weg.



1 Mit Kreidestaub kann man den Weg sichtbar machen, den das Licht nimmt

## Lichtschranken

Ist dir das auch schon einmal passiert? Du steigst in einen Aufzug, als sich gerade die Türen schließen – und wie von Geisterhand gesteuert gehen die Türen wieder auf, sodass du bequem einsteigen kannst.

Wie funktioniert das? Die Aufzugstüren werden mithilfe einer **Lichtschranke** gesteuert. Auf der einen Seite der Tür befindet sich eine Lichtquelle, auf der anderen Seite direkt gegenüber ein Lichtempfänger; meist ist es ein lichtempfindlicher Widerstand.

Trifft der Lichtstrahl auf den Empfänger, wird die Tür geschlossen. Wird der Lichtstrahl aber durch eine Person unterbrochen, dann wird der Schließvorgang gestoppt und die Tür wieder geöffnet. So wird vermieden, dass jemand von den Aufzugstüren eingeklemmt wird.



2 Lichtschranken steuern auch die Türen bei der Straßenbahn

Lichtschranken steuern nicht nur Aufzugstüren, sondern auch Förderbänder an Supermarktkassen. In Museen schützen sie wertvolle Kunstgegenstände vor Dieben.

1 Warum ist es ungünstig für einen Rechts- händer, wenn beim Schreiben das Licht von rechts einfällt?

2 Erkläre mithilfe von Bild 3, wie Tag und Nacht auf der Erde entstehen.

3 Bei einem Fußballspiel mit Flutlicht haben die Spieler vier Schatten. Erkläre, wie es dazu kommen kann.



4 Versuche diese und andere Schattenfigu- ren an die Wand zu „zaubern“. Was benötigt man hierzu?



1 Das Klötzchen erzeugt einen Schatten



2 Blick vom Mond zur Erde

## 1.3 Licht und Schatten

Im Jahre 1969 sahen die ersten Menschen auf dem Mond die Erde wie in Bild 2. Sie war nur „halb“ zu sehen. Wie ist das zu erklären?

Die Sonne sendet nach allen Seiten Licht aus. Weil die Erde kein Licht durchlässt, entsteht hinter ihr ein riesiger Schatten, in dem die andere Hälfte der Erdoberfläche liegt.

Die Erde dreht sich innerhalb von 24 Stunden einmal um sich selbst. Jeder Punkt auf der Erde kommt also täglich einmal auf die helle Seite (Tag) und einmal auf die lichtlose Seite (Nacht). Jeder lichtundurchlässige Körper erzeugt hinter sich einen Schatten, weil dort das Licht fehlt, das vorne auf ihn trifft. Steht im Schatten eine Wand, so entsteht ein dunkles Schattenbild.

### Merke:

- Jeder lichtundurchlässige Körper erzeugt hinter sich einen Schatten.
- Die Tagseite der Erde liegt auf der von der Sonne angestrahlten Seite, die Nachtseite liegt im Schatten der Erde.



3 Entstehung von Tag und Nacht im Modell





1 Helle Kleidung schützt bei Nacht vor Unfällen

1 Warum ist dunkle Kleidung für Fußgänger oder Radfahrer im Straßenverkehr wenig geeignet?

2 Wie sollte man sein Zimmer streichen, wenn man es möglichst hell haben will?



3 Teste das Reflexionsvermögen von Körpern. Verwende als „Schirme“ schwarzen, grauen und weißen Karton. Welche Beobachtung machst du?

1.4 Licht wird zurückgeworfen

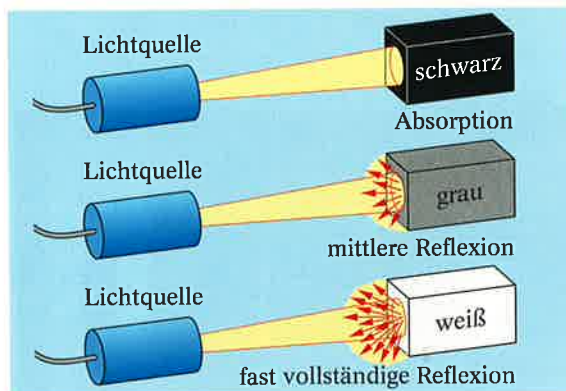
Katrin geht mit ihrer Mutter auf einer unbeleuchteten Straße nach Hause. Uwe begleitet sie mit dem Rad. Obwohl sie vom Scheinwerfer eines Autos gleich stark angestrahlt werden, sieht man die Person auf der rechten Seite am besten. Offensichtlich werfen unterschiedlich dunkel eingefärbte Stoffe das Licht unterschiedlich zurück. Physiker sagen, ein Gegenstand **reflektiert** das Licht. Ein Versuch gibt uns genauere Auskunft.

Stelle wie im Bild zu Aufgabe 3 eine Experimentierleuchte und ein Buch so auf, dass kein Licht von der Leuchte direkt auf das Buch fällt. Halte in den Lichtstrahl nacheinander einen weißen, einen grauen und einen schwarzen Karton.

Der schwarze Karton reflektiert kaum, der graue wenig und der weiße Karton viel Licht auf das Buch, obwohl von der Leuchte immer gleich viel Licht ausgestrahlt wird. Der schwarze Karton verschluckt, man sagt auch **absorbiert**, nahezu das ganze Licht, der graue weniger und der weiße Karton fast nichts. Das übrige Licht wird von den Kartons **reflektiert**.

**Merke:**

- Je dunkler ein Körper ist, desto mehr Licht verschluckt, d. h. absorbiert er.
- Je heller ein Körper ist, desto mehr Licht wirft er zurück, d. h. reflektiert er.



2 Licht trifft auf Körper

- 1 a) Weshalb müssen Reflektoren an einem verkehrssicheren Fahrrad immer sauber sein?  
 b) Warum sind für die Reflektoren am Fahrrad wohl verschiedene Farben vorgeschrieben?



- 2 a) Die schwarzweißen Pfosten an Straßenrändern heißen auch Verkehrsleitpfosten. Warum kann man sie in der Nacht so gut erkennen?  
 b) Was bedeutet es, wenn ein Pfosten orangefarbene Reflektoren trägt?



1.5 Reflektoren im Straßenverkehr

Du weißt sicher, dass dein verkehrssicheres Fahrrad mit **Reflektoren** ausgestattet sein muss. Autofahrer müssen dich nachts ja rechtzeitig erkennen können. An der Farbe der Reflektoren kann der Autofahrer sogar erkennen, aus welcher Richtung er dein Fahrrad sieht.

Für Fußgänger, Rad- und Motorradfahrer ist es oft lebenswichtig, dass sie früh genug gesehen werden. Aus diesem Grund sollte man nicht nur *helle Kleidung* tragen, sondern auch *reflektierende* Bänder oder Aufkleber. Selbst Verkehrsschilder und Autokennzeichen werden heute aus reflektierendem Material hergestellt, damit sie besser und schneller zu erkennen sind.

**Reflektoren** erscheinen uns deshalb so hell, weil sie das Licht zurückwerfen. Im Inneren enthalten diese Reflektoren nämlich zahlreiche kleine Plastikflächen, die wie Spiegel wirken. Sie sind so zueinander angeordnet, dass sie das auftreffende Licht wieder genau in Richtung der Lichtquelle zurückwerfen.

**Merke:**

- Reflektoren dienen der Sicherheit im Straßenverkehr.
- Reflektoren werfen das Licht in Richtung der Lichtquelle zurück.

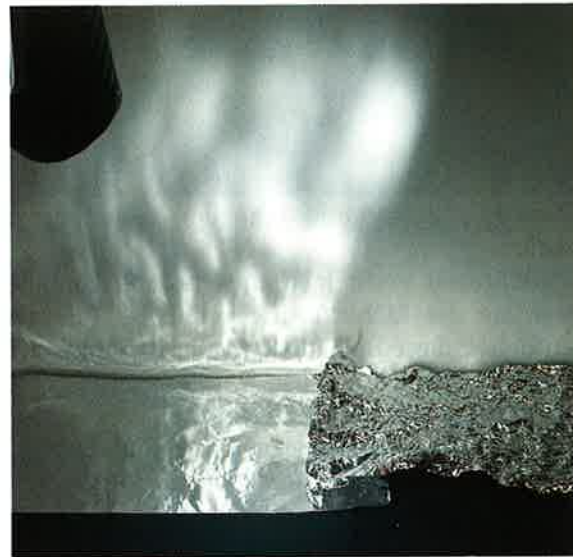


1 Reflektoren im Straßenverkehr verbessern die Verkehrssicherheit

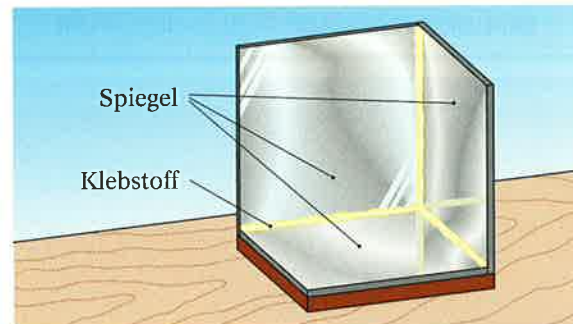


**1** Nimm einen Spiegel und lenke damit das Sonnenlicht um. Beobachte den Lichtfleck, wenn du ihn im Zimmer wandern lässt. Wie verändert sich dabei die Größe des Lichtflecks?

**2** Wann ist es gefährlich, Menschen mit einem Spiegel zu blenden?



**3** Weshalb kann man eine glatte Aluminiumfolie als Spiegel benutzen, eine zerknitterte Alufolie dagegen nicht?



**4** Klebe drei Spiegel in einer Ecke zusammen, zum Beispiel mithilfe einer Heißklebepistole (Vorsicht, Kleber und Klebegerät werden sehr heiß!).

Leuchte nun in einem abgedunkelten Raum mit einer Taschenlampe in die Ecke.  
a) Was kannst du beobachten?  
b) Wo hast du dieses Prinzip bereits kennen gelernt?

## 1.6 Spiegel – Meister der Lichtreflexion

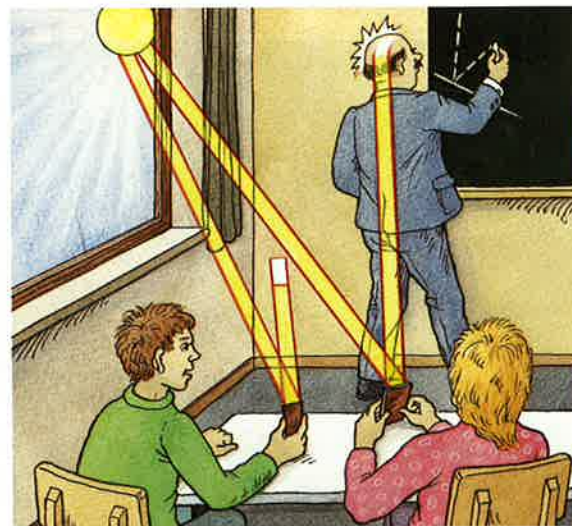
An einem sonnigen Tag wollen Jochen und Marion ihren Lehrer ein wenig ärgern. Dazu benutzen sie kleine Spiegel. Nach kurzem Probieren gelingt es ihnen, das Sonnenlicht in Richtung Tafel umzulenken. Wann der Lehrer das wohl bemerkt?

Im Gegensatz zu einem weißen Karton, der Licht bereits gut zurückwirft, reflektiert ein **Spiegel** das Licht nicht nach allen Seiten, sondern in eine *ganz bestimmte Richtung*. Dabei werden nahezu alle Lichtstrahlen in diese Richtung umgelenkt. Diese Eigenschaft haben auch glatte Oberflächen, z. B. eine glatte Tischplatte, ein mit Folie eingebundenes Buch, eine Wasseroberfläche.

Wir nutzen Spiegel, damit wir an Stellen sehen können, die wir nicht direkt einsehen. Spiegel lenken die Lichtstrahlen um, sodass sie in unsere Augen gelangen.

### Merke:

- Mithilfe von Spiegeln kann man Lichtstrahlen umlenken.
- Spiegel reflektieren das Licht besonders gut und in eine bestimmte Richtung.



1 Ein Spiegel lenkt Lichtstrahlen um

## Spiegeln hilft – Spiegeln gefährdet

Spiegel sind im Alltag bereits unentbehrlich geworden. Was würdest du sagen, wenn du dich morgens nicht mehr im Spiegel betrachten könntest?

Ein Spiegel hilft uns, das zu sehen, was wir ohne ihn gar nicht oder nur schlecht sehen könnten – zum Beispiel uns selbst.

Der Friseur hält uns einen Spiegel an den Hinterkopf, damit wir im Spiegel vor uns sehen können, ob wir mit der Haarlänge einverstanden sind.

Spiegel an schlecht einsehbaren Straßeneinmündungen können verhindern, dass es dort zu gefährlichen Situationen kommt.

Rückspiegel in Autos zeigen uns den nachfolgenden Verkehr. LKW-Fahrer können mithilfe der Spiegel rückwärts an eine Laderampe fahren.

Doch manchmal ist das Spiegeln von Licht auch gefährlich. Nach einem Regen spiegelt die nasse Straße das Licht und die Autofahrer werden geblendet.

So sinnvoll ein Rückspiegel auch ist: Nachts kann er dazu führen, dass man vom Licht des nachfolgenden Verkehrs stark geblendet wird.

Spiegel zeigen immer nur Ausschnitte der gesamten Situation. So können andere Verkehrsteilnehmer etwa



beim Spurwechsel dennoch leicht übersehen werden. Den Bereich, der für einen Autofahrer trotz Spiegel nicht sichtbar ist, nennt man „toten Winkel“.

Nicht gefährlich, aber zumindest lästig und ärgerlich ist es, wenn man vor einer spiegelnden Schaufensterscheibe steht. Das Spiegelbild eines schräg gegenüber stehenden Hauses kann dann verhindern, dass man die Auslagen richtig erkennen kann.





**Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer**

**1** Nenne drei natürliche und drei künstliche Lichtquellen.

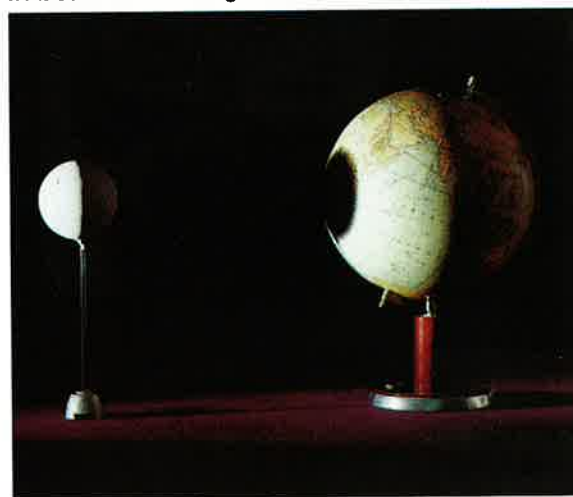
**2** Michael behauptet: „Der Mond ist wie die Sonne eine natürliche Lichtquelle.“ Nimm Stellung zu dieser Aussage.

**3** Licht selbst ist unsichtbar. Wie kann man dennoch erkennen, ob eine Taschenlampe in einem dunklen Raum an ist oder nicht?

**4** Erkläre, wie es auf der Erde zu Tag und Nacht kommt.

**5** a) Die Abbildung zeigt eine Sonnenfinsternis im Modell. Wie kommt es zu dieser Situation?

b) Warum ist eine echte Sonnenfinsternis nur in bestimmten Gegenden zu sehen?



**6** Bei einem Schattentheater sieht man nur die Schatten von Figuren auf einer Leinwand. Was braucht man für ein Schattentheater und wie baut man alles auf?

**7** Licht trifft auf einen Körper. Was passiert, wenn es ein schwarzer, ein grauer oder ein weißer Körper ist?

**8** Man sagt, helle Kleidung schützt im Straßenverkehr. Erkläre das etwas näher.

**9** Hier siehst du ein Bild von einem Schwarzen Theater. Weshalb sieht man so wenig vom Körper des Schauspielers?



**10** Wo und in welcher Farbe müssen Reflektoren an deinem Fahrrad angebracht sein?

**11** Schau dir die Aufschrift auf diesem Krankenwagen an. Weshalb ist sie wohl in Spiegelschrift geschrieben?

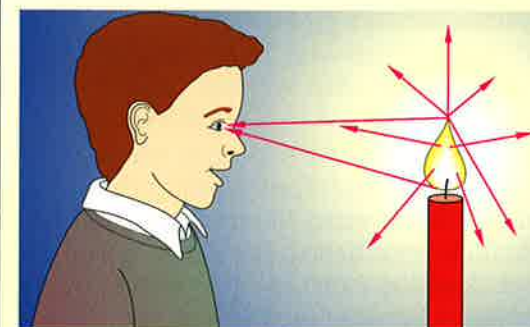


**12** Weshalb ist es gar nicht so einfach, die Flamingos auf dem Foto zu zählen?

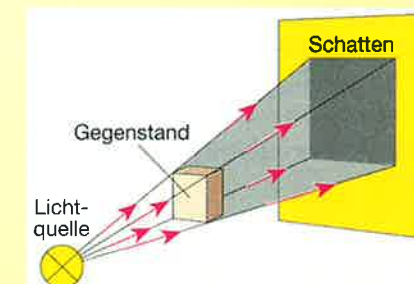


**Auf einen Blick**

- Natürliche und künstliche Lichtquellen senden Lichtstrahlen aus.
- Wir sehen, indem wir Lichtstrahlen mit unseren Augen wahrnehmen.

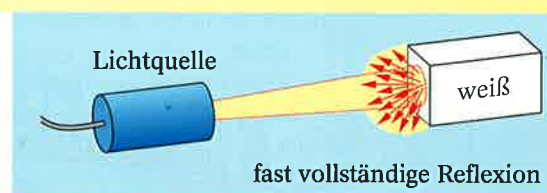
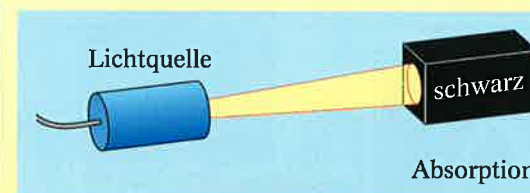


- Licht selbst ist unsichtbar. Es breitet sich von der Lichtquelle geradlinig nach allen Seiten aus.



- Jeder lichtundurchlässige Körper erzeugt hinter sich einen Schatten.

- Dunkle Körper absorbieren (verschlucken), helle Körper reflektieren Licht besonders gut.



- Spiegel reflektieren das Licht besonders gut und in eine bestimmte Richtung.



- Reflektoren dienen der Sicherheit im Straßenverkehr. Sie werfen das Licht in Richtung der Lichtquelle zurück.



## 2. Das menschliche Auge

- 1 Stelle dir vor, du kannst nicht sehen. Schreibe auf, was du nicht mehr tun könntest oder was dir Schwierigkeiten machen würde. Die Abbildung unten hilft dir dabei.
- 2 Schließe die Augen und schreibe deinen Namen auf ein Blatt Papier. Betrachte das Ergebnis und berichte.
- 3 Lass dir die Augen verbinden und dich dann im Kreis drehen. Versuche nun vorsichtig ohne weitere Hilfe die Tafel, die Tür, das Pult o. ä. zu finden. Berichte über deine Gefühle und Probleme.

Vor Corinnas Augen ist es immer Nacht. Es ist so, als ob man die Augen fest verbindet und noch eine dicke Wollmütze darüberzieht. Versetze dich in Corinnas Lage. Du könntest zum Beispiel keinen Spielfilm anschauen, es wäre dir unmöglich zu lesen und kein Lächeln würde dich erfreuen. Ins Kino gehen, zeichnen und schreiben bereiten große Schwierigkeiten. Farben und Formen von Gegenständen, Landschaften und Städten würdest du nur aus Erzählungen kennen.

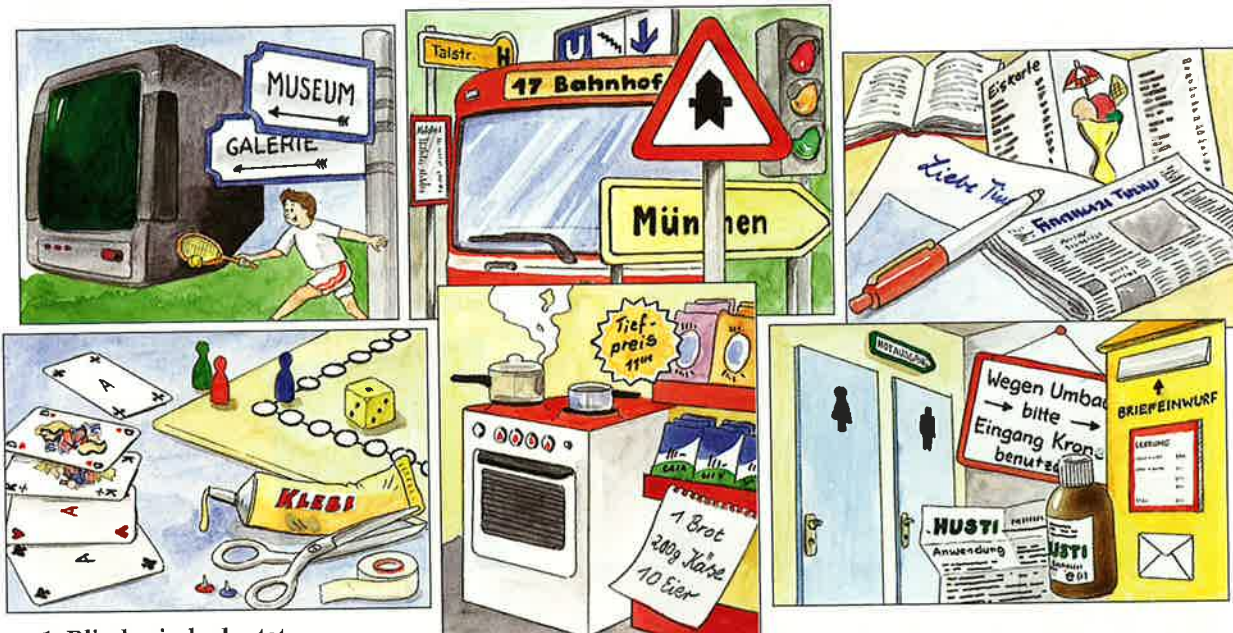
Erst mit unseren Augen können wir Bewegungen, Vorgänge und Farben wahrnehmen. Du hast jetzt sicher einen Eindruck davon, welche Bedeutung das Sehen für unser Leben hat. Unser Auge ist dabei die Fernsehkamera, die die Eindrücke von außen aufnimmt.

### 2.1 Warum sind unsere Augen wichtig?

Corinna ist 9 Jahre alt. Sie sitzt in ihrem Klassenzimmer und schreibt auf einer Schreibmaschine. Zuweilen unterbricht sie ihre Arbeit und ihre Finger gleiten tastend über das Papier, auf dem lauter kleine, erhabene Punkte stehen. Corinna sagt zu ihrer Lehrerin: „Warten Sie mal, wo bin ich denn, ich muss erst gucken.“ Aber Corinna „guckt“ nicht, denn sie ist blind.

**Merke:**

- Unsere Augen nehmen zahlreiche Informationen aus der Umwelt auf.
- Die Augen spielen bei der Orientierung in unserer Umwelt die wichtigste Rolle.



1 Blind sein bedeutet ...

## Als Blinde unterwegs – ein Hindernislauf



2 Baustellen und ...

Frau H. ist blind. Jedes Mal, wenn sie aus dem Haus geht, muss sie einen „Hindernislauf“ durch den Verkehr absolvieren.

„Wenn man blind ist, müssen die anderen Sinne ständig zu 100% funktionieren. Fehler kann man sich nicht leisten.“ Frau H.s „Augen“ sind ihr Blindenhund und ihr Taststock. Ohne diese Hilfen hätte sie keine Chance, rote Ampeln, anführende Autos, rasche Situationswechsel oder fast unhörbare Radfahrer sicher zu erkennen.

Besondere Aufmerksamkeit erfordern Großbaustellen, deren Bauzäune und Absperrungen sich unter Umständen täglich ändern. Solche und ähnliche Situationen sind für Blinde alltägliche Gefahren, mit denen sie erst umzugehen lernen müssen.



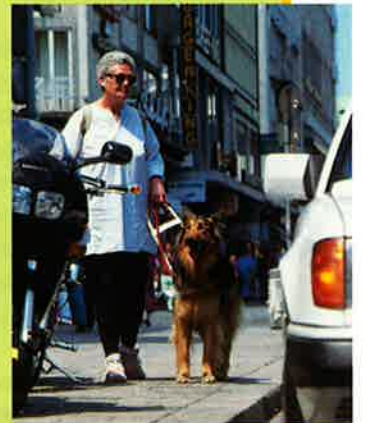
3 ... Bahnhöfe sind ein Problem

Eines der größten Probleme bleibt aber immer, „dass ich zwar das unmittelbare Umfeld vor und neben mir beurteilen kann, nicht aber weiß, was zehn Meter weiter auf mich zukommt“.

Wenn man weiß, dass wir Menschen 80% unserer Informationen über die Augen aufnehmen, so kann man sich vorstellen, dass viel Mut und Disziplin dazugehört, wenn man z. B. nach einem Unfall sein Augenlicht verloren hat und sein Leben umgestalten muss. „Aber es lohnt sich und jeder kann es schaffen, unabhängig vom Alter die verbleibenden Sinne zu schärfen – mit den Fingerspitzen, den Ohren, der Nase und der Haut zu sehen.“



4 Beschriftung in Blindenschrift



5 Ein Blindenhund ist eine große Hilfe

### So kann man als Sehender einem Blinden helfen:

- Erst fragen, ob Hilfe nötig ist.
- Beim Helfen den Arm anbieten, nicht zu packen und schieben.
- An Verkehrsampeln sagen, wenn es grün ist. Wenn ein Polizist den Verkehr regelt, die Situation erklären und Hilfe anbieten. Sagen, welcher Bus, welche Straßenbahn oder S-Bahn gerade kommt.
- Radfahrer auf Wegen sollten sich durch Klingelzeichen bemerkbar machen.

- Ist ein Blinder mit einem Führhund unterwegs, sollte man folgende Regeln beachten:
  - Den Hund nicht streicheln oder sonstwie von seiner Aufgabe ablenken.
  - Blinde mit Hund nie auf eine Rolltreppe schicken. Der Hund könnte sich die Pfoten verletzen.
  - Man sollte ausweichen, wenn ein Blinder mit Hund kommt. Es erleichtert dem Hund, seinen Weg zu finden.





1 Die Augen des Menschen – etwas näher betrachtet

- 1 Schau dir die Augen deines Banknachbarn genau an. Welche Teile kannst du erkennen?
- 2 Nimm in die linke Hand einen Kugelschreiber (Mine eingefahren) und in die rechte Hand einen gespitzten Bleistift. Strecke nun deine Arme aus und versuche mit der Spitze des Bleistifts die Öffnung des Kugelschreibers zu treffen. Versuche es zuerst mit beiden Augen, dann abwechselnd mit geschlossenem linken bzw. rechten Auge. Was fällt dir auf?
- 3 Bitte deinen Banknachbarn, die Augen etwa zehn Sekunden zu schließen. Wenn er sie dann öffnet, achte genau auf die Pupille und die Regenbogenhaut. Was kannst du feststellen?
- 4 Halte die Abbildung mit ausgestreckten Armen vor deine Augen. Schließe nun das linke Auge und betrachte mit dem rechten ganz konzentriert den Kreis. Führe nun langsam das Buch auf dein Auge zu. Beschreibe, was du dabei feststellst.



## 2.2 So ist unser Auge aufgebaut

Unsere Augen haben, wenn wir erwachsen sind, ungefähr die Größe eines Tischtennisballs. Sie liegen geschützt in den Augenhöhlen des Schädels, so dass nur der vordere Teil sichtbar bleibt. Drei Muskelpaare können den Augapfel in jede beliebige Blickrichtung bewegen.

Wenn von einem Gegenstand Licht ausgesandt wird und unsere Augen erreicht, so trifft es auf die durchsichtige **Hornhaut**, die seitlich in die weiße, sehr kräftige **Lederhaut** übergeht. Diese bildet die äußere Umhüllung des Augapfels und ist lichtundurchlässig.

Nach der Hornhaut erreicht das Licht die *vordere Augenkammer*, die mit *Kammerwasser* gefüllt ist. Danach passiert es die **Pupille**. Je nach Lichtstärke weitet oder verengt sie sich. Dieses Sehloch wird von der farbigen **Regenbogenhaut (Iris)** umgeben. An die Iris schließt sich die dunkle *Aderhaut* an, die den Augapfel als zweite Schicht auskleidet. Ihre zahlreichen Blutgefäße versorgen das Auge mit den nötigen Stoffen.

Nach der Pupille erreicht das Licht die *hintere Augenkammer*. Hier befindet sich die durchsichtige, elastische **Augenlinse**, die über dünne Bänder mit einem Ringmuskel verbunden ist. Das Augeninnere, der *Glaskörper*, ist eine galertartige, klare, flüssige Masse.

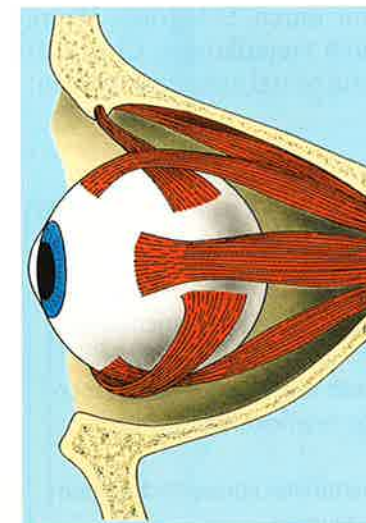
Durch Linse und Glaskörper gelangt das Licht nun auf die lichtempfindliche **Netzhaut**. Diese „übersetzt“ die Lichtinformationen und gibt sie an die *Nervenzellen* weiter.

Diese vereinigen sich zum **Sehnerv**, der die Lichtreize zum Gehirn weiterleitet. In der Mitte der Netzhaut, gegenüber der Pupille, liegt der *gelbe Fleck*. Hier ist die Sehschärfe am größten. Die Stelle, an der der Sehnerv das Augeninnere verlässt, heißt *blinder Fleck*. An dieser Stelle können wir nichts wahrnehmen.

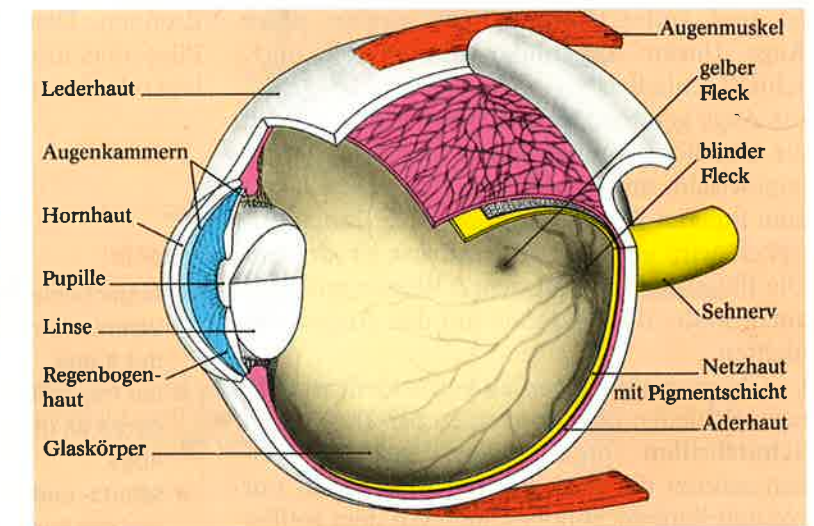
Obwohl man mit *einem* Auge gut sehen kann, könnten wir doch nah und fern nur schlecht unterscheiden. Da unsere Augen einige Zentimeter auseinander liegen, sind die beiden Bilder nicht ganz gleich. Im Gehirn aber „verschmelzen“ die flächigen Bilder zu einem räumlichen Bild und ermöglichen so das **räumliche Sehen**.

**Merke:**

- Von außen kann man am Auge folgende Teile erkennen: weiße Lederhaut, durchsichtige Hornhaut, farbige Regenbogenhaut (Iris), die Pupille, Augenbraue, Lid und Tränendrüse.
- Der Augapfel besteht aus den Schichten: Lederhaut, Aderhaut und Netzhaut.
- Die Lichtreize werden über Nervenzellen an das Gehirn weitergeleitet.



2 Augenmuskeln

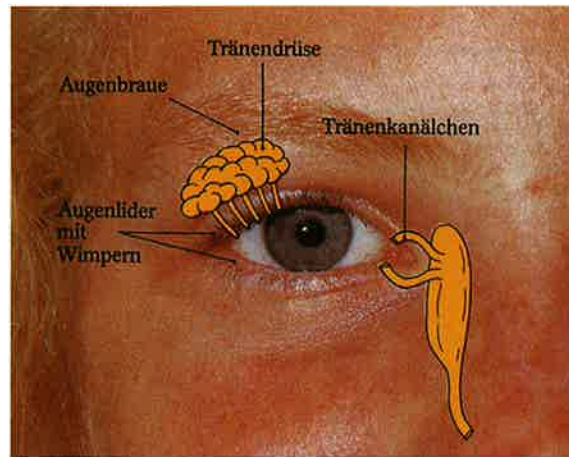


3 Aufbau des menschlichen Auges

**Rote Augen**

Hast du schon einmal Fotos gesehen, auf denen die Personen rote Augen hatten? Solche Bilder entstehen bei Blitzaufnahmen, wenn die betreffende Person genau in das Blitzlicht schaut. Dieses Problem tritt vor allem dann auf, wenn sich der Blitz relativ nahe am Objektiv der Kamera befindet. Dann wird nämlich das Licht der Blitzlampe an der roten Aderhaut des Auges reflektiert – und das Auge bekommt diese unschöne rote Farbe. Ohnehin vermeiden sollte man, dass starkes Blitzlicht aus kurzer Entfernung direkt auf das Auge trifft. Das Auge kann dadurch ernsthaft geschädigt werden.





1 Natürliche Schutzeinrichtungen des Auges

### 2.3 Gefährdungen und Schutz unserer Augen

„Das wäre beinahe ins Auge gegangen.“ Diese Redensart verdeutlicht, wie wichtig dieses empfindliche Sinnesorgan für uns ist.

Natürliche Schutzeinrichtungen verhindern jedoch, dass jede Einwirkung von außen gefährlich wird. Unsere Augen liegen tief in den **Augenhöhlen** des Schädels. Sie sind somit vor unbeabsichtigten Berührungen, Schlägen und Druck geschützt. Die **Augenbrauen** leiten Schweiß an den Augen vorbei. Sand- und Staubkörnchen werden von den **Wimpern** ferngehalten. Auf zu grelles Licht, aber auch Splitter und andere Fremdkörper reagiert unser Auge. Unsere **Augenlider** können sich blitzschnell schließen.

Ins Auge geratene Fremdkörper werden durch die Oberlider von der Augenoberfläche heruntergewischt und durch die **Tränenflüssigkeit** zum inneren Augenwinkel gespült. Tränenflüssigkeit wird von der **Tränenrinne** produziert. Die Flüssigkeit enthält neben Wasser und Salz auch Stoffe, die Bakterien auf den Augen vernichten.

Um Augenverletzungen zu vermeiden, ist z. B. beim Schleifen oder Schneiden das Tragen von **Schutzbrillen** vorgeschrieben. Beim Schweißen schützt die stark getönte Brille nicht nur vor den Funken, sondern auch vor dem grellen Licht der Schweißlampe.



2 So schützt man seine Augen

Trotz aller natürlichen Schutzeinrichtungen sind unsere Augen auf viele Weise gefährdet. Bereits ein zurückschnellender Zurrumm am Gepäckträger eines Fahrrads kann schwere Verletzungen verursachen.

Bei starkem Sonnenlicht, besonders auf Schneeflächen und am Wasser, sollte man eine **Sonnenbrille** tragen. Sie schützt vor Netzhautschäden.

Bereits kleinste Spritzer von Haushaltsreinigern, Säuren oder Laugen können Verätzungen verursachen.

Oft rufen **Entzündungen** Beschwerden an den Augen hervor. Sie sind dann stark gerötet und man verspürt ein unangenehmes Jucken und Brennen. Dies kann durch Bakterien, Viren, Pilze, aber auch durch Fremdkörper, Chemikalien oder kosmetische Mittel ausgelöst werden.

#### Merke:

- Augenhöhle, Augenbrauen, Augenlider und Wimpern sind natürliche Schutzeinrichtungen des Auges.
- Die Tränenflüssigkeit feuchtet die Augenoberfläche an und spült Fremdkörper aus dem Auge.
- Schutz- und Sonnenbrillen können Schädigungen des Auges verhindern.

### 2.4 Unsere Augen erzeugen Bilder

Wenn wir einen dunklen Raum betreten und das Licht einschalten, können wir die Dinge um uns herum erkennen. Da die Lampe unsere Lichtquelle ist, erscheint sie uns am hellsten. Alle anderen Gegenstände **reflektieren** einen Teil des Lichtes. Dabei erscheinen sie umso heller, je mehr Licht er zurückstrahlt.

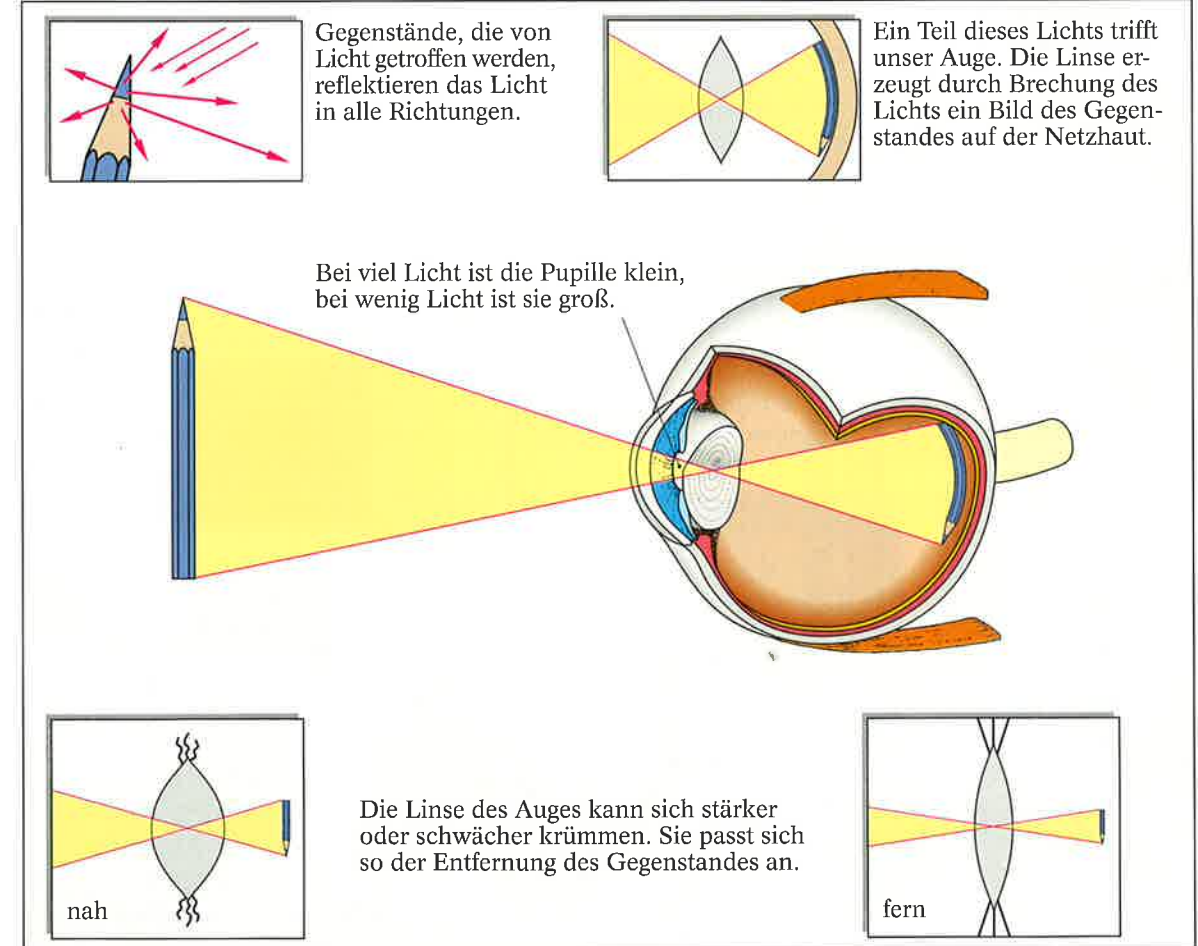
Wie aber entsteht nun ein **Bild** von allen Dingen in unseren Augen?

Lichtstrahlen, die von Gegenständen reflektiert werden, gelangen über die **Linse** in unsere Augen. Die **Lichtmenge** wird dabei zusätzlich von der **Pupille** reguliert. Die geradlinig einfallenden Lichtstrahlen werden in der Linse **gebogen**, kreuzen sich auf ihrem Weg durch das Augennere und erzeugen dann ein **umge-**

kehrtes, **verkleinertes** und **seitenverkehrtes** Bild auf der **Netzhaut**. Trotzdem haben wir den Eindruck, alles normal groß, aufrecht und richtig herum zu sehen. Diese **Umkehrung** erfolgt im Gehirn und wird durch unsere Erfahrung unterstützt.

#### Merke:

- Zum Sehen brauchen wir Licht.
- Das Auge erzeugt ein verkleinertes, umgekehrtes und seitenverkehrtes Bild der Gegenstände.
- Das Gehirn kehrt diese Abbildung wieder um, so dass wir ein aufrechtes, seitenrichtiges Bild wahrnehmen.



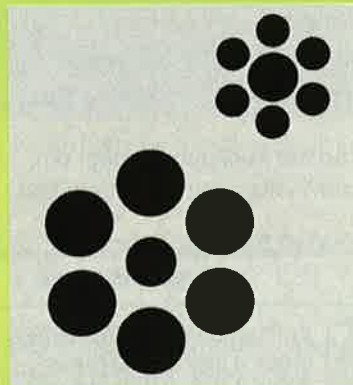
1 So entstehen Bilder in unserem Auge



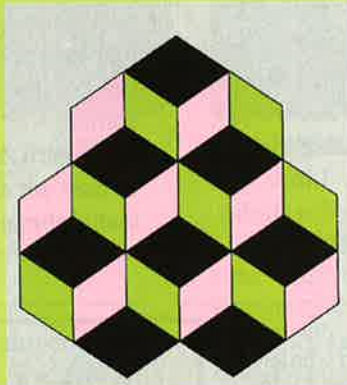
**Optische Täuschungen**

Alles, was wir sehen, verarbeitet das Gehirn. Mit zunehmendem Alter werden deshalb immer mehr Muster gespeichert. Neue Bilder, die das Auge liefert, werden im Gehirn mit bestehenden Mustern verglichen. Augen und Gehirn arbeiten also zusammen. Dieser Vor-

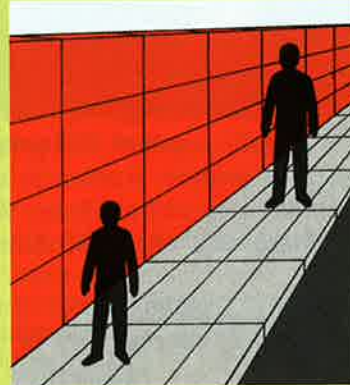
gang erfolgt unbewusst. Wenn das Auge jedoch Eindrücke vermittelt, die den gespeicherten Erfahrungen widersprechen oder ein falscher Schluss gezogen wird, kommt es zu einer **optischen Täuschung**.



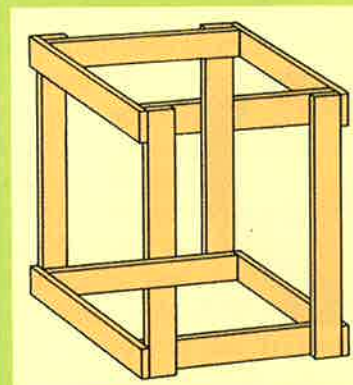
**2 Täuschung durch Größenvergleich.** Kleine Gegenstände wirken neben großen besonders klein und umgekehrt. Vergleiche einmal die mittleren Kreise!



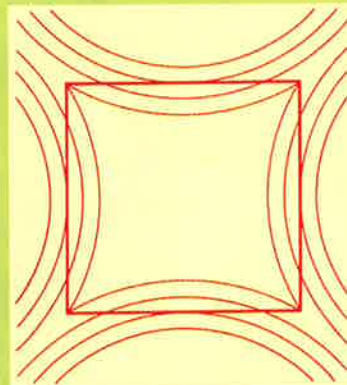
**3 Umspringbild.** Wie viele Würfel sind es – 6 oder 7? Unser Gehirn kann sich nicht eindeutig entscheiden. Es gibt zwei Möglichkeiten. So entstehen Umspringbilder.



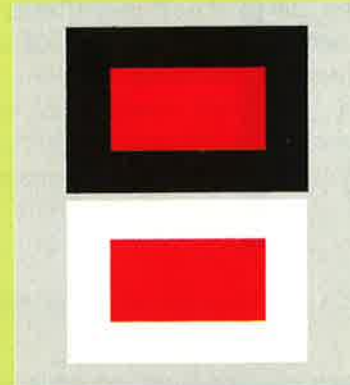
**4 Perspektivische Täuschung.** Obwohl die beiden Personen gleich groß sind, sieht die hintere größer aus als die davor. Hier erzeugen die perspektivischen Linien den Irrtum.



**5 Inhaltliche Täuschung.** Auf den ersten Blick erkennt man eine Kiste. Betrachtet man aber die Abbildung genauer, erkennt man, dass es diese Konstruktion gar nicht geben kann.



**6 Täuschung durch die Umgebung.** Das Gehirn kann das Quadrat nicht von der Umgebung trennen, es wird mit den gebogenen Linien gleichzeitig aufgefasst. Deshalb erscheint das Quadrat verzogen.



**7 Täuschung durch Umgebungsfarben.** Die Wirkung einer Farbe hängt auch von ihrer Umgebung ab. Eine helle Umgebung lässt Farben dunkler erscheinen und umgekehrt. Prüfe durch Abdecken nach!



1 Das Paddel im Wasser scheint geknickt

von Luft in Wasser zum Lot hin gebrochen wird. Verlässt der Lichtstrahl das Wasser wieder, wird er vom Lot weg gebrochen. So kommt es dann zu dem Knick im Paddel: Das Licht, das zum Beispiel von der Paddelspitze reflektiert wird, wird an der Wasseroberfläche vom Lot weg gebrochen. Unser Gehirn „weiß“ von dieser Brechung aber nichts und verlängert den Lichtstrahl geradlinig weiter. Dadurch erscheint uns der Gegenstand im Wasser angehoben – eben geknickt.

Licht geht auch durch Glas. Auch hier kommt es bei den Übergängen des Lichts zur Brechung. Das Licht wird beim Übergang von Luft zu Glas zum Lot hin gebrochen; beim Übergang von Glas zu Luft wird es vom Lot weg gebrochen.

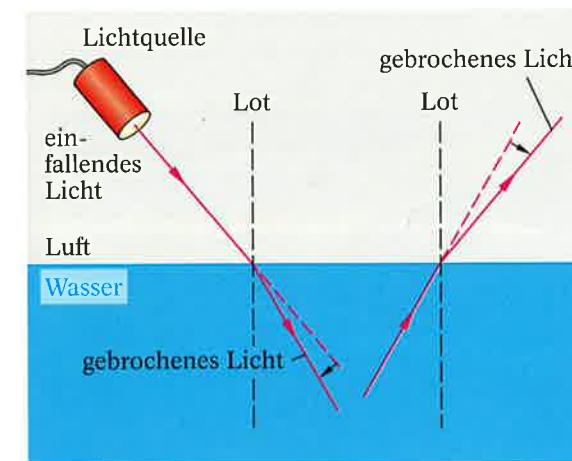
**2.5 Geknickte Paddel und andere Phänomene**

Ist das Paddel auf Abbildung 1 tatsächlich geknickt? Natürlich nicht, unser Gehirn spielt uns da einen kleinen Streich. In Luft, Wasser, Glas und anderen durchsichtigen Stoffen breitet sich Licht immer geradlinig aus. Wenn es aber von einem Stoff in einen anderen übergeht, wird es meist von seiner Richtung abgelenkt. Es wird *gebrochen*. Brechung tritt immer auf, wenn das Licht schräg auftrifft. Wenn ein Lichtstrahl in Wasser eintaucht, kann man feststellen, dass das Licht beim Übergang

**Merke:**

- Beim Übergang von Luft in Wasser oder Glas werden Lichtstrahlen zum Lot hin gebrochen.
- Beim Übergang von Wasser oder Glas in Luft werden sie vom Lot weg gebrochen.

1 Fülle ein Glas mit Wasser und halte einen Bleistift schräg hinein. Beobachte genau und berichte.



2 Brechung von Licht



2 Lege eine Münze in eine leere Tasse. Setze dich dann so hin, dass du die Münze über den Rand der Tasse gerade nicht mehr sehen kannst. Verändere deine Position nicht mehr und bitte einen Mitschüler, Wasser in die Tasse zu füllen. Es geschieht etwas Unerwartetes.



## Übung

### Lichtbrechung

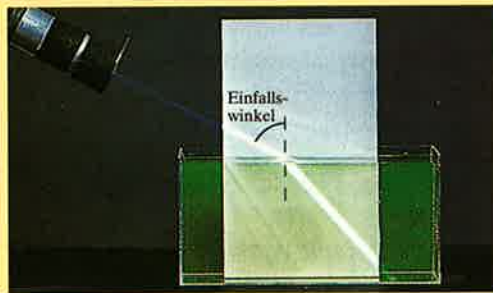
#### V1. Licht taucht in Wasser ein

**Material:** Starke optische Lampe; Stativmaterial; Schlitzblende; Glasschale mit Wasser; etwas Eosin zum Anfärben; weißer Schirm; wasserfester Filzstift.

**Durchführung:** Lasse einen Lichtstrahl in mit Eosin gefärbtes Wasser eintauchen. Verfolge den Weg des Lichts auf dem weißen Schirm (ins Wasser einsetzen). Markiere den Übergangspunkt von Luft in Wasser, die Wasseroberfläche und den Verlauf des Lichtstrahls außerhalb und innerhalb des Wassers. Zeichne auch das Lot (Senkrechte zur Wasseroberfläche) an der Übergangsstelle ein.

**Aufgaben:** a) Beschreibe, was mit dem Lichtstrahl geschieht, wenn er die Wasseroberfläche durchdringt.

b) Beobachte auch, was bei verschiedenen Einfallswinkeln geschieht.

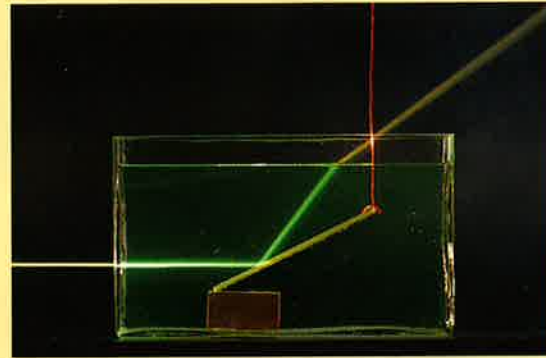


#### V2. Licht tritt aus dem Wasser aus

**Material:** Wie bei V1; zusätzlich: Taschenspiegel mit Faden.

**Durchführung:** Lege jetzt einen Spiegel auf den Trogboden und lasse den Lichtstrahl senkrecht durch die Seitenwand in das Wasser eindringen. Hebe dann den Spiegel mit dem Faden so an, dass der Lichtstrahl an die Wasseroberfläche reflektiert wird. Das Lichtbündel trifft nun auf die Wasseroberfläche und tritt aus dem Wasser aus.

**Aufgabe:** Beobachte genau, wie sich der Lichtstrahl jetzt verhält.

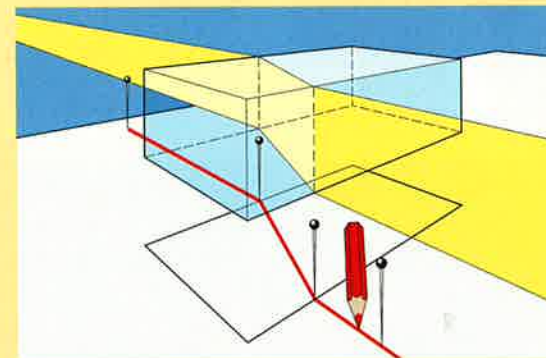


#### V3. Licht geht durch Glas

**Material:** Starke optische Lampe; Stativmaterial; Glasquader; Korkplatte; weißes Blatt Papier; mehrere Stecknadeln; Bleistift; Geodreieck.

**Durchführung:** Richte einen Lichtstrahl schräg auf einen Glasquader, der auf einer Korkunterlage und weißem Papier liegt. Zeichne zunächst die Lage des Quaders mit Bleistift nach und markiere dann mit Stecknadeln den Verlauf des Lichtstrahls. Vergiss nicht, auch an die Ein- und Austrittsstelle eine Nadel zu stecken. Zeichne dann den Strahlenverlauf mit Bleistift nach. Markiere auch die beiden Einfallslote, indem du an den Punkten, wo der Strahl ein- bzw. austritt, eine Senkrechte auf die nachgezeichnete Umrandung des Glasquaders zeichnest.

**Aufgabe:** Führe den Versuch durch und beschreibe, was du feststellst.



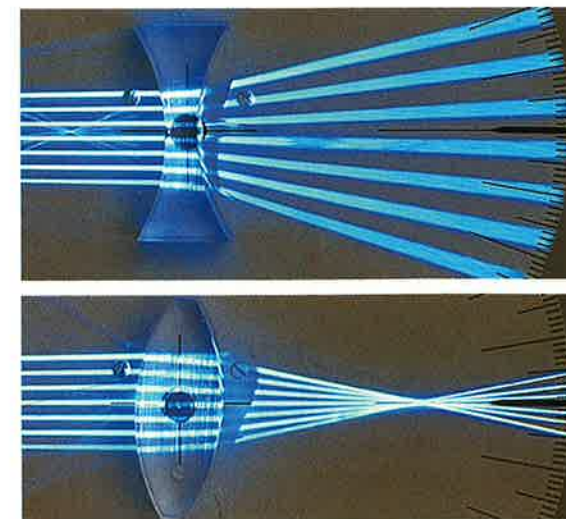
1 Eine Lupe als Brennglas

#### 2.6 Lichtspiele mit Linsen

Auf dem Bild (Abb. 1) siehst du ein Mädchen, das versucht, mithilfe einer Lupe ein Loch in eine Zeitung zu brennen. Ist das möglich?

Wenn man mit einer Linse auf einem Blatt Papier einen Lichtpunkt erzeugen möchte, gelingt das nur mit Linsen, die in der Mitte dicker sind als am Rand, so genannten **Sammellinsen**. Der Lichtpunkt ist klein und sehr heiß. Vorsicht, man kann sich dabei verbrennen oder leicht entzündliche Stoffe in Brand setzen!

Mit Linsen, die in der Mitte dünner sind, kann man kein Feuer machen. Es wird nicht einmal heiß. Offensichtlich zerstreuen diese Linsen das Licht. Man nennt sie daher **Zerstreuungslinsen**.

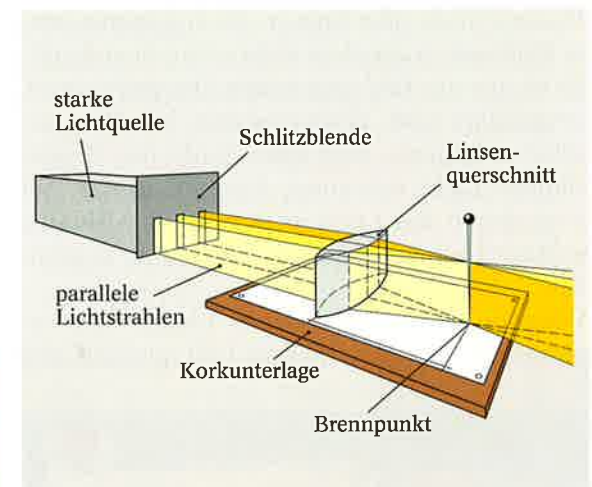


2 Verschiedene Linsenformen

Bei Sammellinsen werden die Lichtstrahlen nach innen gebrochen. Der Punkt, wo sie sich kreuzen, heißt **Brennpunkt**, weil es an diesem Punkt heiß wird. Er liegt umso näher an der Linse, je dicker sie ist. Den Abstand von der Linsenmitte bezeichnet man als **Brennweite**. Bei der Zerstreuungslinse dagegen lässt sich kein Brennpunkt feststellen, weil die Lichtstrahlen nach außen gebrochen werden.

#### Merke:

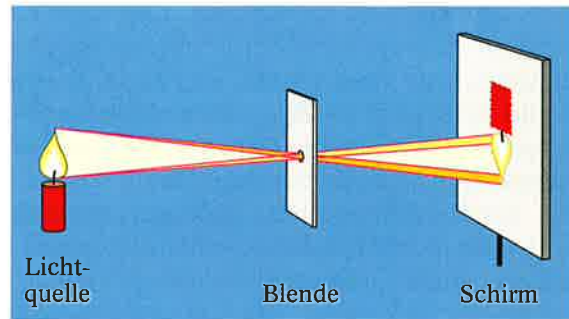
- Sammellinsen sind in der Mitte dicker als am Rand.
- Zerstreuungslinsen sind in der Mitte dünner.
- Sammellinsen verengen parallele Lichtbündel, Zerstreuungslinsen weiten sie auf.
- Sammellinsen vereinigen paralleles Licht in ihrem Brennpunkt.



1 Erzeuge mit einer starken Experimentierleuchte und einem Dreifachspalt parallele Lichtstrahlen. Lege dir eine Korkunterlage und ein Blatt Papier zurecht. Lass die Lichtstrahlen als Streiflicht darauf fallen. Lege nun verschieden dicke Sammellinsen in die Lichtstrahlen.

- a) Zeichne jeweils den Linsenquerschnitt und den Verlauf der Lichtstrahlen nach.
- b) Welchen Zusammenhang gibt es zwischen Linsendicke und Brennweite?



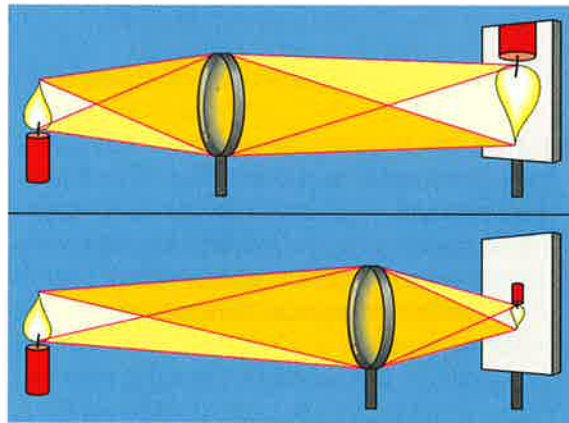


1 Hinter einer Lochblende entsteht ein Bild

2.7 Blenden und Linsen erzeugen Bilder

Stellt man eine brennende Kerze vor einen schwarzen Karton mit einem kleinen Loch, so kann man das Licht hinter dem Karton auf ein weißes Blatt Papier bündeln. Man kann das Bild der Kerzenflamme erkennen, wenn der Abstand stimmt. Bläst man leicht seitlich gegen die Kerzenflamme, so bewegt sich das Bild der Flamme auch, allerdings in die entgegengesetzte Richtung. Außerdem steht es auf dem Kopf. Es ist hier ein Bild entstanden, das *verkleinert*, *umgekehrt* und *seitenverkehrt* ist. Dies geschieht dadurch, dass jeder Punkt des Gegenstandes Licht reflektiert. Ein Teil davon fällt auch durch das Loch im Karton, die **Blende**, und wird auf das Papier als Lichtpunkt abgebildet.

Wenn du den Abstand deiner Blende vom Papier veränderst, so wird dein Bild unscharf und



2 Linsen können verkleinerte und vergrößerte Bilder erzeugen

zum Schluss verschwindet es. Je weiter dein Abstand vom Papier wird, desto größer werden die Lichtbündel. Sie überlagern sich und verschwimmen. Daher kannst du so nur **verkleinerte** Bilder erzeugen.

Wie du weißt, erzeugen auch **Linsen** Bilder. Auch in unserem Auge befindet sich eine Sammellinse. Wir haben schon erkannt, dass Sammellinsen das Licht bündeln, was bei einer Blende allein nicht geschieht.

Hält man eine Sammellinse vor einen Gegenstand, der Licht aussendet, kann man hinter der Linse auf einem Schirm ein *umgekehrtes*, *verkleinertes* und *seitenverkehrtes* Bild auffangen. Wenn du mit deiner Kerze näher an die Linse rückst und den Schirm weiter entfernst, kannst du auch eine **vergrößerte** Abbildung erzeugen, die allerdings noch immer umgekehrt und seitenverkehrt ist. Das Bild ist aber im Vergleich zum Blendenbild erheblich **lichtstärker**, weil die Linse das Licht von allen Gegenstandspunkten vereinigt und auf einen Punkt abbildet. Man erhält also viele, winzige Lichtpunkte, die alle zusammen ein Bild erzeugen.

**Merke:**

- Bilder kann man sowohl mit Blenden als auch mit Linsen erzeugen.
- Blenden und Linsen erzeugen umgekehrte, verkleinerte und seitenverkehrte Bilder.
- Linsen können auch vergrößerte Bilder erzeugen.

1 Erzeuge mit einer Lochblende das Bild einer Kerze auf einem Schirm. Betrachte die Abbildung genau und beschreibe sie.

2 Spanne eine Sammellinse mit ca. 8–10 cm Brennweite in eine Halterung und stelle eine brennende Kerze davor. Stelle hinter die Linse einen Schirm so auf, dass alle Teile in einer Linie stehen. Verschiebe nun Schirm und Kerze so lange, bis du ein Bild der Kerze auffangen kannst. Beschreibe genau, was du feststellst. Wie sieht das Linsenbild aus?

Optische Geräte

2.8 Sehfehler und ihre Korrektur

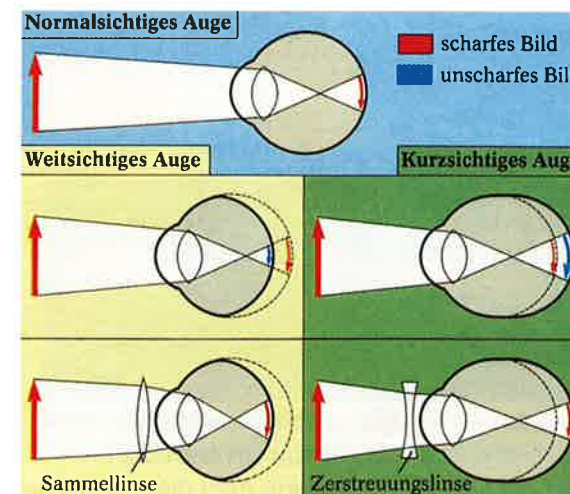
Beim gesunden Auge werden die Lichtstrahlen so gebrochen, dass genau auf der Netzhaut ein scharfes Bild entsteht. Aufgrund verschiedener Formen von Fehlsichtigkeit ist das aber oft nicht der Fall.

Ein häufiger Sehfehler ist die **Kurzsichtigkeit**. Gegenstände in der Ferne werden nur verschwommen erkannt. Ursache ist ein zu langer Augapfel oder eine zu stark gewölbte Linse. Ein scharfes Bild entsteht nur vor der Netzhaut. Eine Brille mit **Zerstreuungslinse** verlegt das scharfe Bild auf die Netzhaut zurück.

Muss man ein Buch weit von sich halten, um lesen zu können, liegt **Weitsichtigkeit** vor. Ursache ist ein verkürzter Augapfel oder eine zu schwach gewölbte Linse. Das ist zwar günstig für die Fernsicht; bei Nahsicht kann aber trotz einer sich stark wölbenden Linse kein scharfes Bild auf der Netzhaut entstehen. Eine Sehhilfe mit **Sammellinse** verlegt das Bild nach vorn und damit auf die Netzhaut.

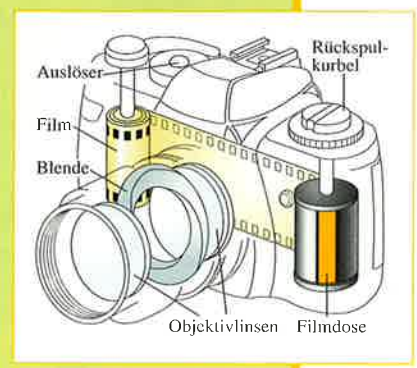
**Merke:**

- Bei Sehfehlern entstehen unscharfe Bilder auf der Netzhaut.
- Bei Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit helfen Brillen oder Kontaktlinsen mit der entsprechenden Linsenform.



1 Sehfehler und ihre Korrektur

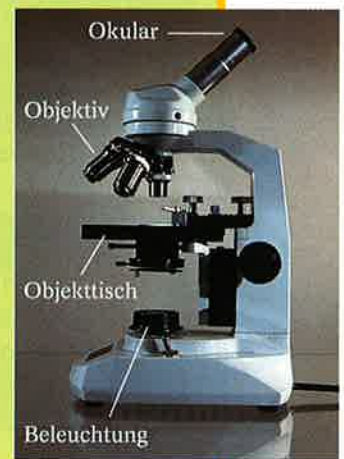
**Fotoapparat:** Um Bilder auf einem Film festhalten zu können, verwendet man einen Fotoapparat. Dies ist eine lichtdichte Box, in die ein Objektiv eingebaut ist, das aus verschiedenen



Linsen zusammengesetzt ist. Um die Lichtmenge zu regulieren, die auf den Film auftrifft, befindet sich dahinter ein Verschluss, der sich nur öffnet, wenn man den Auslöser betätigt. Dabei wird die Lichtmenge über die Öffnungsdauer und die Blende begrenzt. Beide kann man verändern.

Das Objektiv erzeugt das Bild des Gegenstandes, den man fotografieren möchte. Wenn man die Entfernung einstellt, verändert man den Abstand zwischen Objektiv und Film. Spiegelreflexkameras zeigen das Bild auf einer Mattscheibe an, so dass man vor dem Öffnen des Verschlusses das Bild genau kontrollieren kann (Schärfe, Helligkeit, Ausschnitt).

**Mikroskop.** Das Mikroskop besitzt zwei Sammellinsen mit kurzer Brennweite. Die dem Gegenstand zugewandte Linse heißt Objektiv, die dem Auge zugewandte Okular. Das Objektiv erzeugt ein vergrößertes Bild des Gegenstandes. Es wird durch das Okular wie mit einer Lupe betrachtet. Die Gesamtvergrößerung des Mikroskops erhält man, wenn man Objektiv- und Okularvergrößerung multipliziert.





### Die Lupe ist eine Sammellinse



Normalerweise können wir bis zu einem Abstand von 25 cm scharf sehen. Mit einer Lupe können wir diese Nahgrenze für unser Auge überwinden.

Eine Lupe ist nichts anderes als eine Sammellinse mit kleiner Brennweite. Um einen Gegenstand mit einer Lupe zu betrachten, muss diese so gehalten werden, dass er sich in der Entfernung der Brennweite befindet. Die Vergrößerung einer Lupe hängt von der Brennweite ab. Je kleiner die Brennweite, desto stärker die Vergrößerung.

**Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer**

**1** Zähle auf, welche Lebensbereiche betroffen sind, wenn jemand blind ist.

**2** Welche Hilfsmittel verwenden Blinde, um ihre Behinderung erträglicher zu gestalten?

**3** Welche Teile kann man am Auge von außen erkennen?

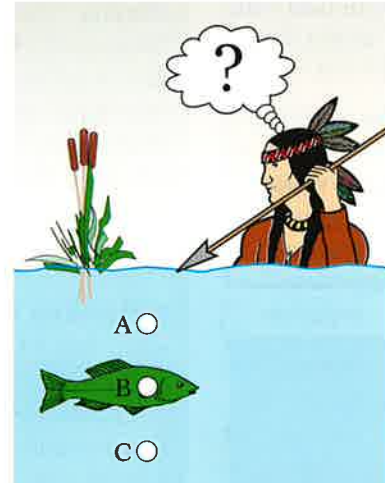
**4** Wie ist ein Auge aufgebaut. Nenne die Teile und ihre Aufgabe.

**5** Unsere Augen sind von Natur aus so angeordnet, dass sie geschützt sind. Welche Schutzeinrichtungen haben sie?

**6** Wie kannst du deine Augen beim Baden am Meer beim Skifahren in den Bergen, beim Schneiden von Holz und beim Fahrradfahren schützen?

**7** Beschreibe, wie das Bild einer brennenden Kerze in deinem Auge entsteht.

**8** Ein Indianer will an einem ruhigen See einen Fisch mit einem Speer erlegen. Er sieht ihn schon vor sich. Wohin muss er seinen Speer stoßen, damit er den Fisch aufspießen kann?

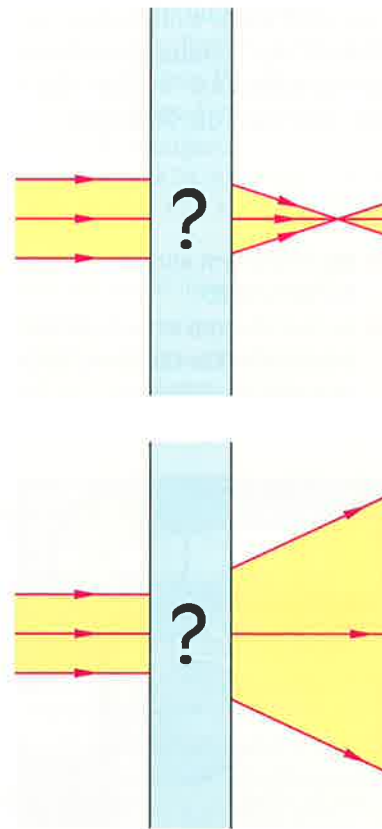


**9** Was geschieht mit einem Lichtstrahl beim Übergang von Luft in Wasser?

**10** Erkläre, wie man Abbildungen mit Licht erzeugen kann.

**11** Erkläre, wie man mit Linsen Bilder erzeugen kann.

**12** Überlege, welche Linsen du einsetzen musst.

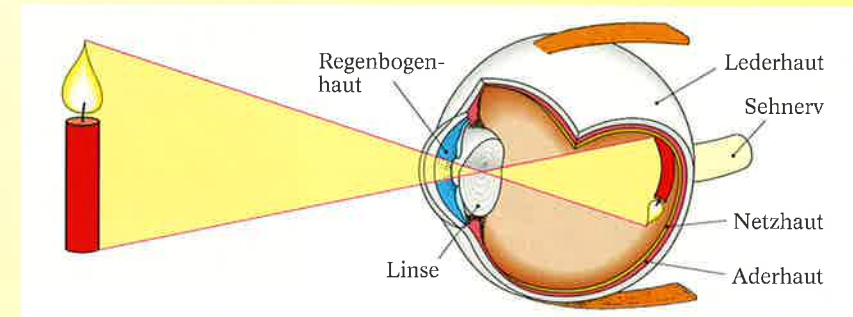


**13** a) Erkläre, was Weit- bzw. Kurzsichtigkeit bedeutet.  
b) Wie kann man diese Sehfehler korrigieren?

### Auf einen Blick

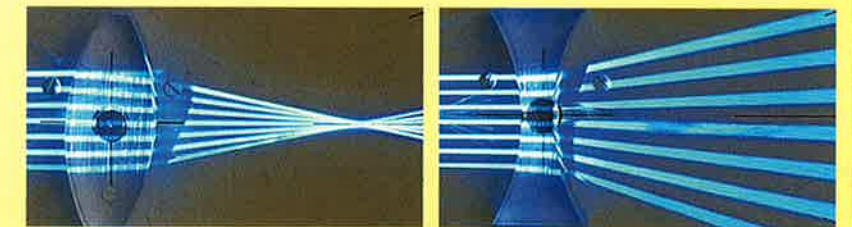
- Die Augen spielen bei der Orientierung in unserer Umwelt die wichtigste Rolle.
- Augenhöhle, Augenbrauen, Augenlider und Wimpern sind natürliche Schutzeinrichtungen des Auges. Schutz- und Sonnenbrillen können Schädigungen des Auges verhindern.

● Das Auge erzeugt auf der Netzhaut ein verkleinertes, umgekehrtes und seitenverkehrtes Bild der Gegenstände.

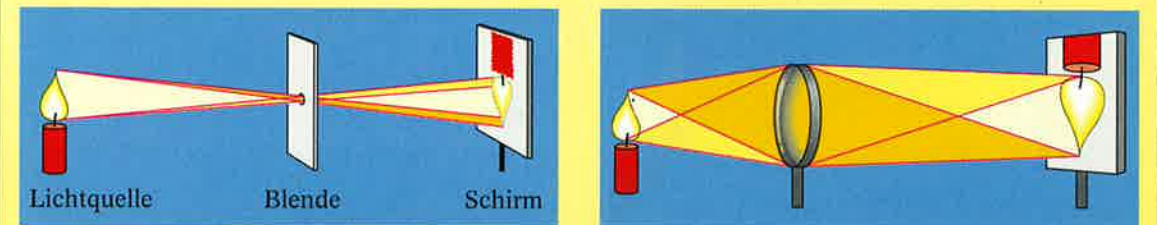


● Brechung: Beim Übergang von Luft in Wasser wird ein Lichtstrahl, der schräg auf die Oberfläche trifft, zum Einfallslot hin gebrochen. Beim Übergang von Wasser in Luft wird er vom Lot weg gebrochen.

● Sammellinsen bündeln paralleles Licht im Brennpunkt. Zerstreuungslinsen fächern paralleles Licht auf.



● Blenden und Linsen erzeugen seitenverkehrte Bilder, die auf dem Kopf stehen.



● Bei Sehfehlern entstehen unscharfe Bilder auf der Netzhaut. Man kann sie durch Brillen oder Kontaktlinsen korrigieren.



### 3. Farben

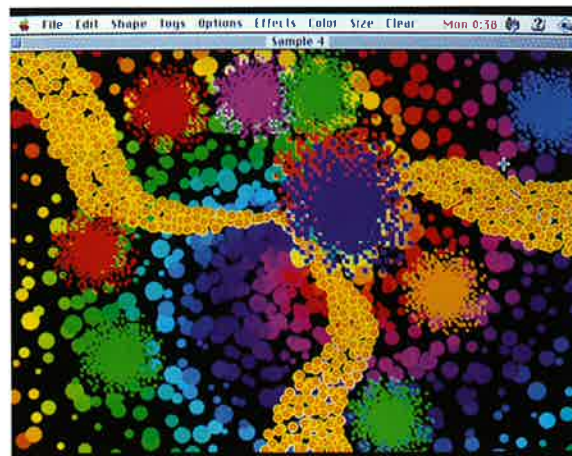
#### 3.1 Farben beeinflussen unser Leben

Mit einem Malprogramm kann man am Computer wie aus dem Malkasten Farben erzeugen und mischen. Ohne Farbe kann man sich Computerbilder, aber auch Zeitschriften, Bücher und Filme gar nicht mehr vorstellen. Auch in fast allen anderen Bereichen beeinflussen Farben unser Leben.

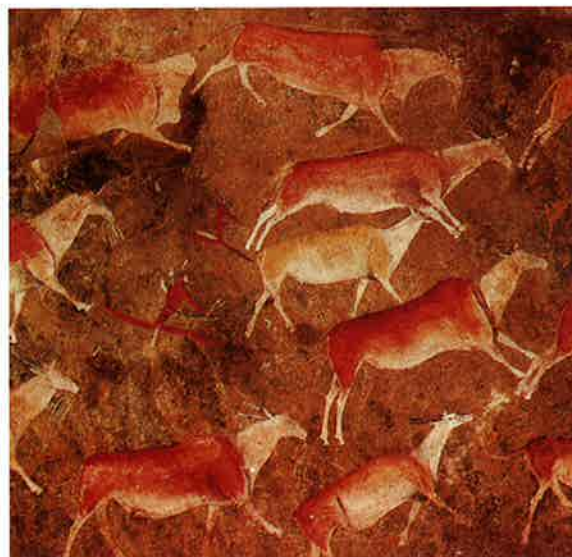
Das fing schon vor über 10 000 Jahren an. Die in Höhlen lebenden Menschen fertigten schon damals mit Erdfarben, die sie mit Öl vermischten, farbige Zeichnungen an den Wänden an. Man kann sie heute noch in Südfrankreich oder Nordspanien besichtigen.



Farben waren lange Zeit sehr wertvoll. So mussten zum Beispiel für ein einziges Gramm des wertvollen Purpurfarbstoffs fast 10 000 Purpurschnecken ihr Leben lassen. Purpur ist der teuerste Farbstoff der Geschichte. Er blieb daher bis ins 12. Jahrhundert den gekrönten Häuptern vorbehalten. Gleiches galt in China: Der gelbe Farbstoff aus der japanischen Gelbbeere war nur für die Mandarin-gewänder der chinesischen Kaiser bestimmt.



1 Farbenvielfalt auf dem Computerbildschirm



2 Höhlenmalerei: 10 000 Jahre alt!

Heute werden unzählige Farben im Chemielabor hergestellt und sie sind bei weitem nicht mehr so teuer.

Viele Farben haben für uns eine **ganz bestimmte Bedeutung**. So werden zum Beispiel Verbote oft mit der Farbe Rot ausgedrückt. Schwarz ist bei uns die Farbe der Trauer. Ganz im Gegenteil zu China, wo Weiß für die Trauer steht.

Mit Farben drücken wir auch unsere **Stimmungen** aus. Bei Geburtstags- und Faschingsfeiern finden wir überwiegend leuchtende, helle Farben. Zu Gedenkfeiern gehen die Menschen mit dunkler, gedeckter Kleidung.

Viele Menschen haben **Lieblingsfarben**, die sie bei allerlei Gegenständen bevorzugen. Dass sich die Vorliebe für Farben immer wieder ändern kann wissen auch die Modeschöpfer. Sie entwickeln für jede Jahreszeit immer wieder neue Farbkombinationen.

#### Merke:

- Farben wurden schon vor über 10 000 Jahren benutzt.
- Viele Farben haben für uns eine Bedeutung: sie geben uns Signale, wir drücken damit Stimmungen aus und wir haben Lieblingsfarben.



3 Farben beeinflussen unser Leben





1 Ein schönes Farbspiel

**1** Stelle eine Kristallvase oder ein geschliffenes Glas in das Sonnenlicht. Beobachte das Licht an den Kristallflächen unter verschiedenen Blickwinkeln. Was fällt dir dabei auf?

**2** Ein Regenbogen zeigt verschiedene Farben. Hast du schon mal die Farbfolge genau beobachtet? Was hat ein Regenbogen mit einem geschliffenen Glas oder einer Kristallvase gemeinsam?



**3** Wir wollen einen Lichtstrahl auf einem Schirm abbilden. Nimm als Lichtquelle eine Glühlampe, die anstelle der sonst üblichen Wendel einen geraden Draht besitzt. Stelle diesen Glühdraht senkrecht.

a) Bilde den Glühdraht mithilfe einer Sammellinse (Brennweite = 10 cm) scharf auf einen Schirm ab.

b) Bringe dicht hinter der Linse einen dreieckigen Glaskörper (Prisma) an und verschiebe den Schirm so, dass das Bild des Glühfadens aufgefangen wird.

c) Bringe hinter dem Prisma wieder eine Sammellinse an.

### 3.2 Kaum zu glauben: In Weiß steckt Farbe!

**Farbenspiele.** Das kennt jeder: Farblose Schmucksteine oder geschliffene Gläser werden in die Sonne gehalten und gedreht. In den Steinen und Gläsern ist dann ein herrliches Farbenspiel zu beobachten.

Wenn im Sommer kurz nach einem Regenschauer die Sonne wieder scheint, kann man einen Regenbogen beobachten. Die Farben sind etwas blass, aber wenn man genau hinsieht, kann man die Farben in der Reihenfolge Rot, Gelb, Grün und Blau erkennen.

Bei all diesen Beobachtungen werden die Farben durch das Sonnenlicht hervorgerufen. Die Physiker bezeichnen das Sonnenlicht auch als *Weißlicht*. Wir vermuten, dass im Weißlicht das farbige Licht enthalten ist.

**In weißem Licht steckt Farbe.** Um diese Vermutung zu überprüfen, führen wir einen Versuch durch. Wir erzeugen mit einer Lampe und einer Linse auf einem einige Meter entfernten Schirm einen leuchtend weißen Strich. Wenn wir nun hinter die Linse einen dreieckigen Glaskörper, ein Prisma, stellen, wird das Licht abgelenkt. Wir müssen deshalb den Schirm verrücken, um das Bild des Glühdrahtes wieder auffangen zu können.

Dabei erhalten wir aber zu unserer Überraschung nicht etwa wieder einen weißen



2 Ein Regenbogen „zaubert“ farbiges Licht

Strich, sondern ein in vielen Farben leuchtendes Band! Das Prisma hat das weiße Licht in farbiges Licht zerlegt. Weißlicht enthält also wirklich farbiges Licht! Unsere Vermutung wurde durch das Experiment bestätigt.

Wenn nun aber weißes Licht wirklich ein Gemisch aus farbigem Licht ist, dann müsste man doch das farbige Licht auch wieder zu Weißlicht vereinigen können. Auch diese Vermutung soll durch ein Experiment überprüft werden. Dazu stellt man hinter das Prisma wieder eine Sammellinse. Im selben Moment wird das farbig leuchtende Band wieder zu einem weißen Fleck. Die Linse hat das leuchtende Farbband wieder zu weißem Licht vereinigt.

**Das Spektrum des Lichts.** Die Physiker bezeichnen das farbig leuchtende Band als **Spektrum** und die darin enthaltenen Farben als **Spektralfarben**. Das Spektrum des weißen Lichts besteht immer aus den gleichen Farben in der gleichen Reihenfolge: **Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett**.

**Unterschiedliche Brechung.** Wie kommt es nun aber zu dieser Zerlegung des weißen Lichtes in seine Spektralfarben?

Das weiße Licht enthält verschiedene Lichtarten. Wir erkennen sie an den unterschiedlichen Farben. Physikalisch unterscheiden sich diese

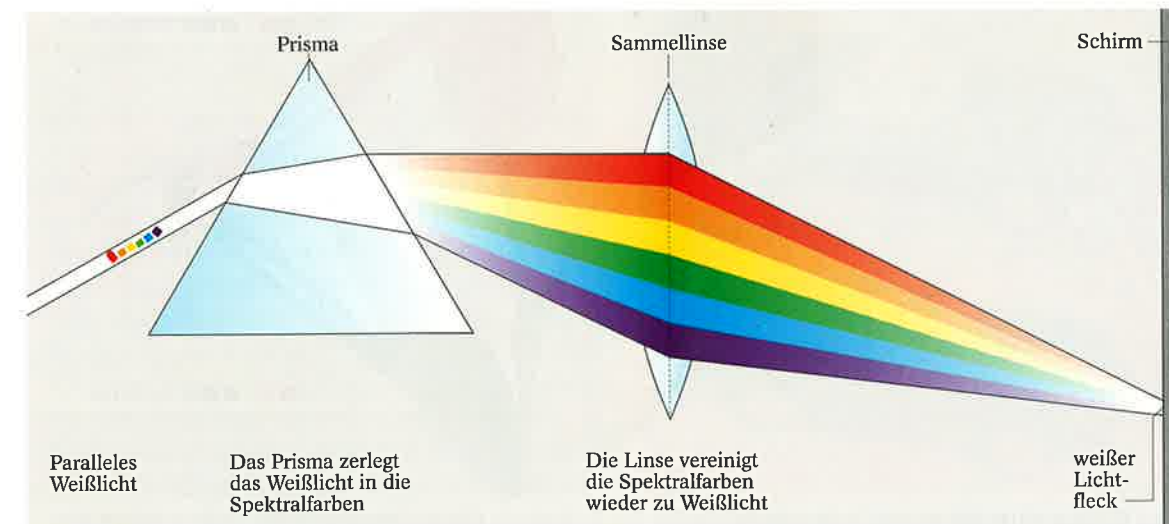
Lichtarten durch eine unterschiedlich starke Brechung am Prisma. So wird zum Beispiel blaues Licht stärker gebrochen als rotes. Dadurch entsteht das Band der Spektralfarben.

Nun ist uns auch klar, weshalb geschliffene Flächen eines *Kristallglases* oder eines *Schmucksteines* das Sonnenlicht in allen möglichen Farben erscheinen lassen. Die Flächen bilden Prismen. Dadurch wird das Sonnenlicht in seine Spektralfarben zerlegt.

Auch die Entstehung eines *Regenbogens* können wir uns jetzt vorstellen. Wenn wir einen Regenbogen sehen, ist immer Wasser in feinen Tropfen in der Luft und stets kommt das Sonnenlicht von hinten. Das Sonnenlicht trifft auf die feinen Wassertröpfchen und wird an ihnen gebrochen. Da die einzelnen Lichtarten hierbei genauso wie bei einem Prisma unterschiedlich stark gebrochen werden, entsteht ein Spektrum, das wir als farbigen Regenbogen sehen.

#### Merke:

- Weißes Licht ist aus verschiedenen Lichtarten zusammengesetzt.
- Ein Prisma zerlegt weißes Licht in seine Spektralfarben.
- Das Spektrum besteht aus den Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett.

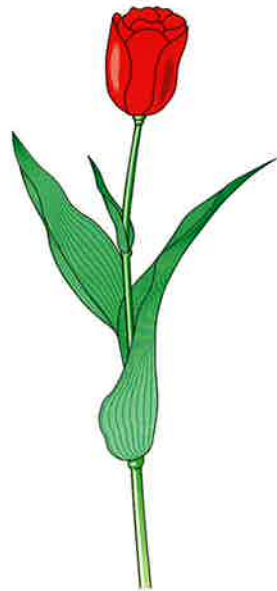


3 Weißes Licht ... kann man zerlegen ... und wieder vereinigen



### 3.3 Warum sehen wir Körper farbig?

Weshalb sehen wir eigentlich Dinge um uns herum, zum Beispiel eine Blume?

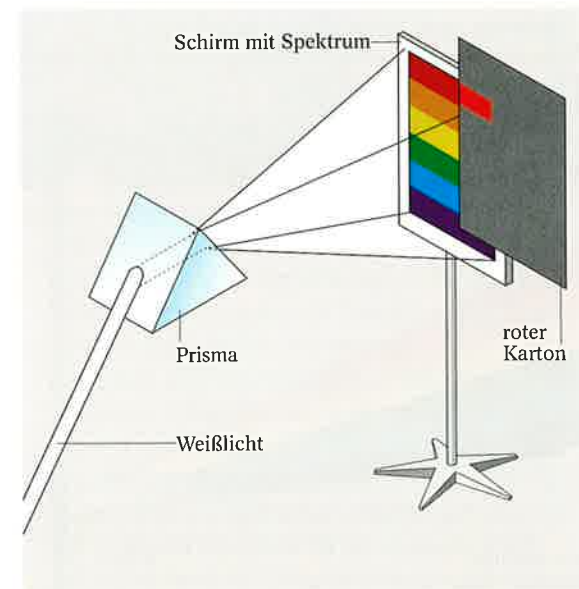


Doch nur, weil Sonnenlicht auf Blüten, Blätter und Stängel trifft. Das Licht der Sonne wird von den Pflanzenteilen zurückgeworfen und ein Teil davon gelangt in unser Auge.

Nun erscheinen aber Stängel und Blätter grün, die Blüte hingegen rot! Ist das nicht merkwürdig? Es ist doch ein und dasselbe Licht, das auf alle Pflanzenteile trifft! Hat die Blume das Sonnenlicht vielleicht verändert? Um das herauszufinden, müssen wir untersuchen, was farbige Körper mit Licht machen.

Wir können dies mit einem grünen Karton bestätigen. Nur im grünen Teil des Spektrums ist er grün zu sehen. In den anderen Spektralbereichen erscheint auch er schwarz. Also hat er grünes Licht in unser Auge zurückgeworfen und all die anderen Lichtanteile verschluckt.

Wie ist es nun bei der Blume, sie wird ja mit weißem Licht bestrahlt? Es passiert das Gleiche wie bei den Kartons. Die Blüte *wirft* nur rotes Licht *zurück*. Man sagt auch sie **reflektiert** rotes Licht. Der Rest des Weißlichtes wird „*verschluckt*“, man sagt auch **absorbiert**. Die Blüte erscheint deshalb für unser Auge rot.



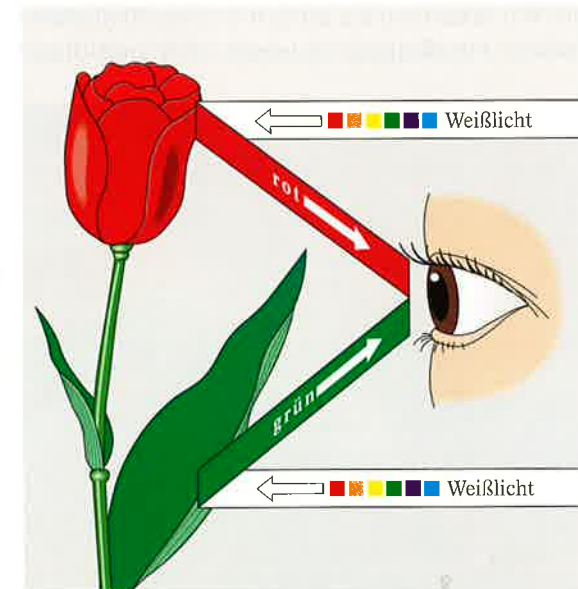
1 Der Karton wirft nur rotes Licht zurück

den das Spektrum auf einen Schirm ab. Unmittelbar vor den Schirm halten wir nun einen roten Karton.

Wir machen eine verblüffende Entdeckung. Nur im roten Bereich des Spektrums ist der Karton noch rot. Der übrige Teil ist schwarz. Das bedeutet, dass der rote Karton das rote Licht in unser Auge zurückwirft, sonst könnten wir den Karton ja nicht rot sehen. Die anderen Lichtanteile fallen aber nicht in unser Auge. Das heißt, der Karton hat all die anderen Lichtanteile, außer Rot, verschluckt.

Wir können dies mit einem grünen Karton bestätigen. Nur im grünen Teil des Spektrums ist er grün zu sehen. In den anderen Spektralbereichen erscheint auch er schwarz. Also hat er grünes Licht in unser Auge zurückgeworfen und all die anderen Lichtanteile verschluckt.

Wie ist es nun bei der Blume, sie wird ja mit weißem Licht bestrahlt? Es passiert das Gleiche wie bei den Kartons. Die Blüte *wirft* nur rotes Licht *zurück*. Man sagt auch sie **reflektiert** rotes Licht. Der Rest des Weißlichtes wird „*verschluckt*“, man sagt auch **absorbiert**. Die Blüte erscheint deshalb für unser Auge rot.



2 Farbige Gegenstände werfen bestimmtes Licht zurück, anderes verschlucken sie

Blätter und Stängel reflektieren grünes Licht. Es wird von unserem Auge aufgenommen. Die anderen Lichtanteile werden nahezu absorbiert. Blätter und Stängel erscheinen daher grün. *Absorbiert* ein Körper überhaupt *kein Licht*, reflektiert er das gesamte Weißlicht und erscheint selbst *weiß*. Umgekehrt absorbiert ein *schwarzer Körper* das *gesamte Licht*.

Wir wissen auch, dass es viele unterschiedliche Farbtöne gibt. Man muss nur an einen großen Malkasten denken. Im Kunstunterricht wird oft mit feinsten Farbunterschieden gemalt. Die vielen unterschiedlichen Farbtöne kommen dadurch zustande, dass meistens nicht nur ein Teil

des Weißlichtes reflektiert wird, sondern *mehrere Lichtanteile gleichzeitig*. Dadurch entsteht in unserem Auge eine *Mischfarbe*. Somit gibt es unzählige Möglichkeiten, wie reflektiertes Licht zusammengesetzt ist und damit auch ebenso viele verschiedene Farbtöne.

#### Merke:

- Körper sind farbig, wenn sie Teile des Weißlichts verschlucken (absorbieren) und Teile zurückwerfen (reflektieren).
- Weiße Körper reflektieren, schwarze Körper absorbieren das gesamte Weißlicht.

### Farbe kommt immer vom Licht



3 Pullover im Kunstlicht (links) und bei Tageslicht

Oh, was ist denn da passiert? Der neue Pullover sah doch im Kaufhaus ganz anders aus! Woran das wohl liegt?

Beim Kleiderkauf sollte man das betreffende Kleidungsstück lieber auch bei Tageslicht betrachten. Kunstlicht hat nämlich oft eine andere Zusammensetzung als Sonnenlicht und verfälscht die Farben.

Das kann man leicht nachprüfen. Wir stellen im verdunkelten Raum eine gelbe Partylampe auf oder verwenden weißes Licht und einen Gelbfilter. In dem Gelblicht betrachten wir verschiedene bunte Kleidungsstücke.

Von den Farben ist außer Gelb nichts zu sehen! Ebenso erscheint ein Auto, das im Tageslicht blau aussieht, unter einer gelben Straßenlaterne schwarz.

Gelbe Lampen erzeugen nur gelbes Licht – mehr haben sie nicht zu bieten. Der Kleiderstoff oder das Auto können aber kein blaues Licht erzeugen. Und wenn auf diese Gegenstände kein blaues Licht fällt, können sie auch keines zurückwerfen. Wo aber kein Licht ist, sehen wir Schwarz.



4 Blaues Auto, verschieden beleuchtet





1 Freie Fahrt für Feuerwehr, Polizei und Notarzt



2 Auffällige Kleidung dient der Sicherheit



3 Indikatoren zeigen saure und alkalische Lösungen an

### 3.4 Farben haben eine Bedeutung

**Farben geben Signale.** Bei Ampelanlagen müssen wir uns nach den Farben Rot, Grün und Gelb richten. Nur Feuerwehr, Polizei oder Notarzt haben während eines Einsatzes freie Fahrt – auch wenn die Ampel Rot zeigt.

Auch andere **Signalfarben** sind wichtig. So dienen leuchtend orange Kleidungsstücke der eigenen Sicherheit, zum Beispiel bei der Müllabfuhr.

Beim Fahrradfahren ist vor allem bei Regen und in der Dunkelheit eine helle Kleidung sehr wichtig. Ein Helm mit einer möglichst auffallenden Farbe gehört sowieso immer dazu.

Im Dunkeln wird man besser und damit auch früher von anderen Verkehrsteilnehmern gesehen, wenn man reflektierende Streifen, Gürtel oder „Katzenaugen“ an der Kleidung trägt. Es gibt sie in ganz verschiedenen Formen und Farben.



**Sauer wird sichtbar.** Sauer kann man schmecken. Außer bei Lebensmitteln ist jedoch von Geschmacksproben abzuraten. Es gibt aber Stoffe, man nennt sie **Anzeiger** oder **Indikatoren**, die durch eine bestimmte Farbe die saure Eigenschaft anzeigen.

Das Gegenteil von sauer nennt man **alkalisch**. Auch alkalische Lösungen können durch Indikatoren angezeigt werden. Und natürlich auch solche, die weder sauer noch alkalisch, sondern neutral sind.

Der Indikator Bromthymolblau etwa ist in neutralem Wasser grün. Gibt man den sauren Zitronensaft hinzu, wird er gelb. Blau wird er in alkalischen Lösungen wie Seifenlösung.

**Mit Warnfarbe lebt man länger.** Farben in der Natur haben viele Bedeutungen. Denke an Blütenfarben, die Insekten **anlocken**, an die Farben der Früchte, oder an **Tarnfarben** der Tiere, zum Beispiel beim Feldhasen.

Wenn Schmetterlinge überraschend ihre dunklen Augenflecken zeigen, hat das eine abschreckende Wirkung auf Insekten fressende Vögel (**Schrecktracht**).

Marienkäfer sind ebenfalls optisch auffällig. Sie sind für Vögel ungenießbar. Die Fressfeinde lernen das durch Erfahrung und meiden in Zukunft so aussehende Beute (**Warntracht**).

Wenn Feinde der Wespe einmal die Erfahrung gemacht haben, dass Wespen ganz schön stechen können, dann meiden sie in Zukunft diese Beute. Einige wehrlose Insekten wie zum Beispiel Schwebfliegen zeigen auch das Wespenfarbmuster. Sie werden von vielen Feinden gemieden, weil sie wegen der schwarzgelben Zeichnung mit den wehrhaften Wespen verwechselt werden (**Schein-Warntracht**).

**Farbenfabrik Natur.** Naturfarben beherrschten die Färberei bis ins 19. Jahrhundert. Wichtige natürliche Farbstoffe waren das rote Alizarin aus der Krappwurzel, blaues Indigo aus der Indigopflanze oder das rote Cochenille aus der Schildlaus. Einen gelben Farbstoff erhielt man aus der Gelbbeere.

Dann begann der Siegeszug der künstlich hergestellten Farben. Sie sind wesentlich preiswerter und außerdem widerstandsfähiger gegenüber Sonnenlicht, Säuren oder Waschlauge. Manche erwiesen sich allerdings als gesundheitsschädlich und mussten inzwischen wieder aus dem Verkehr gezogen werden.

Bei uns spielen Naturfarbstoffe vor allem bei Lebensmitteln eine Rolle. Gummibärchen und Nudeln werden mit grünen und roten Blattfarbstoffen gefärbt, Erdbeerjoghurt mit Rote-Beete-Pulver. Karottenfarbstoff sorgt für den gelblichen Farbton der Margarine.



4 Auch in der Natur sind Farben wichtig



5 Natürliche Farbstoffe in Lebensmitteln

#### Merke:

- Farben haben für uns Signalwirkung.
- Bestimmte Farbstoffe zeigen saure, neutrale und alkalische Lösungen an.
- Blüten- und Fruchtfarben locken Tiere an, Warn-, Tarn- und Schreckfarben sichern das Überleben.
- Naturfarbstoffe haben heute nur noch geringe Bedeutung. Verwendung finden sie zum Beispiel als Lebensmittelfarbstoffe.





**Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer · Trainer**

**1** Blättere eine Modezeitschrift durch. Sind alle Farben gleich häufig vertreten? Überlege Gründe hierfür.

**2** Viele Menschen drücken ihre Stimmungen durch Farben aus. Gib Beispiele hierfür an.

**3** An welchen Erscheinungen kann man erkennen, dass weißes Licht aus verschiedenen Lichtarten zusammengesetzt ist? Beschreibe diese Erscheinungen.

**4** Beschreibe ein Experiment, das die Zerlegung des weißen Lichts zeigt. Beschreibe dabei getrennt Versuchsaufbau, Versuchsbemerkung und Versuchsergebnis.

**5** Licht besteht aus verschiedenen Farbanteilen. In welcher Reihenfolge werden sie bei einem Prisma sichtbar?

**6** Lichtanteile können reflektiert und absorbiert werden. Erkläre die beiden Begriffe.

**7** Welche Lichtanteile werden bei den beiden Kleidungsstücken absorbiert und welche reflektiert?



**8** Wenn das gesamte Weißlicht reflektiert wird, entsteht der Farbeindruck Weiß. Wird hingegen das gesamte Licht absorbiert, sehen wir Schwarz. Überlege welcher Farbeindruck entsteht, wenn alle Lichtanteile gleichmäßig, aber nicht vollständig absorbiert werden.

**9** Fast alle Farben des Spektrums haben eine Signalwirkung. Gib für die Farben Rot, Grün, Blau und Gelb jeweils eine Signalwirkung an.

**10** Bei der Bestäubung von Blütenpflanzen spielt die Blütenfarbe eine große Rolle. Überlege weshalb.



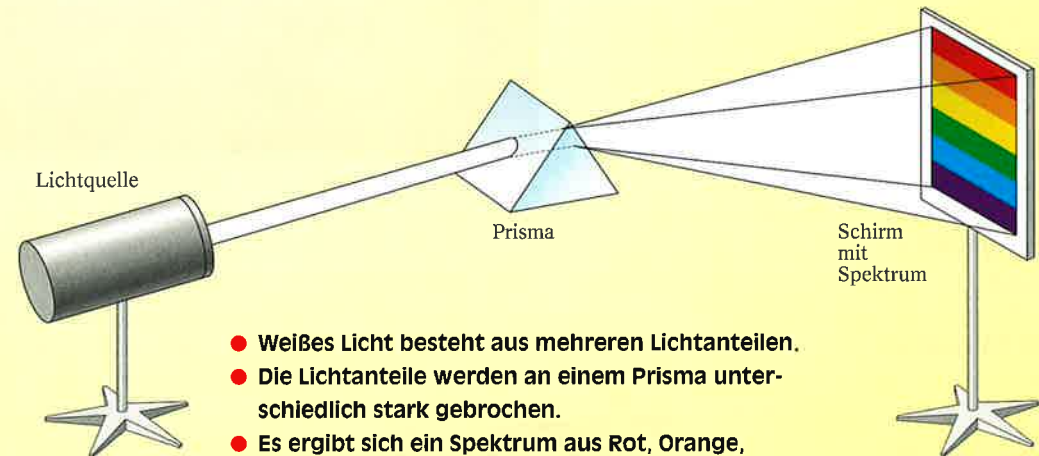
**11** Welche Bedeutung können Farben für Tiere haben?

**12** Textilien und Leder wurden früher mit Naturfarben, die aus Pflanzen gewonnen wurden, gefärbt. Heute haben diese Naturfarben nur noch in wenigen Bereichen eine Bedeutung. Weshalb wohl?

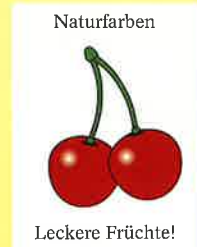
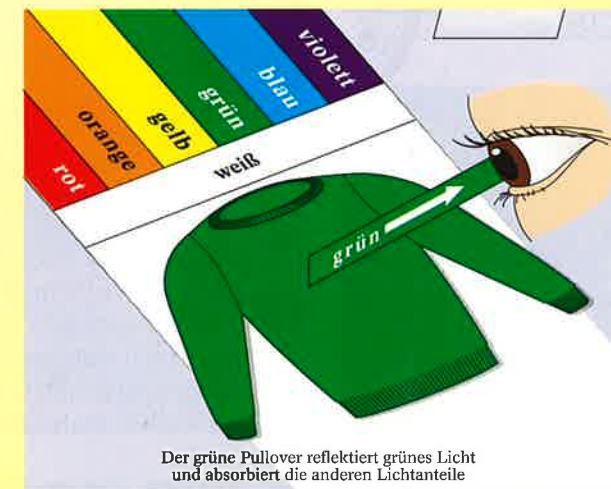
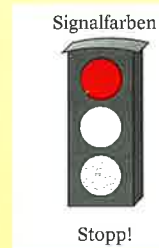


**Auf einen Blick**

- Farben werden schon seit über 10000 Jahren benutzt.
- Farben haben eine vielfältige Bedeutung für den Menschen (Signale, Stimmungen, Modefarben, Lieblingsfarben).
- Farben haben auch eine große Bedeutung in der Natur.



- Weißes Licht besteht aus mehreren Lichtanteilen.
- Die Lichtanteile werden an einem Prisma unterschiedlich stark gebrochen.
- Es ergibt sich ein Spektrum aus Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett.



- Körper sind farbig, wenn sie Teile des Weißlichts absorbieren und Teile reflektieren.
- Weiß reflektiert, Schwarz absorbiert das gesamte Weißlicht.