

In dieser Stunde lernst Du das Grundprinzip für die Abbildung (Projektion) mit Hilfe von Linsen kennen. Dieses kannst Du später an zahlreichen optischen Geräte anwenden, von der Brille bis zum Mikroskop.

Die Darstellung zeigt ein einfaches Experiment, das Du zu Hause mit Hilfe einer Lupe selbst durchführen kannst.

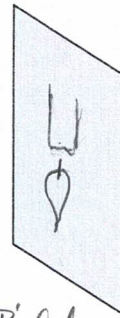
Beschreibe Deine Beobachtungen.

Eine erste Darstellung des Abbildungsprinzips findest Du auf Leifiphysik (2. Animation) unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Bildentstehung bei Linsenabbildungen Grundwissen.

2. Optische Abbildung

2.1 Abbildung mit einer Sammellinse

Intro: Ein einfaches Experiment



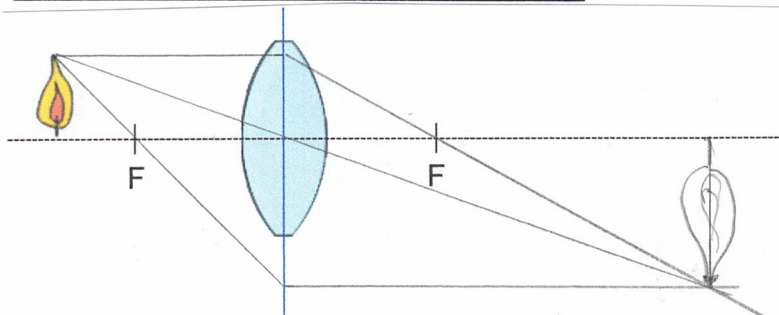
Auf dem Schirm lässt sich ein Bild auffangen, das auf dem Kopf steht und vergrößert oder verkleinert sein kann,

Das nennt man ein reelles Bild.

Mit Hilfe der besonderen Strahlen (Parallelstrahl - Brennstrahl) aus der letzten Stunde gelingt nicht nur die Erklärung der beobachteten Eigenschaften der Abbildung. Durch maßstabgetreue Konstruktion lassen sich sogar Position und Größe des Bildes vorhersagen. **Beschreibe Dein Vorgehen. Welche Bedeutung hat die gefundene Position des Bildes? Woran erkennt man, dass es sich hier um ein mathematisches Modell handelt?**

Animiert ist diese Konstruktion auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Konstruktionsstrahlen bei Linsenabbildung Grundwissen.

Basic: Konstruktionsmodell mit Hilfe besonderer Strahlen



Man zeichnet ausgehend von der Spitze des Gegenstandes die Konstruktionsstrahlen:

Parallelstrahl \rightarrow Brennstrahl

Brennstrahl \rightarrow Parallelstrahl

Mittelstrahl

Am gemeinsamen Schnittpunkt liegt die Spitze des Bildes. In dieser Entfernung wird das Bild scharf auf einen Schirm projiziert.

Beachte: Der untere Konstruktionsstrahl trifft die Linse gar nicht.

(Versuch mit
 $f = 20\text{ cm}$
 $g = 30\text{ cm}$
 $\rightarrow b = 60\text{ cm}$)

In der Graphik sind wichtige Bezeichnungen angegeben.

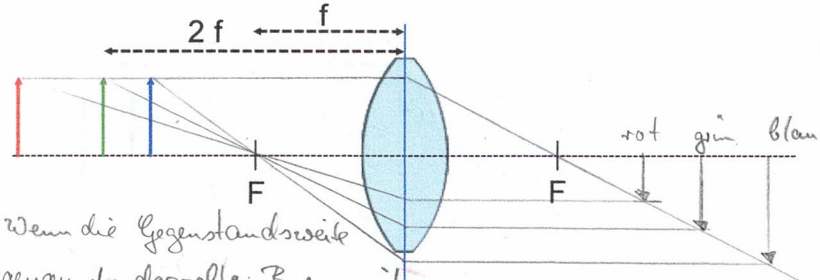
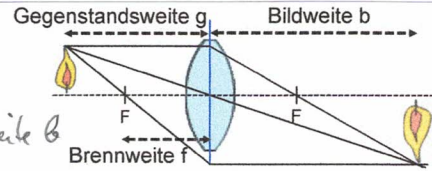
Ändere zunächst im Experiment die Position des Gegenstandes (näher zur Linse bzw. weiter weg). Welchen Einfluss hat dies auf das projizierte Bild?

Erkläre Deine Beobachtungen durch mehrfache Konstruktion in der Zeichnung.

Die unterschiedlichen Fälle findest Du nochmal aufgedröselt auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Bildeigenschaften bei Abbildungen.

Anwendung: Veränderung der Gegenstandsposition - Bewegungsregel

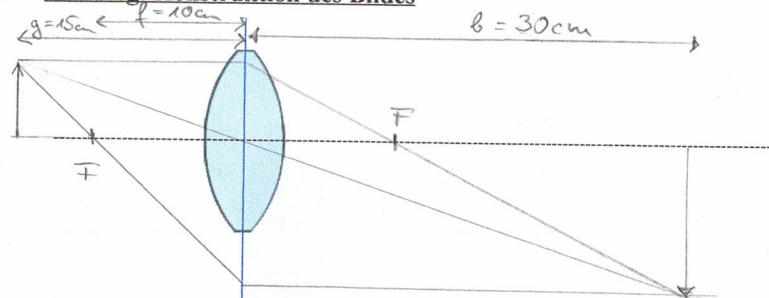
Vergößert man die Gegenstandsweite g , so verringert sich die Bildweite b (der Schirm muss näher an die Linse) und das Bild wird kleiner. Umgekehrt entsprechend.



Wenn die Gegenstandsweite genau der doppelten Brennweite entspricht, sind Gegenstand und Bild gleich groß und gleich weit von der Linse entfernt.

Fritz möchte mit seinen Freunden Fußball-WM gucken. Er stellt die Linse (Brennweite $f = 10 \text{ cm}$) des Beamer so ein, dass sie 15 cm Abstand von dem internen LCD-Panel hat, das im Beamer verbaut ist. Konstruiere im Maßstab 1:5. Wo muss er den Projektionschirm platzieren, um ein scharfes Bild zu erhalten. Warum werden seine Freunde enttäuscht sein?

Training: Konstruktion des Bildes



Das Bild wird nur doppelt so groß sein wie das (ziemlich kleine) LCD-Panel.

Selbst-Check:

- reelles Bild
- Konstruktion des Bildes
- Gegenstandsweite, Bildweite, Brennweite
- Bewegungsregel

Übungsmöglichkeiten:

Die Aufgabe "Bildkonstruktion bei einer Sammellinse" auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Konstruktionsstrahlen bei der Linsenabbildung Aufgaben entspricht genau der Aufgabenstellung auf Folie 3. Bei den Erarbeitungsaufgaben an dieser Stelle wird das ganze Konzept nochmal langsam aufgedröselt.

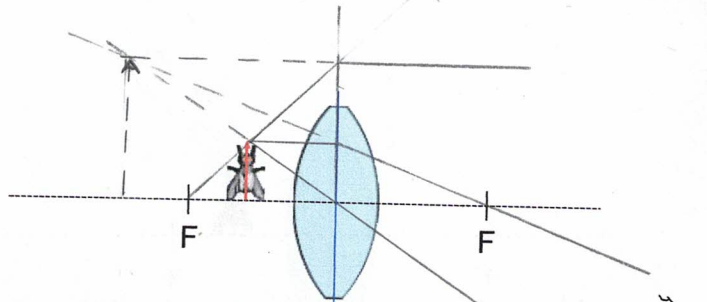
Zu Beginn führst Du ein kleines Experiment selbst durch. Halte eine Linse vor einen kleinen Gegenstand (Schrifttext, Bleistift, ...) und blicke hindurch. Wie musst Du die Linse halten, damit sie Dir hilft, den Gegenstand besser zu erkennen? Was fällt bei dessen Bild auf?

Mit der Konstruktionsregel kannst Du auch ermitteln, wie ein virtuelles Bild entsteht. Verwende hierzu die drei Konstruktionsstrahlen. Erkläre damit den Versuch.

2.2 Optische Instrumente

Intro: Die Lupe

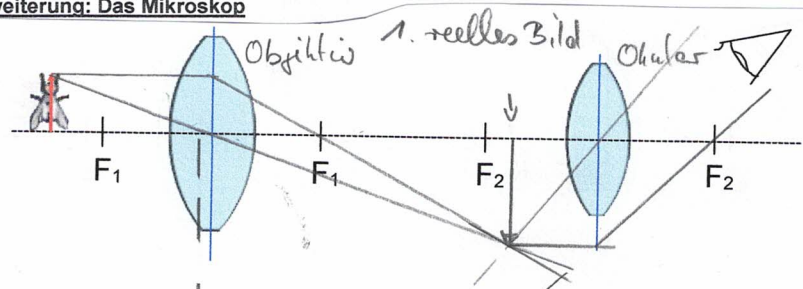
Man muss die Linse richtig vor dem Gegenstand halten.
Wir sehen das Bild aufrecht (nicht auf dem Kopf)



Die Strahlen laufen hinter der Linse auseinander. Ihr gedachter Schnittpunkt liegt vor der Linse. Das Bild lässt sich betrachten aber nicht projizieren (virtuell).

Bei sehr kleinen Dingen in der Biologie oder Technik reicht oft die Lupe zum Vergrößern nicht mehr aus, wir verwenden dann ein Mikroskop. Dieses besteht im Wesentlichen aus zwei Linsen. Zwei Vergrößerungen werden so kombiniert. **Konstruiere zuerst das reelle Bild, das im Inneren des Mikroskops durch die erste Linse (Objektiv) entsteht. Konstruiere danach das virtuelle Bild, das von der zweiten Linse (Okular) erzeugt wird. Erkläre die starke Vergrößerung des Mikroskops.**

Erweiterung: Das Mikroskop



2. virtuelles Bild

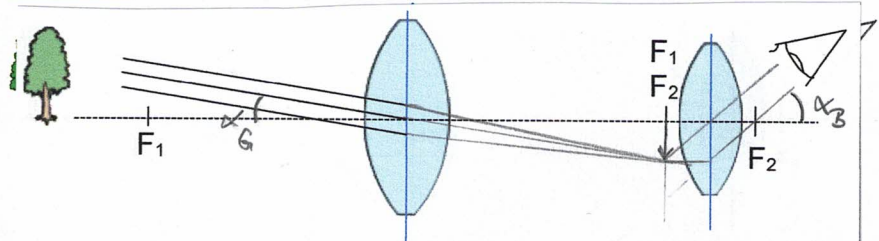
Das reelle Bild wird vergrößert in das Mikroskop projiziert. Dieses wird durch das Okular als Lupe vergrößert betrachtet (virtuell).

Eine Animation, die den komplexen Strahlengang im Mikroskop Schritt für Schritt erklärt, findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Ausblick - Mikroskop.

Auch im Fernrohr sind zwei Linsen verbaut. Allerdings fallen die Strahlen annähernd parallel ein (Gegenstand weit entfernt), so dass das reelle Zwischenbild, das die Objektivlinse erzeugt, auf Position des Brennpunktes liegt. Dieses wird mit der Okularlinse als Lupe virtuell betrachtet. Dazu wird das Okular genau so justiert, dass sein Brennpunkt an der Stelle des Zwischenbildes liegt. **Konstruiere den beschriebenen Strahlenverlauf. Vergleiche die Winkel der einlaufenden und auslaufenden Strahlen.**

Eine Animation, die den komplexen Strahlengang in diesem Fernrohr Schritt für Schritt erklärt, findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Ausblick - Kepler oder astronomisches Fernrohr**.

Das Fernrohr



Der Winkel zwischen optischer Achse und Strahlenbündel ist beim Ausgang größer als beim Eingang. Deshalb erscheint das Bild im Auge vergrößert im Vergleich zum Gegenstand.

Vergleiche die beiden Geräte hinsichtlich Verwendungszweck, Aufbau und Funktion. Finde Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

Wiederholung: Vergleich von Mikroskop und Fernrohr

Gemeinsamkeiten:

- Zweck ist ein vergrößertes Bild des Gegenstands
- das Objekt erzeugt ein reelles Bild, das mit dem Okular als Lupe betrachtet wird

Unterschiede:

Mikroskop:

- das reelle Bild ist bereits größer als der Gegenstand
- die Brennpunkte von Objektiv und Okular fallen zusammen

Fernrohr:

- das reelle Bild ist kleiner als der Gegenstand

Selbst-Check:

- Lupe, virtuelles Bild
- Mikroskop
- Fernrohr

Übungsmöglichkeiten:

Entsprechende Aufgaben finden sich auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Optische Geräte Aufgaben** (die Aufgaben zum Rechnen können wir nicht). Wissenswertes zum Lesen im Ausblick, der auf den vorhergehenden Seiten angegeben ist. Ein fast unerschöpfliches Thema.

Aus physikalischer Sicht stellt die Entwicklung der Sehorgane einen der faszinierendsten Zweige im Bereich der Evolution dar. Betrachte die 3 Bilder der "Sehorgane" verschiedener einfacher Lebewesen und überlege, was die Tiere damit wahrnehmen können.

2.3 Das Auge

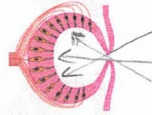
Intro: Die Evolution des Sehens



Die Sinneszellen in der Haut des Regenwurms nehmen hell/dunkel wahr (im Boden \leftrightarrow an der Oberfläche)

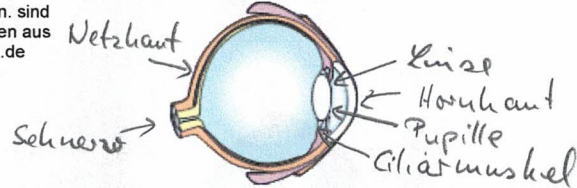


Durch die Grubenform erkennt die Nautilus-Schnecke, woher das Licht kommt.



Nach dem Lochkamera-Prinzip entsteht ein unscharfes Bild von der Außenwelt (bei Nautilus)

die 3 Abb. sind entnommen aus leifiphysik.de

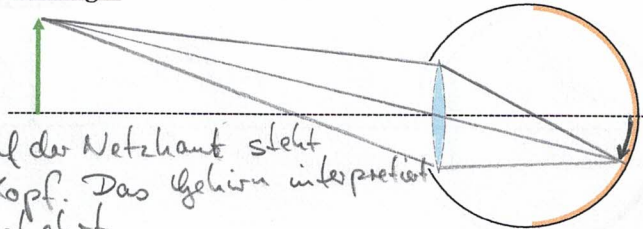


Die Linse erzeugt ein scharfes Bild der Außenwelt auf der Netzhaut.

Beschrifte die Darstellung des menschlichen Auges im letzten Bild. Welchen Vorteil hat diese Konstruktion gegenüber seinem Vorgänger?

Zeichne die Strahlen, die den Gegenstand auf die Netzhaut abbilden. Was fällt Dir bei dem Bild auf der Netzhaut auf? Warum können wir trotzdem "normal" sehen?

Die Funktion des Auges

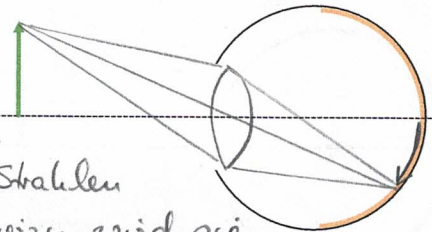


Das Bild auf der Netzhaut steht auf dem Kopf. Das Gehirn interpretiert dies umgekehrt.

Was passiert gemäß der Bewegungsregel mit dem Bild, wenn wir den Gegenstand näher an das Auge rücken? Warum ist das ein Problem und wie wird dieses gelöst?

Scharfstellen - Akkomodation

Das Bild würde nach hinten rücken (scharf \rightarrow hinter der Netzhaut).



\rightarrow Die Linse muss die Strahlen stärker bündeln, hierzu wird sie von einem Ringmuskel dicker gedrückt.

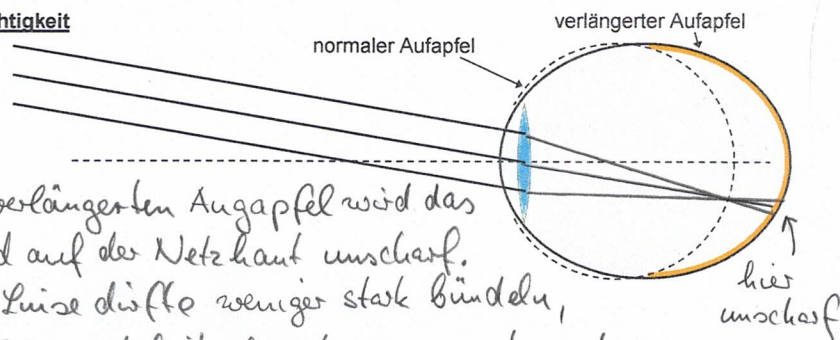
Eine Animation der Akkomodation findet sich auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Ausblick - Das menschliche Auge Fortführung.

Falls Du eine Brille benötigst, bist Du mit großer Wahrscheinlichkeit kurzsichtig, kannst also weit entfernte Gegenstände nur verschwommen sehen. Dies beruht häufig auf einem verlängerten Augapfel (Zeichnung). Zeichne den weiteren Verlauf der parallel einfallenden Strahlen für das gesunde Auge, was ergibt sich im kranken?

Warum kann die Augenlinse nicht auf die weiter hinten liegende Netzhaut scharfstellen?

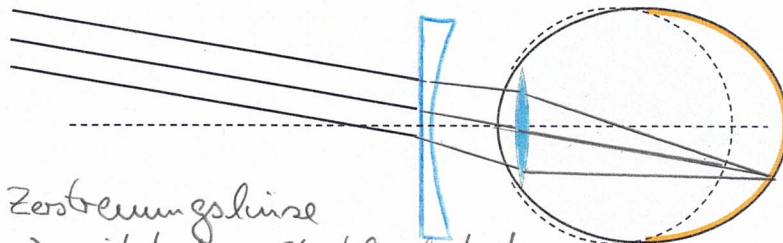
Welche Änderung muss die Linse der Brille am einfallenden Strahlenbündel bewirken?

Kurzsichtigkeit



Im verlängerten Augapfel wird das Bild auf der Netzhaut unscharf. Die Linse dürfte weniger stark bündeln, der Ringmuskel ist aber schon ganz entspannt.

Korrektur mit Brille:

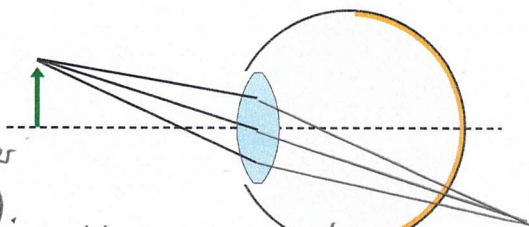


Eine Zerstreuungslinse (Brille) weitet das Strahlenpaket vor dem Auge auf, so dass der Bündelungspunkt weiter nach hinten rückt, passend zum verlängerten Augapfel.

Vor allem im Alter wird man häufig weitsichtig, kann also nahe Gegenstände nur verschwommen sehen. Die erschlaffende Augenmuskulatur kann die härter werdende Augenlinse nicht mehr stark genug wölben (Zeichnung). Zeichne den Verlauf der einfallenden Strahlen für diesen Fall sowie die Korrektur durch eine geeignete Linse.

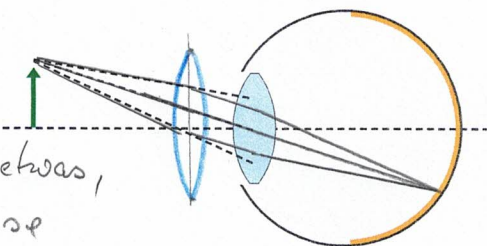
Weitsichtigkeit

Die Linse kann nicht mehr stark genug bündeln (altersbedingter Verlust an Flexibilität). Das scharfe Bild liegt hinter der Netzhaut. (auf der Netzhaut unscharf)



Korrektur mit Brille:

Die Sammellinse bündelt die Strahlen bereits vor dem Auge etwas, so dass die Augenlinse auf die Netzhaut bündeln kann.



Selbst-Check:

- Auge, Akkomodation
- Kurzsichtigkeit
- Weitsichtigkeit

Übungsmöglichkeiten:

Quiz und Aufgaben zu Auge und Brille gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Das menschliche Auge Einführung Aufgaben.