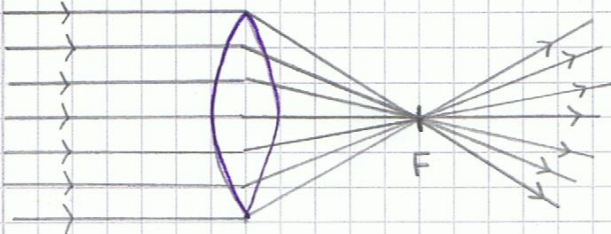


7.5 Linsen

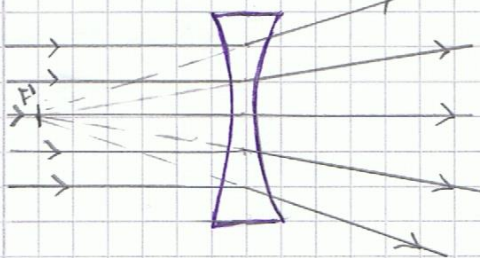
Wir betrachten nur dünne Linsen, also Linsen, bei denen die Dicke klein ist im Vergleich zu den brechenden Radien

7.5.1 Konvexlinse (Sammellinse)



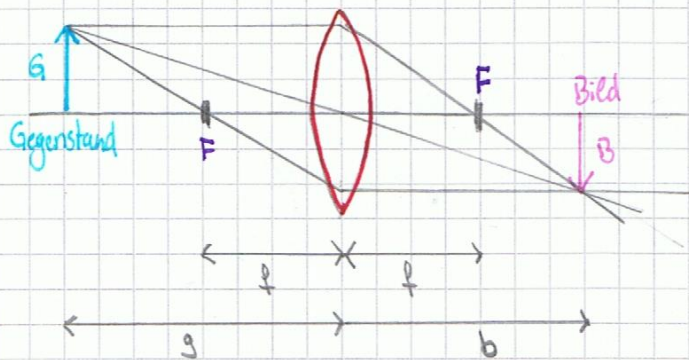
- parallel einfallendes Licht wird zum Brennpunkt F hin gebrochen

7.5.2 Konkavlinse (Zerstreuungslinse)



- parallel einfallendes Licht wird im Raum zerstreut
- F' heißt virtueller Brennpunkt

7.5.3 Linsengleichung



f : Brennweite

g : Gegenstandsweite

b : Bildweite

G : Gegenstandshöhe

B : Bildhöhe

- Parallelstrahl wird Brennstrahl
- Brennstrahl wird Parallelstrahl
- Mittelpunktstrahl wird nicht gebrochen

Abbildungsmaßstab: $A = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}$

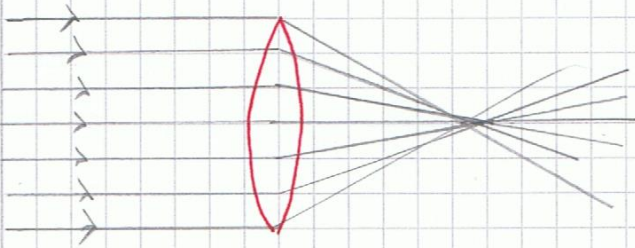
Brennweite: $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$

7.5.4 Linsenfehler

Ein Linsenfehler liegt vor, wenn sich nicht alle Strahlen in einem Punkt (Brennpunkt) treffen.

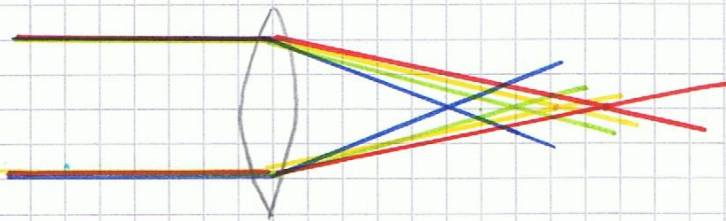
a) sphärische Abberation

Parallele Strahlen werden abhängig vom Abstand zur Mitte unterschiedlich gebrochen



b) chromatische Abberation

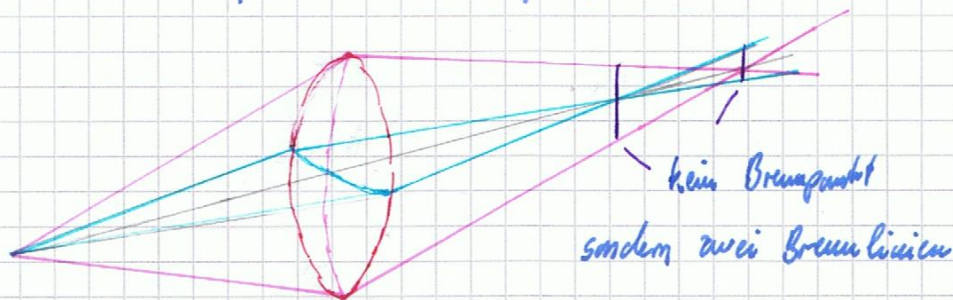
Licht unterschiedlicher Wellenlänge wird auf unterschiedliche Brennpunkte fokussiert



c) Astigmatismus

Astigmatismus bedeutet Punktlosigkeit

Schräg von der optischen Achse befindliche Gegenstände (3D) werden aufgrund der unterschiedlichen Brennweiten entlang der Pol- und der Äquatorebene verschmälert abgebildet.

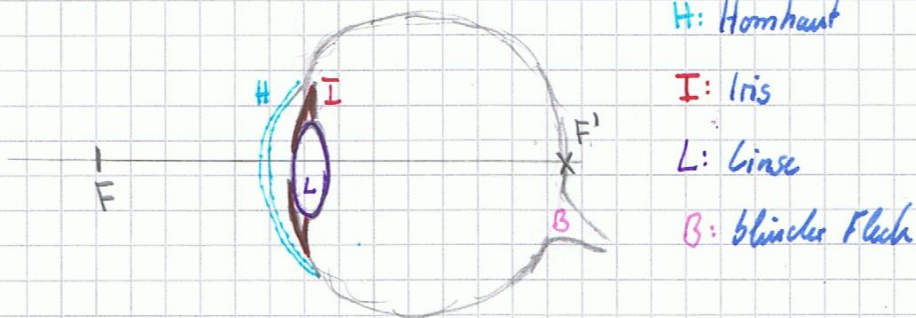


7.5.5 Anwendungen

a) Das Auge

Der Fokus soll immer auf dem Sehnerv liegen

- Durch die Muskeln kann die Linse verformt werden
 - verstellbare Brechkraft
 - Objekte aus verschiedenster Entfernung können scharf gestellt werden (Akkommodation)
- Am entspanntesten ist für das Auge die Einstellung auf unendlich
 - je näher das Objekt, desto mehr muss die Linse gekrümmt werden
- Bei einem Abstand von 25cm kann man Objekte dauerhaft scharf sehen
 - Hier ist die Auflösung am besten
 - Dieser Abstand heißt Bezugsweite
- Bis ca. 10cm kann man übertraut scharf sehen
- Die Brechung im Auge erfolgt durch die Hornhaut und die Linse
- Vorderer Brennpunkt in Luft und hinterer Brennpunkt im Wasser
 - Brennweiten unterschiedlich



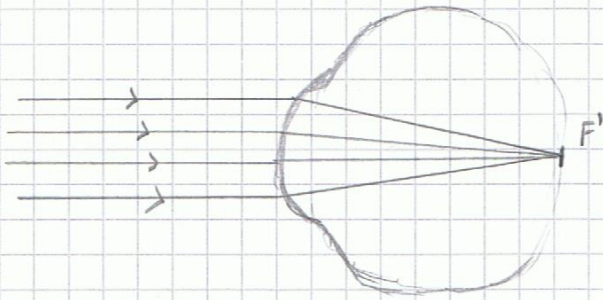
H: Hornhaut

I: Iris

L: Linse

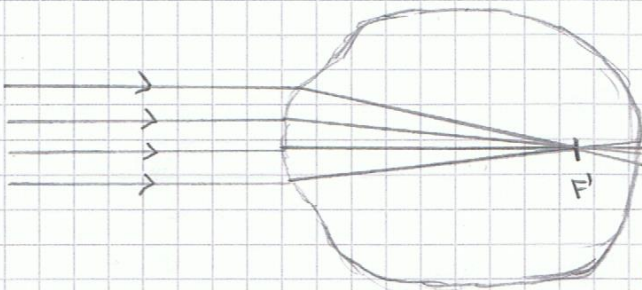
B: blinder Fleck

- Normalsichtiger Auge:



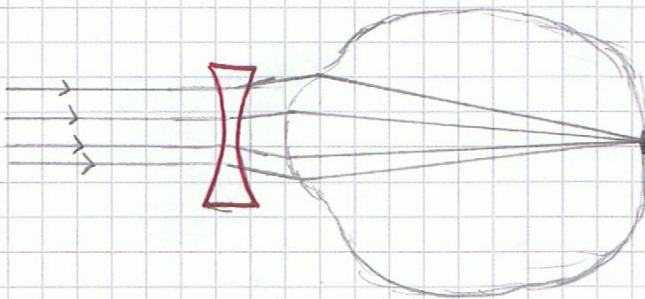
hinterer Brennpunkt
fällt auf die Netzhaut

- kurzsichtiger Auge:



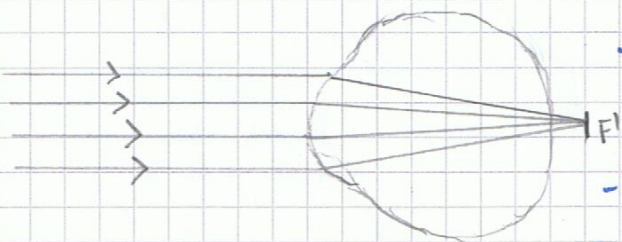
- hinterer Brennpunkt
liegt vor der Netzhaut
- Fernpunkt liegt im Endlichen
(ferne Objekte nicht mehr scharf)

- Nahpunkt näher am Auge (gut zum Betrachten kleiner Objekte)



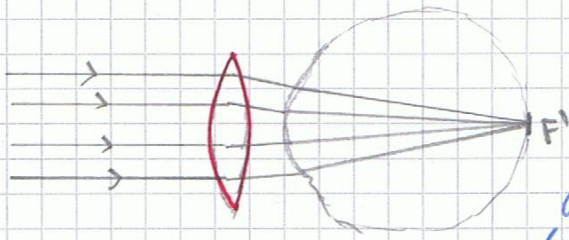
Durch die Konkavlinse
wird das Licht aufgetrennt
und damit der
Brennpunkt des Systems
(Brille, Hornhaut, Linse) nach
hinten auf die Netzhaut verschoben.

- weitsichtiger Auge



- hinterer Brennpunkt liegt
hinter der Netzhaut
- kein Fernpunkt, Nahpunkt
weiter entfernt

- schon bei entfernten Objekten Akkommodation \rightarrow sehr anstrengend



- Durch die Konvexlinse wird das Licht zusätzlich fokussiert und damit der Brennpunkt des Systems nach vorne auf die Netzhaut verschoben

- Brechkraft

- Fehlsichtigkeit wird oft in Dioptrien angegeben
- Die Brechkraft D ist der Kehrwert der Brennweite

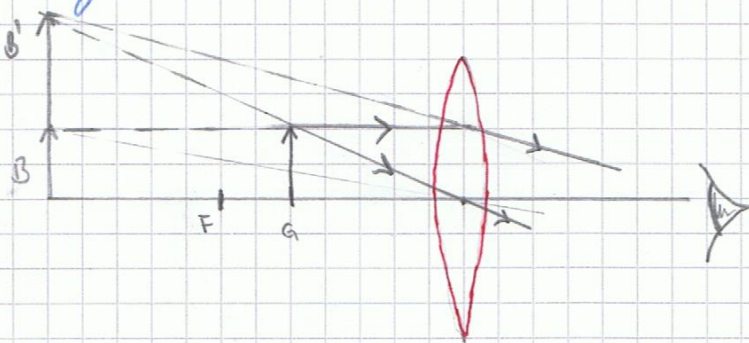
$$D = \frac{1}{f}$$

$$[D] = \text{dpt}$$

- Konvexe Linsen haben positive Brechkraft, konkave Linsen negative

b, Die Lupe

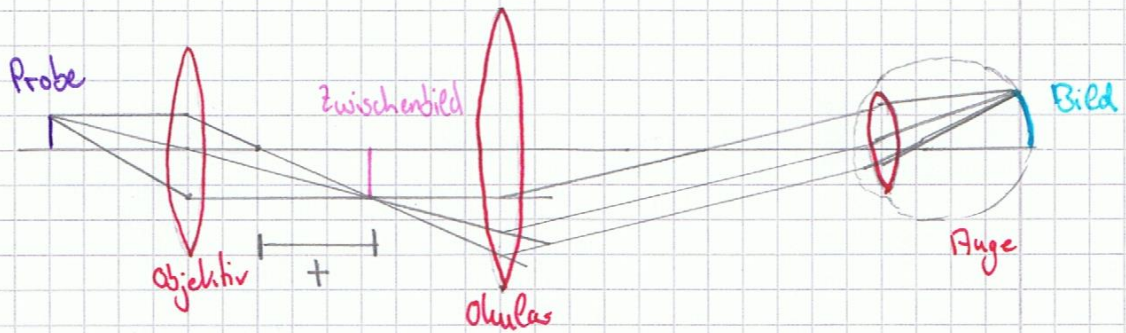
- Linse zur Vergrößerung von Objekten, die man mit dem Auge nicht mehr sehen kann



- Gegenstand nahe am Brennpunkt der Linse
→ vergrößertes, aufrechtes, virtuelles Bild

- Vergrößerung: $V_L = \frac{25\text{cm}}{f}$ → Bezugsweite

c) Das Mikroskop



t: Tubuslänge

Vergrößerung: $V_m = V_{obj} \cdot V_{ok}$

$$V_{obj} = \frac{g}{g'} = \frac{t}{f_1}$$

$$V_{ok} = \frac{25\text{cm}}{f_2}$$

typisch: $V_{obj} : 2,5x - 100x$

$V_{ok} : 5x - 10x$

d) Das Fernrohr

- Aufbau wie beim Mikroskop
- Unterschied:

Mikroskop: kleines, nahes Objekt soll vergrößert werden

Fernrohr: großes, entferntes Objekt soll herangeholt werden

→ gleiches Prinzip!

→ Unterschied der Bauteile:

Mikroskop: Objektiv mit kurzer Brennweite

Fernrohr: Objektiv mit langer Brennweite

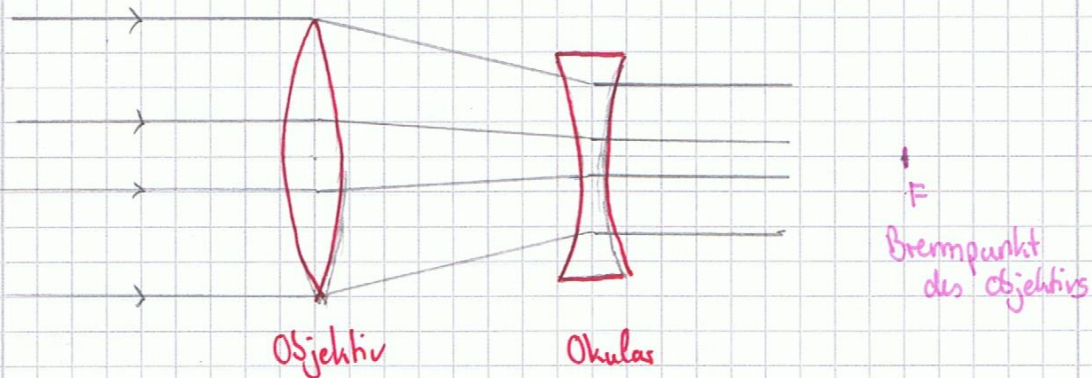
→ Nachteile:

Mikroskop: Begrenzter Arbeitsabstand

Fernrohr: großer Bauweise notwendig

- Teleskoptypen:

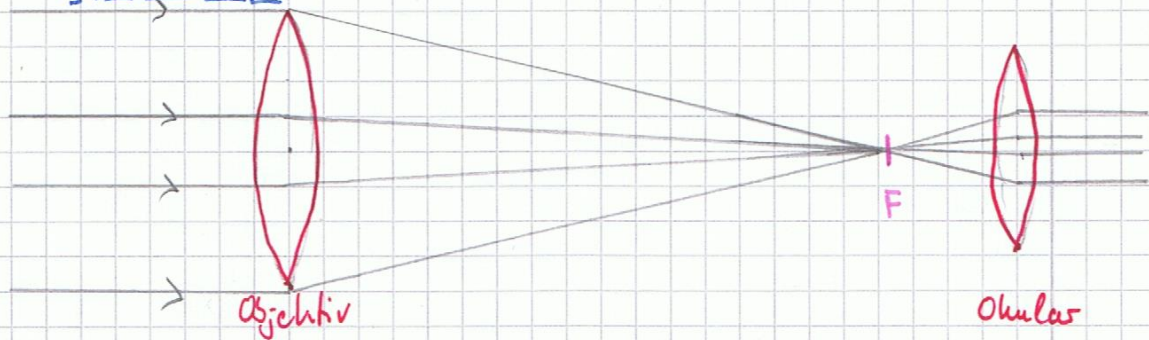
Galileo Teleskop:



- Das virtuelle Bild ist aufrecht und seitlich
- kleines Sichtfeld
- Okular innerhalb der Brennweite des Objektivs ($t < f_1$)
=> beide Brennpunkte fallen zusammen

- Anwendung: Opernglas, Feldstecher

Kepler Teleskop



- Das virtuelle Bild steht auf dem Kopf
- großes Sichtfeld
- Abstand von Okular und Objektiv so, dass die Brennpunkte aufeinander fallen ($t = f_1 + f_2$)
- Anwendung: Teleskope zur Sternbeobachtung