

# Bildentstehung an Teleskopen

Quellen:



LEIFIphysik

Optische Linsen – Ausblick ([Link](#))

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN



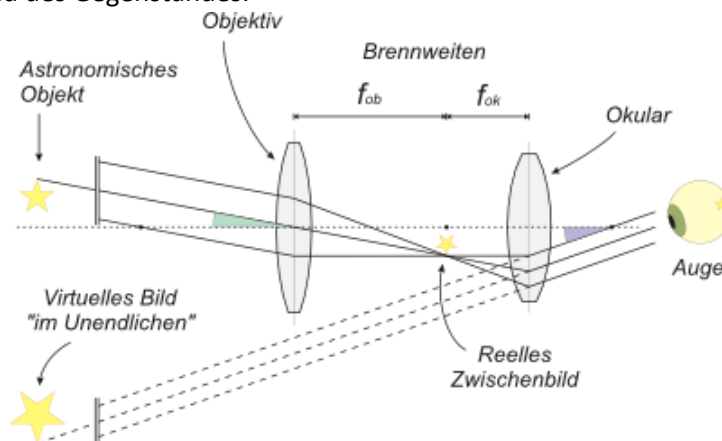
Material zur Lehrveranstaltung Physik III: Optik und  
Wellenlehre ([Link](#))



Teleskopsysteme ([Link](#))

## Kepler-Fernrohr

Ziel eines jeden Fernrohres ist die Vergrößerung des Seh winkels. Das von Johannes Kepler (1571 bis 1630) entwickelte astronomische Fernrohr besteht aus zwei Sammellinsen. Es entsteht ein höhen- und seitenverkehrtes Bild des Gegenstandes.



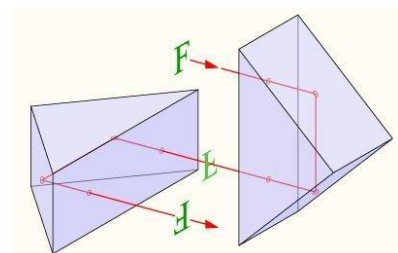
Wir gehen von einem sehr weit entfernten Gegenstand aus, dessen Sehwinkel  $\beta$  klein ist. Mit der ersten Sammellinse (Objektiv) wird zunächst ein reelles Zwischenbild erzeugt, das umso größer ist, je länger die Brennweite  $f_{ob}$  des Objektivs ist. Das Zwischenbild wird mit einer als Lupe wirkenden Sammellinse (Okular) mit Brennweite  $f_{ok}$  betrachtet. Dabei fallen die Brennebenen von Objektiv und Okular zusammen. Somit ist die Baulänge des Kepler-Fernrohres  $f_{ob} + f_{ok}$ .

Die Vergrößerung  $V$  des Fernrohres ist das Verhältnis des Winkels  $\alpha$ , unter dem das Bild mit dem Fernrohr auf die Augenlinse trifft, zum Winkel  $\beta$ , unter dem es ohne Linsen aufs Auge treffen würde.

Es gilt  $V = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$ .

## Porroprisma nach Ignazio Porro (1801 bis 1875)

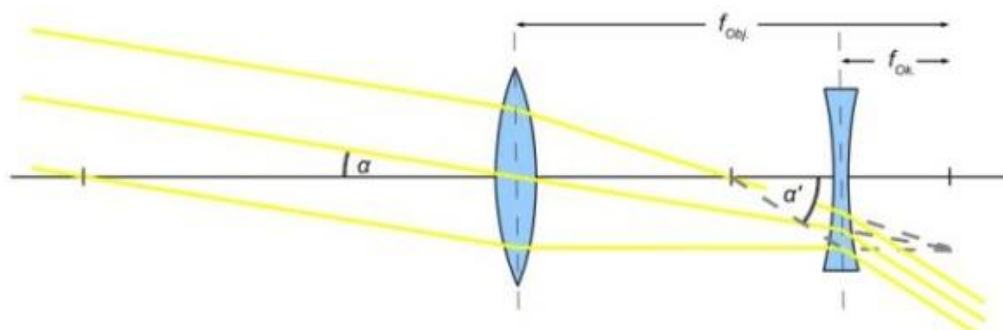
Durch die zwei Reflexionsprismen kann die durch das Keplerfernrohr hervorgerufene Drehung des Originalbildes rückgängig gemacht werden.



## Galilei-Fernrohr

Der Aufbau des Galilei-Fernrohrs ähnelt dem des Kepler-Fernrohres.

Als Okular dient aber eine Zerstreuungslinse mit kurzer Brennweite. Dabei werden parallele Strahlen vor dem Objektiv wieder zu parallelen Strahlen nach dem Okular. Es entsteht ein höhen- und seitenrichtiges Bild des Gegenstandes.



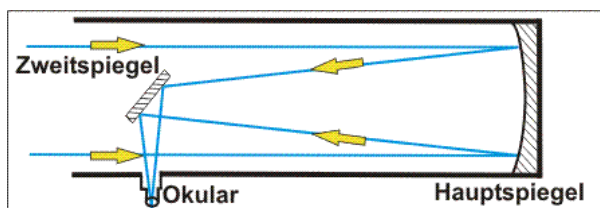
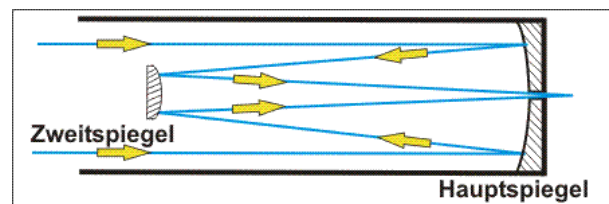
Die gesamte Baulänge des Galilei-Fernrohres ist  $f_{ob} + f_{ok}$ . Da  $f_{ok}$  negativ ist, ergibt sich für das Galilei-Fernrohr eine kürzere Baulänge als für das Kepler-Fernrohr.

Für die Vergrößerung des Galilei-Fernrohres gilt  $V = \frac{f_{ob}}{|f_{ok}|}$ .

## Spiegelteleskope

Auf Grund einiger Schwächen wurden die Linsenteleskope in der Astronomie weitgehend durch Spiegelteleskope ersetzt. Zum einen existiert das Problem des Eigengewichts von Linsen, denn für die effektive Beobachtung für weitentfernte Objekte benötigt man große Linsen, die jedoch mit zunehmendem Eigengewicht zur Verformung neigen. So entstehen Abbildungsfehler. Zudem ist die Brennweite einer Linse wellenlängenabhängig, wodurch es zu einer chromatischen Aberration kommt. Ein weiterer Nachteil des Fernrohres ist die Länge der Anordnung, sie macht die Handhabung schwierig. Eine Lösung bietet dabei die Anordnung in Spiegelteleskopen.

Ein recht kompaktes Spiegelteleskop wurde von Laurent Cassegrain (1625 bis 1725) entwickelt. Dabei wird ein kurzbrennweitiger parabolischer Hauptspiegel durchbohrt und diesem ein konvexer Zweitspiegel gegenübergestellt. Das Licht wird dabei durch die zentrale Bohrung hinter den Spiegel gelenkt und dort fokussiert. Die 1672 entwickelte Anordnung findet als Cassegrain-Teleskop bis heute Verwendung.



Auch Isaac Newton (1643 bis 1727) entwickelte ein Spiegelteleskop. Newton befestigte vor dem eigentlichen Hauptspiegel als Objektiv einen kleinen um 45° geneigten Sekundärspiegel, der das Licht senkrecht zum Lichtweg ablenkte und damit eine seitliche Beobachtung zulässt.

## Aufgaben

1. Begründe, warum stets davon ausgegangen wird, dass die einfallenden vom Gegenstand kommenden Strahlen parallel sind.
2. Was muss für Okular- und Objektivbrennweite gelten, will man eine möglichst große Vergrößerung mit einem Kepler-Fernrohr erzielen?
3. Vergleiche ein Kepler-Fernrohr und ein Galilei-Fernrohr mit gleicher Objektiv- und gleicher Okularbrennweite.
4. Erkläre die Funktionsweise eines Porroprismas. Welches physikalische Prinzip wird hier genutzt?
5. Zeige durch eine Skizze, dass das Bild hinter einem Reflexionsprisma kopfstehend ist.
6. Erkläre den Begriff chromatische Aberration.
7. Beschreibe den Aufbau und die Funktionsweise eines Cassegrain-Teleskops. Warum ist der zweite Spiegel konvex?
8. Nenne Vor- und Nachteile von Refraktor- und Reflektorteleskopen.
9. Begründe, um was für einen Teleskoptyp es sich handelt.

