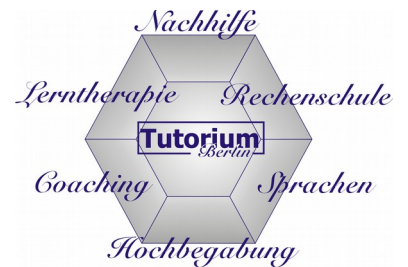




## Fernrohr (Teleskop)

weitere Experimente unter  
[forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)



Nachhilfe-TUTORIUM ist ein Unternehmen der Gruppe  
TUTORIUM Berlin Hasenmark 5 in 13585 Berlin

Ein Fernrohr, auch Linsenfernrohr oder Refraktor, ist ein optisches Instrument, bei dessen Nutzung entfernte Objekte um ein Vielfaches näher oder größer erscheinen. Dies wird durch eine Vergrößerung des Sehwinkels mit Hilfe von Linsen erreicht. Prismen und Spiegel können dazu dienen, das Bild aufzurichten, oder die Baulänge des Fernrohrs zu vermindern.

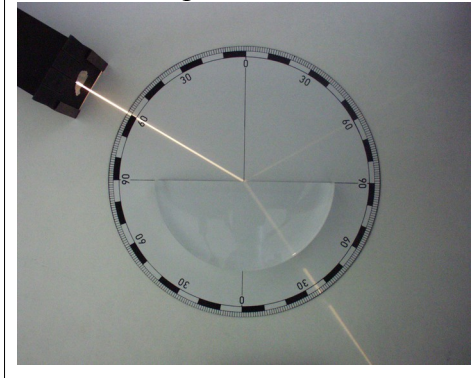
Die Entwicklung von leistungsfähigen Fernrohren spielte eine wichtige Rolle in der Geschichte der Astronomie. Fernrohre bilden zusammen mit Spiegelteleskopen die Klasse der optischen Teleskope.

### Brechung

Brechung oder auch Refraktion bezeichnet die Änderung der Ausbreitungsrichtung einer Welle aufgrund einer räumlichen Änderung ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit, die speziell für Lichtwellen durch den Brechungsindex  $n$  eines Mediums beschrieben wird. Allgemein tritt eine Brechung bei jeder Art von Wellen auf, die sich in mehr als einer Dimension ausbreiten, etwa bei Schallwellen, Wasserwellen oder seismischen Wellen.

Die Brechung ist, anders als Beugung, Gegenstand der Strahlenoptik, welche für Strukturen gilt, die groß im Vergleich zur Wellenlänge sind. An Grenzflächen tritt durch Brechung ein Knick im Strahl auf, der durch das Brechungsgesetz beschrieben wird. Bei kontinuierlicher Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit werden Strahlen gekrümmt, siehe etwa astronomische Refraktion. In beiden Fällen gilt das Fermatsche Prinzip, wonach Strahlen Wege extremaler, meist minimaler Laufzeit bzw. Länge nehmen.

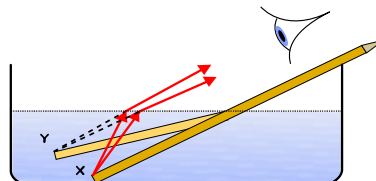
Brechung und Reflexion eines Lichtstrahls an einem Plexiglas-Halbkreiskörper:



Die Abhängigkeit der Brechung von der Wellenlänge (bei Licht also von der Farbe) nennt man Dispersion.

Anisotrope Materialien sind doppelbrechend, das heißt, die Anteile einer Welle werden in Abhängigkeit ihrer Polarisation unterschiedlich (stark) gebrochen

Vielfältige Formen der Brechung von Wellen finden sich in der Natur. So erscheint ein Stab der in einen Becher mit Wasser eintaucht wird durch Lichtbrechung in veränderter Form. Dieser Effekt wird als 'optischen Hebung' bezeichnet:



### TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**  
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,  
Psychologischer Berater u. Personal Coach  
Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

### Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: 030 - 85018820 und 030 - 353 053 20

[www.Tutorium-Berlin.de](http://www.Tutorium-Berlin.de)

E-Mail: [info@tutorium-berlin.de](mailto:info@tutorium-berlin.de)

[www.Nachhilfe-Tutorium.de](http://www.Nachhilfe-Tutorium.de)

E-Mail: [info@nachhilfe-tutorium.de](mailto:info@nachhilfe-tutorium.de)



# Fernrohr (Teleskop)

weitere Experimente unter [forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)



## Linsen

Als optische Linsen bezeichnet man transparente optische Bauelemente mit zwei lichtbrechenden Flächen, von denen mindestens eine Fläche konvex oder konkav gewölbt ist. Linsen werden einzeln oder in Kombination mehrerer zur optische Abbildung eingesetzt.

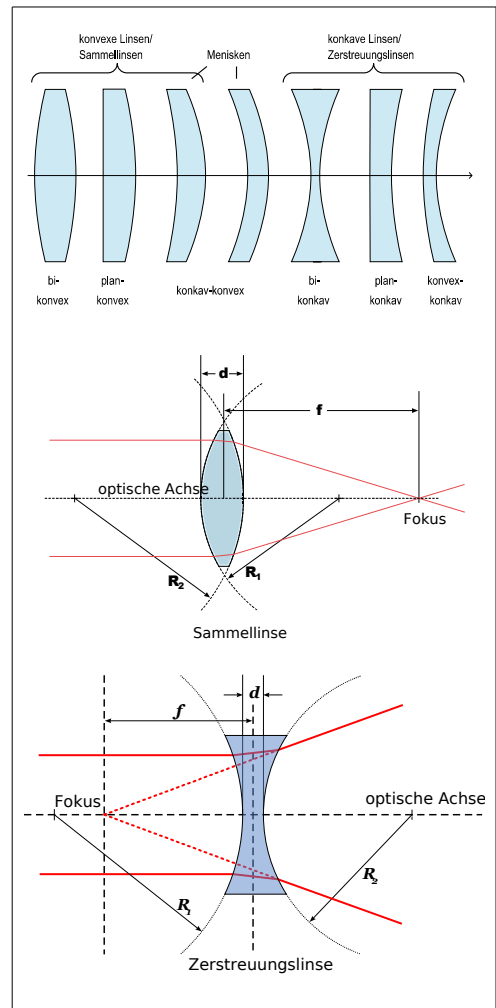
Die Formen der Linsenflächen sind in der Regel sphärisch ausgeführt. Diese Linsen sind leichter herzustellen als Asphärische Linsen, welche auf Grund speziell geformter Linsenflächen geringere Abbildungsfehler aufweisen. Linsen mit schwacher Wölbung – also großer Brennweite – können dünner ausgeführt werden als stark gewölbte, dicke Linsen. Die sogenannte dünne Linse besitzt weiterhin Vorteile bei der theoretischen - insbesondere bei strahlenoptischer - Behandlung. Sie hat in guter Näherung nur eine Hauptebene, die zudem bei symmetrischen Linsen in ihrer Mittelebene angenommen werden kann, was die Angabe bzw. Bestimmung der Brennebenen erleichtert.

## Linsenformen

Bei den einfachsten Linsen sind die beiden optisch aktiven Flächen sphärisch. Das heißt, sie sind Oberflächenausschnitte einer Kugel. Daher kann man diese Flächen mit ihrem Krümmungsradius  $R$  kennzeichnen.

Man unterscheidet:

- **Sammellinsen** mit zwei konvexen Flächen oder mit einer konvexen und einer ebenen Fläche, jedenfalls in der Mitte, im Bereich der optischen Achse, dicker als am Rand; ein Bündel parallel zur optischen Achse einfallender Lichtstrahlen wird idealerweise in einem Punkt hinter der Linse, dem Brennpunkt oder Fokus  $F$ , gesammelt. Ihre Brennweite  $f$  ist positiv.
- **Zerstreuungslinsen** mit zwei konkaven Flächen oder mit einer konkaven und einer ebenen Fläche, jedenfalls am Rand dicker als in der Mitte; ein Bündel von einfallenden Parallelstrahlen läuft hinter der Linse so auseinander, als käme es von einem Punkt auf der Einfallseite des Lichts. Die Brennweite ist negativ.
- Daneben gibt es Linsen, die eine konkave und eine konvexe Fläche besitzen (**Meniskuslinse**); solche Linsen dienen oft zur Korrektur von Abbildungsfehlern (s. u.) in optischen Systemen mit mehreren Linsen. Sie sind Sammellinsen, falls die konvexe Fläche stärker gekrümmt ist, oder Zerstreuungslinsen, falls die konkave Fläche stärker gekrümmt ist.





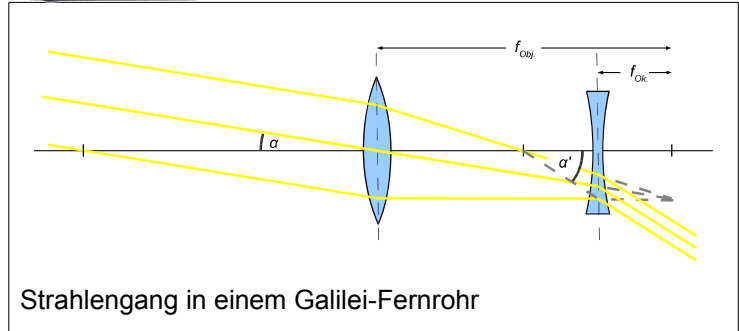
## Fernrohr (Teleskop)

weitere Experimente unter [forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)



### Galilei-Fernrohr

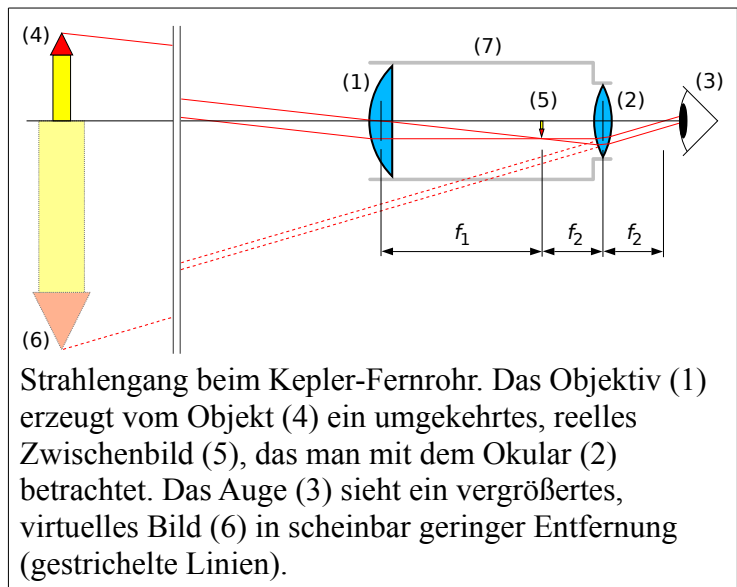
Das Galilei-Fernrohr, auch holländisches Fernrohr genannt, wurde vom holländischen Brillenmacher Hans Lipperhey um 1608 erfunden und in der Folgezeit von Galileo Galilei weiterentwickelt. Es hat als Objektiv eine Sammellinse und als Okular eine Zerstreuungslinse kleinerer Brennweite. Der Brennpunkt des Objektivs und des Okulars fallen auf der Seite des Beobachters zusammen. Es besitzt ein kleines Gesichtsfeld, stellt die Objekte aber aufrecht und seitenrichtig dar. Es wird heute beim Opernglas und bei der Fernrohrbrille eingesetzt.



Da das Okular eine negative Brennweite besitzt, muss es innerhalb der Brennweite des Objektivs liegen. Es entsteht kein reelles Zwischenbild.

### Kepler-Fernrohr

Als Kepler-Fernrohr, auch astronomisches Fernrohr bezeichnet man ein Fernrohr, das einer von Johannes Kepler 1611 beschriebenen Bauweise folgt. Danach ist auch das Okular eine konvexe Sammellinse (mit geringerer Brennweite). Okular und Objektiv stehen im Abstand ihrer addierten Brennweiten, d.h. ihre Brennpunkte fallen zwischen den Linsen zusammen. Das Gesichtsfeld ist ausgedehnter als beim Galilei-Fernrohr. Ob wirklich Johannes Kepler diesen Fernrohrtyp – der außer in der Astronomie z. B. auch in geodätischen Theodoliten verwendet wird – erfunden hat, ist ungewiss. Das erste überlieferte Kepler-Fernrohr wurde vom Jesuiten Christoph Scheiner um 1613 gebaut.



Da sich der Strahlengang im Fernrohr kreuzt, erzeugt das Objektiv ein auf dem Kopf stehendes (um 180 Grad gedrehtes) reelles Bild des betrachteten Gegenstands, das man mittels des Okulars – nach dem Prinzip der Lupe – vergrößert betrachtet. Ein Schwenk des Fernrohrs von links nach rechts bewirkt daher eine Bildbewegung von rechts nach links. Gleiches gilt für Schwenks nach oben und unten. Dies kann mit weiteren Linsen oder mit Prismen behoben werden.

### TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**  
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,  
Psychologischer Berater u. Personal Coach  
Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

### Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: 030 – 85018820 und 030 – 353 053 20

[www.Tutorium-Berlin.de](http://www.Tutorium-Berlin.de)

E-Mail: [info@tutorium-berlin.de](mailto:info@tutorium-berlin.de)

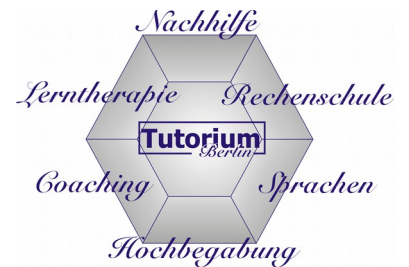
[www.Nachhilfe-Tutorium.de](http://www.Nachhilfe-Tutorium.de)

E-Mail: [info@nachhilfe-tutorium.de](mailto:info@nachhilfe-tutorium.de)



## Fernrohr (Teleskop)

weitere Experimente unter  
[forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)



### Gesichtsfeld im Fernrohr

Das Blickfeld wird bei Benutzung eines Fernrohrs einerseits merklich eingeschränkt, andererseits deutlicher dargeboten. Das Okular bestimmt wesentlich die Qualität des Bildes und die Ergonomie der Beobachtung, insbesondere die Größe des scheinbaren Gesichtsfeldes. Moderne Okulare zeigen ein Gesichtsfeld von 50° bis weit über 70°.

Das wahre Gesichtsfeld, der sichtbare Ausschnitt des Objektraumes, ist etwa um den Vergrößerungsfaktor des Instruments kleiner als das scheinbare Gesichtsfeld. Hat ein Okular z. B. ein scheinbares Gesichtsfeld von 50°, dann hat ein Fernrohr mit 50-facher Vergrößerung ein wahres von 1°. Typisch bei astronomischen Fernrohren sind 0,5° (Mondgröße), Feldstecher haben 5° bis 10°, Aussichtsfernrohre einige Grad.

Am genauesten wird eine Messung mittels Sternen: wir suchen einen äquatornahen Stern (z. B. im Süden in etwa 40° Höhe; genauer 90° minus Breite) und messen, wie lange er benötigt, um durch das Gesichtsfeld zu wandern. Die (dezimalen) (Zeit-)Minuten sind durch 4 zu teilen. Dauert der Stern-Durchgang 2,4 Minuten, hat das Fernrohr ein Gesichtsfeld von  $\varnothing = 0,60^\circ$ . Kennt man diesen Wert, lassen sich Entfernungen schätzen: Wenn z. B. eine stehende Person von 1,70 m unsere  $0,60^\circ$  gerade ausfüllt, ist sie  $1,70 / \sin(\varnothing) = 162$  m von uns entfernt. Jäger, Seeleute und Militär verwenden dafür auch Fernrohre oder Feldstecher mit Skalen - doch gibt es nützliche Faustregeln. Wer daher das geschilderte Verfahren perfektionieren will, könnte es zunächst an einem Feldstecher erproben. Bessere Geräte geben die Grad (bzw. die Meter auf 1000 m Distanz) an.

### Vorsichtsmaßnahmen bei Beobachtung der Sonne

Bei der Sonnenbeobachtung durch ein Fernrohr muss ein geeigneter Sonnenfilter verwendet werden, der vor dem Objektiv angebracht wird. Filter, die vor das Okular geschraubt werden, erhalten bereits die verstärkte Intensität und können infolge Hitzeentwicklung platzen und schlimmstenfalls zur Erblindung des Beobachters führen. Lichtmindernde Alternativen sind Herschelkeil, Pentaprisma und Bauernfeindprisma, die beide mit grauen Dämpfungsfiltren im Okular verwendet werden dürfen und (visuell) auch müssen. Ohne Lichtminderung einsetzbar ist die Sonnenprojektionsmethode, welche sich für simultane Beobachtung durch mehrere Personen eignet.

Quellen:

[http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Brechung\\_\(Physik\)&oldid=122921140](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Brechung_(Physik)&oldid=122921140)

[http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Linse\\_\(Optik\)&oldid=122642612](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Linse_(Optik)&oldid=122642612)

Bild „Fénytörés“: By Zátanyi Sándor (ifj.) Fized (Own work) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

Bild „By Pencil in a bowl of water“: User:Theresa knott derivative work: Gregors (talk) 10:51, 23 February 2011 (UTC) (Pencil\_in\_a\_bowl\_of\_water.png) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>) or GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], via Wikimedia Commons

Bild „Linsenarten“: By Patrick Klitzke; (Own work) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>) or FAL], via Wikimedia Commons

Bild „Sammellinse“: By derivative work: Mouagip (talk) Sammellinse.png: Michael Schreiter This vector graphics image was created with Adobe Illustrator. (Sammellinse.png) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

Bild „Negative.lens“: CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>), via Wikimedia Commons

Bild „Galilei telescope“: By LehrerCN (Own work) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

Bild „Telescope-schematic-A“: By Michael Schmid [CC-BY-SA-2.0-at (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/at/deed.en>)], via Wikimedia Commons

### TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**

Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,  
Psychologischer Berater u. Personal Coach

**Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage**

### Anmeldung, Beratung und Informationen:

**Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr**

und / oder nach Vereinbarung unter

☎ **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

[www.Tutorium-Berlin.de](http://www.Tutorium-Berlin.de)

E-Mail: [info@tutorium-berlin.de](mailto:info@tutorium-berlin.de)

[www.Nachhilfe-Tutorium.de](http://www.Nachhilfe-Tutorium.de)

E-Mail: [info@nachhilfe-tutorium.de](mailto:info@nachhilfe-tutorium.de)