

## Lilienthaler Fernrohrbau



### Wie funktioniert ein Spiegelteleskop?

- [Wer hat's erfunden?](#)
- [Das Newton-Teleskop](#)
- [Das Cassegrain-Teleskop](#)
- [Das Maksutow-Teleskop](#)

#### *Wer hat's erfunden?*

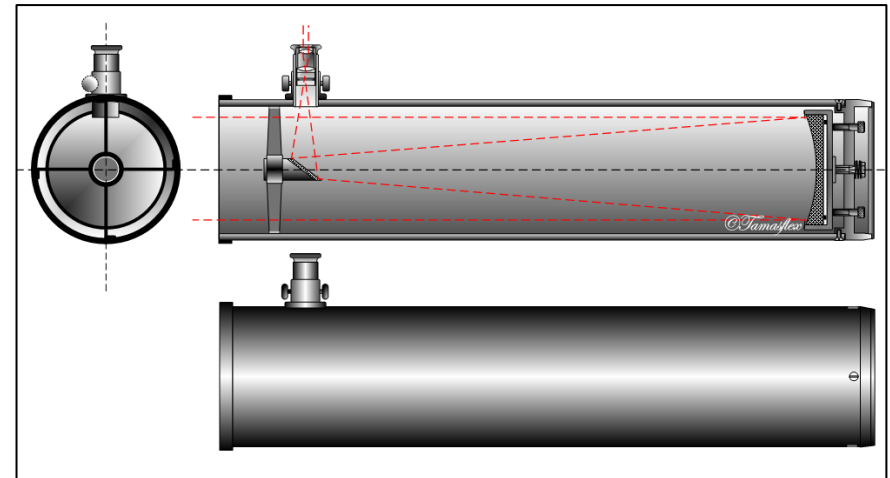
Das erste Spiegelteleskop entwickelte 1616 der ital. Astronom und Physiker Nicolaus Zucchius, der als Professor am Collegio Romano arbeitete. Seine wesentlichen Bauelemente waren ein am unteren Ende im zylinderförmigen Tubus sitzender leicht gekippter Hohlspiegel, der als Objektiv fungierte, und im oberen Teil eine als Okular dienende Zerstreulinse (konkav). Durch deren seitliche Anordnung am Tubus wurde verhindert, dass der Beobachter mit seinem Kopf den Lichteinfall zum Hohlspiegel behindert. Diese ersten Geräte hatten jedoch noch starke Abbildungsfehler vor allem wegen der gekippten Anbringung des Hohlspiegels. Im weiteren Verlauf des 17. Jahrhunderts wurden von verschiedenen Astronomen unterschiedliche Bauformen von Spiegelteleskopen erprobt. Besonders erfolgreiche Lösungen erzielten Isaac Newton 1668 (Newton-Spiegelteleskop) und Laurent Cassegrain 1672 (Cassegrain-Teleskop). Beide Bautypen werden bis heute verwendet.

## Das Newton-Teleskop

Das Newton-Spiegelteleskop besteht aus einem zylinderförmigen Tubus, in dessen unterem Ende der Hohlspiegel montiert ist. Wie bei allen Spiegelteleskopen bildet er das Objektiv des Fernrohrs. Seine optische Achse verläuft in der räumlichen Achse des Rohres, wodurch der Nachteil des gekippten Hohlspiegels vermieden wird. Die Bildentstehung funktioniert in der Weise, dass das Bild des beobachteten, weit entfernten Objekts in Form

paralleler Lichtstrahlen von vorne auf den Hohlspiegel auftrifft und von ihm reflektiert und bis zum Brennpunkt gebündelt wird. Dieser liegt auf der optischen Achse etwas mehr als einen Tubusradius außerhalb der oberen Öffnung des Geräts.

Ein Kunstgriff Newtons besteht nun in der mittigen Montierung eines kleinen *planen* Spiegels (Fangspiegel oder Ablenkspiegel) im Tubus im Winkel von  $45^\circ$  zur optischen Achse vor dem oberen Ende des Tubus. Der Ablenkspiegel lenkt das Lichtbündel seitlich im Winkel von  $90^\circ$  ab, so dass es durch eine seitliche Öffnung in der Tubuswand in das Okular eintritt, dessen konvexe Linse das reelle Zwischenbild für das Auge virtuell abbildet. Die Beobachterin bzw. der Beobachter blickt also



Newton-Spiegelteleskop

Quelle: Szócs Tamás Tamasflex - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,  
[//commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8631267](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8631267)

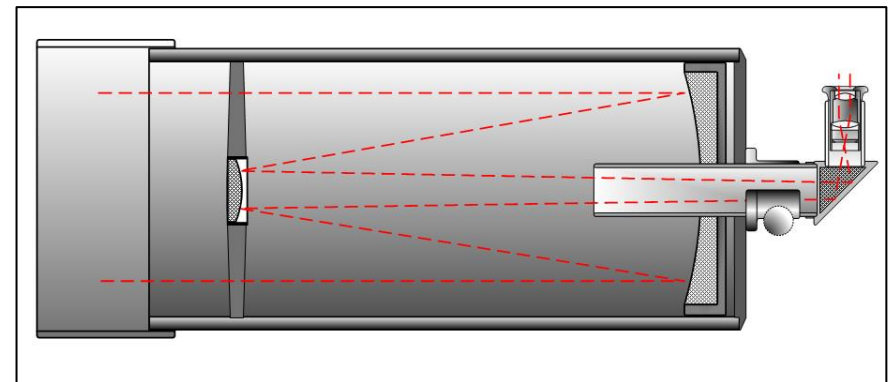
seitlich in das Gerät, so dass sie/er den Lichteinfall des Beobachtungsobjektes in den Tubus nicht stört.

[Nach oben >>](#)

### Das Cassegrain-Teleskop

Vor Newton hatte der schottische Astronom James Gregory 1663 ein Spiegelteleskop entworfen, bei dem ebenfalls das von vorne kommende Licht auf den am unteren Ende des Tubus sitzenden sphärischen Hohlspiegel trifft, von dem es auf den *konkaven* aber kleineren Fangspiegel reflektiert wird. Der auf der optischen Achse sitzende Fangspiegel bündelt das

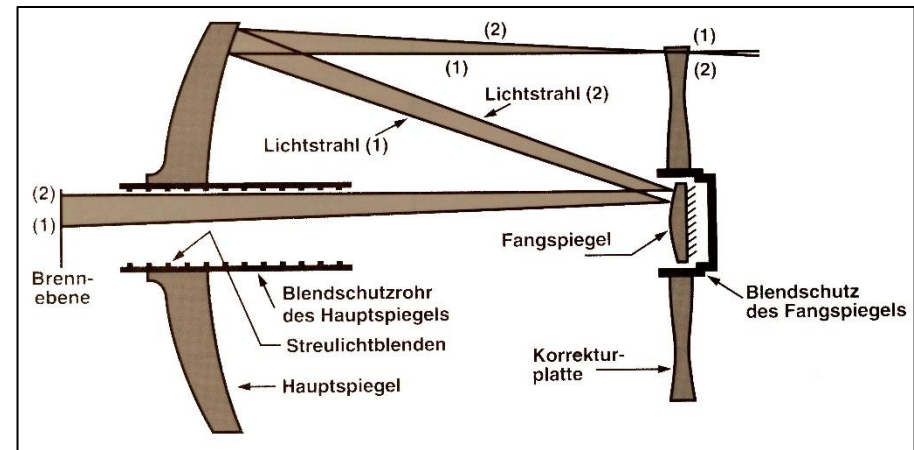
Licht nochmals und reflektiert es auf der optischen Achse in Richtung Hauptspiegel. Da dieser in seiner Mitte eine kreisförmige Öffnung aufweist, fällt das gebündelte Licht des Objekts durch ihn hindurch auf die bikonvexe Linse des Okulars. Diese vergrößert und vollendet das Bild für das Auge. Cassegrain entwarf in Anlehnung an Gregory ein Spiegelteleskop, bei dem das in Form paralleler Strahlen einfallende Licht ebenfalls auf einen am unteren Ende des Tubus sitzenden sphärischen Hohlspiegel (Primärspiegel) trifft, von dem es gebündelt (und im Unterschied zum Gregory-



**Cassegrain-Spiegelteleskop**

Quelle: Szócs Tamás Tamasflex - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,  
[//commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8631267](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8631267)

Teleskop) auf einen *konvexen* Fangspiegel (Sekundärspiegel) reflektiert wird. Dieser reflektiert und bündelt es gemäß nebenstehender Abbildung durch das Blendschutzrohr und eine zentrale Öffnung im Hauptspiegel auf einen Ablenkspiegel, von dem es – wie beim Gregory-Teleskop – in das mit konvexen Linsen bestückte Okular und weiter in das Auge des Betrachters gelangt.



#### Strahlengang Cassegrain-Spiegelteleskop mit Schmidtplatte

Das links sitzende Okular wurde in dieser Zeichnung weggelassen, das Licht fällt von rechts ein. Quelle: MEADE LX 90 Betriebsanleitung

Im Unterschied zum Newton-Teleskop, das einen ebenen Fangspiegel enthält, verlängert der konvexe Sekundärspiegel die Brennweite. Dieser Umstand und das reflexionsbedingte nochmalige Durchlaufen der Strecke Sekundärspiegel-Primärspiegel durch das Licht erlauben es dem Erbauer, den Tubus deutlich kürzer auszuführen als dies bei einem Newton-Teleskop möglich ist. Verschiedene Teleskop-Bauer entwickelten das Cassegrain-Teleskop weiter.

Cassegrain-Teleskope mit einem sphärischen Hohlspiegel bewirken jedoch eine Unschärfe des Bildes. Es geschieht dies dadurch, dass achsennahe Strahlen eine andere Brennweite haben als achsenferne. Somit treffen sich nicht alle Strahlen in einem Punkt – eine Erscheinung, die als sphärische Aberration oder Öffnungsfehler bekannt ist. Zu ihrer Kompensation werden Korrekturlinsen in das Teleskop eingebaut.

Im Schmidt-Cassegrain-Teleskop befindet sich diese Korrekturlinse – auch Schmidt-Platte genannt – in der Öffnung des Teleskops. Sie ist das Bauelement, das als erstes vom ankommenden Licht erreicht wird und minimiert die Koma des Gesamtsystems.

[Nach oben >>](#)

### *Das Maksutov-Teleskop*

Der russische Optiker Dimitri Maksutow setzte 1942 eine meniskusförmige Korrektionsplatte vor die Öffnung eines Spiegelteleskops mit Cassegrain-Strahlengang, womit er die sphärische Aberration des sphärischen Hauptspiegels beheben konnte. Der meniskusförmigen Korrekturlinse ist auf der konvexen Innenseite der Sekundärspiegel aufgedampft. Bei kleineren Teleskopen wird die Qualität der Optik des Maksutow-Teleskops von keinem anderen übertroffen. Von großem Vorteil ist auch die kurze Bauform des Tubus, die diesen Gerätetyp sehr handlich macht.

[Nach oben >>](#)

*Text Dr. Heinrich Köhler, Januar 2018*

