

Übung Engineering Tools

Zemax &

***Grundlagen der
geometrischen Optik***



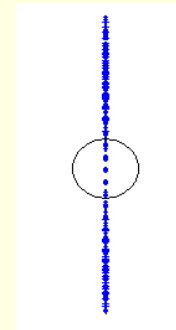
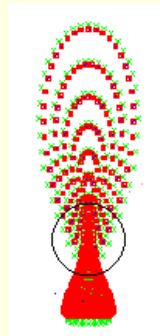
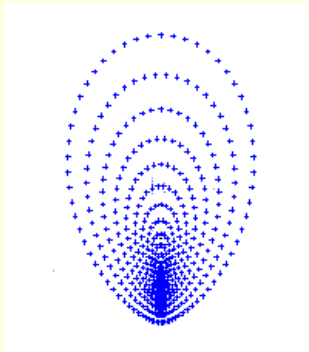
Dr.-Ing. Robert Dreyer

Prof. Dr. rer. nat. Heinz Lehr

Spotdiagramm

Wahrscheinlich anschaulichstes Diagramm

- Von einem Objektpunkt ausgehend werden viele Strahlen durch das optische System geschickt
- Diese durchlaufen die Linsen auf unterschiedlichen Wegen
- Auftreffpunkte der einzelnen Strahlen in der Bildebene ergeben spots



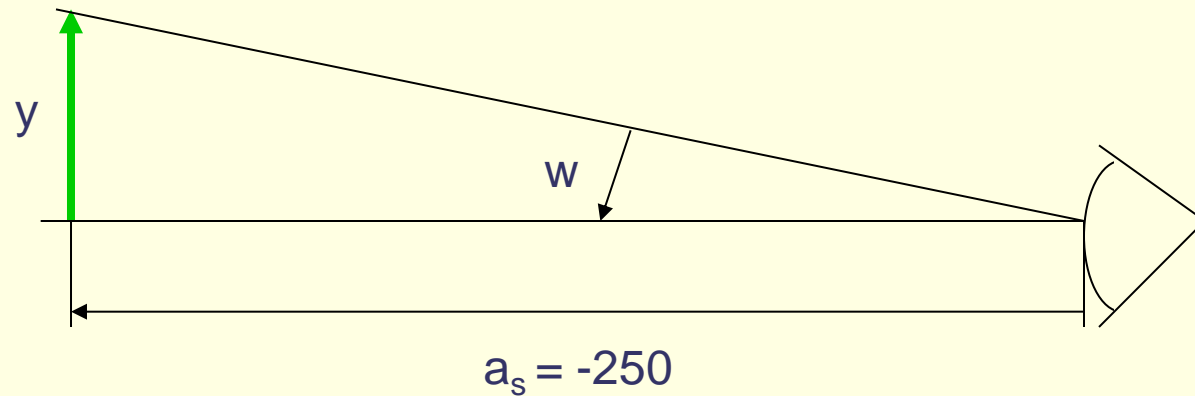
Unterscheidung der geometrischen und rms-Durchmesser

Größe der Spots dient der Beurteilung der Qualität

Form erlaubt Aussagen über Art der Fehler

Die Lupe

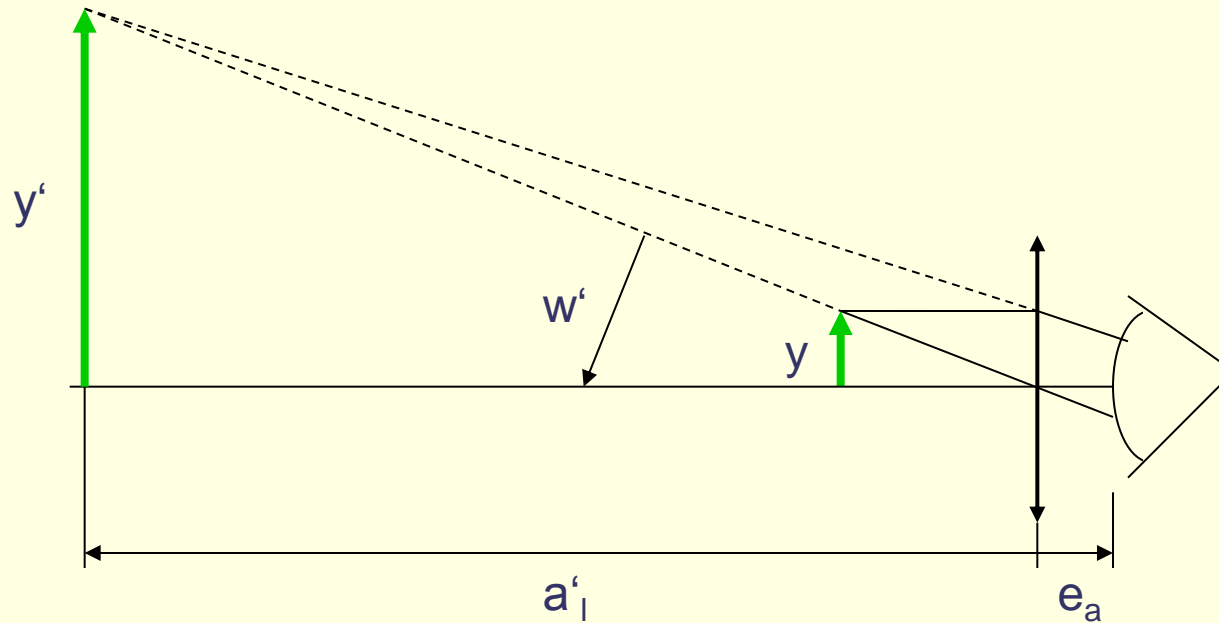
Sehwinkel ohne Lupe



Sehwinkel ohne Lupe $\tan w = \frac{-y}{a_s}$

Bezugssehweite $a_s = -250$ mm

Sehwinkel mit Lupe



Sehwinkel mit Lupe

$$\tan w' = \frac{y'}{e_a - a'_l}$$

Vergrößerung

Sehwinkel ohne Lupe

$$\tan w = \frac{-y}{a_s}$$

Sehwinkel mit Lupe

$$\tan w' = \frac{y'}{e_a - a'_l}$$

Winkelvergrößerung der Lupe allgemein

$$\Gamma' = \frac{\tan w'}{\tan w}$$

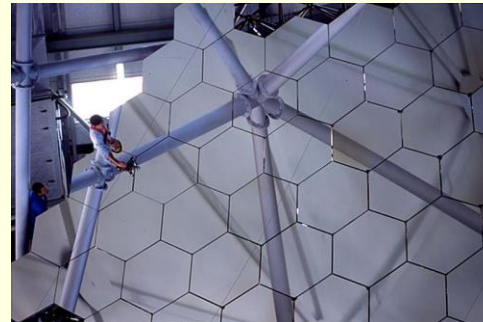
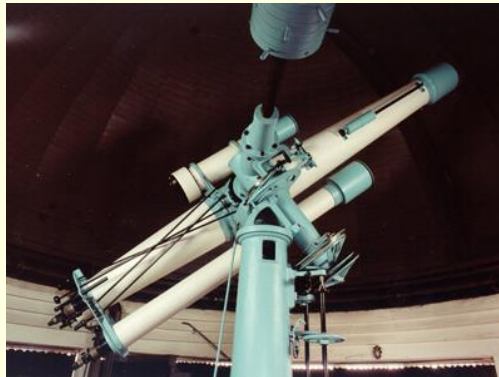
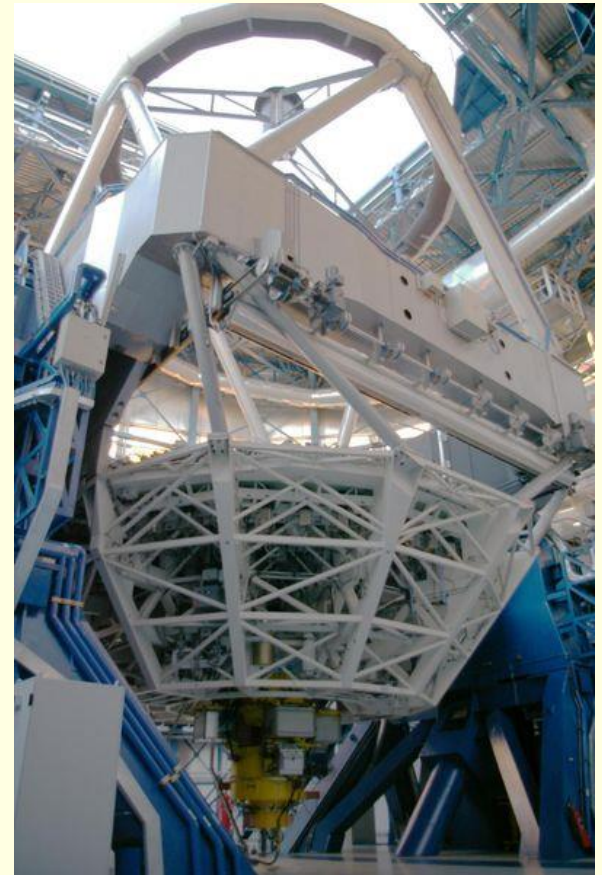
$$\Gamma' = -\frac{(f' - a'_l) \cdot a_s}{(e_a - a'_l) \cdot f'}$$

Winkelvergrößerung der Lupe für Bild im Unendlichen (Objekt im Brennpunkt)

$$\Gamma'_L = -\frac{a_s}{f'} = \frac{250\text{mm}}{f'}$$

Fernrohre

Beispiele

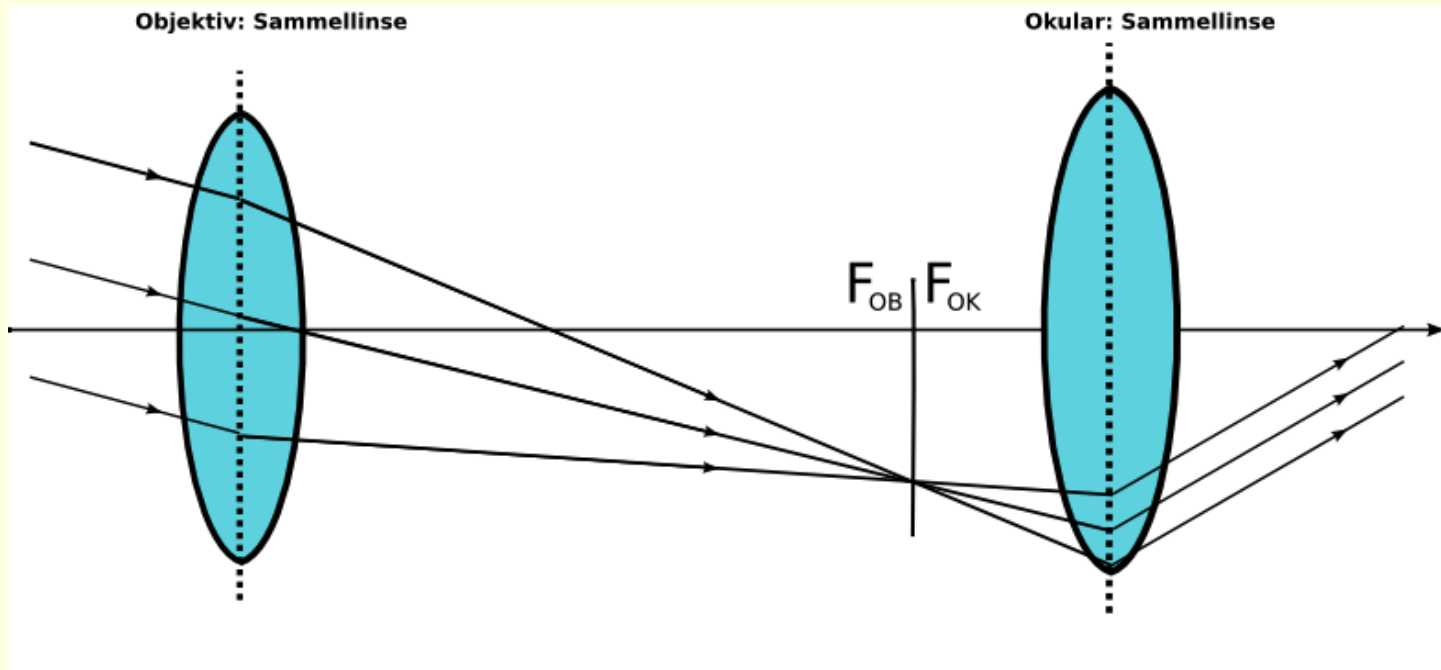


Kepler-Fernrohr

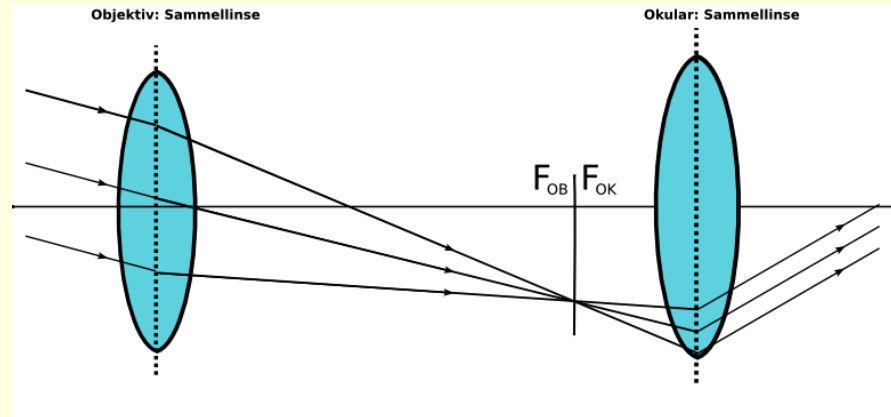
Sehr einfaches Fernrohr für die astronomische Beobachtung

Bauart 1611 durch Johannes Kepler beschrieben und 1613 erstmals durch Christoph Scheiner gebaut

Aufbau: Objektiv und Okular als Sammellinsen ausgeführt



Kepler-Fernrohr



Objektiv erzeugt reale Zwischenabbildung im Objektivbrennpunkt, dieses dient als Ausgang für das Okular

Objektiv- und Okularbrennpunkt fallen zusammen

Afokales System: Sowohl Objekt, als auch Bild im Unendlichen, $a = -\infty$, $a' = \infty$

Vergrößerung

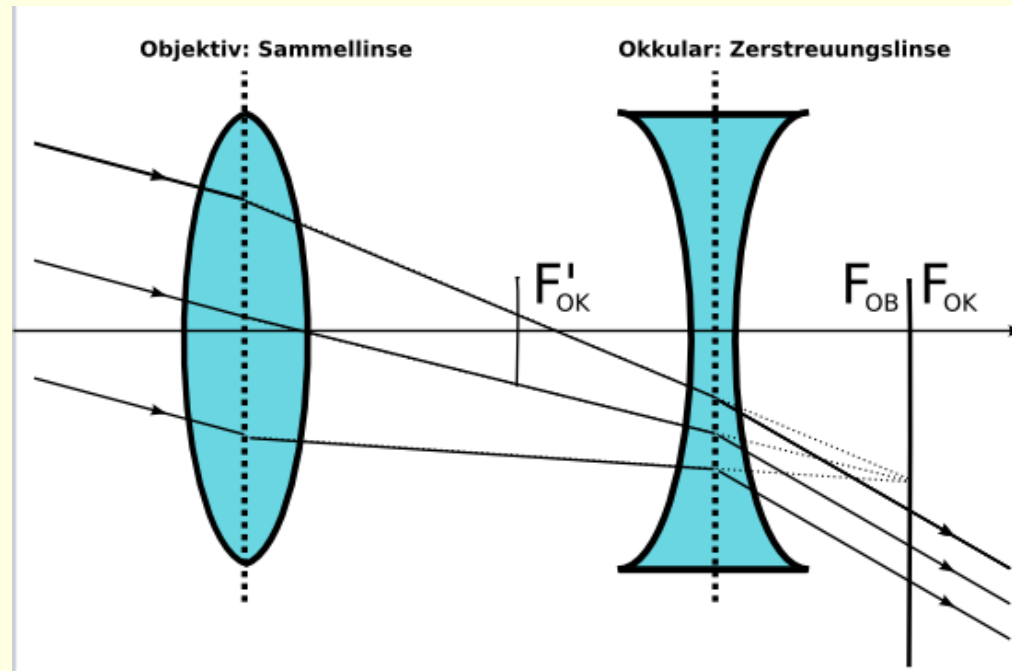
$$\Gamma'_{F\infty} = -\frac{f'_{ob}}{f'_{OK}}$$

Besonderheiten: Große Baulänge, Bild steht auf dem Kopf

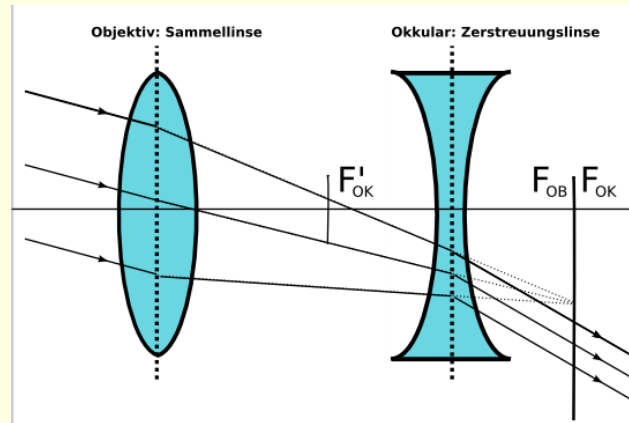
Galilei Fernrohr

Sehr einfaches Fernrohr für die terrestrische Beobachtung

Aufbau: Sammellinse als Objektiv, Zerstreuungslinse als Okular



Galilei Fernrohr



Objektiv erzeugt Zwischenabbildung im Objektivbrennpunkt, die als virtuelles Objekt des Okulars dient

Vergrößerung

$$\Gamma'_{F\infty} = -\frac{f'_{ob}}{f'_{OK}}$$

Kurze Baulänge, aufrechtes Bild, Anwendung nur noch als Opernglas

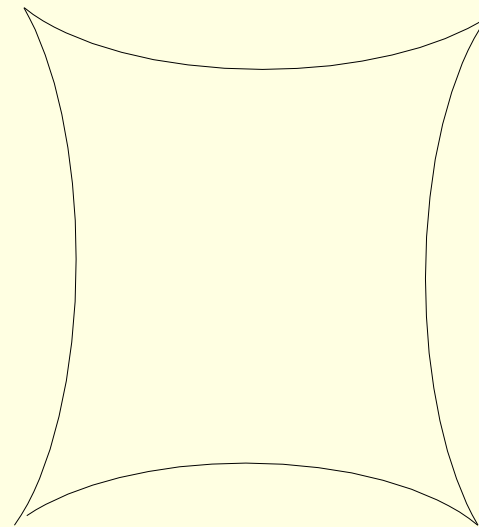
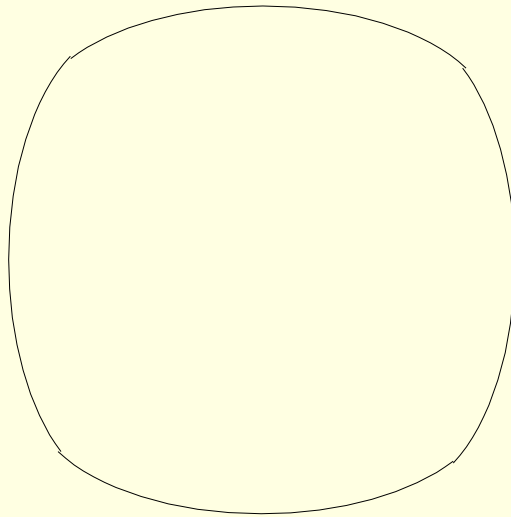
Verzeichnung

Begriffe

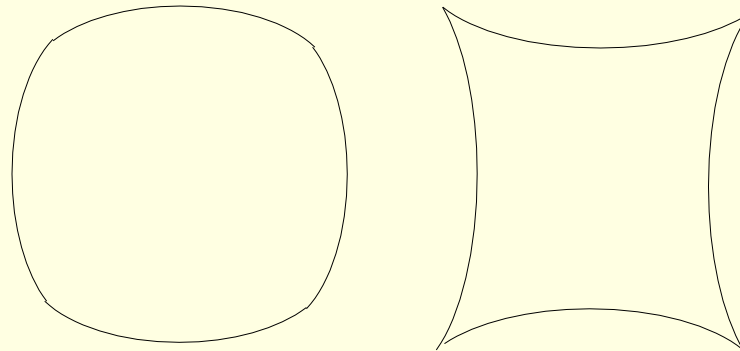
Verzeichnung: Abbildungsmaßstab ist über das Bild nicht konstant

Kissenform: Vergrößerung nimmt zu den Bildecken hin zu

Tonnenform: Vergrößerung nimmt zu den Bildecken hin ab



Nachteile und Einflüsse



Nachteile:

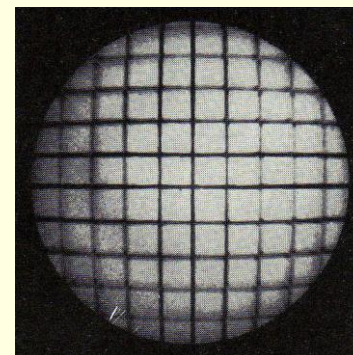
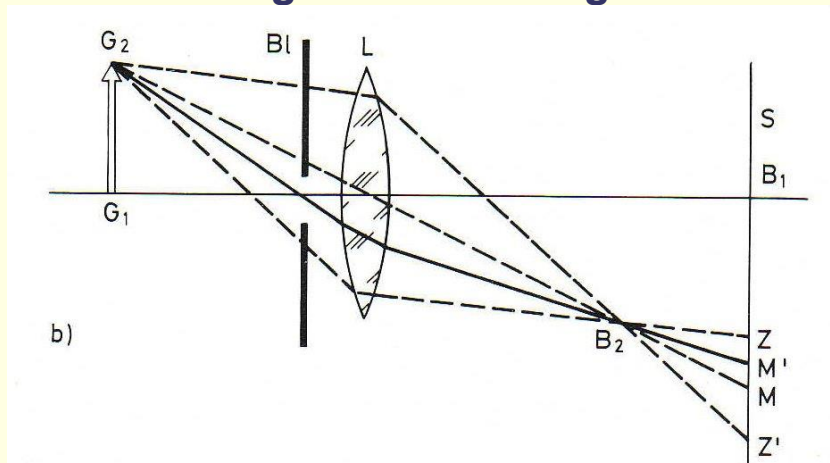
- Fehler bei Messungen von Längen, Flächen oder Winkeln im Bild
- Unterschiedliche Beleuchtungsstärke in der Bildebene

Einflüsse (Auswahl):

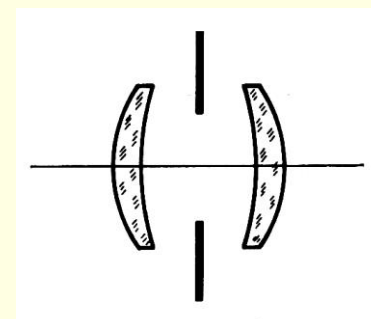
- Position der Blende
- Symmetrie des Systems

Nachteile und Einflüsse

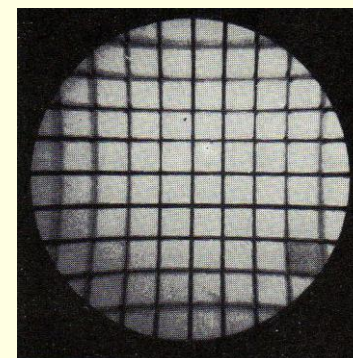
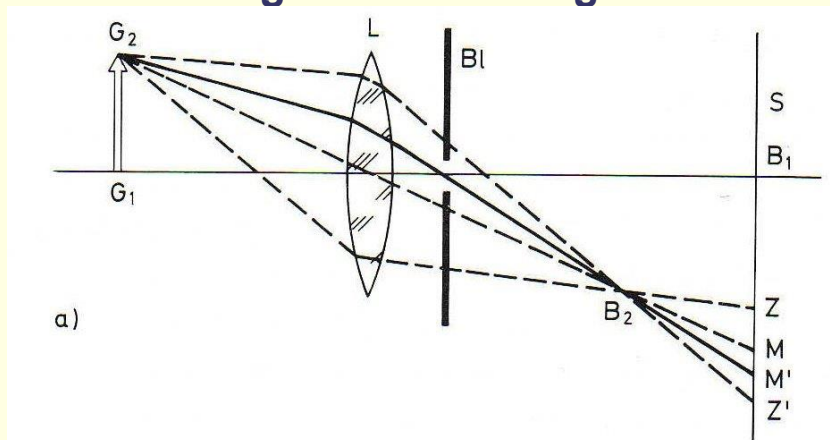
Tonnenförmige Verzeichnung:



Abhilfe:



Kissenförmige Verzeichnung:



Mehrere Linsen mit zwischengelagerter Blende

„Orthoskopisches System“

(A.H. Steinheil, 1865)