



Lenses

Converging lenses

positive
convex



Thicker in the center than on the edge

Diverging lenses

negative
concave



Thicker on the edge than in the center

Ray optics describes light in terms of rays – light rays are lines showing the direction

Light ray 

Lenses transform the light rays.

Der Brennpunkt sammelt alle Lichtstrahlen die parallel zur optischen Achse in eine Sammellinse eintreten.

Die Zerstreuunglinse hat einen „virtuellen“ Brennpunkt der vor der Linse liegt.

Parallelstrahlen: alle Strahlen, die parallel zur optische Achse laufen, werden durch die Linse so gebrochen, dass sie sich in dem Brennpunkt treffen

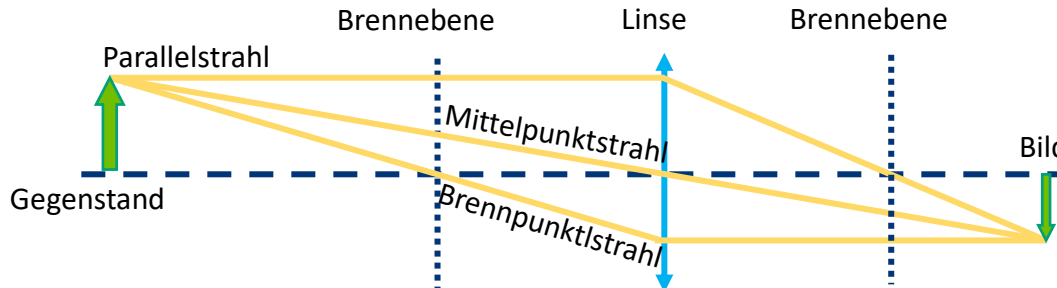


Abbildung eines Gegenstandes durch eine Linse

Bild
optische Achse,
die durch die Mitte der Linse verläuft und senkrecht zur Linsenebene steht

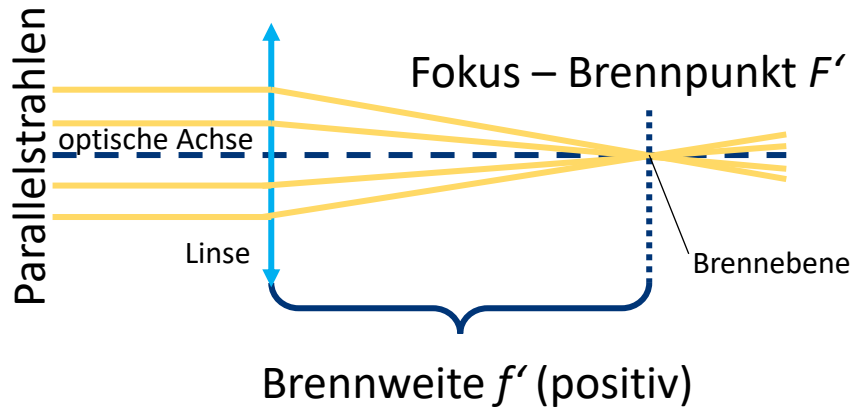
Brennpunktstrahlen: alle Strahlen, die durch einen Brennpunkt verlaufen, werden durch die Linse so gebrochen, dass sie hinter der Linse parallel zur optischen Achse verlaufen

Mittelpunktstrahl: in guter Näherung durchlaufen Mittelpunktstrahlen die Linse somit unverändert





Sammellinsen



Die Sammellinsen brechen die Lichtstrahlen die parallel zur optische Achse laufen in einem Punkt der **Brennpunkt** genannt wird.

Die Lupe, ...

Lupe Vergrößerung

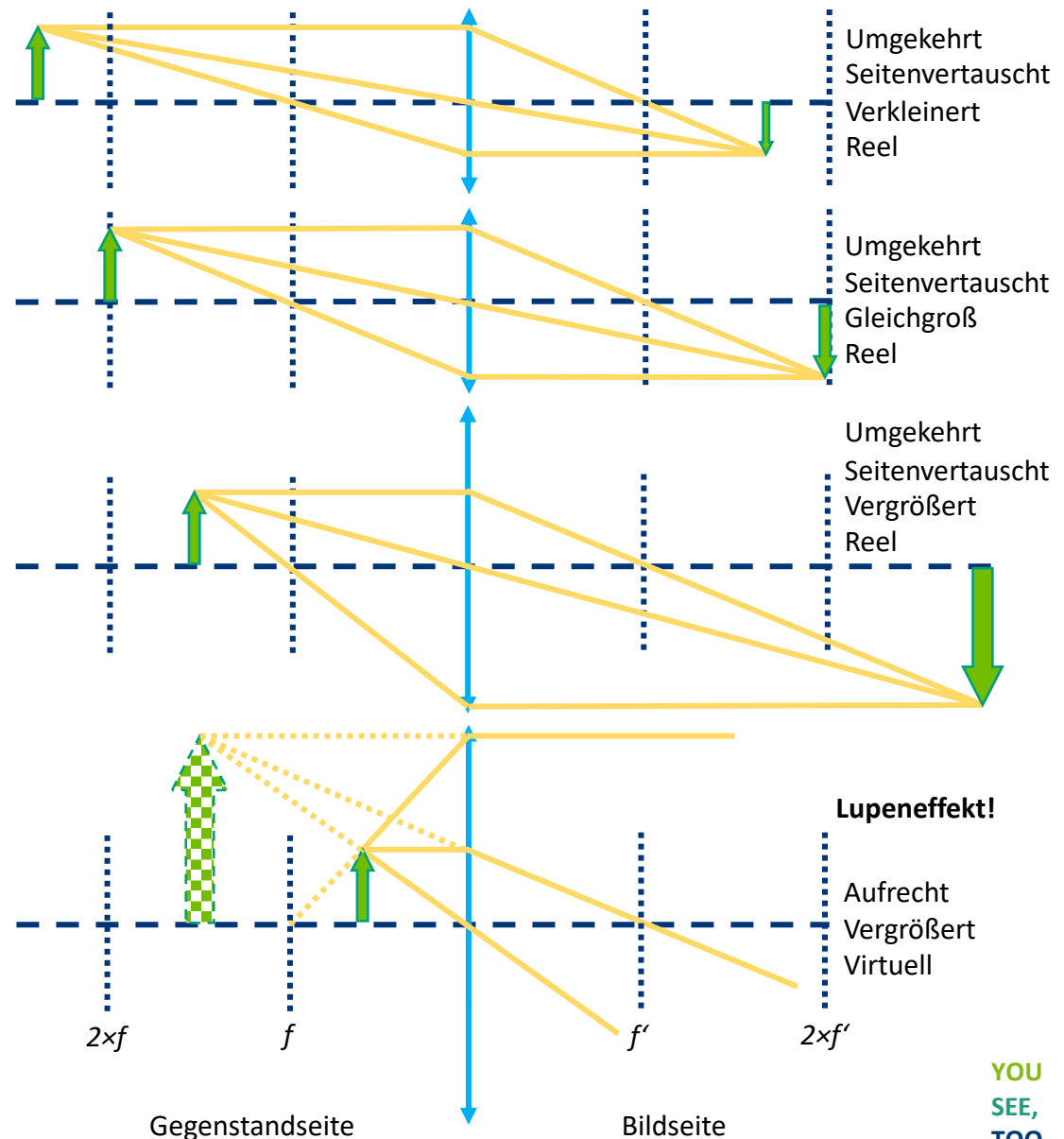
$$V = \frac{250 \text{ mm}}{f'}$$



useetoo.org



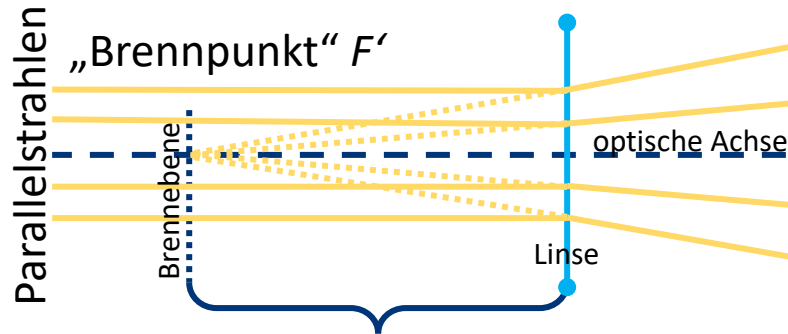
Teste die Linsen!



YOU
SEE,
TOO

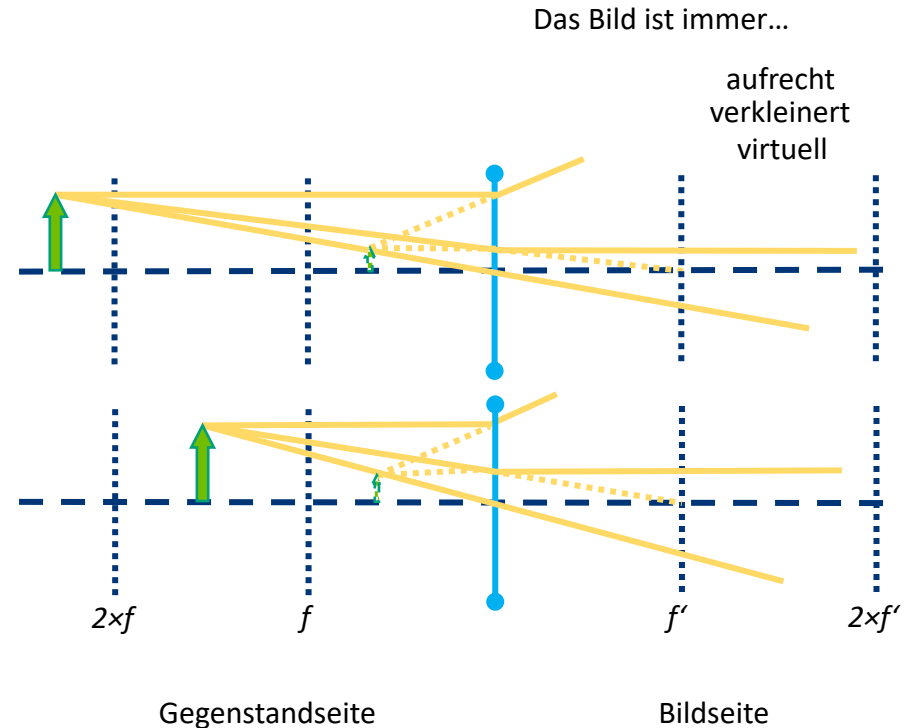


Zerstreuungslinsen (Streulinsen)



Brennweite f' (negativ)

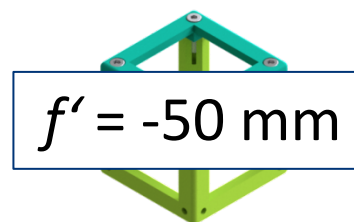
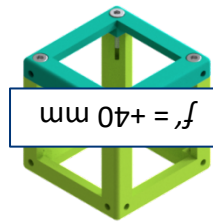
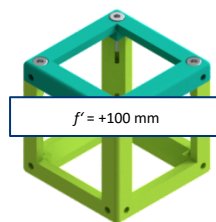
Die Zerstreuungslinsen brechen die Lichtstrahlen die parallel zur optische Achse laufen als würden einem Punkt entspringen.



Teste die Linsen!



Wie sieht das Bild durch die Linse aus?



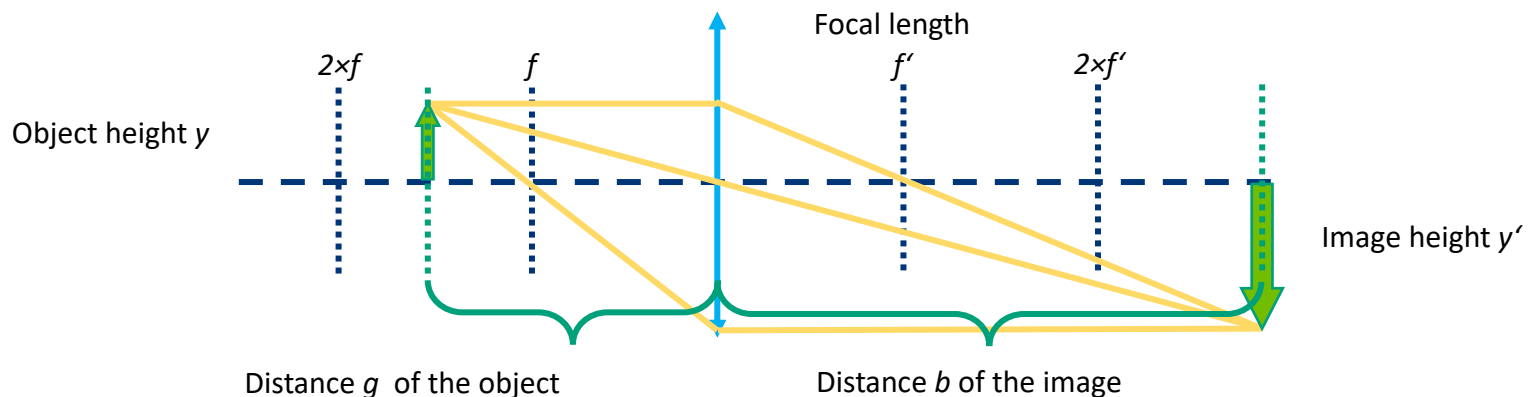
Die richtige Größe

Mit der richtigen Linse im richtigen Abstand ist der Text gleich groß.





Projector



Lens Equation

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

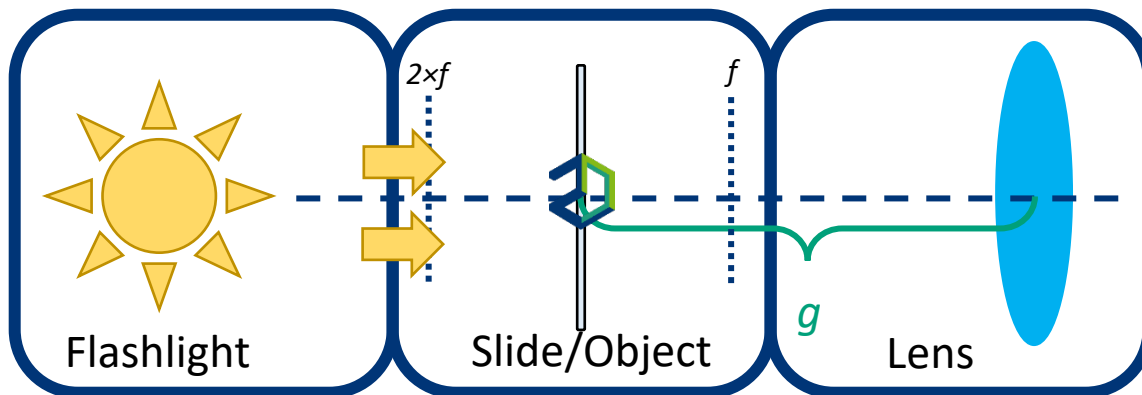
The image is not anywhere!

When imaging an object through a converging lens, the position and size of the image depend on the distance g of the object from the lens and its focal length f' .

Magnification of the lens

$$V = \frac{b}{g} = \frac{y'}{y}$$

The image is not arbitrarily large!



Where is the image?
What is the magnification?

- Change the distance of the lens.
- Change the lens



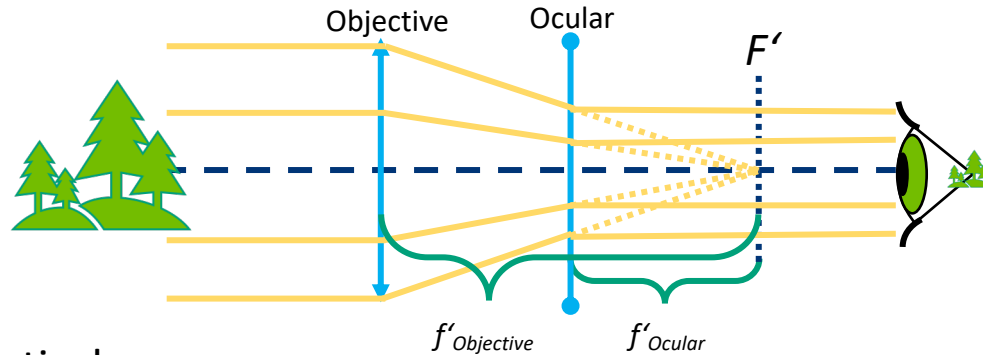


Galileian-Telescope



Magnification

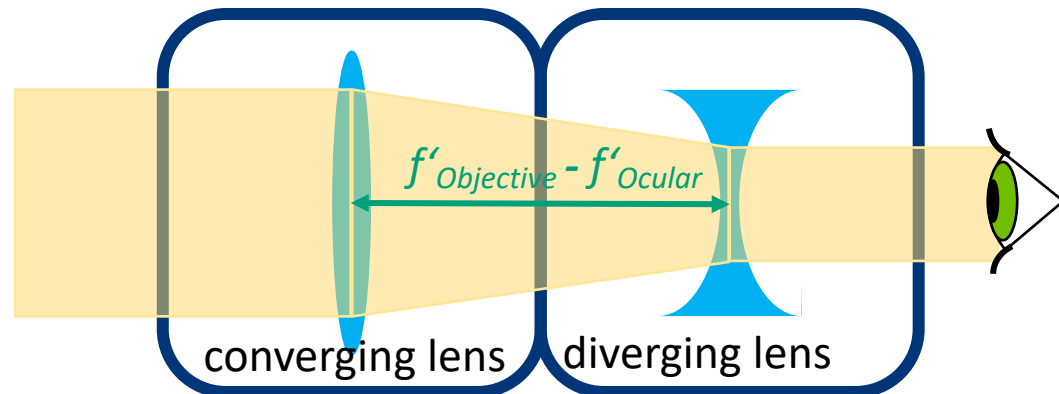
$$V = \frac{f'_{\text{Objective}}}{f'_{\text{Ocular}}}$$



The image is
upside
and not rotated

The field-of-view (FOV) is..
small

The Telescope is an optical instrument which magnifies objects which are far away.



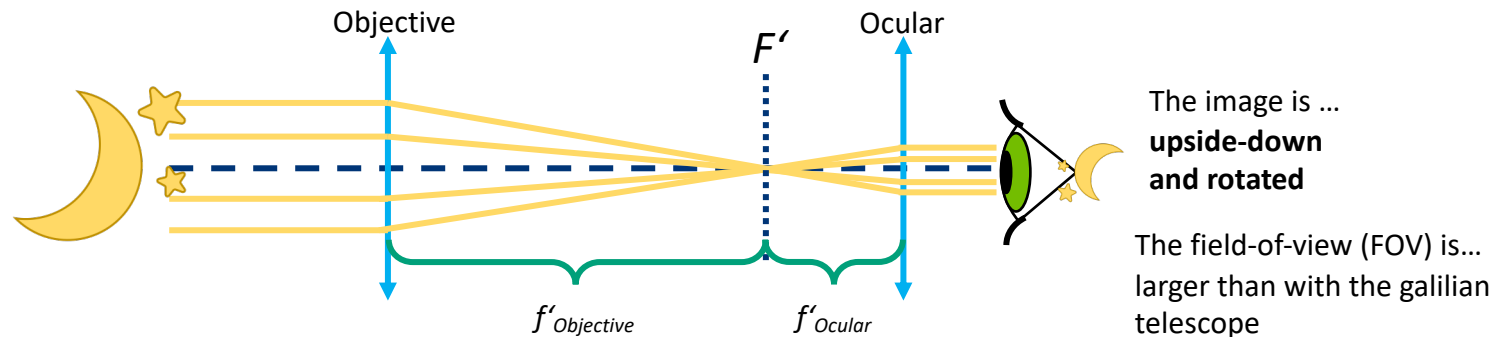


Keplerian-Telescope



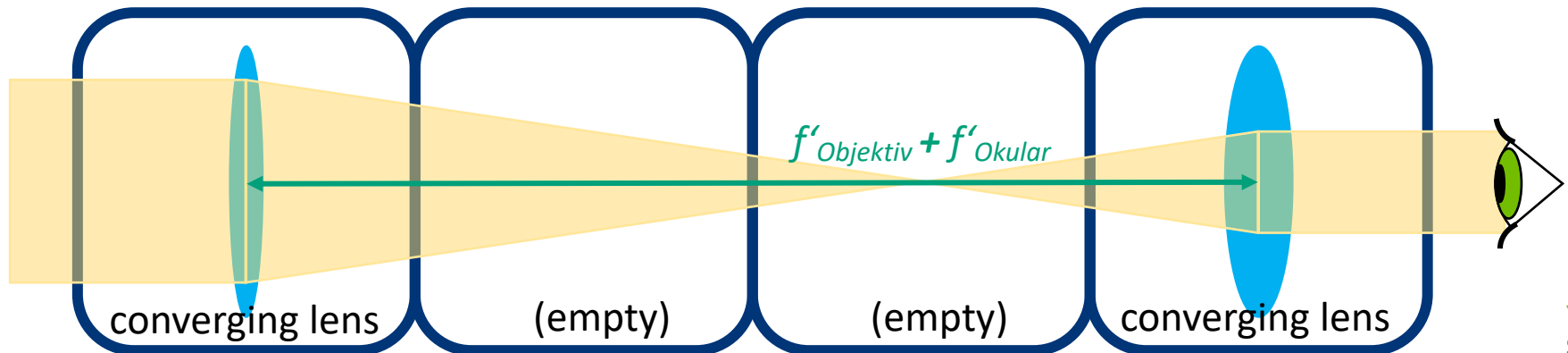
Magnification

$$V = \frac{f'_{\text{Objective}}}{f'_{\text{Ocular}}}$$



The image is ...
upside-down
and rotated

The field-of-view (FOV) is...
larger than with the galilian
telescope





Ein Mikroskop ist ein Gerät, das es erlaubt, Objekte stark vergrößert anzusehen oder bildlich darzustellen.

Das Bild ist...

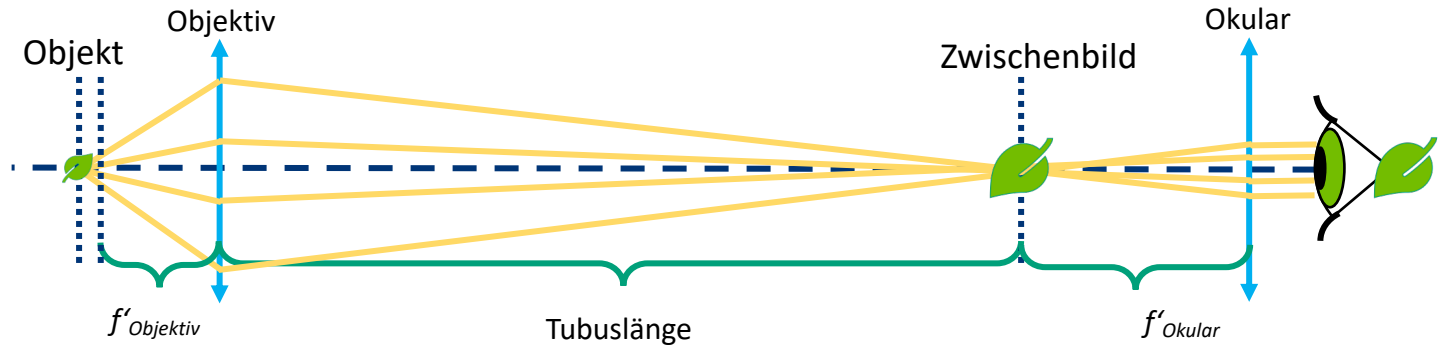
an der Ebene des Zwischenbildes

umgekehrt
seitenvertauscht
vergrößert
reell

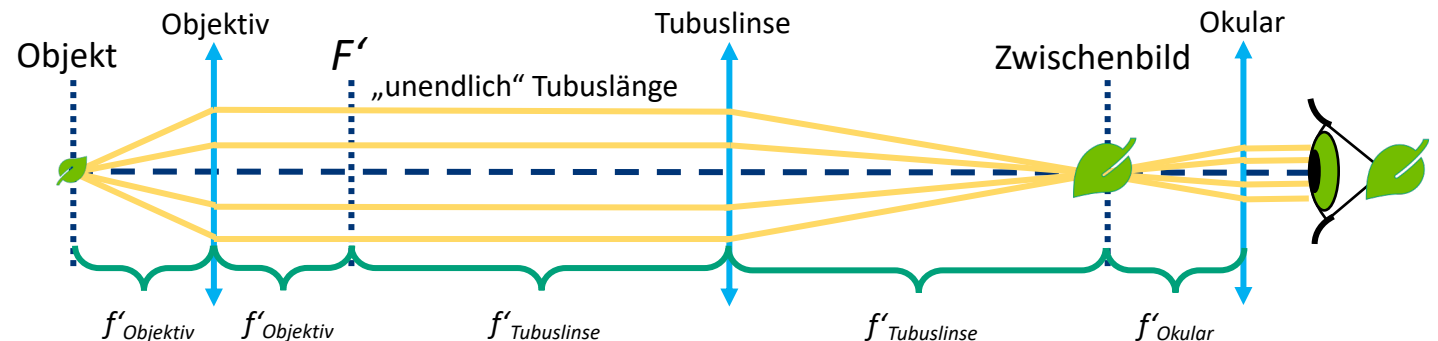
hinter dem Okular

umgekehrt
seitenvertauscht
vergrößert
virtuell

Lichtmikroskop



Die Objektive von älteren oder kleineren Mikroskopen sind angepasst an eine definierte Tubuslänge und erzeugen in einem genau definierten Abstand ein reelles Zwischenbild. Das Zwischenbild wird durch die Okularoptik vergrößert. Ältere Mikroskope sind mit einer „Endlichoptik“ ausgestattet.



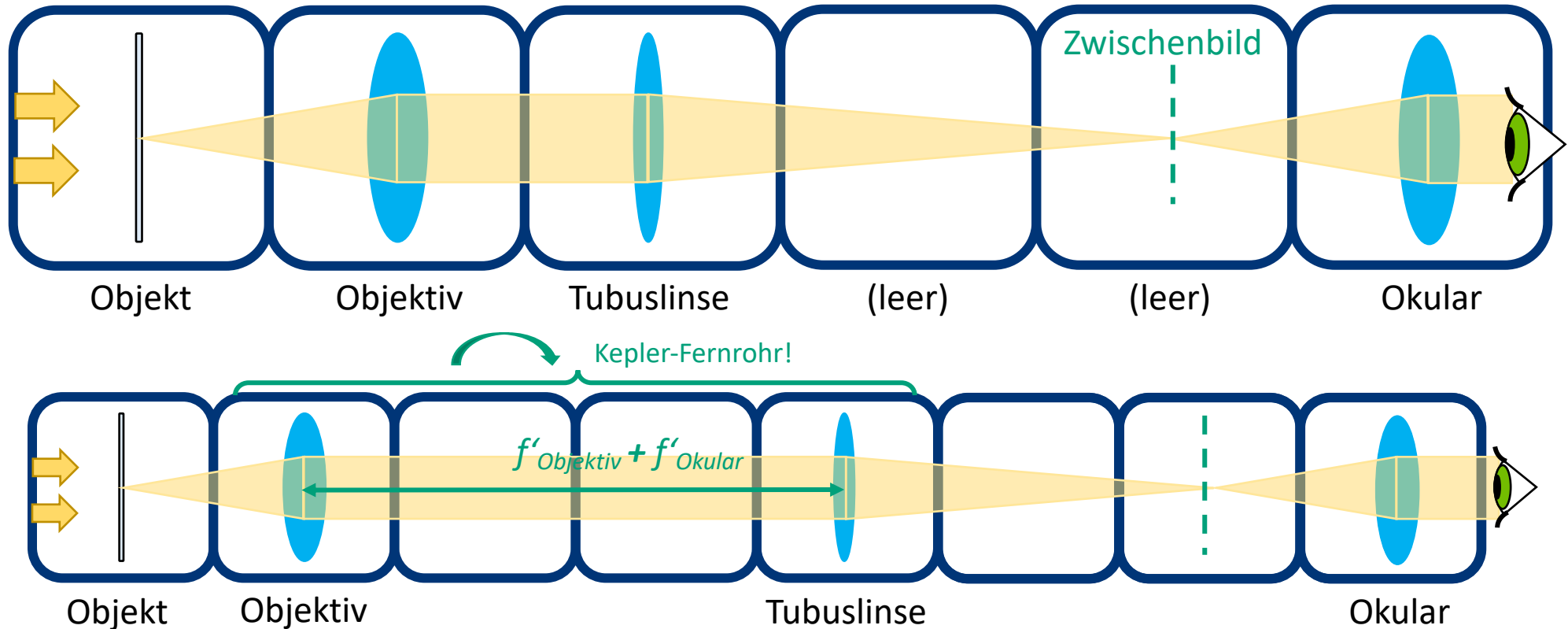
Neuere Mikroskope sind mit einer sogenannten „Unendlichoptik“ ausgestattet. In diesem Fall erzeugt das Objektiv kein reelles Zwischenbild. Das Licht verlässt das Objektiv als unendliche parallele Strahlen. Am Ende von dem „unendlichen“ Tubus befindet sich eine Tubuslinse. Diese erzeugt ein Zwischenbild, das dann wieder durch das Okular vergrößert wird.





Lichtmikroskop

„Unendlichoptik“-Mikroskop



Vergrößerung des Zwischenbildes

$$V = \frac{f'_{\text{Tubuslinse}}}{f'_{\text{Objektiv}}}$$

Gesamtvergrößerung

$$V = \frac{f'_{\text{Tubuslinse}}}{f'_{\text{Objektiv}}} \times \frac{250 \text{ mm}}{f'_{\text{Okular}}}$$





Smartphone Microscope

