

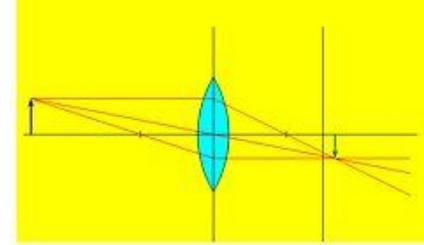


Geometrische Optik reelles und virtuelles Bild Bildentstehung beim Mikroskop

Rudolf Lukes

Vortrag in der Mikrobiologische Vereinigung München am 6.4.2022
Tübinger Mikroskopische Gesellschaft e. V. (TMG) am 24.4.2022

Startpunkt



- „Paapaa für was ist das überhaupt gut“
- Na - das ist halt so ein Strahlengang : Optik halt

Ziel:

1. Wie funktioniert eine Sammellinse
2. Wie funktioniert eine Mikroskop
3. Einfache Erklärung auf Basis der geometrischen Optik – Strahlengang

Der Vortrag enthält mehr Folien als für das Verständnis wichtig sind.
(Wichtige Folien sind so markiert).



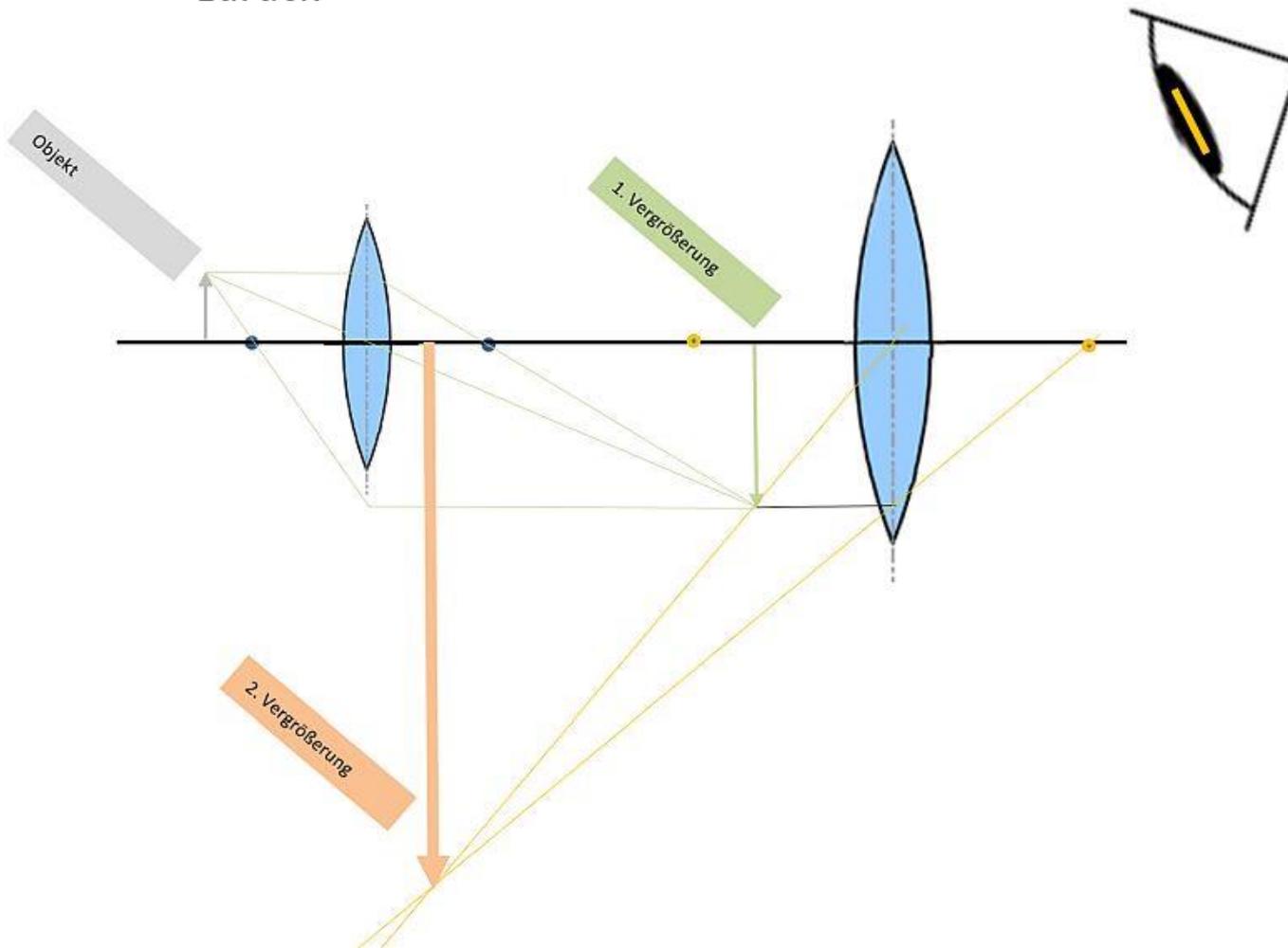


Die Optik im Mikroskop kann auf zwei Sammellinsen reduziert werden



Strahlengang in einem Mikroskop mit zwei Linsen zum vergrößerten Bild

Wir kommen später darauf
zurück





Lupe oder Projektor

Wir kennen die Sammellinse hauptsächlich als Lupe

Folgender Versuch:

Wir sitzen auf einen Bürostuhl mit Rollen, halten eine **Lupe** mit ausgestrecktem Arm vor uns und bringen sie knapp vor ein Objekt, welches wir genauer betrachten wollen.

- Das Bild ist leicht vergrößert und aufrecht.
- Jetzt rollen wir langsam mit dem Stuhl vom Objekt weg.
das Bild ist weiterhin aufrecht, je weiter weg, desto größer die Vergrößerung.

Aber irgendwann wird das Bild undeutlich und es kippt.

Hier liegt die Brennweite von der Linse.

Was passiert wenn wir weiter zurückrollen?

- Bild steht jetzt auf dem Kopf und ist stark vergrößert.
- Rollen wir weiter zurück, dann wird das Bild kleiner.
- Die Lupe wird zur Projektor Linse



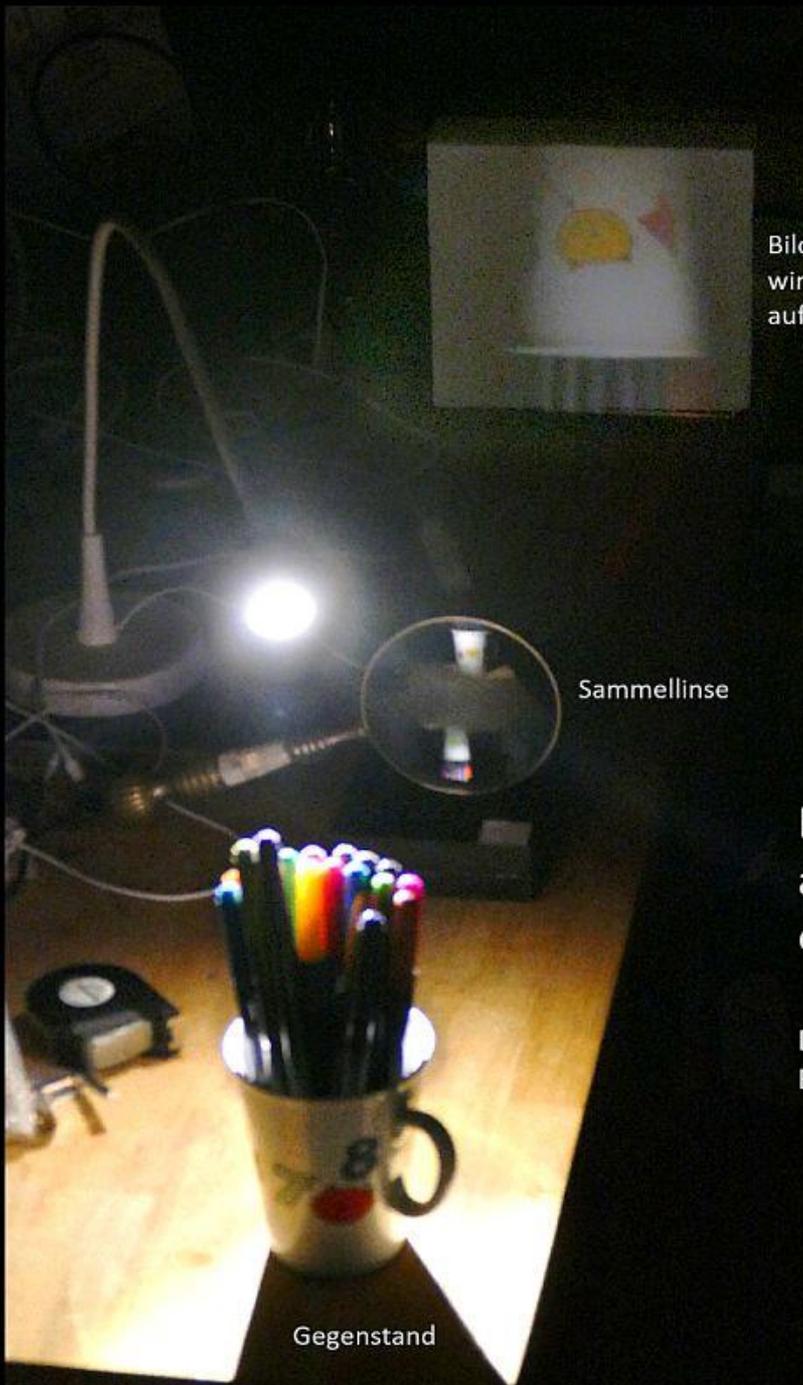
Bild
wird auf Schirm
aufgefangen

Sammellinse

Bild kann auf einem Schirm
aufgefangen werden. Es ist daher
ein reelles Bild.

Der Schirm ist nur ein Blatt weißes Papier auf eine
Box geklebt.

Gegenstand



Linse als Lupe

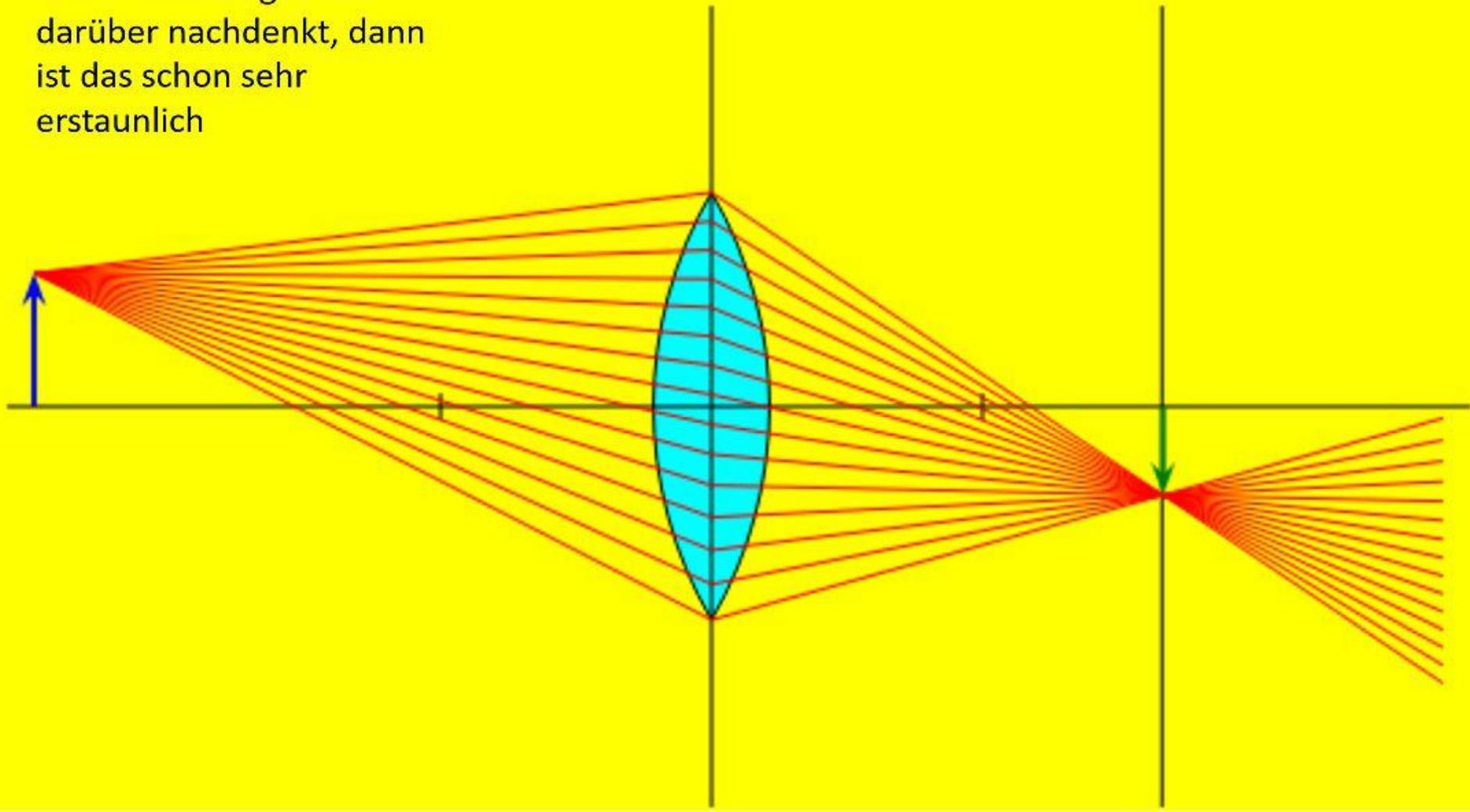


Ein Bild kann nicht auf dem Schirm
aufgefangen werden.
Es ist ein virtuelles Bild.



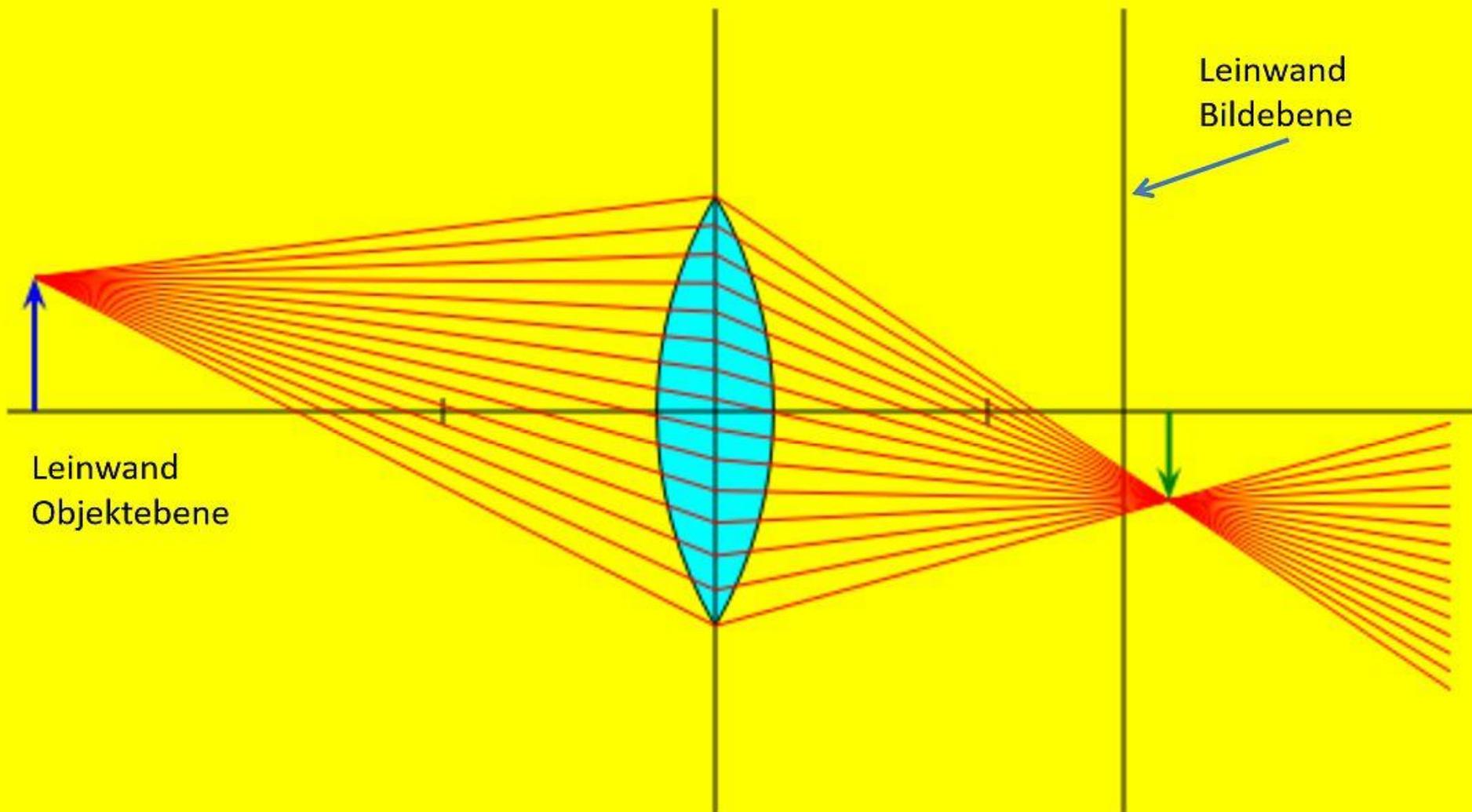
Alle ausgehenden Wellen von der blauen Pfeilspitze werden durch die Sammellinse auf die grüne Pfeilspitze projiziert

Wenn man da genauer darüber nachdenkt, dann ist das schon sehr erstaunlich





Befindet sich die Leinwand nicht in der Bildebene, dann wir kein scharfes bzw. kein Bild erzeugt.



Lupe oder Projektor

Wir kennen die Sammellinse hauptsächlich als Lupe

Folgender Versuch:

Wir sitzen auf einen Bürostuhl mit Rollen, halten die Lupe mit ausgestrecktem Arm vor uns und bringen sie knapp vor ein Objekt, welches wir genauer betrachten wollen.

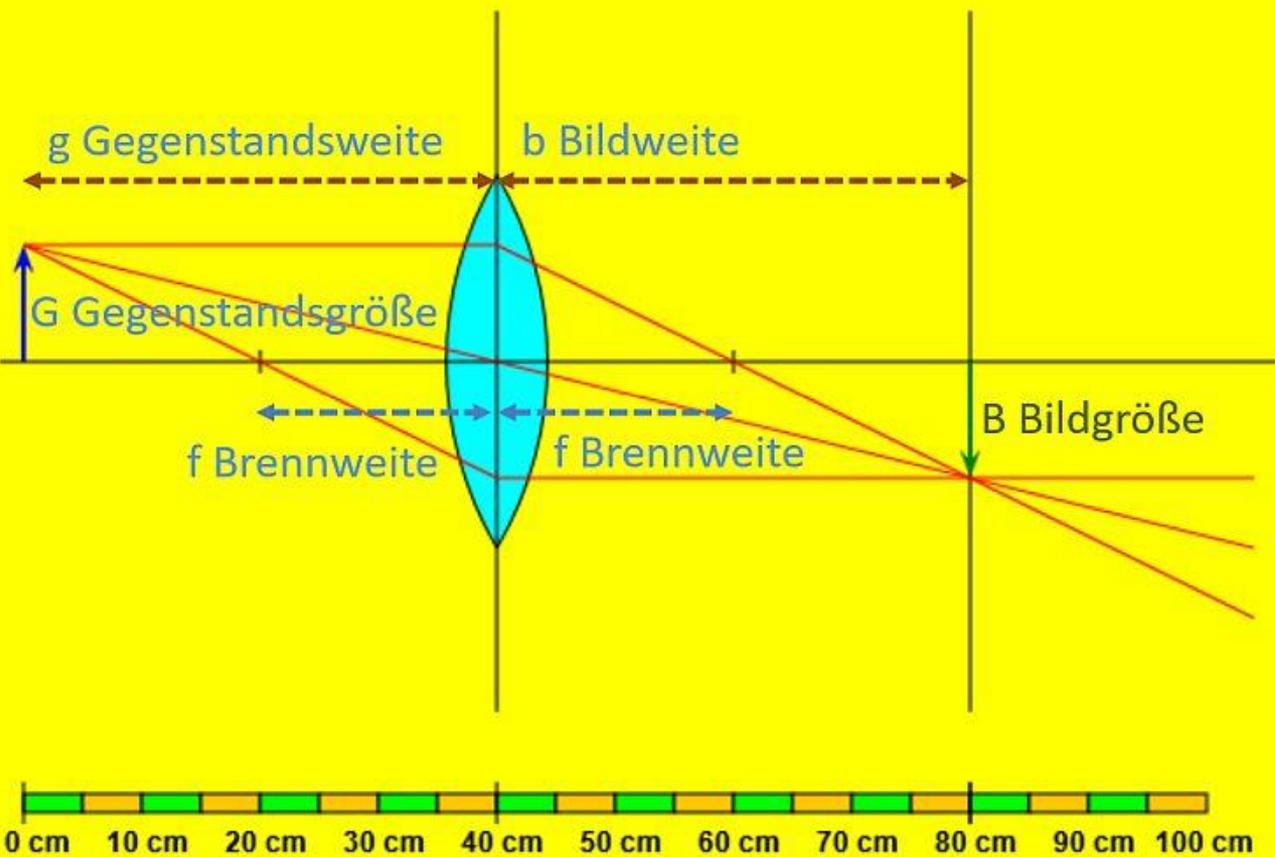
- Das Bild ist leicht vergrößert und aufrecht.
- Jetzt rollen wir langsam mit dem Stuhl vom Objekt weg.
das Bild ist weiterhin aufrecht, je weiter weg, desto größer die Vergrößerung.

Aber irgendwann wird das Bild undeutlich und es kippt.

Hier liegt die Brennweite von der Linse.

Was passiert wenn wir weiter zurückrollen?

- Bild steht auf dem Kopf und ist stark vergrößert.
- Rollen wir weiter zurück, dann wird das Bild kleiner.



Brennweite: cm
Gegenstandsweite: cm
Gegenstandsgröße: cm
Bildweite: 40,0 cm
Bildgröße: 10,0 cm
Art des Bildes: reell
 umgekehrt
 gleich groß

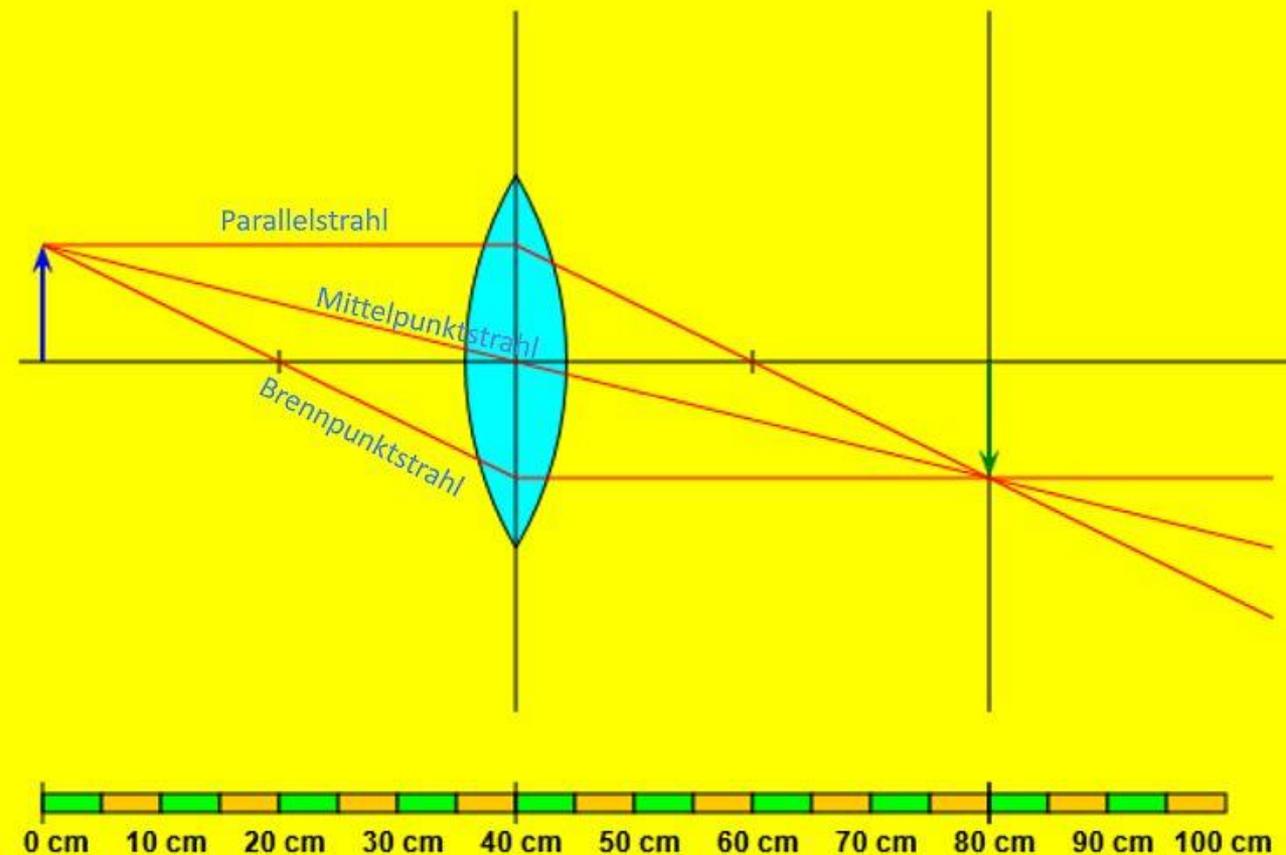
Spezielle Lichtstrahlen
 Lichtbündel

Hervorheben:

W. Fendt 2008

- Brennweite f** (Abstand der beiden Brennpunkte von der Linsenebene)
- Gegenstandsweite g** (Abstand zwischen Gegenstand und Linsenebene)
- Gegenstandsgröße G** (gemessen ab der optischen Achse)
- Bildweite b** (Abstand zwischen Bild und Linsenebene, bei virtuellem Bild negativ)
- Bildgröße B** (gemessen ab der optischen Achse, bei virtuellem Bild negativ)

Der blaue Pfeil kann mit der Maus unten am Fußpunkt nach links oder rechts verschoben werden. Die Linse auch. Die Größe wird an der Spitze verändert oder über die Werte(Felder)



Brennweite: cm
 Gegenstandsweite: cm
 Gegenstandsgröße: cm
 Bildweite: cm
 Bildgröße: cm
 Art des Bildes: reell
 umgekehrt
 gleich groß

Spezielle Lichtstrahlen

Lichtbündel

Hervorheben:

W. Fendt 2008

Parallelstrahl

(parallel zur optischen Achse,
geht über in einen Brennpunktstrahl)

Mittelpunktstrahl

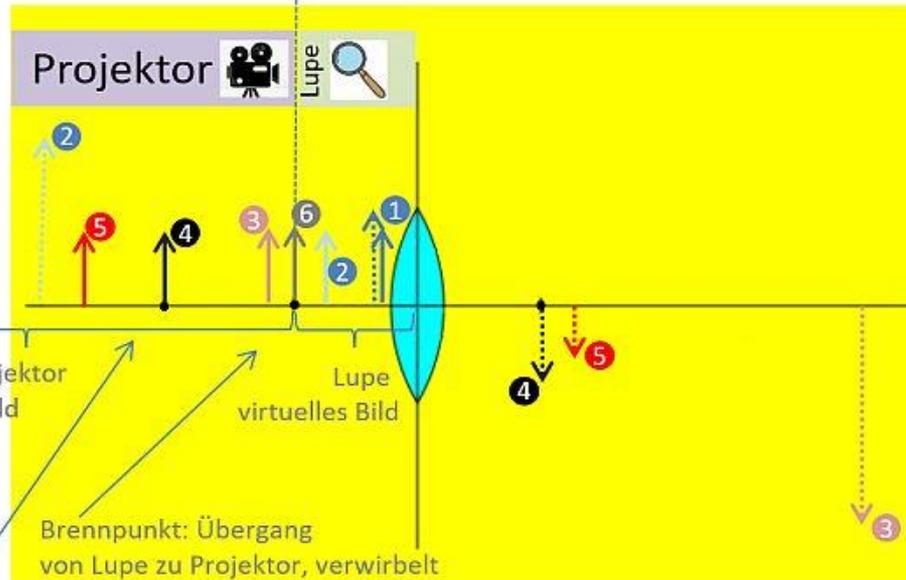
(durch den Mittelpunkt der Linse,
bleibt näherungsweise unverändert)

Brennpunktstrahl

(durch den linken Brennpunkt der Linse,
geht über in einen Parallelstrahl)

Unsere Beobachtungen werden in der Simulation bestätigt

Mit der Maus den blauen Pfeil auf die Positionen 1-6 verschieben und beobachten.



zweifache Brennweite:
Gegenstandsgröße = Bildgröße
Gegenstandsweite = Bildweite

virtuelles Bild = Lupe

Abstand Lupe zu Gegenstand kleiner als Brennweite

1. Gegenstand nah an der Linse
kleine Vergrößerung
2. Gegenstand nah am Brennpunkt
große Vergrößerung

reelles Bild = Projektor

Abstand Lupe zu Gegenstand größer als Brennweite

3. nah am Brennpunkt
große Vergrößerung
4. zweifache Brennweite
wird nicht vergrößert
5. größer als zweifache Brennweite
wird verkleinern

Sonderfall Übergang

6. Lupe Gegenstand Abstand = Brennweite
Bild verwirbelt, Strahlen treffen sich nicht

Reelles Bild

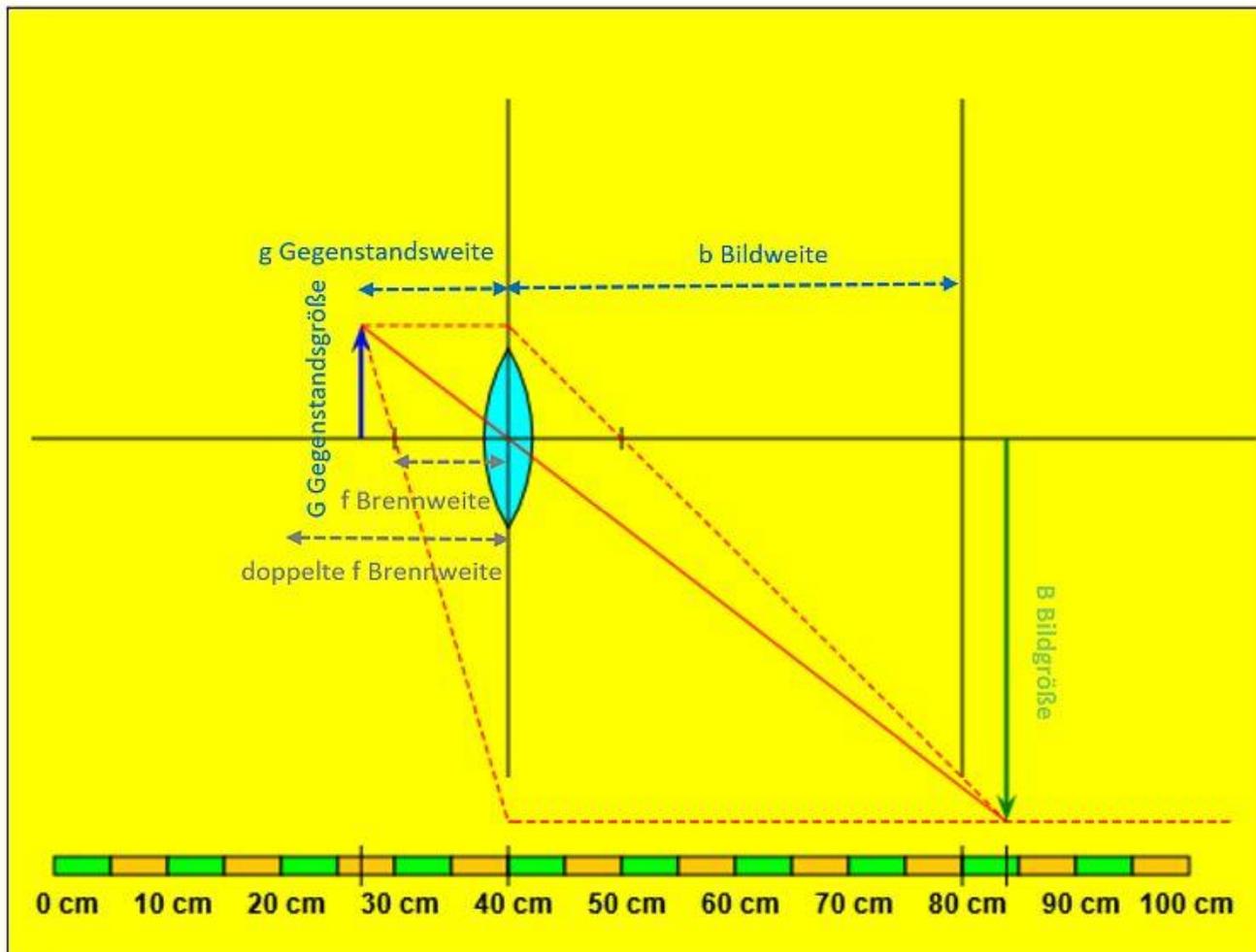
Gegenstandsweite > Brennweite

Gegenstandsweite < 2x Brennweite: Bild reell, umgekehrt, vergrößert

Gegenstandsweite < Bildweite

Gegenstandsgröße < Bildgröße

Gegenstand ist weiter von der Linse entfernt als die Brennweite, aber kürzer als die doppelte Brennweite. Daher ist das Bild vergrößert. Das Bild ist reell. Es kann auf einem Schirm aufgefangen werden.



Brennweite: cm

Gegenstandsweite: cm

Gegenstandsgröße: cm

Bildweite: cm

Bildgröße: cm

Art des Bildes: reell

umgekehrt

vergrößert

Spezielle Lichtstrahlen

Lichtbündel

Hervorheben:

W. Fendt 2008

Virtuelles Bild

Gegenstandsweite < als die Brennweite

hier in dem Beispiel:

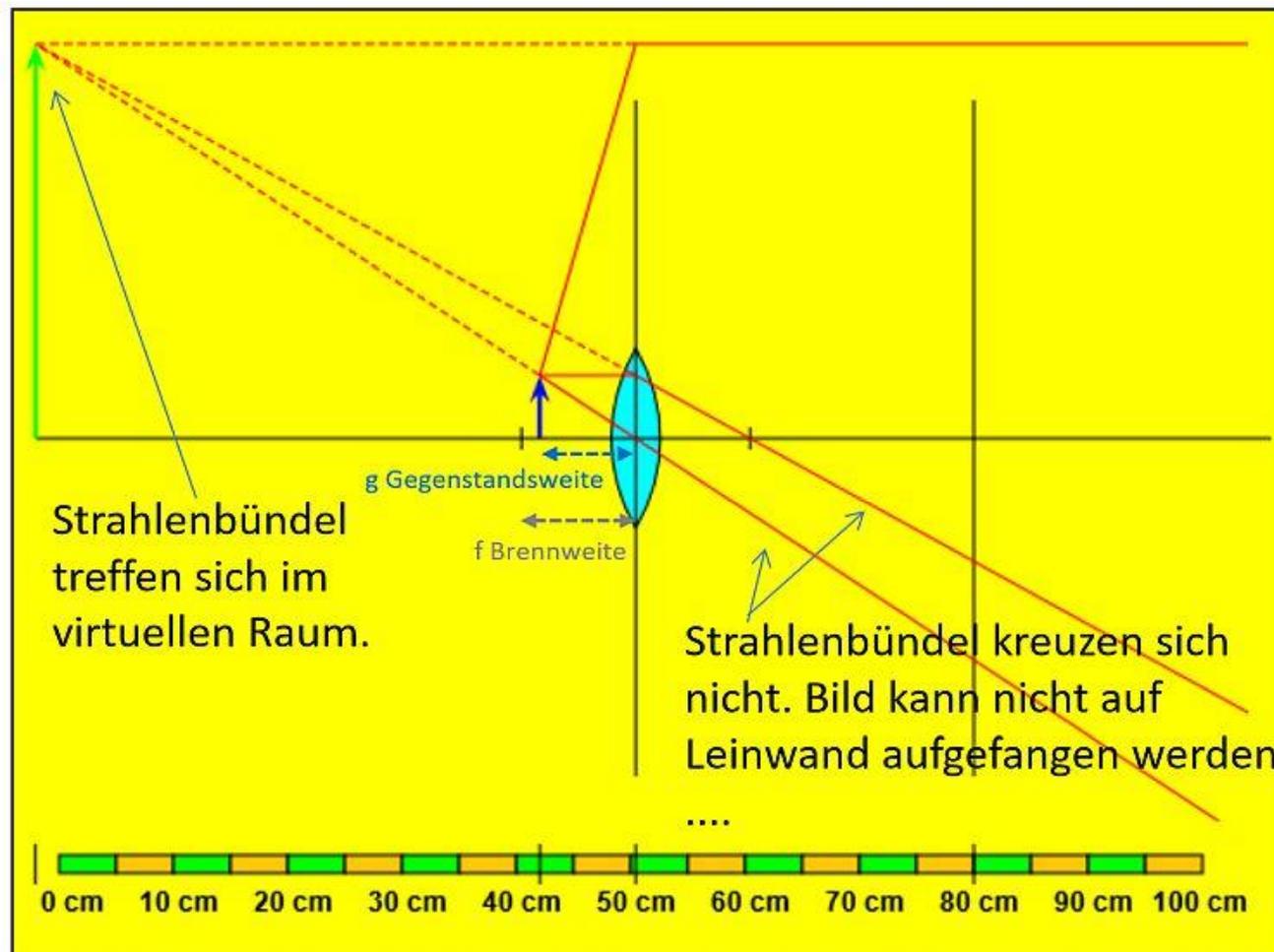
Gegenstandsweite < = Brennweite,

Bild virtuell, aufrecht, stark vergrößert

Gegenstandsweite << |Bildweite| (weit)

Gegenstandsgröße << Bildgröße (groß)

Gegenstand liegt innerhalb der Brennweite der Linse. Das Bild ist auch vergrößert. Das Bild ist nicht reell, es ist virtuell. Es kann auf einem Schirm nicht aufgefangen werden, weil die Strahlen nicht auf einen Punkt zusammenlaufen. Im Auge werden die Strahlen aber auf einen Punkt fokussiert. Es entsteht ein Bild das aufrecht und vergrößert ist.



Brennweite: cm

Gegenstandsweite: cm

Gegenstandsgröße: cm

Bildweite: cm

Bildgröße: cm

Art des Bildes:

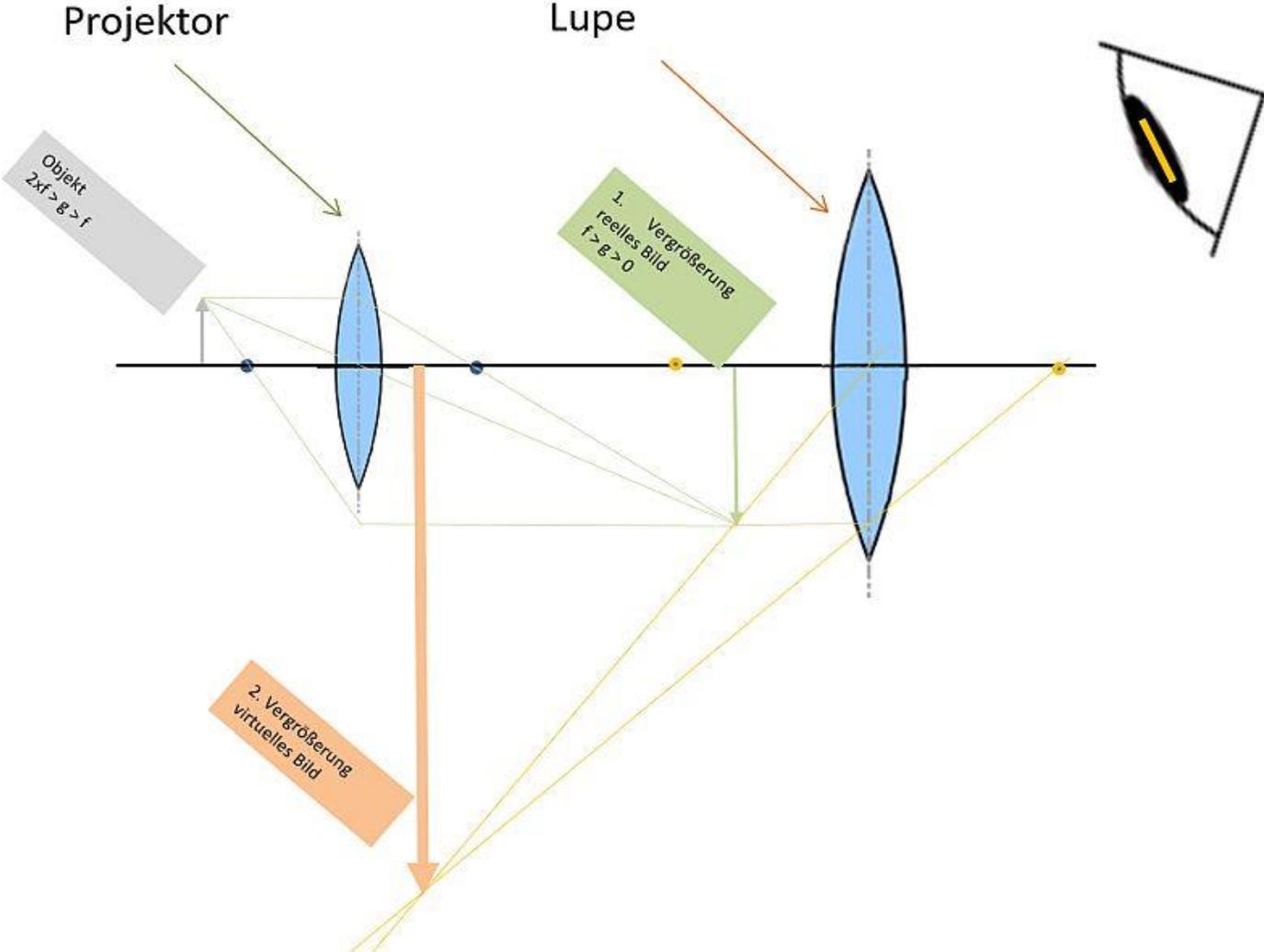
Spezielle Lichtstrahlen

Lichtbündel

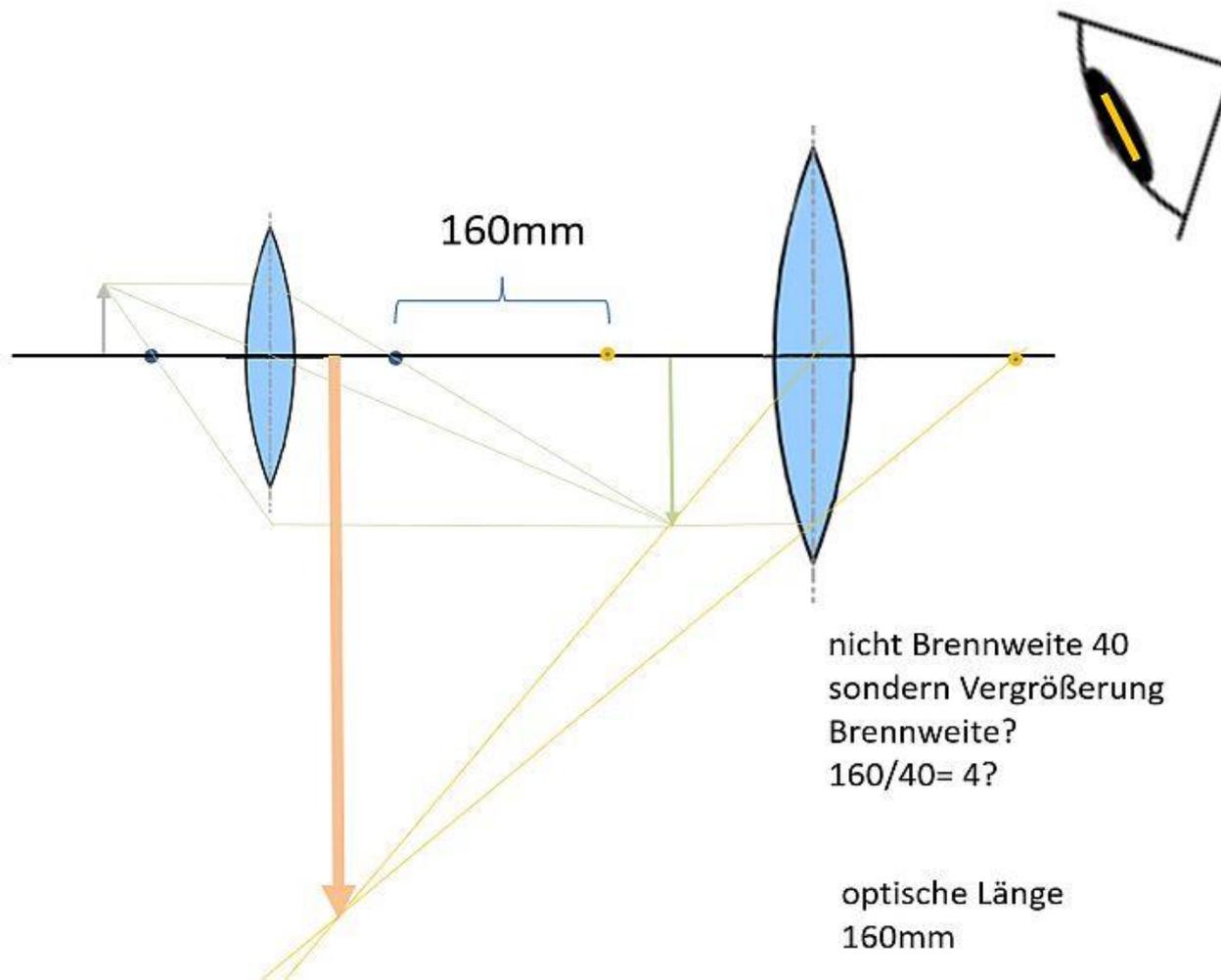
Hervorheben:

W. Fendt 2008

Strahlengang in einem Mikroskop mit zwei Linsen zum vergrößertem Bild Ablauf



Altes endliches System mit 160mm. Es ist der Abstand zwischen den beiden Brennpunkten.



nicht Brennweite 40
sondern Vergrößerung
Brennweite?
 $160/40 = 4?$

optische Länge
160mm



Apertur 0,65

optimiert für
Deckglas 0,17mm

geometrische
Optik– Teil 1
Ende

Für Anregungen
r.lukes@mail.de