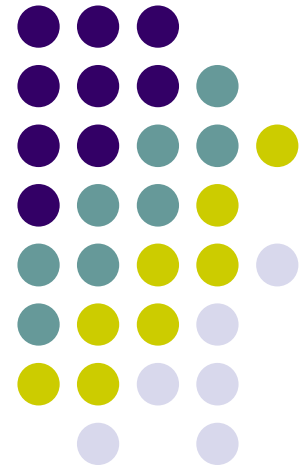
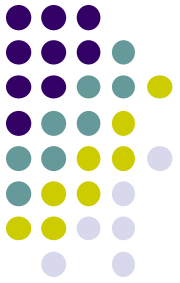


Axiale Vergrößerung

Grundlagen der Optik, Kapitel 22

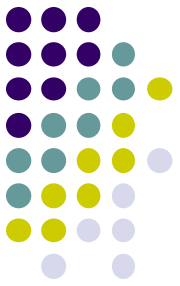


Axiale Vergrößerung

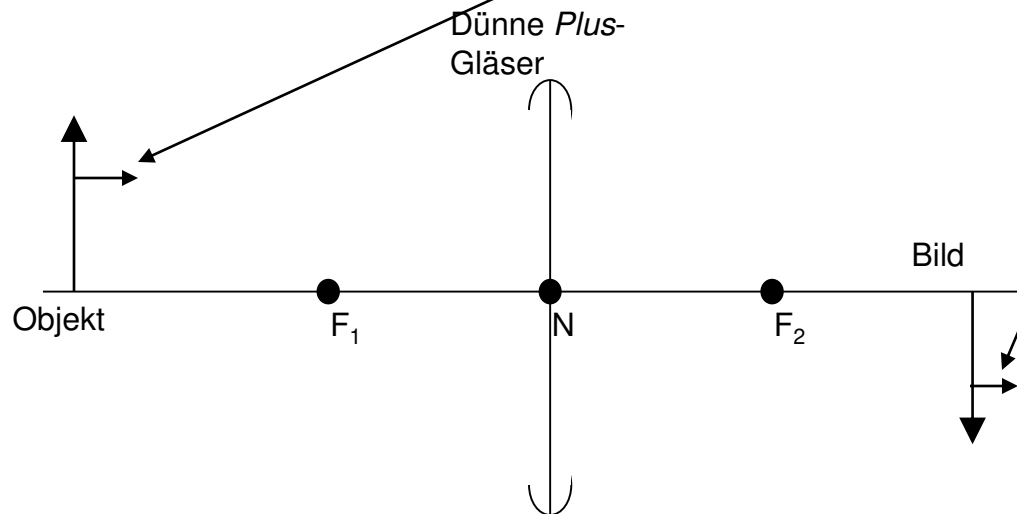


- Wir haben gerade gesehen, dass die transversale Vergrößerung die relativen Höhen und Breiten eines Bildes und eines Objekts betrifft
- Aber wie verhält es sich mit Veränderungen ihrer relativen *Tiefen*?
- Dies ist das Thema der *Axialen Vergrößerung*

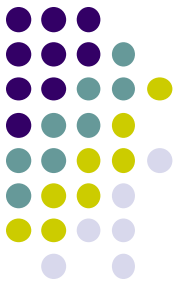
Axiale Vergrößerung



Beachten Sie die Hinzufügung einer **Axialen Komponente** zum Objekt (und damit zum Bild)

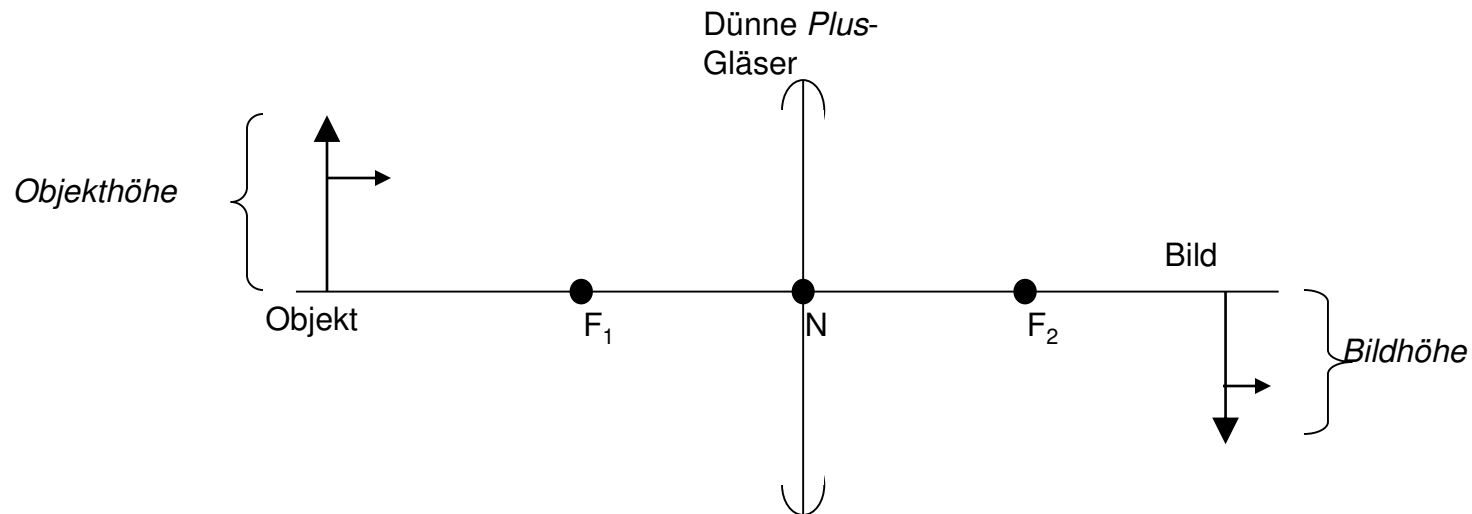


Axiale Vergrößerung

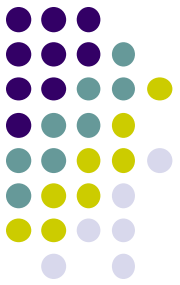


Sie erinnern sich sicherlich daran, dass die **transversale** Vergrößerung wie folgt definiert ist:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$



Axiale Vergrößerung

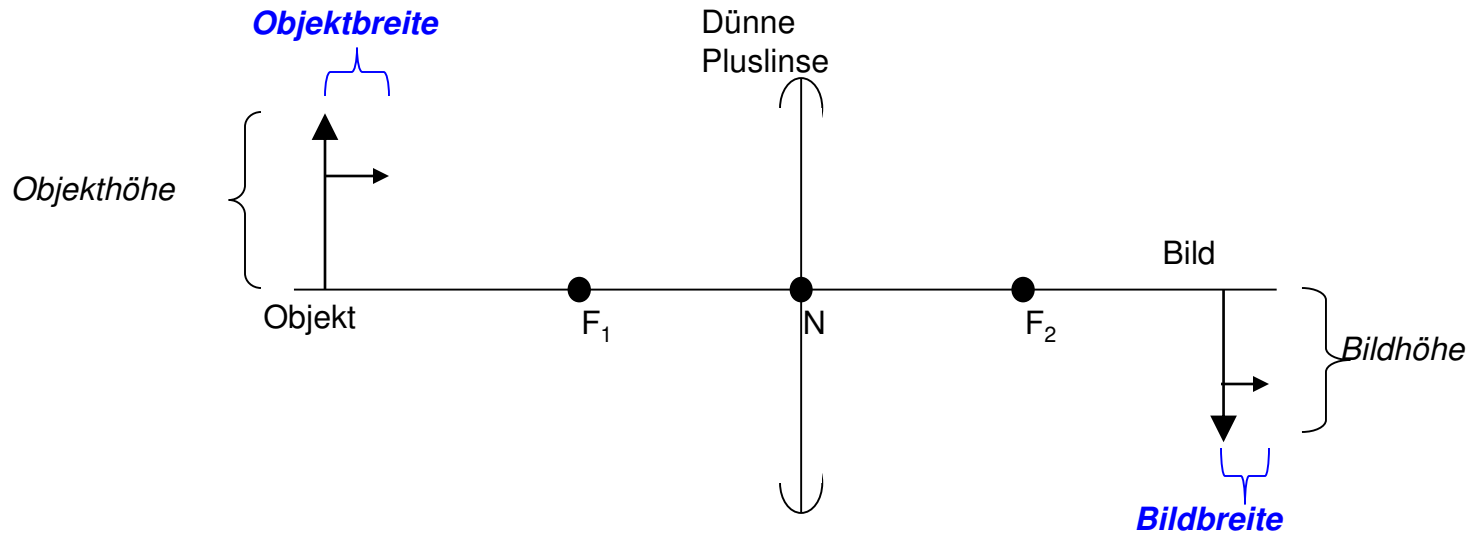


Sie erinnern sich sicherlich daran, dass die **transversale** Vergrößerung wie folgt definiert ist:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

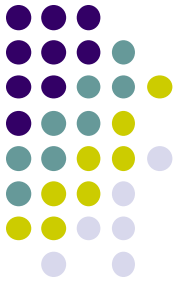
Ebenso ist die **Axiale Vergrößerung** definiert als:

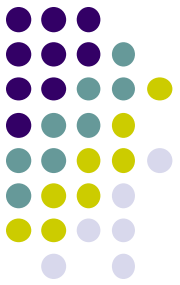
$$\frac{\text{Bildbreite}}{\text{Objektbreite}}$$



Axiale Vergrößerung

- Die genaue Bestimmung der Axialen Vergrößerung ist mathematisch aufwendig





Axiale Vergrößerung

- Die genaue Bestimmung der Axialen Vergrößerung ist mathematisch aufwendig
- Glücklicherweise lässt sie sich gut als *das Quadrat der transversalen Vergrößerung* approximieren

$$\text{Axiale Vergrößerung} \approx (\text{Transversale Vergrößerung})^2$$

Axiale Vergrößerung

Axiale

Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

Bildhöhe
Objekthöhe

2

Axiale

Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

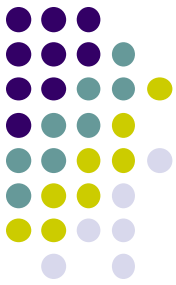
Vergenz des einfallenden Lichts (U)
Vergenz des aus der Linse austretenden
Lichts (V)

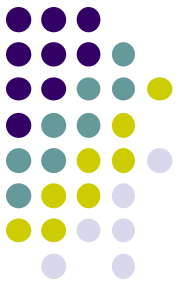
2

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

Objektabstand (v)
Objektentfernung (u)

2





Axiale Vergrößerung

Axiale

Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$

²

Axiale

Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$

²

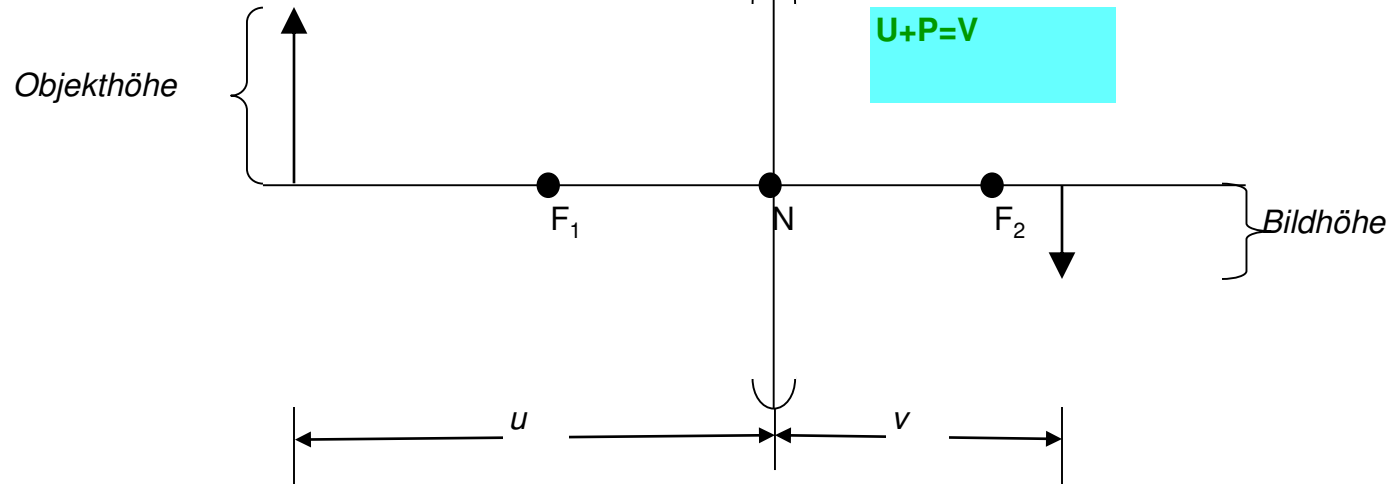
(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

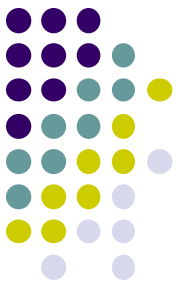
$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$

²

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$





Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

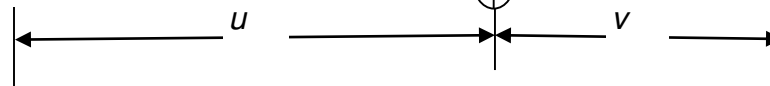
$$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$$

Dünne Pluslinse

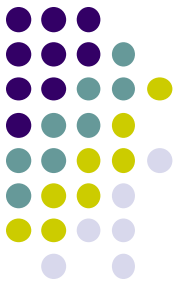
$$U + P = V$$

Objekthöhe

Bildhöhe



Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = ?$



Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

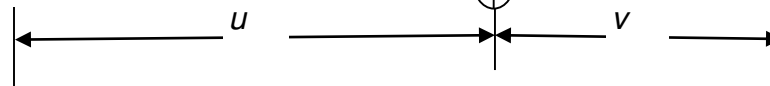
$$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$$

Dünne Pluslinse

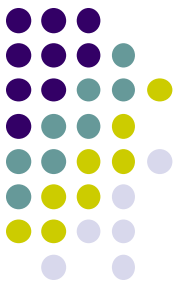
$$U + P = V$$

Objekthöhe

Bildhöhe



Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm



Axiale Vergrößerung

Axiale
~~Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:~~

Bildhöhe
Objekthöhe

Axiale
~~Die transversale Vergrößerung ist gleich:~~

(Nach dem Brechungsgesetz)

Vergenz des einfallenden Lichts (U)
Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

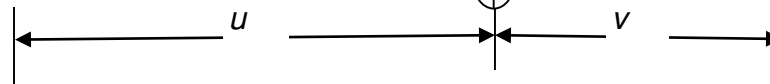
Bildabstand (v)
Objektentfernung (u)

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

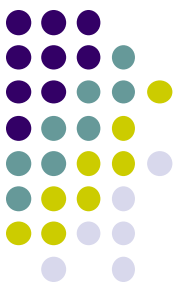
Objekthöhe

Bildhöhe



Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = ?$



Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

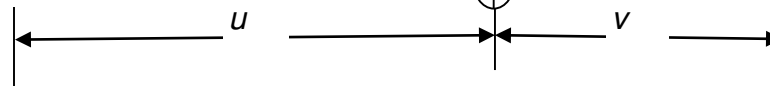
$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

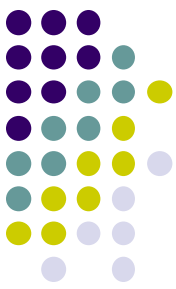
Objekthöhe

Bildhöhe



Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = -0,5$



Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

$$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$$

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

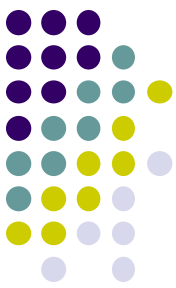
Objekthöhe

Bildhöhe

Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = -0,5$

(Der Wert **0,5** besagt, dass das Bild halb so groß ist wie das Objekt; das **Minuszeichen** zeigt an, dass das Bild **invertiert** steht)



Axiale Vergrößerung

Axiale

Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$

Axiale

Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

Objekthöhe

Bildhöhe

u
10 cm

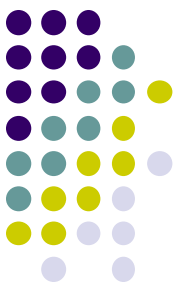
v

?

Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = -0,5$

Wenn unser Pfeil eine 10 cm lange „Spitze“ hat, wie groß ist dann die Bildspitze?



Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

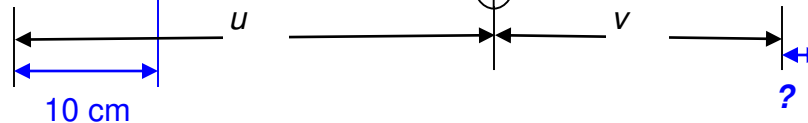
$$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$$

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

Objekthöhe

Bildhöhe

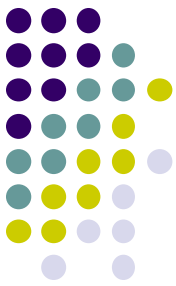


Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = -0,5$

Axiale Vergrößerung = $(v/u)^2 = -0,5^2 = 0,25$

Wenn unser Pfeil eine 10 cm lange „Spitze“ hat, wie groß ist dann die Bildspitze sein?



Axiale Vergrößerung

~~Axiale~~
Die ~~Transversale~~ Vergrößerung ist definiert als:

$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

~~Axiale~~
Die ~~transversale~~ Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Brechungsgesetz)

$$\frac{\text{Vergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Vergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke)

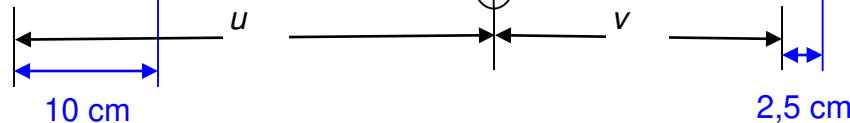
$$\frac{\text{Bildabstand (v)}}{\text{Objektentfernung (u)}}$$

Dünne Pluslinse

$$U + P = V$$

Objekthöhe

Bildhöhe

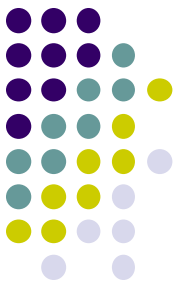


Wenn $u = -100$ cm und $P = +3$, dann ist $v = 50$ cm

Transversale Vergrößerung = $v/u = 50/-100 = -0,5$

Axiale Vergrößerung = $(v/u)^2 = -0,5^2 = .25$

Wenn unser Pfeil eine 10 cm lange „Spitze“ hat, wie groß ist dann die Bildspitze sein? $0,25 \times 10 \text{ cm} = 2,5 \text{ cm}$ (ca.)



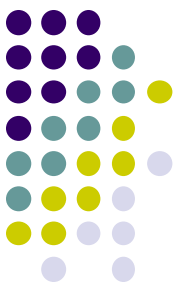
Axiale Vergrößerung

- In einer Prüfung würde ich darauf achten, dass die Axiale Vergrößerung im Zusammenhang mit *der binokularen indirekten Ophthalmoskopie (BIO)* abgefragt wird



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Beispiel: „Ein Patient weist eine erhöhte Aderhautmasse auf. Wenn die Höhe der Masse 3 mm beträgt, wie groß ist dann die Höhe ihres Bildes bei der indirekten Untersuchung unter Verwendung einer 20-D-Linse?“



Axiale Vergrößerung

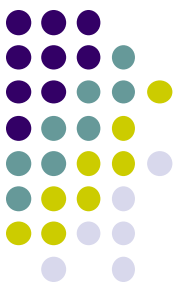
- Bei einer Prüfung würde ich darauf achten, dass die Axiale Vergrößerung im Zusammenhang mit der *binokularen indirekten Ophthalmoskopie (BIO)* abgefragt wird

Doch lassen Sie uns zunächst einmal klären, was die indirekte Ophthalmoskopie indirekt macht, indem wir sie mit der direkten Ophthalmoskopie vergleichen und gegenüberstellen



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Beispiel: „Ein Patient weist eine erhabene Aderhautmasse auf. Wenn die Höhe der Masse 3 mm beträgt, wie groß ist dann die Höhe ihres Abbilds bei der indirekten Untersuchung mit einer 20-Dioptrien-Linse?“

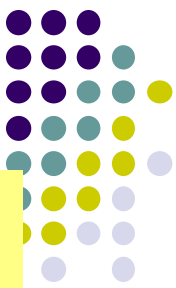


Axiale Vergrößerung

- Bei der direkten Ophthalmoskopie betrachtet der Untersucher die Netzhaut direkt
 - So, als hielte er sie in seiner Handfläche und betrachtete sie mit einer Lupe*
 - Das Gerät dient in erster Linie als Lichtquelle
 - Das Bild ist aufrecht, virtuell und vergrößert
 - Das Bild ist zweidimensional (d. h. nicht stereoskopisch)



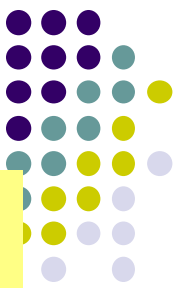
*Ich weiß – *igitt*



Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?





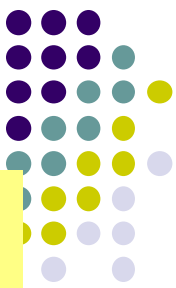
Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „*hauptsächlich*“, nicht „nur“... Wie auch immer: Der Knopf platziert Plus- und Minuslinsen

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).





Axiale Vergrößerung

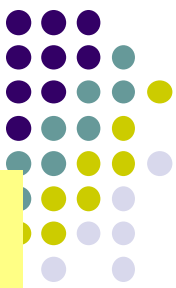
Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „*hauptsächlich*“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf patziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. Ist die Patientin kurzsichtig, hat sie einen -Fehler, und daher muss eine -Linse eingestellt werden, um diesen auszugleichen. (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

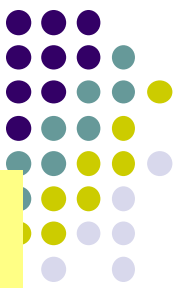
Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. Ist die Patientin kurzsichtig, hat sie einen Plus-Fehler, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um diesen auszugleichen. (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

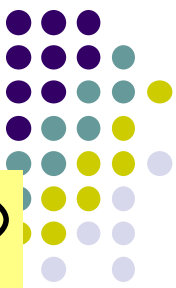
- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Bei einer kurzsichtigen Patientin blickt die Untersucherin also, sobald sie den Fokussierknopf eingestellt hat, durch eine Minuslinse (im Gerät) und anschließend durch eine Pluslinse (die Fehlsichtlinse im Auge der Patientin). An welches optische Instrument erinnert das?





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

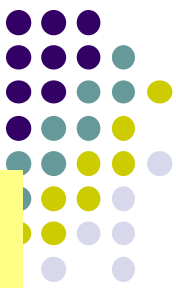
Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Bei einer kurzsichtigen Patientin blickt die Untersucherin also, sobald sie den Fokussierknopf eingestellt hat, durch eine Minuslinse (im Gerät) und anschließend durch eine Pluslinse (die Fehlsichtlinse im Auge der Patientin). An welches optische Instrument erinnert das?

Ein

Galilei-Teleskop vs.
astronomisches
Teleskop





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Bei einer kurzsichtigen Patientin blickt die Untersucherin also, sobald sie den Fokussierknopf eingestellt hat, durch eine Minuslinse (im Gerät) und anschließend durch eine Pluslinse (die Fehlsichtlinse im Auge der Patientin). An welches optische Instrument erinnert das?

Ein galileisches Teleskop



Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

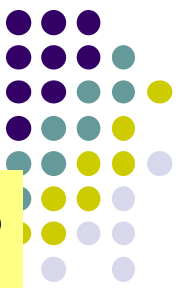
Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Bei einer kurzsichtigen Patientin blickt die Untersucherin also, sobald sie den Fokussierknopf eingestellt hat, durch eine Minuslinse (im Gerät) und anschließend durch eine Pluslinse (die Fehlsichtlinse im Auge der Patientin). An welches optische Instrument erinnert das?

Ein galileisches Teleskop

Was bedeutet dies für das Bild, das der Untersucher sieht, wenn er den Augenhintergrund eines Kurzsichtigen im Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

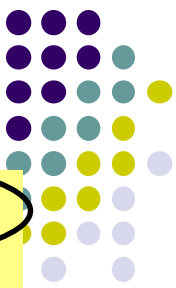
Bei einer kurzsichtigen Patientin blickt die Untersucherin also, sobald sie den Fokussierknopf eingestellt hat, durch eine Minuslinse (im Gerät) und anschließend durch eine Pluslinse (die Fehlsichtlinse im Auge der Patientin). An welches optische Instrument erinnert das?

Ein galileisches Teleskop

Was bedeutet dies für das Bild, das der Untersucher sieht, wenn er den Augenhintergrund eines Kurzsichtigen im Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Weitsichtig** Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen. (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Was ist, wenn der Patient weitsichtig ist?

Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

Was ist, wenn der Patient weitsichtig ist?

In diesem Fall muss die Untersucherin eine einstellen, um die des Patienten auszugleichen

Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

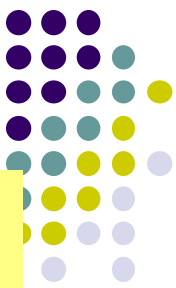
Was ist, wenn der Patient weitsichtig ist?

In diesem Fall muss die Untersucherin eine Pluslinse einstellen, um die Minusfehlsicht des Patienten auszugleichen

Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

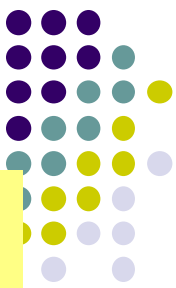
Was ist, wenn der Patient weitsichtig ist?

In diesem Fall muss die Untersucherin eine Pluslinse einstellen, um die Minusfehlsicht des Patienten auszugleichen. Somit betrachtet sie (die Untersucherin) während der Untersuchung die Netzhaut durch ein optisches Gerät, das zunächst ein Plus (das Mikroskop) und dann ein Minus (die Fehlsichtlinse) darstellt, d. h. ein galileisches Fernrohr, allerdings **umgekehrt**.

Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert





Axiale Vergrößerung

Wenn das direkte Ophthalmoskop lediglich eine Lichtquelle ist, wozu dient dann der Drehknopf an der Seite?

Nun, ich sagte „hauptsächlich“, nicht „nur“... Wie auch immer, der Knopf platziert **Plus- und Minuslinsen**

- unterschiedlicher Stärke zwischen dem Auge des Untersuchers und dem des Patienten. Der Zweck davon ist es, etwaige Refraktionsfehler seitens des Patienten oder des Untersuchers auszugleichen. Auf diese Weise erscheint das Bild für den Untersucher schärfer (deshalb wird er auch als *Fokussierknopf* bezeichnet).

Wonach richtet sich, ob eine Plus- oder eine Minus-Zwischenlinse benötigt wird?

Die Art des Brechungsfehlers, der ausgeglichen werden muss. Der Einfachheit halber nehmen wir an, der Untersucher ist emmetrop. **Ist der Patient kurzsichtig, hat er eine Plus-Fehlsichtlinse, und daher muss eine Minus-Linse eingestellt werden, um dies auszugleichen.** (Das Gegenteil trifft zu, wenn der Patient weitsichtig ist.)

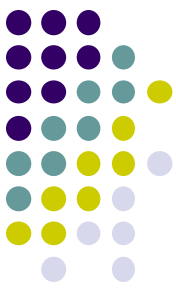
Was ist, wenn der Patient weitsichtig ist?

In diesem Fall muss die Untersucherin eine Pluslinse einstellen, um die Minusfehlsicht des Patienten auszugleichen. Somit betrachtet sie (die Untersucherin) während der Untersuchung die Netzhaut durch ein optisches Gerät, das zunächst ein Plus (das Mikroskop) und dann ein Minus (die Fehlsichtlinse) darstellt, d. h. ein galileisches Fernrohr, allerdings **umgekehrt**. Aus diesem Grund wird das Bild bei der Untersuchung eines Weitsichtigen verkleinert (im Vergleich zum gleichen Bild bei einem Normalsichtigen).

Vergleich zu dem eines Normalsichtigen betrachtet?

Da sie bei der Untersuchung eines Kurzsichtigen praktisch ein Fernrohr verwendet, wird das Bild vergrößert



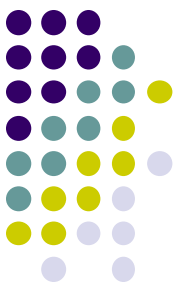


Axiale Vergrößerung

- Bei der direkten Ophthalmoskopie betrachtet der Untersucher die Netzhaut direkt
 - So, als hielte er sie in seiner Handfläche und betrachtete sie mit einer Lupe
 - Das Gerät dient in erster Linie als Lichtquelle
 - **Das Bild ist** aufrecht, virtuell und **vergrößert**
 - **Das Bild ist zweidimensional (d. h. nicht stereoskopisch)**

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?



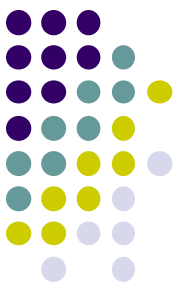


Axiale Vergrößerung

- Bei der direkten Ophthalmoskopie betrachtet der Untersucher die Netzhaut direkt
 - So, als hielte er sie in seiner Handfläche und betrachtete sie mit einer Lupe
 - Das Gerät dient in erster Linie als Lichtquelle
 - **Das Bild ist** aufrecht, virtuell und **vergrößert**
 - **Das Bild ist zweidimensional (d. h. nicht stereoskopisch)**

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)





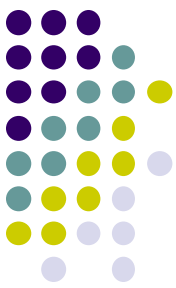
Axiale Vergrößerung

Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

- B
-
-
-
-

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)





Axiale Vergrößerung

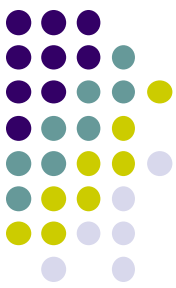
Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtstärke des menschlichen Auges (denken Sie daran, dass dieser

- B Wert aus dem vier Wörter *Auge nach Gullstrand* stammt) und wird als von einer einzigen Linse herrührend betrachtet.*
-
-
-
-

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)



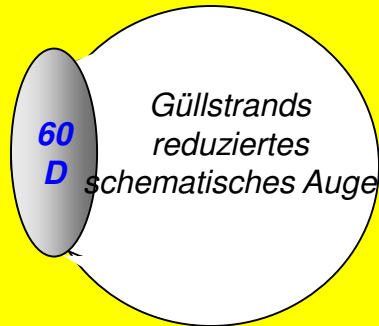


Axiale Vergrößerung

Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtstärke des menschlichen Auges 60 D (denken Sie daran, dass dieser

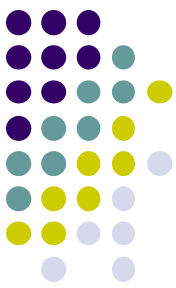
- B Wert aus dem von *Güllstrand* reduzierten schematischen Auge abgeleitet ist) und wird als von einer einzigen Linse stammend betrachtet.*



*Das ist die wesentliche „Reduktion“ in diesem Modell – die beiden Pluslinsen des Auges werden auf eine „reduziert“

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)





Axiale Vergrößerung

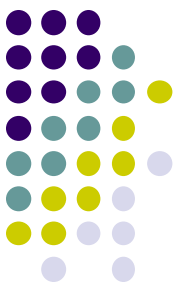
Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtstärke des menschlichen Auges 60 D (denken Sie daran, dass dieser

- B Wert aus dem *von Güllstrand reduzierten schematischen Auge* abgeleitet ist) und wird als von einer einzigen Linse stammend betrachtet.* Da die Netzhaut bei der direkten Ophthalmoskopie durch eine einzige Linse untersucht wird, ist die Untersuchung vergleichbar mit dem Betrachten eines Objekts durch eine einfache Lupe.
-
-
-

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)





Axiale Vergrößerung

Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtbrechkraft des menschlichen Auges 60 D (denken Sie daran, dass

- Dieser Wert aus dem *reduzierten schematischen Auge nach Güllstrand* stammt) und wird als von einer einzigen Linse herrührend betrachtet.* Da die Netzhaut bei der direkten Ophthalmoskopie durch eine einzige Linse untersucht wird, ist die Untersuchung vergleichbar mit dem Betrachten eines Objekts durch eine *einfache Lupe*. Wie Sie wissen (aus einem kürzlich behandelten Kapitel), beträgt die Brechkraft einer einfachen Lupe

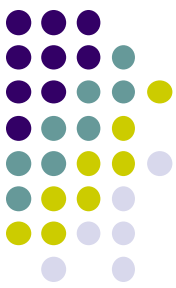
Linsenstärke (D)

4

wobei die Linse in diesem Fall das Auge des Patienten ist. Somit beträgt die Vergrößerung der Netzhaut, wie sie vom Untersucher gesehen wird, $60/4 = 15x$.*

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls erforderlich) als Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)





Axiale Vergrößerung

Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtbrechkraft des menschlichen Auges 60 D (denken Sie daran, dass

- Dieser Wert aus dem *reduzierten schematischen Auge nach Güllstrand* stammt) und wird als von einer einzigen Linse herrührend betrachtet.* Da die Netzhaut bei der direkten Ophthalmoskopie durch eine einzige Linse untersucht wird, ist die Untersuchung vergleichbar mit dem Betrachten eines Objekts durch eine *einfache Lupe*. Wie Sie wissen (aus einem kürzlich behandelten Kapitel), beträgt die Brechkraft einer einfachen Lupe

Linsenstärke (D)

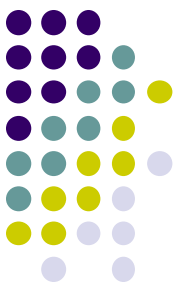
4

wobei die Linse in diesem Fall das Auge des Patienten ist. Somit beträgt die Vergrößerung der Netzhaut, wie sie vom Untersucher gesehen wird, $60/4 = 15x$.*

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung?
Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)

*Bei einem Emmetropen; gemäß der jüngsten Erörterung ist die Vergrößerung größer als 15, wenn der Patient ist, und kleiner als 15, wenn der Patient ist





Axiale Vergrößerung

Wie stark ist die Vergrößerung bei der direkten Ophthalmoskopie?

Zu Testzwecken beträgt die Gesamtbrechkraft des menschlichen Auges 60 D (denken Sie daran, dass

- Dieser Wert aus dem *reduzierten schematischen Auge nach Güllstrand* stammt) und wird als von einer einzigen Linse herrührend betrachtet.* Da die Netzhaut bei der direkten Ophthalmoskopie durch eine einzige Linse untersucht wird, ist die Untersuchung vergleichbar mit dem Betrachten eines Objekts durch eine *einfache Lupe*. Wie Sie wissen (aus einem kürzlich behandelten Kapitel), beträgt die Brechkraft einer einfachen Lupe

Linsenstärke (D)

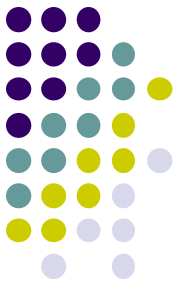
4

wobei die Linse in diesem Fall das Auge des Patienten ist. Somit beträgt die Vergrößerung der Netzhaut, wie sie vom Untersucher gesehen wird, $60/4 = 15x$.*

Wenn das Ophthalmoskop lediglich als Lichtquelle und (falls Fokussiervorrichtung dient, woher stammt dann die Vergrößerung? Das Auge des Patienten (d. h. dessen Hornhaut und Linse)

*Bei einem Emmetropen; gemäß der jüngsten Erörterung ist die Vergrößerung größer als 15, wenn der Patient kurzsichtig ist, und kleiner als 15, wenn der Patient weitsichtig ist

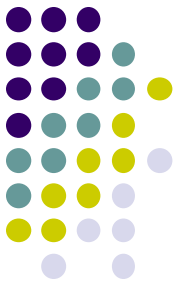




Axiale Vergrößerung

- Die indirekte Ophthalmoskopie (BIO) unterscheidet sich **erheblich**

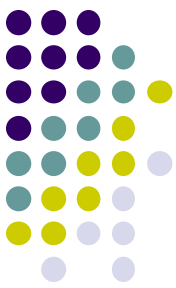




Axiale Vergrößerung

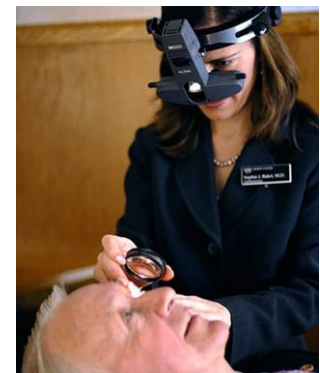
- Die indirekte Ophthalmoskopie (BIO) unterscheidet sich **erheblich**
- Das Kopfstück dient nicht nur als Lichtquelle, sondern nutzt auch Prismen und Spiegel, um die PD des Untersuchers auf ~15 mm zu verringern
 - Dadurch kann der Untersucher beide Pupillen in die Pupille des Patienten „einpassen“, was Binokularität und Stereosehen ermöglicht



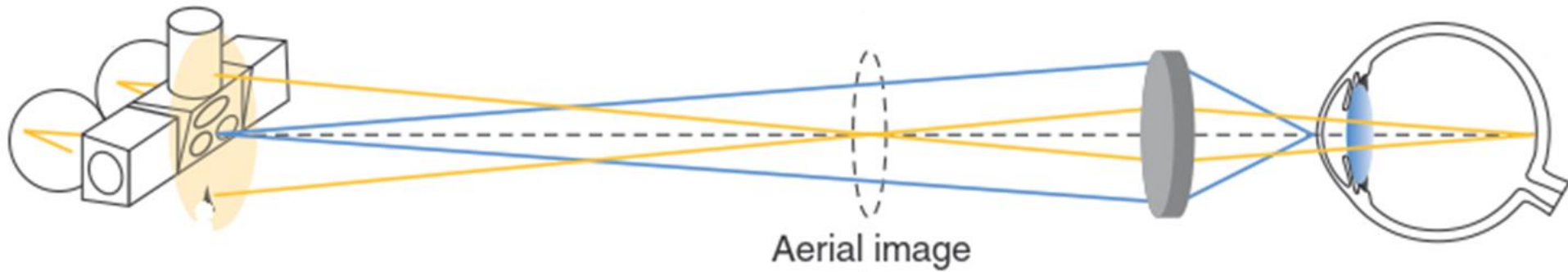
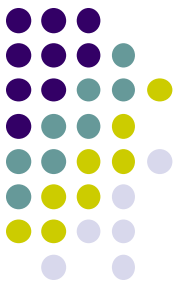


Axiale Vergrößerung

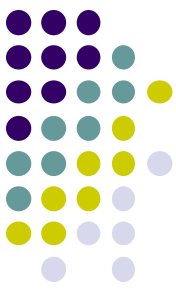
- Die indirekte Ophthalmoskopie (BIO) unterscheidet sich **erheblich**
- Das Kopfstück dient nicht nur als Lichtquelle, sondern nutzt auch Prismen und Spiegel, um die PD des Untersuchers auf ~15 mm zu verringern
 - Dadurch kann der Untersucher beide Pupillen in die Pupille des Patienten „einpassen“, was Binokularität und Stereosehen ermöglicht
- Das Licht der Netzhaut wird durch die Linse, die der Untersucher hält, zu einem realen Bild gebündelt, das zwischen der Linse und den Augen des Untersuchers schwebt, und genau dieses Bild betrachtet der Untersucher
 - Anders ausgedrückt: Sie blicken nicht direkt auf die Netzhaut, sondern tun dies *indirekt*, indem Sie ein *Bild* davon betrachten



Axiale Vergrößerung



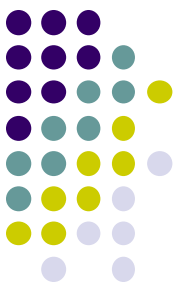
Während der BIO betrachtet der Untersucher ein *Bild* der Netzhaut des Patienten, nicht die Netzhaut selbst



Axiale Vergrößerung

- Die indirekte Ophthalmoskopie (BIO) unterscheidet sich **erheblich**
- Das Kopfstück dient nicht nur als Lichtquelle, sondern nutzt auch Prismen und Spiegel, um die PD des Untersuchers auf ~15 mm zu verringern
 - Dadurch kann der Untersucher beide Pupillen in die Pupille des Patienten „einpassen“, was Binokularität und Stereosehen ermöglicht
- Das Licht der Netzhaut wird durch die Linse, die der Untersucher hält, zu einem realen Bild gebündelt, das zwischen der Linse und den Augen des Untersuchers schwebt, und genau dieses Bild betrachtet der Untersucher
 - Anders ausgedrückt: Sie blicken nicht direkt auf die Netzhaut, sondern tun dies *indirekt*, indem Sie ein *Bild* davon betrachten
- Das Bild ist seitenverkehrt/umgekehrt

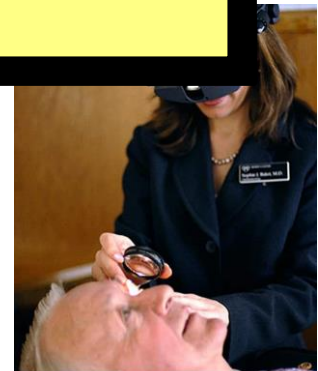




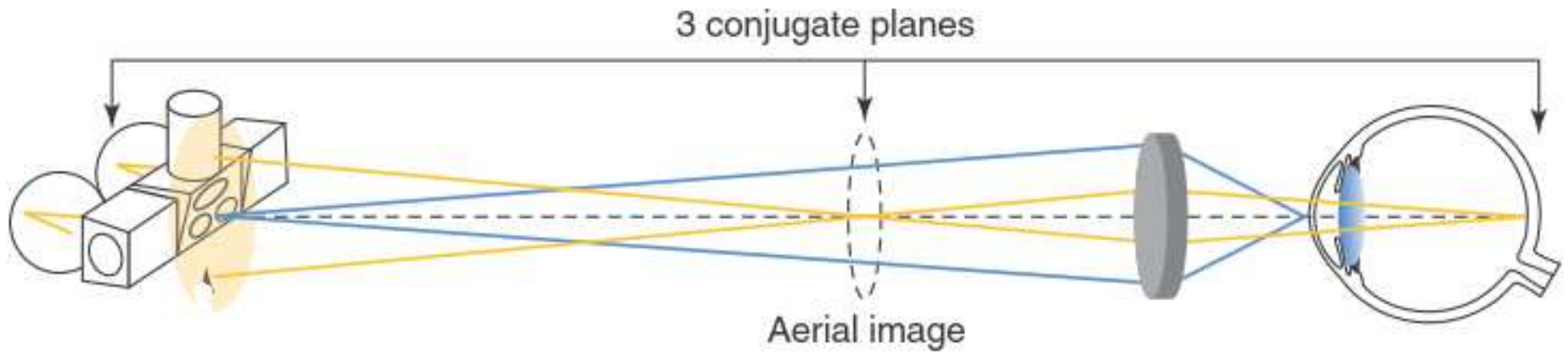
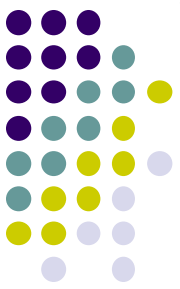
Axiale Vergrößerung

- Die indirekte Ophthalmoskopie (BIO) unterscheidet sich **erheblich**
- Das Kopfstück dient nicht nur als Lichtquelle, sondern nutzt auch Prismen und Spiegel, um die PD des Untersuchers auf ~15 mm zu verringern
 - Dadurch kann der Untersucher beide Pupillen in die Pupille des Patienten „einpassen“, was Binokularität und Stereosehen ermöglicht
- Das Licht der Netzhaut wird durch die Linse, die der Untersucher hält, zu einem realen Bild gebündelt, das zwischen der Linse und den Augen des Untersuchers schwebt, und genau dieses Bild betrachtet der Untersucher
 - Anders ausgedrückt: Sie blicken nicht direkt auf die Netzhaut, sondern tun dies *indirekt*, indem Sie ein *Bild* davon betrachten
- Das Bild ist seitenverkehrt/umgekehrt

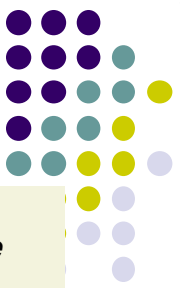
Beachten Sie, was dies (korrekt) über die Konjugation während der BIO aussagt – nämlich, dass die *Netzhaut des Patienten*, das *Bild* der Netzhaut des Patienten und die *Netzhaut des Beobachters* alle miteinander *konjugiert* sind



Axiale Vergrößerung

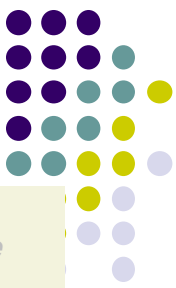


Drei konjugierte Ebenen während der BIO der Netzhaut



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

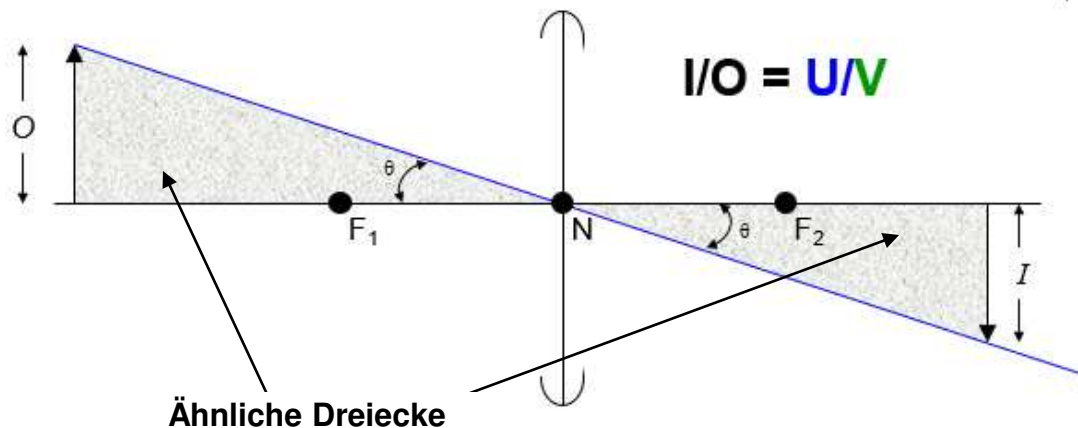


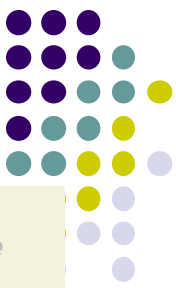
Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken* zurückzuführen ist, das sich auf das Verhältnis U/V reduzieren lässt. Dies führt zu einer weiteren Frage: *Wie sieht die Konfiguration der gleichseitigen Dreiecke während der BIO aus?*

Transverse Magnification

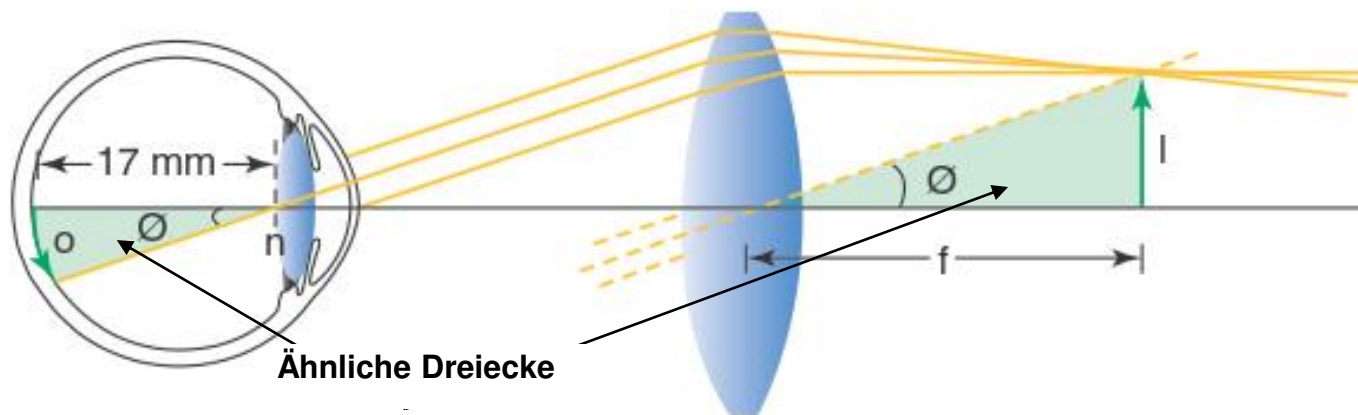




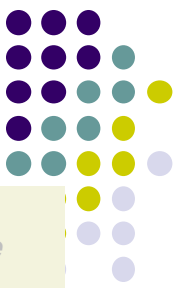
Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken* zurückzuführen ist, das sich auf das Verhältnis U/V reduzieren lässt. Dies führt zu einer weiteren Frage: *Wie sieht die Konfiguration der gleichseitigen Dreiecke während der BIO aus?* **Dies** ist diese Konfiguration. Beachten Sie, dass während der BIO U die Gesamtstärke des Auges des Patienten und V die Stärke der Kondensorlinse ist. Wir verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse.



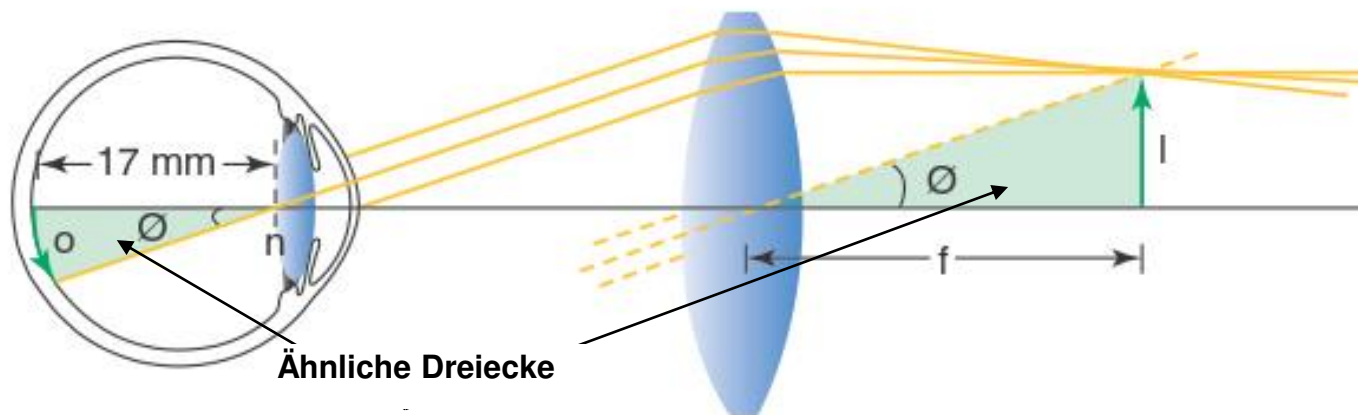
*Da Güllstrand das schematische Auge reduziert hat

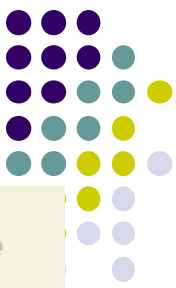


Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken* zurückzuführen ist, das sich auf das Verhältnis U/V reduzieren lässt. Dies führt zu einer weiteren Frage: *Wie sieht die Konfiguration der gleichseitigen Dreiecke während der BIO aus?* **Dies** ist diese Konfiguration. Beachten Sie, dass während der BIO U die Gesamtstärke des Auges des Patienten und V die Stärke der Kondensorlinse ist. Wir verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. **Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.**





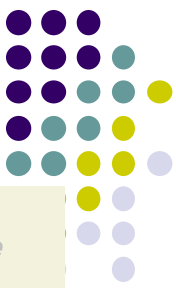
Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung bei BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.



Axiale Vergrößerung

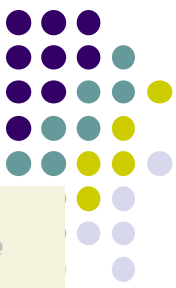
Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung bei BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, da wir noch einen weiteren Aspekt der BIO berücksichtigen müssen, der die wahrgenommene Tiefe beeinflusst, nämlich **den Pupillenabstand** (üblicherweise mit PD abgekürzt). Erinnern Sie sich daran, dass das BIO-Kopfstück den effektiven PD des Untersuchers auf etwa 15 mm damit seine Pupillen beide in die Pupille des Patienten passen.



Axiale Vergrößerung

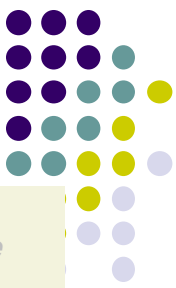
Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung bei BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, da wir noch einen weiteren Aspekt der BIO berücksichtigen müssen, der die wahrgenommene Tiefe beeinflusst, nämlich **den Pupillenabstand** (üblicherweise mit PD abgekürzt). Erinnern Sie sich daran, dass das BIO-Kopfstück den effektiven PD des Untersuchers auf etwa 15 mm reduziert, damit seine Pupillen beide in die Pupille des Patienten passen.



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

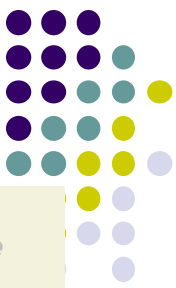
Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung bei BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, da wir noch einen weiteren Aspekt der BIO berücksichtigen müssen, der die wahrgenommene Tiefe beeinflusst, nämlich **den Pupillenabstand** (üblicherweise mit PD abgekürzt). Erinnern Sie sich daran, dass das BIO-Kopfstück den effektiven PD des Untersuchers auf etwa 15 mm reduziert, damit seine Pupillen beide in die Pupille des Patienten passen. **Wenn wir annehmen, dass der Basis-PD des Untersuchers 60 mm* beträgt, bedeutet dies, dass seine Fähigkeit zur Tiefenwahrnehmung um den Faktor $60/15 = 4$ verringert wurde. Diese Verringerung muss bei der Bestimmung der Axialen Vergrößerung bei BIO berücksichtigt werden.**

*Da ist wieder diese Zahl 60... Warum wird die PD mit 60 mm angenommen? Weil es die Berechnung vereinfacht.



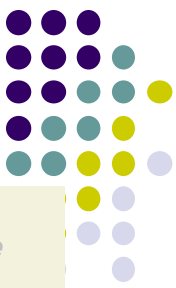
Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken* zurückzuführen ist. Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung während der BIO – sie ist das Quadrat von $(60/\text{Linse})$. Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9\times$.
 Wir verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO $60/\text{Linse}$. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

Ein Aspekt der BIO berücksichtigen müssen, der die Pupillengröße (bzw. die Pupillendistanz PD, welche typischerweise mit PD abgekürzt) betrifft. Wenn die Pupillengröße auf etwa 15 mm reduziert wird, damit seine Pupillen mit der Pupillengröße des Untersuchers übereinstimmt, dann wird der Faktor $60/15 = 4$ verringert. Diese Verringerung muss bei der Bestimmung der Axialen Vergrößerung bei BIO berücksichtigt werden.



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

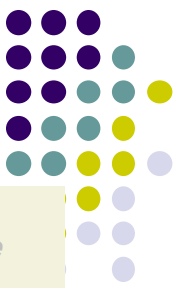
z. Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung während der BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Die Axiale Vergrößerung während der BIO beträgt

$$\text{Axiale Vergrößerung} = \frac{(\text{Transversale Vergrößerung})^2}{4} = \frac{(60/\text{Linse})^2}{4}$$

berücksichtigen müssen, der die mit PD abgekürzt). Erinnern Sie sich m reduziert, damit seine Pupillen des Untersuchers 60 mm* beträgt, 4 verringert wurde. Diese Verringerung muss bei der Bestimmung der Axialen vergrößerung der BIO berücksichtigt werden.



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

z. Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung während der BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensorlinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9\times$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Die Axiale Vergrößerung während der BIO beträgt

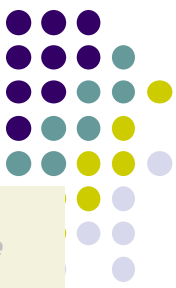
$$\text{Axiale Vergrößerung} = \frac{(\text{Transversale Vergrößerung})^2}{4} = \frac{(60/\text{Linse})^2}{4}$$

verminderung muss bei der Bestimmung der Axialen vergrößerung der BIO berücksichtigt werden.

berücksichtigen müssen, der die mit PD abgekürzt). Erinnern Sie sich m reduziert, damit seine Pupillen des Untersuchers 60 mm* beträgt, = 4 verringert wurde. Diese

Wenn also eine Kondensorlinse mit 20 d verwendet wird:

$$\text{Axiale Vergrößerung} = \frac{3^2}{4} = 9/4 = 2,25$$



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

z. Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung während der BIO – sie ist $9 \times$ das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9 \times$.

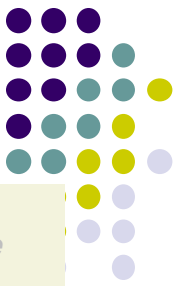
verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Wenn also eine Kondensorlinse mit 20 d verwendet wird:

$$\text{Axiale Vergrößerung} = \frac{3^2}{4} = 9/4 = 2,25$$

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, da wir noch einen weiteren Faktor in Betracht ziehen müssen, nämlich **den Pupillenabstand**. Wir müssen uns daran erinnern, dass das BIO-Kopfstück den effektiven PD des Untersuchers und des Patienten in die Pupille des Patienten passen. Wenn wir annehmen, dass der Basis-PD des Untersuchers 60 mm* beträgt, bedeutet dies, dass seine Fähigkeit zur Tiefenwahrnehmung um den Faktor $60/15 = 4$ verringert wurde. Diese Verringerung muss bei der Bestimmung der Axialen Vergrößerung bei BIO berücksichtigt werden.

Die **transversale** Vergrößerung bei 20-dioptrischer BIO beträgt also das 3-fache



Axiale Vergrößerung

Was die Axiale Vergrößerung während der BIO betrifft... Wir haben gesagt, dass die Axiale Vergrößerung gut durch das Quadrat der transversalen Vergrößerung approximiert wird. Das führt zu der Frage: *Wie groß ist die transversale Vergrößerung während der BIO?*

Erinnern Sie sich daran, dass die transversale Vergrößerung auf ein Problem *mit gleichseitigen Dreiecken*

z. Aufgrund dieser Aussagen scheint es, als wüssten wir nun die Axiale Vergrößerung während der BIO – sie ist das Quadrat von (60/Linse). Wenn also eine 20-D-Kondensationslinse verwendet wird, beträgt die Axiale Vergrößerung $(60/20)^2 = 3^2 = 9x$.

verwenden stets 60 D als Brechkraft des Auges.* Somit beträgt die transversale Vergrößerung während der BIO 60/Linse. Wenn also beispielsweise eine 20-D-Linse verwendet wird, ist das Bild einer Netzhautläsion $60/20 = 3$ -mal breiter als die Läsion selbst.

Wenn also eine Kondensorlinse mit 20 d verwendet wird:

$$\text{Axiale Vergrößerung} = \frac{3^2}{4} = 9/4 = 2,25$$

Allerdings ist es nicht ganz so einfach, da wir noch einen weiteren Faktor in Betracht ziehen müssen, nämlich **den Pupillenabstand**. Wir wissen auch, dass das BIO-Kopfstück den effektiven PD des Untersuchers und die Pupille des Patienten passen. Wenn wir annehmen, dass der Basis-PD des Untersuchers 60 mm* beträgt, bedeutet dies, dass seine Fähigkeit zur Tiefenwahrnehmung um den Faktor $60/15 = 4$ verringert wurde. Diese Verringerung muss bei der Bestimmung der Axialen Vergrößerung bei BIO berücksichtigt werden.

Die **transversale** Vergrößerung bei 20-dioptrischer BIO beträgt also 3x, die **Axiale** Vergrößerung jedoch 2,25