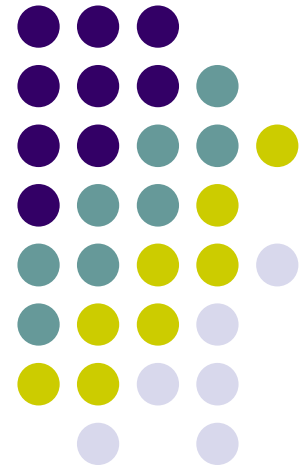
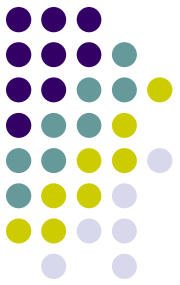


Transversale Vergrößerung

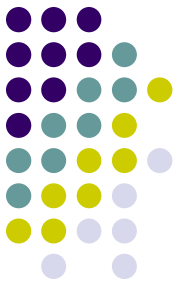
Grundlagen der Optik, Kapitel 20





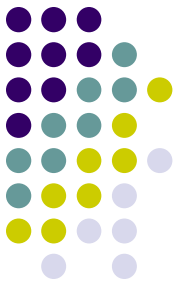
Transversale Vergrößerung

- Sprechen wir über die Transversale Vergrößerung
 - Auch bekannt als *laterale* oder *lineare* Vergrößerung
- Die Transversale Vergrößerung betrifft die relative Höhe von Objekten und Bildern in unseren Strahlverfolgungen



Transversale Vergrößerung

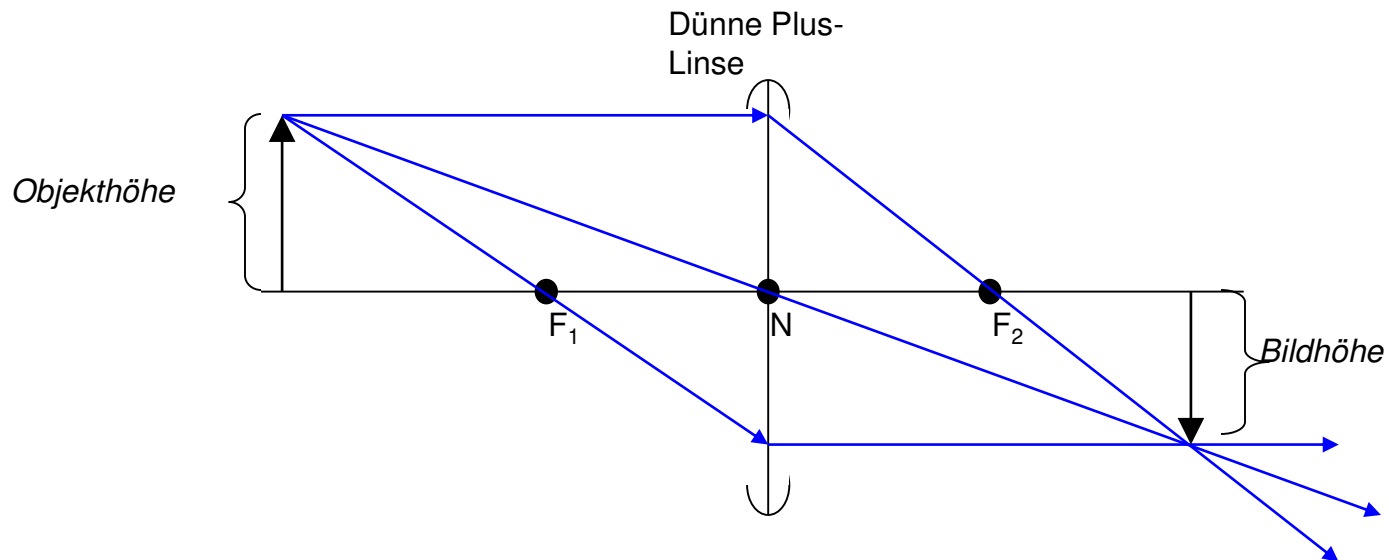
- Sprechen wir über die Transversale Vergrößerung
 - Auch bekannt als *laterale* oder *lineare* Vergrößerung
- Die Transversale Vergrößerung betrifft die relative Höhe von Objekten und Bildern in unseren Strahlverfolgungen
- Grundsätzlich könnte man bei sorgfältiger Verfolgung das Bild und das Objekt einfach vermessen und das Verhältnis direkt bestimmen
 - Glücklicherweise gibt es weniger mühsame Methoden

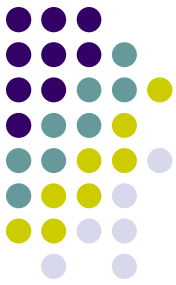


Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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



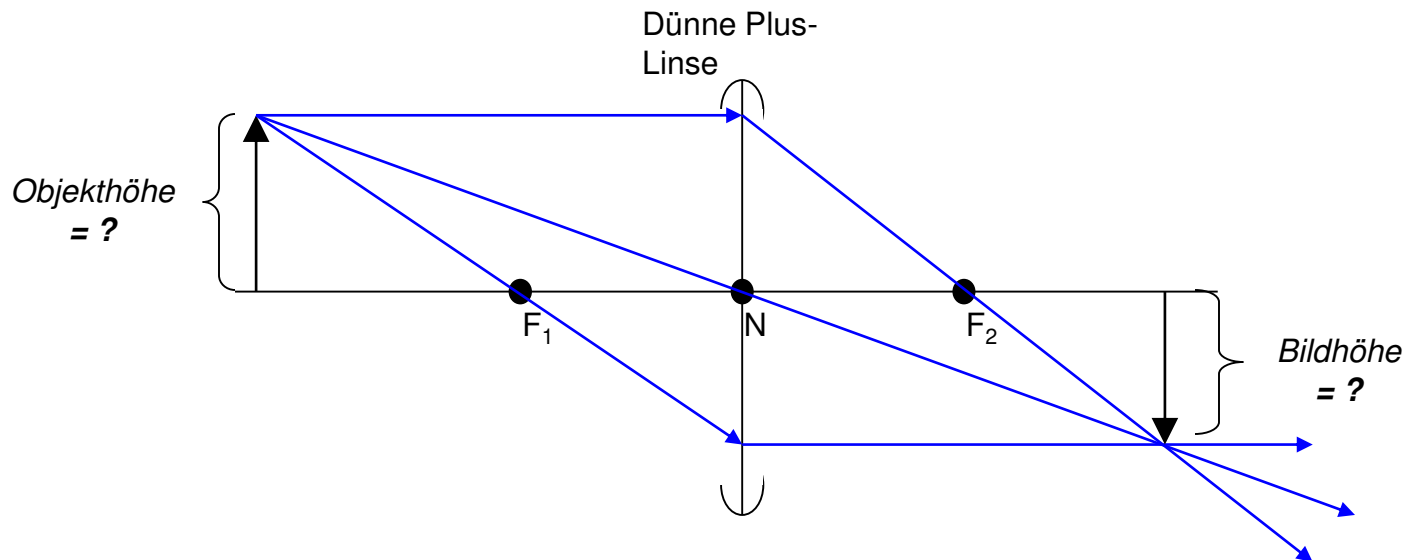


Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

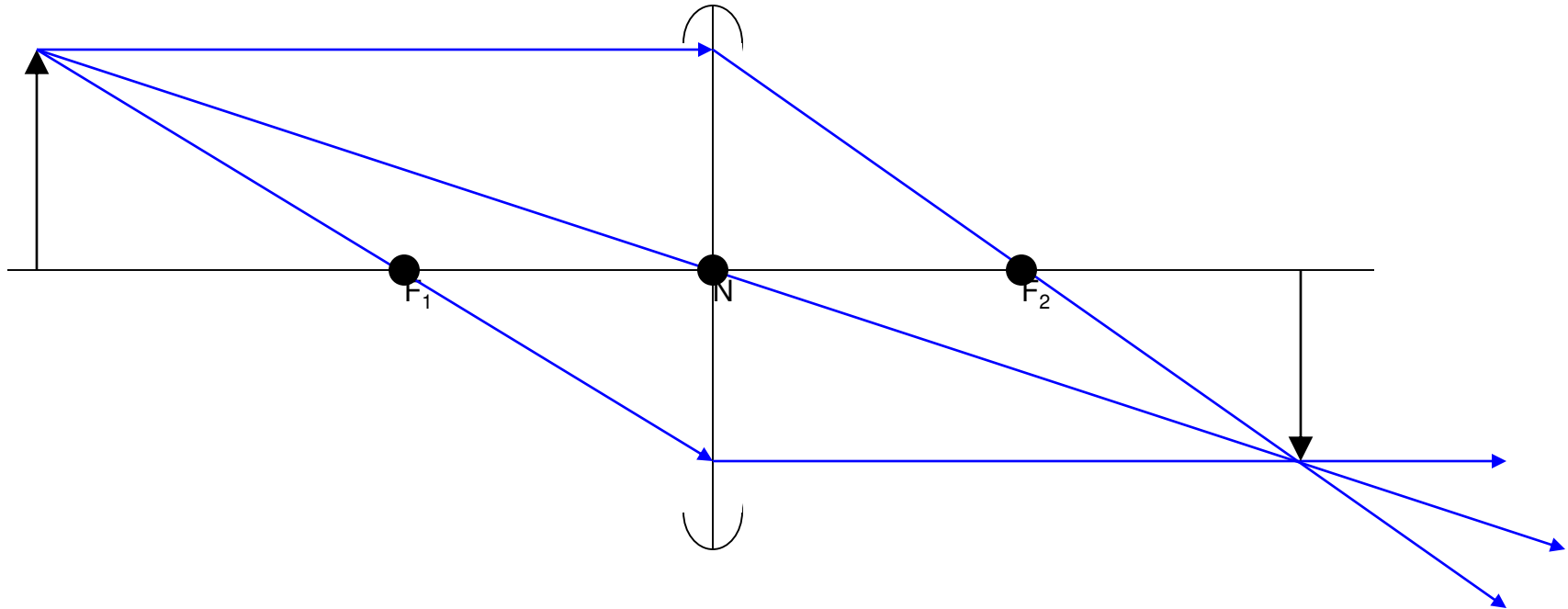
$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

OK, aber wie bestimmen wir die Objekt- und die Bildhöhe, wenn wir (in der Regel) nur Informationen zur Konvergenz haben?

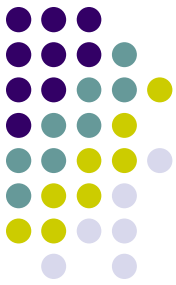


Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

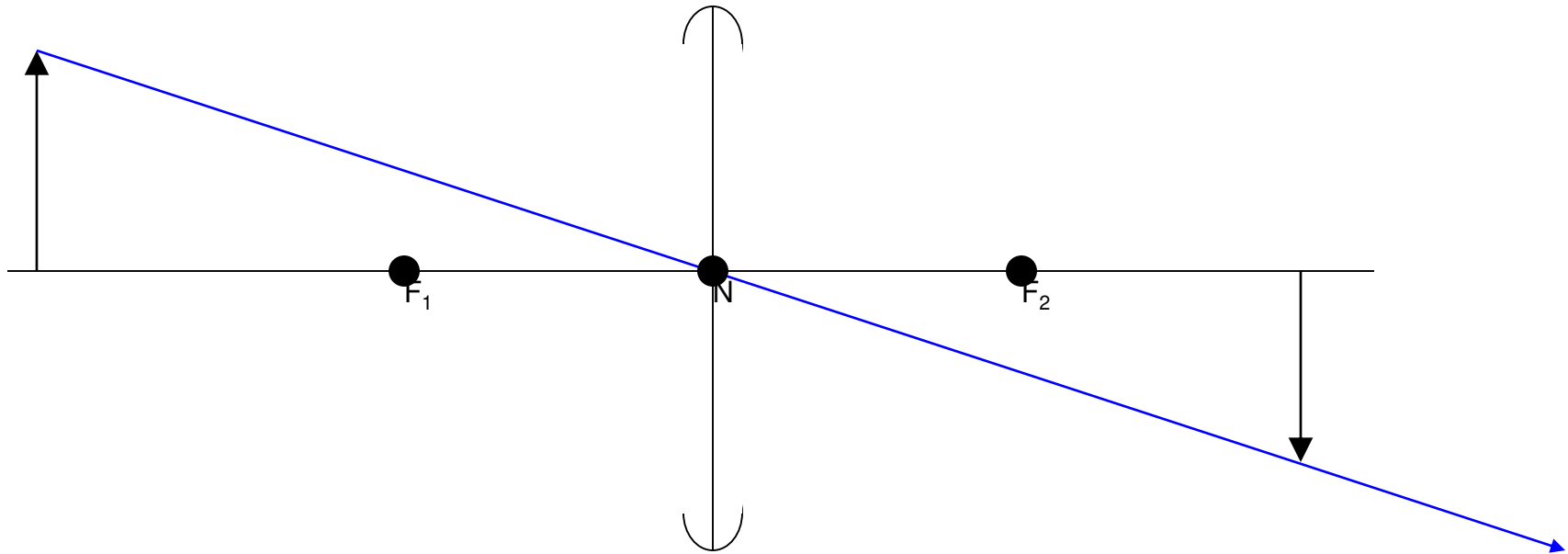


Hier sehen Sie ein Raytracing aus einem früheren Kapitel.

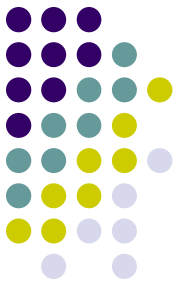


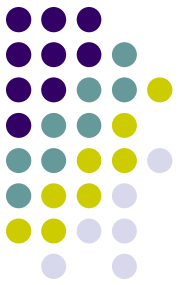
Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse



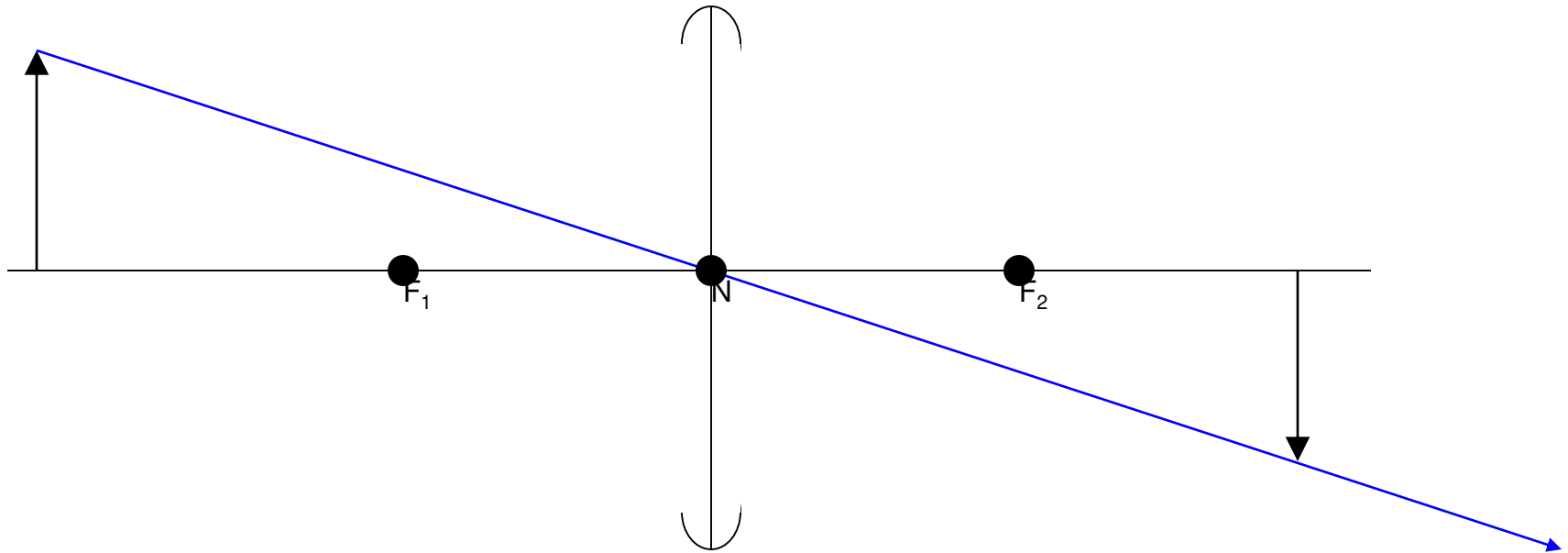
Hier sehen Sie ein Raytracing aus einem früheren Kapitel.
Hier ist es, wobei nur der Knotenstrahl und der Strahl der Linsenachse eingezeichnet sind.





Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

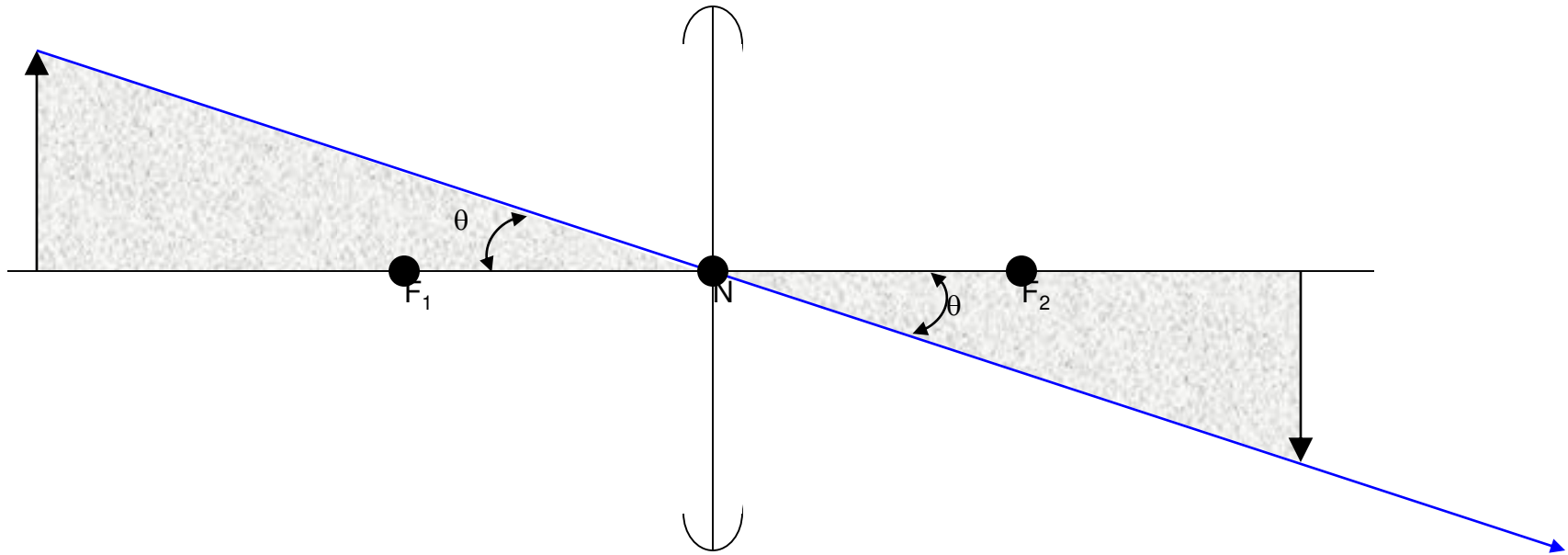


Hier sehen Sie ein Raytracing aus einem früheren Kapitel.
Hier ist es, wobei nur der Knotenstrahl und der Strahl entlang der Linsenachse eingezeichnet sind.

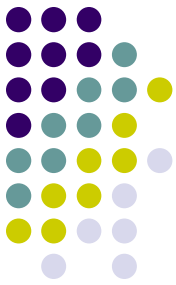
Denken Sie an den Geometrieunterricht in der Schule zurück – wie sieht die Figur aus?

Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

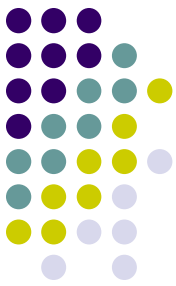
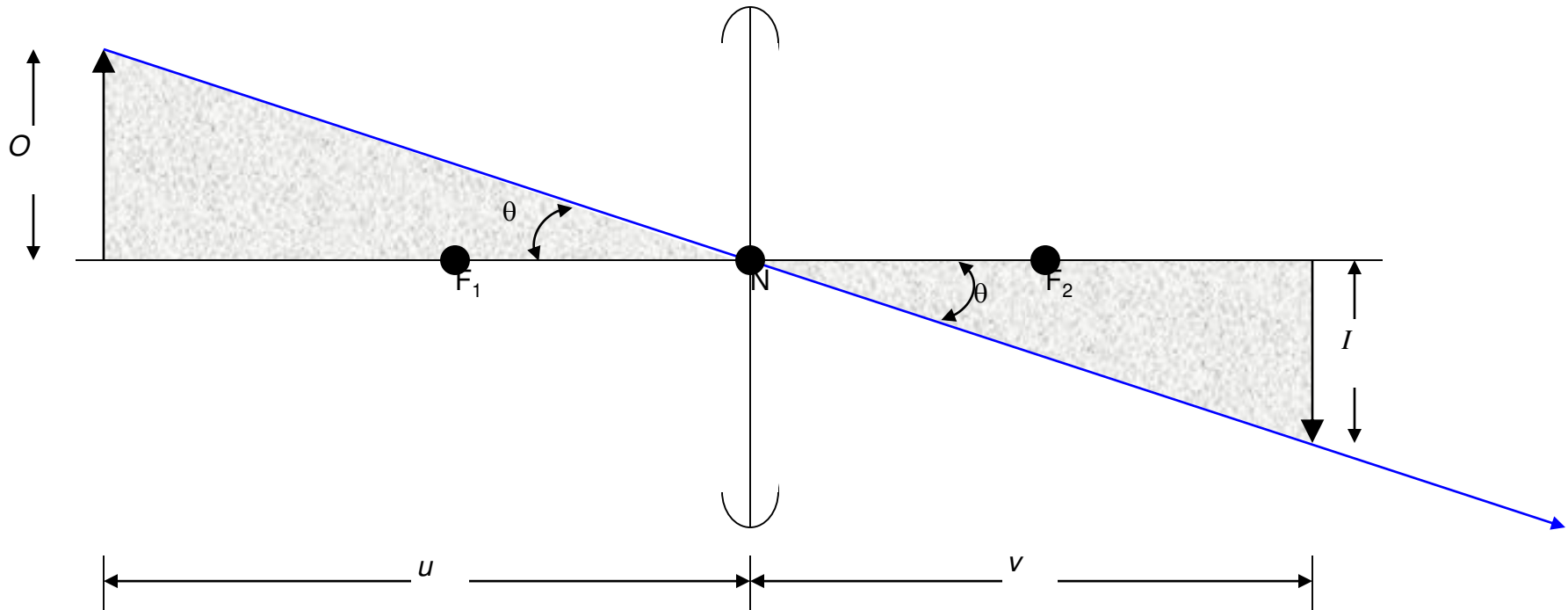


Ähnliche Dreiecke



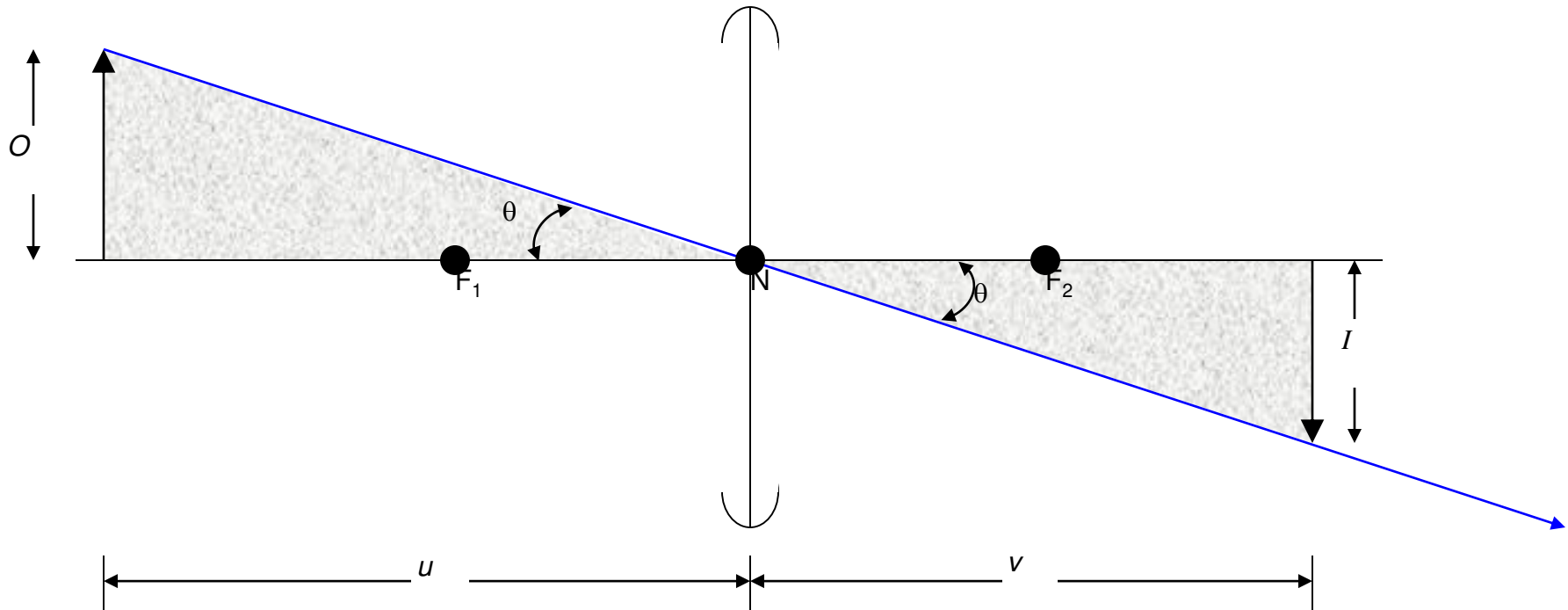
Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

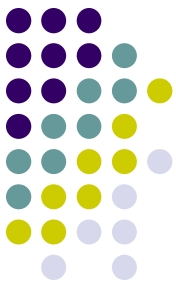


Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

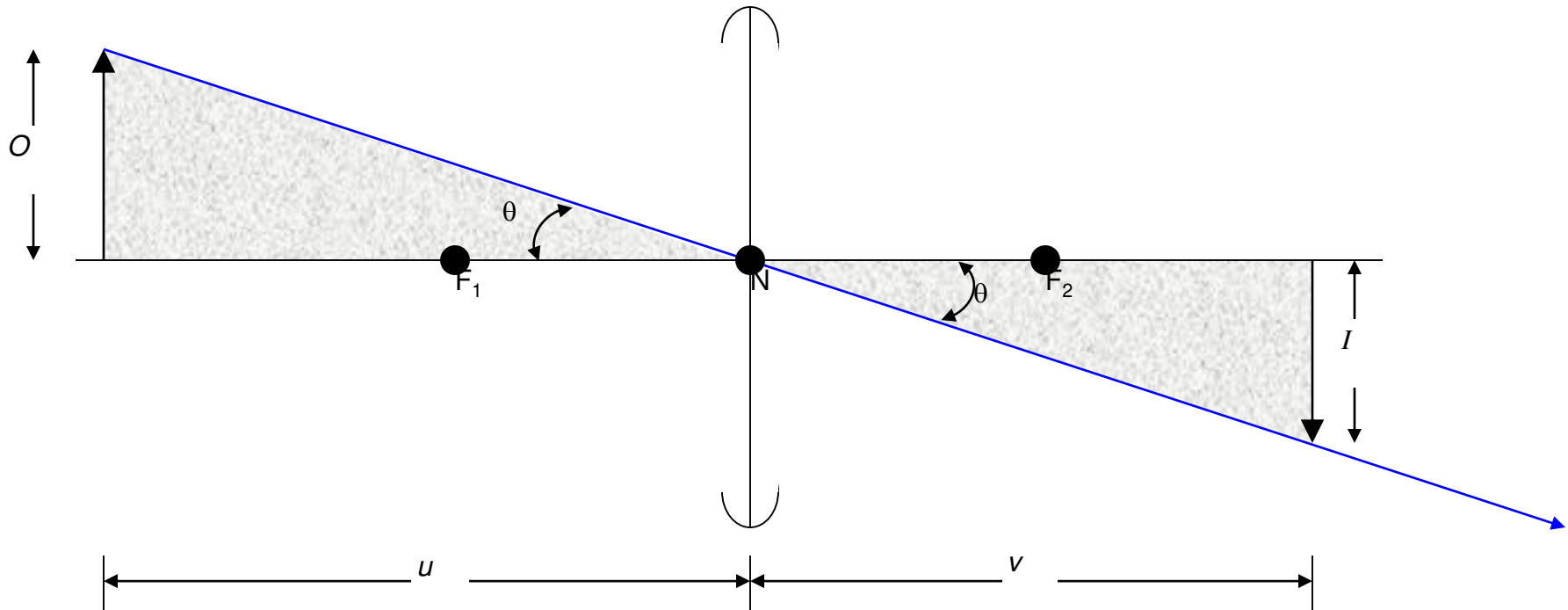


Transversale Vergrößerung = I/O (per Definition)

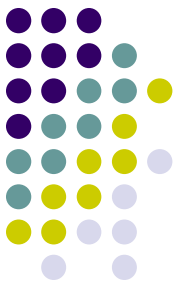


Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

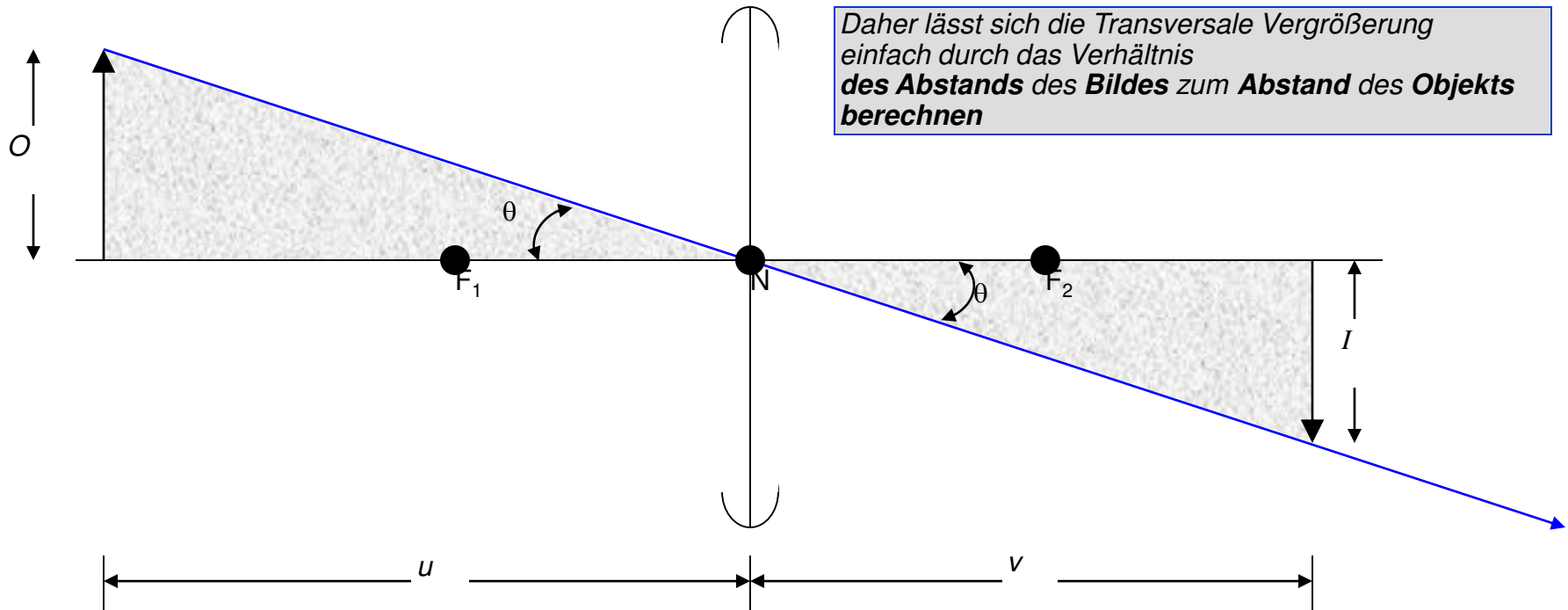
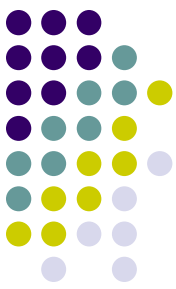


Transversale Vergrößerung = I/O (per Definition)
 Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke: $I/O = v/u$



Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

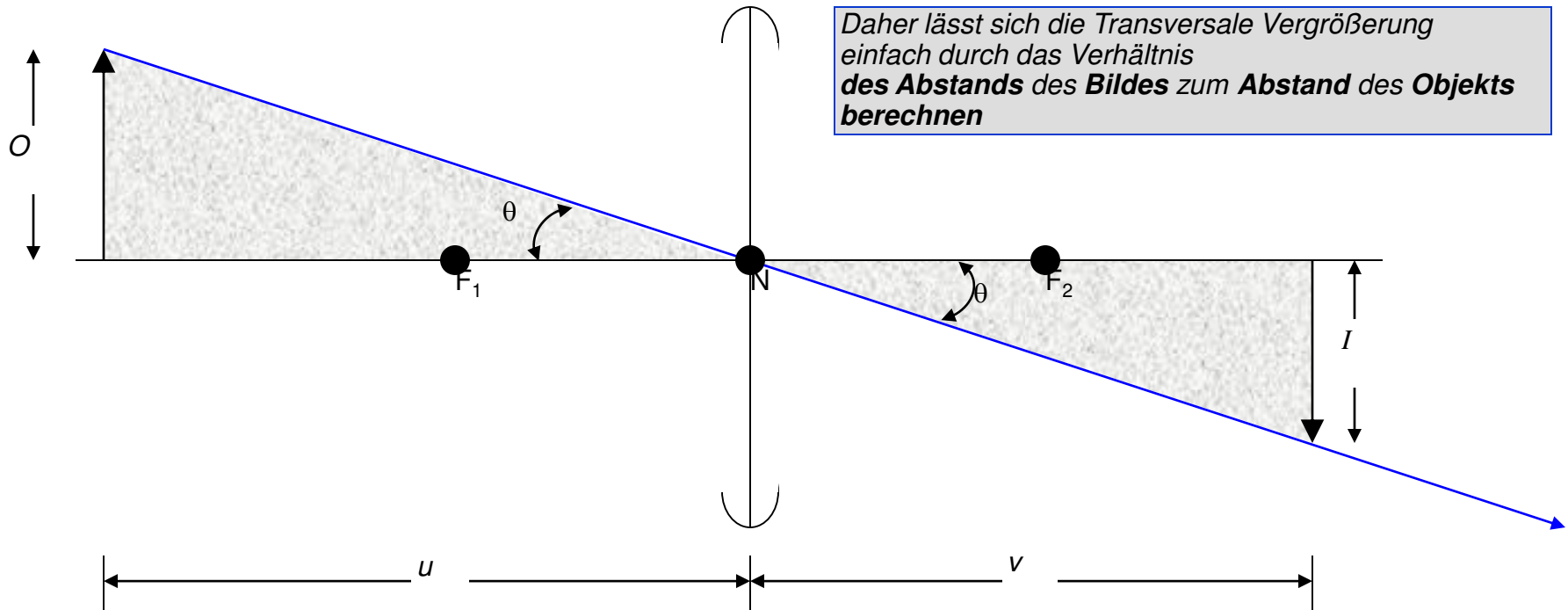


Daher lässt sich die Transversale Vergrößerung einfach durch das Verhältnis **des Abstands des Bildes** zum **Abstand des Objekts** berechnen

Transversale Vergrößerung = I/O (per Definition)
 Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke: $I/O = v/u$

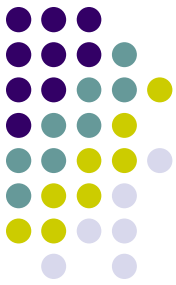
Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse



Transversale Vergrößerung = I/O (per Definition)
 Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke: $I/O = v/u$

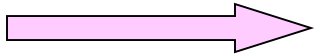
Aber wir können es noch einfacher machen...



Transversale Vergrößerung

- Die Vergenz-Formel

Erinnern Sie sich an die
Vergenz
Formel...

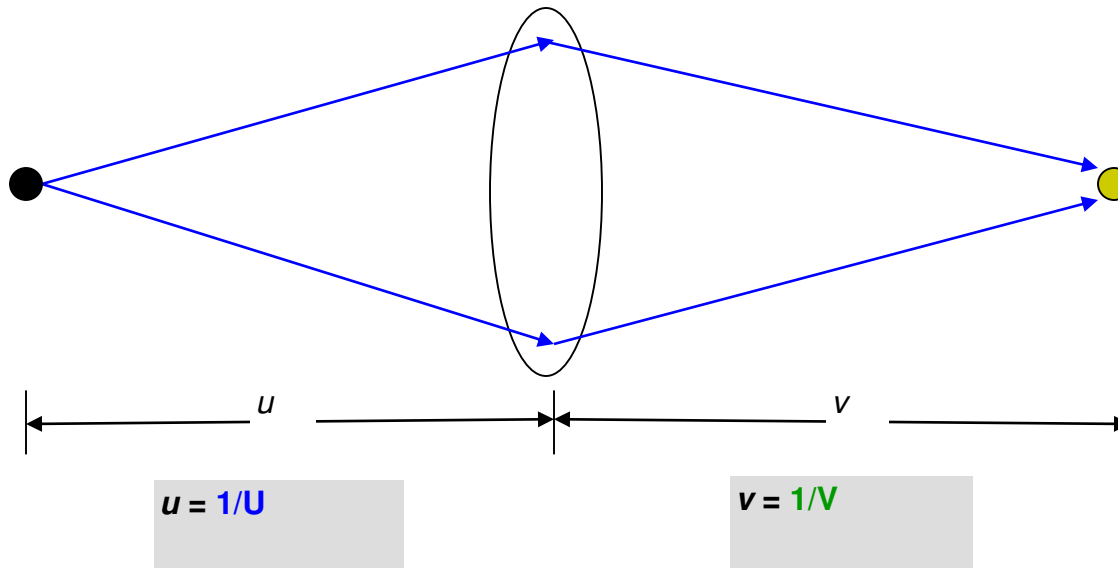


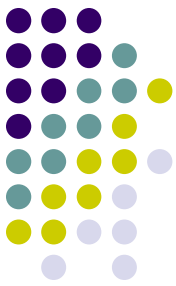
Vergenz des
eintreffenden
Lichts

Vergenz
, die
durch die
Linse
hervorgerufe
n wird

$$U + P = V$$

Vergenz des
Lichts, das die
Linse verlässt

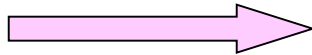




Transversale Vergrößerung

- Die Vergenz-Formel

Erinnern Sie sich an die **Vergenz** Formel...



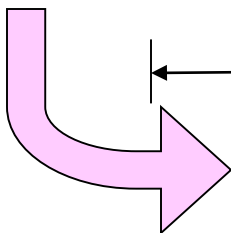
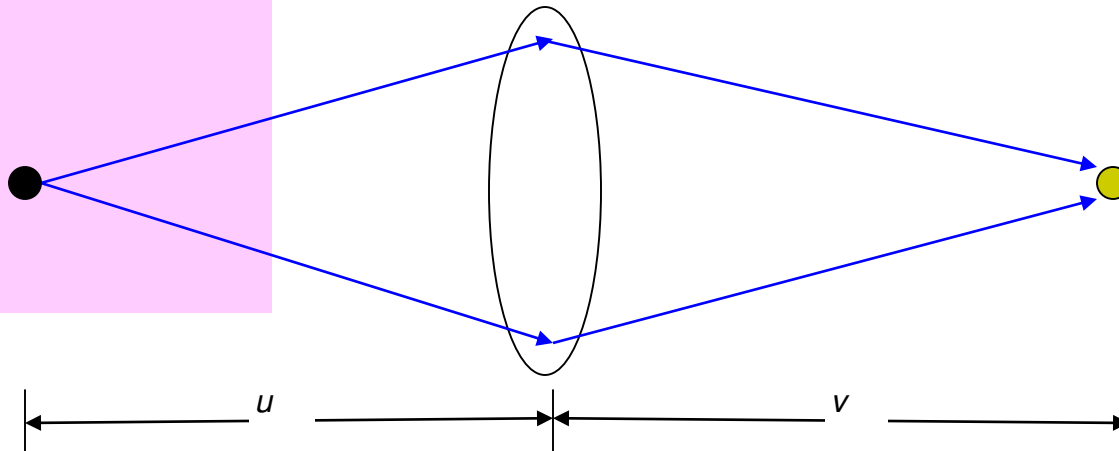
Vergenz des
eintreffenden
Lichts

Vergenz
, die
durch die
Linse
hervorgerufe
n wird

$$U + P = V$$

Vergenz des
Lichts, das die
Linse verlässt

...und die Beziehung
zwischen Vergenz
(großes **U**, großes **V**)
und der Entfernung
(kleines u , kleines v)



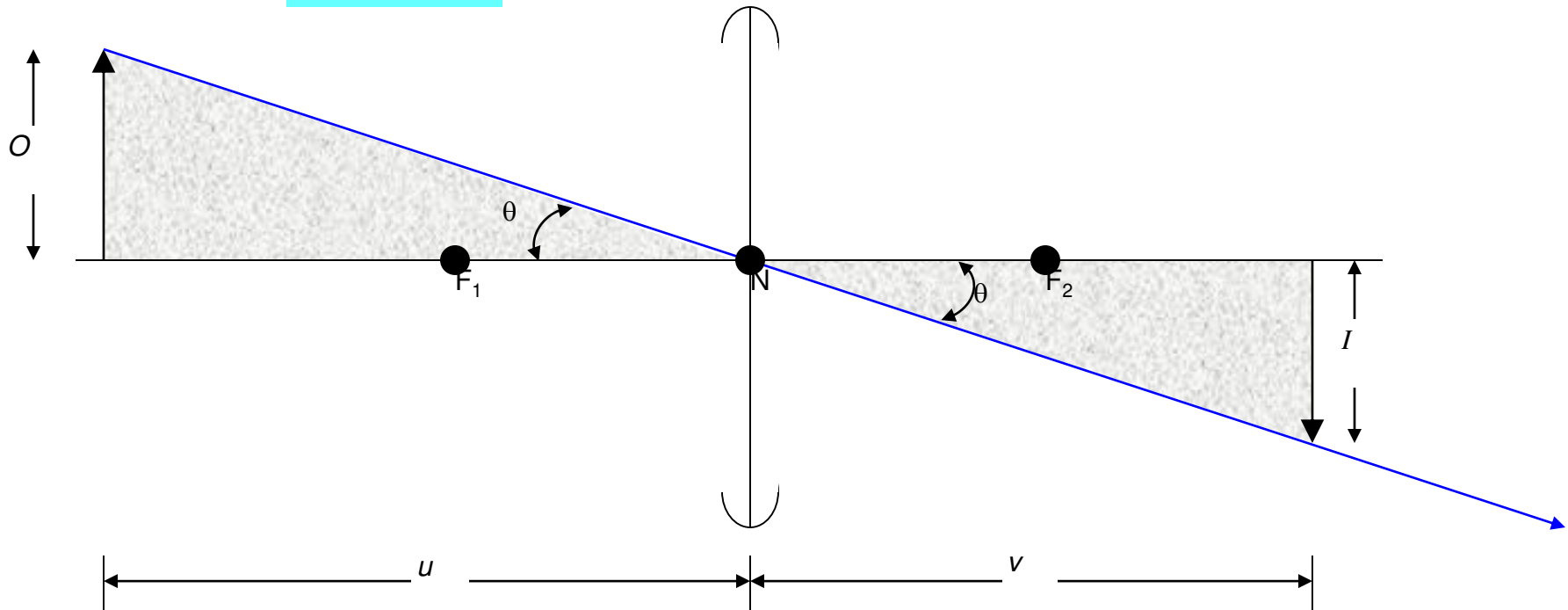
$$u = 1/U$$

$$v = 1/V$$

Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

$$U + P = V$$



Somit gilt: **Transversale Vergrößerung** = I/O (per Definition)

UND, Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke, $I/O = v/u$

UND gemäß der Vergrößerungsformel gilt: $v/u = \frac{1/V}{1/U}$

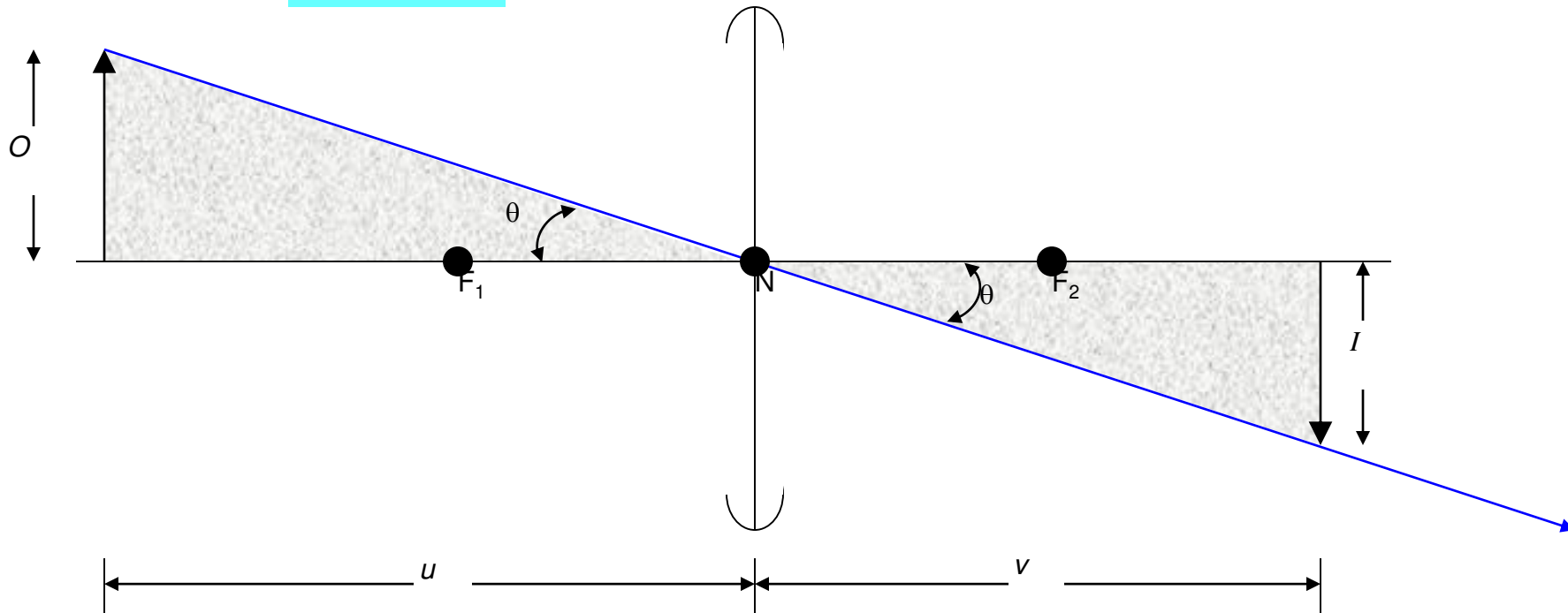
$$u = 1/U$$

$$v = 1/V$$

Transversale Vergrößerung

Dünne Plus-Linse

$$U + P = V$$



Somit gilt: **Transversale Vergrößerung** = I/O (per Definition)

UND, Nach dem Satz über gleichseitige Dreiecke, $I/O = v/u$

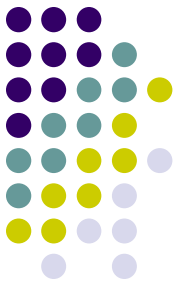
UND, gemäß der Vergrößerungsformel gilt, $v/u = \frac{1/V}{1/U}$

DESHALB

$$I/O = U/V$$

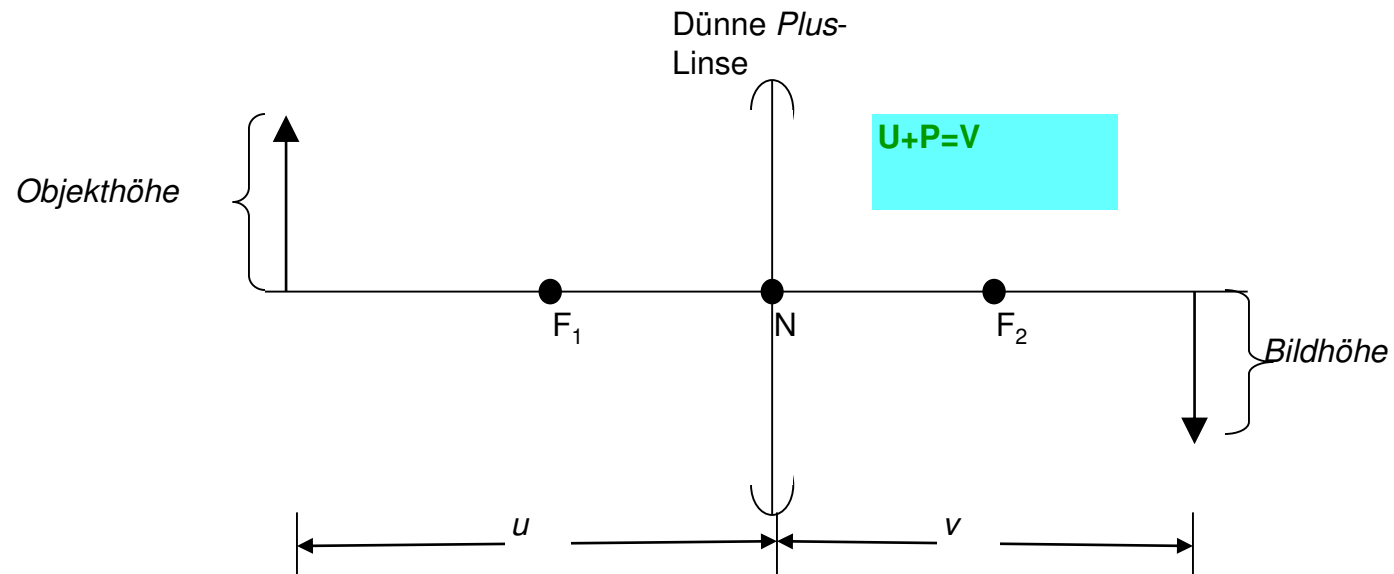
$$u = 1/U$$

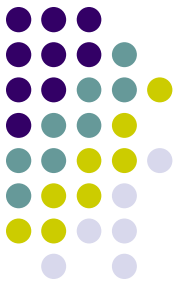
$$v = 1/V$$



Transversale Vergrößerung

Zusammenfassend lässt sich also sagen:

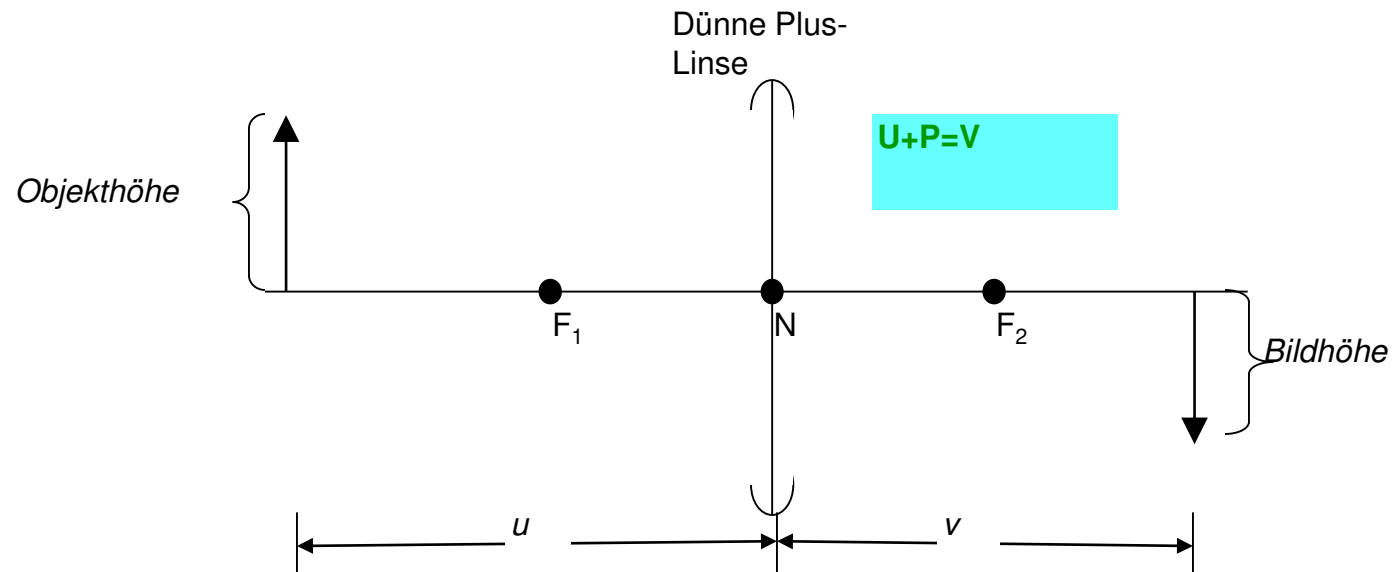


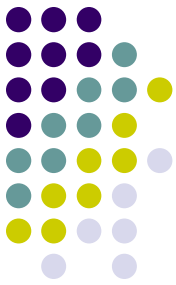


Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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



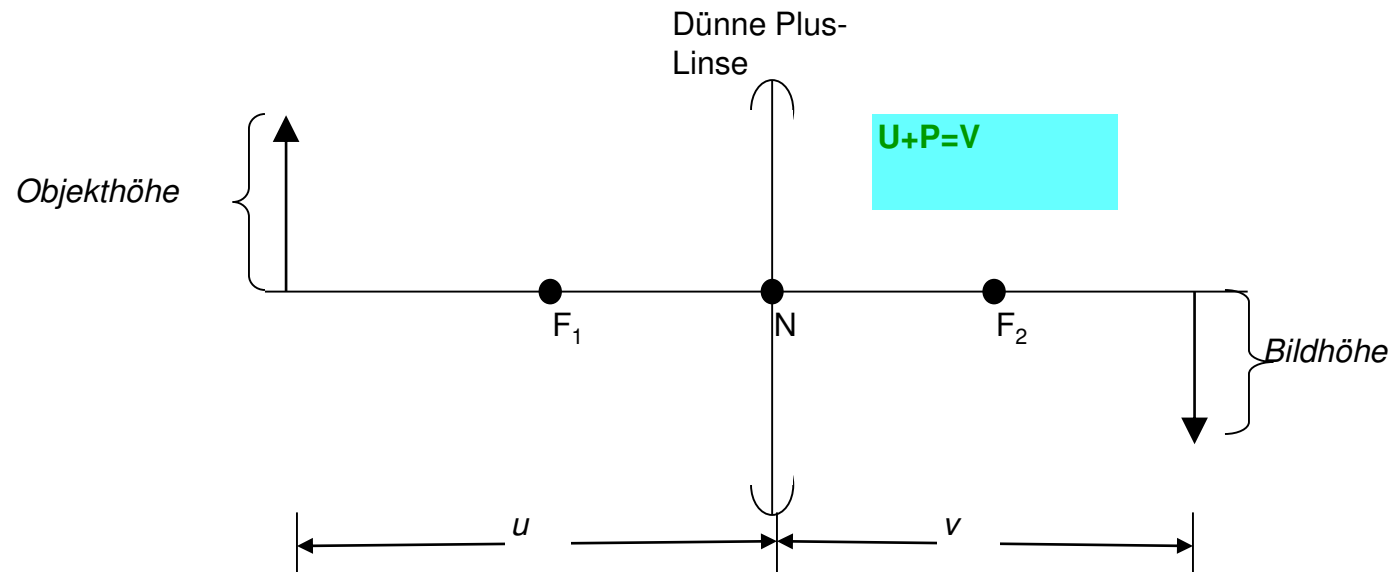


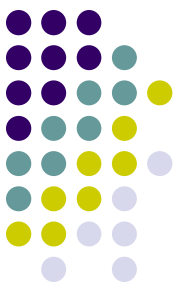
Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:





Transversale Vergrößerung

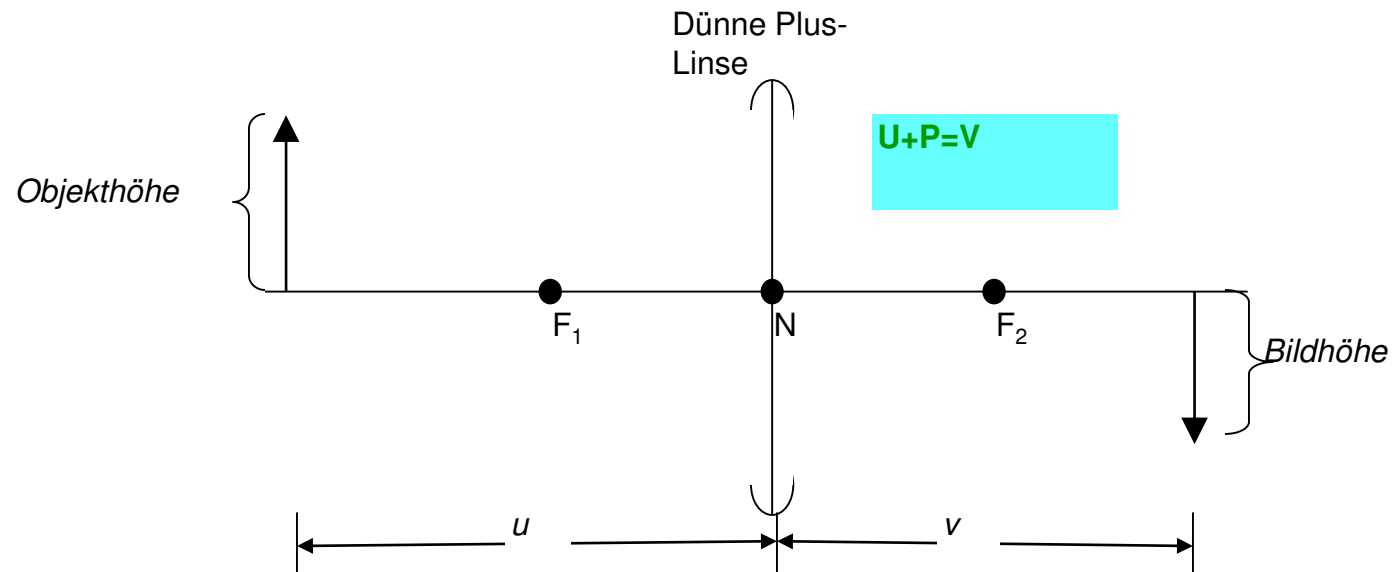
Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

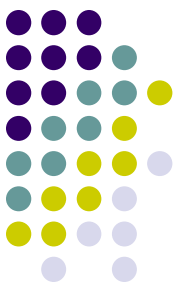
$$\frac{\text{Bildhöhe}}{\text{Objekthöhe}}$$

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

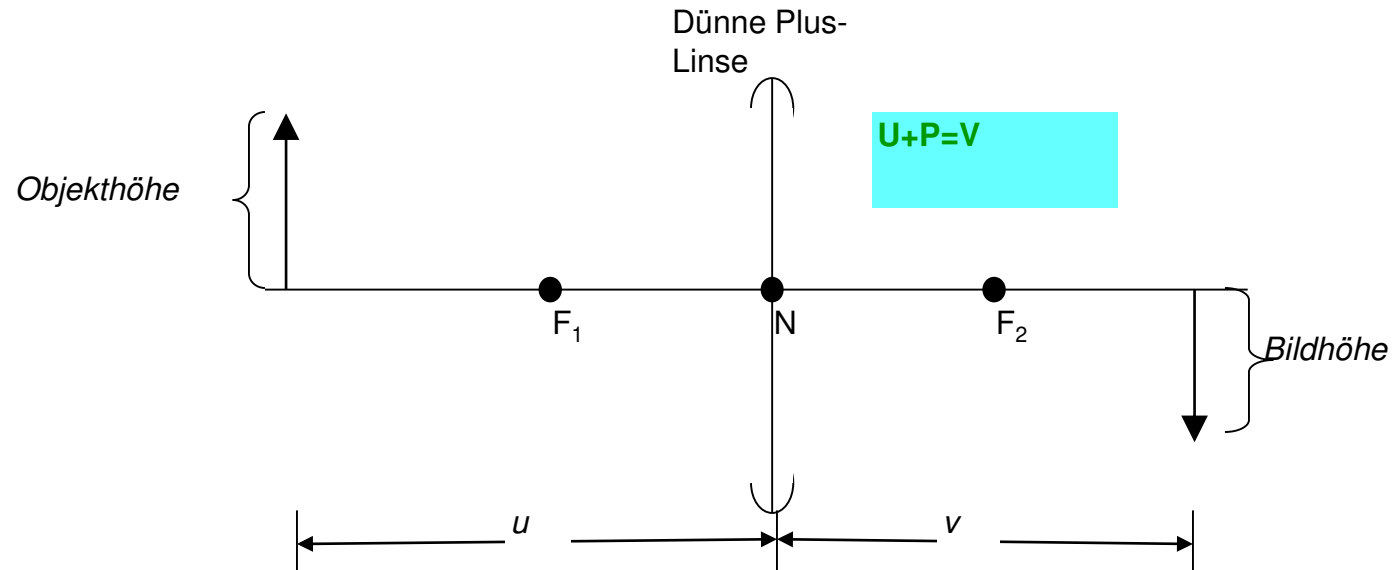
Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

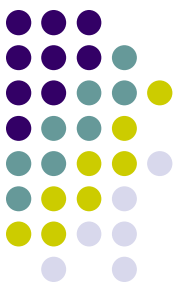
(Nach dem
Brechungsgesetz)

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

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

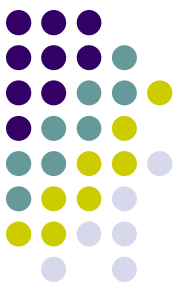
(Nach dem
Brechungsgesetz)

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

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:



Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

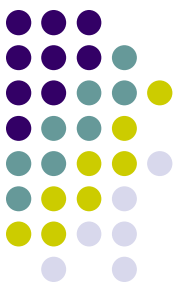
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Das **Vorzeichen** des Wertes gibt die relative Ausrichtung von Objekt und Bild an



Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

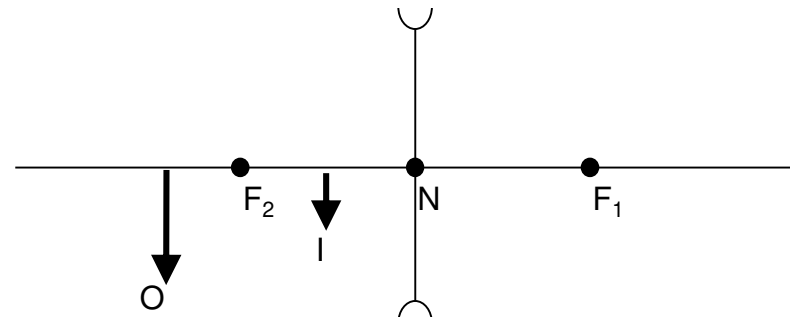
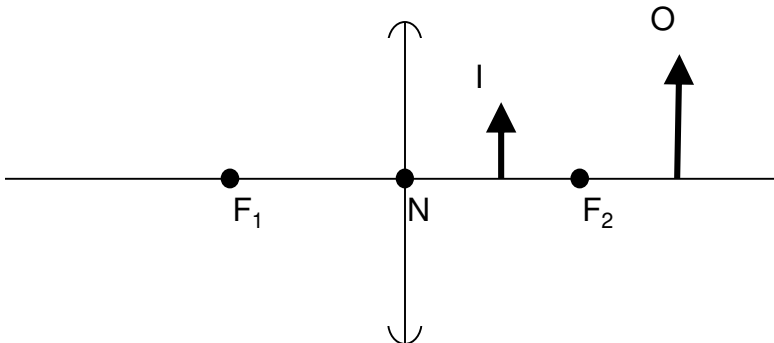
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

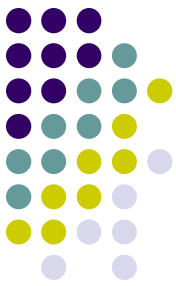
(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Das **Vorzeichen** des Wertes gibt die relative Ausrichtung von Objekt und Bild an
- Ein **positiver** Wert bedeutet, dass das Bild die gleiche Ausrichtung wie das Objekt hat (d. h., beide befinden sich entweder *oberhalb* oder *unterhalb* der Linsenachse)





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

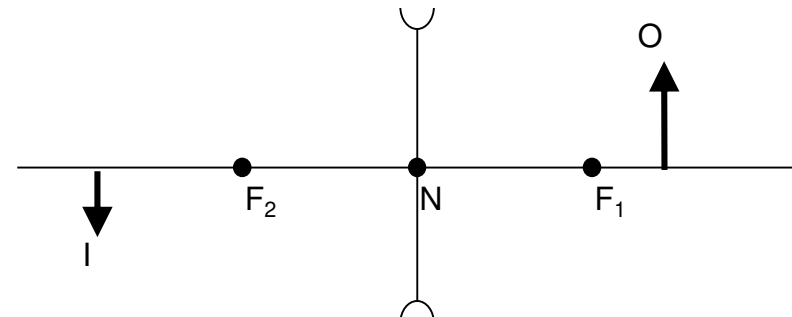
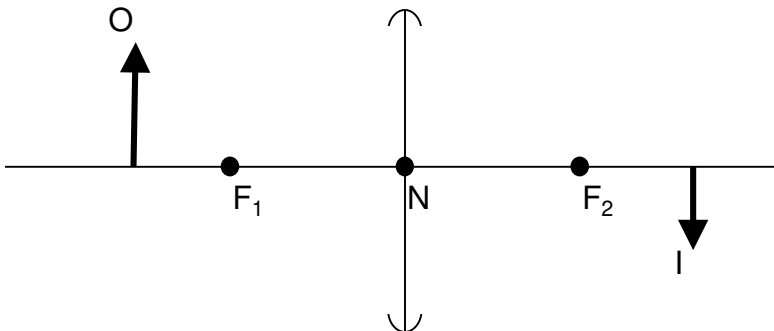
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

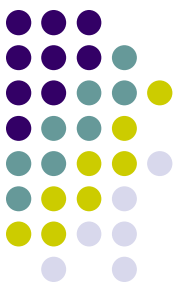
(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Das **Vorzeichen** des Wertes gibt die relative Ausrichtung von Objekt und Bild an
- Ein **positiver** Wert bedeutet, dass das Bild die gleiche Ausrichtung wie das Objekt hat (d. h., beide befinden sich entweder *oberhalb* oder *unterhalb* der Linsenachse)
- Ein **negativer** Wert bedeutet, dass sie sich auf **gegenüberliegenden** Seiten der Linsenachse befinden





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

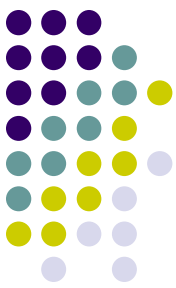
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Die Größe des Wertes gibt die relative Größe von Objekt und Bild an



Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

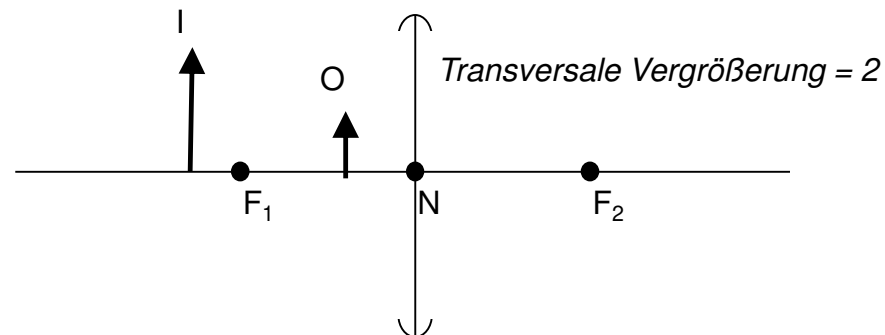
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

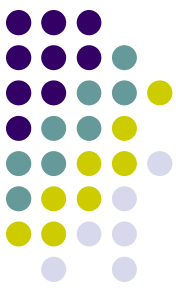
(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Die **Größe** des Wertes gibt die relative Größe von Objekt und Bild an
- Transversale Vergrößerung $> 1 \rightarrow$ Das Bild ist **größer** als das Objekt





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

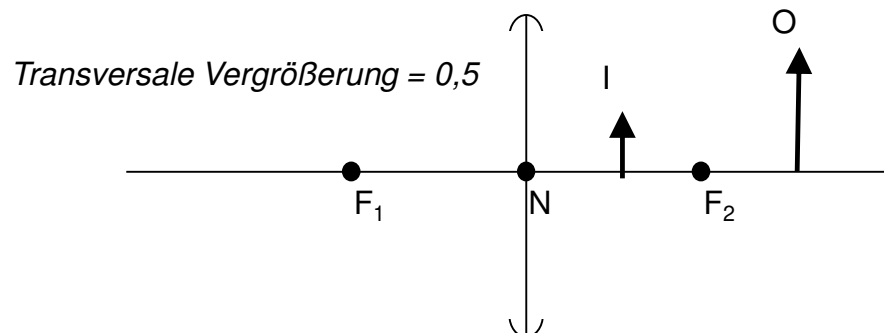
$$\frac{\text{Konvergenz des einfallenden Lichts (U)}}{\text{Konvergenz des aus der Linse austretenden Lichts (V)}}$$

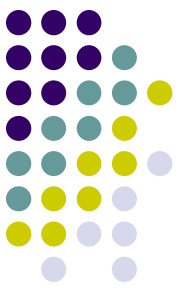
(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Die **Größe** des Wertes gibt die relative Größe von Objekt und Bild an
- Transversale Vergrößerung $> 1 \rightarrow$ Das Bild ist **größer** als das Objekt
- Transversale Vergrößerung $< 1 \rightarrow$ Das Bild ist **kleiner** als das Objekt





Transversale Vergrößerung

Die Transversale Vergrößerung ist definiert als:

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

Die Transversale Vergrößerung ist gleich:

(Nach dem
Brechungsgesetz)

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

(Nach dem Satz über
gleichseitige Dreiecke)

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

Einige abschließende Anmerkungen zur transversalen Vergrößerung:

- Die **Größe** des Wertes gibt die relative Größe von Objekt und Bild an
- Transversale Vergrößerung > 1 → Das Bild ist **größer** als das Objekt
- Transversale Vergrößerung < 1 → Das Bild ist **kleiner** als das Objekt
- Transversale Vergrößerung $= 1$ → Bild und Objekt sind **gleich groß**

