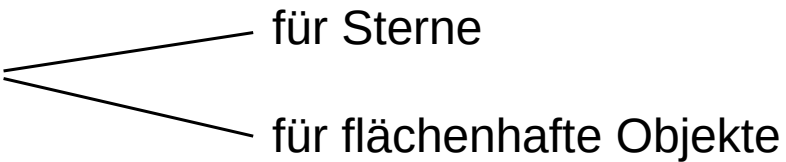
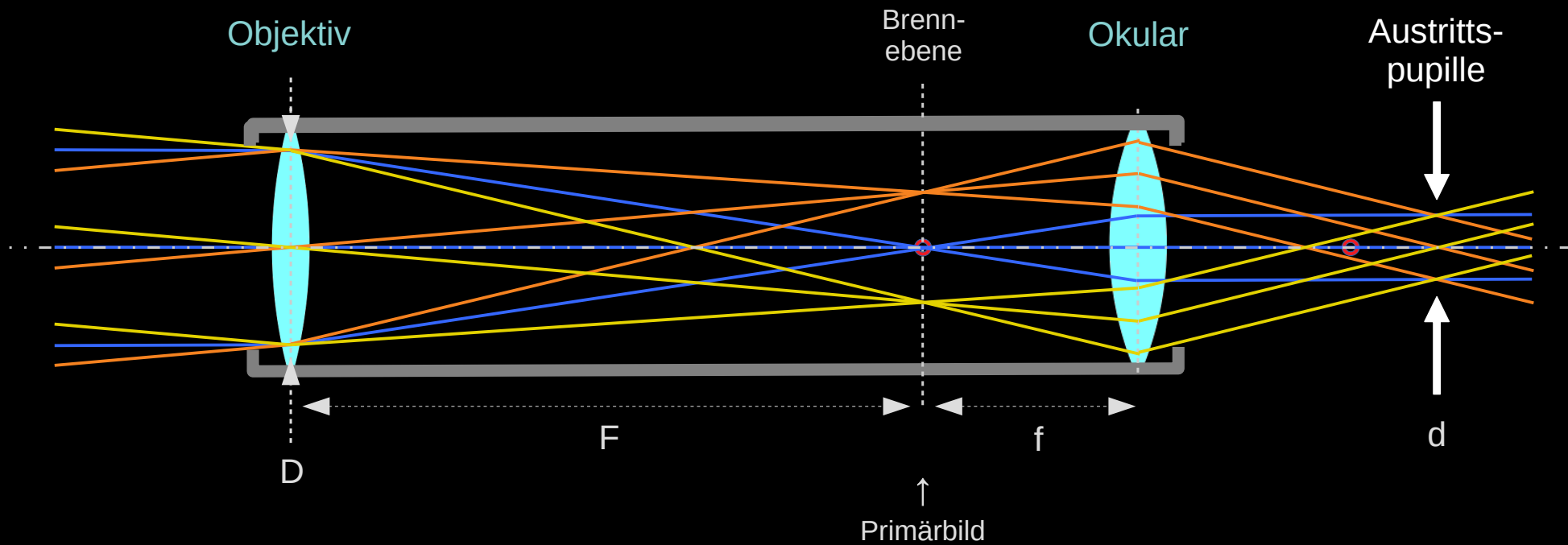


# Optische Himmelsbeobachtung

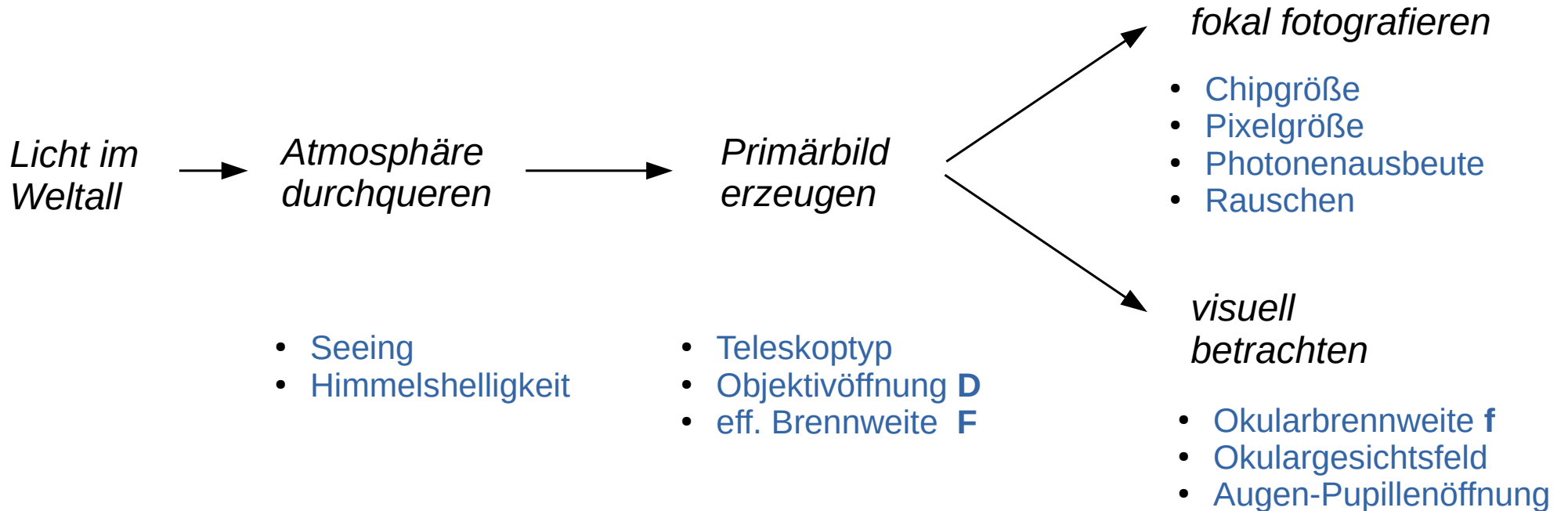
## Qualitätsmerkmale:

- Auflösung
- Lichtstärke 
  - für Sterne
  - für flächenhafte Objekte
- Gesichtsfeld
- Kontrast
- Bildruhe

# Strahlengang im Refraktor



## Faktoren der Bildqualität

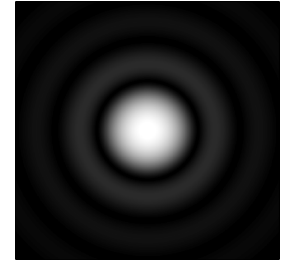


### Abgeleitete Größen:

- Öffnungsverhältnis  $D / F$  bzw. Blendenzahl  $k = F / D$
- Vergrößerung  $v = F / f$
- Austrittspupille  $d = D / v$

## Auflösung (1/2)

Punktförmige Lichtquellen erzeugen im Primärbild Beugungsscheibchen mit Radius  $\theta \approx 1,22 \cdot \lambda / D$  (im Winkelmaß) bzw.  $\theta \cdot F$  (in der Bildebene), wobei  $\lambda$  die Lichtwellenlänge ist, z.B. 550 nm (grün).



Faustformel für  $\theta$  in Bogensekunden:  $\theta ["] \approx 140 \text{ mm} / D$ .

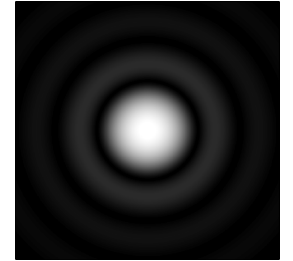
Die Atmosphäre verschmiert den (eigentlich punktförmigen) Stern, so dass  $\theta$  für das reale Sternscheibchen nicht kleiner als 1" (gutes Seeing) oder 2" (normales Seeing) wird.

Ein Teleskop mit großer Öffnung  $D$  fängt mehr Luftunruhe ein als eines mit kleinem  $D$ .

Doppelsterne gleicher Helligkeit kann man evtl. schon trennen, wenn der Abstand der Mittelpunkte gleich dem Radius der Sternscheibchen ist. Diffuse Objekte werden schlechter aufgelöst.

## Auflösung (2/2)

Die Auflösung des Primärbilds kann im Folgeschritt (fotografisch bzw. visuell) nicht verbessert werden.



Bei Fotografie sollte die Pixelgröße des Sensors zur Auflösung des Primärbilds passen.

**Frage: Pixelgröße etwas kleiner als Scheibchengröße, ist das empfehlenswert?**

Bei visueller Betrachtung mit Vergrößerung  $v$  werden auch die Scheibchen mit Faktor  $v$  vergrößert. Wenn die Scheibchen dadurch größer werden als die Sehschärfe des Auges (ca.  $180''$ ), erscheint das Bild unscharf, das nennt man "Leervergrößerung".

Für spezielle Zwecke kann es trotzdem sinnvoll sein, eine höhere Vergrößerung zu wählen, z.B. bei indirektem Sehen, wo man sowieso Bereiche der Netzhaut mit schlechter Auflösung nutzt.

## Lichtstärke für Sterne

Die gesamte Lichtleistung [W], die im Primärbild innerhalb des Sternscheibchens ankommt, ist proportional zu  $D^2$ .

Faustregel: Vergrößerung von D mit Faktor 1,6 bringt einen Gewinn von 1 mag.

## Lichtstärke für flächenhafte Objekte

Die Flächenhelligkeit [ $W / m^2$ ] des Objekts im Primärbild ist proportional zu  $D^2 / F^2 = 1 / k^2$  (k Blendenzahl).

Die Flächenhelligkeit [ $W / m^2$ ] des Objekts im Auge ist proportional zu  $D^2 / v^2 = d^2$  (d Austrittspupille);  
aber nur, wenn d nicht größer ist als die Augenpupille, sonst geht Licht verloren.

Die visuelle Flächenhelligkeit im Teleskop kann deshalb nicht größer werden als mit bloßem Auge.

## Gesichtsfeld

Fotografisch: wächst mit der Chipgröße, schrumpft mit zunehmender Effektivbrennweite  $F$ .  
Visuell: wächst mit Okulargesichtsfeld, schrumpft mit zunehmender Vergrößerung  $v$ .

## Kontrast

Wird beeinflusst von Teleskoptyp (Obstruktion), Qualität der optischen Elemente, Rauschen des Chips, Vergütung des Okulars, Himmelhelligkeit, Seeing.

Grundsätzlich wirken Bilder mit niedriger Vergrößerung (also größerem Gesichtsfeld und größerer Flächenhelligkeit) kontrastreicher.

## Bildruhe

Abhängig vom Seeing, weniger bemerkbar bei niedriger Vergrößerung.