Formeln rund ums Fernrohr

Sichtbare Stern-Grenzgrößenklasse m_{gr} (theor. bei bester Durchsicht)

$$\boxed{m_{gr} = 2{,}5 \text{ mag} \cdot \log(D/EP)^2 + 6 \text{ mag}}$$

D: Objektiv bzw. Spiegeldurchmesser [mm]
EP: Eintrittspupille Auge [mm]
6 mag: Stern-Grenzgröße bloßes Auge bei besten Bedingungen
Beispiel: D = 102 mm; EP = 6 mm; **m_{gr} = 2,5 * 2,4609 + 6 = 12,15 mag**

Trennbarer Abstand von Doppelsternen gleicher Größenklasse

(Bei bestem Seeing, Sterne dürfen im Teleskop nicht flackern)
Faustformel $\boxed{a = 138'' / D}$
D: Objektiv bzw. Spiegeldurchmesser [mm]
Beispiel: D = 102 mm; **a = 138" / 102 = 1,35"**

Primärvergrößerung (Fokale Projektion ohne Okular)

$$\boxed{d = f \cdot \tan p}$$

d: Scheinbare Größe des reellen Bildes [mm]
f: Brennweite Objektiv/Spiegel [mm]
p: Scheinbare Größe des Objekts [°]

Beispiel: f = 1000 mm; *p* (Jupiter) = 45" = 0,0125°
d = 1000 * tan 0,0125 = 0,218 mm (entspr. 4-facher Vergr.)

Auf dem Sensor einer Digitalkamera ohne Objektiv wird Jupiter mit 0,218 mm Ø abgebildet. Zum Vergrößern min. Barlowlinse 4x verwenden.

1

Sekundärvergrößerung (Okular)

$$\boxed{V' = s_0/f'}$$
$$\boxed{d' = d \cdot V'}$$

V´: Vergrößerung Okular
s_0: Deutliche Sehweite 250 mm
f´: Brennweite Okular [mm]
d´: Scheinbare Größe des virtuellen Bildes [mm]
d : Scheinbare Größe des reellen Bildes [mm]

Beispiel Jupiter: f´= 10 mm; **V´=250/10 = 25; d´= 0,218 * 25 = 5,45 mm**

Das vom Objektiv im Fokus erzeugte Bild wird vom Okular wie durch eine Lupe betrachtet. Jupiter hat im Okular 5,45 mm Durchmesser.

Gesamtvergrößerung

$\boxed{V = f/f'}$
$\boxed{V = p'/p}$ (Winkelvergrößerung)

V: Gesamtvergrößerung
f: Brennweite Objektiv bzw. Spiegel [mm]
f´: Brennweite Okular [mm]
p´: Winkel des virtuellen Bildes in deutlicher Sehweite [°]
p : Scheinbare Größe des Objekts [°]

Beispiel: f = 1000 mm; f = 10 mm; **V = 1000/10 = 100-fach**

Oder über Winkelvergrößerung für Jupiter
5,45 mm ergibt für 250 mm einen Winkel *p*´= 1,25°, *p*(Jupiter)=0,0125°
V = 1,25°/0,0125°= 100-fach

Sinnvolle maximale Vergrößerung

Bei bester Optik und bestem Seeing (Planeten dürfen nicht zittern, Sterne dürfen nicht flackern)

Faustformel $\boxed{V_{max} \sim 2 * D}$

D: Objektiv bzw. Spiegeldurchmesser [mm]

Beispiel: D = 152 mm (6 Zoll); **V_{max} ~ 2*152 ~ 300-fach**

Minimale Vergrößerung

$\boxed{V_{min} = D/EP}$

D: Objektiv bzw. Spiegeldurchmesser [mm]
EP: Eintrittspupille junges Auge Ø 7 mm (= Austrittspupille Okular)

Beispiel: D = 178 mm; **V_{min} = 178/7 = 25,4-**fach

Die minimale Vergrößerung ist bei langsamen Teleskopen ab f/10 oft nicht erreichbar, weil es die entsprechenden Okulare mit großer Brennweite nicht gibt. Abhilfe mit Focal Reducer.

Minimale Vergrößerung begrenzt durch Austrittspupille Okular
$\boxed{AP = D/V}$
AP: Austrittspupille Okular [mm]
Bedingung: AP ≤ EP. Ist AP > EP hat das Lichtverlust zur Folge.

Beispiel: D = 300 mm; f = 1500 mm; f´= 50 mm, **V = 1500/50 = 30-fach**

AP = 300/30 = 10 mm > 7mm ergibt ~ 50% Lichtverlust!

Die minimale Vergrößerung wäre hier **V_{min} = 300/7 = 43-fach** mit Okular 35 mm.

Zur Beachtung: Die Eintrittspupille des Auges bei Dunkeladaption wird mit zunehmendem Alter kleiner, bis Ø 3 mm. Das kann dazu führen, dass z.B. der Nordamerika-Nebel (UHC-Filter) im hohen Alter nicht mehr sichtbar ist (im obigen Beispiel ~ 90% Lichtverlust).

Gesichtsfeld am Himmel

$\boxed{G_T = G_O/V}$ oder

$\boxed{G_T = 2*(\text{arc tan } (d_F/(2*f)))}$

G_T: Gesichtsfeld Teleskop [°]
G_O: Gesichtsfeld Okular [°]
V: Gesamtvergrößerung
d_F: Ø Feldblende Okular [mm]
f: Brennweite Objektiv bzw. Spiegel [mm]

Beispiele für 2" Okular 50 mm und 7" Maksutov-Cassegrin Teleskop

Beispiel 1: G_O = 54°; V = 54; **G_T = 54°/54 = 1°**

Oder mit Feldblende
Beispiel 2: d_F = 46; f=2700 mm
G_T = 2*(arc tan (46/(2*2700))) = 0,98°

Leider ist G_O bei den meisten Okularen nicht aufgedruckt aber eventuell bei den Technischen Daten angegeben (ggf. Feldblende messen)

Strehl Ratio S_R berechnen aus RMS

$\boxed{S_R = 1-(2*\Pi*RMS)^2}$

Beispiel: RMS = λ/14,5 = 0,069; **$S_R = 1-(2*\Pi*0{,}069)^2 = 0{,}81$**