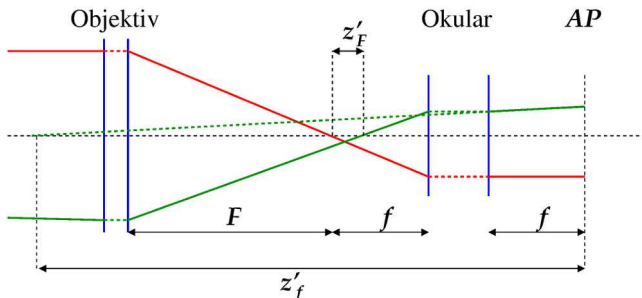


Bildes ermittelt man durch eine rückwärtige Verlängerung der aus dem Okular austretenden Strahlen (grün, gestrichelt), als denjenigen Abstand, an dem diese Verlängerung die optische Achse schneidet (im Abstand z'_f von der Austrittspupille).



2.4.

Ein Objekt in großer Entfernung erzeugt einen afokalen Strahlenverlauf, wenn das Fernrohr auf Unendlich fokussiert ist (roter Strahl) – das virtuelle Bild liegt im Unendlichen. Ein Objekt im Nahbereich wird im Abstand z'_f vor der Austrittspupille (AP) abgebildet (grüner Strahl).

Wir berechnen jetzt z'_f unter Verwendung der Newtonschen Abbildungsgleichung 1.24. Dies geschieht in zwei Stufen: Zunächst wird das Objekt (Entfernung z_F) vom Objektiv der Brennweite F in das Zwischenbild abgebildet, das einen Abstand z'_F von der Fokalebene des Objektivs aufweist,

$$z'_F z_F = -F^2, \quad (2.14)$$

woraus wir

$$z'_F = -\frac{F^2}{z_F} \quad (2.15)$$

erhalten. Dieses Zwischenbild dient nun als Objekt für den zweiten Abbildungsvorgang, in diesem Falle durch das Okular. Der Versatz des Zwischenbildes zur Fokalebene des Objektivs, z'_F , ist identisch mit dessen Versatz vom Fokus des Okulars, z_f , denn das

Fernrohr bleibt ja unverändert in seiner Unendlichkeit. Also gilt $z_f = z'_F$, und für die zweite Abbildung

$$z'_f z_f = -f^2, \quad (2.16)$$

womit wir

$$z'_f = -\frac{f^2}{z_f} = \frac{f^2 z'_F}{F^2}, \quad (2.17)$$

oder, unter Verwendung der Vergrößerung $m = F/f$,

$$z'_f = \frac{z'_F}{m^2} \quad (2.18)$$

erhalten. Das virtuelle Bild eines Gegenstands der Entfernung z'_F befindet sich daher in der Entfernung z'_F/m^2 .

Nehmen wir als Beispiel ein Fernrohr der Vergrößerung $m = 10$, das auf Unendlich fokussiert ist, und durch das ein Gegenstand der Entfernung 30 m betrachtet wird, dann befindet sich das virtuelle Bild im Abstand $30 \text{ m}/100 = 30 \text{ cm}$. Man beachte den enormen Einfluss der Vergrößerung, die quadratisch in die Gleichung eingeht. Diese Verringerung des Akkommodationsabstands um das Quadrat der Vergrößerung wird auch als *Tiefenmaßstab* bezeichnet und ist nicht zu verwechseln mit dem Einfluss der Vergrößerung auf die radiale Ausdehnung des Objekts: Die Vergrößerung ist der Faktor, mit dem die (paraxiale) lineare Ausdehnung des Objekts multipliziert wird, und sie beträgt m . Da jedoch der Tiefenmaßstab mit dem Quadrat m^2 skaliert, und ebenso die *Tiefenausdehnung* eines jeden Objekts (von der Vorderseite bis zu seiner Rückseite), erscheint das Motiv in seiner Tiefe um den Faktor m verkürzt. Diese Stauchung ist eine unvermeidbare Folge der Perspektive, die durch die Vergrößerung des Fernrohres ja nicht verändert werden kann, da die Position des Beobachters unveränderlich ist.

Offensichtlich hat die Gleichung 2.18 etwas mit der Schärfentiefe des Teleskops zu tun, also mit dem