

$$V = \frac{f_{\text{Objektiv}}}{f_{\text{Okular}}} = \frac{D_{\text{ein}}}{D_{\text{aus}}} \text{ Vergrößerung}$$

$$(n_0 - 1)_{\lambda} = 64,328 \cdot 10^{-6} + \frac{0,03}{146 - \lambda[\mu\text{m}]^2} + \frac{0,00003}{41 - \lambda[\mu\text{m}]^4}$$

$$(n - 1) = (n_0 - 1) \frac{p[\text{torn}]/750}{1 + T/273}; \sin(z^{\text{Stern}}) = n_g \cdot \sin(z)$$

$$X = \frac{1}{\cos(z_{\text{schein}})} \text{ Luftmasse}$$

$$m_0 = M/2 - 2,5 \log(k) - 2,5 \log(\mu) + 1,25 \log(D^2 * q * t) - 1,25 \log(1 + R)$$

$m_{\text{ges}} = M - 2,5 \log(k) - 2,5 \log(\mu) + 2,5 \log(f) - 2,5(1 + R) + 1,25 \log(E)$
M: scheinbare Helligkeit pro sterad; **k:** S/N Verhältnis von Grenzsinal; **μ** Pixelgröße in arcsec; **q:** Quanteneffizienz; **R:** (instrumenteller-/Himmels-)Hintergrund; **E** maximal effektiv registrierbare Photonen pro cm²; **D** und **f** in [m]; Seidelsche Bildfehlertheorie

$$\sin(\varphi) \approx \varphi - \frac{1}{6} \varphi^3 \text{ Näherung dritter Ordnung}$$

$$\Delta y' = \frac{1}{2} (-y(y^2 + z^2) \sum_i + (3y^2 + z^2) \tan(w) \sum_{ii} - y \tan^2(w) \sum_{iii} + \tan^3(w) \sum_{iv})$$

$$\Delta z' = -\frac{1}{2} z(y^2 + z^2) \sum_i + yz \tan(w) \sum_{ii} - \frac{1}{2} \tan^2(w) \sum_{iv}$$

$$s = \frac{f}{16 * N^2} \sum_i \text{ sphärische Querabweichung}$$

$$\Delta x_s = \frac{f}{8 * N^2} \sum_i \text{ sphärische Längsabw.}$$

$$K = \frac{3 * f}{8 * N^2} \tan(w) \sum_{ii} \text{ Koma (Querabw.)}$$

$$\Delta x_k = \frac{3 * f}{4 * N} \tan(w) \sum_{ii} \text{ Koma (Längsabw.)}$$

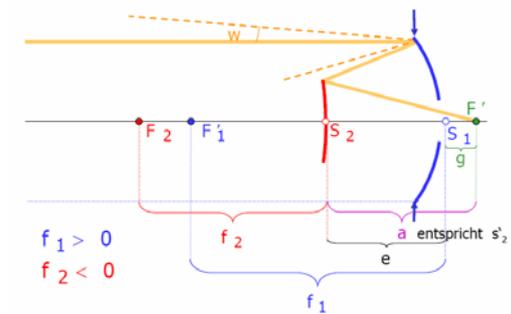
$$\sum_{iii} = \frac{1}{2} (\sum_{iii} - \sum_{iv}), \sum_{iva} = \frac{1}{2} (\sum_{iii} + \sum_{iv})$$

$$\Delta x_A = \frac{1}{2} * f \sum_{iii} \tan^2(w) \text{ halbe astigm. Diff.}$$

$$A = \frac{f}{4 * N} \tan^2(w) \sum_{iii} \text{ Querabweichung}$$

$$R = -\frac{f}{\sum_{iva}} \text{ mittlerer Bildfeldradius}$$

$$\text{Cassegrain System } \frac{D_{AP}}{D_{EP}} = \frac{a}{f_{\text{ges}} - e}$$



$$f_{\text{ges}} = \frac{f_1 * f_2}{f_1 + f_2 - e} = m * f_1 = a + m * e \quad g = \frac{(f_1 - e) f_2}{f_1 + f_2 - e}$$

$$m = \frac{f_{\text{ges}}}{f_1} = \frac{a}{f_1 - e} \quad a = \frac{(f_1 - e) f_2}{f_1 + f_2 - e}$$

$$p = (f_1 - e) \left(1 - \frac{g}{f_{\text{ges}} - e}\right)$$

$$\partial a = m^2 (\partial f_1 + \frac{(m-1)^2}{m^2} \partial f_2 - \partial e) \text{ Fokussieren}$$

$$\Delta g = -(m^2 + 1) * \Delta e; \Delta f = \frac{f_{\text{ges}}}{f_1 + f_2 - e} * \Delta e;$$

$$\Delta m = -\frac{m^2 * (m-1)}{a} * \Delta e$$

$$|\Delta e| \leq \frac{128 * N^4}{m^2 * (m^2 - 1)} * \lambda \text{ Strehl Fokustoleranz}$$

$$\Delta \sum_i = -\frac{m^2(m^2 - 1)}{f_{\text{ges}}} \Delta e \text{ zusätzliche Abber.}$$

$$\Delta y' = -\delta * (m - 1) \text{ Bildverschiebung}$$

$$K_{\delta} = \frac{3}{32} \left(\frac{m-1}{N}\right)^2 (2 + (1 - \beta_2) * (m - 1)) \delta$$

$$D_2 \approx a \left(\frac{1}{N} + 2 * \tan(w)\right) \text{ Min. D Sekundär}$$

$$N = \frac{f_{\text{ges}}}{D} \square \frac{1}{2 * NA} \text{ Öffnungszahl}$$

$$NA = n_0 \sin(\alpha) = \sqrt{a_1^2 - b_1^2} \text{ numerische Aperatur}$$

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \frac{(1 + \rho)^2}{(1 - \rho)^2} \quad \rho = d/2R \text{ mit Verluste}$$

$$P(x) = P(0) * 10^{-\frac{\alpha * x}{10}} \text{ Leistung}$$

$$\alpha * x = \text{Verlust [dB]} \text{ durch Dämpfung}$$

$$E_x = A_x \cos(\omega t) \quad E_y = A_y \cos(\omega t + \phi) \text{ Licht}$$

$$I = I_0 \cos^2(\alpha_p) \text{ 2 Polarisatoren hintereinander}$$

$$E(\lambda) = \frac{P_{\text{gem}}}{P_{\text{wahr}}} \text{ Polarisationsausbeute}$$

$$(I \quad Q \quad U \quad V) \text{ Stokes-Vektor}$$

$$I^2 \geq Q^2 + U^2 + V^2 \text{ (gleich bei totaler Polarisation)}$$

I: Intensität; **Q** horizontal / vertikal [+1,-1]; **U:** +45° / -45° [+1,-1]; **V:** rechts / links zirkular [+1,-1]

$$I = V_1; \quad Q = V_2 - V_1; \quad U = V_3 - V_1; \quad V = V_4 - V_1;$$

$$\frac{Q}{I} = p * \cos(2\theta); \quad \frac{U}{I} = p * \sin(2\theta);$$

$$p = \frac{\sqrt{Q^2 + U^2}}{I}; \quad \theta = 0,5 * \arctan(U/Q) + n\pi/2;$$

$$I_p = (1 \quad \cos(2\theta) \quad \sin(2\theta) \quad 0)$$

$$\frac{p(\lambda)}{p_{\text{max}}} = e^{-1,15 * \ln^2(\lambda_{\text{max}}/\lambda)} \text{ Interstellare Polarisation}$$

wobei $p(\text{max}) < 9 E(B-V)$ und λ_{max} = Teilchengröße

$$\sigma(p) = \sigma(Q) = \sigma(U) = \sqrt{2/C}$$

$$C = \text{gemessene Photonen}; \quad \sigma(\theta)[\text{rad}] = 0,5 \frac{\sigma(p)}{p}$$

Transformationsgleichungen: b,u,v gemessen => U,B,V

$$(B - V) = \mu(b - v)_0 + C_{BV};$$

$$V = v_0 + \varepsilon(B - V) + C_V;$$

$$(U - B) = \psi(u - b)_0 + C_{UB};$$

$$\text{Totzeit: } \frac{N_{\text{ges}}}{N} = 1 - N * \tau * e^{-N * \tau}; \quad v_{\text{ges}} = \frac{N_{\text{ges}1}}{(A * N_{\text{ges}2})};$$

$$A = \frac{N_{\text{wenig}}}{N_{2 \text{ wenig}}}; \quad N_2 * \tau = \frac{1}{A + 1} \sqrt{1 - \frac{A + 1}{A - 1} \left(\frac{1}{v_{\text{ges}}}\right)}$$

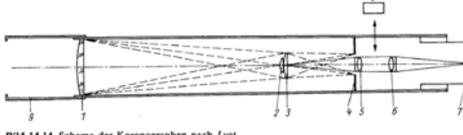
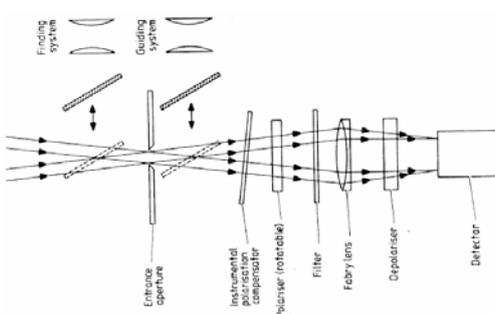
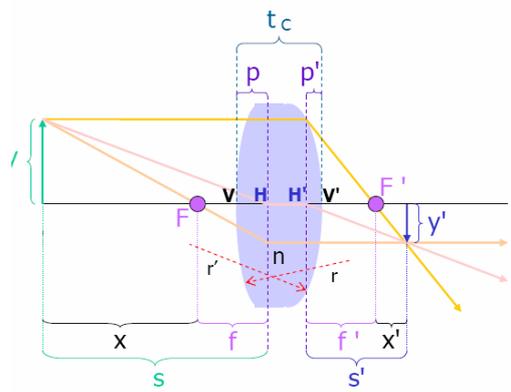


Bild 14.14 Schema des Koronographen nach Lutz
 1 Objektiv; 2 Kugelblende, verspiegelt; 3 Feldlinse; 4 Blende; 5, 6 Objektiv zur Abbildung von 2 auf 7; 7 Bildebene (Fotoplatte); 8 Interferenzfilter, zwischen 5 und 6 einschaltbar; 9 Schutzkappe

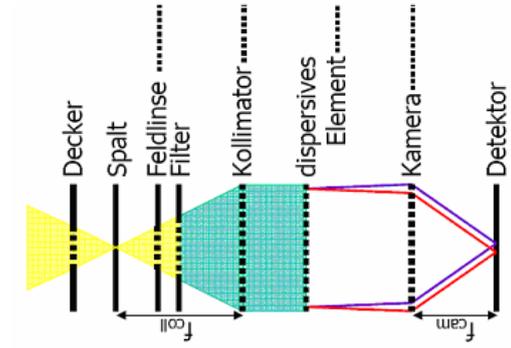


$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} + \frac{(n-1)t_c}{n * r * r'} \right) \text{ dicke Linsen}$$



$$V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}; \quad p = -\frac{f * (n-1) * t_c}{n * r}$$

$$\frac{1}{v_1 f_1} + \frac{1}{v_2 f_2} = 0 \text{ Achromat}$$



$$V = r * \frac{f_{\text{cam}}}{f_{\text{coll}}} \text{ Spektrograph (r=anamorphot. Verg.)}$$

$$\Theta = \frac{\alpha + \beta}{2} \text{ Blaze-Bedingung}$$

$$\lambda_B = \frac{2 * a}{m} \sin(\Theta) * \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \text{ Blaze-Wellenlänge}$$

$$m * \lambda = a(\sin(\alpha) + \sin(\beta)) \text{ Gittergleichung}$$

$$\lambda_L = 2a \sin(\beta) \text{ Littrow-Wellenlänge}$$

$$\Delta \lambda = F_{\lambda} = \frac{\lambda}{m} \text{ Freie spektrale Wellenlänge}$$

$$\left(\frac{d\beta}{d\lambda}\right)_{\alpha} = \frac{m}{\alpha * \cos(\beta)} = \frac{\sin(\alpha) + \sin(\beta)}{\lambda * \cos(\beta)}$$

$$\left(\frac{d\beta}{d\lambda}\right)_{\lambda} = \frac{2 * \tan(\beta)}{\lambda_L} \text{ Winkeldispersion}$$

$$D_{\text{lin}} = \frac{d\lambda}{db} = \left(f * \frac{d\beta}{d\lambda}\right)^{-1} \text{ reziproke lineare Dispersion}$$

$$R = \frac{\lambda}{\delta \lambda} = m * p \text{ Auflösungsvermögen}$$

p...Anzahl der Gitterlinien

$$\Delta \lambda = F_{\lambda} = \frac{\lambda}{m} \text{ freier Wellenlängenbereich}$$

$$r = \frac{d\beta}{d\alpha} = \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\beta)} \text{ anamorphot. Vergrößerung}$$

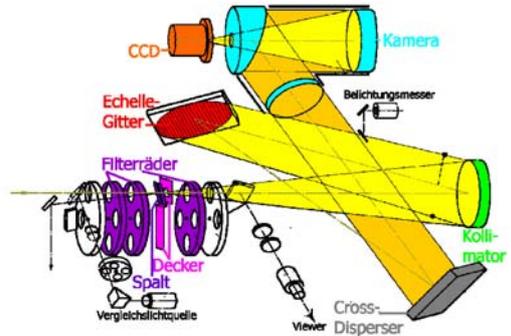
$$\lambda_{\text{an,L}} = \frac{2a}{2m(>0) - 1} \text{ oder } \frac{-2a}{2m(<0) - 1} \text{ Woodsche}$$

Anomalien bei Littrow Anordnung (m₀=1)

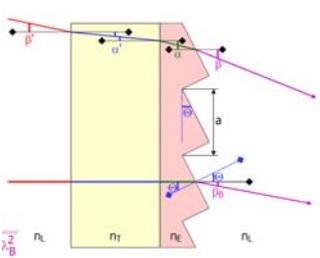
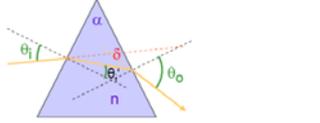
$$\lambda_{\text{an}} = \lambda_{\text{an,L}} \frac{\sin(\alpha) + 1}{\sin(\alpha_L) + 1} \quad \forall m > 0; \text{ Woodsche Anomalie}$$

$$\lambda_{\text{an}} = \lambda_{\text{an,L}} \frac{\sin(\alpha) - 1}{\sin(\alpha_L) - 1} \quad \forall m > 0 \text{ allgemein}$$

$$\left(\frac{d\beta}{d\lambda}\right)_\alpha = \frac{m \cdot \lambda}{\lambda_L} \frac{1}{a \cdot \cos(\Theta)} \text{ Echelle-Gitter}$$



Echelle-Spektrograph



Prisma Transmissionsgitter
 $\delta = \theta_i + \theta_o - \alpha$; $\alpha = \theta_i' + \theta_o'$;
 $\delta = \theta_i + \arcsin(\sin(\alpha) \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2(\theta_i)} - \cos(\alpha) \cdot \sin(\theta_i)) - \alpha$

$$n_\lambda = \frac{\sin(\delta_{\min} + \alpha/2)}{\sin(\alpha/2)} = \frac{\sin(\Theta)}{\sin(\Theta')} \text{ min. Deviation}$$

$$\Delta\delta_{\lambda_1, \lambda_2} = \frac{\Delta n_{\lambda_1, \lambda_2} \cdot 2 \cdot \sin(\alpha/2)}{\bar{n} \cdot \sqrt{1/\bar{n}^2 - \sin^2(\alpha/2)}} \text{ Dispersion}$$

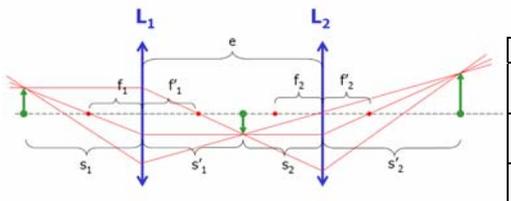
optimale Anordnung $\alpha=0=\alpha'=\beta'$ bei Transmissionsgitter
 $\frac{\sin(\Theta - \beta_B)}{\sin(\Theta)} = \frac{n_E}{n_L} \approx n_E$; $\tan(\Theta) = \frac{\sin(\beta_B)}{n_E - \cos(\beta_B)}$

$$m \cdot \lambda = a(n_E \sin(\alpha) - n_L \sin(\beta)); \sin(\beta_B) = \frac{m \cdot \lambda_B}{a}$$

$$\tan(\Theta) = \frac{m \cdot \lambda_B}{a \cdot n_E - \sqrt{a^2 - m^2 \lambda_B^2}}$$

$$C = \frac{3s}{8N^2} \frac{m\lambda}{a} \text{ merid. Koma; } s = \text{Abstand } m=0 \text{ bis } m=1$$

$$A = \frac{d \cdot \lambda^2}{(n^2 - 1) \cdot a^2 \cdot f} \text{ Astigmatismus}$$



$$s'_2 = \frac{f_2 \cdot e - f_2 \cdot s_1 \cdot f_1 / (s_1 - f_1)}{e - f_2 - s_1 \cdot f_1 / (s_1 - f_1)} \text{ Bildabstand}$$

$$\frac{1}{f_{\text{ges}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 \cdot f_2} \text{ Brennweite Teleskop}$$

Objekt im Unendlichen:

$$s'_2 = \frac{f_2 \cdot (f_1 - e)}{f_1 + f_2 - e}; f_{\text{ges}} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - e}$$

$$e = \frac{f_1 + f_2}{2} \text{ achromatische Okulare}$$

$$O = \frac{I_{t1} - D_{t1}}{F_{t2} - D_{t2}} \text{ Korrektur bei passender Belichtung}$$

$$D_n = (D_{t1} - B) / t_1 \quad O = \frac{I_{t1} - B - D_n \cdot t_1}{F_{t2} - B - D_n \cdot t_2} \text{ allg.}$$

$$m_{\text{inst}} = A - 2,5 \cdot \log\left(\frac{-n \cdot C_{\text{sky}} + \sum_{i=1}^n C_i}{t}\right)$$

t=Integrationszeit; n=Anzahl der Pixel in der Aperatur; C_{Sky}=mittl. Count in einem BG Pixel; C_i=Counts des i-ten Pixels in der Aperatur; A=const(Silly value)(oben u. unten)

$$U = U_{\text{inst}} - A + Z_u + C_u (U - B) + \kappa_u X$$

$$B = B_{\text{inst}} - A + Z_b + C_b (B - V) + \kappa_b X$$

$$V = V_{\text{inst}} - A + Z_v + C_v (B - V) + \kappa_v X$$

U,B,V=kalibrierte Magnituden; U_{inst}...=natürliche Magnituden; X=Luftmasse; κ=Extinktionskoeff.; Z=photometr. Nullpunkt; C=Farbkorrekturterm;

$$m_1 = (v - b) - (b - y) \text{ Metallizität}$$

$$c_1 = (u - v) - (v - b) \text{ Balmer'sprung}$$

$$\delta c_1 = c_1(\text{beobachtet}) - c_1(\text{ZAMS})$$

$$\delta m_1 = m_1(\text{Hyaden}) - m_1(\text{beobachtet})$$

$$E(c_1) = 0,2 \cdot E(b - y); A_v = 4,3 \cdot E(b - y);$$

$$E(m_1) = -0,32 \cdot E(b - y) \text{ Verfärbung}$$

$$(b - y)_0 = 0,222 + 1,11 \cdot \Delta\beta + 2,7 \cdot \Delta\beta^2 - 0,05 \cdot \delta c_1 - (0,1 + 3,6 \cdot \Delta\beta) \cdot \delta m_1$$

$$\Delta\beta = 2,72 - \beta \text{ für F-Sterne; } f = 9 + 20 \cdot \Delta\beta$$

$$M_v = M_v(\beta, \text{ZAMS}) - f \cdot \delta c_1;$$

$$m - M = -5 + 5 \cdot \log(r) \text{ Entfernungsmodul}$$

$$\Delta a = a - a_0; a = g_2 - (g_1 + y) / 2 \text{ } \Delta a\text{-System}$$

$$x(t) = x_{BG}(t) + x_S(t); \sigma_x^2 = \sigma_{x_{BG}}^2 + \sigma_{x_S}^2;$$

$$\frac{S}{N} = \frac{\langle x(t) \rangle - \langle x_{BG}(t) \rangle}{\sqrt{\sigma_{x_{BG}}^2 + \sigma_{x_S}^2}};$$

$$\frac{S}{N} = \frac{X_{S,n}}{\sqrt{X_{S,n} \cdot T + X_B \cdot n \cdot T + X_D \cdot n \cdot T + R^2 \cdot n}}$$

X_{S,n}=Signal v. Stern auf n Pixel pro sec.; X_B=Signal von HG pro Pixel pro sec.; R=Ausleserauschen pro Pixel in rms e; X_D=Dunkelstrom pro Pixel und sec.; n=Anzahl der Pixel in der Aperatur; T=Integrationszeit;

UBV-Reduktion: korrigiere Zählraten mit Totzeit; ziehe Hintergrund ab; hebebe „red leak“ bei U-Filter; wandle Intensitäten in Magnituden um; bestimme Extinktionskoeffizienten und korrigiere die Standardsterne; bestimme Transformationen für Filter anhand von Standardsternen; korrigiere die Standardsterne damit; Berechne Residuen der Standardsterne; korrigiere eventuellen Drift; korrigiere alle Standardsterne; korrigiere alle anderen Sterne(Extinktion + Transformation)

Einfache Korrektur: Dark, Bias, Flat, Cosmics,

Differentielle Photometrie	Absolute Photometrie
Maximale Genauigkeit für Helligkeitsänderungen	Genaue Flusswerte für einzelne Sterne
Messung eines nahen, ähnlichen Vergleichstern	Extinktions- Farbtrafoparameter selbst genau messen
+: effizient, schnell, portabel	Astrophy. Modellierbarkeit, globale Vergleichbarkeit
-: schwer modellierbar, fehleranfällig bei Breitband und schlechten Vergleichst.	Großer Aufwand, gute standardisierte Instrumente, geringe diff. Genauigkeit;

Detaillierte Korrektur: Master Bias; Master Dark, Master Skyflat; Superflat(Gainflat); Weight Map; Coaddition; Coadded Weight; Color Composite;

Photometrie: instrumentelle Effekte entfernen; instrumentelle Magnituden relativ zu HG messen; Aperturphotometrie oder PSF-Photometrie durchführen; Atmosphärische Extinktion, Verfärbung bestimmen;

uvby β-System: u=350±34nm; v=410±20nm; b=470±16nm; y=550±24nm; β=486±3 / 15 nm;

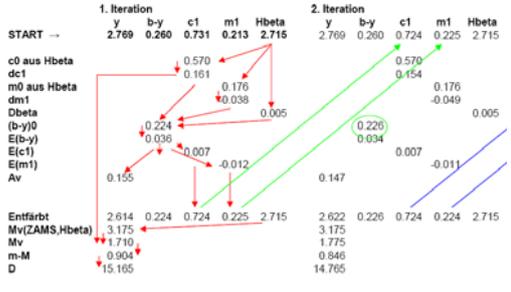
Johnson UBVR-I-System: U=359±68nm; B=437±98nm; V=545±89nm; R=700±220nm; I=900±240;

Δa-System: g₁=502±13nm; g₂=524±14nm; y=550±24nm;

Wing-System: TiO=778±11nm; CN=811±9nm; +Farbind.

Combo17: 5 Breitband(UBVRI) + 12 Schmalband;

F-Stern Kalibration: Werte von c₁ und m₁ interpolieren aus der Tabelle und β; (b-y)₀ berechnen; entfärben von (b-y), m₁ und c₁ (iterativ); dann M_v berechnen; Rest ausrechnen;



Beobachtungsantrag: Begründen und Nennen der Auswahl der Objekte + wissenschaftliche Fragestellungen → Begutachtung von Gremium → Entscheidung über Vergabe von Beobachtungszeit;

Antrag(Boden): Titel + Zusammenfassung; Namen der Beteiligten; Umfang(Zeit); Bevorzugter Zeitraum, Mondphase, Instrumente; wissenschaftliche Begründung; Literatur; eventuell Ersatzprogramm; Objektliste, Reduktionsweise; Status des Projekts, eigene Erfahrung(Ausbildung,...);

Weltraummissionen: Call for Letters of Intent(Absichtserklärung(wenige Monate vor CP)); Call for Proposals(administrative und technische Inforamtionen zum nächsten Beobachtungszyklus(1 Jahr vor Beginn)); Phase I Proposal (Antrag)(Zusammenfassung von Beobachtungsprogramm, wissenschaftliche Rechtfertigung, Objektliste, Instrumente + Setup, Zeitdauer); Phase II Proposal (Details)(Kontaktperson, Programmierung);

Objektliste: Name; RA + DEC + Equinoctium; Durchmesser + Form; Anzahl der Felder, Offsetpositionen, Vergleichsobjekte;

Auswahl des Teleskops: Instrument(Wellenlänge, Auflösung, Sensitivität); Standort(Seeing, Transmission); Zugang(Mitgliedschaft,...); Kollaborationen;

Publikation: Warum: Weitergabe neuer Erkenntnisse, Karriere, Projektabschluss(Finanzier), Kontakte; Wo: Fachzeitschriften, Tagungen, Populäre Zeitschriften; Was: Letter(kurz, allgemeine Wichtigkeit), Paper(umfassend); Wie: Template holen, Richtlinien lesen, Paper schreiben(Danksagungen an Finanzier, Sternwarte,...), an Editor schicken, Referee-Report beantworten, Preprints verschicken bei Erfolg;