

Astrofotografie

Sterne im Fokus

Fokussierung durch Messung und Berechnungsmethoden

Gahberg, April 2016



Hartmut V. Bornemann, VdS-Fachgruppe Astrofotografie



...warum messen?

Mit elektronischen Meßverfahren legen wir den Grundstein für eine Automatisierung.

Das gilt gleichermaßen für alle veränderbaren physikalischen Größen im Observatorium:

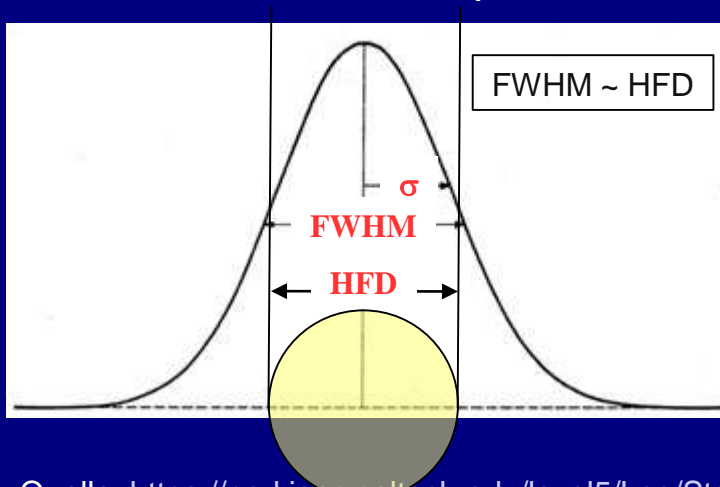
Klima, Helligkeit, Position und Zeiten,
um einige zu nennen.

Hier geht es um die Messung und Korrektur
der Fokusslage

- zu Beginn der Sitzung
- im Verlauf der Nacht

...welchen Effekt können wir nutzen?

- Die Verteilung des Lichtes auf dem Sensor ist auch ein Maß für die Qualität der Abbildung
- Gemessen wird durch Kurzzeitbelichtung eines Sterns und Auszählung der Intensitäten
- Berechnung der Halbwertbreite **FWHM** oder des **HFD** (Half Flux Diameter)



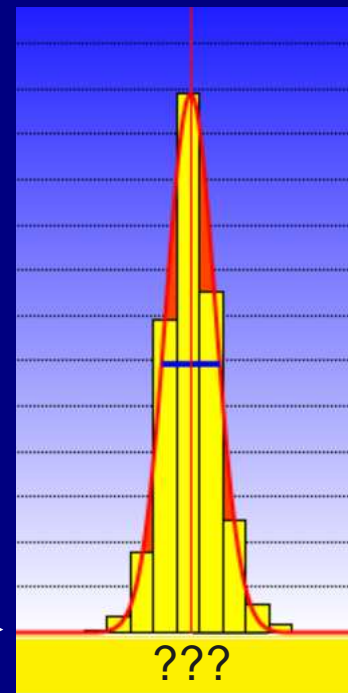
Quelle: https://ned.ipac.caltech.edu/level5/Leo/Stats2_3.html

...was macht die Sache nicht einfacher?

Das Licht eines Sterns
beinhaltet den
Himmelshintergrund.

Vor der Erstellung des
Profils muß dieser
Hintergrund subtrahiert
werden...

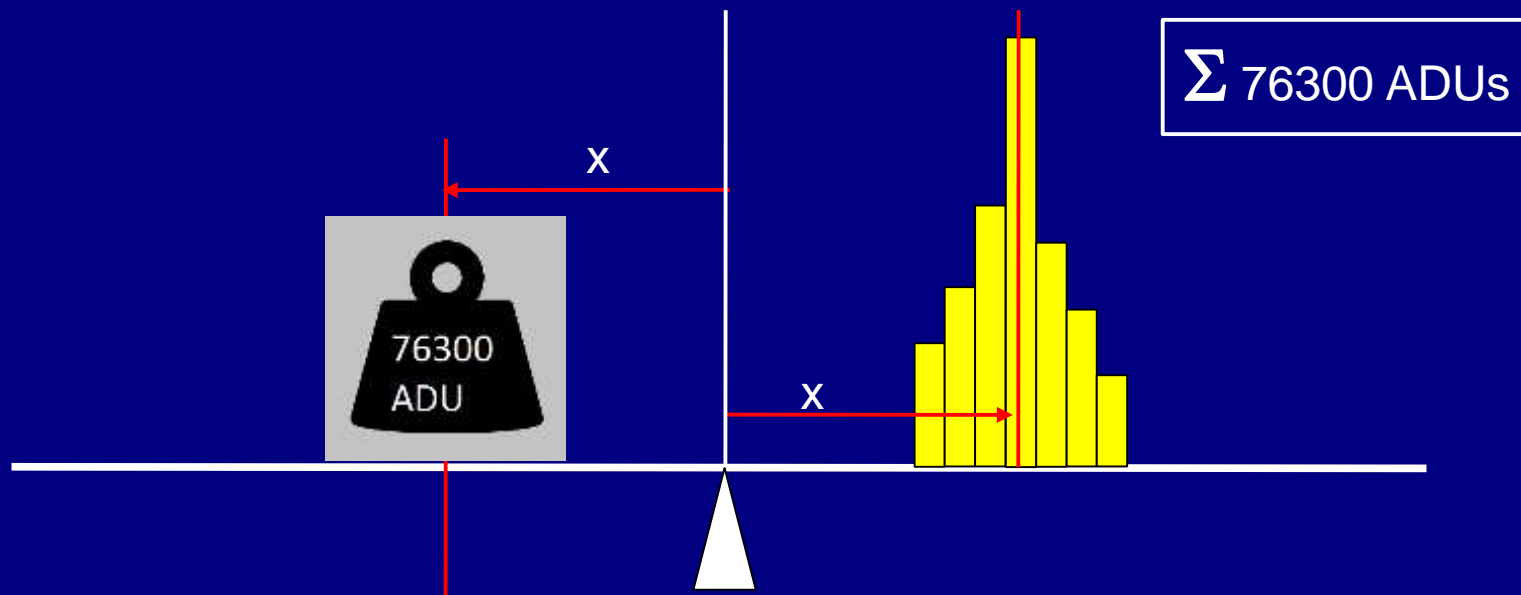
...aber wieviel ?



...zur Zählung ->

...womit beginnt die Zählung?

Zur Vorbereitung wird ein Pixel-Bereich extrahiert und der „Schwerpunkt“ (Centroid) des Sterns im Profil der X- u. Y-Achse gesucht.



...wie wird gezählt?

Wie beim Fußball: „das Runde muß ins Eckige“

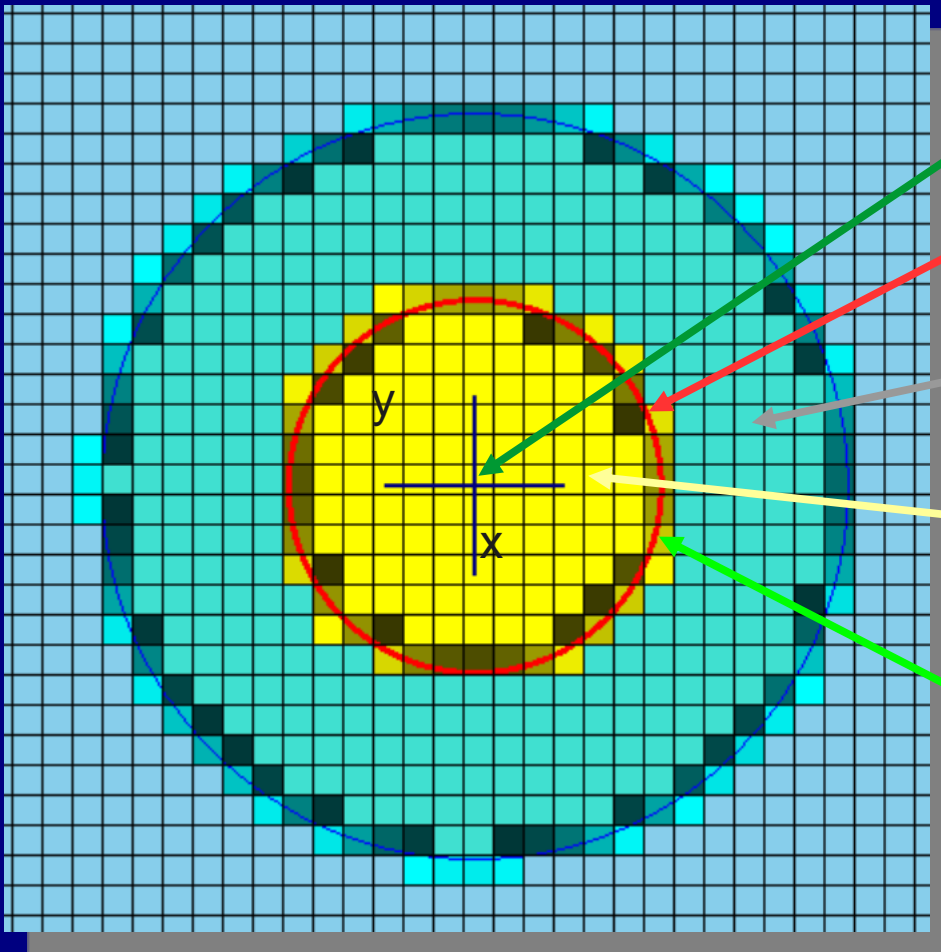
Ablauf:

- Himmelshintergrund schätzen
- FWHM ab Centroid berechnen
- innere Apertur, $r \sim 2.5 \times \sigma$
- äußere Apertur = 2 x innere Ap.

Himmelshintergrund \sim Mittelwert
in äußerer Apertur

die ADUs aller Pixel, die vollständig
im Kreis liegen, werden einfach
addiert

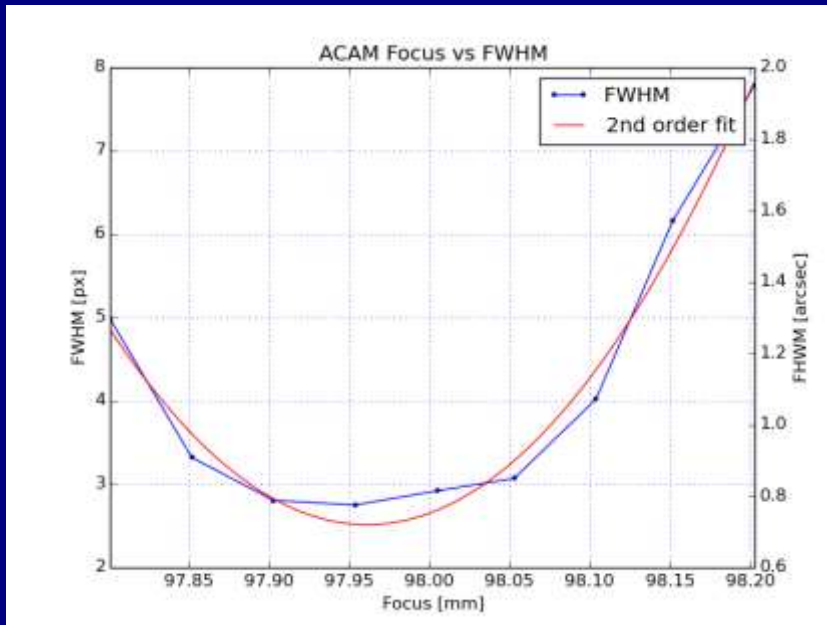
der Randbereich wird „gewichtet“,
hierzu muß man die Schnittmenge
Kreis/Pixel als Faktor mit dem
ADU-Wert multiplizieren



Analyse: Minimum suchen, maximale Qualität finden

Verwendung der Halbwertbreite:

- FWHM in x und y nicht immer identisch
- setzt eine gute Voreinstellung des Fokus voraus



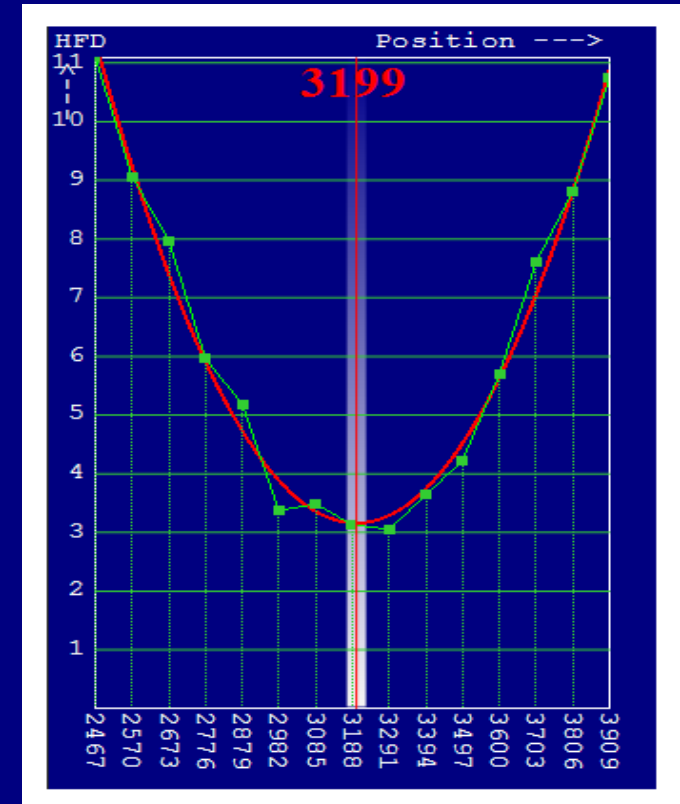
<?>

Messung am 4.2-m William Herschel Telescope

Quelle: <http://www.ing.iac.es/astronomy/instruments/acam/observing.html>

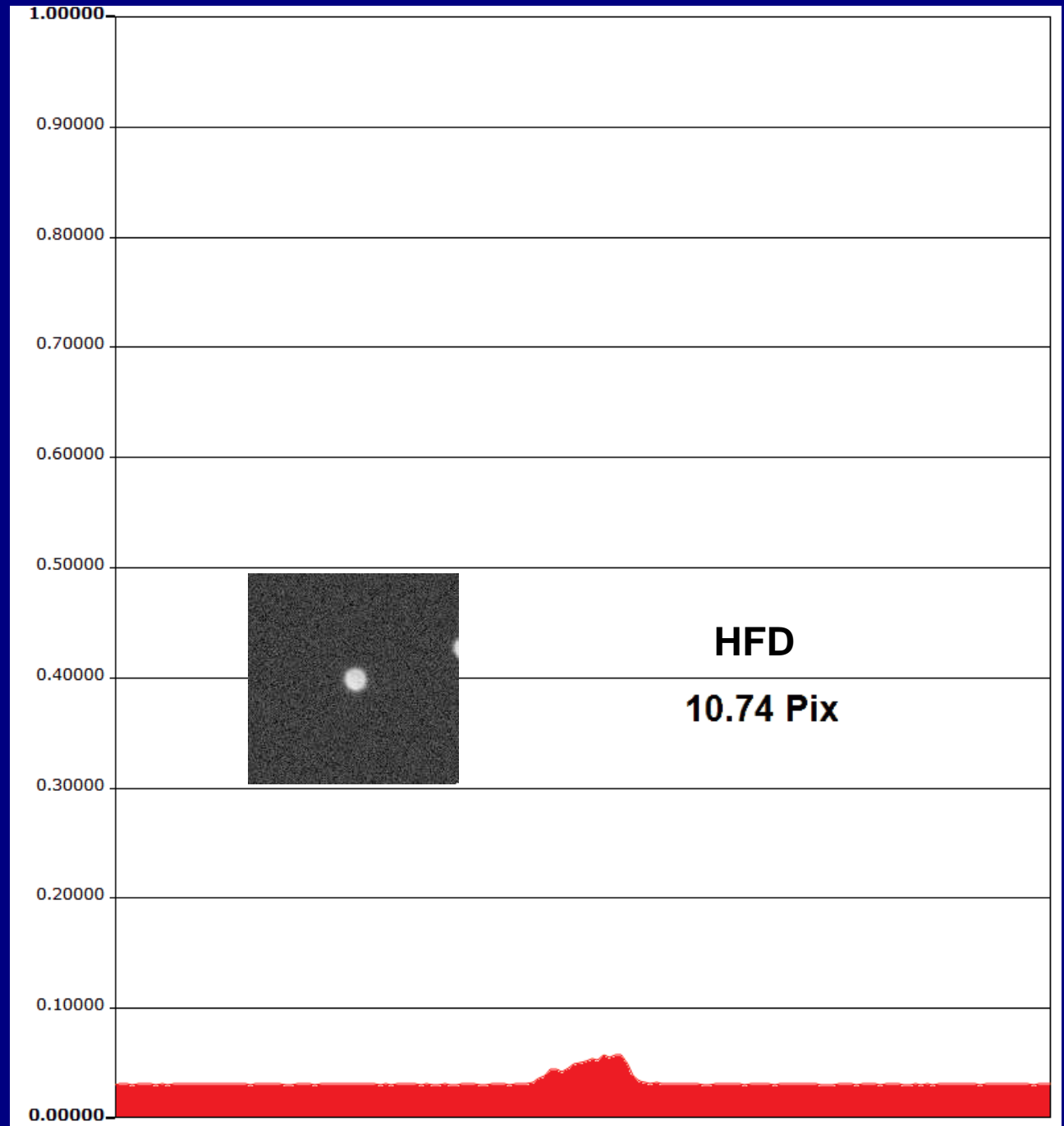
Verwendung der HFDs:

- Durchmesser beinhaltet x und y
- geeignet für grobe Voreinstellung d.h. **robust**



Quelle: Eigenbau

*...wie sehen
Bild und
Profil aus?*



...was läßt sich optimieren?

Anstelle eines einzelnen Sterns kann man ein ganzes Feld analysieren

Vorteil: dynamische Auswahl durch Filterung:

keine
Positionierung
erforderlich

neue Sterne
„entstehen“,
je näher man
den Fokus
erreicht



Kriterien

- Minimum über Hintergrund
- maximaler Wert unter Sättigung
- Begrenzung durch rel. Magnitude (z. B. 6.5)
- Ausreisser eliminieren

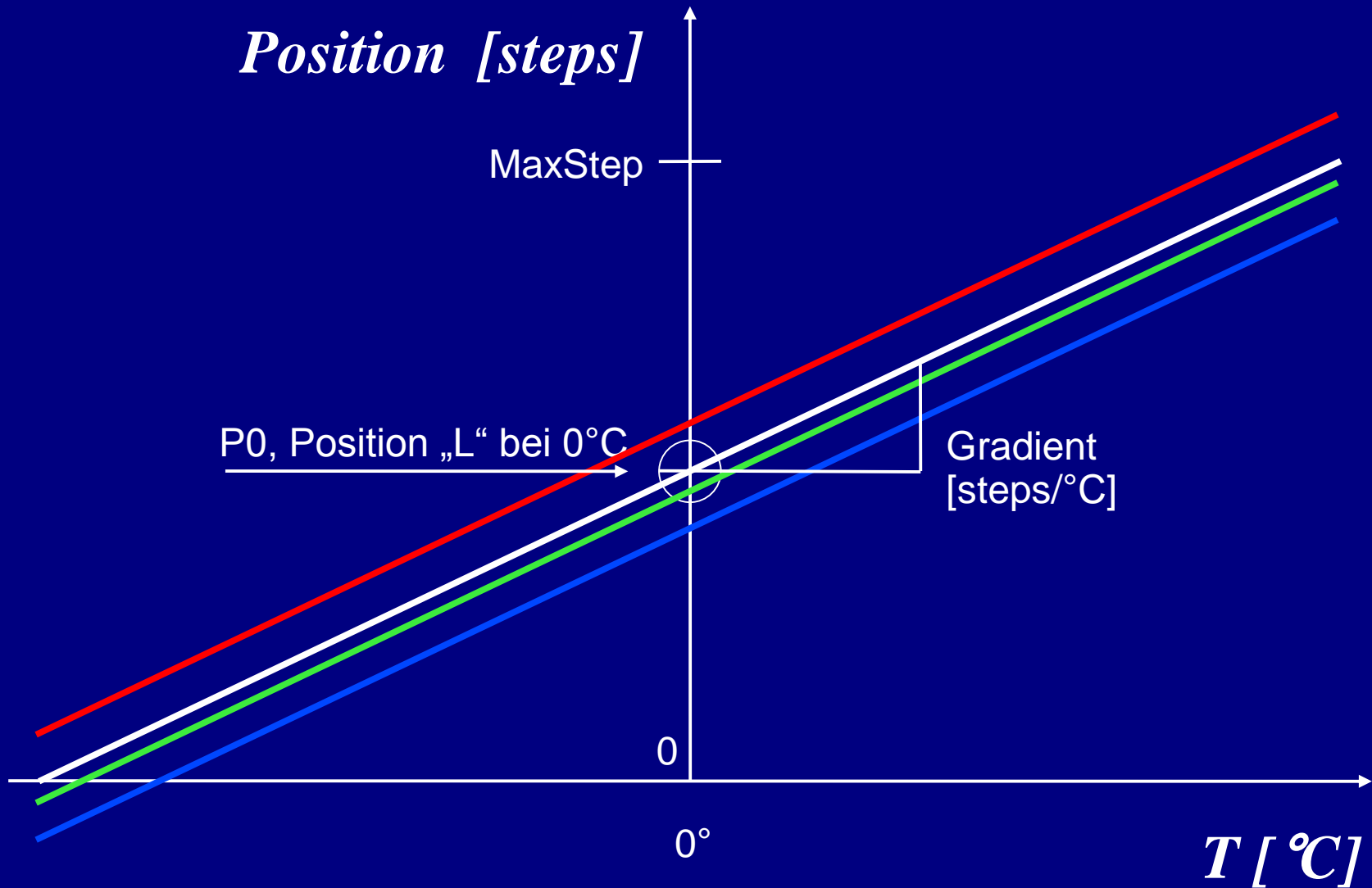
Beispiel: \emptyset HFD 12,6 Pixel
aus 2 von 11 Sternen

...wie kann man den Fokus behalten?

Bedingt durch Änderung der Umgebungstemperatur ändert sich die Fokusslage bei vielen Instrumenten. Abhilfe schafft eine temperaturabhängige Regelung.

Erforderlich:

- Kenntnis des Gradienten aus Beobachtungen
- Messung der Gerätetemperatur (!), wenn möglich, an mehreren Punkten
- Überwachung/Nachregelung durch die Aufnahme-Software, ggf. mit Unterstützung von Scripts

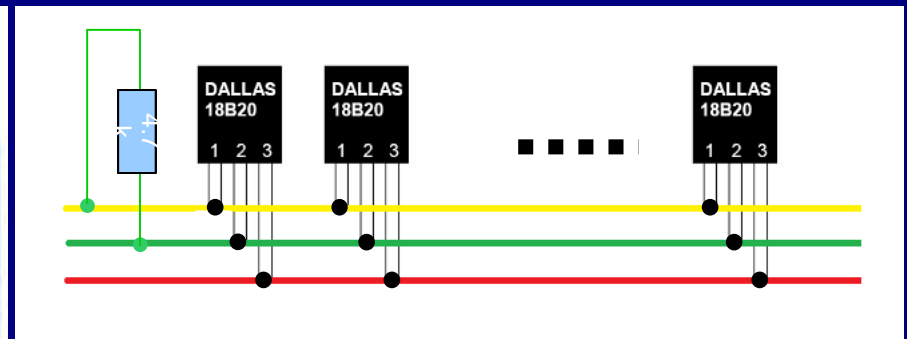


Filter L, R, G und B mit Offsets. L ist hier der „Referenzfilter“

...wie kann man die Temperatur auch an mehreren Punkten messen?

Ein idealer Controller für Steuer- und Regelungsaufgaben im Observatorium ist der hier schon oft zitierte „**ARDUINO**“ Baustein.

USB
zum
Rechner



Sensoren für die Temperaturerfassung

...und zum Schluß, fokussierte Sterne - das war's auch schon



Clear Skies

&

Danke