



AG Astro-Praxis

Nova mit Ansage

Die Kamera als Messgerät und die Auswertung

Was sind Veränderliche Sterne?

- Veränderliche Sterne sind Sterne, die in ihrer Helligkeit variieren. Oft verändern Sterne ihre Helligkeit,
- wenn sie sehr jung oder wenn sie sehr alt sind. Die Ursachen dafür können sowohl innere Einflüsse (Pulsation, Eruption),
- äußere Einflüsse sein, wie zum Beispiel die Bedeckung in Doppel- oder Mehrfachsternsystemen.
- Bis heute wurden mehr als eine Viertelmillion bekannte, teils auch noch nicht bestätigte, veränderliche Sterne katalogisiert.
- Wenn man sehr präzise Messungen durchgeführt werden, zeigen die meisten Sterne, auch die Sonne oder der Polarstern, Helligkeitsschwankungen.

Was ist eine Nova?

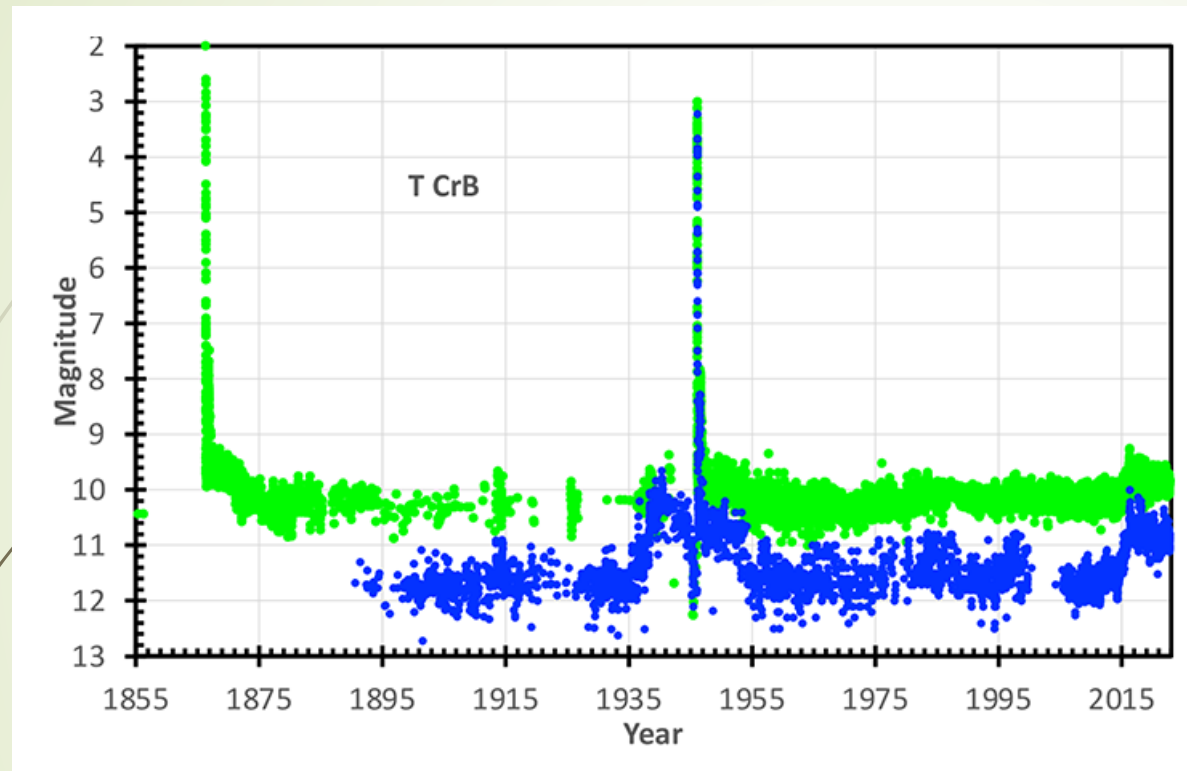
- Eine Nova ist ein Helligkeitsausbruch in einem engen Doppelsternsystem aufgrund einer explosiven Zündung des Wasserstoffbrennens auf der Oberfläche eines Weißen Zwergs.
- Bei dem engen Doppelstern handelt es sich um ein System aus einem Hauptreihen- oder Riesenstern und einem Weißen Zwerg. Die beiden Sterne umkreisen einander so eng, dass Materie vom Hauptstern auf den Weißen Zwerg übergeht. Diese bildet um den Weißen Zwerg zunächst eine Akkretionsscheibe, aus der sie weiter auf den Weißen Zwerg stürzt und sich dabei weiter erhitzt. Wird eine ausreichend hohe Temperatur erreicht, setzt auf der Oberfläche des Weißen Zwergs spontan Kernfusion ein. Dieses Ereignis beobachten wir als Nova.



Schema NASA/CXC/M.Weiss.

- Der veränderliche Stern T Coronae Borealis (T CrB) ist eine so genannte "rekurrierende Nova". Aus bisherigen Beobachtungen ergab sich, dass der Stern etwa alle 80 Jahre einen Helligkeitsausbruch zeigt. Demnächst könnte dies wieder der Fall sein.

Lichtkurve von T CrB



Grün: V-Helligkeiten
Blau: B-Helligkeiten
Daten AAVSO

Bei diesem Stern wurden bisher in den Jahren 1217, 1787, **1866** und **1946** Ausbrüche beobachtet. Die scheinbare Helligkeit stieg jeweils auf zweite Größenklasse an. Da sich aus den letzten drei Ereignissen eine Periode von ca. 80 Jahren ableiten ließe, würde der nächste Ausbruch für 2026 zu erwarten sein. Jüngste Beobachtungen lassen auf ein Helligkeitsverhalten wie vor dem Ausbruch 1946 schließen.

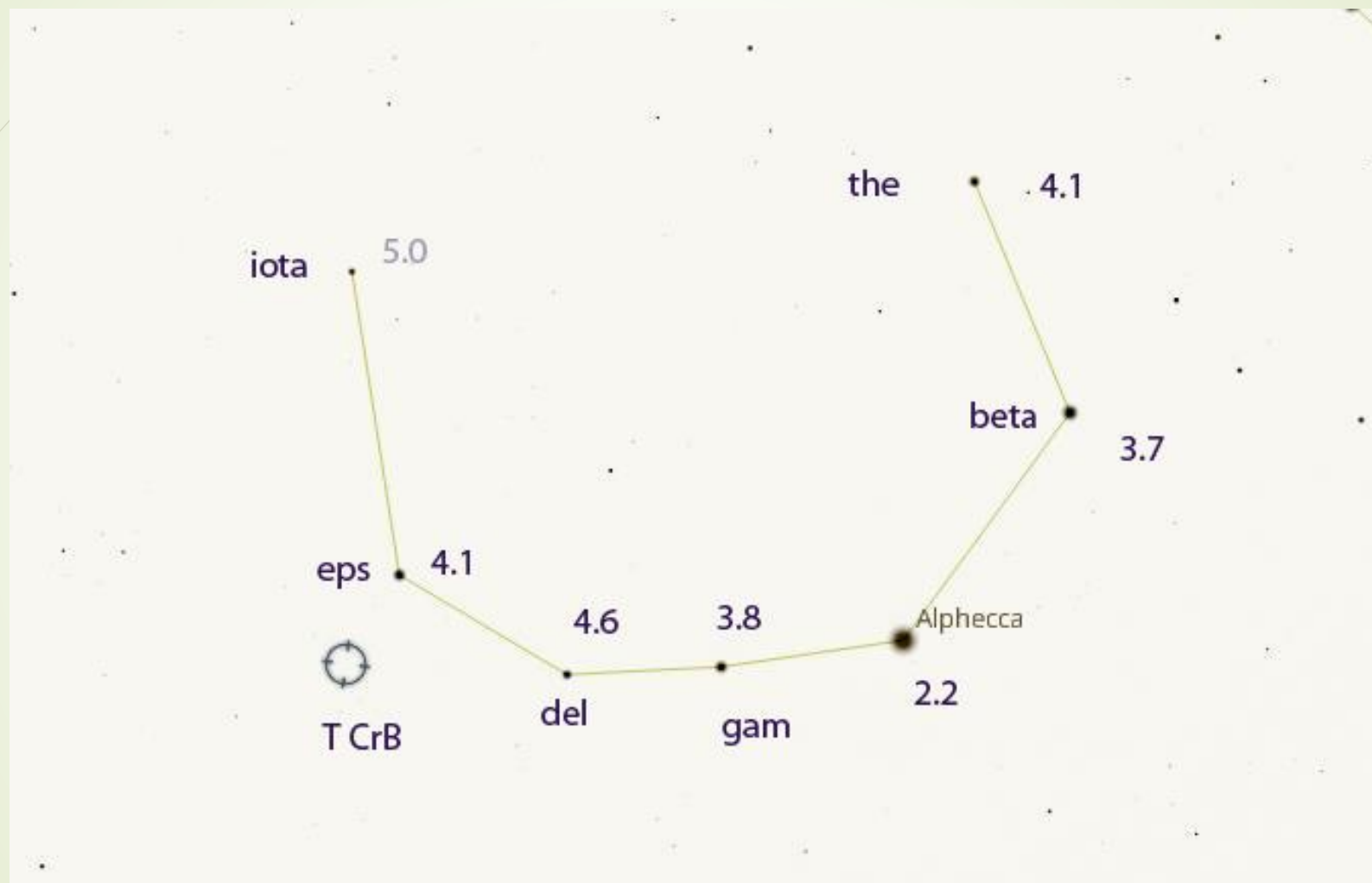
Manche erwarten den nächsten Ausbruch daher schon früher, nämlich 2024. Als gesichert darf diese Prognose aber nicht angesehen werden.

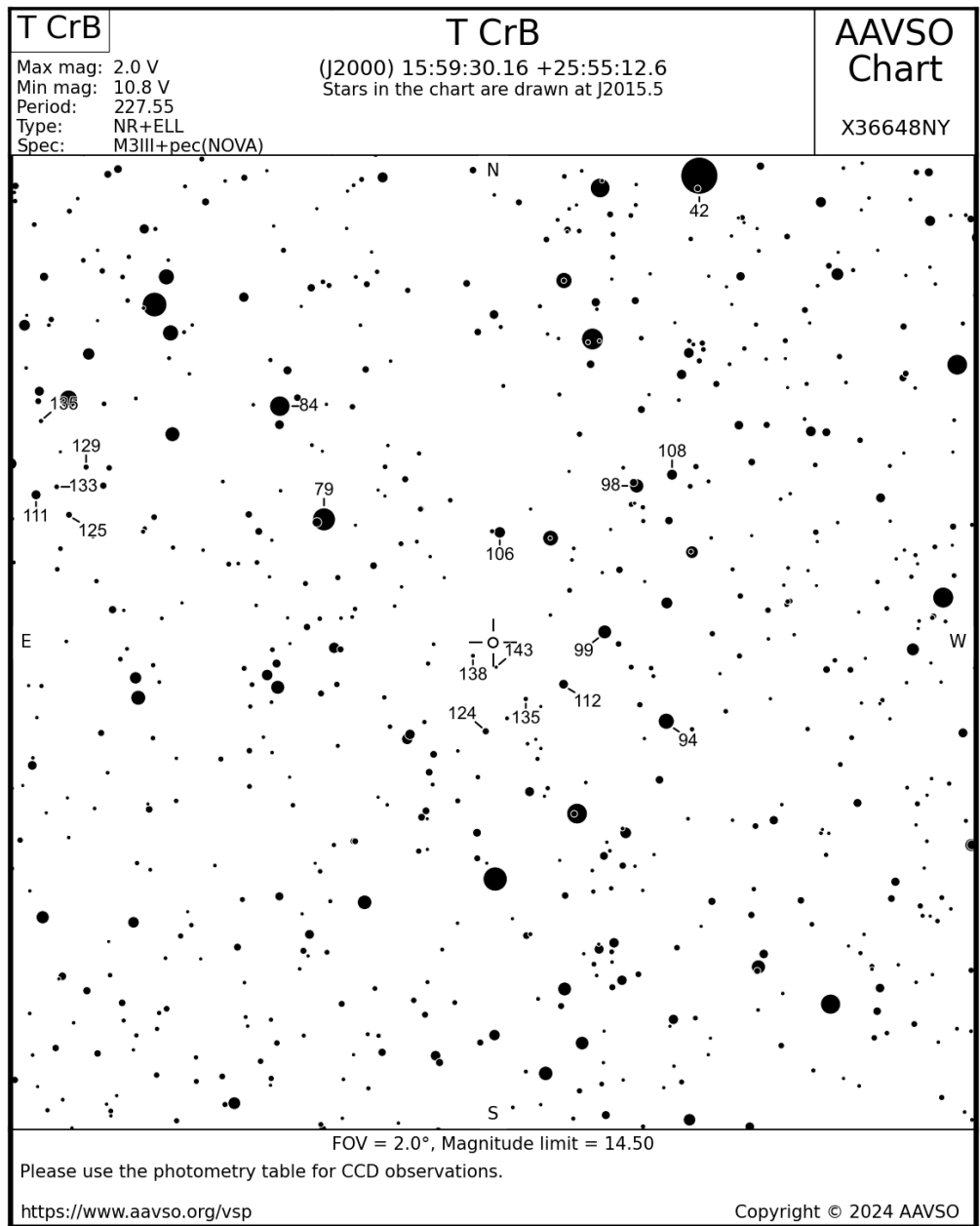
Wo steht T CrB?

- Der Aufruf lautet ganz einfach: Hinschauen! Und das möglichst oft.
- Da T CrB im Helligkeitsmaximum leicht mit freiem Auge zu sehen ist und in etwa die Helligkeit des Hauptsterns der Nördlichen Krone, Alphecca, erreicht, braucht es dazu keinerlei Ausrüstung.
- Mit dem bloßen Auge oder Fernglas/Fernrohr die Helligkeit schätzen
- Fotografisch mit der DSLR
- Tipp:** Goto-Steuerung IC 4587 eingeben steht dicht bei T CrB



T CrB Umgebungskarte

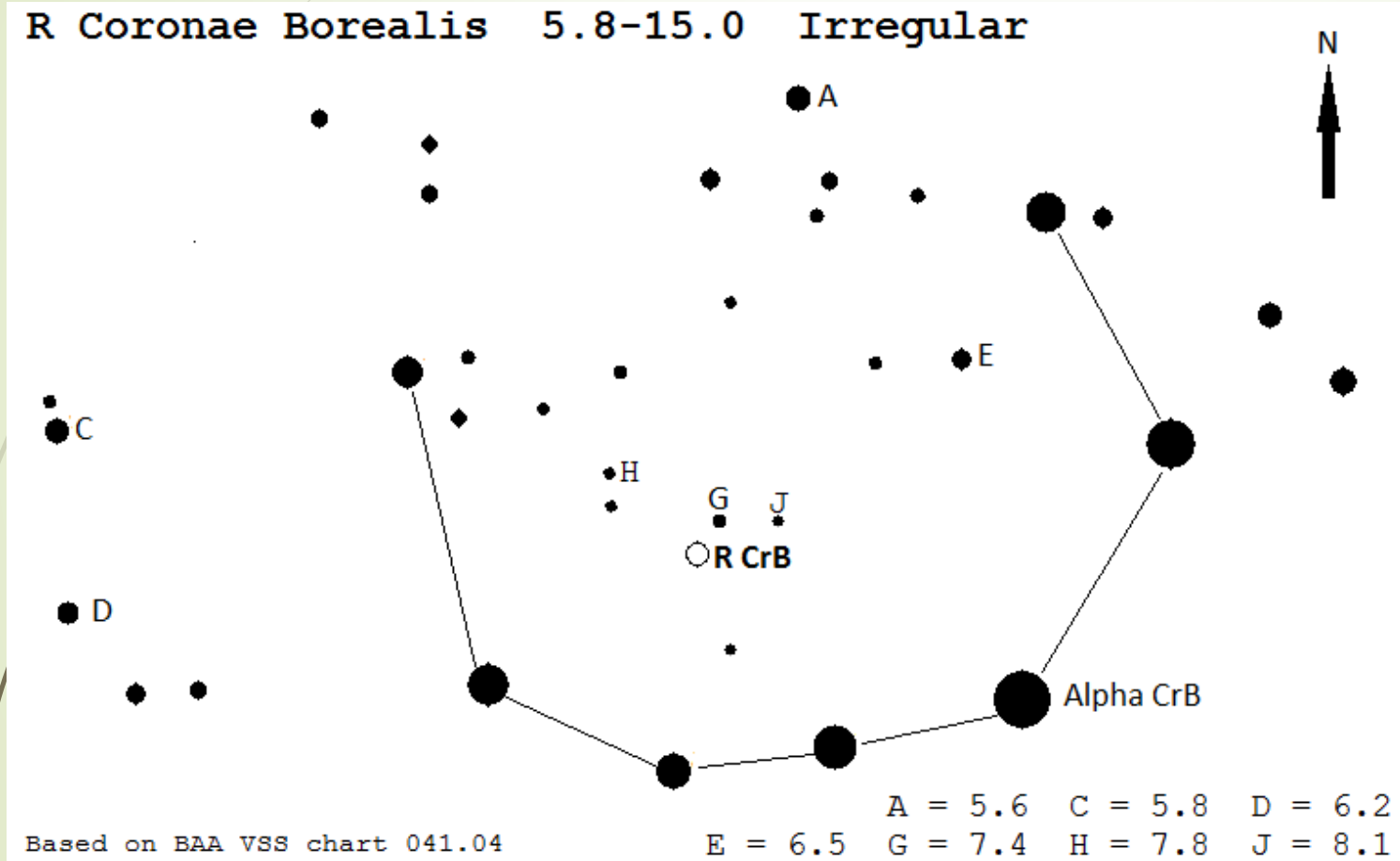




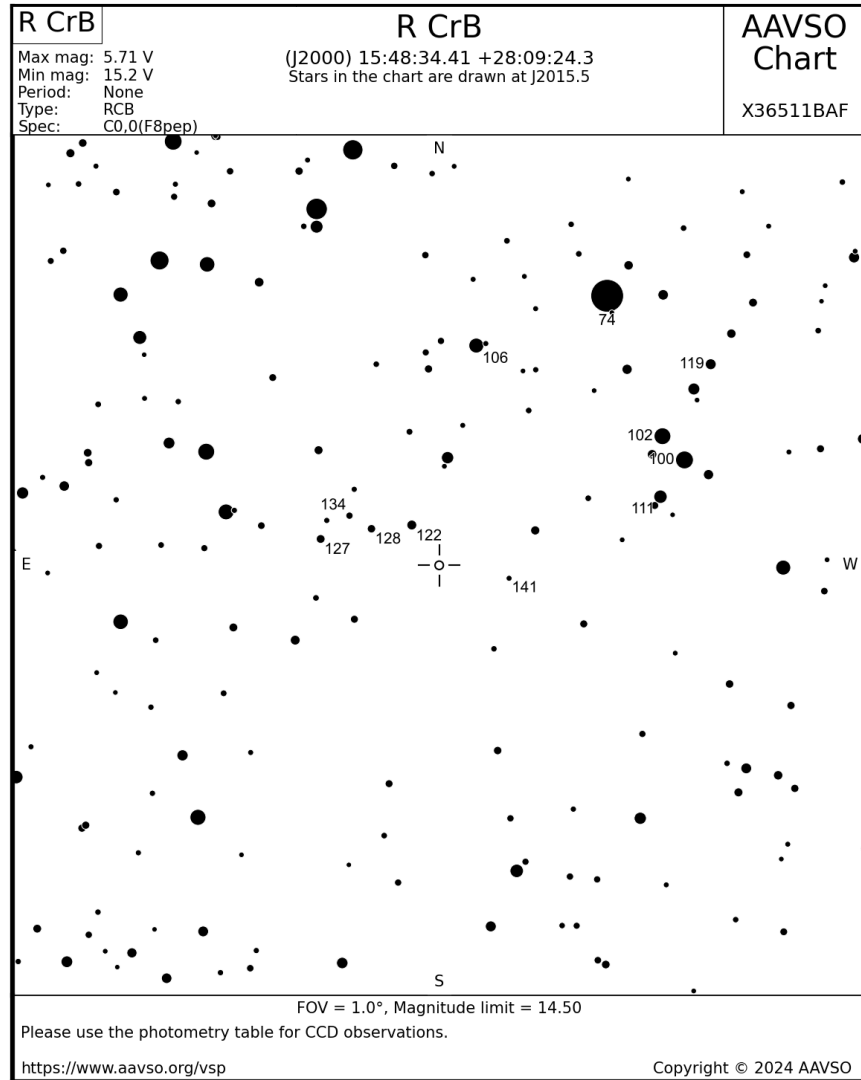
R CrB beobachten

Stern der sich unregelmäßig verfinstert, normal 6 mag hell

R CrB Umgebungskarte



R CrB Umgebungskarte



Aufsuch- und Umgebungskarten

- Gibt es bei der [AAVSO](#) - American Association of Variable Star Observers
- Weltweite Datenbank für Beobachtungen Veränderlicher Sterne
- Visuelle, fotografische (DSLR) und CCD-Messungen
- Spektren von Veränderlichen
- Öffentlich zugänglich

Wohin mit den Beobachtungen?-die AAVSO

- Die Amerikanische Vereinigung der Beobachter veränderlicher Sterne (American Association of Variable Star Observers — [AAVSO](#)) ist eine weltweite, gemeinnützige, wissenschaftliche Bildungseinrichtung
- von Amateur- und Berufsastronomen, die sich für veränderliche Sterne interessieren. Gegründet im Jahre 1911 von William Tyler Olcott, Amateurastronom und von Beruf Rechtsanwalt, und Edward **C. Pickering**, Direktor des Harvard College Observatory, war die AAVSO ein Teil des **Harvard** College Observatory, bis sie 1954 eine unabhängige, private Forschungsorganisation wurde. Sie hat ihren Hauptsitz in Cambridge, Massachusetts, USA, und ihre Zielsetzung war und ist das Koordinieren, Sammeln und Bewerten, sowie die Analyse, Veröffentlichung und Archivierung von Beobachtungsdaten
- von veränderlichen Sternen (zu großen Teilen von Amateurastronomen) um sie Berufsastronomen, Pädagogen und Studenten zur Verfügung zu stellen. Im Jahr 2014 war die AAVSO mit mehr als 1100
- Mitgliedern aus 42 Ländern die größte Vereinigung von Beobachtern veränderlicher Sterne weltweit. Das Archiv der AAVSO erhielt 2013 mehr als 23 Millionen Beobachtungen von mehr als 12.000 Sternen.
- Mehr als 2.000 Beobachter aus der ganzen Welt reichen etwa eine Million Beobachtungen jedes Jahr ein. Die Beobachtungen werden auf Fehler geprüft und in die AAVSO Datenbank eingepflegt.
- Diese Datenbank ist eine Hommage an die Fähigkeiten, den Enthusiasmus und das Engagement aller AAVSO Beobachter seit 1911.

Andere Organisationen in Europa

- BAV – Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft Veränderliche – gegründet in Berlin (West)
- British Astronomical Association Variable Star Section (VSS)
- Association Française des Observateurs d'Étoiles Variables (AFOEV)
- Tschechien – Czech Astronomical Society – Variable Star Section auch Exo-Planeten

Warum sollte man Veränderliche beobachten?

- Der Amateur hat sein Teleskop ständig zur Verfügung.
- Er kann beobachten wann er will, was er will, auch Objekte, die nicht gerade „in Mode“ sind
- Er kann die Beobachtungen oder Messungen veröffentlichen, muss es aber nicht. Er steht nicht unter dem Druck zu Veröffentlichen wie der Profi-Astronom.
- Sterne regelmäßig zu überwachen ist dem Profi nicht möglich. Nur begrenzt bei Durchmusterungen.
- Helle Sterne, im Bereich für den Amateur zugänglich werden nicht überwacht.
- Der Profi kann nicht mal eben schnell mit dem Satelliten auf den Veränderlichen schwenken um Nachzuschauen ob der gerade einen Ausbruch hat. Das kann aber der Amateur tun und den Profi informieren. Die Profis haben ein begrenztes Zeitfenster für die Messung.
- Entsprechende Aufrufe von Profis an Amateure ->ProAm

Was kann man mit kleinem Teleskop machen?

- Als Schüler hatte ich einen 60mm Quelle-Refraktor und zu Anfang ein 4"-Refraktor auf der Plattform der Sternwarte benutzt.
- Bei jedem klaren Wetter habe ich langperiodische und eruptive Veränderliche beobachtet und mehrere tausend Beobachtungen im Jahr gemacht.
- Alle Objekte wurden per Hand nach Aufsuchkarte eingestellt. Ausgewertet mit dem Taschenrechner und mit der Schreibmaschine auf Luftpostpapier getippt und nach USA geschickt.
- Klassisch beobachten - man braucht keine parallaktische Montierung oder Nachführung, kein Goto oder PC-Steuerung, keine Kamera.
- Ein transportables Teleskop, das schnell aufgebaut ist, mit 2-3 guten Okularen mit randscharfer, farbreiner Abbildung und Sucher, azimutal oder parallaktisch montiert.
- Auch ein großes Fernglas mit 45°/90° Einblick, Wechselokularen und stabiler Gabelmontierung und Sucher ist eine Alternative zum Teleskop.
- Wichtig ist eine entspannte Haltung bei der Beobachtung.



17

Klassik – Die visuelle Beobachtung

Beobachtung mit wenig Technik

Die Vorbereitung

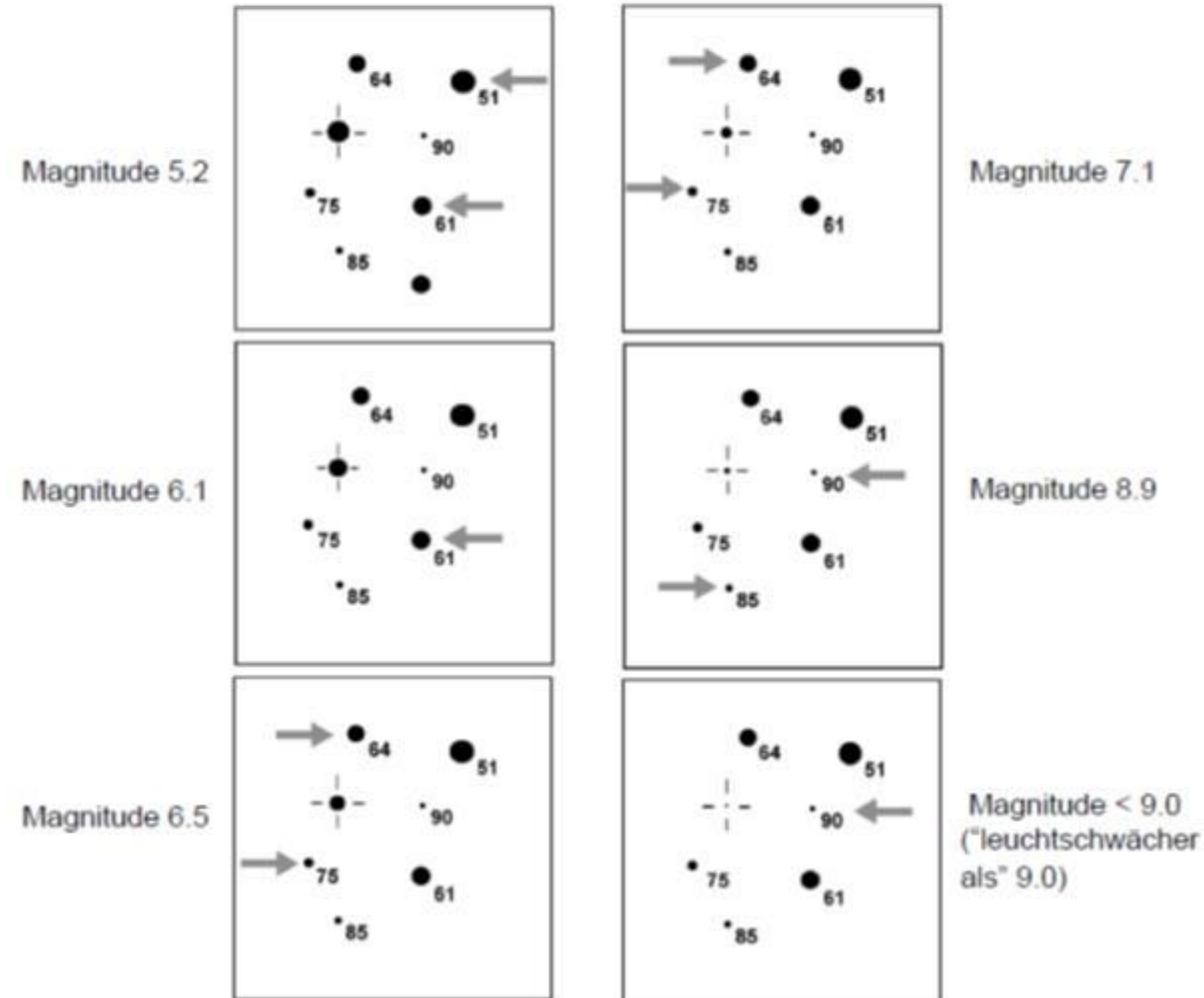
- Klassisch Veränderliche beobachten, heißt das man sich am Sternhimmel gut auskennt.
- Ein Satz Übersichtskarten und Aufsuchkarten, die aufeinander abgestimmt, wo sind die Sterne auf der Übersichtskarte und wo der Aufsuchkarte und wie sind sie orientiert. Da muss man vorher prüfen und nicht erst nachts!
- Arbeitskopien des Kartenmaterials, auf mal durchpausen und in Schutzhüllen aufbewahren.
- Ein Gefühl dafür entwickeln, wie hell ist ein Stern von 8.0mag in meinem Teleskop oder wie hell ist ein Stern von 3mag mit dem freien Auge. Das kommt erst mit der Übung.
- Aufsuchkarten von den Veränderlichen der BAV und AAVSO
- Die Aufsuchkarten kann man sich online runterladen.

Die Interpolations-Methode

Das Schätzen der Helligkeit des Veränderlichen zwischen zwei Referenzsternen

Die folgenden Beispiele demonstrieren, wie zwischen zwei Referenzsternen interpoliert wird, um die Helligkeit eines veränderlichen Stern zu bestimmen. Bedenken Sie, dass in der Realität alle Sterne als Punkte erscheinen, nicht als Scheibchen mit unterschiedlichen Durchmessern. Die Sterne, die zur Interpolation herangezogen werden, sind mit Pfeilen markiert.

Ergänzende Informationen zum Thema Interpolation bietet der 'Telescope Simulator', eine dynamische Präsentation wie man die Helligkeit veränderlicher Sterne abschätzt, der auf der AAVSO Webseite <https://www.aavso.org/online-resources> abgerufen werden kann.



Interpolations-Methode

Die geschätzte Helligkeit wird direkt angegeben ohne den Umweg über Helligkeitsstufen und Korrelation von Vergleichssterne-Helligkeiten zu machen. Dies vereinfacht die Auswertung, birgt aber die Gefahr, dass Fehler oder Ausreißer in Helligkeit der Vergleichssterne nicht erkannt werden. Nun ist die Qualität der Helligkeiten der AAVSO-Karten sehr gut, sodass es bei Verwendung dieser Karten nicht vorkommt. Diese Methode ist dann erfolgreich, wenn man bereits Erfahrung mit Argelander-Methode hat.

Für die visuelle Beobachtung gibt es von der AAVSO ein [Handbuch](#) sogar auf deutsch

Die Argelander Methode

Wie schätzt man Helligkeiten?

Definition von Stufen

- Für die Helligkeitsbestimmung veränderlicher Sterne ohne Benutzung photometrischer Hilfsmittel kommen nur die Helligkeitsvergleiche mit Nachbarsternen von wenig unterschiedlicher Helligkeit in Frage. Der erste Schritt bei Beginn der Beobachtung ist daher die Wahl zweier benachbarter Vergleichssterne, von denen der eine heller, der andere schwächer als der Veränderliche ist.
- Stufe 0. "Erscheinen mir beide Sterne immer gleich hell oder möchte ich bald den einen, bald den anderen ein wenig heller schätzen, so nenne ich sie gleich hell und bezeichne dies dadurch, dass ich ihre Zeichen unmittelbar nebeneinandersetze, wobei es gleichgültig ist, welches Zeichen vorsteht; sind also die Sterne α und V verglichen, so schreibe ich entweder $\alpha 0 V$ oder $V 0 \alpha$.
- Stufe 1. "Kommen mir auf den ersten Anblick zwar beide Sterne gleich hell vor, erkenne ich aber bei aufmerksamer Betrachtung und wiederholtem Übergange von α zu V und V zu α entweder immer oder doch nur mit sehr seltenen Ausnahmen α für eben bemerkbar heller, so nenne ich α um eine Stufe heller als V und bezeichne dies durch $\alpha 1 V$; ist hingegen V der hellere, durch $V 1 \alpha$, so dass immer der hellere vor, der schwächere hinter der Zahl steht."
- Stufe 2. "Erscheint der eine Stern stets und unbezweifelbar heller als der andere, so wird dieser Unterschied für zwei Stufen angenommen und durch $\alpha 2 V$ bezeichnet, wenn α , hingegen durch $V 2 \alpha$, wenn V der hellere ist."
- Stufe 3 und 4. "Eine auf den ersten Anblick ins Auge fallende Verschiedenheit gilt für drei Stufen und wird durch $\alpha 3 V$ oder $V 3 \alpha$ bezeichnet. Endlich bedeutet $\alpha 4 V$ eine noch auffallendere Verschiedenheit zugunsten von α ."
- Mehr als 4 Stufen zu schätzen, ist zunehmend problematisch. Bereits fünf Stufen sollten eine Ausnahme bleiben. Je nachdem, welche Vergleichssterne zur Verfügung stehen, kann der Beobachter jedoch gezwungen sein, in Extremfällen noch weiter zu gehen. Die Genauigkeit der Schätzung bleibt dann allerdings zunehmend auf der Strecke. Daher sollte man sich nach zusätzlichen Vergleichssterne umsehen, sobald deren Stufenabstand größer als fünf wird.

Allgemeine Hinweise

- Man vermeide jegliche Störung durch Licht während der Beobachtung. Zum Ablesen von Karten und Notizen schreiben verwendet man eine Rotlichttaschenlampe. Man notiere Name des Objektes, Datum und Zeit sowie Instrument, Durchsicht und Mondlicht. Ist der Veränderliche nicht sichtbar, so gibt man die Grenzhelligkeit an $V < a$ an. Man vermeide starke Farbunterschiede vom Vergleichssterne zum Veränderlichen, d.h. auf den Spektraltyp oder Farbindex achten. Dies ist bei roten Veränderlichen vom Spektraltyp K, M, R und S oft nicht möglich und das Schätzen des Unterschieds schwierig. Vergleicht man die Beobachtungen verschiedener Schätzer ergeben sich Unterschiede in den Helligkeiten. Manch ein Beobachter ist rotempfindlicher als der Andere. Außerdem sollte der Veränderliche und Vergleichssterne im Gesichtsfeld sein. Teleskop und Okular sollte ein scharfes Bild bis zum Rand liefern.
- Bevor man brauchbare Ergebnisse erhält, ist einige Zeit nötig bis man sicher in der Beurteilung der Helligkeitsunterschiede ist. Beobachtungen unter Müdigkeit oder Alkoholeinfluss verschlechtern das Ergebnis. Die Genauigkeit der Uhrzeit hängt natürlich davon ab wie schnell sich die Helligkeit ändert. Bei einem langperiodischen Stern mit 300d Periode reicht ein 1/10 Tagesbruchteil also 2 Stunden.
- Die Argelandersche Methode erfordert nicht die Kenntnis der Vergleichssternehelligkeiten. Stattdessen kann aus den Stufenabständen der Vergleichssterne eine Stufenskala gebildet werden. Zur Feststellung des Helligkeitsminimums oder -maximums reicht dies aus. Gleichwohl kann man bei Kenntnis der Helligkeit sich daran orientieren und die Stufenwerte in Helligkeitsdifferenzen umrechnen.

Durchführung

- Erstes Beobachtungsprogramm
 - langperiodische Mira-Sterne, auch zirkumpolare Veränderlich
 - Eruptive und unregelmäßige T CrB und R CrB
- Erstmal leicht auffindbare Sterne, heller Stern in der Nähe
- Veränderlicher und Vergleichssterne sollten gleichzeitig im Gesichtsfeld sein
- Differenz zwischen beiden nicht mehr als 4 Stufen $< 0,5 \text{ mag}$
- Die Sterne dürfen nicht zu hell im Teleskop sichtbar sein
 - 0.5 – 3.5 bloße Auge
 - 2.5 – 5.5 Fernglas 30-50mm
 - 4.5 - 7.5 60mm Refraktor
 - 6.5 – 9.5 100mm Refraktor
 - 8.5 - 11.5 200-250mm Newton
- Bei Wechsel des Teleskops muss die Stufenskala neu bestimmt werden.

Auswertung visueller Schätzungen

Beispiel Beobachtung

Der Veränderliche wurde stets um 22:00 MEZ beobachtet:

01.04.	A 1 V	V 2 B
02.04.	A 2 V	V 1 B
06.04.	A 2 V	V1,5 B
08.04.	A 5 V	V 0 B
09.04.	B 2 V	V 3 C
11.04.	B 1,5 V	V 3 C
19.04.	B 3 V	V 0 C
23.04.	B 3 V	V 1 C
24.04.	C 0 V	V 4 D
05.05.	C 2 V	V 2 D
08.05.	C 3 V	V 2 D
18.05.	C 4 V	V 1 D

Die Ableitung der Stufenskala

- Die Auswertung der Beobachtung kann erst beginnen, wenn eine Vergleichssternskala vorhanden ist. Diese Vergleichssternskala wird aus der Gesamtheit der Beobachtung des Veränderlichen abgeleitet. Der Stufenunterschied in diesem Beispiel zwischen den einzelnen Vergleichsternen a und b oder b und c oder c und d:

a-b	b-c	c-d
3 Stufen	5 Stufen	4 Stufen
3 Stufen	4,5 Stufen	4 Stufen
3,5 Stufen	3 Stufen	5 Stufen
5 Stufen	4 Stufen	5 Stufen
Mittelwert		
3,62 Stufen	4,12 Stufen	4,50 Stufen

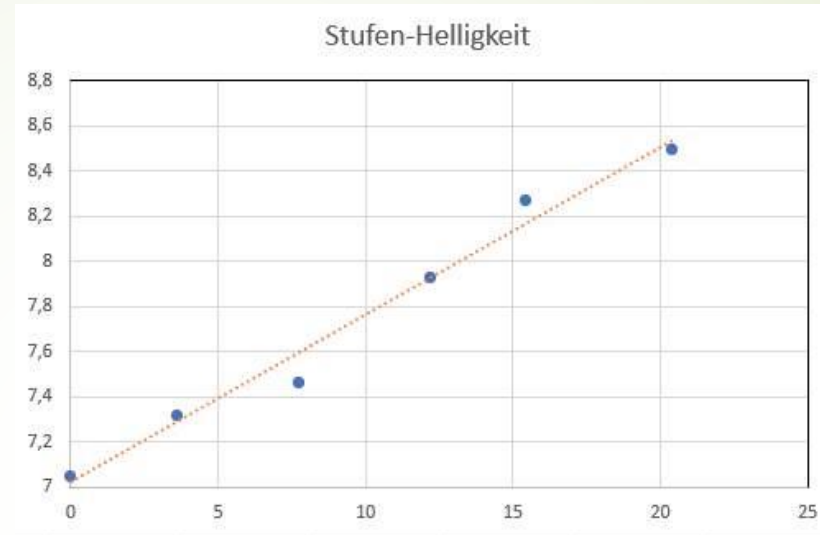
Für weitere Vergleichssterne wurde gefunden:

d-e = 3,1 Stufen und e-f = 5,0 Stufen

Wenn der hellste Vergleichssterne a zum Nullpunkt gewählt wird, so erhält man durch Summierung der Differenzen folgende Vergleichssternskala (abgerundet auf 1/10 Stufenskala)

Die Ableitung der Stufenskala

Stern	Stufen	mv
A	0,0	7,05
B	3,6	7,32
C	7,7	7,46
D	12,2	7,93
E	15,4	8,27
F	20,4	8,50



Eine strenge Berechnung der Beziehung zwischen Stufen und Helligkeiten erhält man durch die Ausgleichung der Werte nach der Methode der kleinsten Quadrate. Vereinfachtes Näherungs-verfahren, die Gleichung einer Ausgleichsgeraden der Form $m = x + s \cdot y$. Dabei ist m die Helligkeit in mag und s der Stufenwert und y die Steigung und x die Nullpunktkorrektur. Die Ausgleichsgerade mit Taschenrechner oder Excel erstellen. So können Stufen in Helligkeiten umgerechnet werden. Ist man nur an dem Zeitpunkt wann der Veränderliche sein Maximum oder Minimum hat interessiert, reicht nur der Stufenwert um den Zeitpunkt zu bestimmen.

Helligkeitsbestimmung

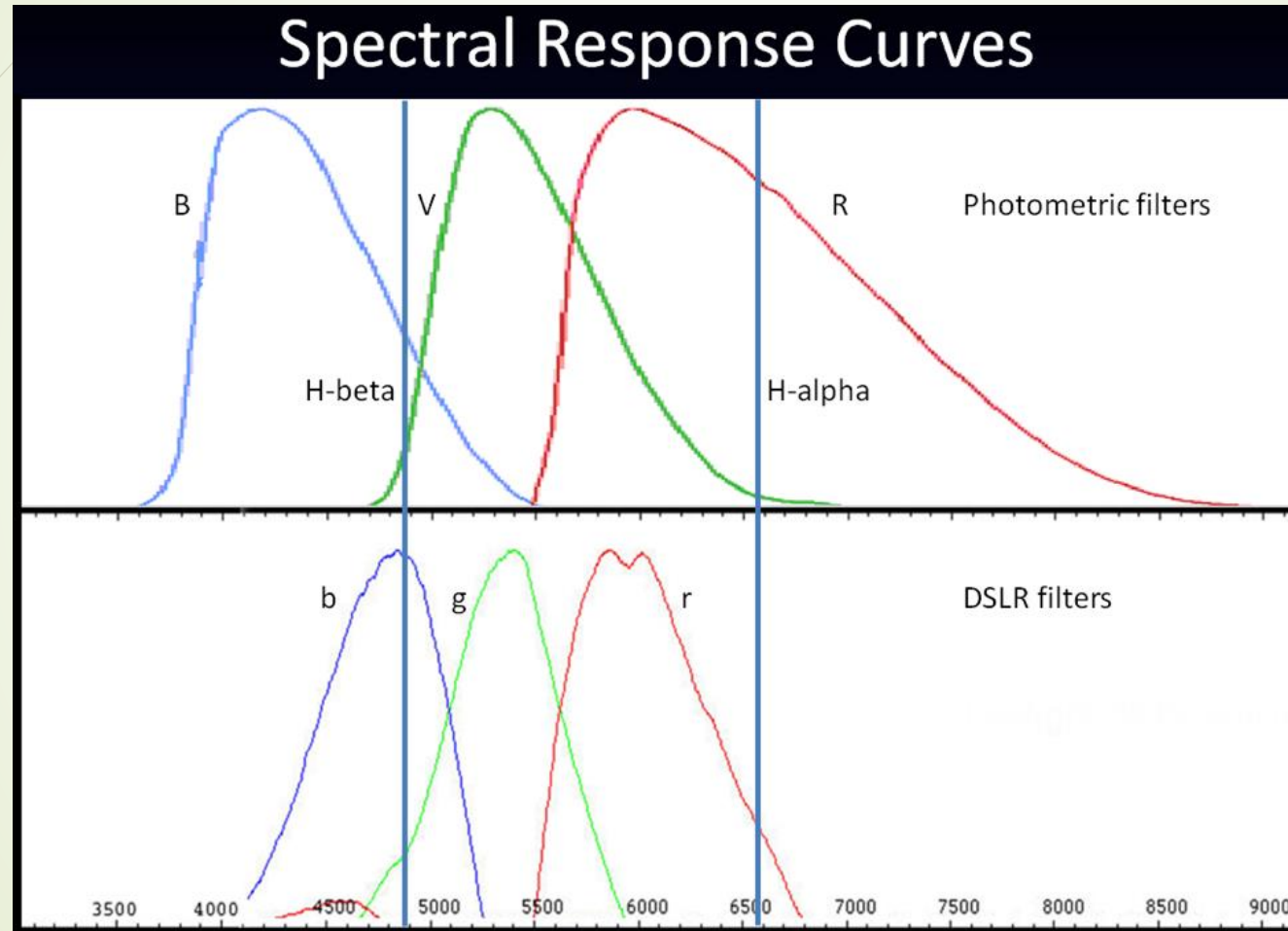
- Hat man den Veränderlichen v zwischen zwei Vergleichsternen b und c bekannter Helligkeit mit Hilfe der Stufenschätzungsmethoden eingeordnet und ist m_1 die Größe des helleren Sterns, m_2 die des schwächeren Vergleichssterne c , kann die Größe des Veränderlichen m_v bestimmt werden
- $m_v = m_1 + ((m_2 - m_1) / (s_1 + s_2)) \times s_1$ oder $m_v = m_2 - ((m_2 - m_1) / (s_1 + s_2)) \times s_2$
- Die Steigung der Geraden ist dann $(s_1 + s_2) / (m_2 - m_1)$ und so der Stufenwert in Magnitude umgerechnet werden kann.

Mit der DSLR

Mit der Kamera aufnehmen

- Die (DSLR)-Kamera als Messgerät
- Große Verbreitung, günstiger Preis
- Genauigkeit DSLR 0,02 – 0,05 mag
- Genauigkeit Auge 0,1 -0,3 mag
- DSLR Farbraum (TB-TG-TR) ist anders als der B-V-R-Farbraum Photometrischer Filter
- Beste Übereinstimmung ist bei TG und V, einfache Korrektur
- Starke Abweichung bei roten Sternen
- Abweichungen ausgleichen durch experimentelle Bestimmung der Transformation von TB-TG-TR nach B-V-R durch Aufnahme von Eichfeldern.
- Mit CV bezeichnet sind Farb-CMOS-Aufnahmen ohne Filter

DSLR-Filter – BVR-Filter



Mit der Kamera aufnehmen

- Handbuch DSLR-Photometrie der AAVSO in deutsch
- DSLR/DSLM mit Objektiv 80-135mm Blende 2.8-4 ISO >1600
- Die Kamera kommt auf einem stabiles Stativ.
- Belichtungsreihe 10 x 3-4 sek
- Anschließend auch Bias, Darks und Flats machen
- Bias : 1/4000 s Deckel drauf, Darks 3-4 sek Deckel drauf
- Flat: Lichtquelle Tablet weiß, dimmen und weißen T-Shirt
- Flat in der Dämmerung mit weißen T-Shirt über Optik

Beispielfotos der AG Teilnehmer



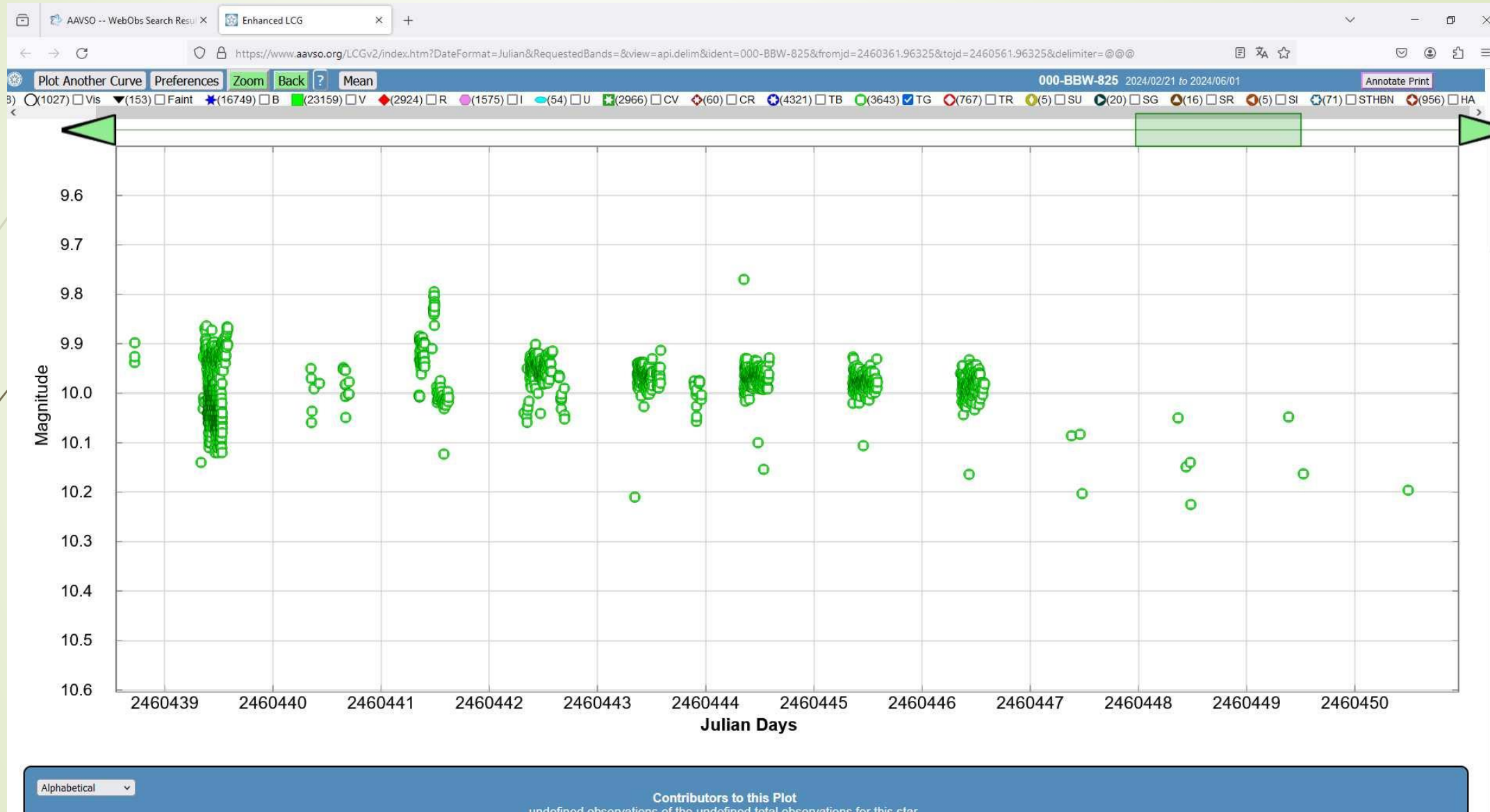
Christian Kowalec: Canon 5D, 24-105@105mm BI 4 ISO 2000 10x4s, Flats, Darks und Bias



Christian Jost: Canon, 85mm BI 1,4 ISO 1600 1,3s

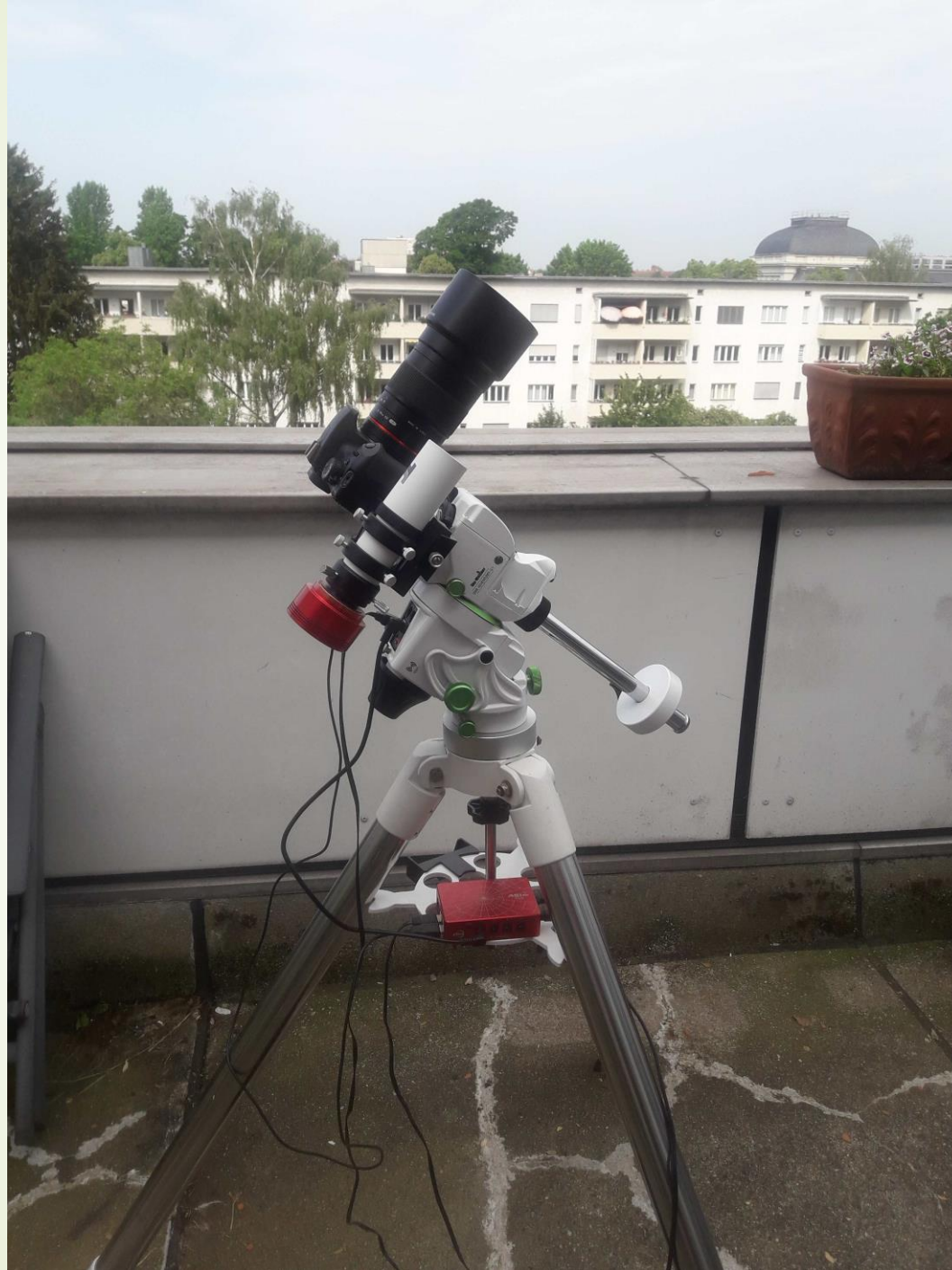
AAVSO Daten kurzzeitige Schwankungen

38



Beispiel Aufnahmetechnik

- 2.0/135mm Samyang Teleobjektiv
- Canon 1000d (2009) Kamera
- Skywatcher GTI Montierung
- Steuerung über ASIAir und Tablet
- Belichtungsreihe 15 sek. bei ISO 1600 30 sek. Pause ca 120 Bilder
- Ziel ist es, kurzzeitige Schwankungen im Minutenbereich zu messen.



Auswertung von DSLR-Aufnahmen

Photometrie-Programme

- Fitswork
- ASTAP
- Andere nur erwähnt : FitsMag, Siril, AstrolmageJ, Astrometrica, AIP4Win und MuniWin

Photometrie mit Fitswork

- Ausgangspunkt: Es liegt ein Farbfoto einer DSLR vor. Am besten ist ein nicht komprimiertes Bild (RAW, CR2 o.ä.). JPG Dateien sind auch verwendbar, allerdings mit eingeschränkter Genauigkeit.
- 1. Datei Laden: Datei/Öffnen
- 2. In RGB umwandeln: Bearbeiten/CCD/Farb-CCD zu RGB
- 3. Mauszeiger auf Stern (Veränderlicher) => Tastatur L => Farbe wählen (Rot, Grün, Blau; rechts oben) => instrumentelle mag wird angezeigt (Mag:)
- 4. Mauszeiger auf zweiten Stern (Vergleichssterne) => Tastatur L => 2. Helligkeit wird angezeigt
- 5. Magnitude berechnen: **mag**Veränderlicher
= **mag**Vergleichssterne - **Differenz**



Christian Jost :Canon, 85mm BI 1,4 ISO 1 600 10x1,3s, flats,
darks und bias

Photometrie mit Fitswork II

- Aus diese Weise können auch Helligkeiten mit mehreren Vergleichssterne ermittelt werden. Man nimmt zum Schluss den Mittelwert. Eine DSLR-Aufnahme enthält Helligkeiten in Rot, Grün und Blau. Alle 3 Helligkeiten sind interessant und sollten ermittelt werden.
- *Hinweis:* Die angezeigten instrumentellen Magnituden können in eine Datei geschrieben werden. Dazu: Einstellungen/Verschiedenes <L> setzen.
Dann können die Werte per Ctrl C und Ctrl V in eine Tabellenkalkulation übernommen werden. Die Differenzberechnung und die Berechnung der Helligkeit des Veränderlichen kann dann die Tabellenkalkulation übernehmen.
- *Warnung:* Keiner der Sterne verwendeten darf in der Sättigung sein. Dann gibt es Fehler. Ein Mausklick in das Bild rechts oben (Locked PSF) zeigt das Profil des Sternes.

Photometrie mit ASTAP

Platesolving und Photometrie sind eine Hauptanwendung dieses Programms

Auswertung mit ASTAP eines photometrischen Bildes

- [ASTAP](#) download und Dokumentation in englisch
- Für Photometrie sollte die V50 star database installiert sein
- Zur Identifizierung von Kometen und Planetoiden müssen die Dateien [MPCORB.DAT](#) und [AllCometsEls.txt](#) heruntergeladen werden.
- Bei nur wenigen Bildern kann man mit ASTAP photometrisch messen
- Voraussetzung das Bild ist kalibriert und das Plate solving wurde durchgeführt.
- Dann auf „Tools->
- Variable star annotation“ um die Veränderlichen, NSV verdächtige Veränderliche und die Vergleichsterne in B und V zu identifizieren
- Magnitude measured annotation“ wird die gemessene Helligkeit, SNR angezeigt
- Star (database) annotation wird angezeigt
- Auswahl verschiedener Sternkataloge zur Messung, Gaia-Online oder lokal auf dem Rechner im „stack menu“

Auswertung mit ASTAP einer Serie von photometrischen Bildern I

- Auf das Summen-Symbol klicken und die Lasche mit Lights, Darks , Flats und Flatdarks=Biases befüllen
- Register Stack method das Bayer Pattern „auto“ wählen sonst nichts ankreuzen.
- Auf die Lasche Stack method wechseln und Kalibrieren ohne Debayer wählen **(Calibration only, No demosaic)** auf den Button klicken.
- Die kalibrierten Bilder haben den Zusatz „_cal“ im Dateinamen.
- Unter der Lasche „Results“ sind die kalibrierten Bilder verzeichnet, sie sind auch im gleichen Ordner wie die Lights.
- Rechte Maustaste „select all“ und dann „copy selected images to tab Photometry“
- In Register Photometry wechseln und „select all“ und select „extract green channel of selcted raw files“
- Der extrahierte Grünkanal hat die zusätzliche Endung „_TG“
- Jetzt alle TG-Bilder plate solving mit rechter Maustaste „select all“ und dann „refresh astronomical solutions of selected files“.

Auswertung mit ASTAP einer Serie von photometrischen Bildern II

- Da erste Bild im Register Photometry doppelklicken und im Hauptfenster werden die Veränderlichen und Vergleichssterne markiert. Reinzoomen mit der Rolltaste der Maus. Wenn nicht unter Tools- „Variable star annotation“ anklicken
- Unter „Tools->Clean up“ werden die Markierungen gelöscht und mit „Variable star annotation“ wieder angezeigt.
- Der Veränderliche „Var“, der Vergleichssterne mit „Check und der Kontrollstern mit „3“ markiert.
- Die Größe der Messblende „Aperture“ und des Umfeld „Anulus“ kann verändert werden.
- Die Photometrie starten mit dem Abspiel-Button „> | “
- Wenn bei den Helligkeiten „?“ stehen muss die Messblende für die 3 Objekte neu gesetzt werden und wieder abgespielt werden.

Auswertung mit ASTAP einer Serie von photometrischen Bildern III

- Die Ergebnisse könne mit der rechten Maustaste selektieren und in den „clipboard“ kopieren und beispielweise in Excel kopieren.
- Einen AAVSO-Report zeigt graphisch die Ergebnisse und kann als Datei gespeichert werden.
- Der Fehlerbalken der Daten ist $1/\text{SNR}$

Resumee visuelle Helligkeitsschätzung

- Mit der visuellen Schätzmethode, Interpolation oder Argelander lassen sich Veränderliche Sterne schnell und effizient beobachten insbesondere wenn man sich gut am Himmel auskennt und sie per Hand einstellt.
- Ich nutze eine Mischung aus Interpolation und Argelander 1 Stufe = 0,1 mag
- Vom bloßem Auge über das Fernglas bis zum Teleskop lassen Veränderliche beobachten. Ein parallaktische Montierung und Nachführung ist nicht erforderlich. Der Dobson ist hier das optimale Teleskop, viel Öffnung fürs Geld.
- Bei regelmäßiger Beobachtung, 1-2x die Woche hat man die Sternkarten alle im Kopf und erhält viele Beobachtungen in kurzer Zeit.
- Je nach Zeitaufwand lassen individuelle Beobachtungsprogramme zusammenstellen. Kurzperiodische in einer Nacht oder Langperiodische oder Eruptive 1-2x die Woche je nach Wetter.
- Nachteil: Nach langer Pause vergisst man die Sternkarten und muss sie wieder sich neu einprägen.
- Die Schätzungen des Abends müssen am nächsten Tag in die Objektlisten übertragen werden. Nicht zu lange damit warten.

Resumee Photometrie DSLR/CCD I

- Etwas genauer und ohne großen technischen Aufwand ist die Photometrie mit der DSLR.
- Sie liefert genauere Ergebnisse als die Schätzmethode dazu noch in definierten Farbbereiche.
- Beschränkt man sich auf differentielle Messungen, ist nur der Zeitpunkt von Maxima/Minima interessant.
- Der Grünkanal entspricht am ehesten dem photometrischen V.
- Die Helligkeiten der DSLR/CMOS-Farbkamera werden mit TR, TG und TB bezeichnet. Helligkeiten von Vergleichsternen in TR-TG-TB sind eher nicht zu finden.
- CMOS-Farbkamera ohne Filter wird mit CV gekennzeichnet
- Will man seine Messungen mit BVR- Helligkeiten vergleichen ist eine Transformation von Eichfeldern und Erstellung der Transformations-Matrix TR-TG-TB -> B-V-R notwendig.
- Will man letzteres und hat man schon Erfahrungen mit der DSLR-Photometrie ist der Umstieg von CCD und BVR-Filtern einfach. Zumal gebrauchte CCD-Kameras sehr günstig sind.

Resumee Photometrie DSLR/CCD II

- Da die Kamera DSLR oder CCD hier als Messgerät verwendet wird muss man sie kalibrieren und ihre Ungenauigkeiten ermitteln.
- Ausmessen der Linearität
- Das gilt auch für die Auswertungsprogramme.
- Das erfolgt an gut bekannten kurzperiodischen Veränderlichen wo man sein Equipment und seinen Workflow testen kann.
- Erst nach ausgiebigen Tests von Equipment und Auswertung in neue Arbeitsgebiete stürzen, wie etwa die Messung von Exo-Planeten.