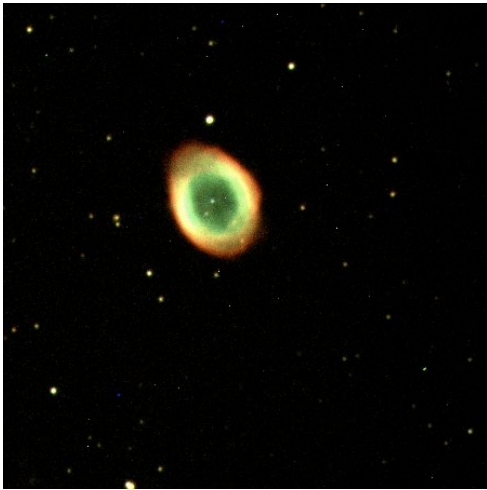
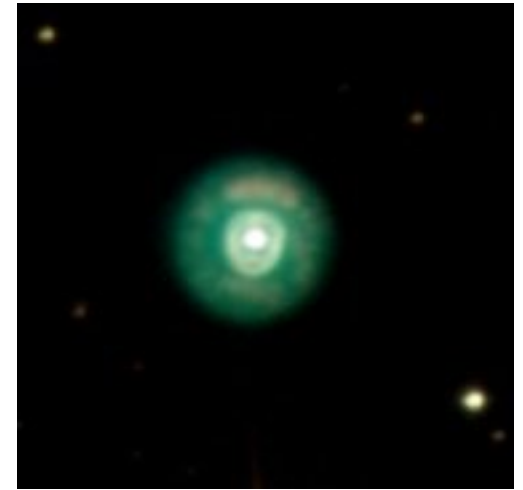




Astronomie



Kursjahr 2016/17

Leibniz Kolleg Tübingen

PD Dr. Thorsten Nagel

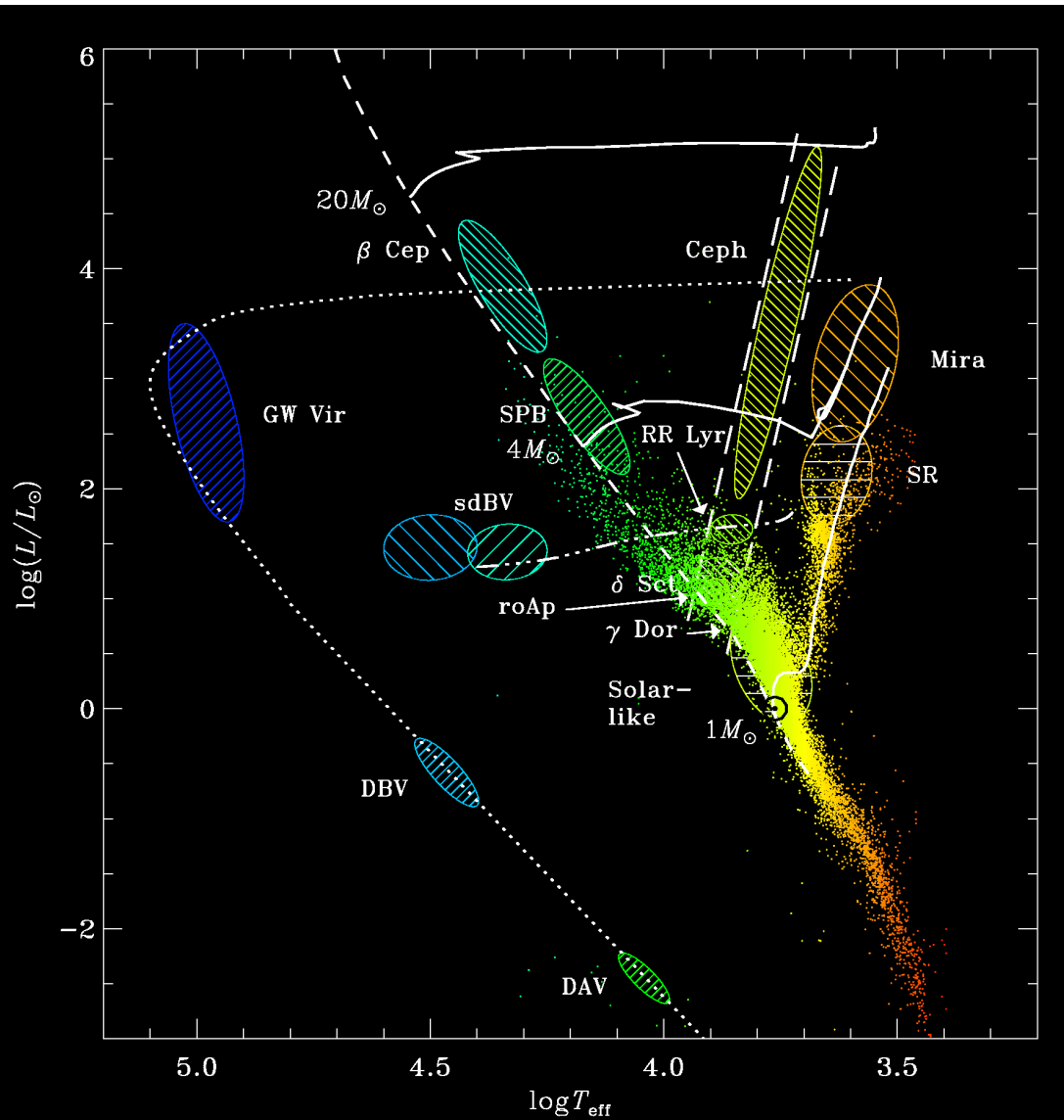
Kapitel 4

Veränderliche Sterne

Überblick

- Extrinsisch
 - Bedeckungsveränderliche
 - Rotationsveränderliche
- Intrinsisch
 - Eruptionsveränderliche
 - Zwergnova, Nova, Supernova, R Cor Bor
 - Pulsationsveränderliche
 - Mira, Cepheiden, RR Lyrae, pulsierende WZ

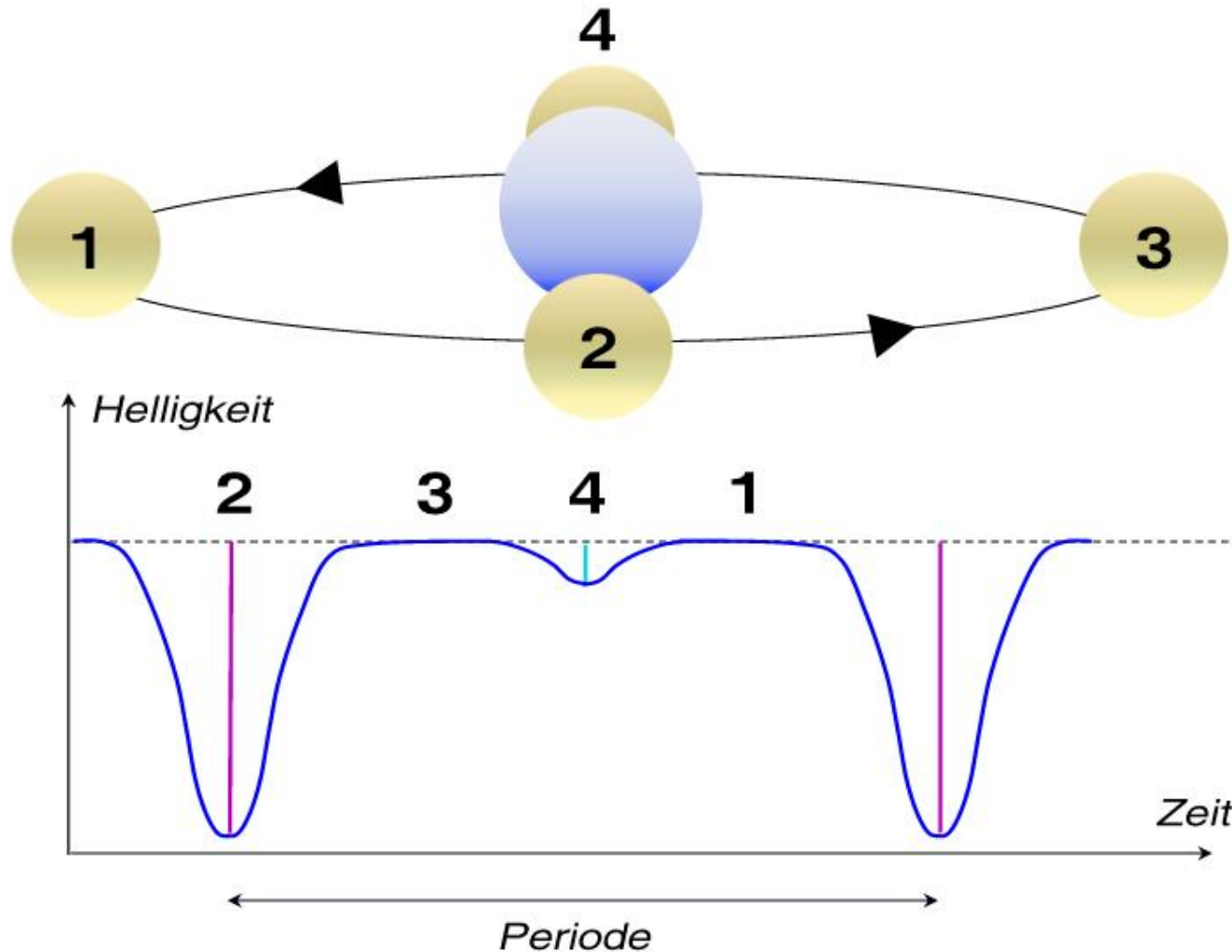
Überblick



HRD mit Pulsationsveränderlichen

Bedeckungsveränderliche

Bedeckungsveränderlicher

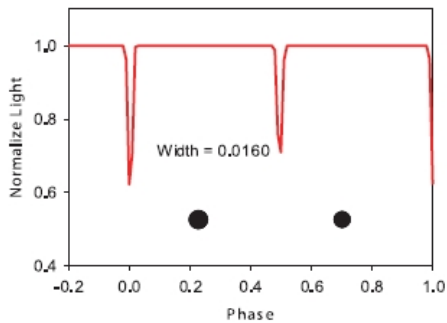


Bedeckungsveränderliche

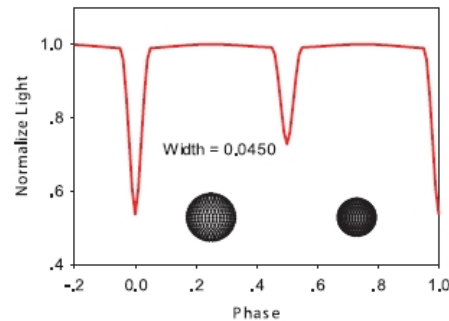
- Aus der Form der Lichtkurve kann auf Geometrie zurückgeschlossen werden

Young-Woon, 2010

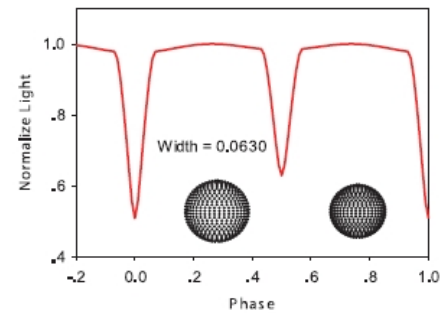
TV Cet (Detached)



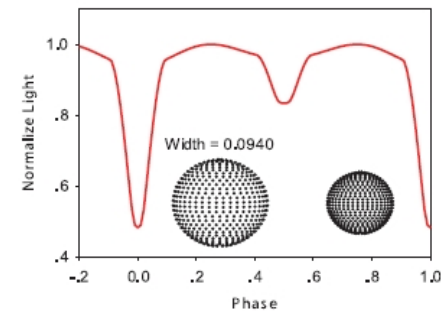
TX Her (Detached)



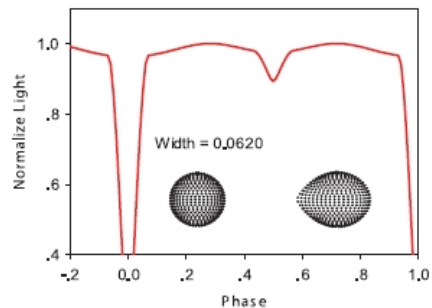
V364 Cas (Detached)



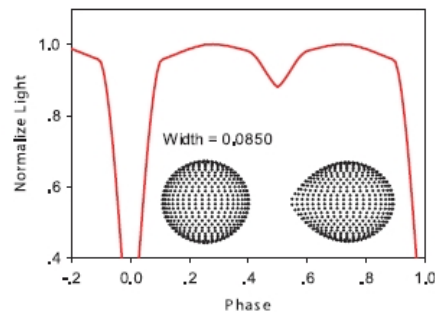
RT And (Detached)



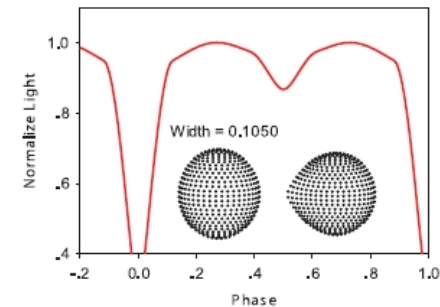
S Equ (Semi-detached)



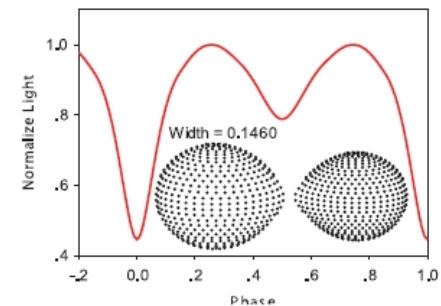
XZ Pup (Semi-detached)



V463 Cyg (Semi-detached)



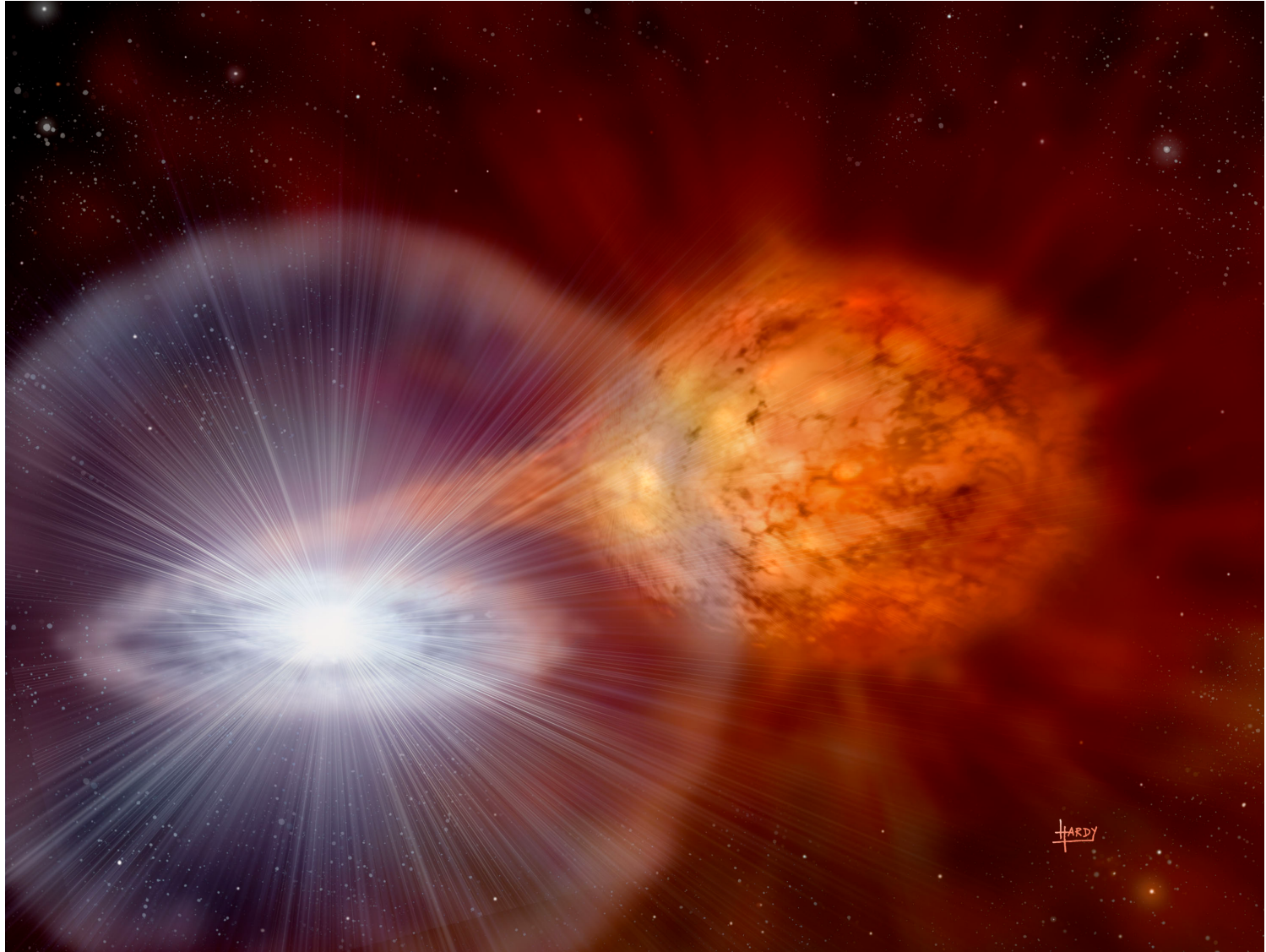
RZ Dra (Semi-detached)



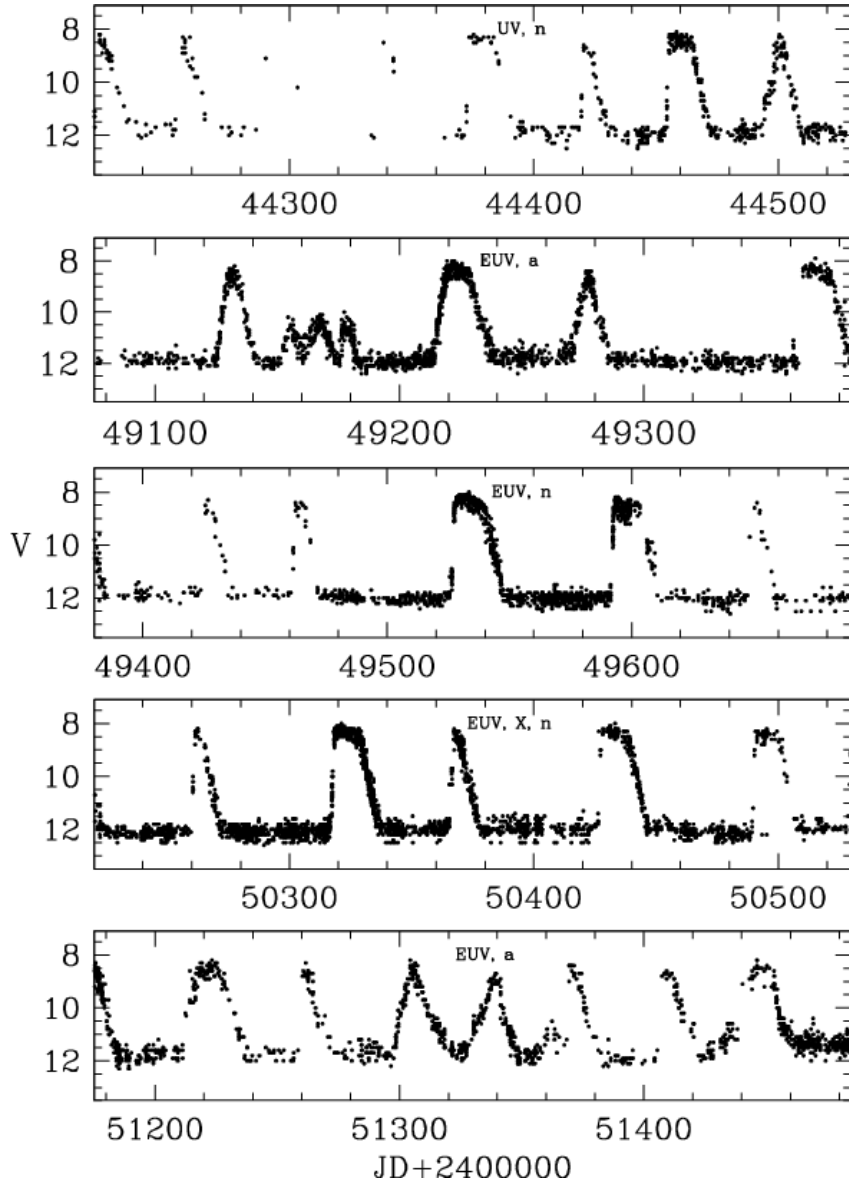
Eruptionsveränderliche

- Zwergnova
 - Enges, wechselwirkendes Doppelsternsystem aus Weißem Zwerg und Hauptreihenstern
 - Materie strömt von Hauptreihenstern auf WZ über (Roche Lobe Overflow)
 - Akkretionsscheibe um WZ bildet sich
 - Temperatur und Helligkeit in Akkretionsscheibe kann quasi-periodisch variieren: Zwergnova (bis 5 mag heller)

Eruptionsveränderliche



Eruptionsveränderliche



Lichtkurve der berühmten
Zwergnova SS Cygni
(Schreiber et al. 2003)

Eruptionsveränderliche

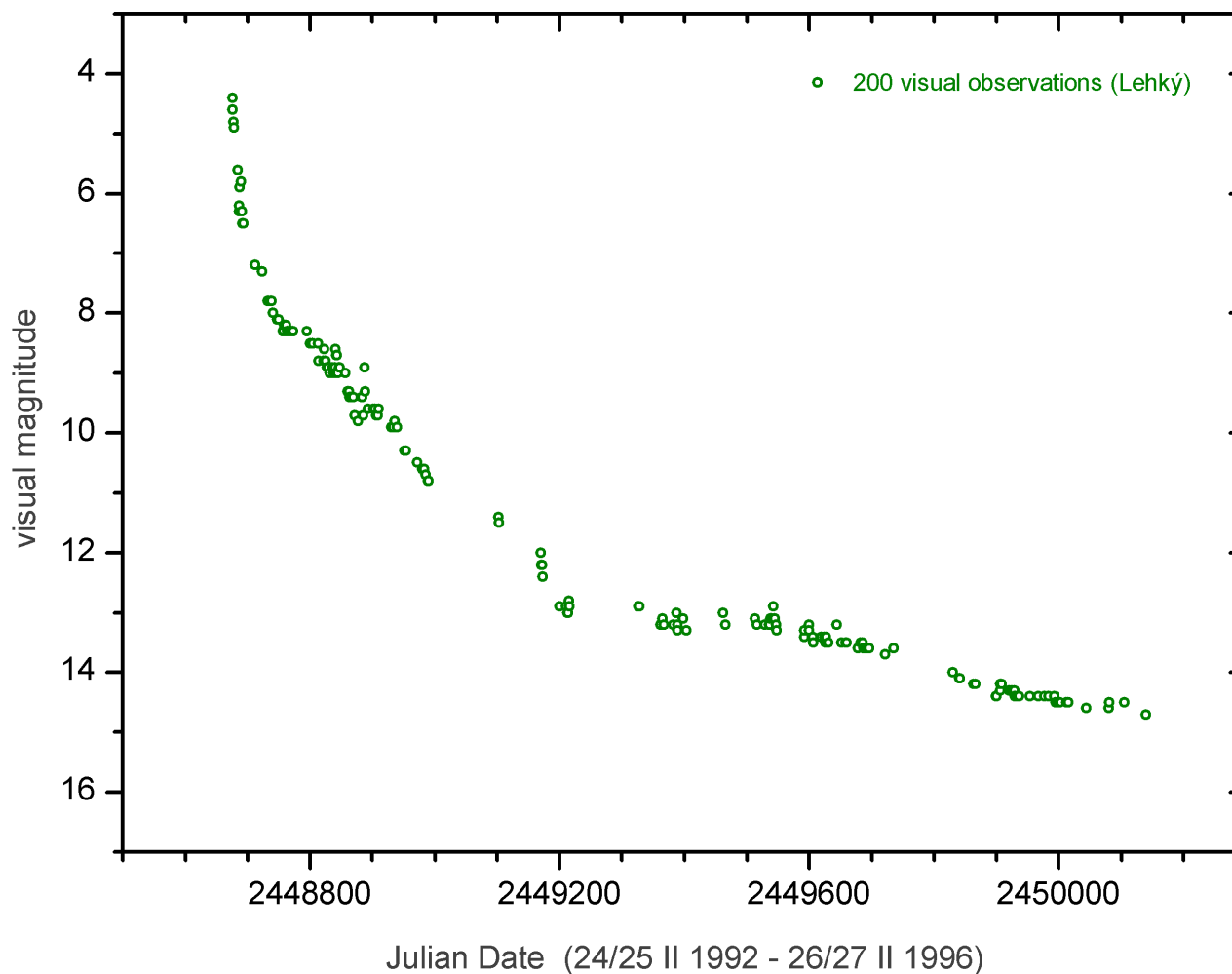
- Nova und rekurrierende Nova
 - Im Zwergnova-System wächst Masse des WZ durch Akkretion aus der Scheibe an
 - An der Oberfläche des WZ sammelt sich vor allem Wasserstoff (äußere Schichten des Begleiters)
 - Wenn Temperatur und Dichte am Boden der akkretierten Schicht hoch genug zündet Wasserstofffusion explosionsartig an Oberfläche des WZ: Nova (bis zu 10 mag heller)

Eruptionsveränderliche

- Nova und rekurrierende Nova
 - Akkretierte Schicht wird ins All geschleudert, evtl. sogar Teil der alten Oberfläche des WZ
 - WZ sammelt erneut Materie aus der Scheibe an
 - Je nach Masse des WZ wiederholen sich Novae alle 100 (WZ schwer) bis viele 100.000 Jahre
 - Gesamtmasse kann so im Laufe von vielen Jahrmillionen u.U. zunehmen

Eruptionsveränderliche

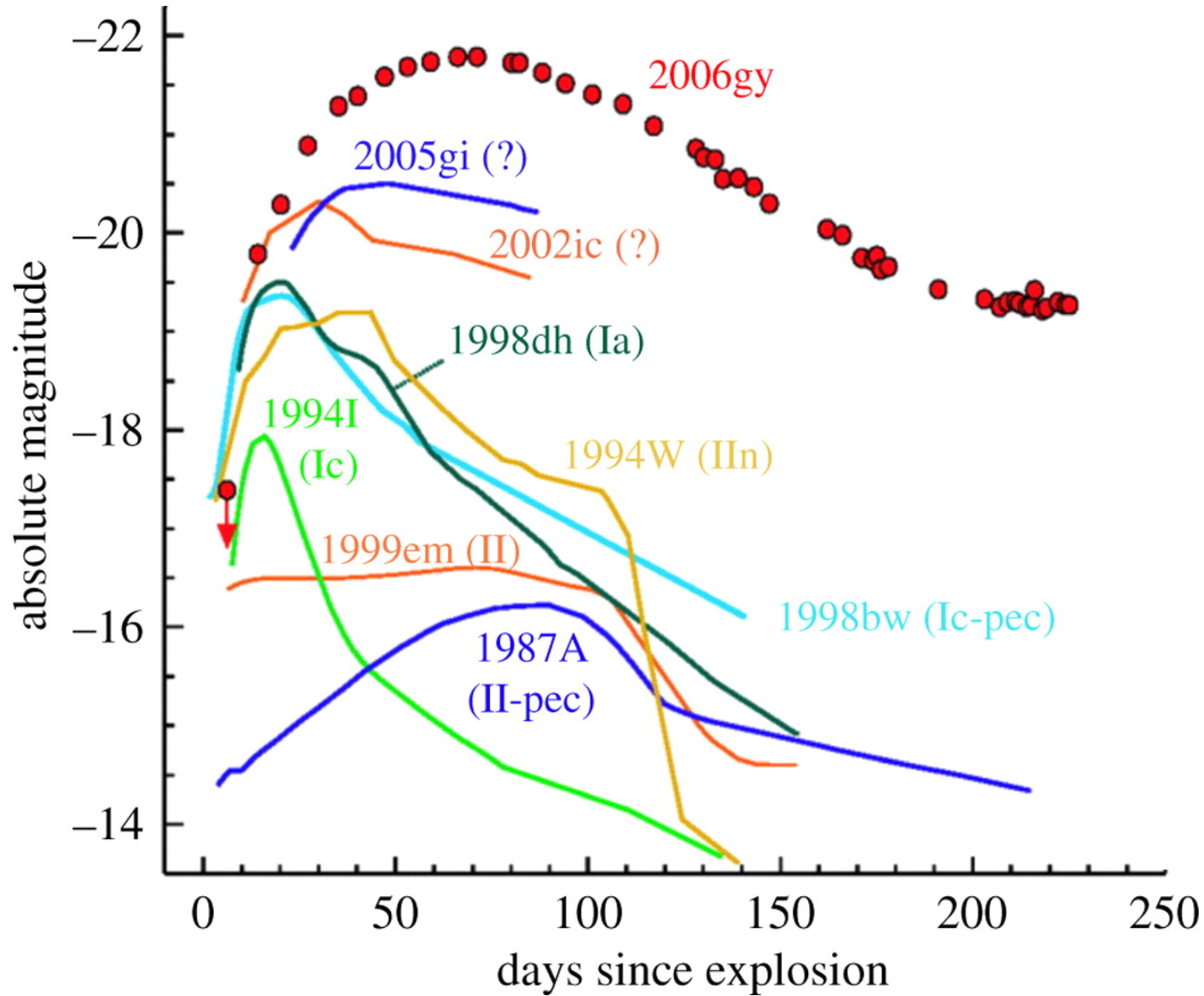
Visual lightcurve of nova Cygni 1992 = V1974 Cyg



Eruptionsveränderliche

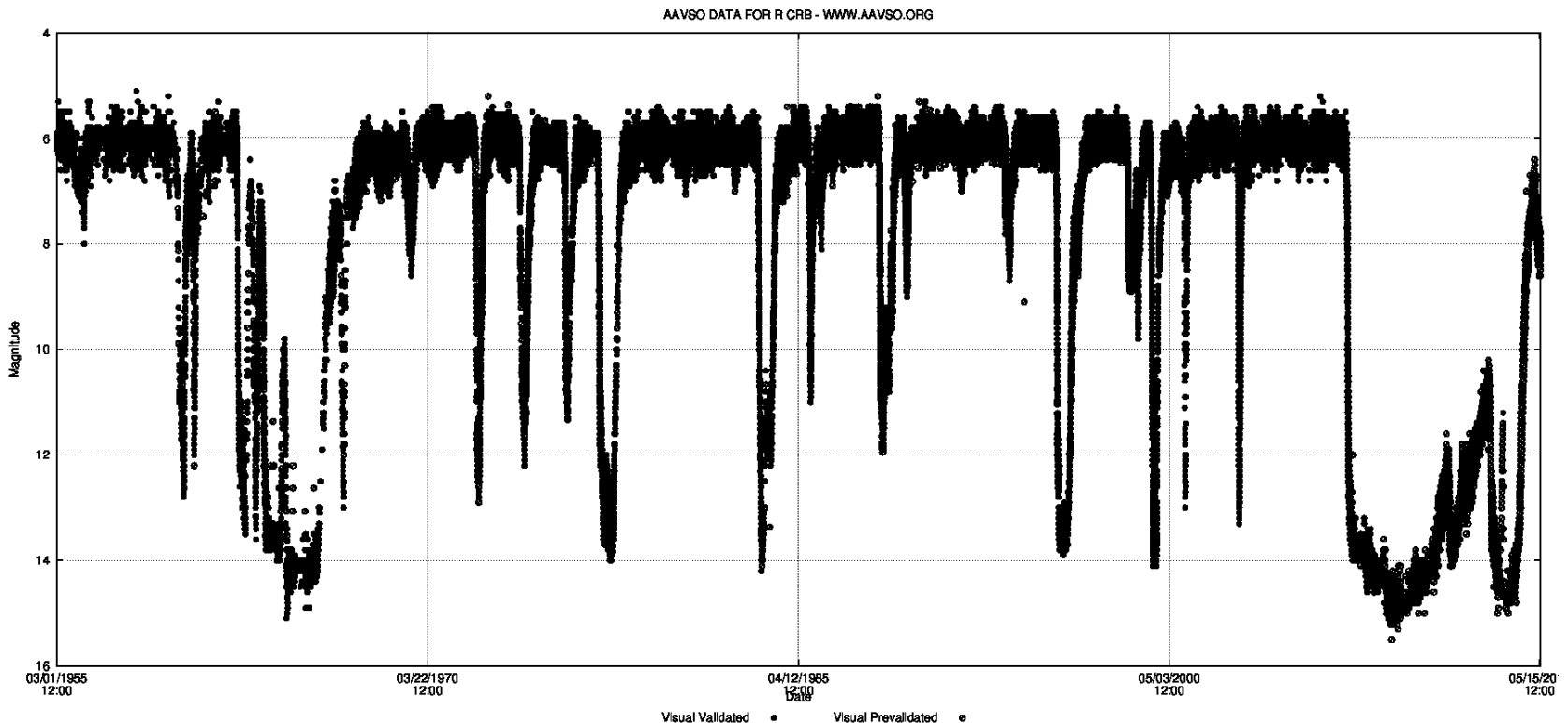
- Supernova Typ Ib,c und Typ II
 - Explosion eines sehr massereichen Sterns am Ende der Fusionsprozesse, NS oder BH entsteht
- Supernova Typ Ia
 - Lehrbuch: Überschreiten der Chandrasekhar Masse eines WZ in engem Doppelsternsystem (s. Nova)
 - Neueste Forschung: Verschmelzen zweier WZ, auch sub-Chandrasekhar

Eruptionsveränderliche



Eruptionsveränderliche

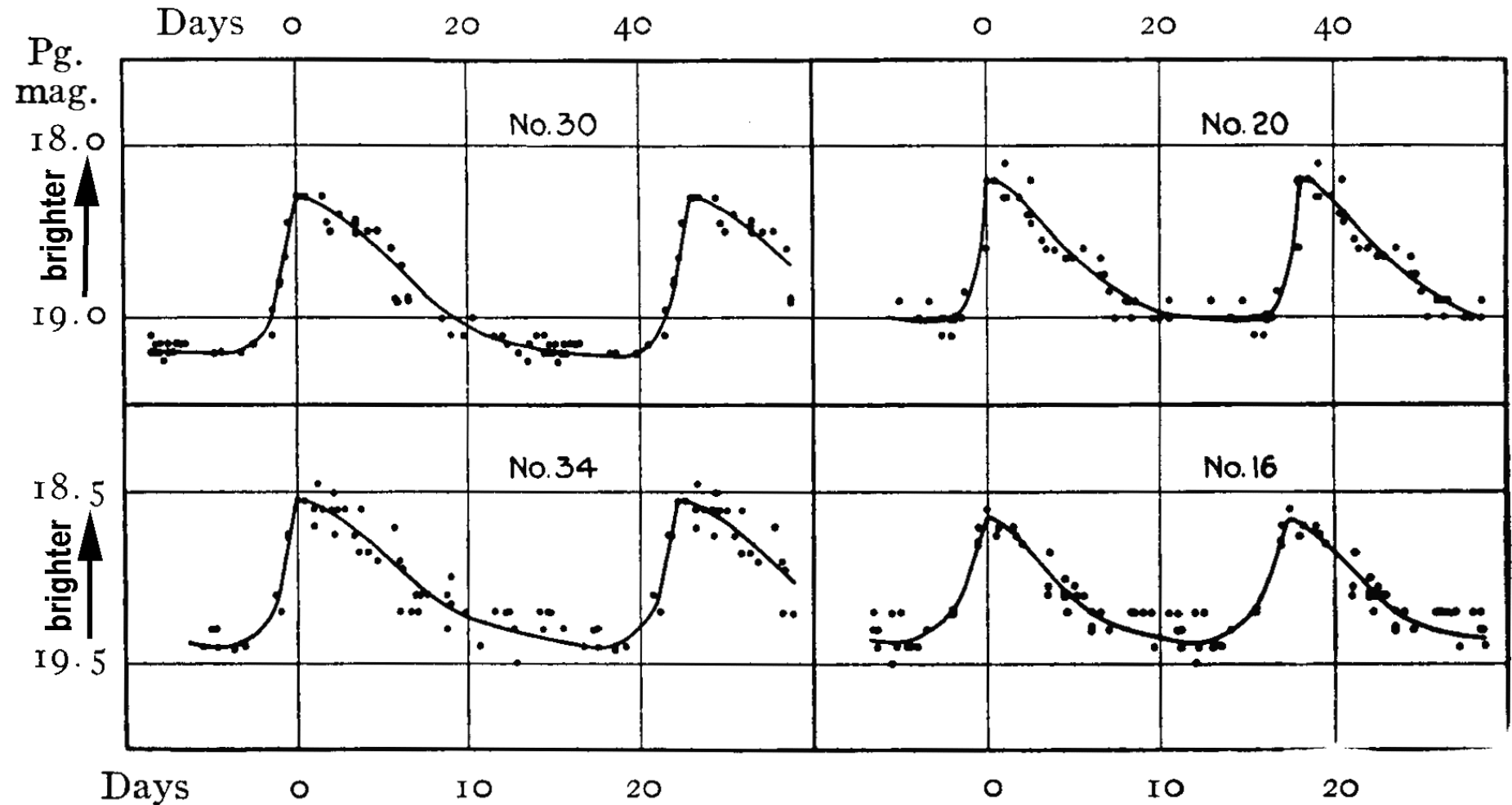
- R Coronae Borealis
 - Ruß-Sterne: In unregelmäßigen Abständen steigen Kohlenstoffwolken in der Sternatmosphäre auf



Pulsationsveränderliche

- Cepheiden
 - Riesensterne
 - Pulsationsperioden ca. 1 - 100 Tage
 - Helligkeitsamplitude ca. 2 mag
 - Kappa-Effekt verursacht Pulsation
 - Perioden-Leuchtkraft-Beziehung erlaubt Nutzung als Standardkerzen zur Entfernungsmessung
 $M = -2,81 * \log (P/\text{Tage}) - 1,43$

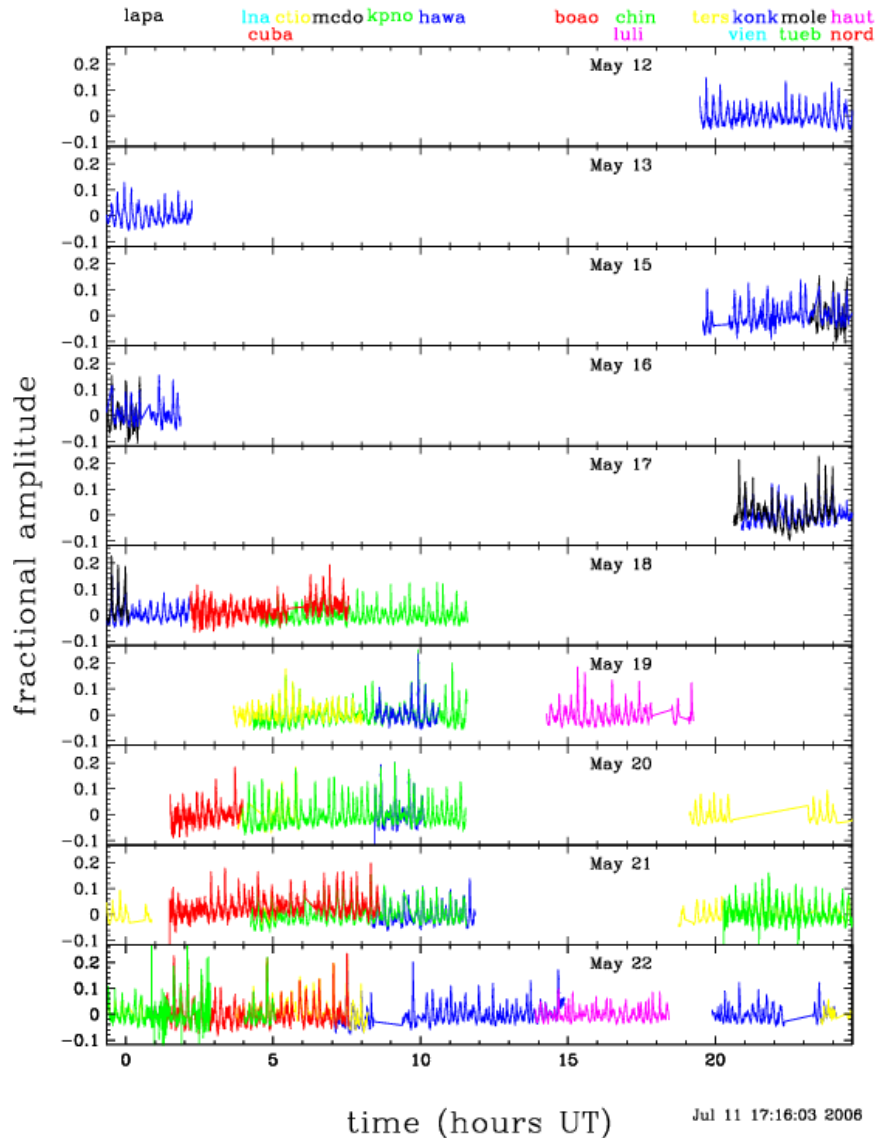
Pulsationsveränderliche



Pulsationsveränderliche

- Pulsierende Weiße Zwerge
 - Perioden wenige Minuten, Amplituden ca. 0,5 mag
 - Keine sphärisch-symmetrisch radiale Pulsation sondern Überlagerung verschiedener Vibrationen
 - Perioden hängen von innerer Struktur (Dichte, Druck) ab
 - Asteroseismologie erlaubt indirekt Blick ins Innere des Sterns → Vergleich mit theoret. Vorhersagen

Pulsationsveränderliche



Lichtkurve des DBV GD358
aus dem Jahr 2006

Kampagne des Whole Earth
Telescope WET

Pulsationsveränderliche

Lichtkurve des DBV GD358 aus dem Jahr 2006

Kampagne des Whole Earth Telescope WET

