



# Kosmische Blinklichter

Vortrag für ASVG

Nadine Amlacher

Mittwoch, 4. Juni 2008



# Ablauf

- Einleitung
- Theorie
- Auswertung
- Resultate
- Diskussion & Fragen

# Einleitung

---

- Aufgabenstellung Matura-Arbeit:

*Entfernungsbestimmung eines Kugelsternhaufens mit veränderlichen Sternen und deren Perioden.*

- Anwendung der Methode von  
Henrietta Swan Leavitt
- Sternwarte Zimmerwald lieferte die Aufnahmen.

# Theorie: Kugelsternhaufen ?

---

- Nebelartige Objekte
- Grenzposten von Galaxien
- Bis 1'000'000 Sterne
- Alte Sterne gleicher Population



# Theorie: Kugelsternhaufen ?

---

- Entstehung:
  - Kaum verstandenes Phänomen
  - Vermutlich gleichzeitig mit Galaxie
  - Durch Sternbildung in einer Galaxie
- Eigenschaften:
  - $< 10^{12}$  Jahre alt
  - Tiefer Metallgehalt = Population 2
  - Kreisen elliptisch um Galaxiezentrum
  - ca. 150 Lj Durchmesser

# Theorie: Sterntypen

- kleine Sterne  $\leftrightarrow$  grosse Sterne
- dunkle Sterne  $\leftrightarrow$  helle Sterne
- Helligkeitsangaben in Magnitude (logarithmisches Mass)



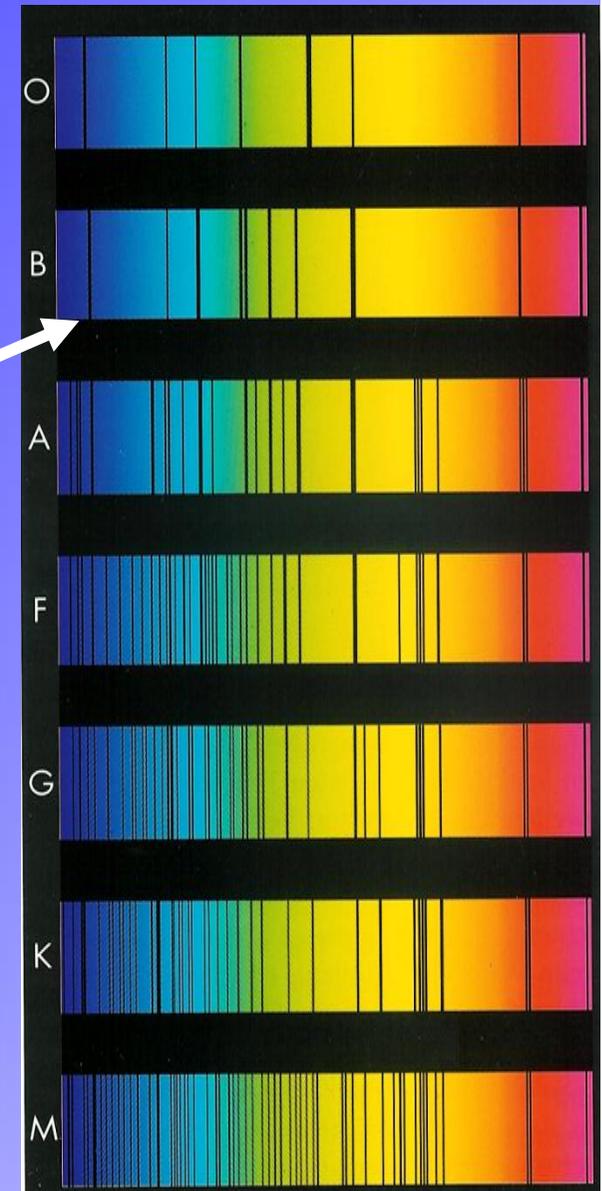
# Theorie: Sterntypen

- Verschiedene Farben  
→ Spektralklassen
- Absorptionslinien  
→ Metallgehalt
- Sternart ist abhängig vom Entwicklungsstadium und Anfangsmasse.

Blauer Stern

Sonne

Roter Stern



# Theorie: optisch veränderliche Sterne

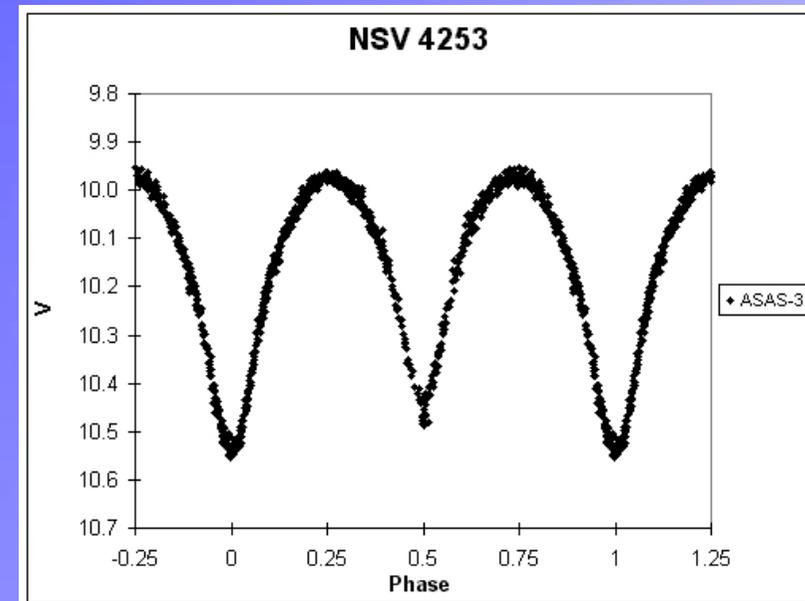
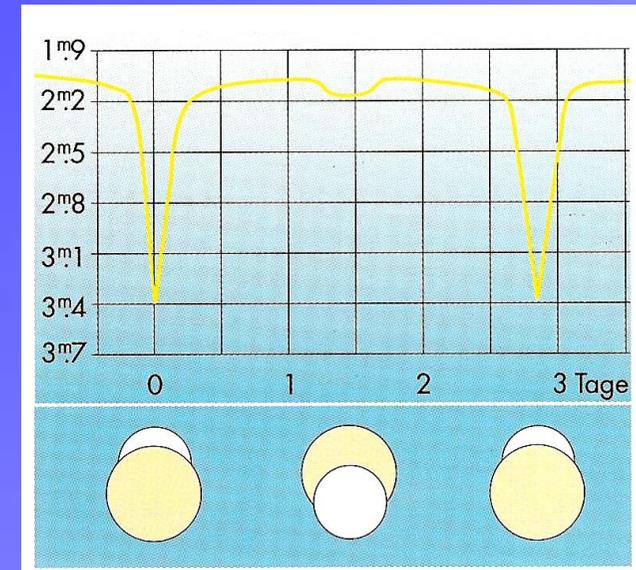
---

Scheinbare Helligkeit variiert durch geometrische Effekte.

- Bedeckungsveränderliche
  - Algol, Doppelsternsysteme
- Elliptisch- / Rotationsveränderliche
  - Enge Doppelsternsysteme
  - Alpha<sup>2</sup>-Canum-Venaticorum-Sterne

# Theorie: optisch veränderliche Sterne

- Bedeckungsveränderliche
- Elliptisch- / Rotationsveränderliche



# Theorie: physisch veränderliche Sterne

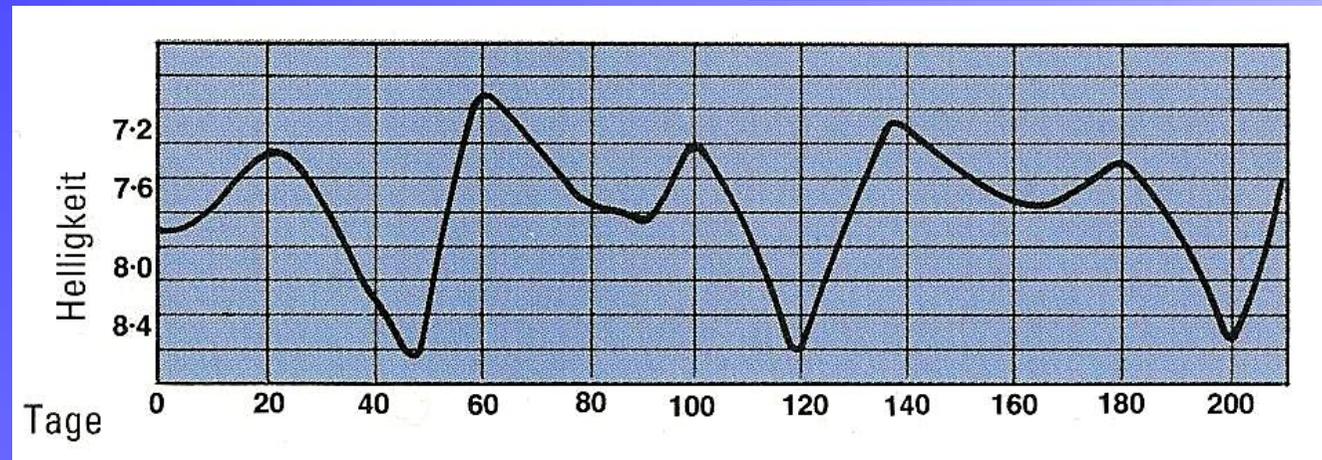
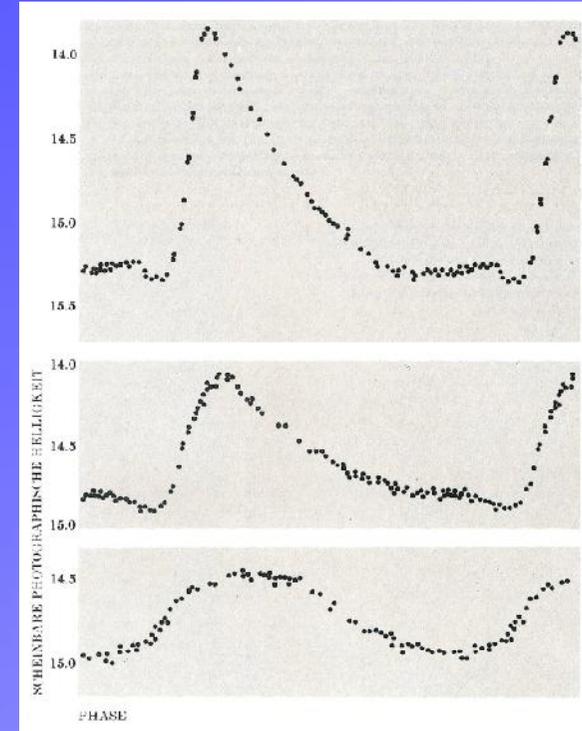
---

Helligkeitsänderung wird hervorgerufen durch Prozesse im Stern.

- Pulsationsveränderliche
  - Cepheiden, RR Lyrae, W Virginis, .....
- eruptiv Veränderliche
  - Novae, Supernovae

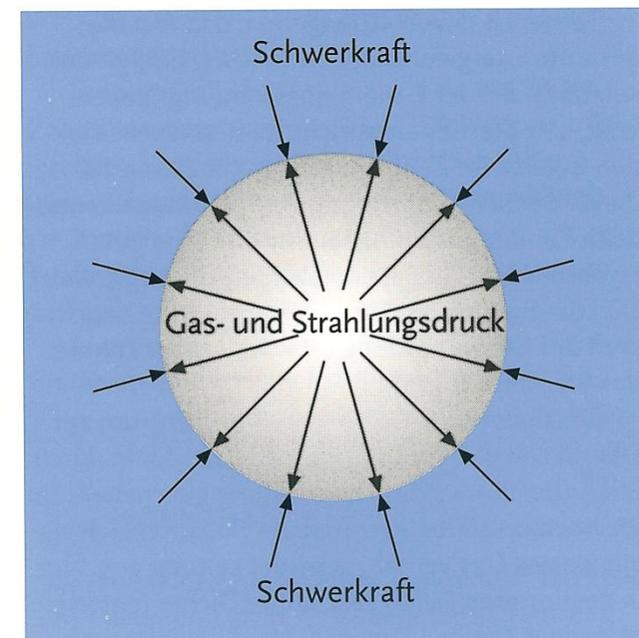
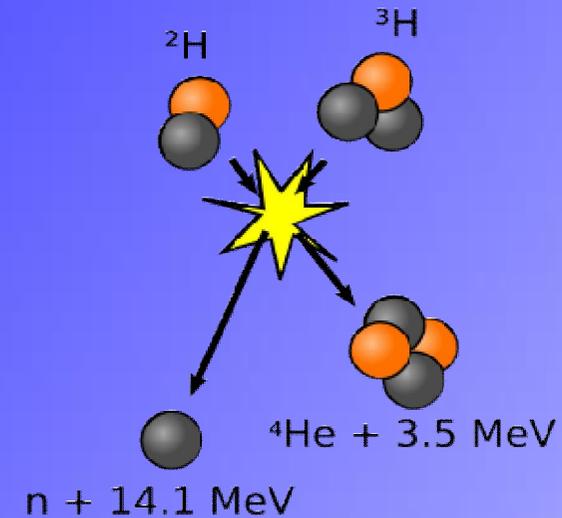
# Theorie: physisch veränderliche Sterne

- Pulsationsveränderliche
- Eruptiv Veränderliche



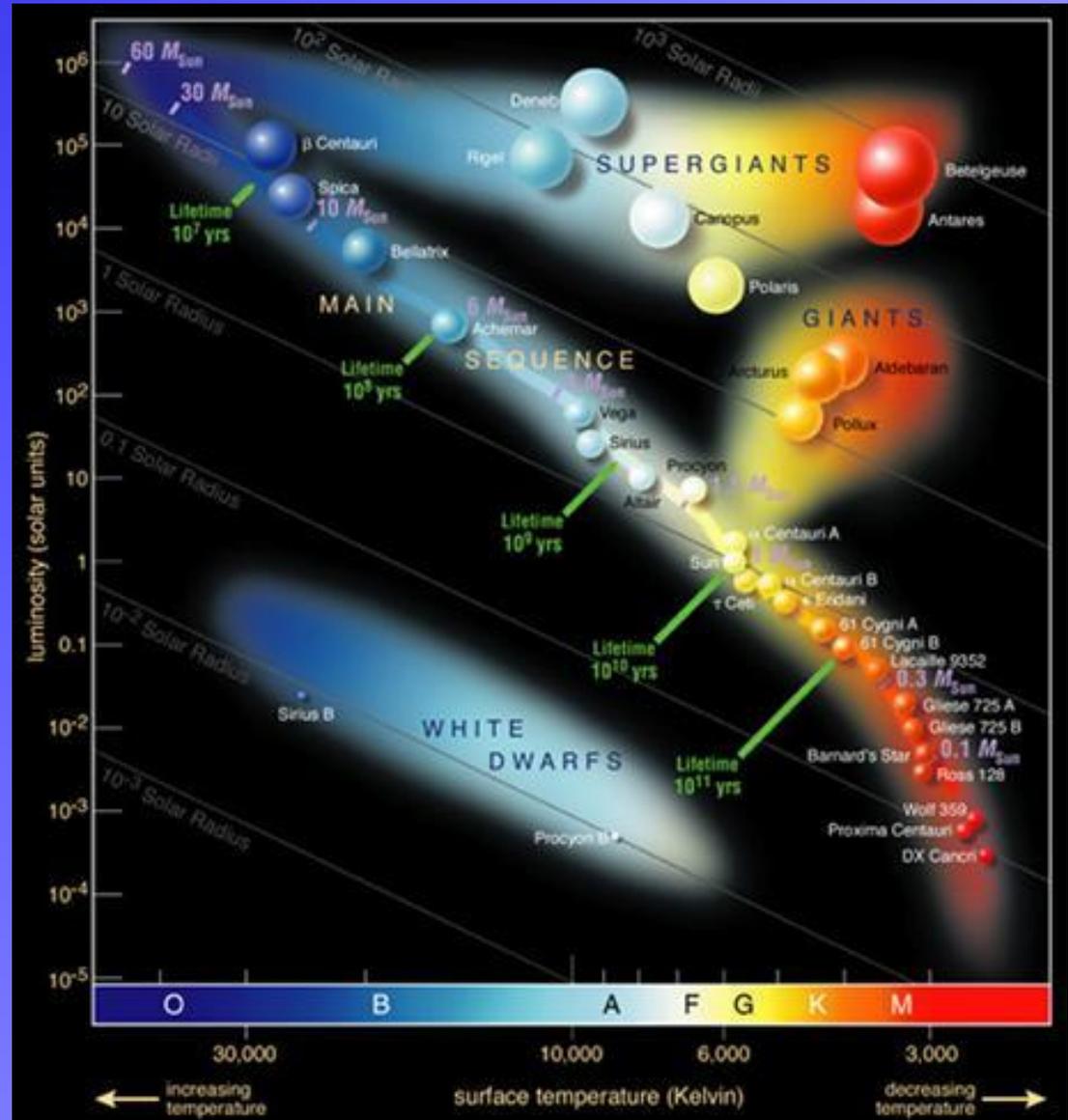
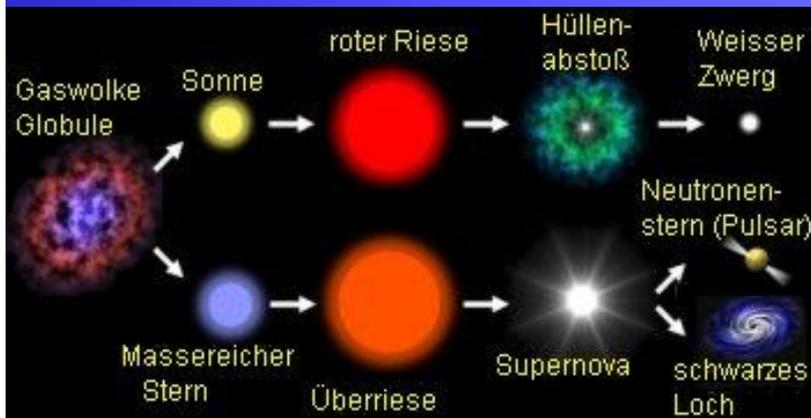
# Theorie: Sternaufbau

- Wasserstoffbrennen  
→ Energiequelle
- Gravitation und Strahlungsdruck  
befinden sich im Gleichgewicht

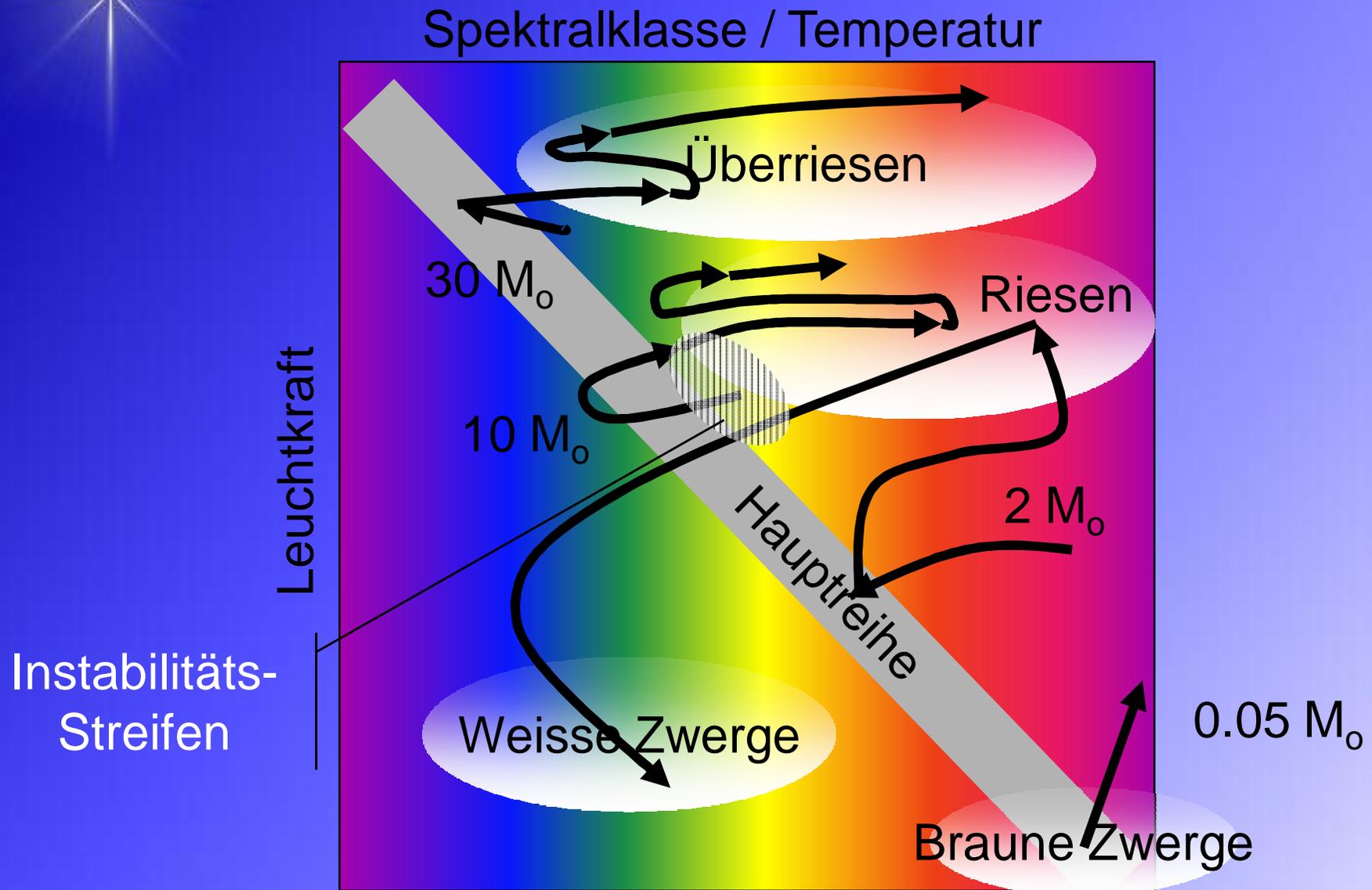


# Theorie: HR-Diagramm

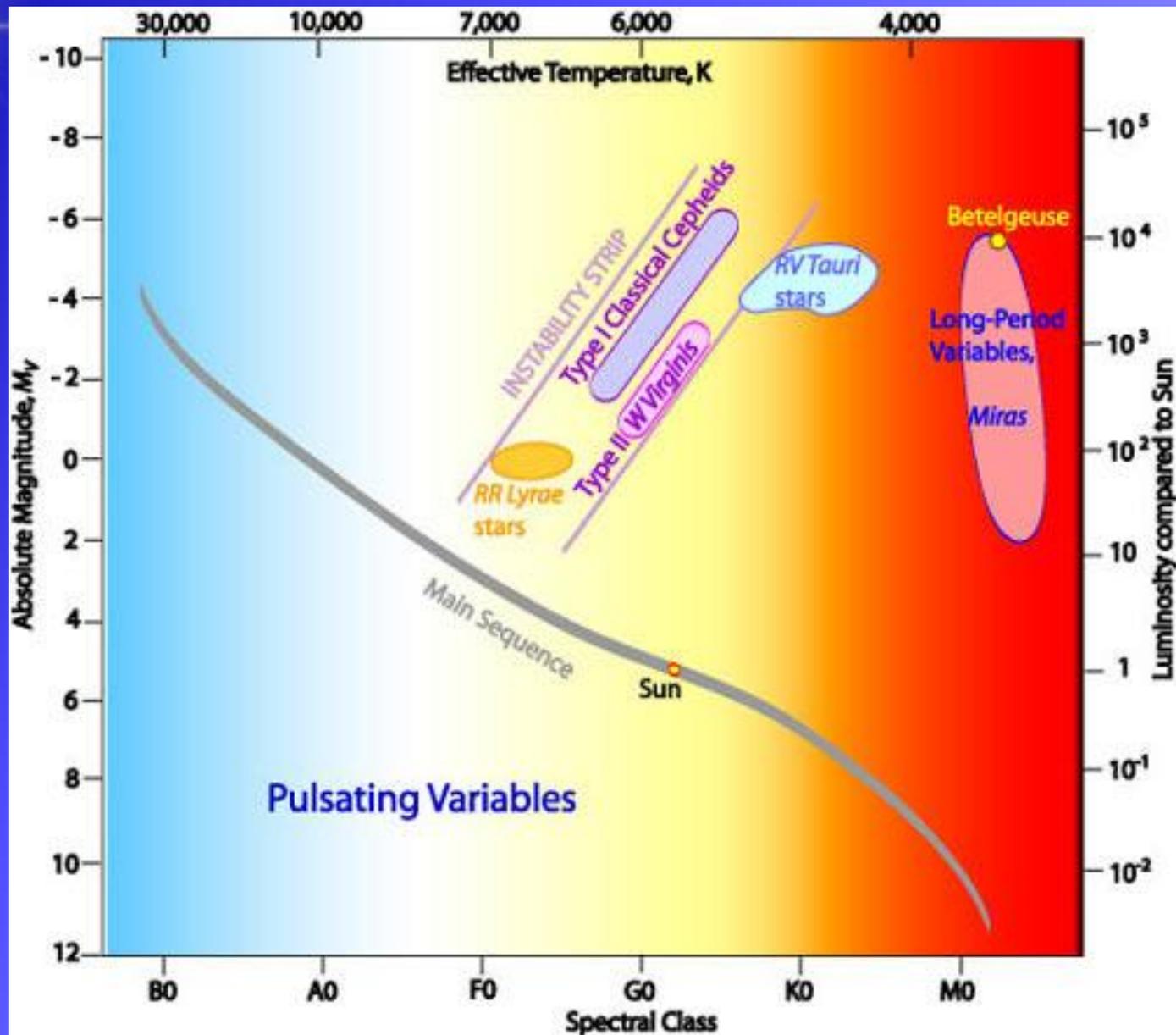
- Auffällige Hauptreihe
- Riesen & Zwerge
- Arten des Sterntodes



# Theorie: Lebenszyklus von Sternen

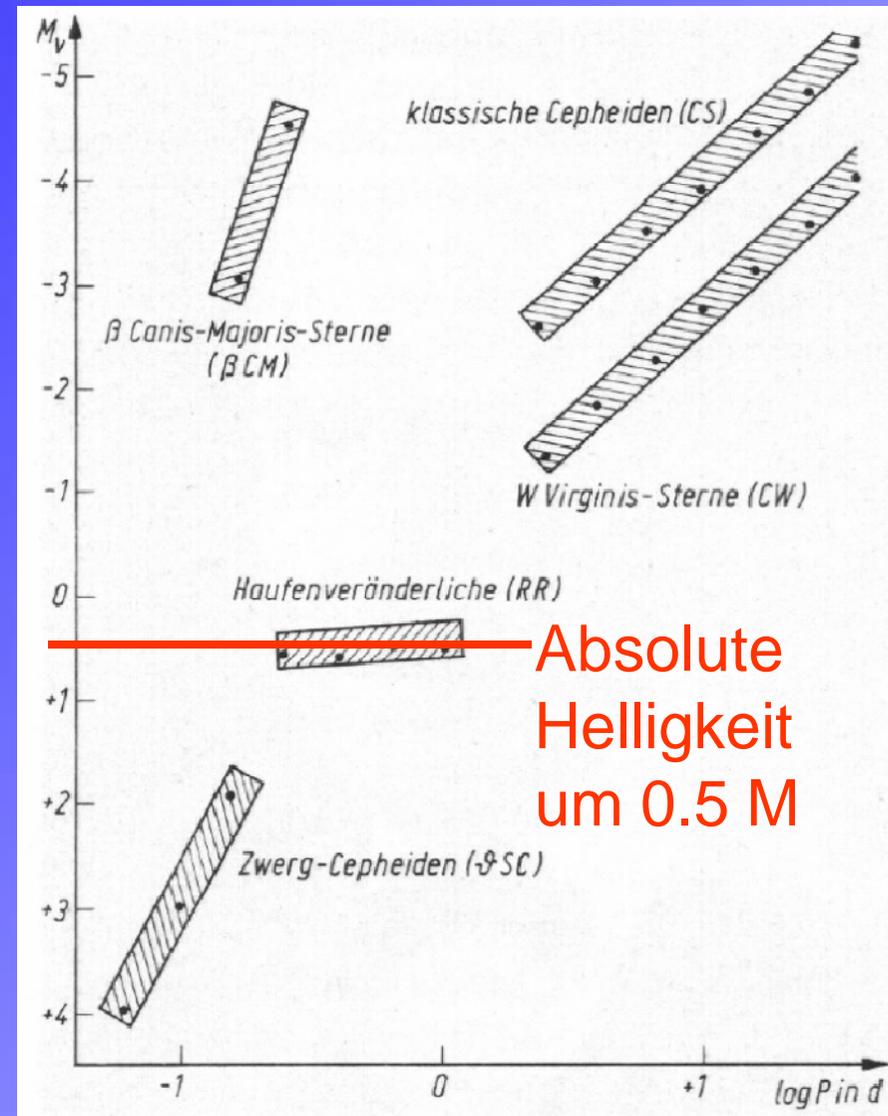


# Theorie: Instabilitäts-Streifen



# Theorie: Instabilitäts-Streifen

- Eigenschaften von physisch Veränderlichen
- RR Lyrae-Sterne sind in gleicher Entwicklungsphase



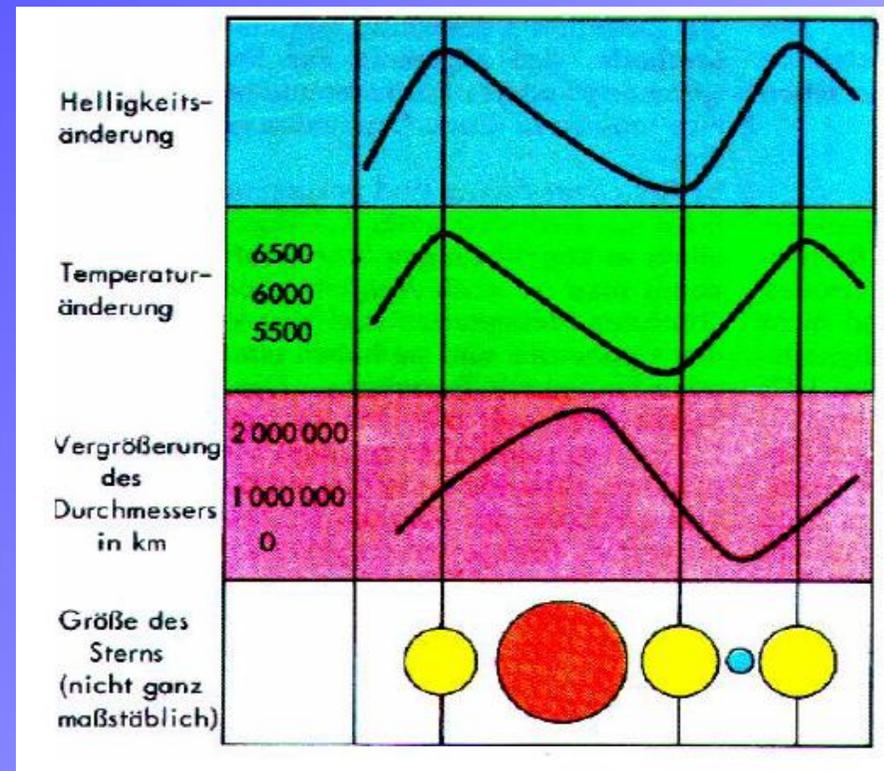
# Theorie: RR Lyrae-Sterne

---

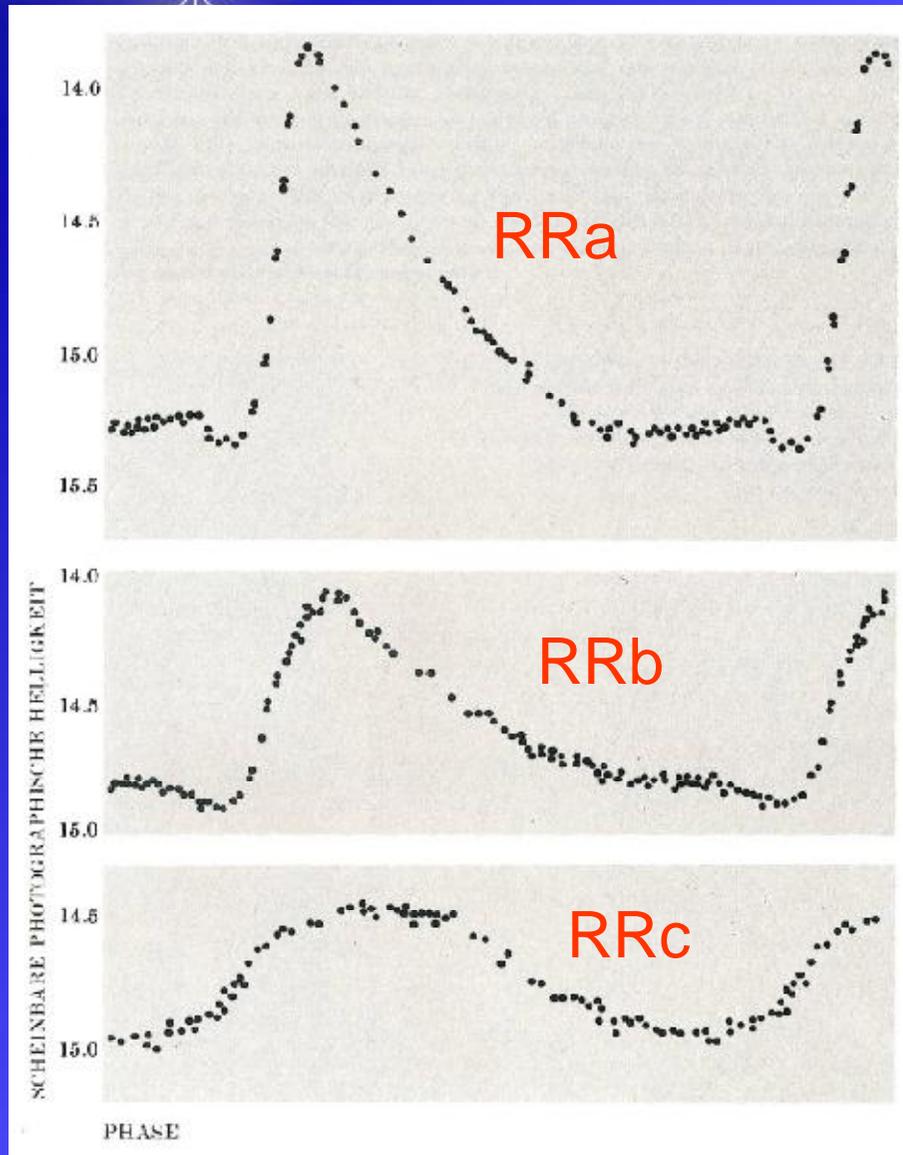
- Halo-Sterne und gehören zur Population II
- Aufenthaltsort: Randregionen von Kugelsternhaufen
- Typisches Alter:  $> 6 \cdot 10^9$  Jahre
- Radius: 4-6 mal grösser als Sonne
- Initialmasse: 1.2 - 2.5 Sonnenmassen
- Spektralklasse: G und F

# Theorie: RR Lyrae-Sterne

- Pulsation aufgrund  $\kappa$ -Mechanismus
- Grösse und Fusionsgeschwindigkeit sind Gegenspieler



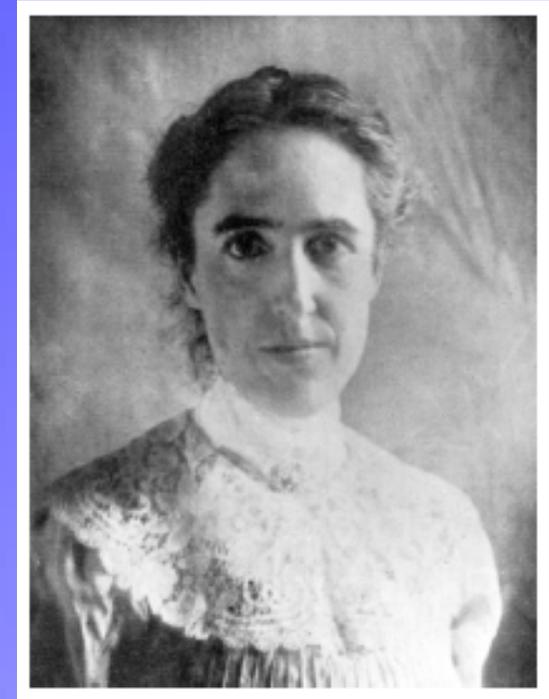
# Theorie: RR Lyrae-Sterne



- Verschiedene Unterklassen
- Periodendauer: 0.2 bis 1.1 Tage
- Amplitude: 0.5 bis 1.5 magnitude

# Theorie: Cepheiden

- Überriesen ( $10 M_{\odot}$ )
- Population I  $\rightarrow$  Metallreich
- Offene Sternhaufen und in jungen Strukturen der Galaxis
- Spektraltyp A und F
- Perioden-Leuchtkraft-Beziehung nach Henrietta Leavitt



Für Cepheiden mit einer Periodendauer kleiner als 10 Tage:  $M_{(med)} = -1.66 - 2.08 \cdot \log(P)$

Für Cepheiden mit einer Periodendauer grösser als 10 Tage:  $M_{(med)} = -1.49 - 2.25 \cdot \log(P)$

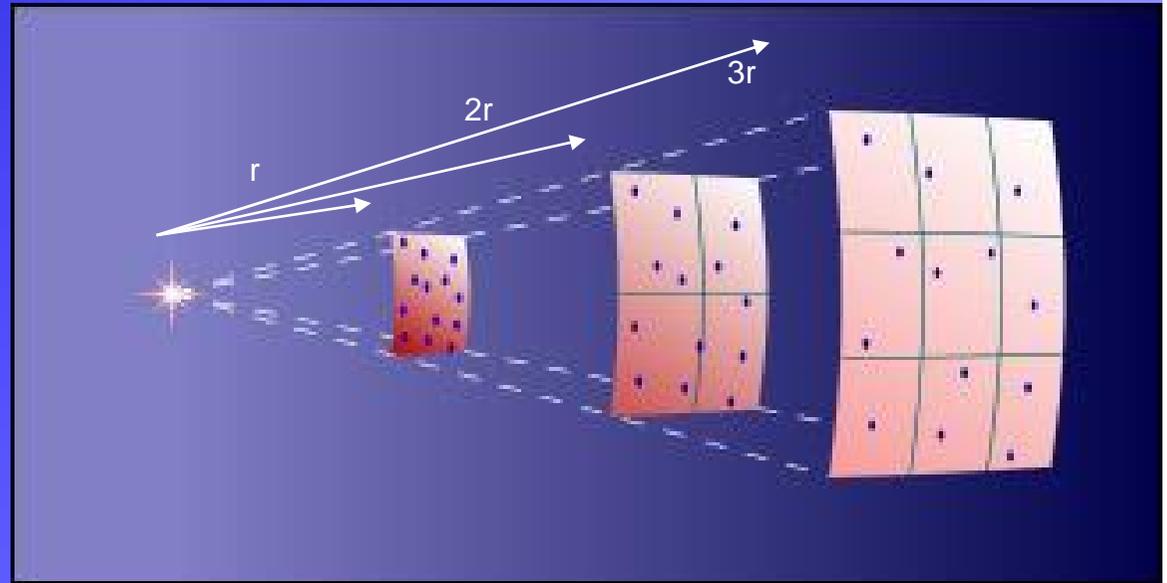
# Theorie: W Virginis-Sterne

---

- Cepheiden der Population II
- → Metallarm
- 1.5M geringere Leuchtkraft als die klassischen Cepheiden

# Theorie: Helligkeit & Entfernung

- Abstandsgesetz  
 $1/r^2$

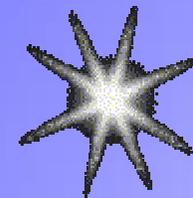


- Entfernungsformel:  $r=10 \frac{(-M+m+5)}{5}$

$m$	=	scheinbare Helligkeit
$M$	=	absolute Helligkeit
$r$	=	Entfernung

# Auswertung: Bildbeschaffung

- 85er Sternwarte Bülach
  - Mit Canon 350d
  - Probleme mit Wetter /Arbeit
- Sternwarte Zimmerwald
  - 230 Bilder, 1 Meter Durchmesser



# Vergleich der Bilder von M15



Zimmerwald mit CCD



Bülach mit Canon 350d

# Bild-Auswertung / Software

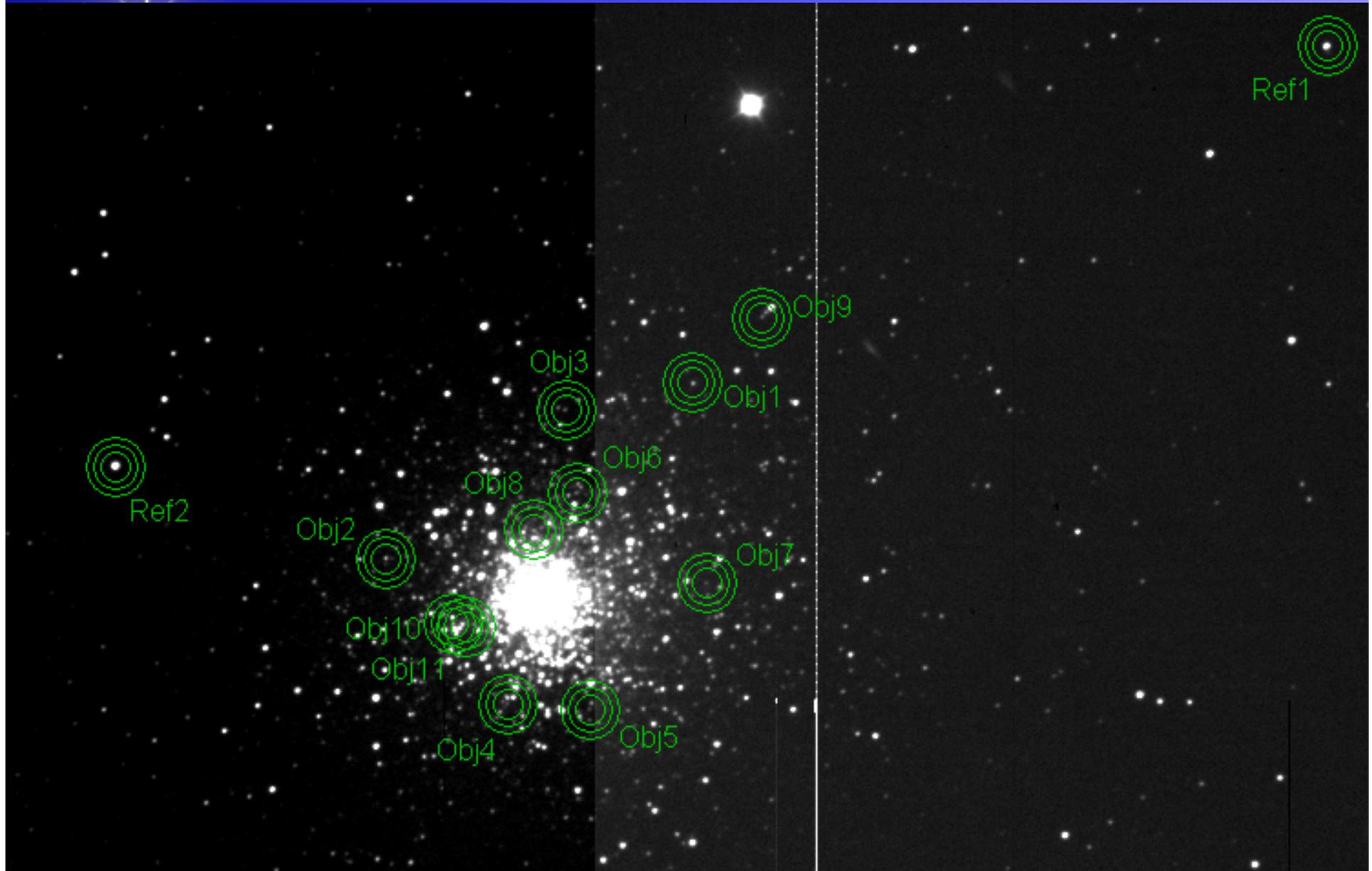
---

- FITS → TIFF mit *Fits-Liberator 2*
- Ausrichten und Animation mit *Registax 4*
- Helligkeitsmessung mit *MaxIm DL 4.51*
- Periodenbestimmung mit *PhasPlot 1.0*
- Rohdatenanalyse mit *Excel und Matlab*
- Referenzhelligkeiten mit *Starry Night Pro 5.8.2*

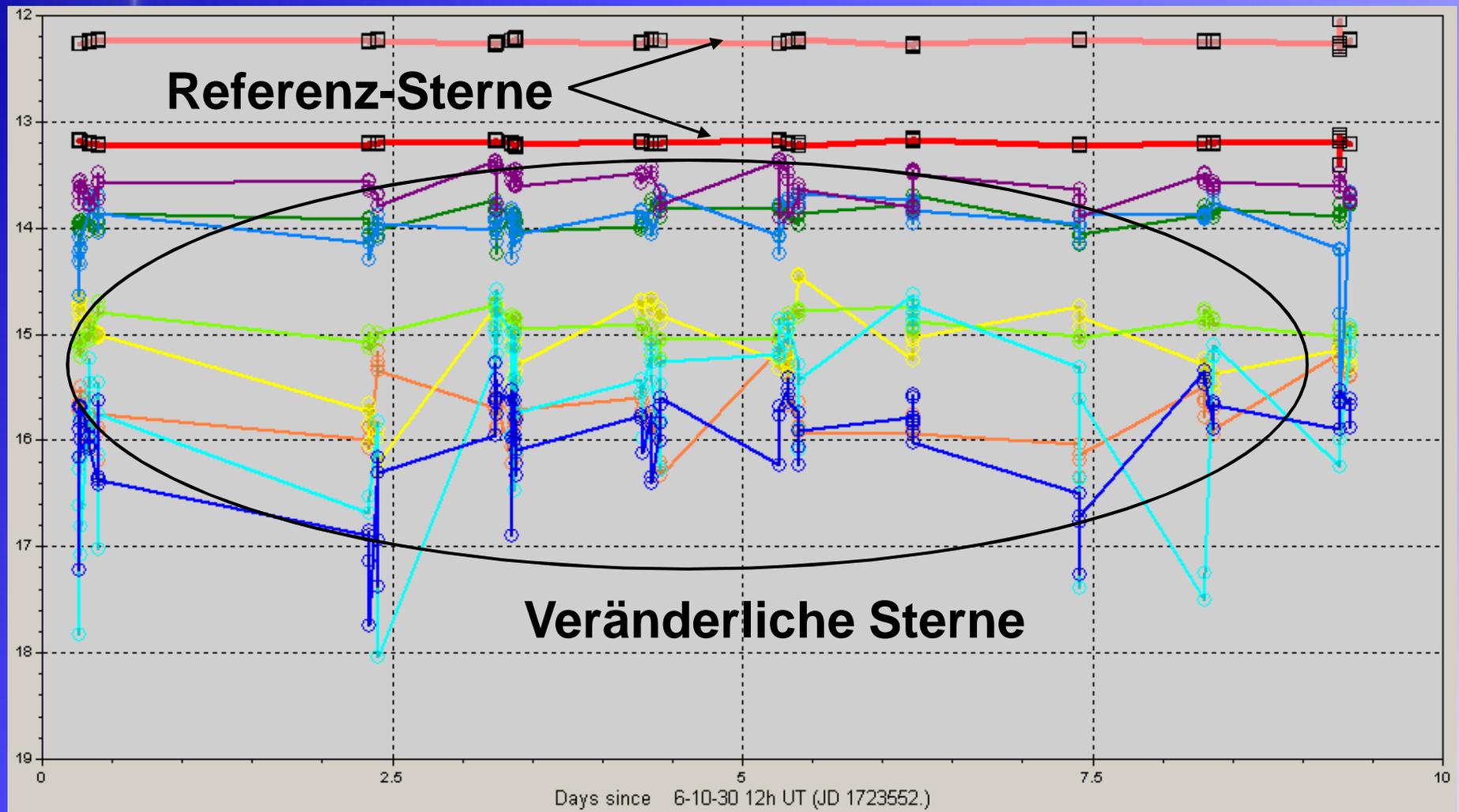
# Resultate: Die Animation



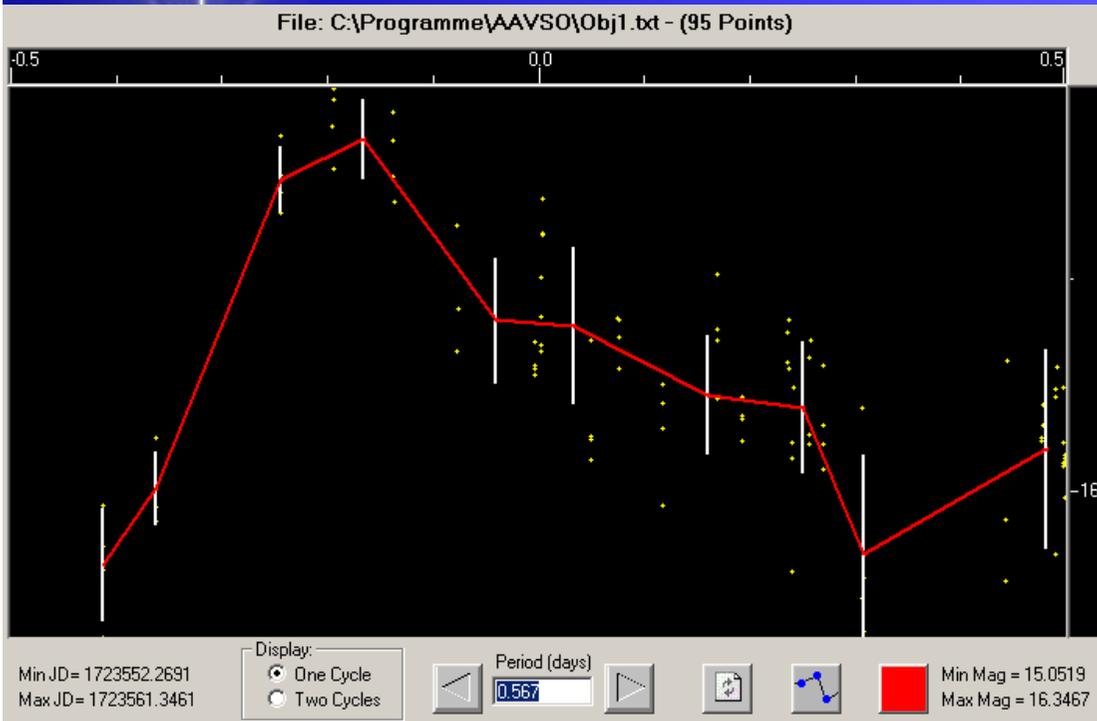
# Resultate: entdeckte Veränderliche



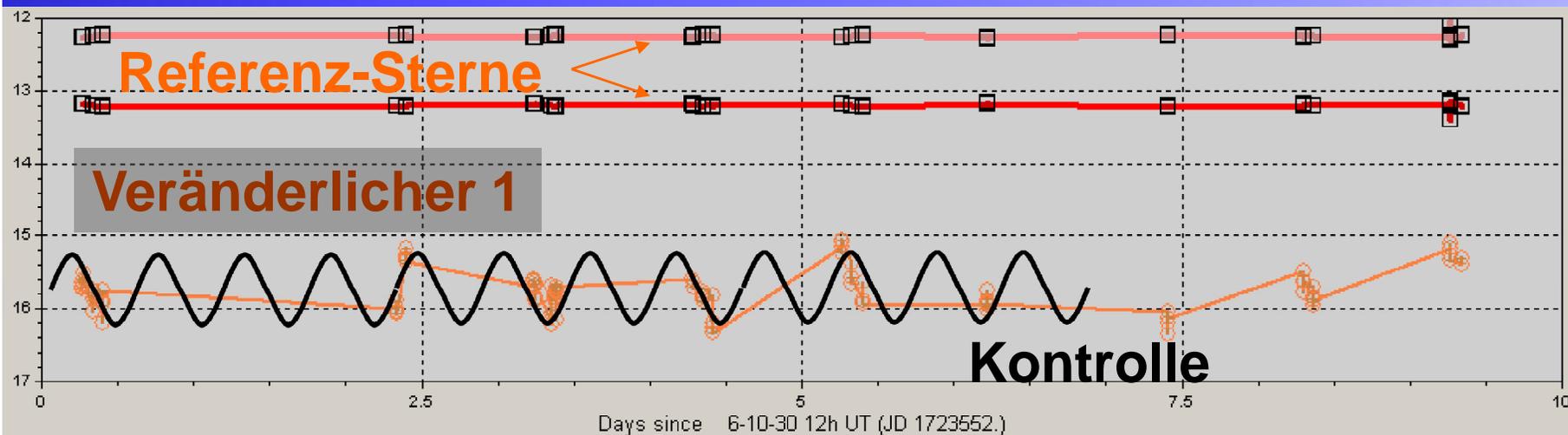
# Resultate: Die Lichtkurven



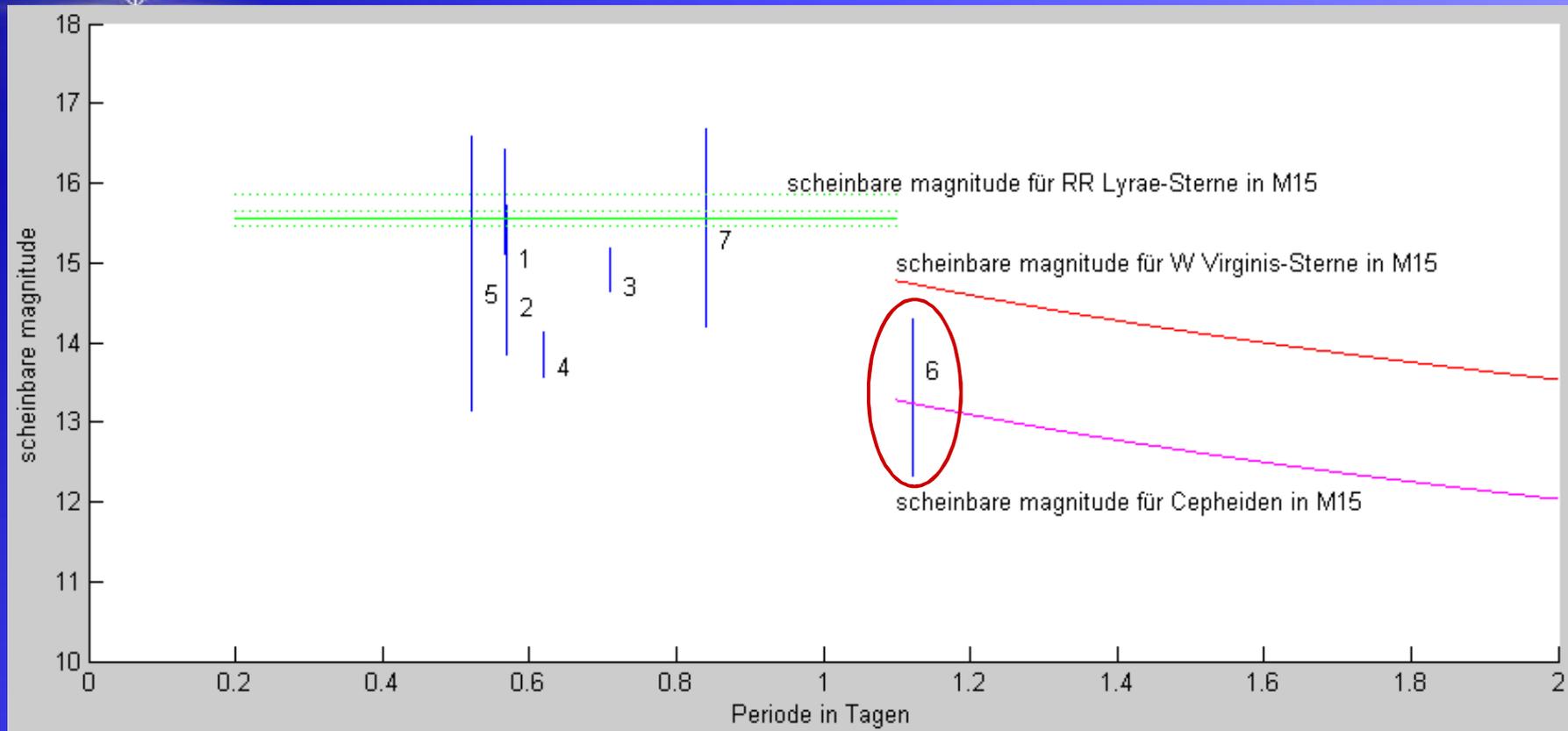
# Resultate: Phasenkurve $\leftrightarrow$ Lichtkurve



- Periode:  
0.567 Tage
- Amplitude: 1.3 Mag
- Sinuskurve als Kontrolle



# Resultate: Perioden-Leuchtkraft-Beziehung



- Veränderlicher 6 tanzt aus der Reihe
- → **Regelwidriger Cepheid !!!!!**

# Alle Resultate von M15

	Ref1	Ref2	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj9
Mittelwert	13.2017	12.2483	15.7342	15.0743	14.9382	13.9016	15.59	13.9614	15.9766	13.6024
Minima	13.409	12.3213	16.3467	16.2957	15.2363	14.2404	18.0454	15.592	17.7442	13.9059
Maxima	13.1287	12.041	15.0519	14.4361	14.6919	13.6821	14.5892	13.6361	15.2735	13.3481
peak-to-peak	0.2803	0.2803	1.2948	1.8596	0.5444	0.5583	3.4562	1.9559	2.4707	0.5578
Varianz	0.0008	0.0008	0.08537	0.14133	0.01485	0.01132	0.59037	0.07323	0.23444	0.01849
Std. Abwe.	0.02831	0.02831	0.29218	0.37594	0.12184	0.10637	0.76836	0.27061	0.48419	0.13596
Periode [t]	-	-	0.567	0.57	0.71	0.62	0.522	1.121	0.84	-
Messfehler [mag]	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15
+ Entf. [Lj]	-	-	37'600	27'800	-	-	26'100		42'100	-
∅ Entf. [Lj]	-	-	35'100	26'000	-	-	24'400	39'000	39'300	-
- Entf. [Lj]	-	-	32'800	24'400	-	-	22'800		36'700	-

- Entfernung im Schnitt : 33'300 Lichtjahre
- Wikipedia: 33'600 Lichtjahre

# Fragen



# Danke für die Aufmerksamkeit !

*Schauen, schauen und  
nie das Erstaunen vergessen*

Friedrich Glauser



<http://rrlyrae.star-shine.ch>