

Typisierung von Sternen (Teil 2)

Spektraltyp F und G



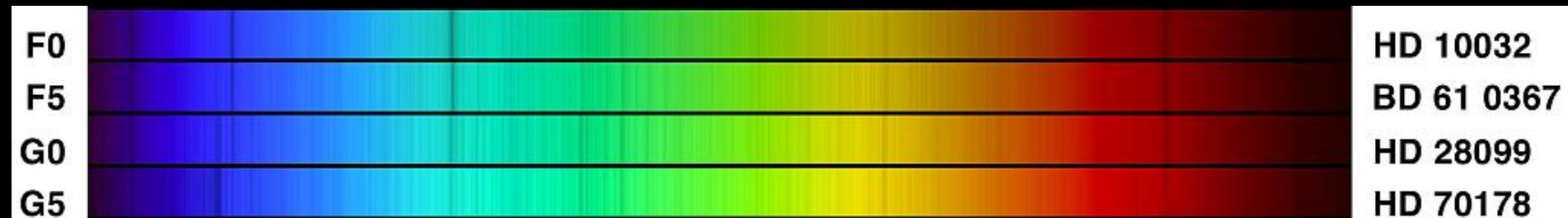
Sterne der Spektraltypen F und G

Sterne der Leuchtkraftklasse V, die den Spektraltypen F und G zugeordnet werden, bilden die Gruppe der „Sonnenähnlichen Sterne“.

Spektraltyp F: H und K – Linie des einfach ionisierten Kalziums besonders stark; Balmerlinien des Wasserstoffs werden schwächer; Metall-Linien nehmen zu; ab F3 wird die G-Bande des CH bemerkbar

Prototyp: Prokyon

Spektraltyp G: Riesige Anzahl von Metall-Linien; bei G0 stärkste Ausprägung der Ca-Linien; G-Bande des CH wird immer auffälliger



Unter den 100 hellsten Sterne am Nachthimmel gibt es 10 F-Sterne und 9 G-Sterne.

Dubhe im Sternbild „Großer Bär“

STECKBRIEF

Dreifachstern, Komponente C

Spektraltyp: F8V (Hauptreihe)

Masse: $\sim 1,2 \text{ Ms}$

Radius: $> 1 \text{ Rs}$

Leuchtkraft: $\sim 1,5 \text{ Ls}$

eff. Temperatur: $\sim 7800 \text{ K}$

Entfernung: $\sim 124 \text{ Lj}$

Hauptstern A: orangener Riesenstern am Ende seiner Entwicklung

Begleiter B: K0V Hauptreihenstern – ca. 15 mal heller als Sonne

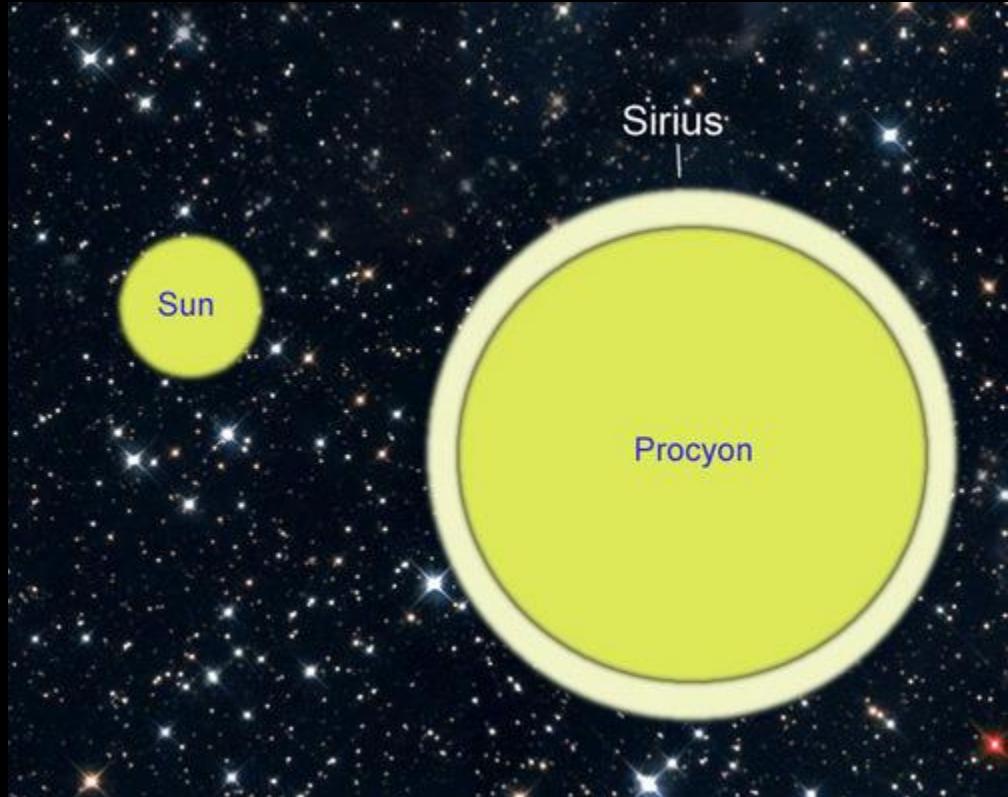
Umlaufsperiode 44 a



Prokyon

STECKBRIEF

Spektraltyp:	F5IV (Unterriese)
Massa:	$\sim 1,5 M_{\odot}$
Radius:	$> 1,86 R_{\odot}$
Leuchtkraft:	$\sim 7,73 L_{\odot}$
eff. Temperatur:	~ 6650 K
Entfernung:	$\sim 11,4$ Lj
Rotationsdauer:	4,6 d
Alter:	$\sim 1,7$ Ga



Prokyon besitzt einen leuchtschwachen Begleiter 11. Größe, Prokyon B, der ein Weißer Zwerg ist. Die Umlaufperiode des Doppelsternsystems beträgt 41 Jahre.

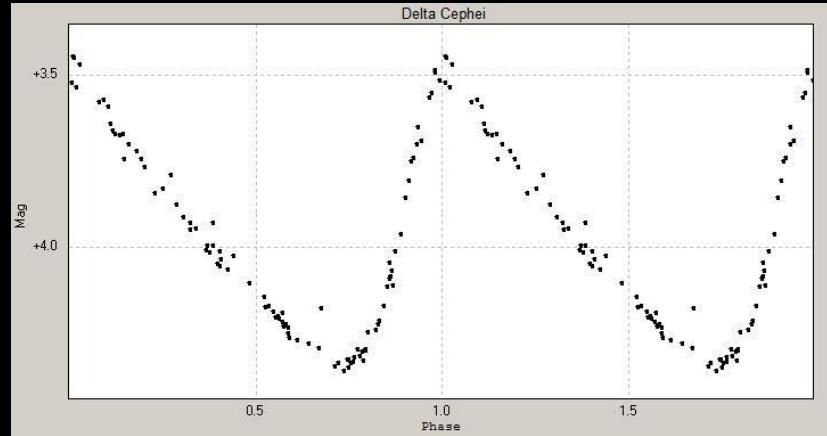
Veränderliche F, G und K - Sterne: Delta-Cepheiden

Regelmäßiger Pulsationslichtwechsel, deren Periode von der absoluten Helligkeit abhängt → grundlegend für die Entfernungsbestimmung im Weltall

Prototyp: Delta Cephei

STECKBRIEF

Spektraltyp: F5Ib – G2Ib (Überriese)
Masse: ~ 4,5 Ms
Radius: > 44,5 Rs
Leuchtkraft: ~ 2000 Ls
eff. Temperatur: 5500 - 6800 K
Periode: 5,4 d
Amplitude: 3,48 – 4,37 mag
Entfernung: ~ 890 Lj
Rotationsdauer: 40 d
Alter: ~ 100 Ma



Delta-Cepheiden ändern periodisch ihren Durchmesser, was mit einer Änderung der effektiven Temperatur und damit der Leuchtkraft verbunden ist.

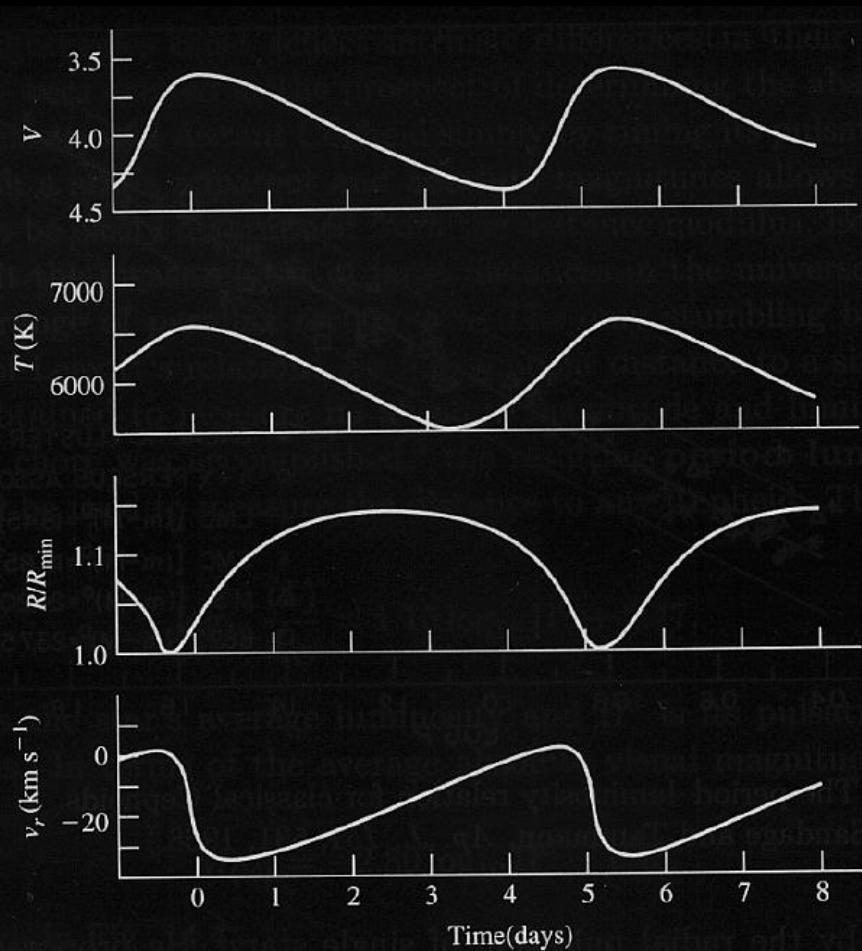
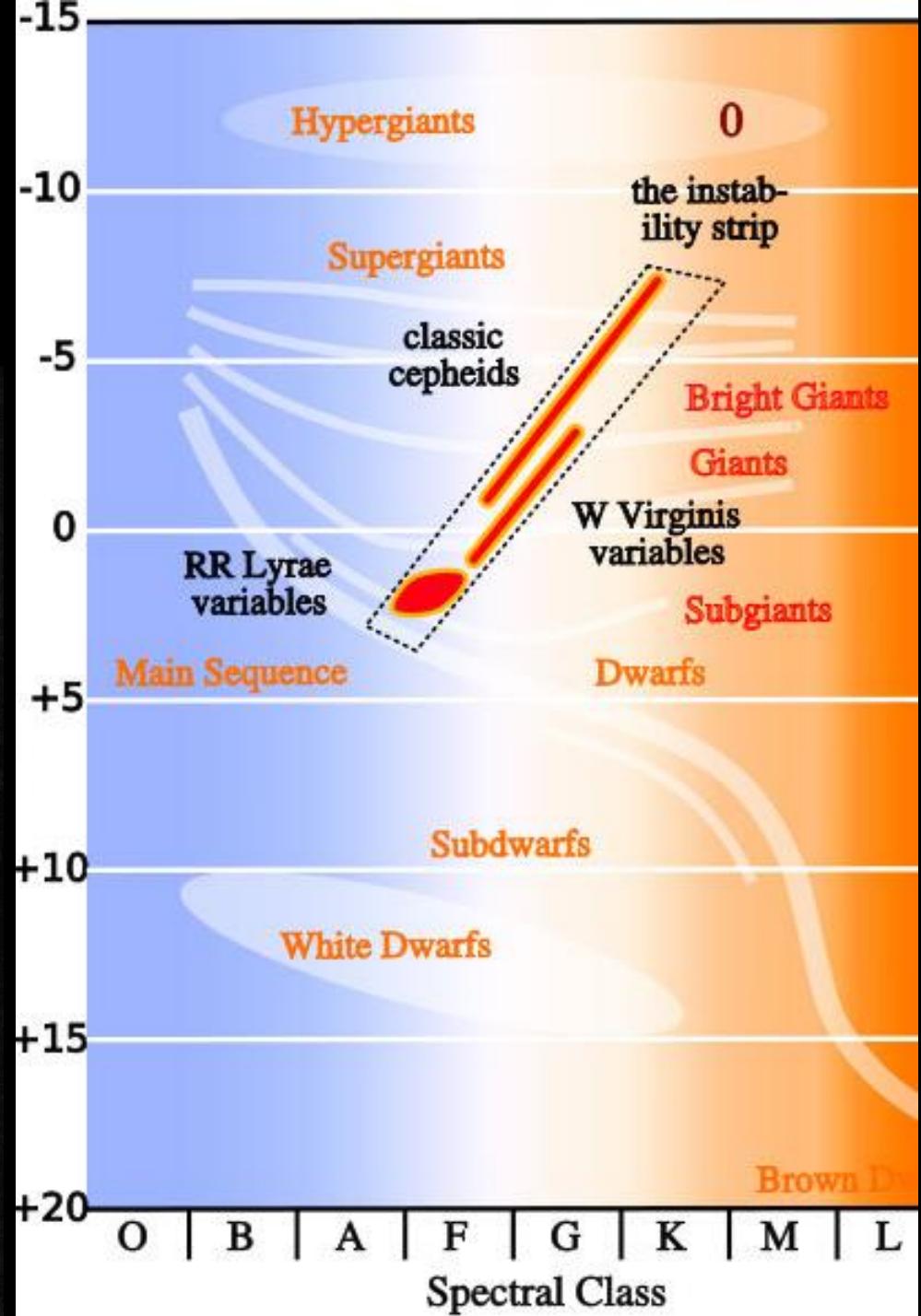
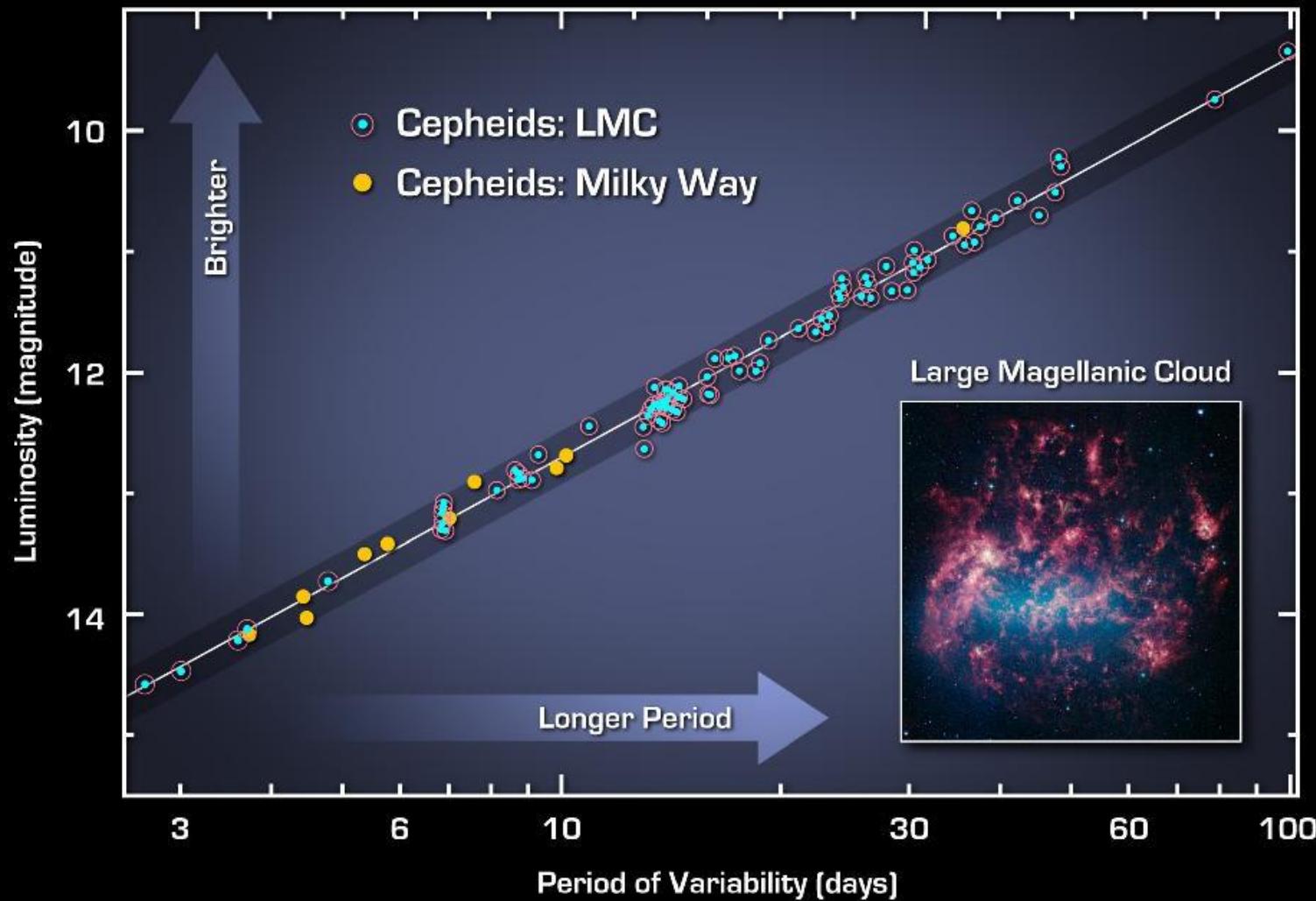


Figure 14.5 Observed pulsation properties of δ Cephei.



Perioden-Leuchtkraftbeziehung bei Delta Cepheiden



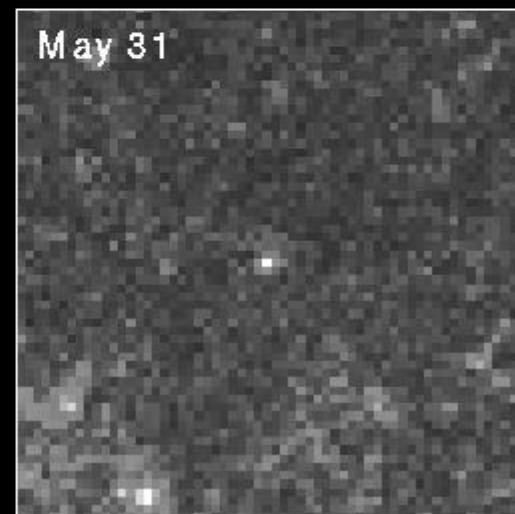
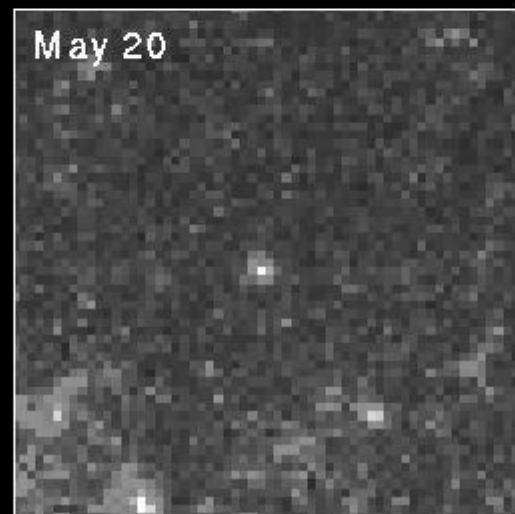
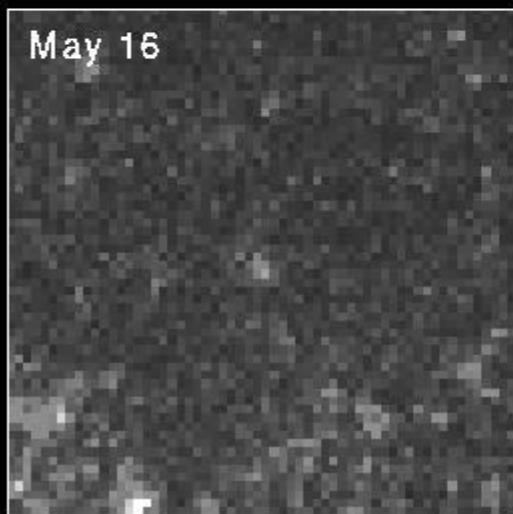
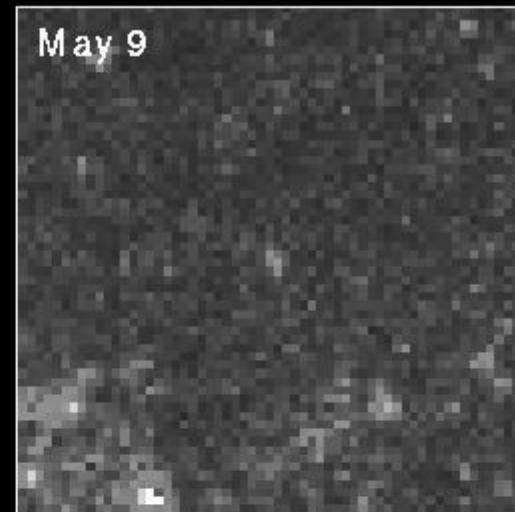
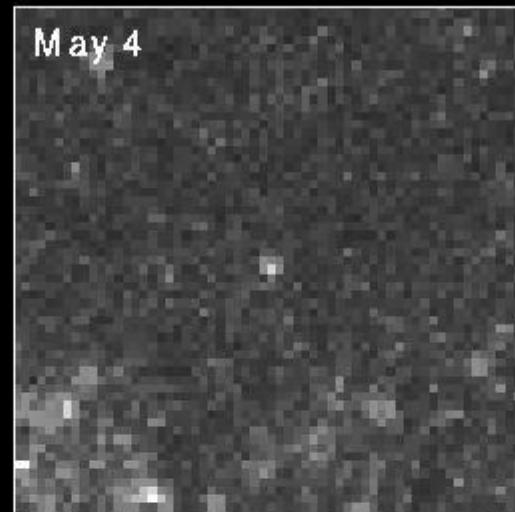
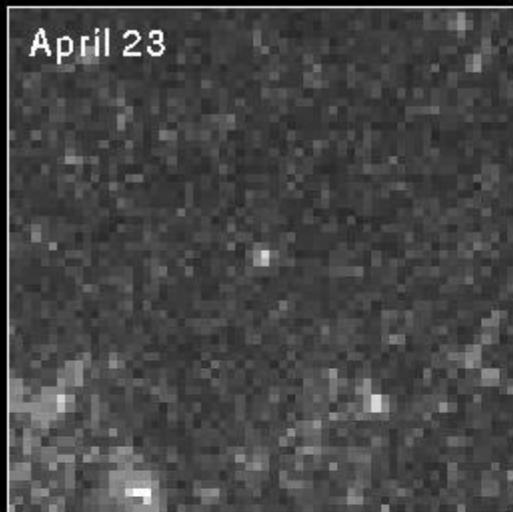
$$M_V = -2,78 \cdot \log_{10} \frac{P}{d} - 1,32$$



$$m - M = -5 + 5 \cdot \log_{10} \frac{r}{pc}$$

Cepheid Variable Star in Galaxy M100

HST-WFPC2



Ein Delta-Cepheide, der die Lust am Pulsieren verloren hat – Der Polarstern

STECKBRIEF Polaris A

Dreifachstern

Spektraltyp: F7Ib – F7IIf (Überriese)

Massa: $\sim 4,5 M_{\odot}$

Radius: $> 46 R_{\odot}$

Leuchtkraft: $\sim 2500 L_{\odot}$

eff. Temperatur: 6015 K

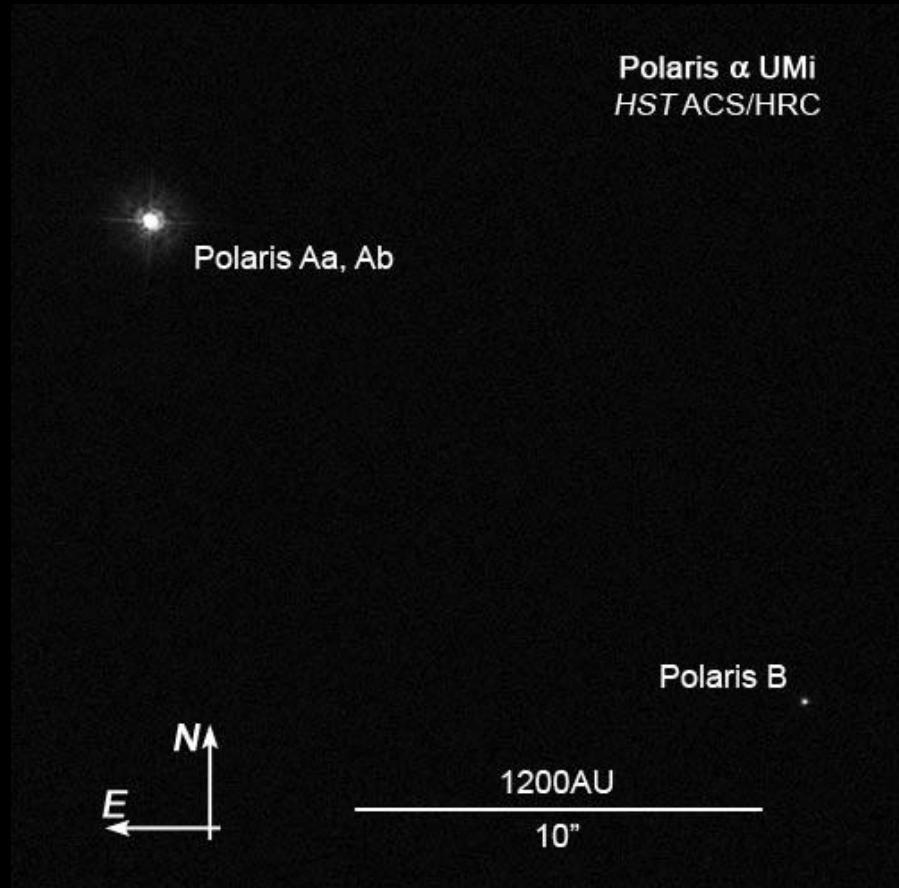
Periode: 3,9 d

Amplitude: 3,48 – 4,37 mag

Entfernung: $\sim 400 L_{\odot}$

Rotationsdauer: 119 d

Alter: $\sim 70 M_{\odot}$



Lichtwechsel seit 1851 bekannt. Die Amplitude hat seitdem kontinuierlich abgenommen und ist jetzt kleiner als 0,05 mag.

Der bekannteste G-Stern (Spektraltyp G2V) ist nur am Tag zu sehen...

STECKBRIEF Sonne

Spektraltyp: G2V (Hauptreihe)

Massen: $\sim 1 M_{\odot}$

Radius: $> 1 R_{\odot}$

Leuchtkraft: $\sim 1 L_{\odot}$

eff. Temperatur: 5778 K

Entfernung: $\sim 1 \text{ AU}$

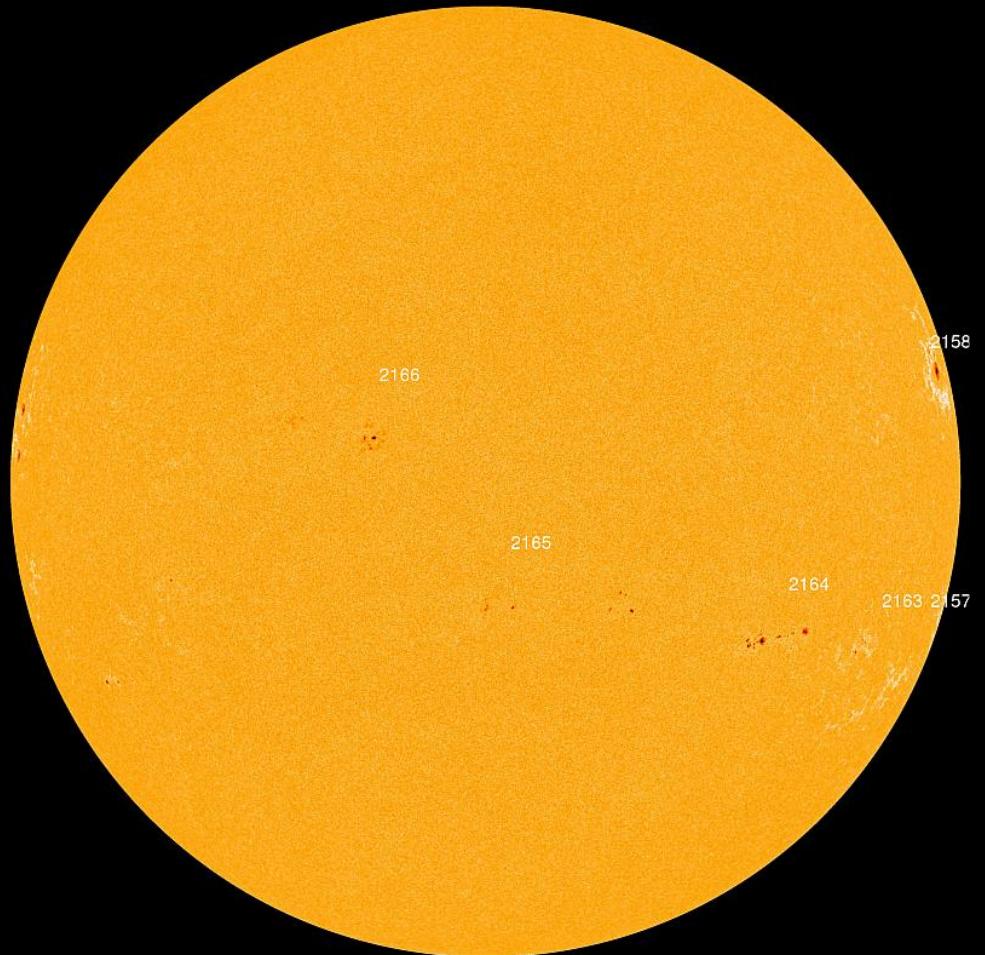
Rotationsdauer: 25.4 d

Alter: 4,57 Ga

Durchmesser 1,4 Millionen km
(109 x Erddurchmesser)

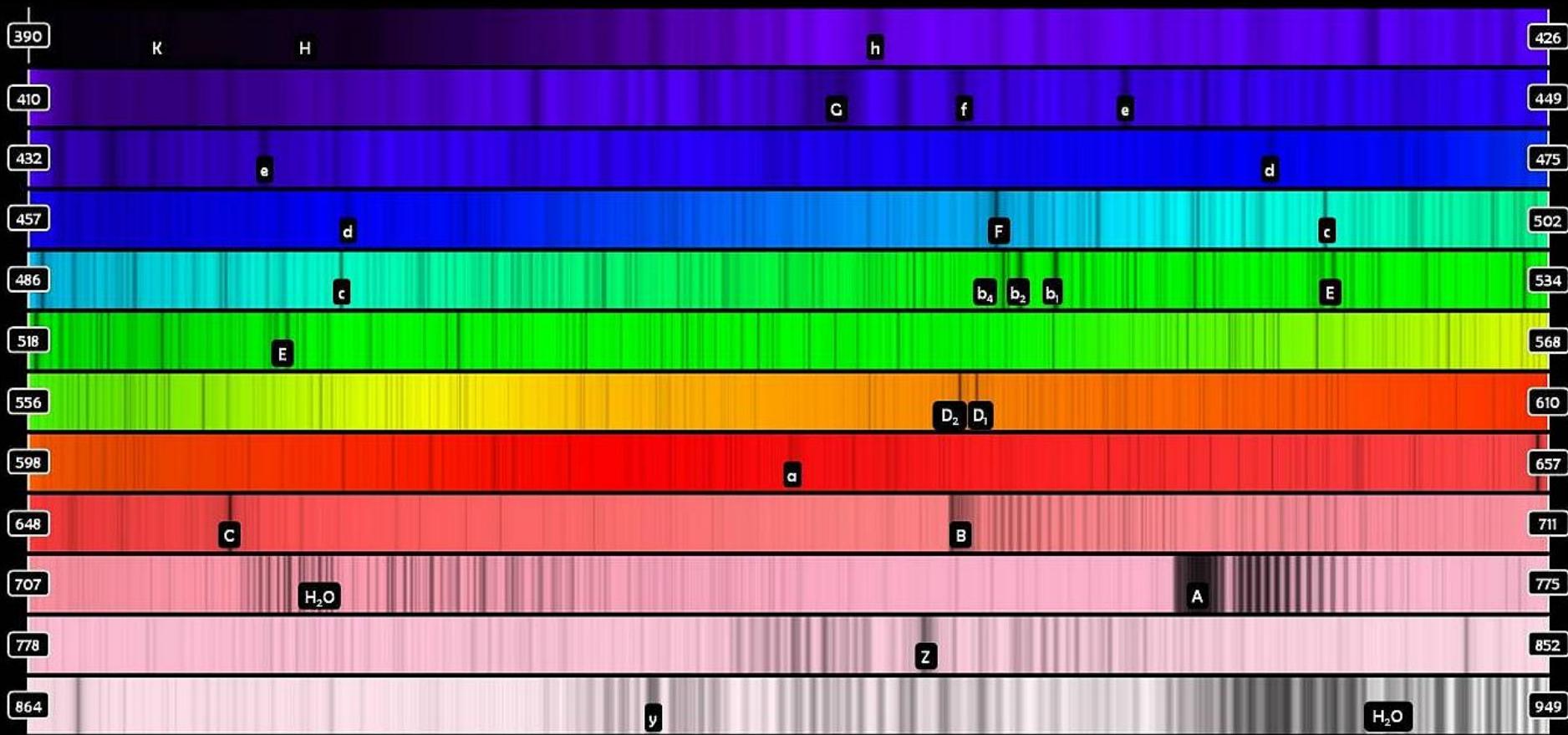
Masse $1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Leuchtkraft $3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$



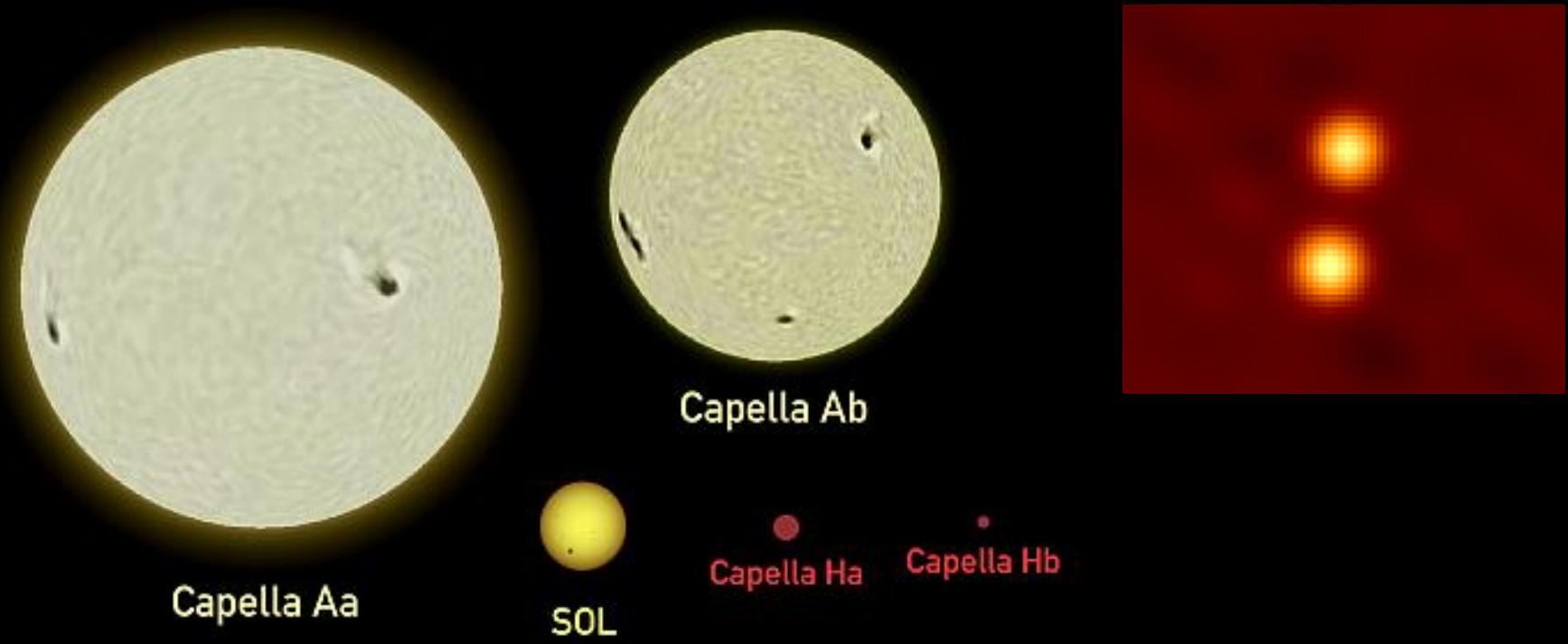
Sonne am 17.09.2014

Sonnenspektrum mit „tellurischen Molekülabsorptionen“



K	H	h	G	f	e	d	F	c	b_4	b_2	b_1	E	D_2	D_1	a	C	B	A	Z	y	H_2O			
Ca+	Ca+	H α	Ca	Fe	H	Fe	Fe	H β	Fe	Mg	Fe	Mg	Mg	Fe	Na	Na	O ₂	H α	O ₂	H α	O ₂			
393.368	396.847	410.175	430.774	430.790	434.0	438.355	456.814	486.134	495.761	516.733	516.891	517.270	518.362	527.0	588.995	589.592	627.661	656.281	686.719	720.0	759.370	822.696	898.765	940.0

Capella – der hellste Stern im Fuhrmann ist ein Doppel - Doppelsternsystem



Capella A und Capella B sind in ihren Parametern fast identisch und zählen zu den sogenannten „Gelben Riesen“.

STECKBRIEF Capella A

Doppelstern (M2; 0,3 Ms), (M4; 0,1 Ms) – umkreisen in ca. 43 AU den Doppelstern

Spektraltyp: G5III (Gelber Riese)

Massen: ~ 3 Ms

Radius: 10,8 Rs

Leuchtkraft: ~ 75,8 Ls

eff. Temperatur: 5270 K

Entfernung: ~ 42,1 Lj

Capella B

G0III (Gelber Riese)

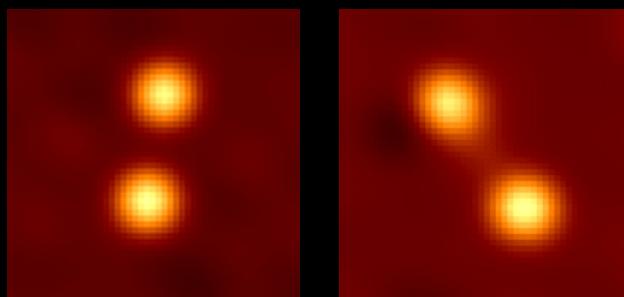
~ 2,8 Ms

7,45 Rs

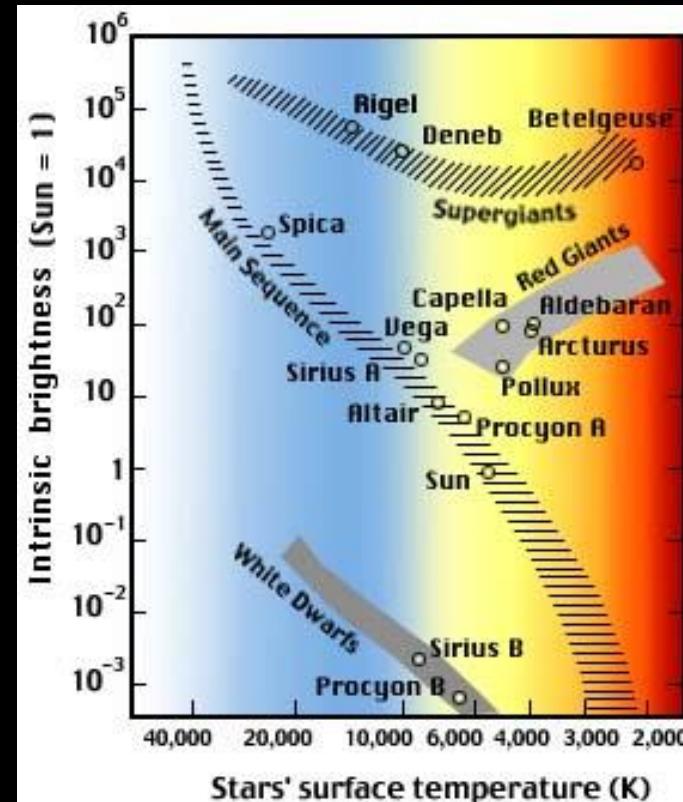
~ 60,2 Ls

5900 K

Das Capella ein spektroskopischer Doppelstern ist, weiß man seit 1900. Die optische Auflösung gelang mittels Speckle-Interferometrie. Der Abstand zwischen den beiden Komponenten beträgt 0,71 AU, die Umlaufszeit 104 Tage.



Abstand 15 Tage



Der Sonnen-Zwilling 18 Scorpii

Damit ein Stern als „Sonnenzwilling“ gilt, muß er folgende Bedingungen genügen:

- Oberflächentemperatur wie die Sonne \pm 50 K, d. h. etwa 5720–5830 K.
- Metallizität 89 bis 112 % im Vergleich zur Sonne, d. h. für eine protoplanetare Scheibe kann eine ähnliche Menge von Staub zur Bildung von Planeten wie bei der Sonne angenommen werden.
- Der Stern gehört nicht zu einem Mehrfachsternsystem.
- Das Sternalter entspricht dem der Sonne \pm 1 Milliarde Jahre, d. h. etwa $3,5\text{--}5,6 \times 10^9$ Jahre.

Bis heute sind 21 Sterne bekannt, die diesen Bedingungen genügen. Einer von Ihnen ist 18 Scorpii.

STECKBRIEF

Spektraltyp:	G2Va (Hauptreihe)
Masse:	$\sim 1,01 M_\odot$
Radius:	$\sim 1,02 R_\odot$
Leuchtkraft:	$\sim 1,08 L_\odot$
eff. Temperatur:	~ 5800 K
Entfernung:	$\sim 45,7$ Lj
Rotationsdauer:	23 d
Alter:	~ 4 Ga

