



Flarestjärnor – Små dvärgar med kort stubin

RED DWARF GROUP - EN AMATÖRLEDD
SAMARBETSGRUPP

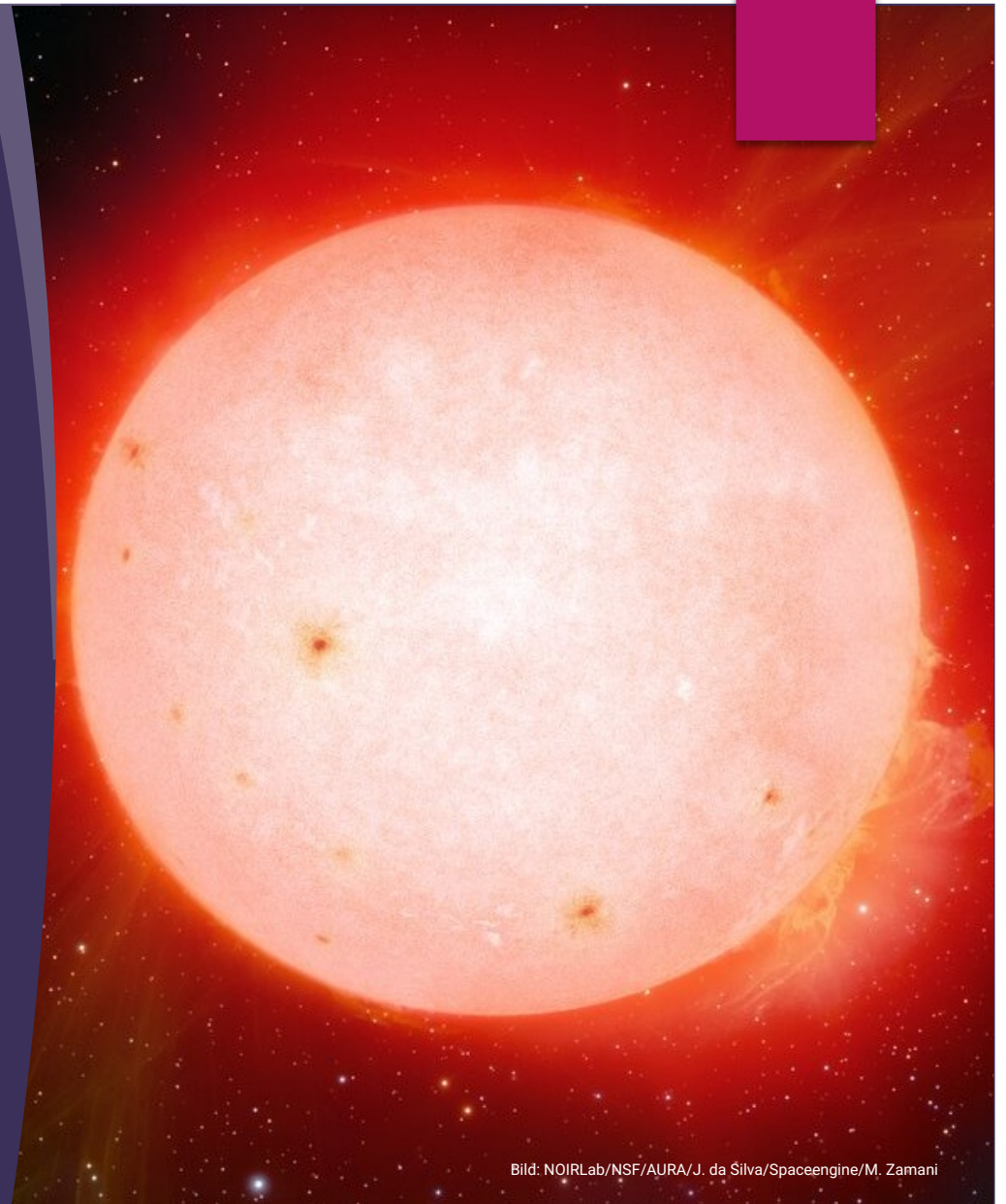
RDG – Red Dwarf Group



- En löst sammansatt grupp amatörer med en gemensam strävan att bidra till forskning med egna observationer och analys.
- Målsättning att lära av varandra och publicera artiklar i vetenskapliga tidskrifter
- Huvudsakligt fokus är långa tidsserier av flarestjärnorna AD Leo och EV Lac
- Samla in så mycket bra observationer som möjligt - Sedan se vad man kan använda datan till
- Koordinator arrangerar diskussionsmöten på Zoom två gånger per månad
- Kontakt med professionella astronomer för pro-am samarbeten

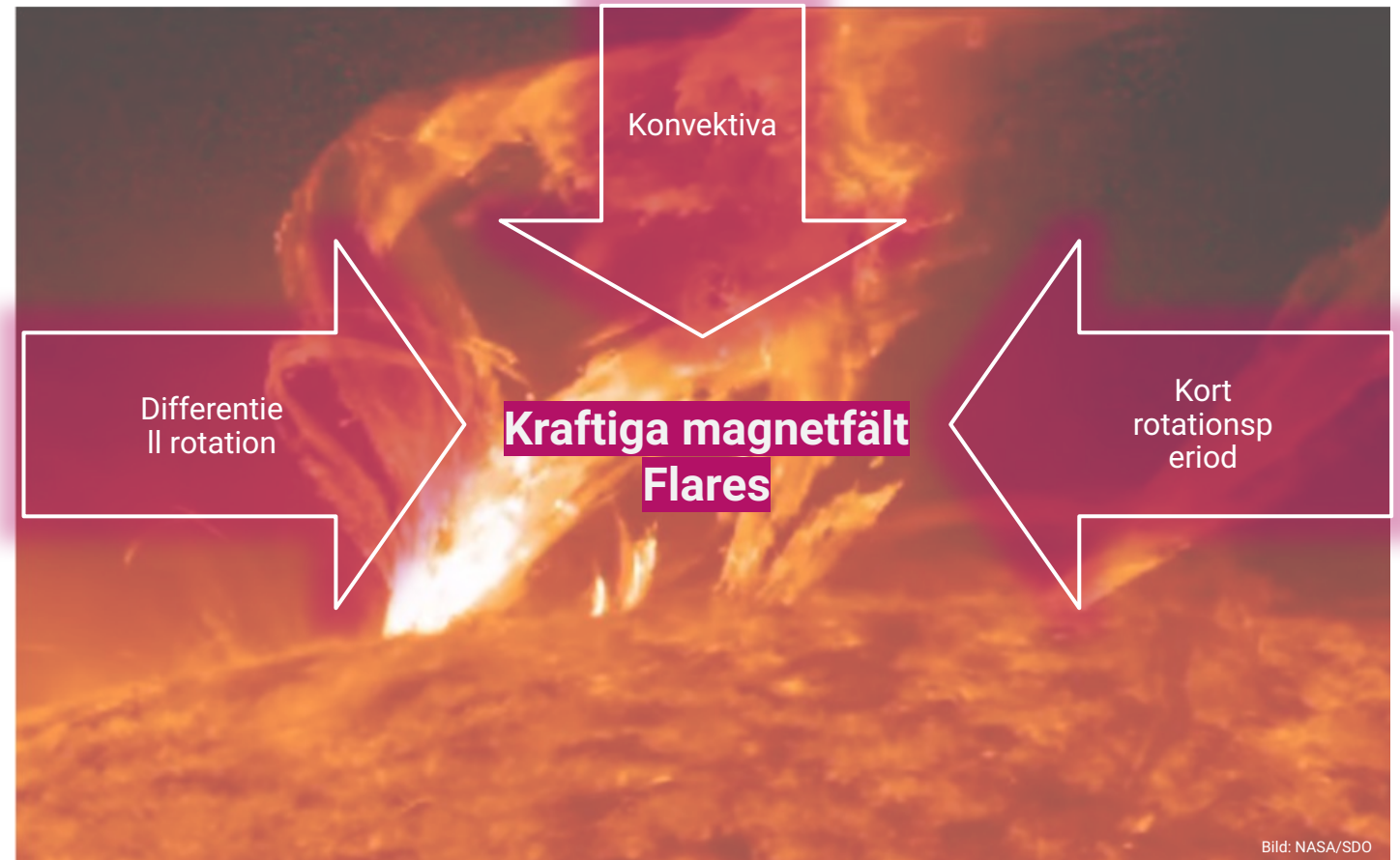
Röda dvärgstjärnor

- ▶ Spektralklass M
- ▶ Vanligaste stjärntypen, utgör över 70% av alla stjärnor i Vintergatan
- ▶ Svalare, mindre och lättare än solen
 - < 3,800K
 - ~50% - 10% av solens massa och radie
- ▶ Mycket lång livslängd – Ingen har ännu nått sitt slutskede



Flarestjärnor

- ▶ M-dvärgar
- ▶ Förhållandevis snabb rotation. Yngre stjärnor har ofta kortare period då rotationen från bildandet ännu inte bromsats upp i någon högre grad.
- ▶ Inre som är fullt eller nära fullt konvektivt
- ▶ Differentiell rotation
- ▶ Stjärndynamon ger kraftiga magnetfält som ger kraftiga flares – ofta
Betydligt starkare än solens!



Huvudsakliga observationsmål

AD Leonis

Spektralklass: M3,5eV

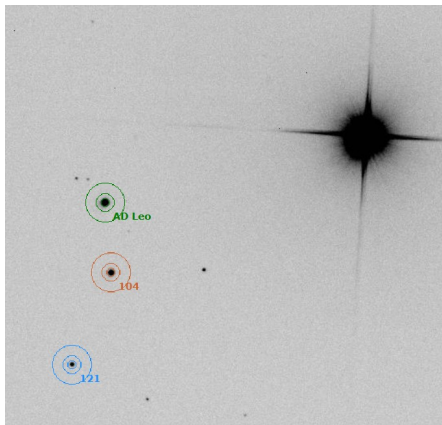
Avstånd: 16,2 ly

Skenbar magnitud (V): 9,32

Temp: 3500 K

Rotationsperiod: 2,227d

Massa: $0.4 M_{\odot}$



EV Lacertae

Spektralklass: M3,5V

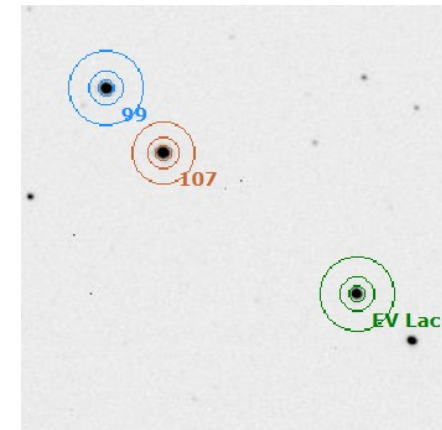
Avstånd: 16,5 ly

Skenbar magnitud (V): 10,26

Temp: 3400 K

Rotationsperiod: 4,372d

Massa: $0.3 M_{\odot}$



Load Sequence: EV Lac V-band

Name	SNR	FWHM			
EV Lac	102	2.82			
107	126	2.93			
99	116	2.92			

1 targets 1 comps 1 checks

[Clear All](#) [Save](#) [Save As ...](#)

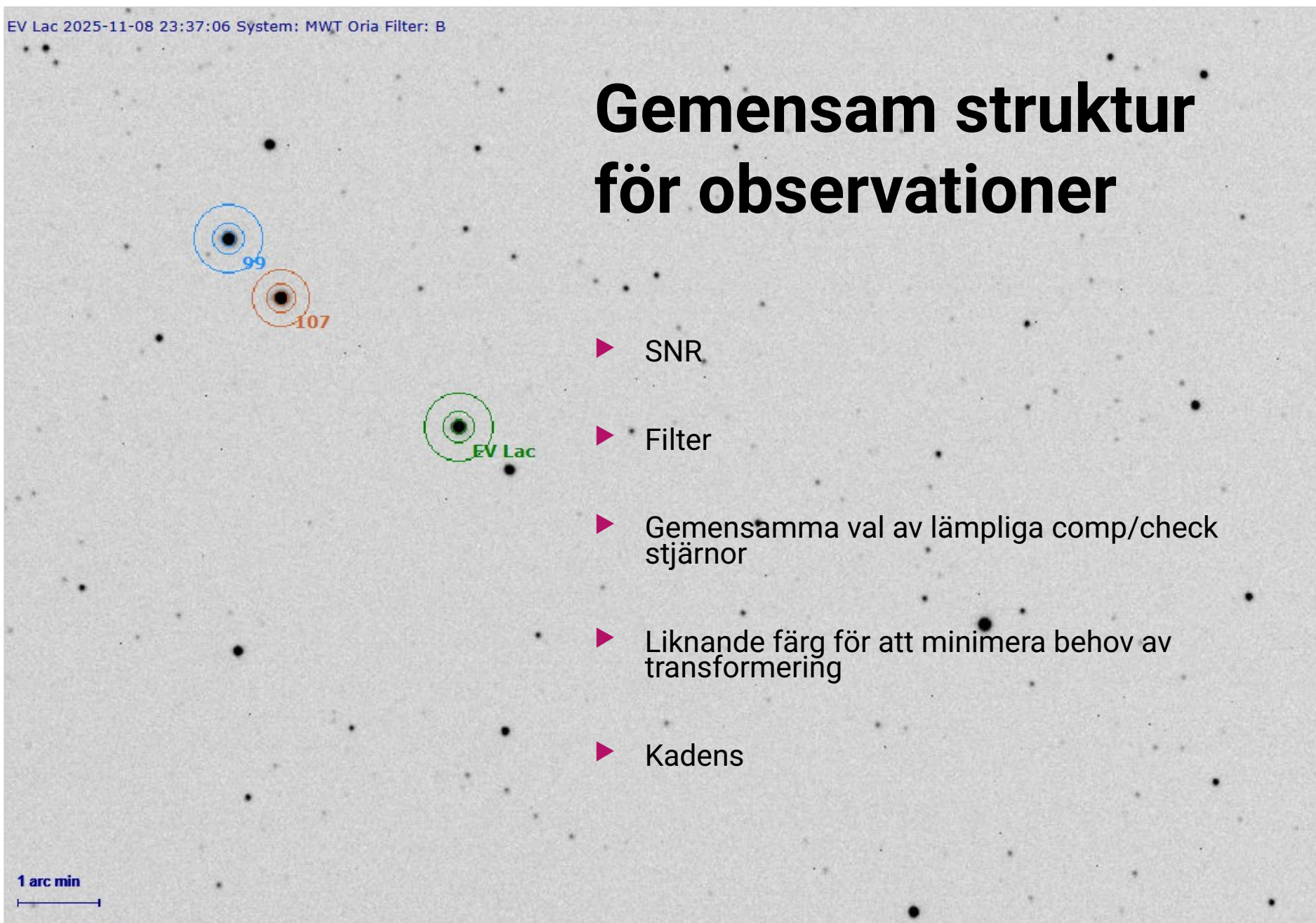
Aperture radius is 5 pixels. [Change](#)

[View Photometry Report](#)

Click and drag to pan

[Zoom Out](#) Zoom factor: 1 [Zoom In](#)

EV Lac 2025-11-08 23:37:06 System: MWT Oria Filter: B



Gemensam struktur för observationer

- ▶ SNR
- ▶ Filter
- ▶ Gemensamma val av lämpliga comp/check stjärnor
- ▶ Liknande färg för att minimera behov av transformering
- ▶ Kadens

Datainsamling AD Leo/EV Lac

Fotometriska tidsserier

- Långa tidsserier under flera års tid har inte varit tillgängliga tidigare
- Långa tidsserier är bättre än korta för att fånga hela förlopp, inklusive det långsamma avklingandet. Typiskt sett flera timmar per natt.

- 30s eller mindre är att föredra för att fånga den snabba impulsfasen

- SNR: 100

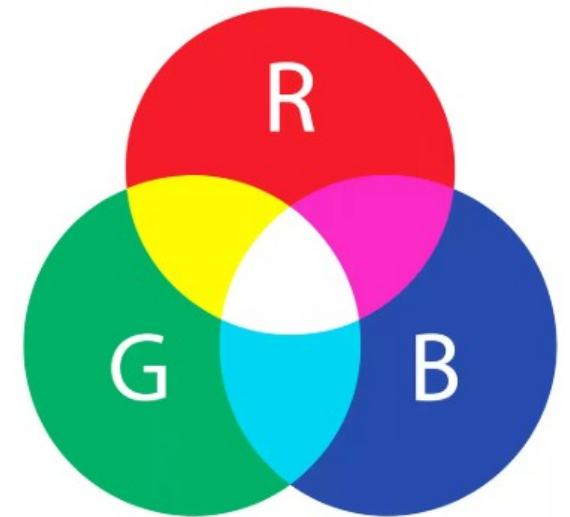
Bör lämna utrymme uppåt så sensorn kan fånga en kraftig flare utan att mättas

- Huvudsakligt filter B – Flaretemperaturer modelleras ofta kring 10 000 K och förändringen jämfört med stjärnans betydligt rödare kontinuum syns bättre i B än i V eller R

Datainsamling AD Leo/EV Lac

Flerfärgsfotometri

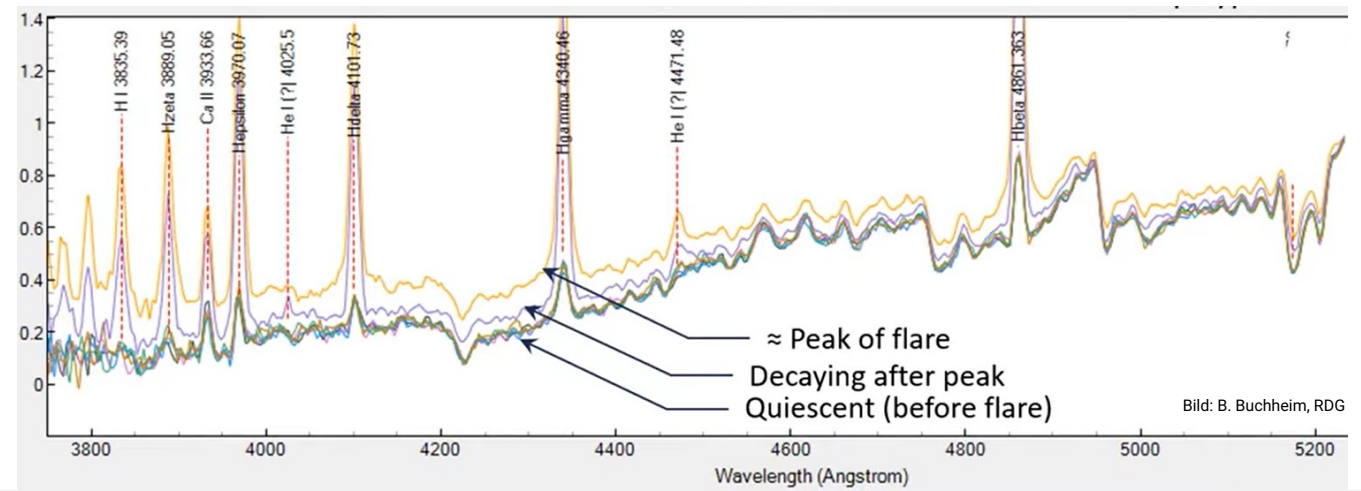
- Tidsserier med flera färger är intressanta för färg- och temperaturberäkning (B-V)
- Kräver nära på simultana observationer i flera band, t.ex. B och V
- Färgkamera med efterbehandling är en lösning



Datainsamling AD Leo/EV Lac

Spektroskopi

- Tidsserier tagna med gitter eller spektroskop t.ex. Star Analyser eller Shelyak Alpy
- Strävar efter samtidiga fotometriska tidsserier och spektrum. Utmaning att koordinera.
- Förändringar i balmerlinjerna och förskjutning av kontinuumemissionen mot blått
- Dopplerförskjutning indikation på CME



Pythonverktyg utvecklade av RDG

PhotoStats

Automatiserar arbetsflödet för flareenergiberäkningar i hög grad.

I grunden manuell identifiering av flares men även automatisk flareigenkänning undersöks



Transformverktyg

Applicerar transformkoefficienter på långa tidsserier med många bilder

Underlättar korrigering av känsligheten för olika våglängder (färger) hos olika användares system

Energiberäkningsmodell

- Baserad på solens absoluta magnitud och målstjärnans absoluta magnitud i valda band, avstånd och observerad magnitud
- Beräknar frigjord energi under tiden en flare pågår (erg)

EV Lac

Calculate target star luminosity in quiescence

Constants	Sol absolute magnitude B	5,44
	Sol luminosity B	5,006E+32 erg/s
	Parallax EV Lac	0,19796 arc sec
Per light curve	B mag EV Lac	11,829 quiescence, per light curve
Calculated	Distance EV Lac	5,0515 pc
	EV Lac abs. mag. B	13,31 quiescence
Difference abs. mag. EV Lac - Sol		7,87
Lum factor diff		1408,79
EV Lac lum in quiescence		3,55341E+29

5,5E-05 deg 9,5974E-07 rad
Use at least three decimals. Even though!
16,4678 ly 1 AU / tan(parallax,
distance modulus

Bolometric correction (BC) for flare energy 0,00 mag

If no BC = 0

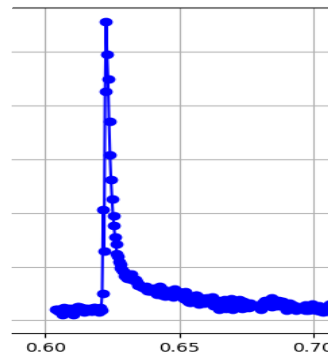
B mag EV Lac		11,8288 quiescence	Quiescence mag	11,8288					
EV Lac lum in quiescence		3,55341E+29 erg/s quiescence	Flare energy (erg)	2,10772E+32	Integration over flare duration				
From AAVSO database									
Julian date	Magnitude	BC mag over quiescence	Luminosity erg/s	Lum factor above q	Normalised lum erg/s	time increments (JD)	time increments (sec)	Lum increments	Energy (erg)
2460988,2955	11,616	0,00	4,32294E+29	0,21656	7,889E+28	0,00064	55	5,99402E+28	3,29892E+30
2460988,2961	11,705	0,00	3,98270E+29	0,12081	4,293E+28	0,00050	43	4,49560E+28	1,93045E+30
2460988,2966	11,694	0,00	4,02325E+29	0,13222	4,689E+28	0,00050	44	4,31303E+28	1,89677E+30
2460988,2971	11,715	0,00	3,94618E+29	0,11053	3,928E+28	0,00051	44	3,72876E+28	1,64304E+30
2460988,2976	11,726	0,00	3,90640E+29	0,09934	3,530E+28	0,00051	44	3,45803E+28	1,48491E+30
2460988,2981	11,73	0,00	3,89204E+29	0,09529	3,386E+28	0,00050	43	3,17229E+28	1,36495E+30
2460988,2986	11,742	0,00	3,84925E+29	0,08325	2,956E+28	0,00050	43	2,74683E+28	1,20799E+30
2460988,2991	11,754	0,00	3,80694E+29	0,07135	2,535E+28	0,00051	44		



Huvudsakliga flaretyper

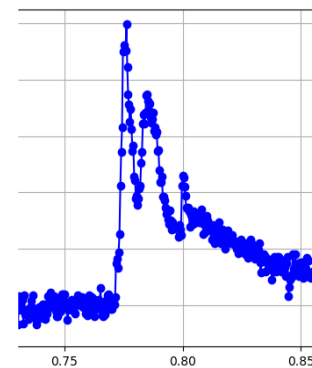
1

**FRED (FAST RISE,
EXPONENTIAL DECAY)**
KLASSISK FORM MED EN
HASTIG LJUSNING FÖLJT AV
EN LÅNG JÄMN ÅTERGÅNG
TILL VIOLÄGET



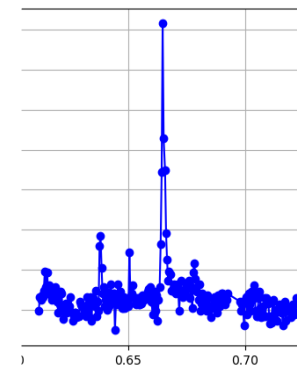
2

KOMPLEXA FLARES
FLERA ÖVERLAPPANDE
TOPPAR ELLER
SUBSTRUKTURER. STARTAR
OCH BÖRJAR I VIOLÄGET.
BETRAKTAS SOM EN
SAMMANHÄNGANDE FLARE



3

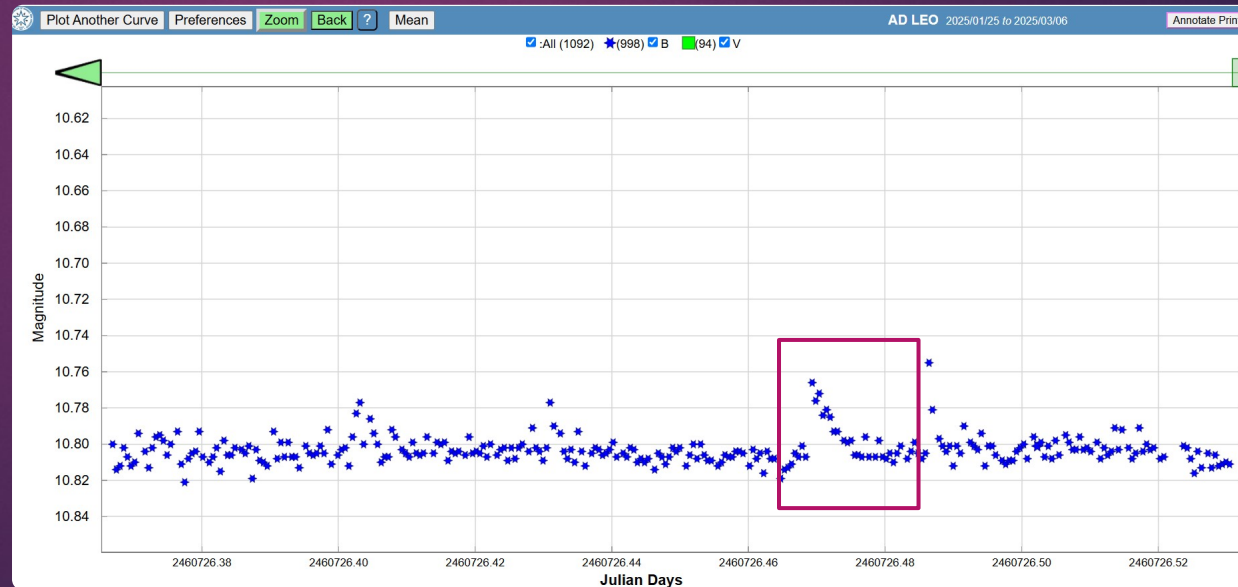
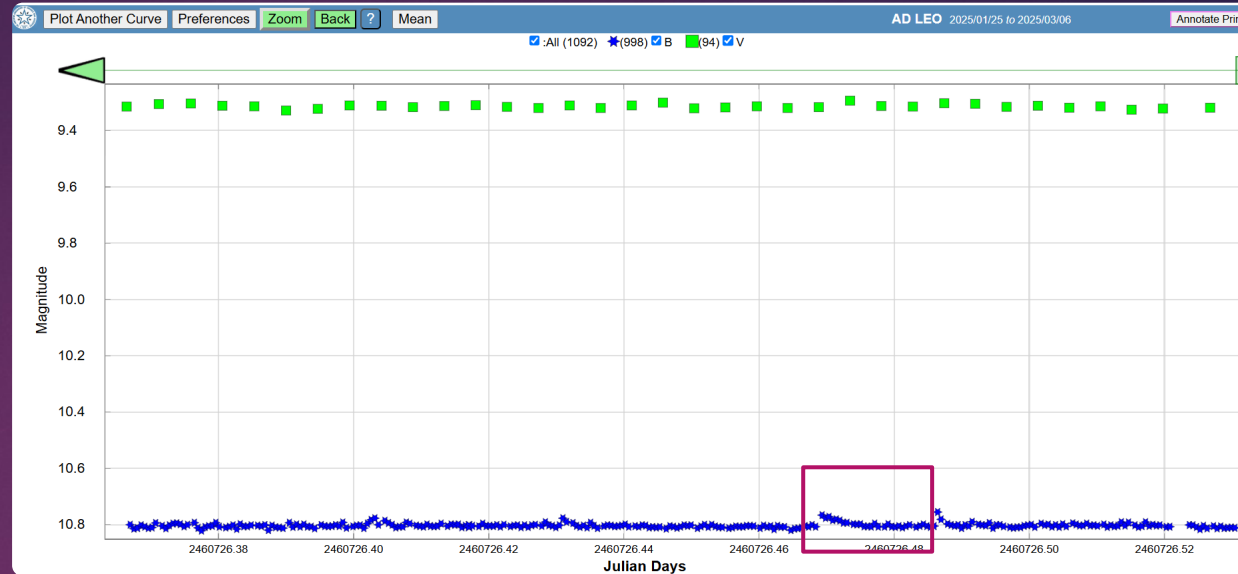
SNABB SPIKE
KORTVARIG MED HÖG
AMPLITUD. SNABBT
UPPFLAMMANDE TYDLIGT
ÖVER VILONIVÅN MED EN
NÄSTAN LIKA SNABB
ÅTERGÅNG.



AD Leo
19 feb 2025

MWT Oria

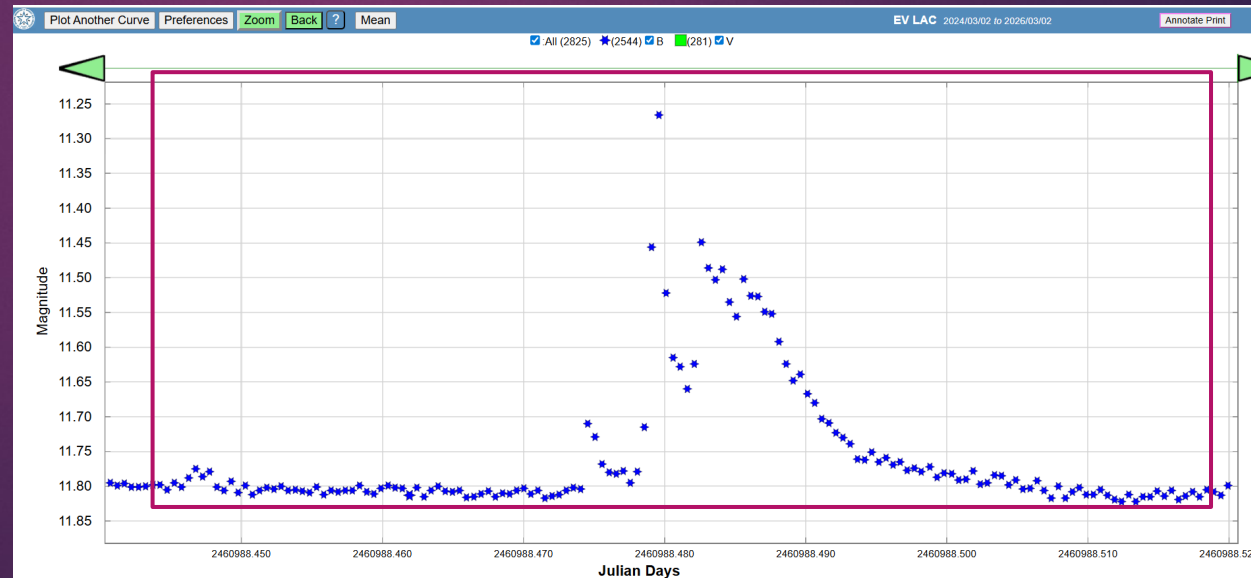
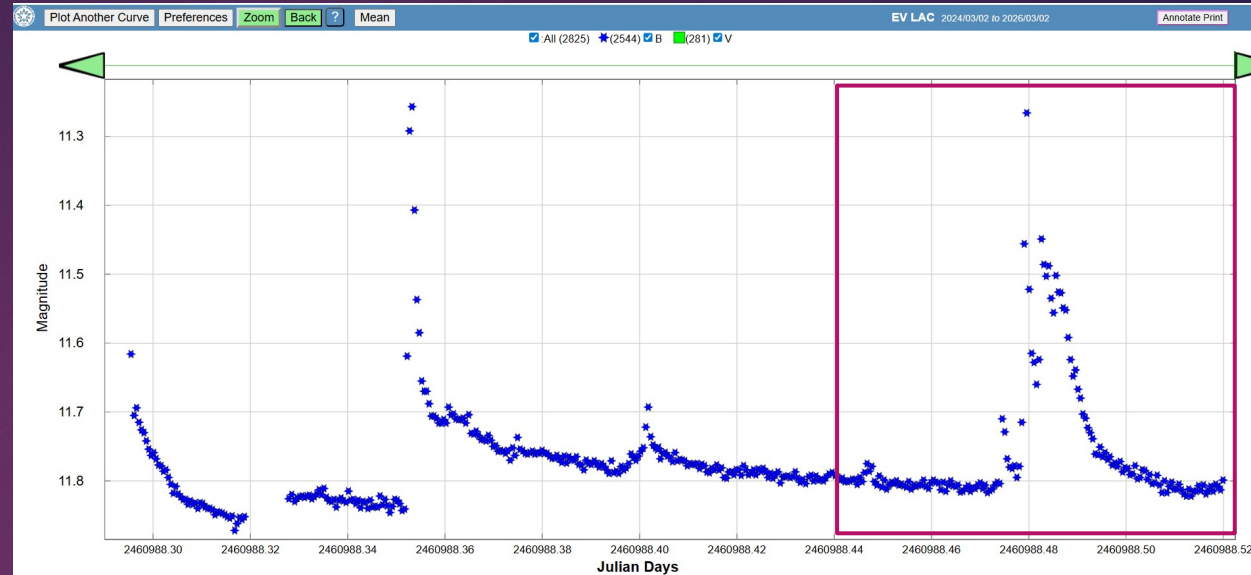
Amplitud: 0,04 mag
Varaktighet: 30 min
Energi (B): $1\text{E}+31$ erg



EV Lac
8 nov 2025

MWT Oria

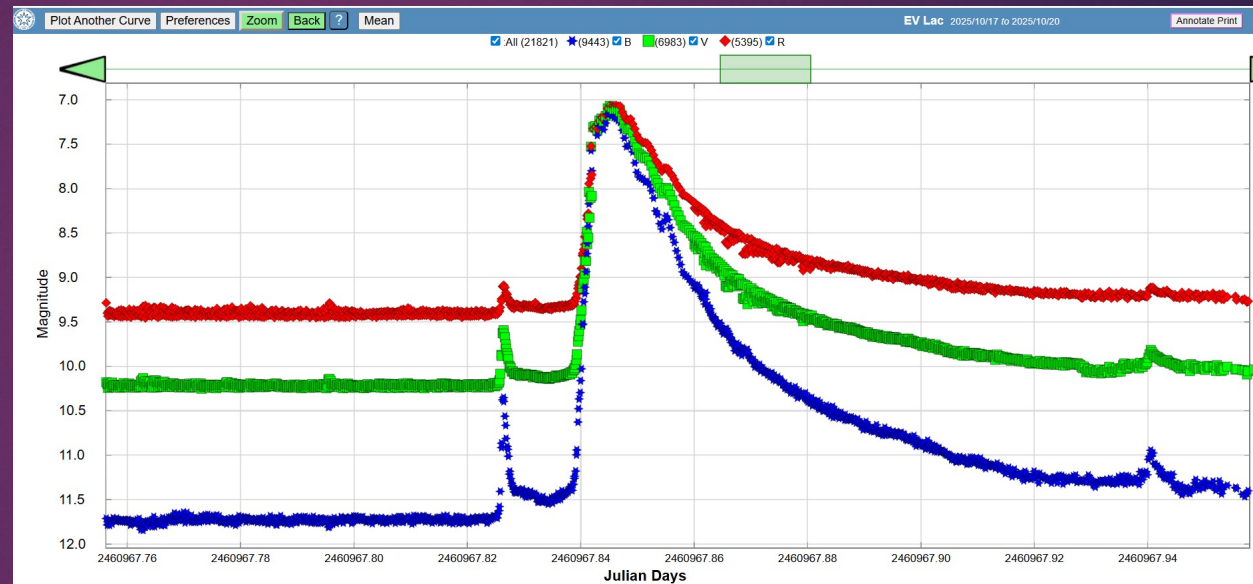
Amplitud: 0,5 mag
Varaktighet: >1h
Energi (B): $2E+32$ erg



EV Lac 19 okt 2025

G. Hawkins (HGAF)
RDG/AAVSO

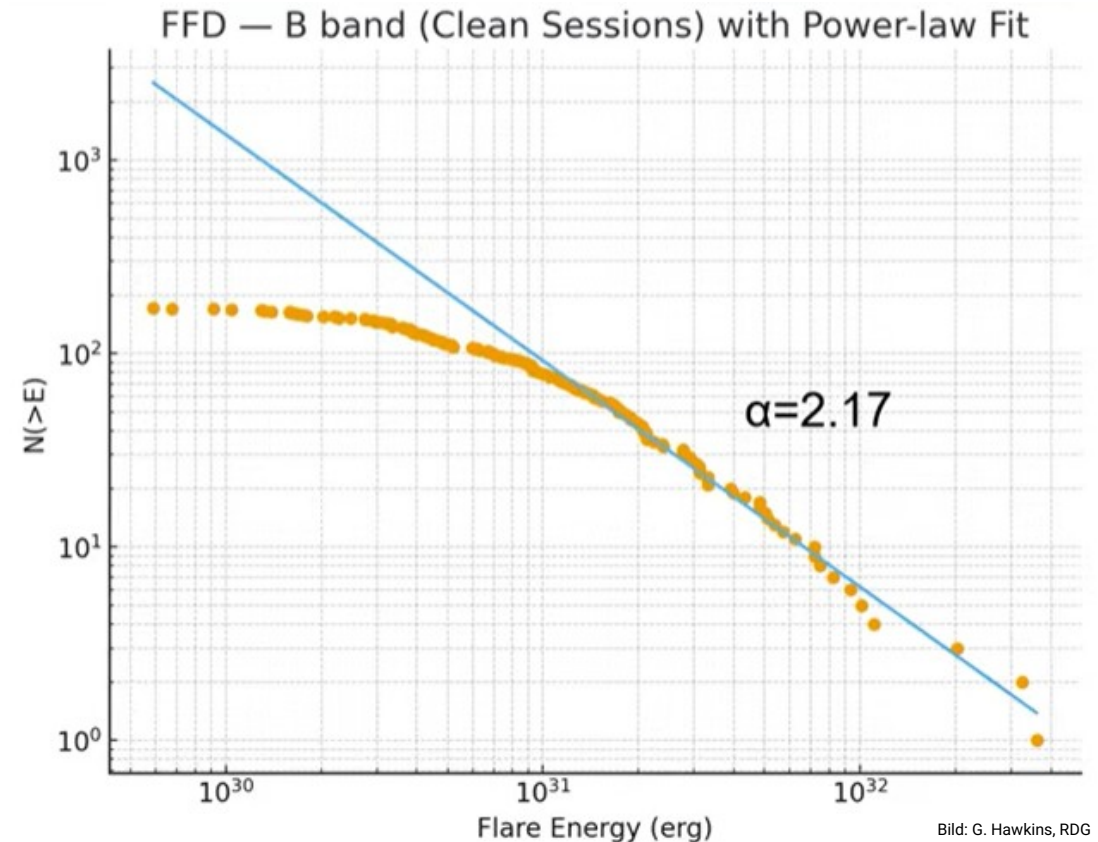
Amplitud: 4,5 mag
Varaktighet: >2h
Energi (B): $3E+34$ erg



Uppskattningsvis över 200 ggr kraftigare än Carringtonhändelsen på solen år 1859!

Flare Frequency Distribution (FFD)

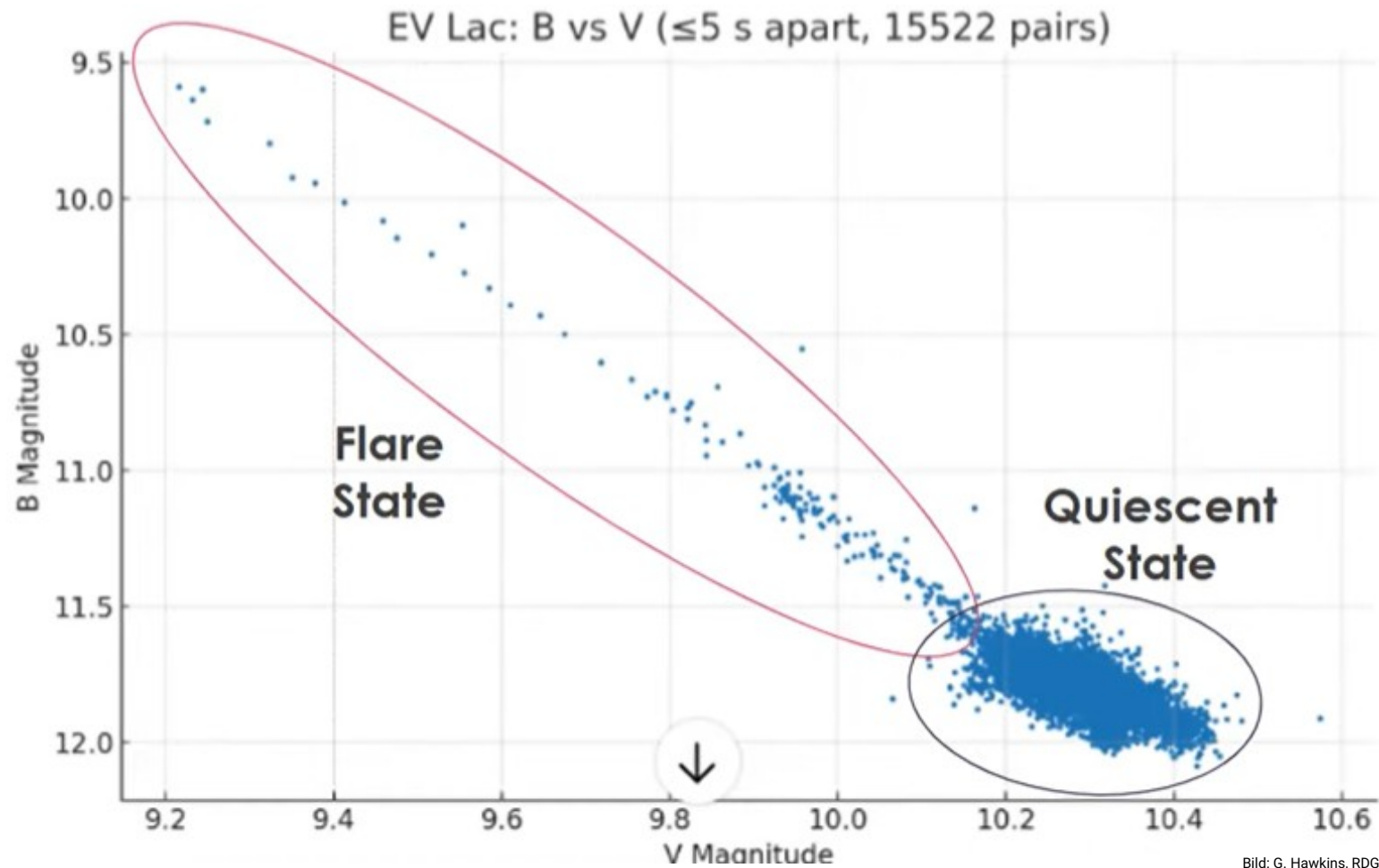
- ▶ FFD visar sambandet mellan flarefrekvens och flarestorlek för en viss stjärna
- ▶ Lutningen beskriver förhållandet mellan små och stora flares. En brant kurva indikerar en större andel mindre flares än en flack kurva
- ▶ Kurvan planar ut uppe till vänster pga bruströskeln – svårt att detektera mindre flares
- ▶ Färre mätpunkter nere till höger – sällsynt med stora flares



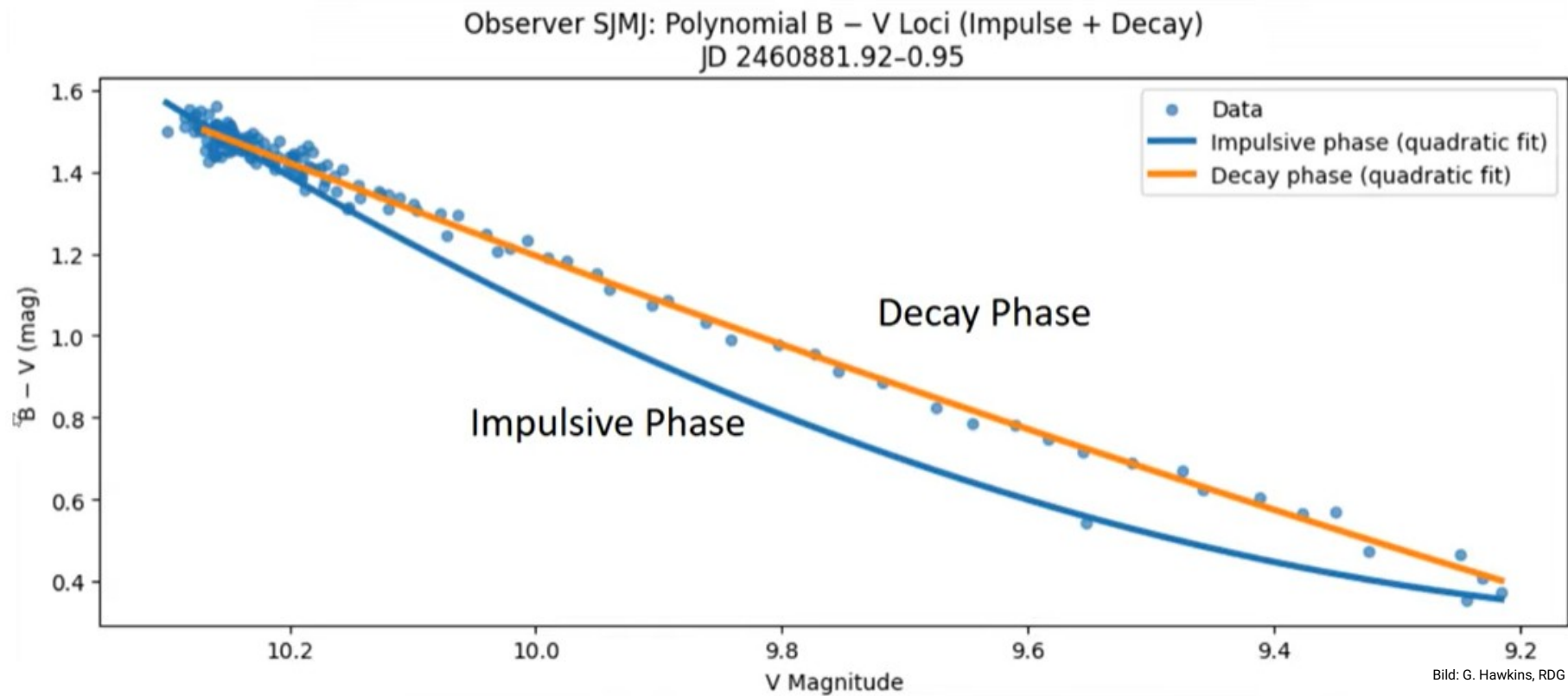
Temperaturmodellering

- ▶ Färgindexet B-V är kopplat till temperaturen vilket gör det till ett verktyg för att analysera förändringar under en pågående flare
- ▶ Genom att studera förändringar i B-V kan temperaturutvecklingen följas från den snabba impulsfasen då temperaturen hastigt ökar till avtagandefasen och den långsammare avkylningen
- ▶ B- och V-magnituderna verkar följa varandra nästintill linjärt – Men inte nödvändigtvis under stora flares - Mer studier behövs!

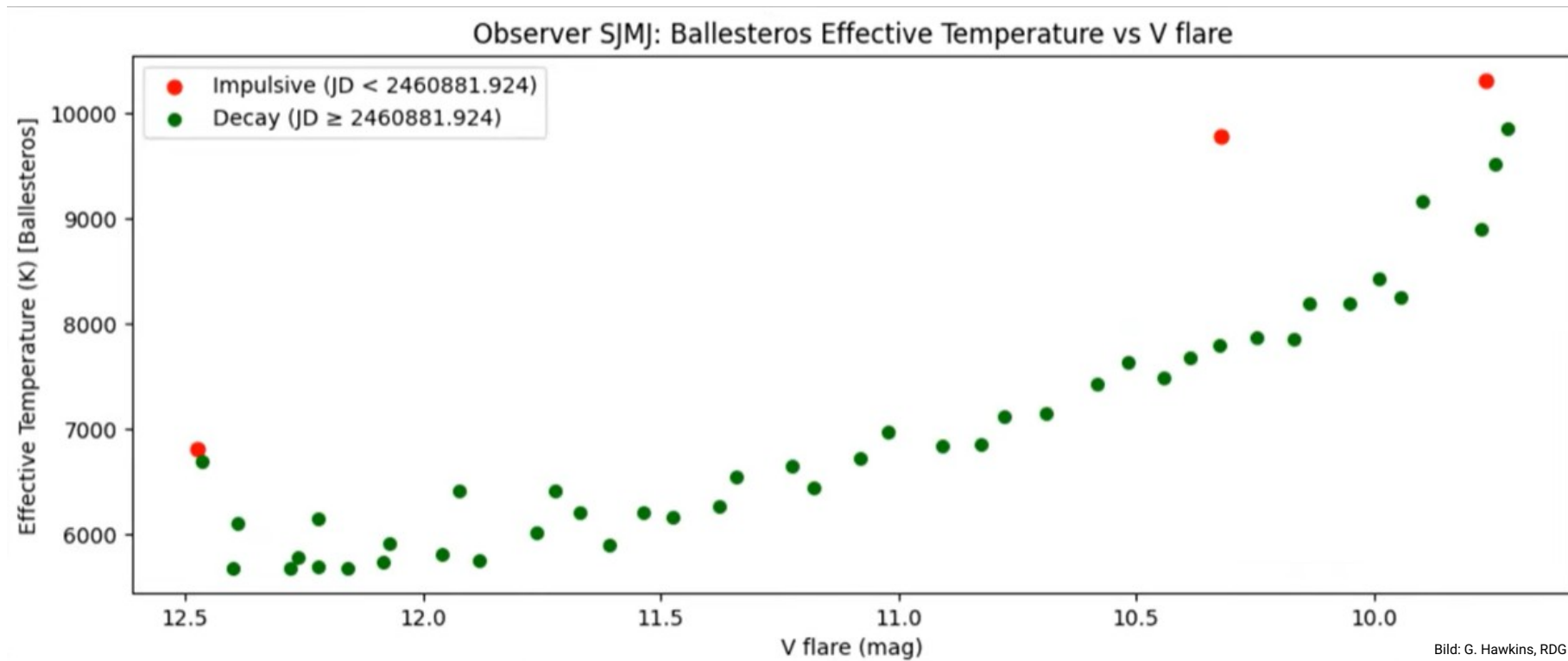
Class ↕	B-V ↕	T_{eff} (K) ↕
O5V	-0.33	42,000
B0V	-0.30	30,000
A0V	-0.02	9,790
F0V	0.30	7,300
G0V	0.58	5,940
K0V	0.81	5,150
M0V	1.40	3,840



Visar hur flerfärgsobservationer grupperar sig i B resp V. När stjärnan ljusnar under en flare följer B och V varandra väl



Visar ett flareförlopp där färgen går mot blått (B-V minskar) under impulsfasen för att sedan återgå mot rött (B-V ökar) under avtagandefasen



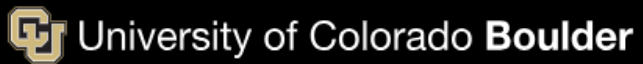
Flareförlopp där B-V använts för att modellera temperaturen



Bild: NASA/SDO

Pro-Am samarbeten

Koordinerade observationer av YZ CMi



- ▶ Drs. Adam Kowalski, Yuta Notsu, och Isaiah Tristan
- ▶ UC Boulder observerar flarestjärnan YZ CMi i röntgen, UV och radio
- ▶ RDG bistår med observationer i visuella bandet



Bild: Bob Antol / stargate4173.com

Koordinerade observationer av UV Ceti

Bucknell
UNIVERSITY



RICE UNIVERSITY

?ETI
INSTITUTE

- ▶ Dr. Isaiah Tristan
- ▶ Binär flarestjärna som kommer observeras av TESS (NIR) och Allen Array-teleskopet (radio)
- ▶ Studie av flares och de våglängder som avges under olika faser
- ▶ RDG bistår med observationer i visuella bandet enligt observationsschema



Bild: Bob Antol / stargate4173.com

Stödobservationer SPARCS



- ▶ Dr. Evgenya Shkolnik
- ▶ Minisatellit som observerar stjärnor av K- och M-typ i ultraviolett
- ▶ Mål att utvärdera UV-förhållanden på exoplaneter där effekten av flares ingår
- ▶ RDG uppmuntras bidra med koordinerade markbaserade observationer.



Bild: <https://sparcs.asu.edu/about>

SPARCS: Star-Planet Activity Research CubeSat

OVERVIEW

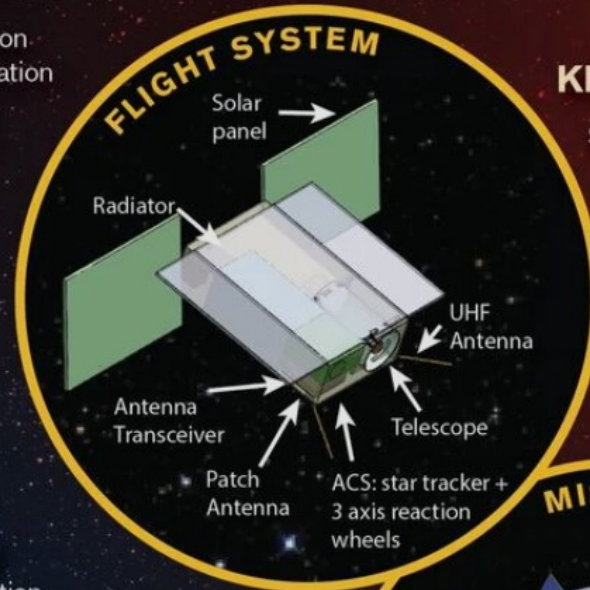
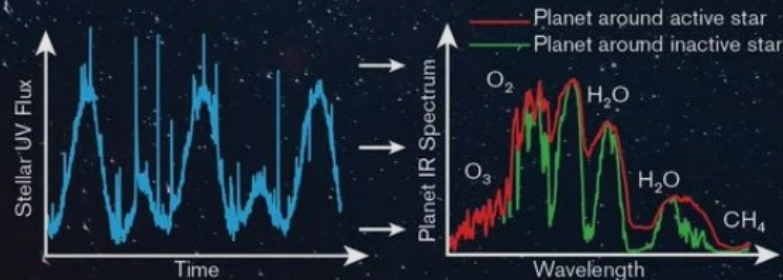
Mission: SPARCS will be the first ever mission dedicated to monitoring the high-energy radiation environments of exoplanets throughout their lifetimes by continuously measuring the FUV and NUV emission of low-mass stars from young to old.

Technology: SPARCS will advance UV detector technology by flying state of the art 'delta-doped' detectors and metal dielectric filters.

Education: SPARCS will train the next generation of young scientists and engineers in mission operations and data analysis.

STAR-PLANET CONNECTION

SPARCS will determine the high-energy radiation environment around the most common types of exoplanet hosts. By measuring month-long light curves in two UV bands, SPARCS will map stellar activity due to flares and stellar rotation. These data are crucial to understand the evolution and habitability of planets and for interpreting their spectra and their atmospheres.



KEY SPECS

Spacecraft
6U CubeSat, 9 cm telescope

Orbit

Sun synchronous terminator for maximum power, cooling, and near-continuous observations

FOV

1.8° x 1.8°

Bands

FUV [153 - 171 nm] and NUV [258 - 308 nm]

Photometric Requirements

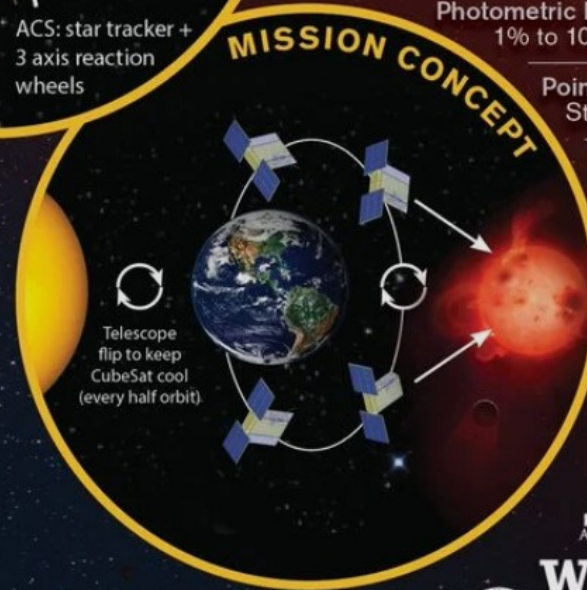
1% to 10% per observation

Pointing

Stable to 7"

Cadence

10 - 60 min observations
4 - 45 days per target
25 M-dwarf stars in 2 years



ASU
JPL



ARIZONA

W



Bild: <https://sparcs.asu.edu/about>

Möjliga självständiga RDG-projekt inom exoplanetfältet

- ▶ Bygga FFD för stjärnor med exoplaneter observerade av TESS/HST/JWST som möjliggör:
 - Bättre utvärdering av risken för flarekontaminering i observationsresultaten
 - Bättre kunskap om miljön exoplaneten befinner sig i och hur den bäst studeras, t.ex. om den förväntas ha en atmosfär eller inte
- ▶ Bekräfta exoplanetpassager utifrån tidigare observationer gjorda av TESS men där underlaget är svagt





Tack!

Presenterat av: David Heinonen, SAAF

SVO/AAVSO: DHE/HDAE

Email: david.heinonen@saaf.se