

Cooler Neighbors



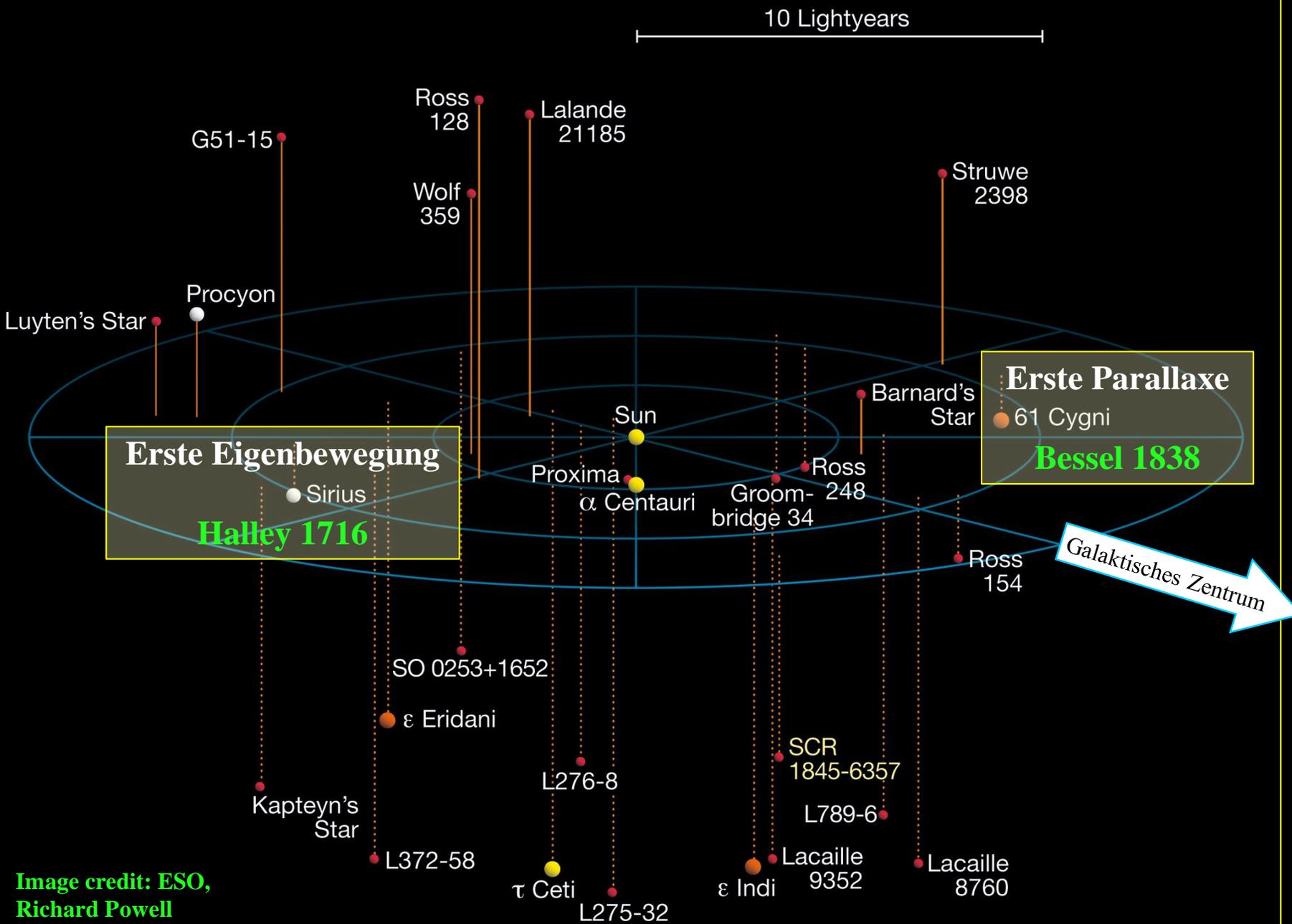
Ralf-Dieter Scholz

Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam

Milchstraße und die lokale Umgebung

**Künstlerische Darstellung
von Braunen Zwergen**
Image credit: AIP, J. Fohlmeister

Babelsberger Sternennächte



Die Sterne in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne

=

sehr
lokale
Umgebung

Stand: März 2006

Image credit: ESO,
Richard Powell

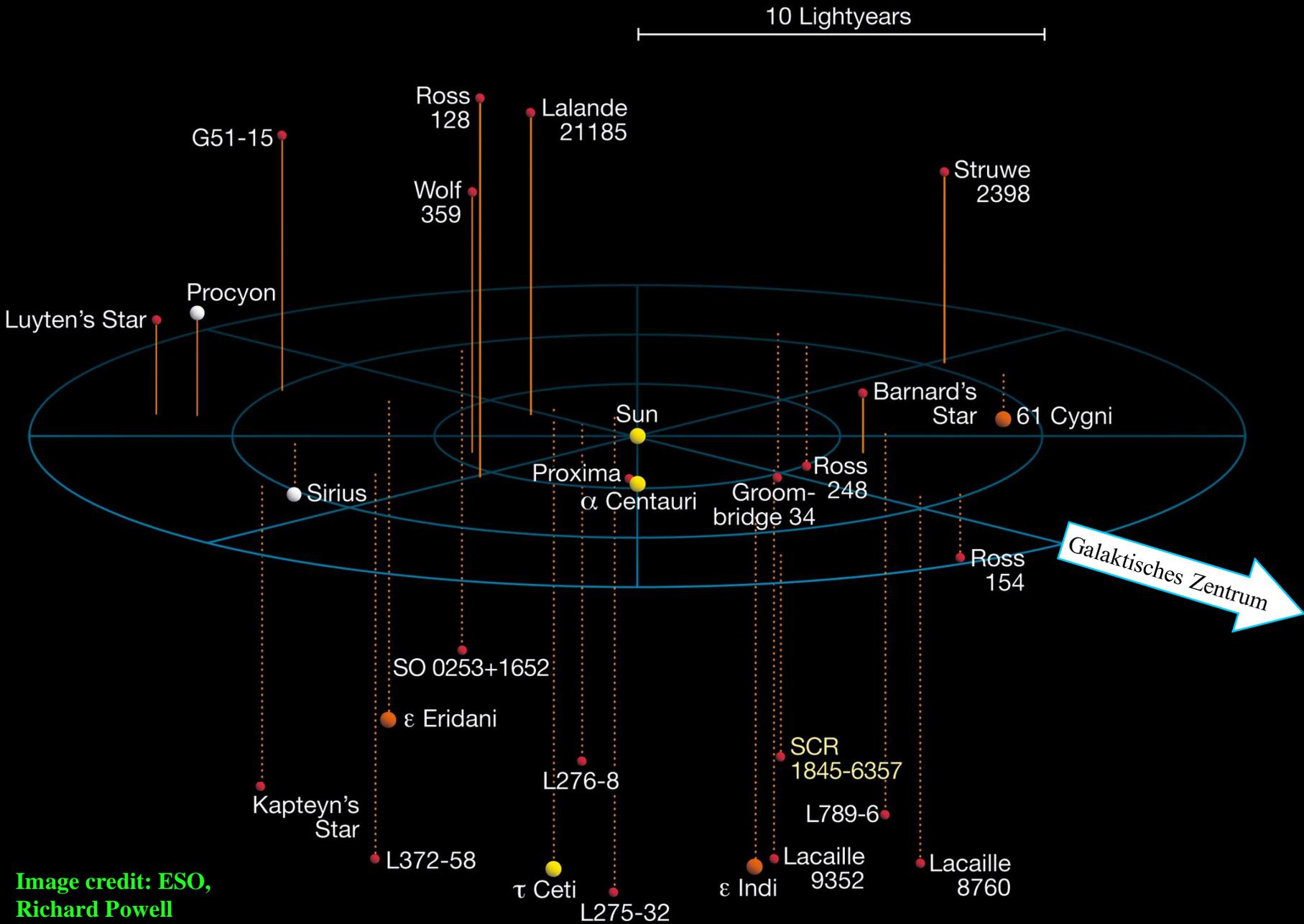


Image credit: ESO, Richard Powell

Wie groß sind die Abstände zwischen den Sternen (relativ zu ihrer Größe)?

Sonne und Umgebung im Maßstab 1 : 100 Milliarden

Sonne $\approx 1,4\text{cm}$
Gelbe Cherrytomate

Erde $\approx 0,13\text{mm}$
Sandkorn

|-----Abstand Sonne–Erde $\approx 1,5\text{m}$ -----|

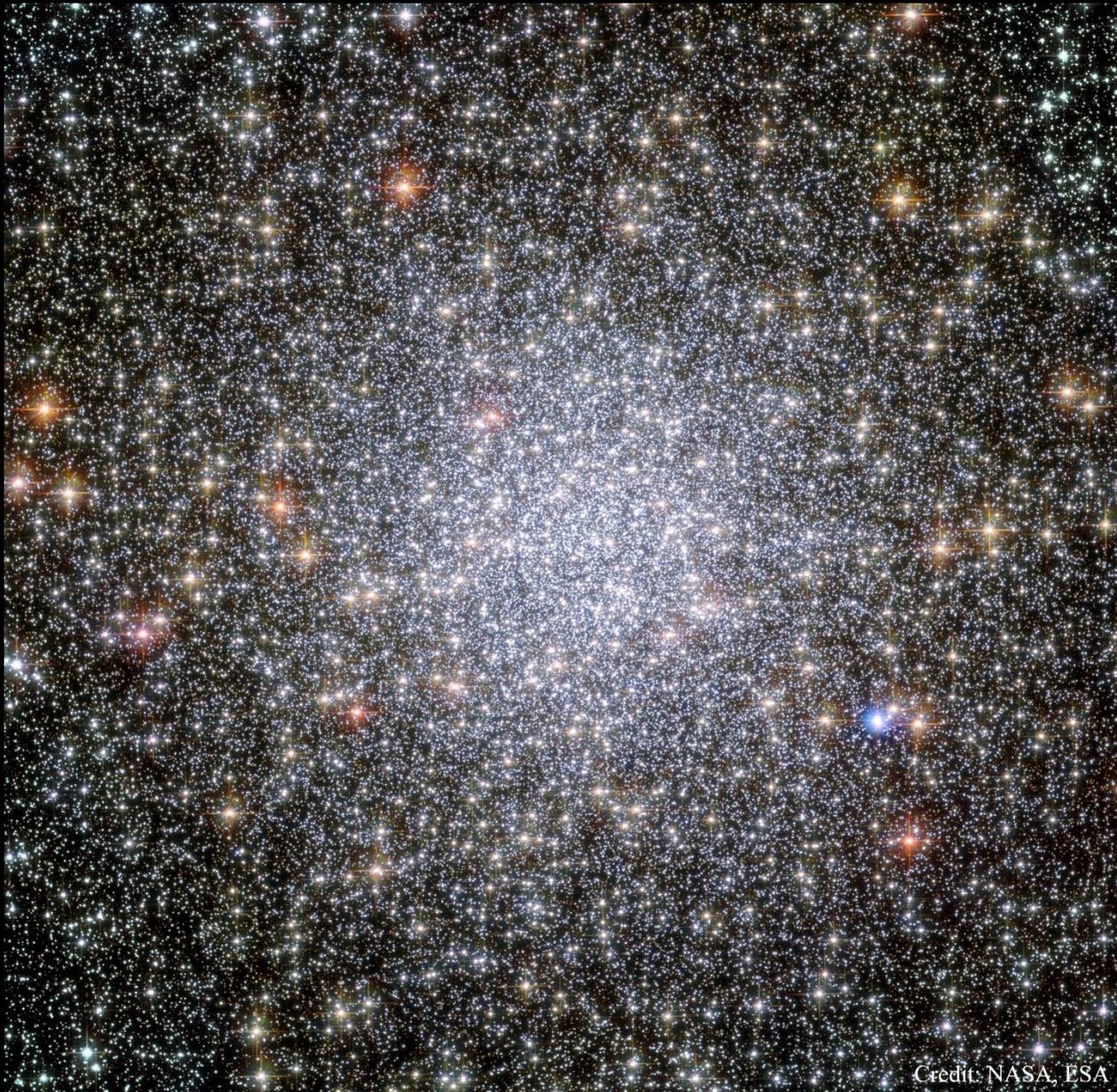
Image credit:
Ralf-Dieter Scholz,
AIP

Wie weit entfernt wäre alpha Centauri (die nächste gelbe Tomate)?

Sonne und Umgebung im Maßstab 1 : 100 Milliarden



Image credit: Google Maps / R.-D. Scholz, AIP



Credit: NASA, ESA

Image credit: NASA, ESA, Hubble Heritage Team

Kugelsternhaufen 47 Tuc

100-1000 mal geringere
Entfernungen
zwischen den Sternen

**Eine Frucht in
jedem Dorf
Mitteleuropas !**

Sterne im Orion sind 100mal weiter entfernt als unsere Nachbarn Sirius & Prokyon!



Image credit:
adege, Pixabay

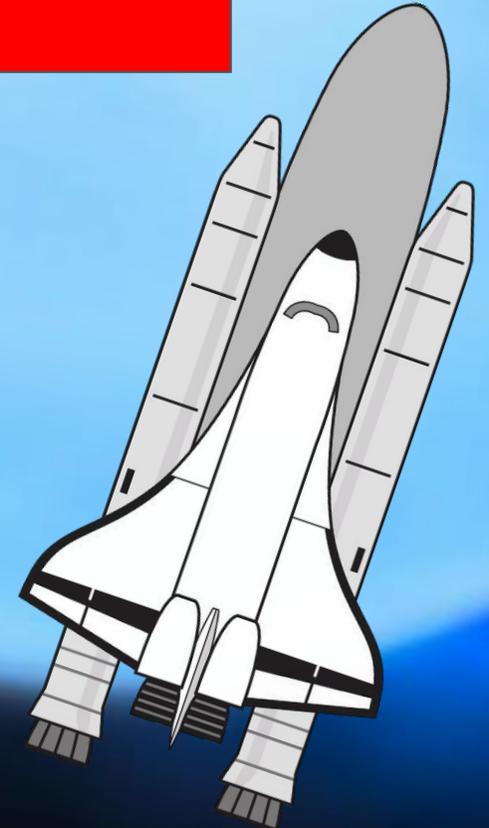
Sterne im Vergleich

Masse, Leuchtkraft



Lebensdauer,
Häufigkeit

Image credit:
ESO / M. Kornmesser



Riesen, Zwerge – sagenhafte Welt der Sterne

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

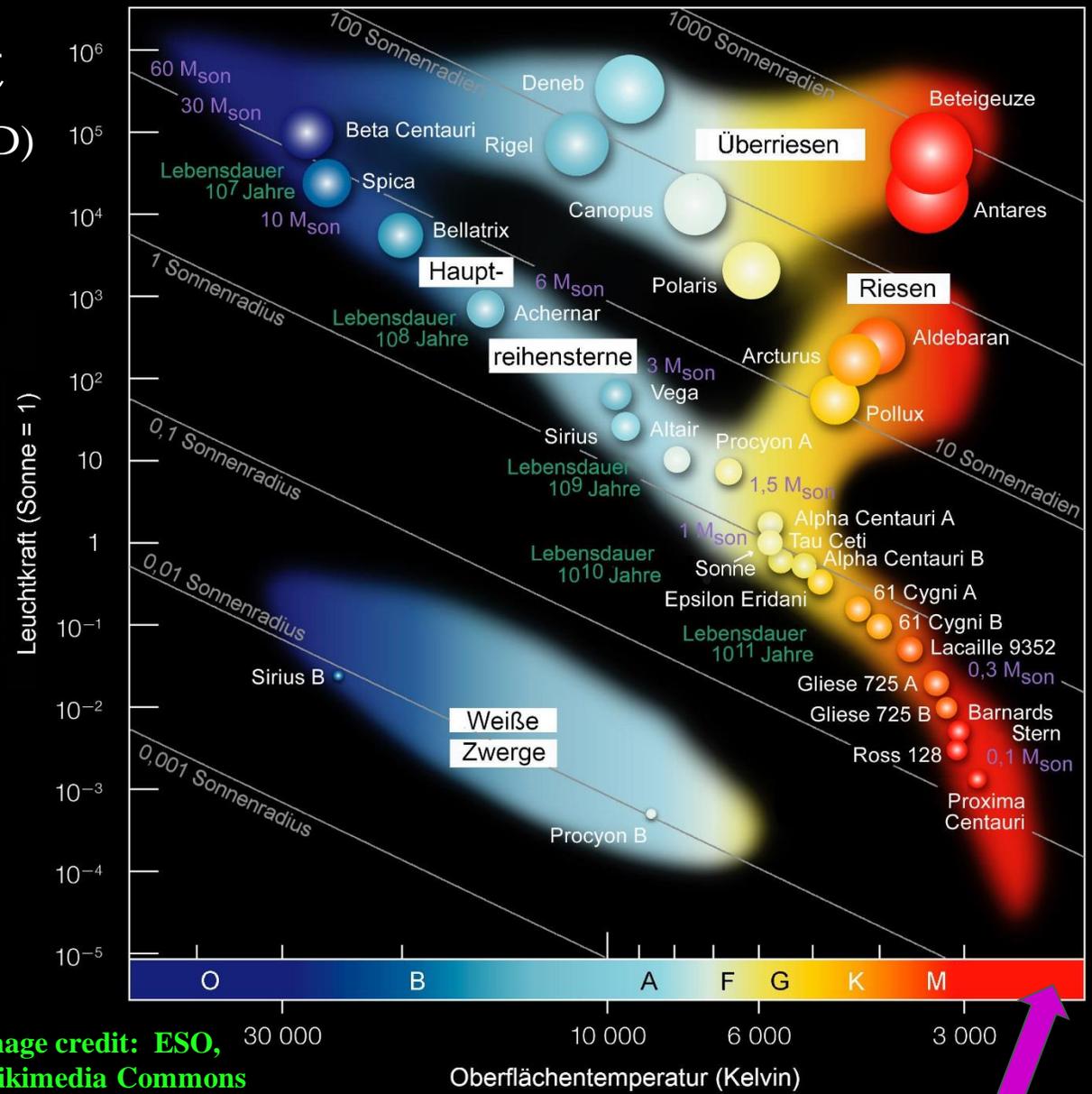


Image credit: ESO, Wikimedia Commons

Oh, **B**e **A** Fine **G**irl/**G**uy, **K**iss **M**e ... **LTY** (braune Zwerge)

Riesen, Zwerge – sagenhafte Welt der Sterne

Farben-Helligkeit-Diagramm

Beobachtungen der nächsten Sterne mit *Gaia* (DR2)

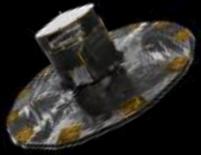


Image credit: ESA

Helligkeit ↑

Neu entdeckter Weißer Zwerg

Image credit: Scholz (2019)

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

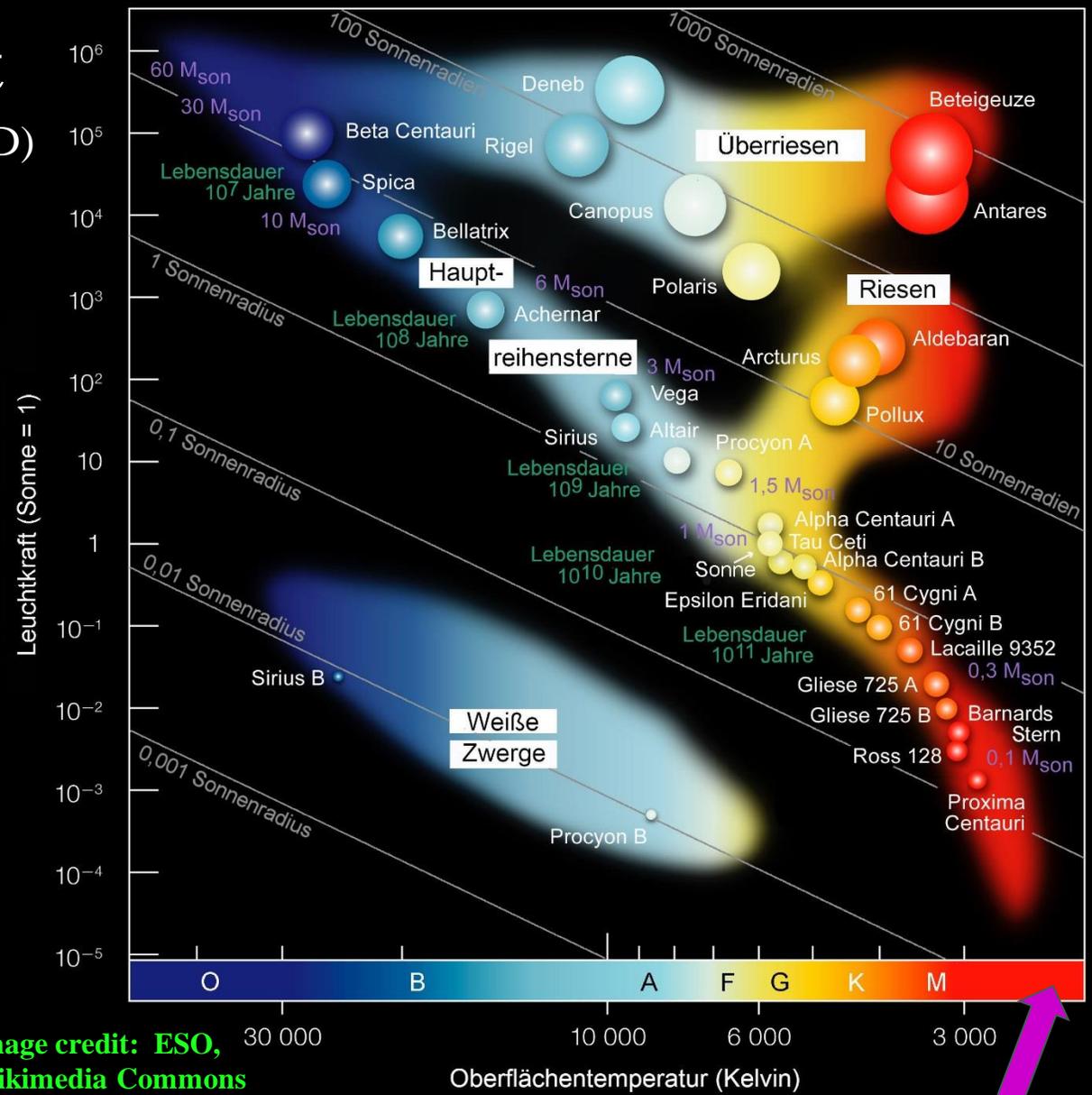
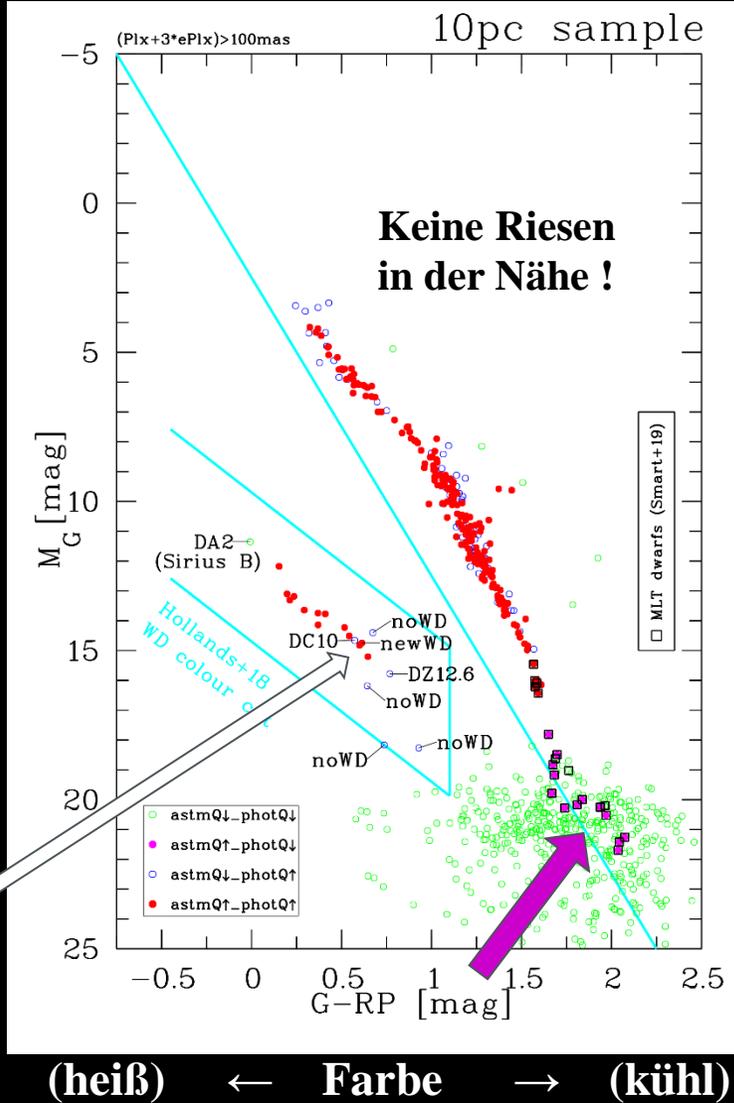


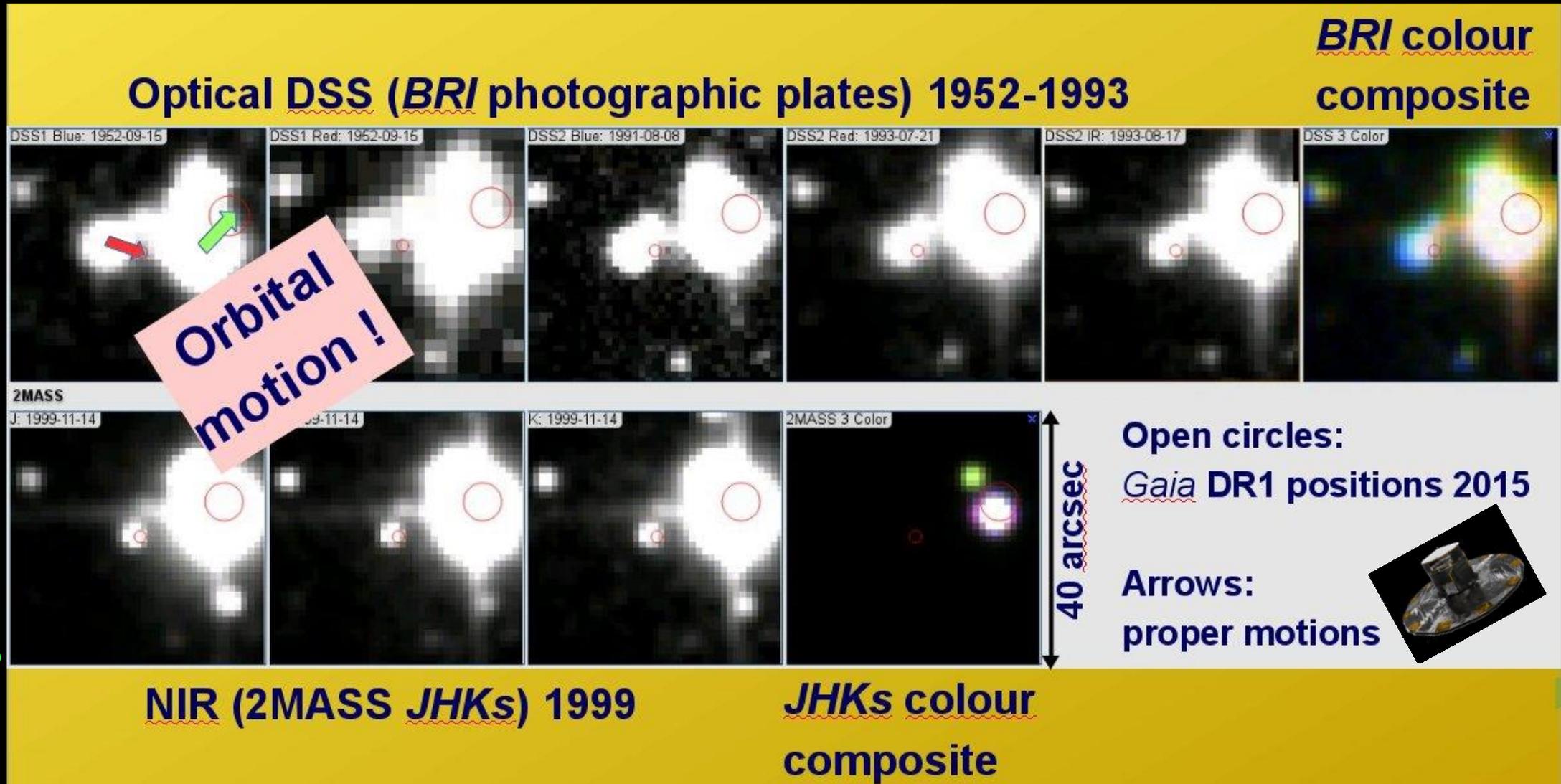
Image credit: ESO, Wikimedia Commons

Oh, Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me ... LTY (braune Zwerge)

Mit *Gaia* neu entdeckter weißer Zwerg in der Sonnenumgebung

Begleiter eines erst vor kurzem identifizierten nahen roten Zwergsterns (Scholz et al. 2018)

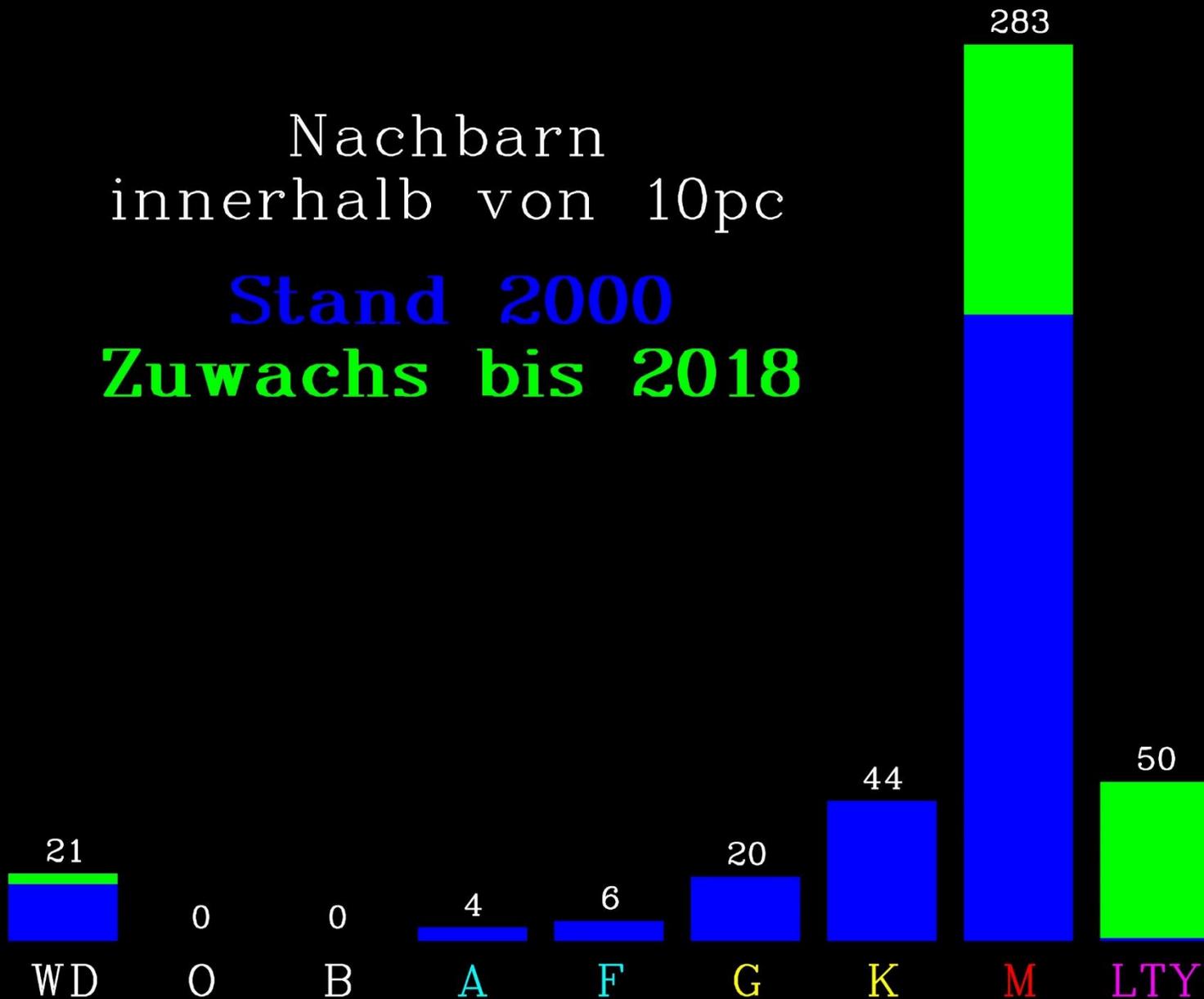
TYC 3980-1082-1 B



Nachbarn
innerhalb von 10pc

Stand 2000

Zuwachs bis 2018



Entdeckungen der letzten Jahrzehnte

lt. Angaben des
Research Consortium
On Nearby Stars
(RECONS)

Image credit:
Ralf-Dieter Scholz, AIP

Blick auf die Milchstraße von der Europäischen Südsternwarte (Paranal, Chile)

Kleiner Ausschnitt
einer Aufnahme der
Milchstraße zeigt
unscheinbaren **roten
Zwergstern**: Proxima



Image credit: David Malin, UKST, DSS, AAO



Video credit: ESO / J. F. Salgado

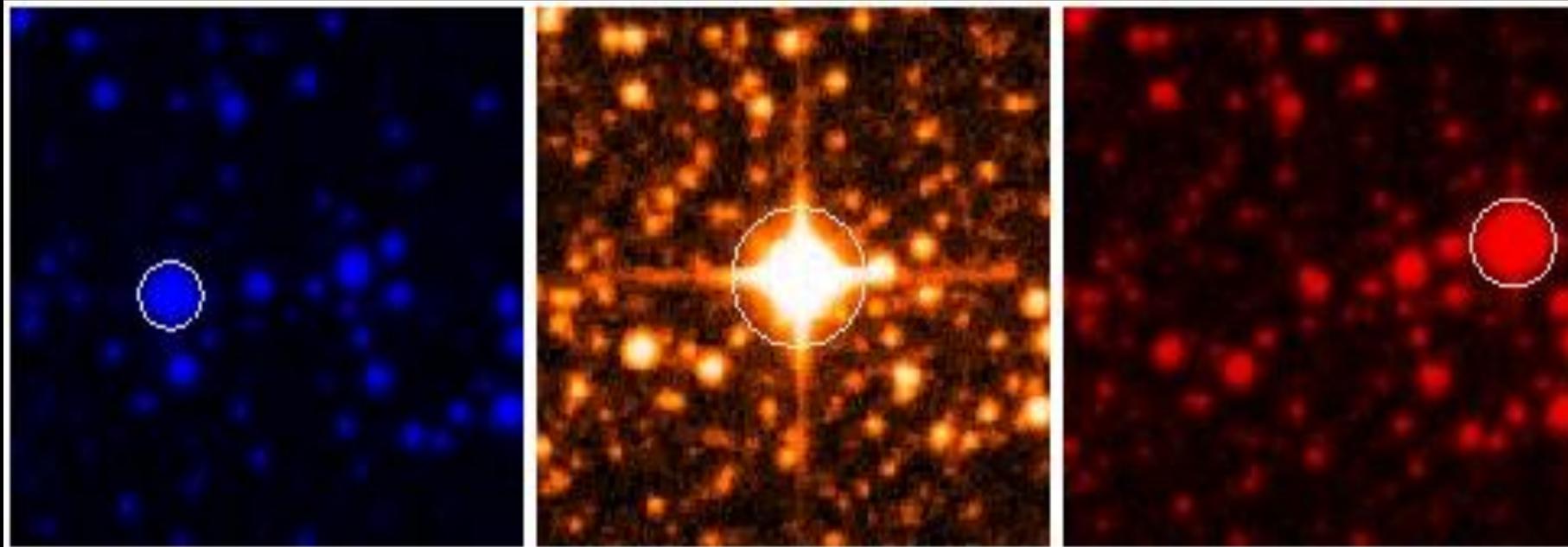
Proxima Centauri der Stern in nächster Nähe

roter Zwergstern (Spektraltyp M5, Entfernung etwa 4 Lichtjahre)

1976

1982

1993



Blaufilter

Infrarotfilter

Rotfilter

Image credit:
SuperCOSMOS Sky
Surveys / R.-D. Scholz, AIP

Seine Eigenbewegung entspricht \approx 1 Mond-Durchmesser in 450 Jahren

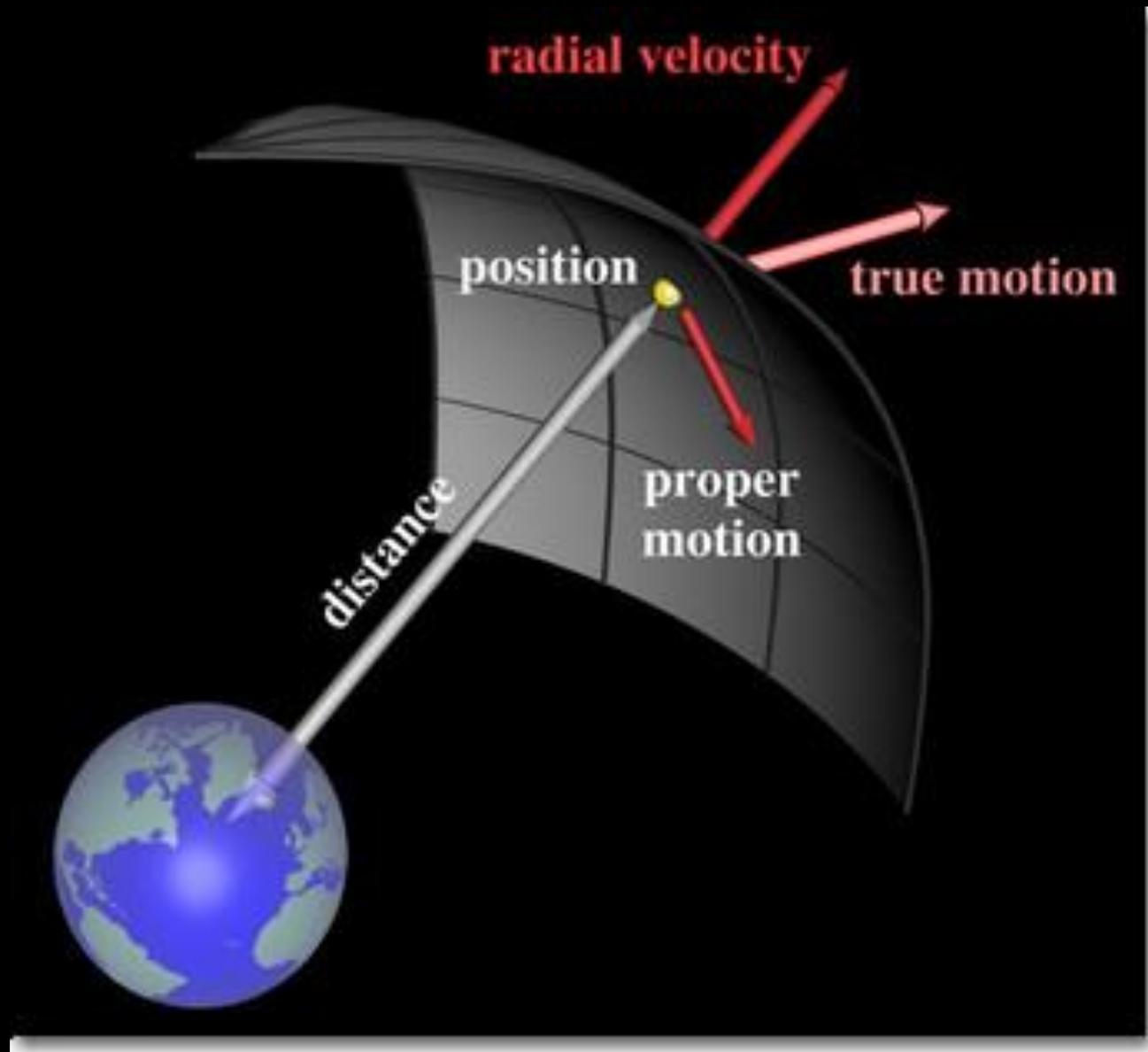


Image credit: The RAVE Collaboration

Eigenbewegung der Sterne

=

scheinbare Bewegung
am Himmel

in Bogensekunden pro Jahr
["/yr]

Geschwindigkeit
in [km/s]

ergibt sich erst aus

Entfernung
in [pc]

Regel: Nahe Sterne zeigen große Eigenbewegungen

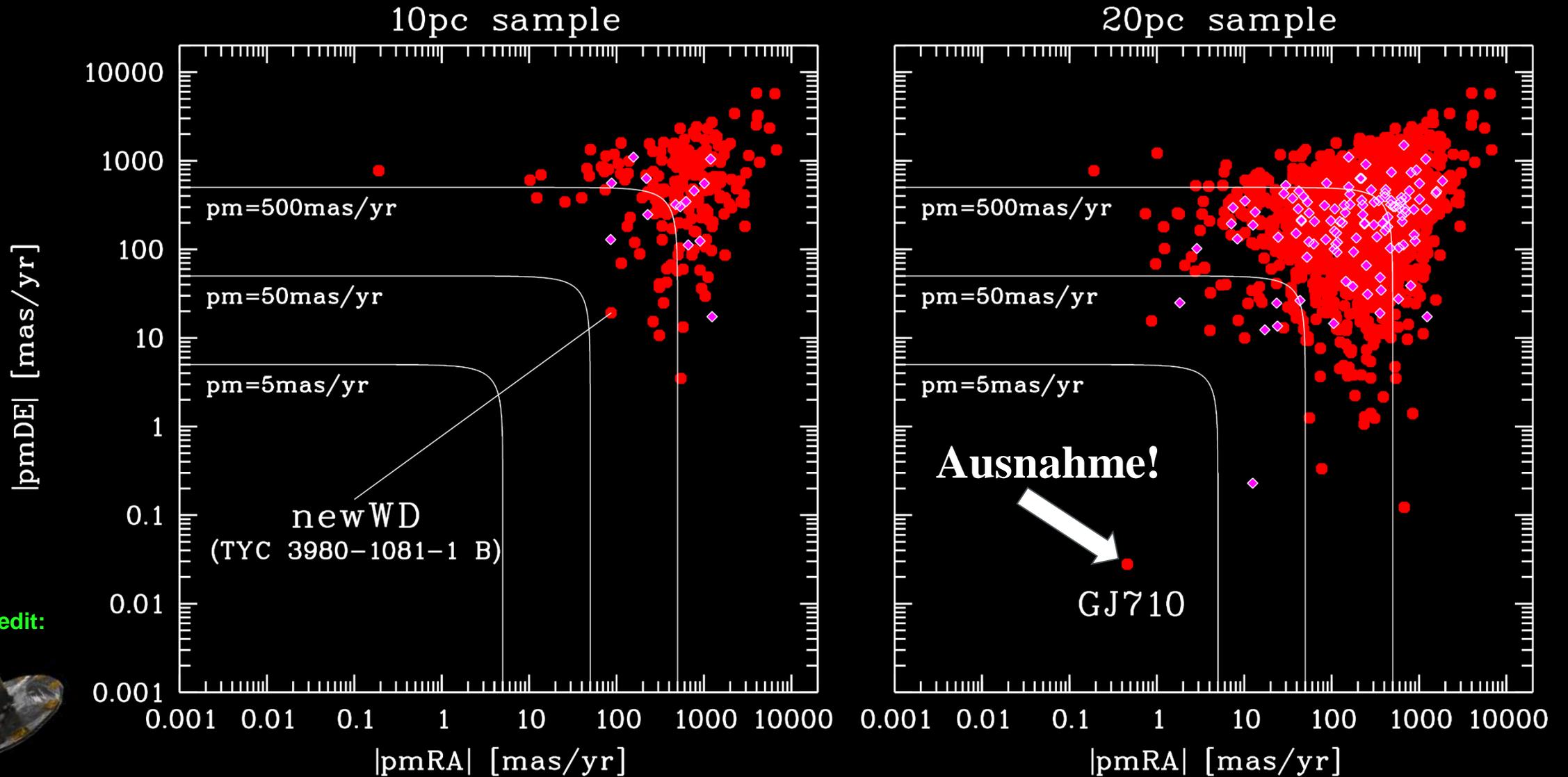
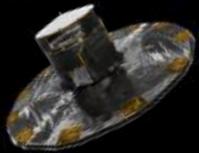


Image credit:
ESA



Ausgewählte *Gaia* DR2 Messungen mit hoher Qualität

Image credit: Scholz (2020)

(Scheinbare) Größenverhältnisse am Himmel

M31: $\sim 4^\circ$ ($1^\circ = 60' = 3600''$),

Mond: 30'-34',

Jupiter: max. 48''



Andromedagalaxie (M31)

Image credit: Kyong-Sik Choi, Pixabay

im gleichen Abbildungsmaßstab
wie

Mond

Image credit: Pexels, Pixabay



Jupiter

(vergrößert)

Image credit:
GustavoAckles, Pixabay



Die Schwierigkeit der Entfernungsmessung

trigonometrische Parallaxe:

1 arcsec (1") → Entfernung 1 Parsec (1 pc)
 (≈3 Lichtjahre ≈200000 AU)

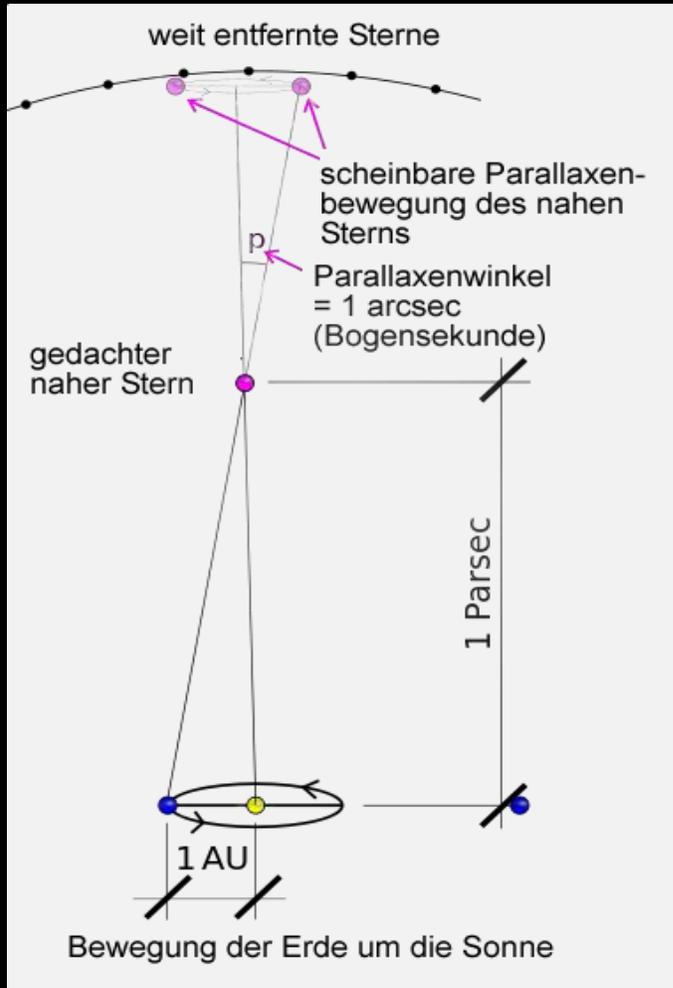


Image credit:
 Wikimedia
 Commons

Bewegung eines nahen Sterns am Himmel:

Eigenbewegung (linear) +
 parallaktische Bewegung (Ellipse)

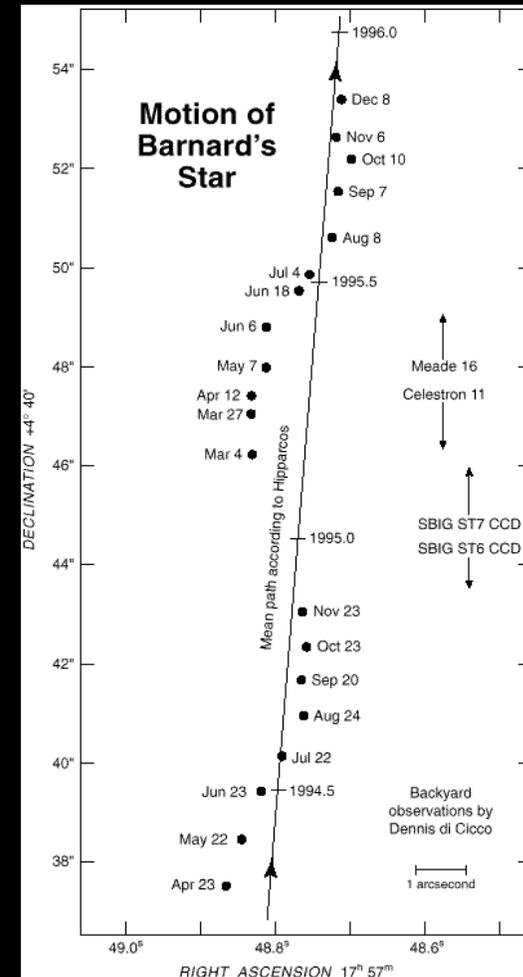


Image credit:
 ESA / Dennis
 di Cicco

Die Schwierigkeit der Entfernungsmessung

trigonometrische Parallaxe:

1 arcsec (1") → Entfernung 1 Parsec (1 pc)
 (≈3 Lichtjahre ≈200000 AU)

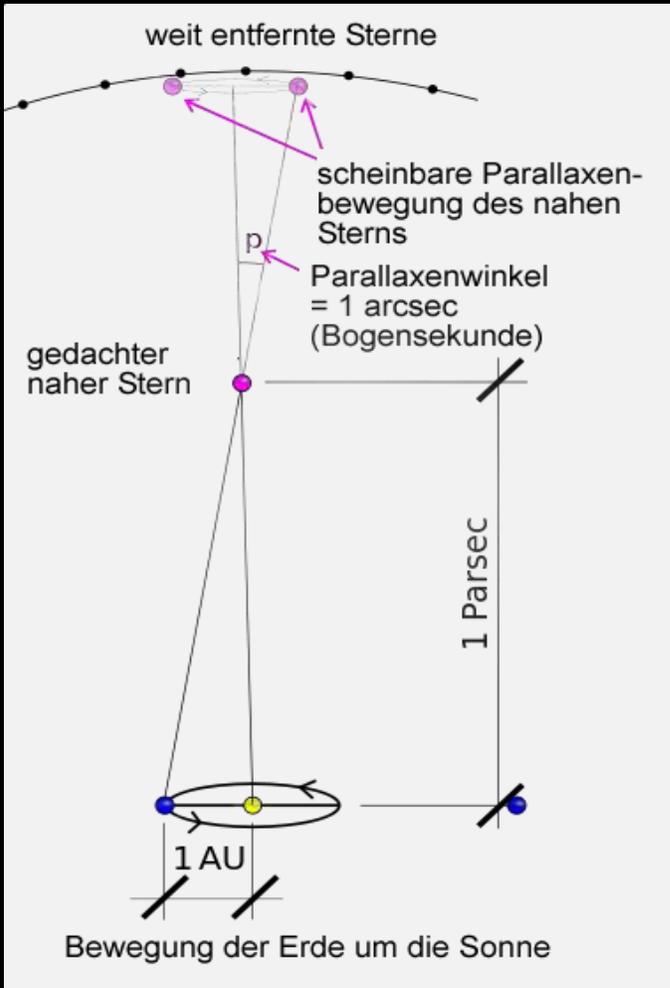


Image credit:
 Wikimedia
 Commons

Problem:

Messgenauigkeit:
 sehr kleine Winkel,
 z.B. 1 Milli-Bogensekunde
 (Mann auf dem Mond)

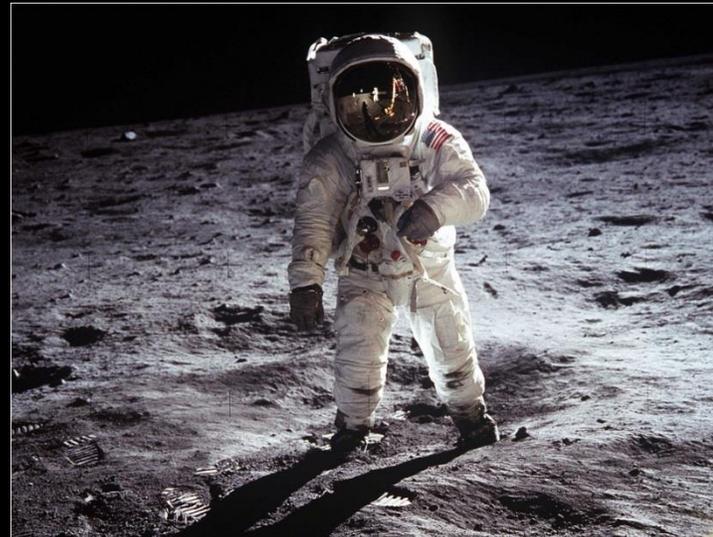


Image credit: NASA

lange Messreihen
 (mehrere Jahre) notwendig,
 um Eigenbewegung von
 Parallaxe zu trennen

Bewegung eines nahen Sterns am Himmel:

Eigenbewegung (linear) +
 parallaktische Bewegung (Ellipse)

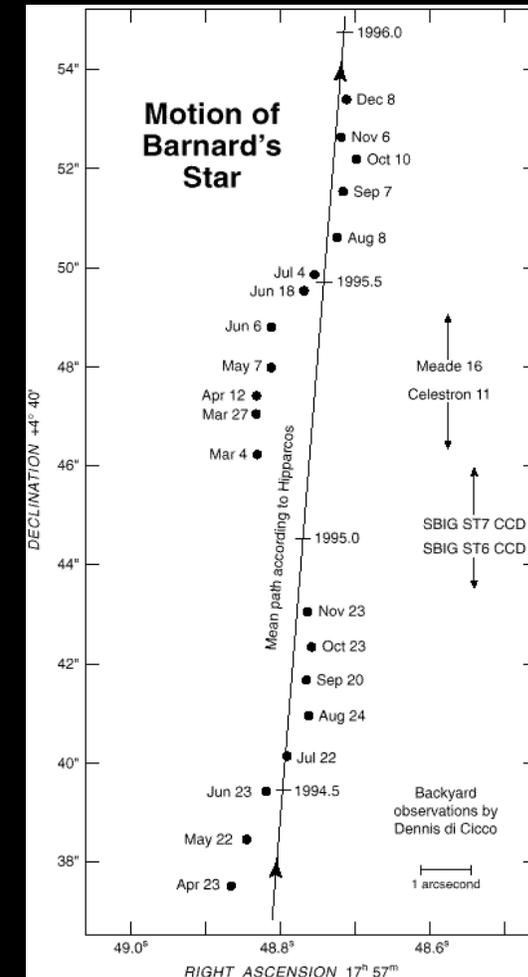


Image credit:
 ESA / Dennis
 di Cicco

Alle Sterne zeigen

Eigenbewegung
+
parallaktische
Bewegung



Video credit: ESA / Gaia / DPAC „Parallax and proper motion“

Gaia (ESA)

=

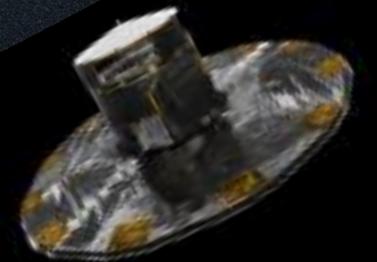
Europa's
astronomische
Revolution !

Entfernungsmessung (Parallaxen)
für zwei Milliarden Sterne unserer Galaxis!

(allerdings im optischen Licht, deshalb
weniger geeignet für **Braune Zwerge**)

Image credit: ESA / Gaia Data Processing and Analysis Consortium
(DPAC)

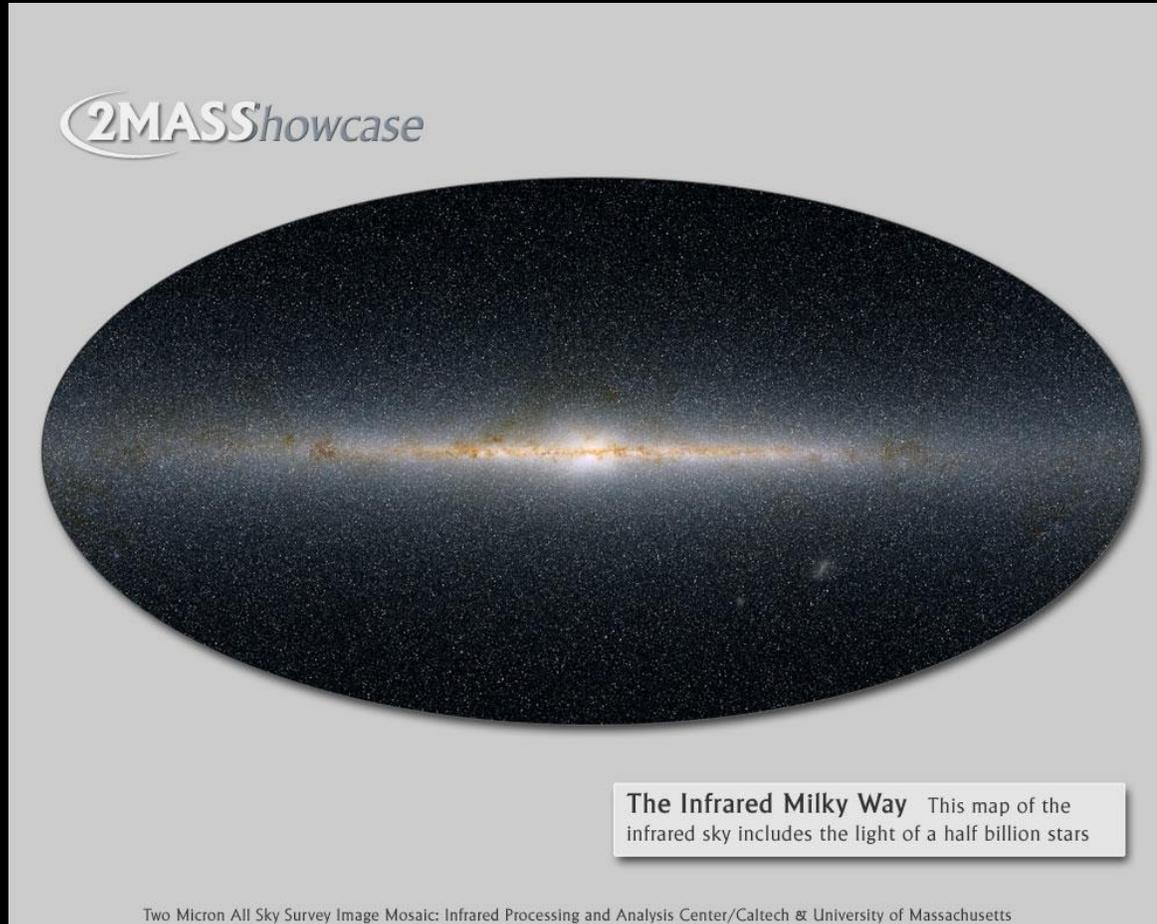
AKTUELL (seit Dez. 2013)



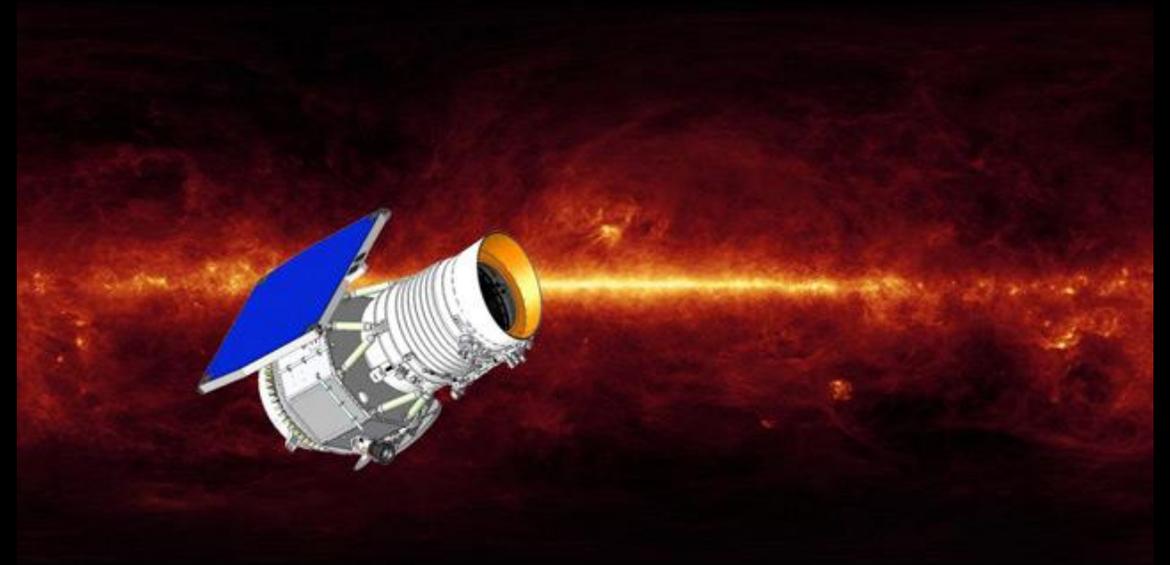
Suche nach nahen **roten Zwergsternen** und **braunen Zwergen**

Himmelsdurchmusterungen im infraroten Licht,
z.B. Two Micron All Sky Survey (2MASS)

Image credit: IPAC / Caltech & University of Massachusetts



besonders geeignet für **braune Zwerge**:
WISE = Wide-field Infrared Survey Explorer
Image credit: NASA



Braune Zwerge = Produkt fehlgeschlagener Sternentstehung

Kritische Masse ($0.08 M_{\text{sonne}}$) für Sterne nicht erreicht, deshalb keine Kernfusion von Wasserstoff zu Helium

Masse in Sonnenmassen:

1

0.6...0.08

0.08...0.013

0.001



Image credit: Robert Hurt / IPAC

Braune Zwerge = Produkt fehlgeschlagener Sternentstehung

Kritische Masse ($0.08 M_{\text{sonne}}$) für Sterne nicht erreicht, deshalb keine Kernfusion von Wasserstoff zu Helium

Masse in Sonnenmassen:



Image credit: Robert Hurt / IPAC

Farbe (Spektraltyp) brauner Zwerge ändert sich

UGPS J0722-0540 @ 4.1pc
(Lucas et al. 2010)

WISE J1741+2553 @ ~5.7pc

WISE J0254+0223 @ 6.0pc

(Scholz et al. 2011)

Werden mit der Zeit immer kühler, optisch fast unsichtbar (sehr rot/lila).

Im infraroten Licht erscheinen die kühleren braunen Zwerge blau (2MASS) bzw.

grün/gelb (WISE):

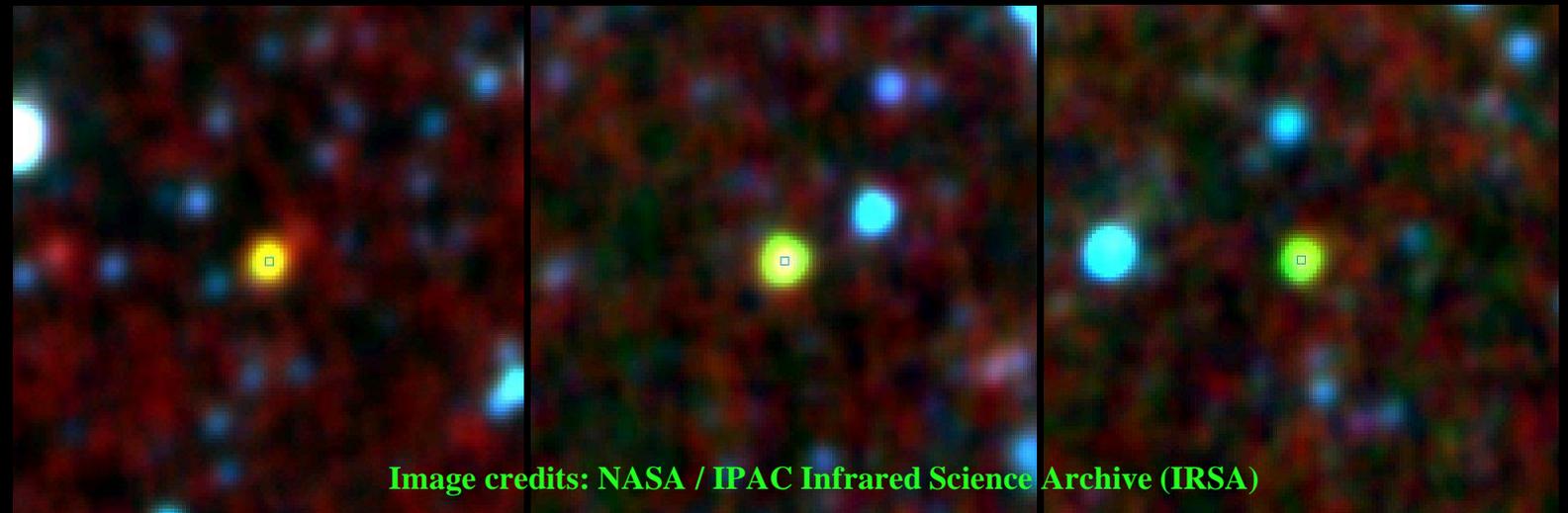


Image credits: NASA / IPAC Infrared Science Archive (IRSA)

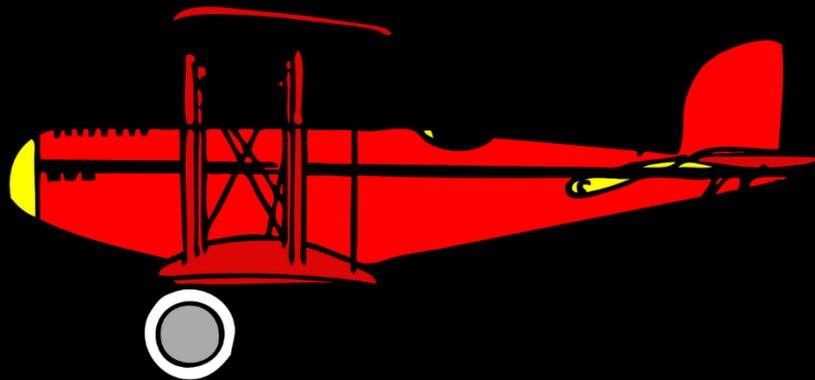
Roter Zwergstern

>8% (bis ca. 60%) der Sonnenmasse

Stabile Kernfusion von Wasserstoff zu Helium

Viele Milliarden Jahre gleich hell und warm (Spektraltyp M)

10-40% des Sonnenradius (ungefähr 1-4 Jupiterradien)



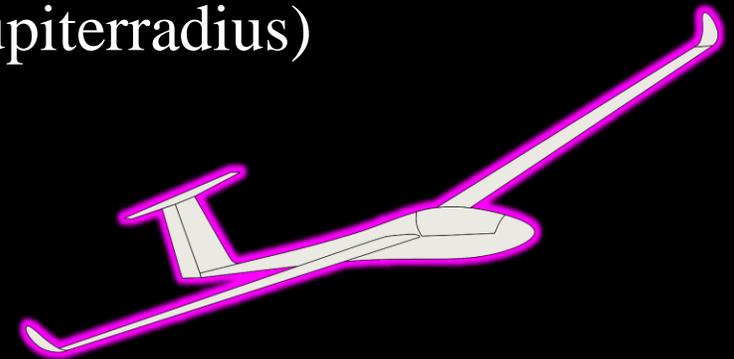
Brauner Zwerg

<8% der Sonnenmasse

Keine Kernfusion von Wasserstoff zu Helium

Helligkeit und Temperatur nehmen stetig ab (Spektraltyp M→L→T→Y)

10% des Sonnenradius (ungefähr 1 Jupiterradius)



Die allernächsten in Potsdam entdeckten braunen Zwerge

ϵ Indi Ba, Bb
T1+T6 @ 3.622 pc (K4-Stern-Begleiter)

entdeckt: 2003 und 2004

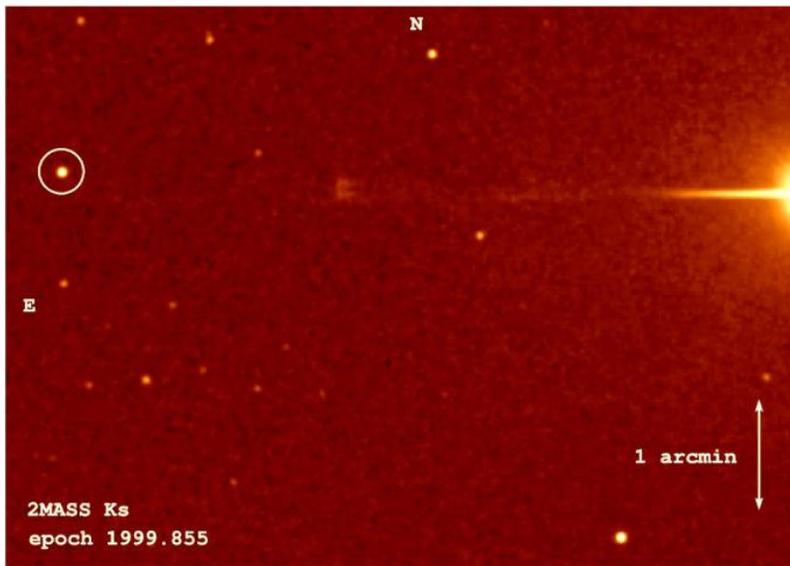
Image credit: ESO

ϵ Indi Ba, Bb

0.7"

VLT/NAOS-CONICA

Scholz et al. (2003)
McCaughrean et al. (2004)



Epsilon Indi B
(SuperCOSMOS + Two Micron All Sky Survey)



Image credit:
ESO /
SuperCOSMOS
Sky Surveys /
2MASS



Luhman (2014)

Image credit: NASA

Der kühlfte bekannte braune Zwerg

WISE J0855-0714

Y-Zwerg @ 2.2 pc

entdeckt: 2014

... hat ähnliche
Oberflächen-Temperatur
wie die Erde!

Stellare und substellare Fraktionen in der Galaxis



Riesensterne bilden nur Spitzergruppen <1%

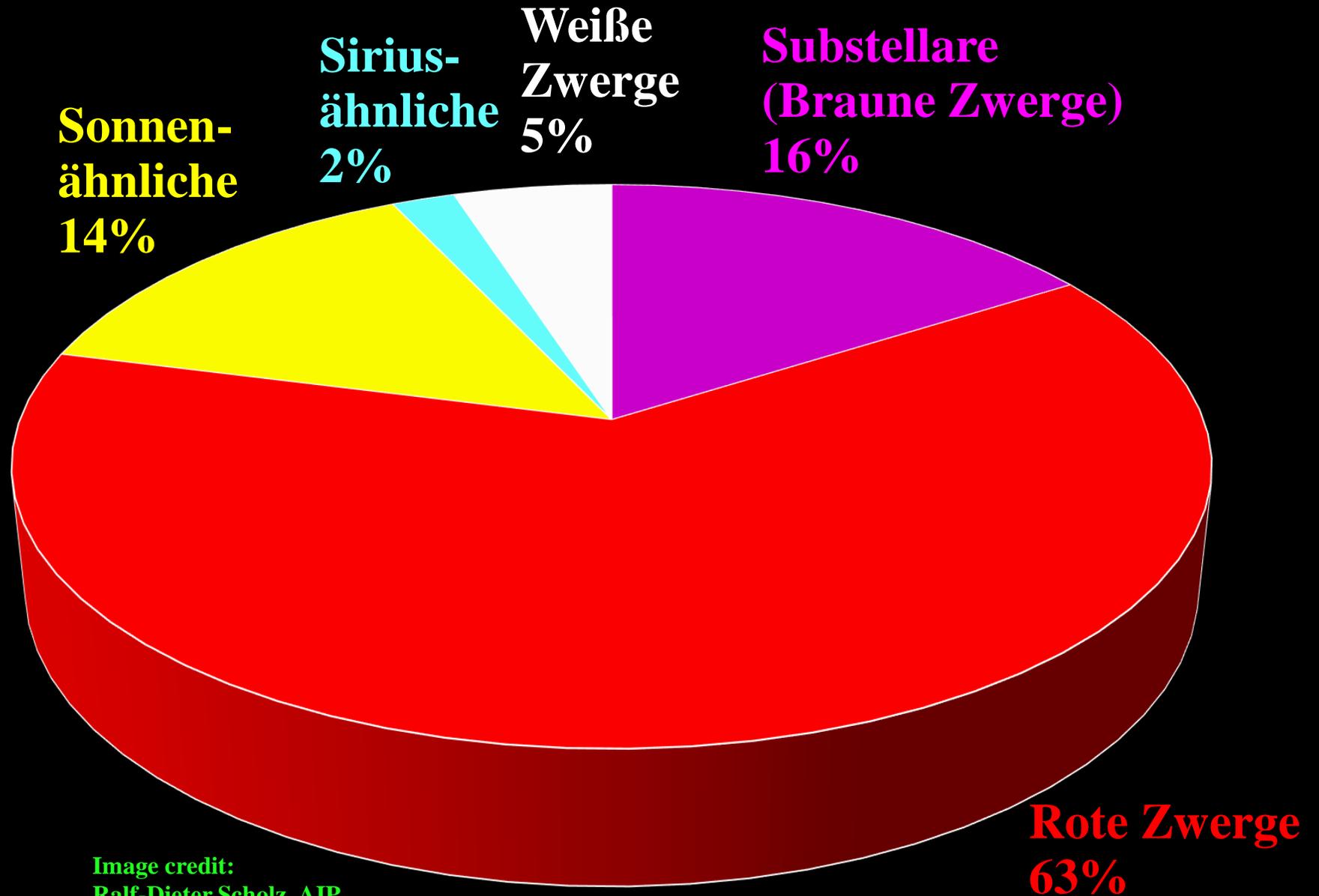
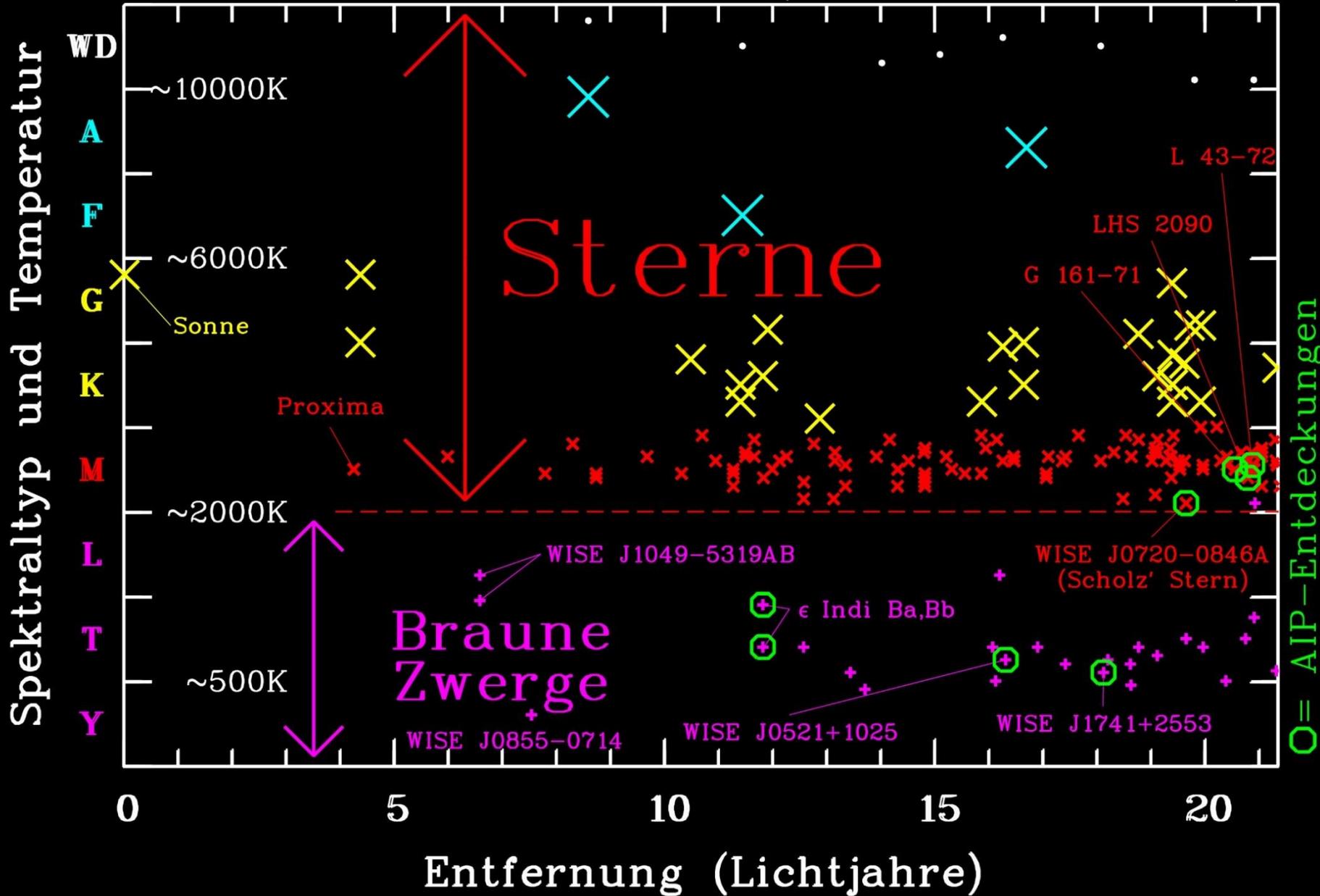


Image credit:
Ralf-Dieter Scholz, AIP

Nahe Nachbarn der Sonne (Stand: 23. Feb. 2015)



O= AIP-Entdeckungen

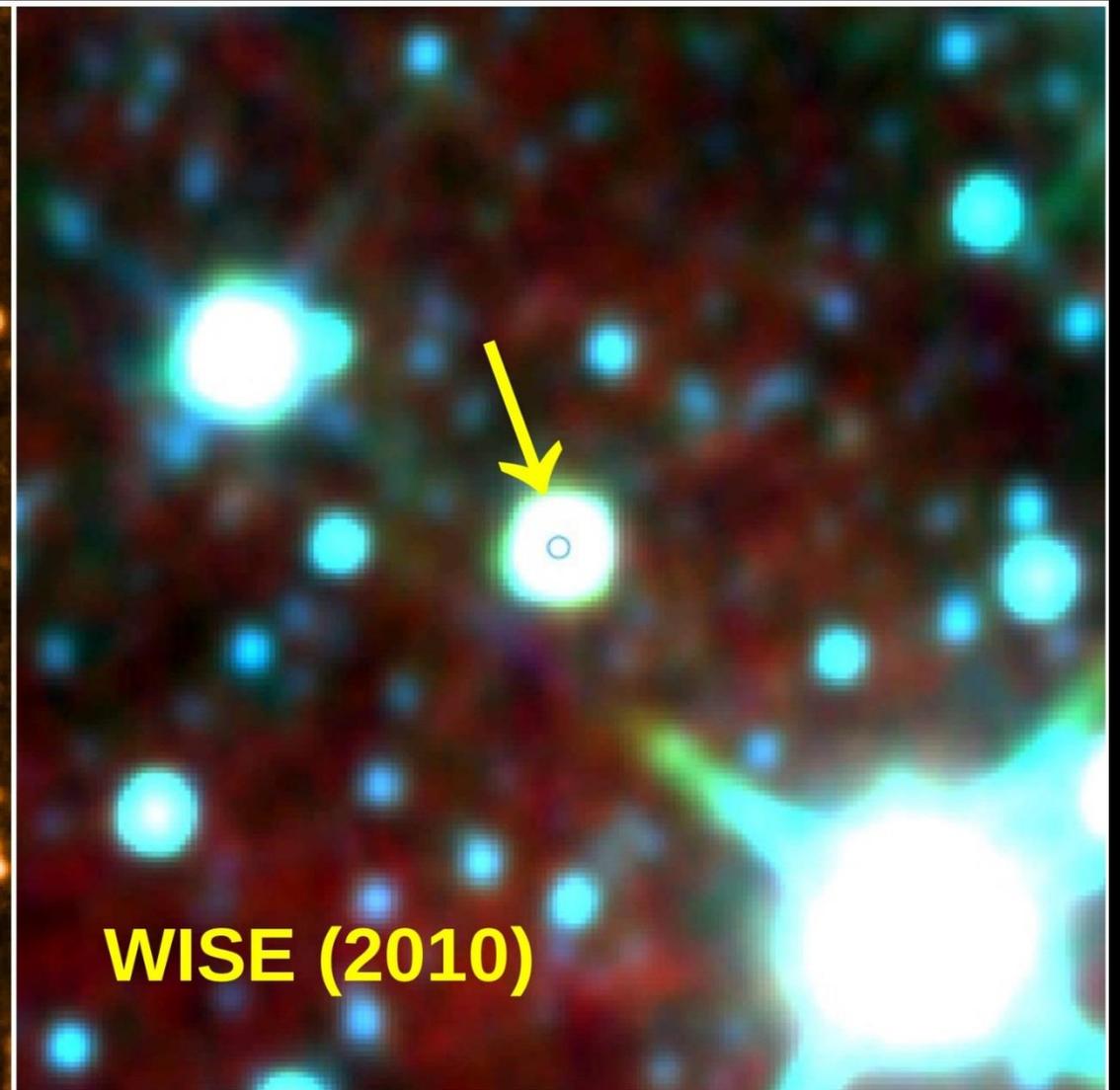
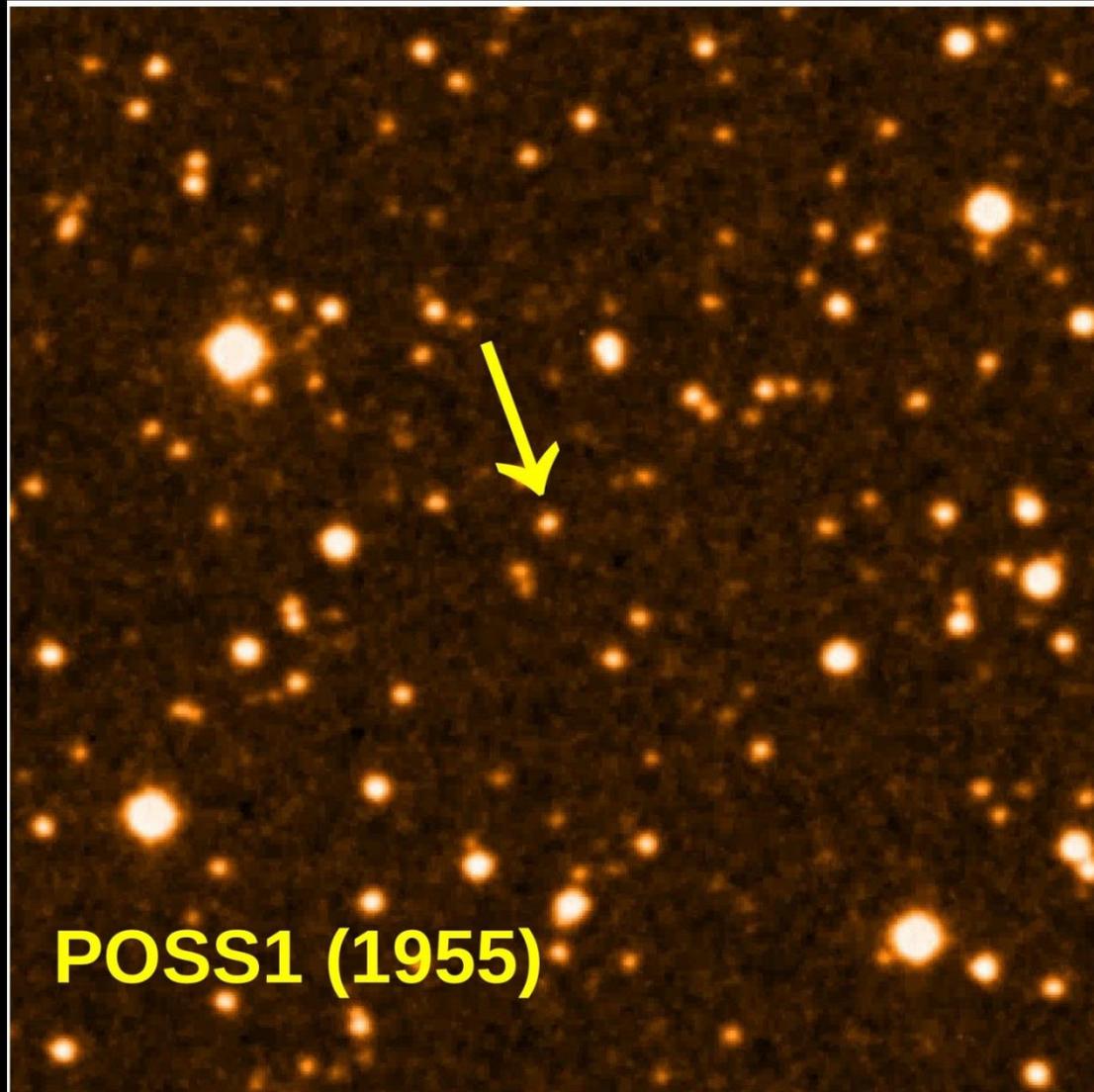
Entdeckungen von **M + LTY** seit Einsatz von:

photografischer Astrometrie vor ≈ 100 Jahren

Infrarot-Astronomie vor ≈ 25 Jahren

Image credit: Ralf-Dieter Scholz, AIP

Neuer Nachbar (M9 @ 7pc) WISE J0720-0846 (Scholz 2014)



Weitere Untersuchungen zeigten:

roter Zwergstern
(in Begleitung eines
braunen Zwergs)
der vor nur 70000
Jahren der Sonne
sehr nah kam!

Burgasser et al. (2015)
Mamajek et al. (2015)
Dupuy et al. (2019)



Eric Mamajek,
(seit 2016 am JPL)

nennt
WISE J0720-0846
Scholz's star

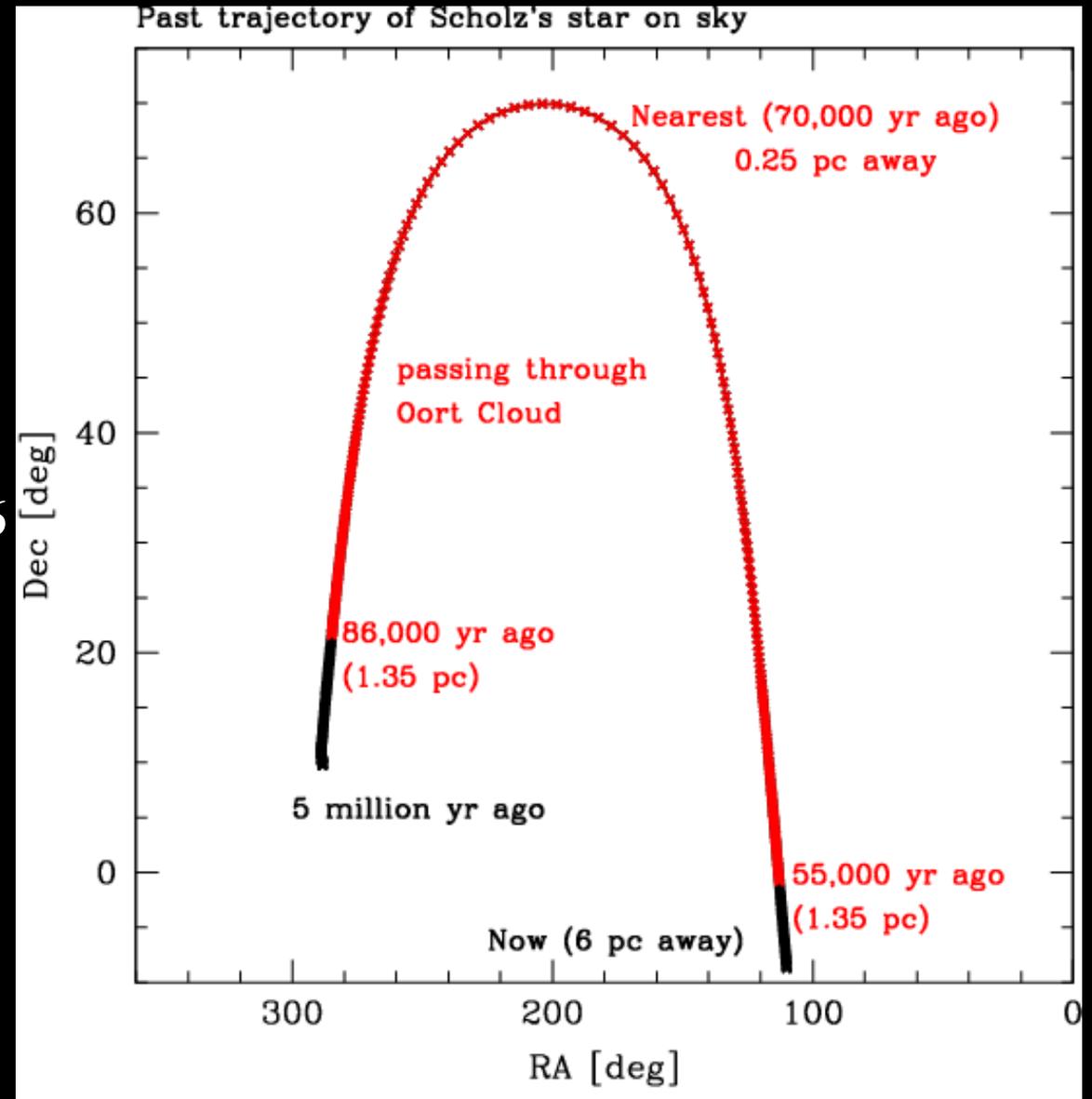


Image credit: Eric Mamajek, www.pas.rochester.edu/~emamajek/

Image credit: Michael Osadciw / University of Rochester

Damals 5 mal näher als heute Proxima + alpha Centauri AB !

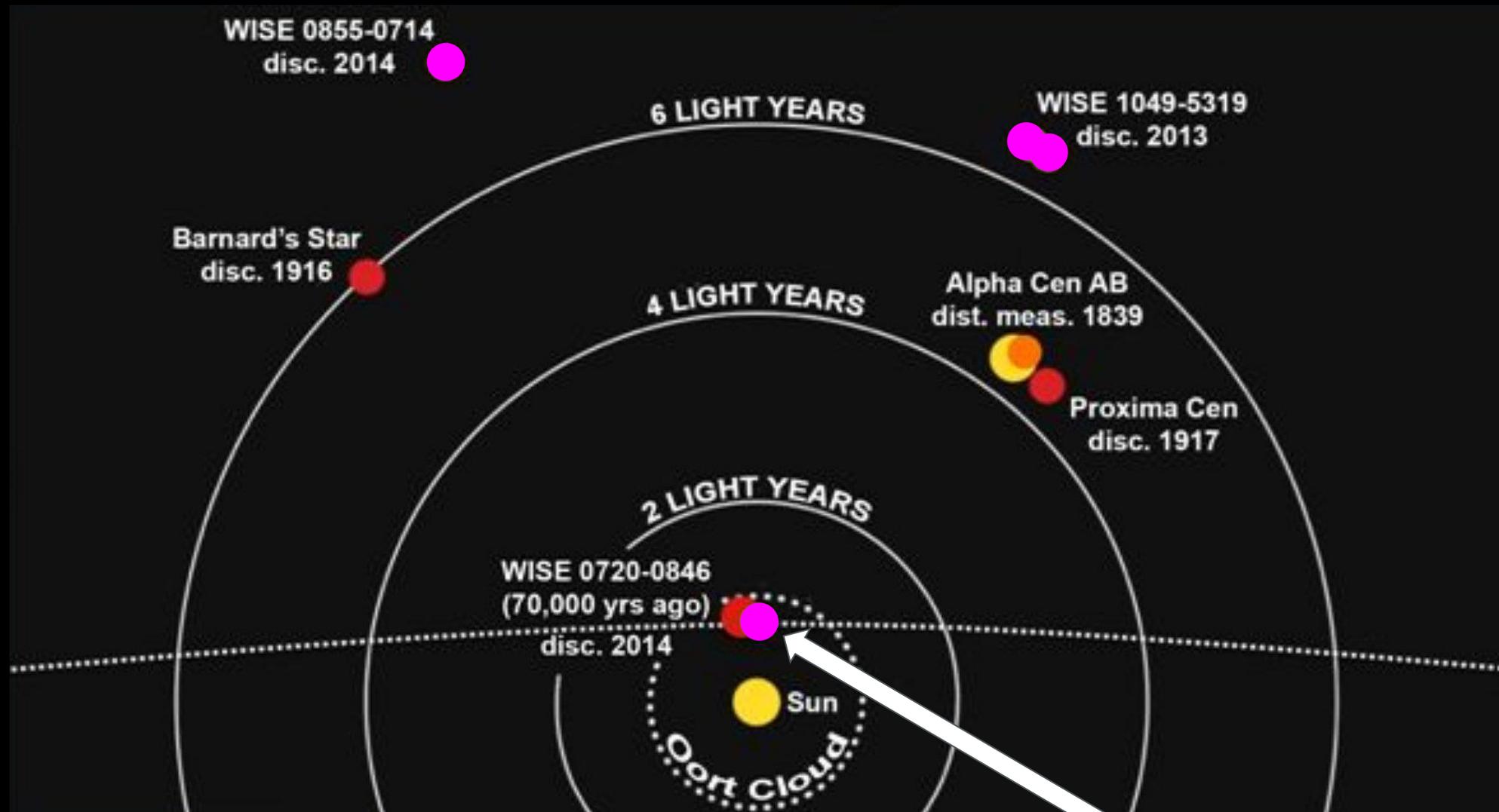
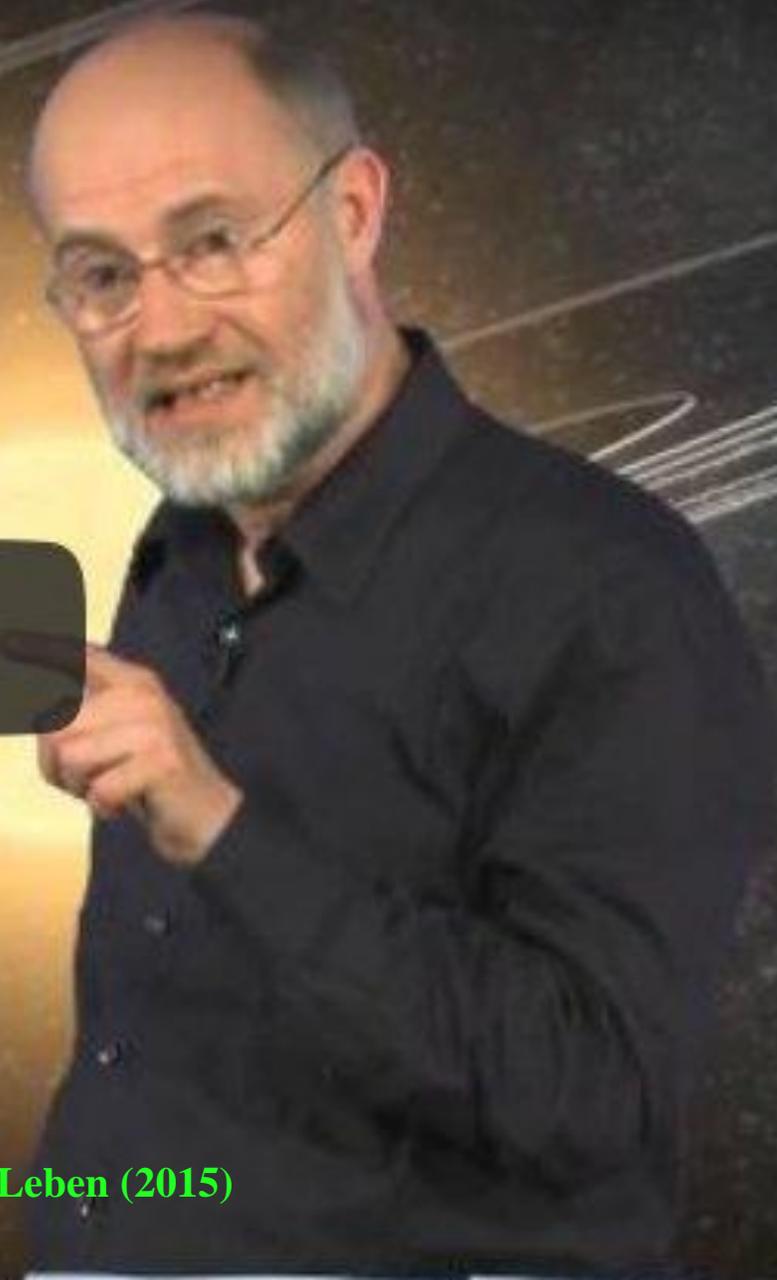
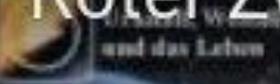


Image credit: NASA Astrophysics Forum (Penn State University and P. Eisenhardt)

● = braune Zwerge

Passage des äußeren Bereichs
der Oortschen Wolke!

Roter Zwerg streift Sonnensystem | Neues aus dem Universum • H...



Video von Harald Lesch → Urknall, Weltall und das Leben (2015)

Konnten die Neandertaler den Scholz' Stern sehen?

Nein!

Image credit: José A. Peñas / SINC



Gliese 710

**fliegt direkt auf uns zu
(negative Radialgeschwindigkeit
und Null-Eigenbewegung)**

**kommt der Sonne
in 1,3 Millionen Jahren
noch näher (16000 AU) !**

**Findet *Gaia* noch mehr
solcher Begegnungen ?**

**Video credit: ESA / *Gaia* / DPAC
„Waiting for a stellar encounter“**

Motivation zur weiteren Suche nach (coolen!) Nachbarn

Exoplanet Proxima b



Image credit:

Ricardo Ramirez Reyes / J. Jenkins / Universidad de Chile

Motivation zur weiteren Suche nach (coolen!) Nachbarn

Exoplanet Proxima b



Image credit:
Ricardo Ramirez Reyes / J. Jenkins / Universidad de Chile

interstellare Besucher Oumuamua



Image credit: ESO, M. Kornmesser

Motivation zur weiteren Suche nach (coolen!) Nachbarn

Exoplanet Proxima b



Image credit:
Ricardo Ramirez Reyes / J. Jenkins / Universidad de Chile

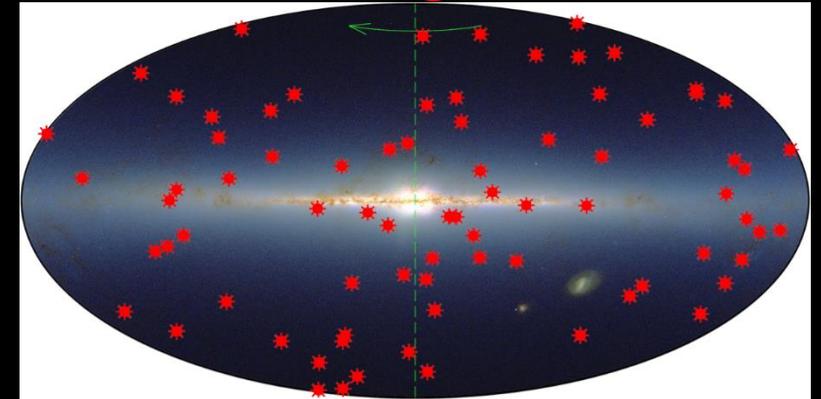
interstellare Besucher Oumuamua



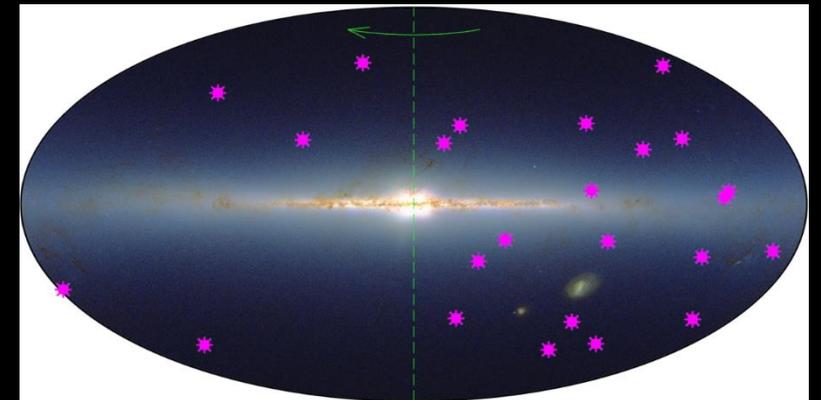
Image credit: ESO, M. Kornmesser

Ungleiche Verteilung am Himmel!!

Rote Zwergsterne:



Braune Zwerge:



Bihain & Scholz (2016), AIP News 8. April 2016
Image credit: AIP / 2MASS



www.eso.org

Video credit: ESO → www.eso.org/public/germany/videos (Der vagabundierende Planet CFBDSIR J214947.2-040308.9)

**Danke
für's Zuschauen!**

Weitere Informationen:

www.aip.de/members/de/ralf-dieter-scholz/