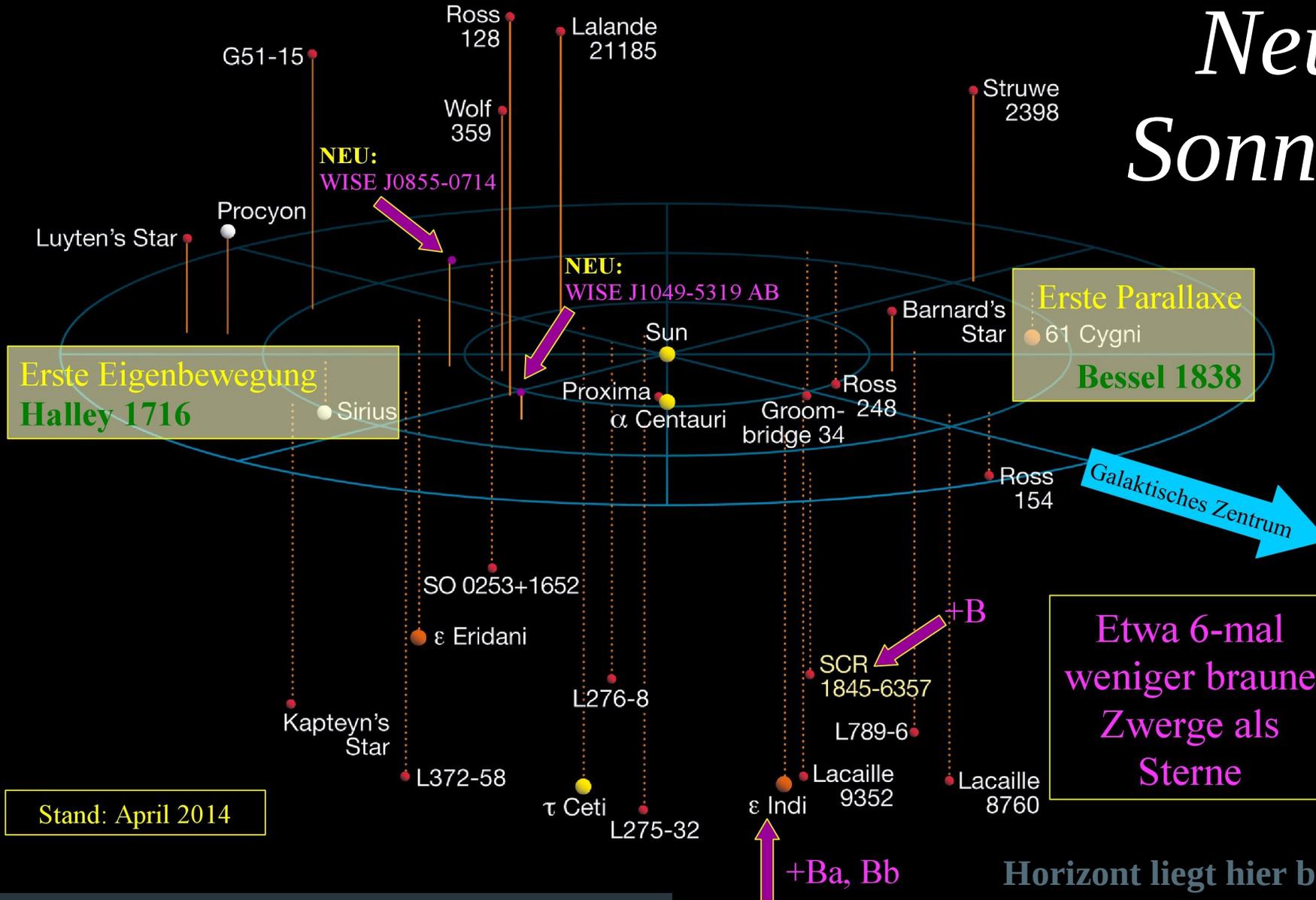
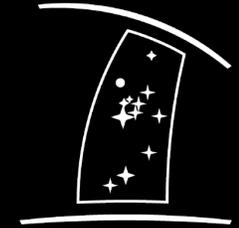


Die Nachbarn der Sonne

10 Lightyears



Neues aus der Sonnenumgebung



AIP

Ralf-Dieter Scholz

Leibniz-Institut für
Astrophysik Potsdam (AIP)
Milchstraße und die
Lokale Umgebung

Horizont liegt hier bei
~12.5 Lichtjahren (~3.8 pc)

Erweiterter Horizont bis 100 pc dank Gaia

Rolle von Mehrfachsystemen

Braune Zwerge (Farben, Spektren)

Alle Nachbarn bis 10 pc bekannt ?

Fortschritt durch *Gaia*

misst seit Dezember 2013 Positionen,
Eigenbewegungen und Parallaxen von
2 Milliarden (!) Sternen der Galaxis

letzte Datenreduktion: Early Data Release 3 (EDR3)
Gaia Collaboration, Brown et al. (2021)
arXiv:2012.01533

Gaia catalogue of nearby stars (GCNS):
von ~500000 Sternen mit $Plx > 10$ mas
nur ~300000 (60%) innerhalb von 100 pc bestätigt,
aber ~200000 (40%) nicht!

Gaia Collaboration, Smart et al. (2021)
arXiv:2012.02061

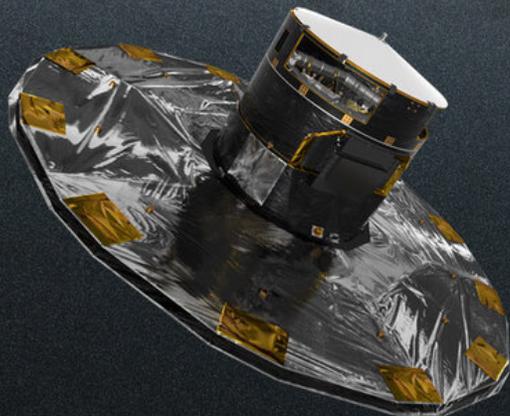
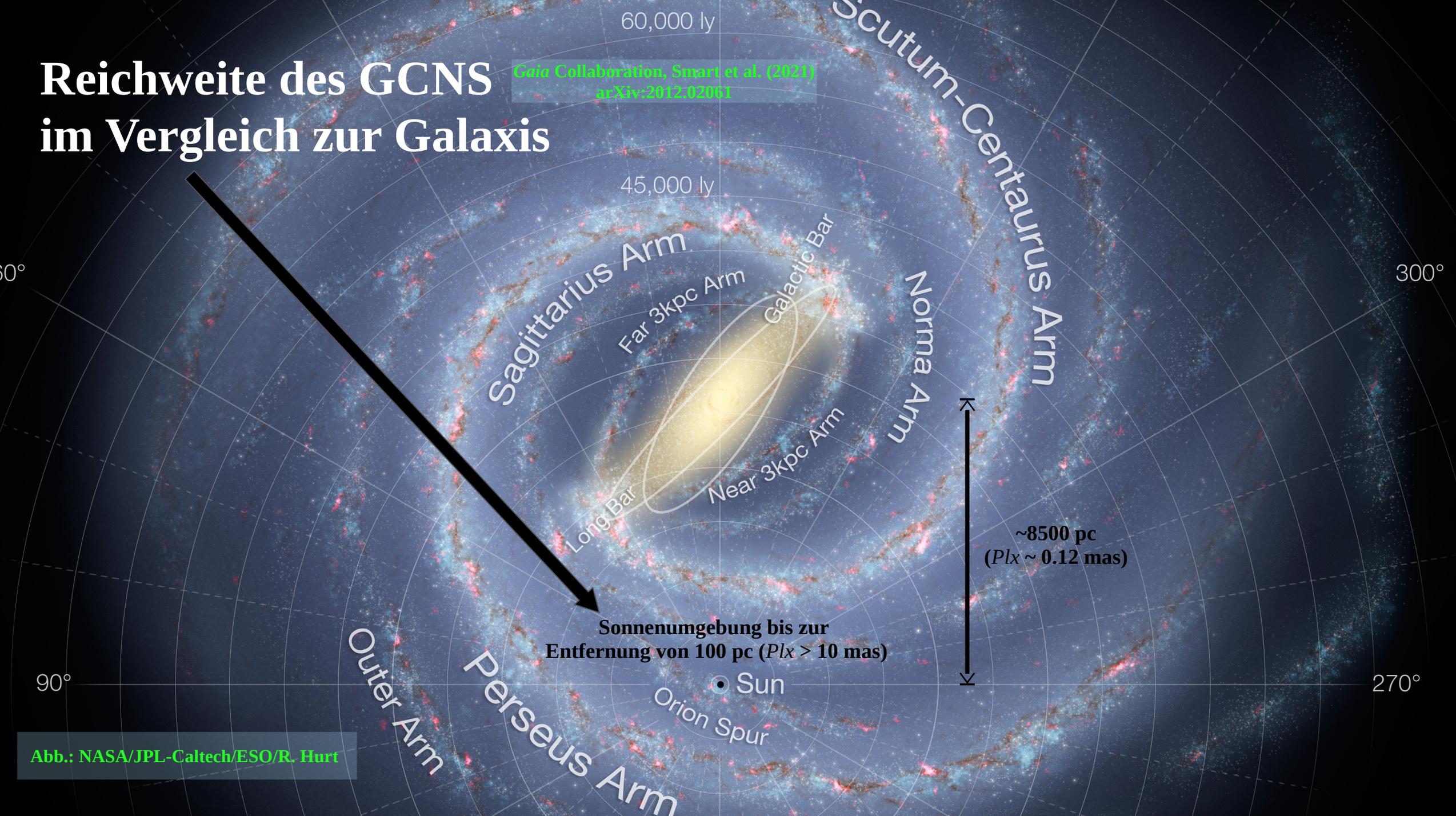


Abb.: Spacecraft: ESA/ATG medialab; Milky Way: ESA/*Gaia*/DPAC; CC BY-SA 3.0 IGO. Acknowledgement: A. Moitinho.

Reichweite des GCNS im Vergleich zur Galaxis

Gaia Collaboration, Smart et al. (2021)
arXiv:2012.02061



Vergleich des GCNS mit früheren Katalogen

Gaia



Nearby stars with trigonometric parallaxes

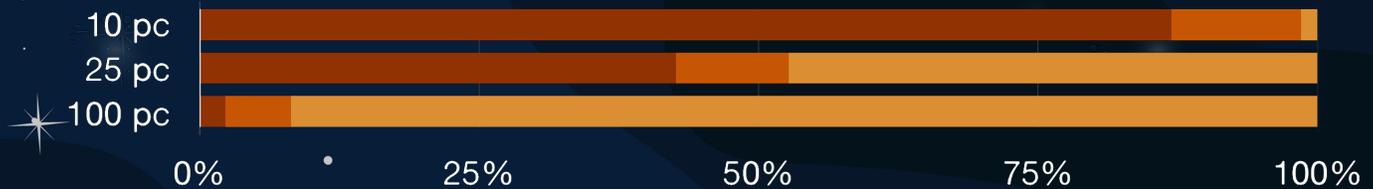
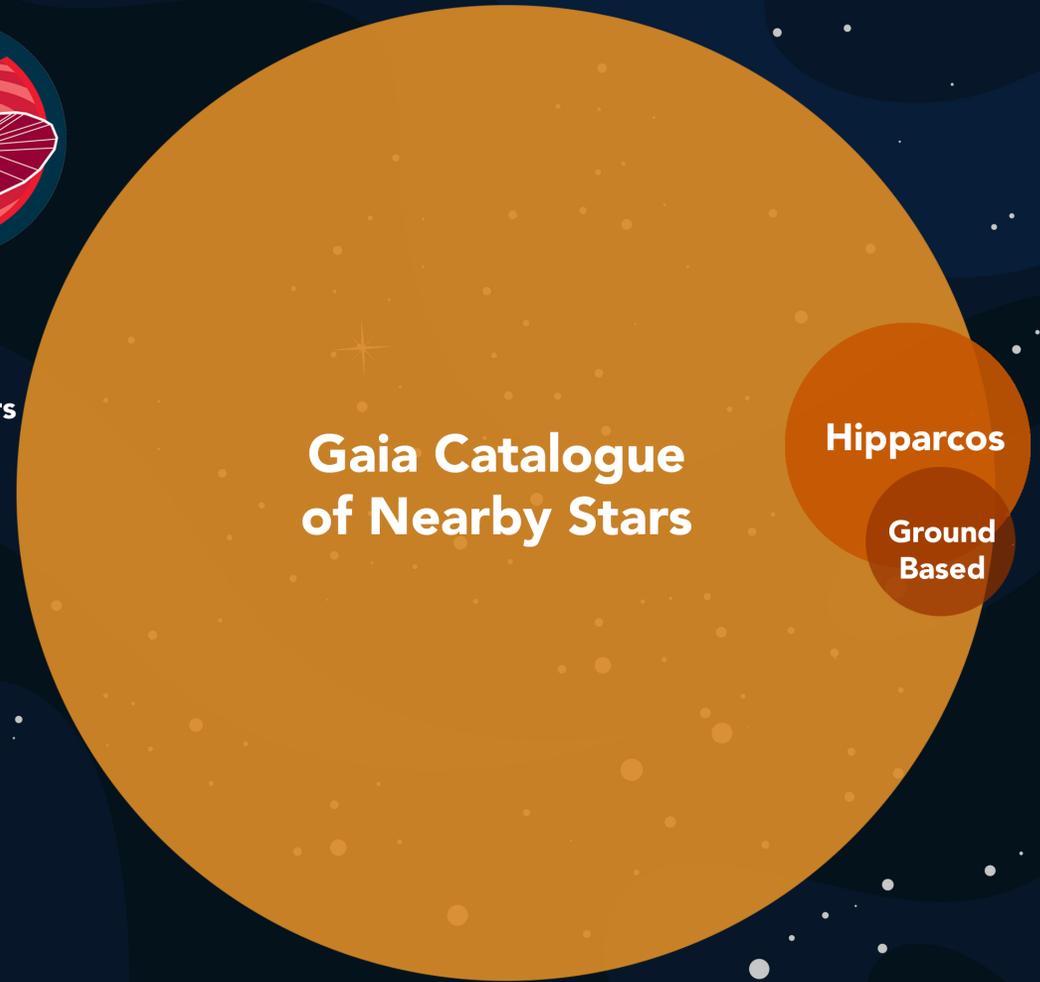
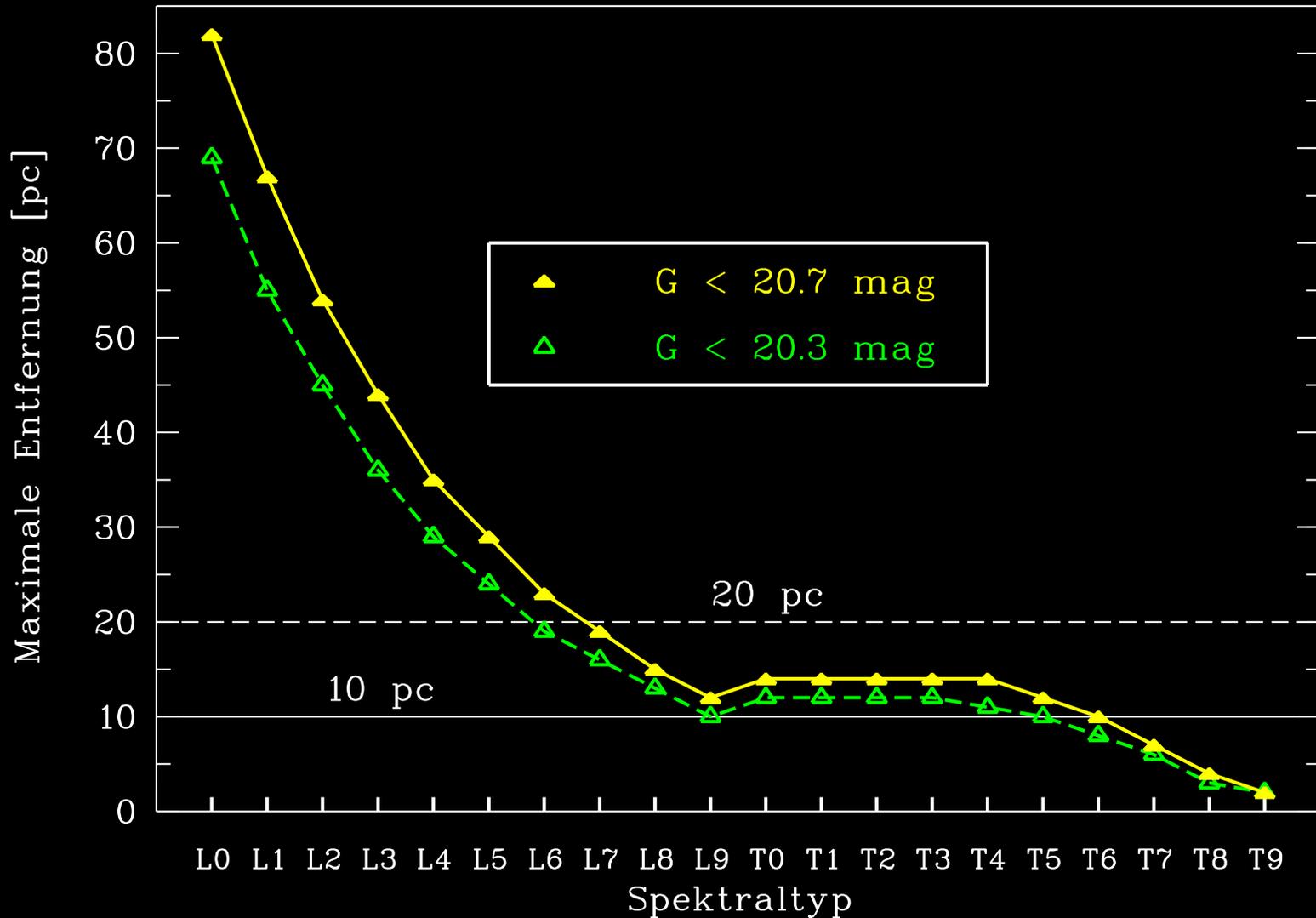


Abb.: C. Reyle, S. Anderson, ESA/Gaia/DPAC - CC BY-SA 3.0 IGO

Grenzen von Gaia



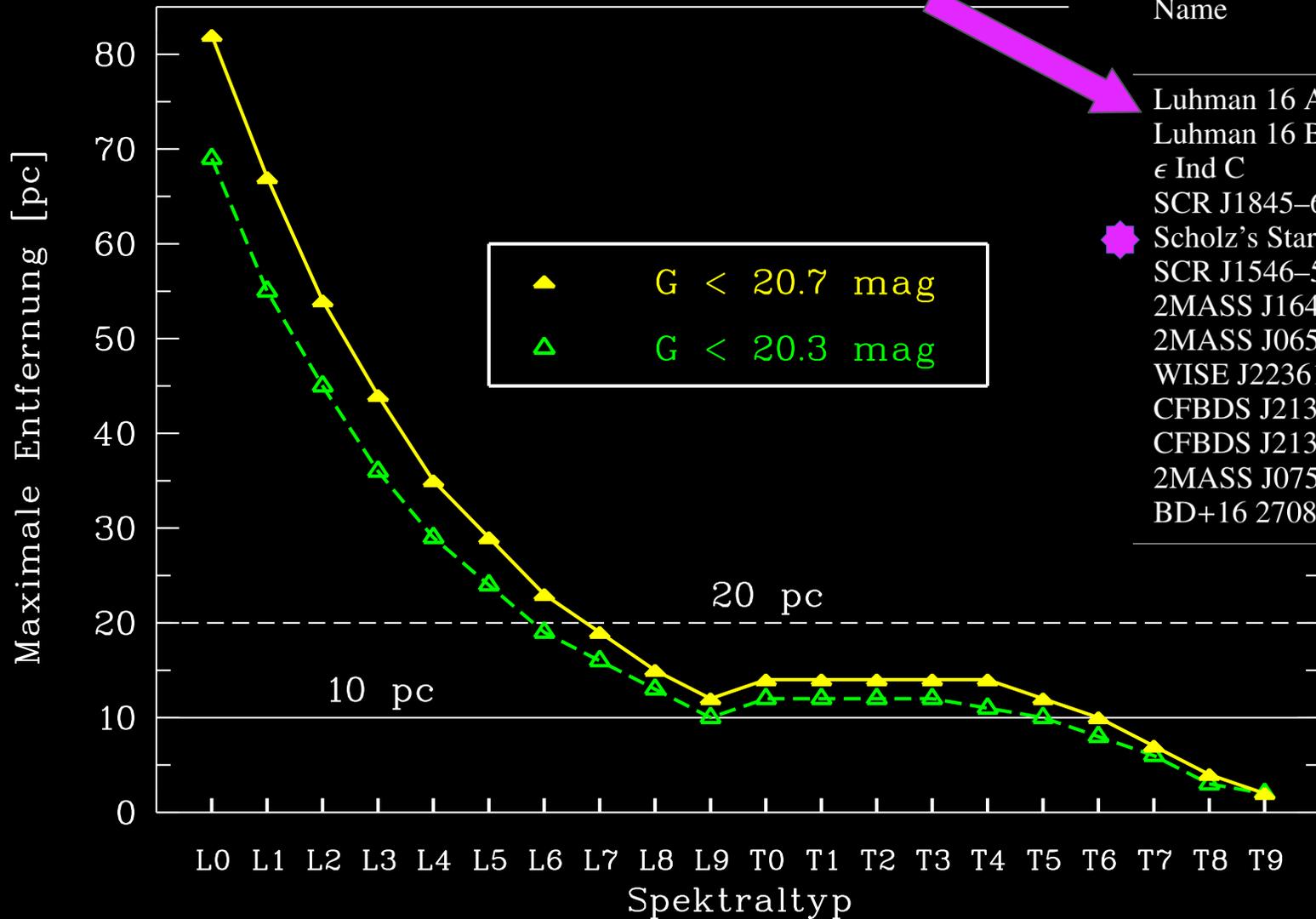
Von 463 bekannten Objekten innerhalb von 10 pc fehlen im *Gaia* EDR3 (keine *Plx*):

- * 8 helle Sterne
- * 54 braune Zwerge (Spektraltypen LTY)
- * 89 Objekte in Mehrfachsystemen

Abb.: R.-D. Scholz, AIP, basiert auf Tabelle 1 in Smart et al. (2017) arXiv:1703.09454

Reyle et al. (2021)
arXiv:2104.14972

Grenzen von Gaia



WISE J1049-53 AB

Table 4. Brown dwarfs expected to have a full astrometric solution in future *Gaia* data releases.

Name	Parallax (mas)	Spectral type
Luhman 16 A	501.6 ± 0.1	L7.5
Luhman 16 B	501.6 ± 0.1	T0.5
ϵ Ind C	270.7 ± 0.7	T6.0
SCR J1845-6357 B	249.7 ± 0.1	T6.0
★ Scholz's Star B	147.1 ± 1.2	T5.0
SCR J1546-5534 B	119.1 ± 0.7	T6.0
2MASS J16471580+5632057	116.0 ± 29.0	L9 pec
2MASS J06523073+4710348 B	109.8 ± 0.3	L6.5
WISE J223617.59+510551.9	102.8 ± 1.9	T5.5
CFBDS J213926+022023 A	101.5 ± 2.0	L8.5
CFBDS J213926+022023 B	101.5 ± 2.0	T3.5
2MASS J07584037+3247245	101.3 ± 3.3	T2.5
BD+16 2708 B	100.5 ± 0.1	M9

Tabelle aus Reyle et al. (2021)
arXiv:2104.14972

Von 463 bekannten Objekten innerhalb von 10 pc fehlen im *Gaia* EDR3 (keine *Plx*):

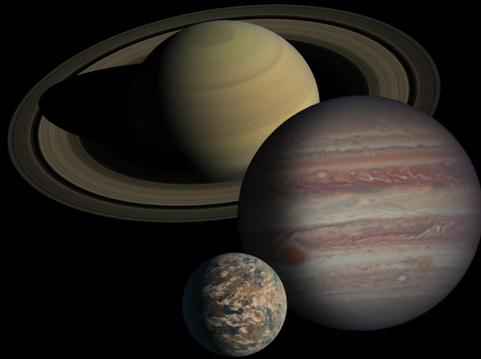
- * 8 helle Sterne
- * **54 braune Zwerge (Spektraltypen LTY)**
- * **89 Objekte in Mehrfachsystemen**

Abb.: R.-D. Scholz, AIP, basiert auf Tabelle 1 in Smart et al. (2017) arXiv:1703.09454

Reyle et al. (2021)
arXiv:2104.14972

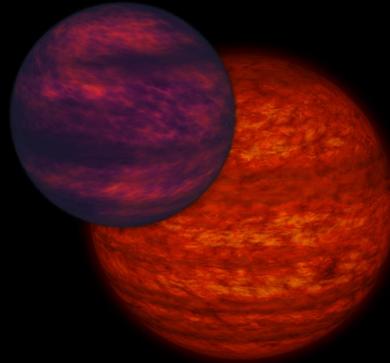
Braune Zwerge (verfehlen die kritische Masse bei ihrer Entstehung) → sind keine Sterne

Planets & Exoplanets



Up to ~13x
Jupiter's mass

Brown Dwarfs



~13x to 80x
Jupiter's mass

Stars

(Fueled by Nuclear Fusion)



Over ~80x
Jupiter's mass

Abb.: NASA / JPL-Caltech

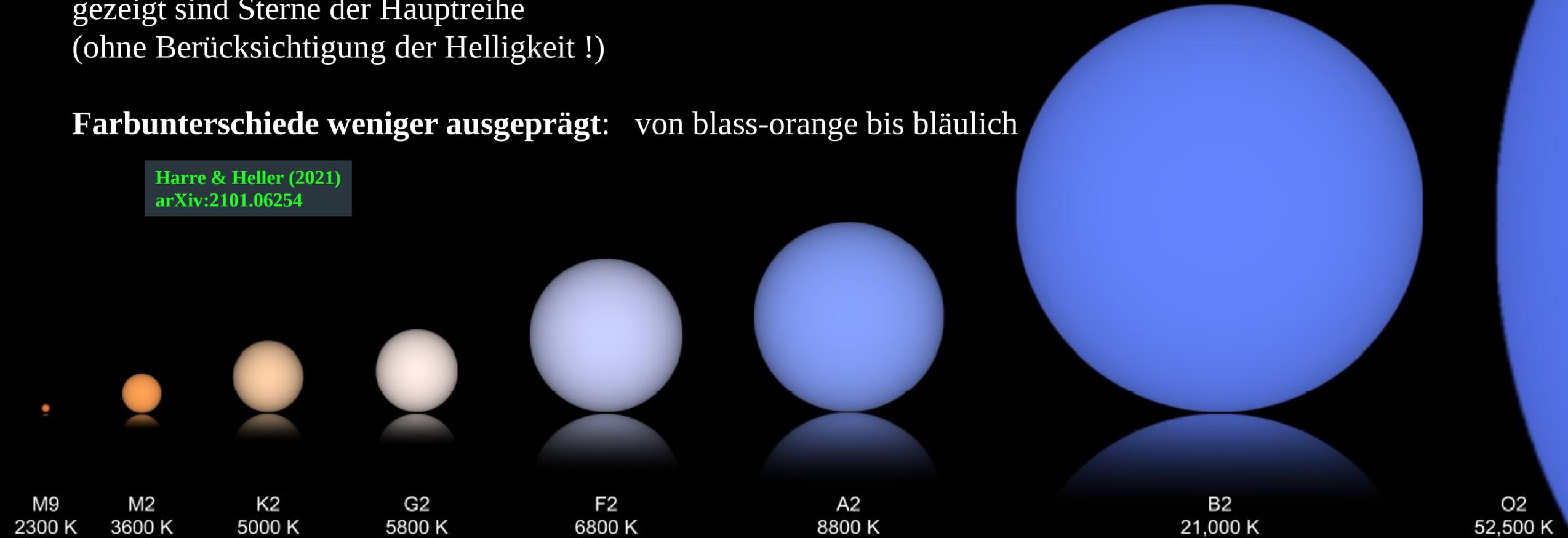
Braune Zwerge kühlen ab (Spektraltyp ändert sich **M**→**L**→**T**→**Y**); werden fast unsichtbar
Sterne der Hauptreihe bleiben konstant bei ihren Spektraltypen: **O**h, **B**e **A** Fine **G**irl **K**iss **M**e

Tatsächliche (für das menschliche Auge wahrnehmbare) Farben

gezeigt sind Sterne der Hauptreihe
(ohne Berücksichtigung der Helligkeit !)

Farbunterschiede weniger ausgeprägt: von blass-orange bis bläulich

Harre & Heller (2021)
arXiv:2101.06254

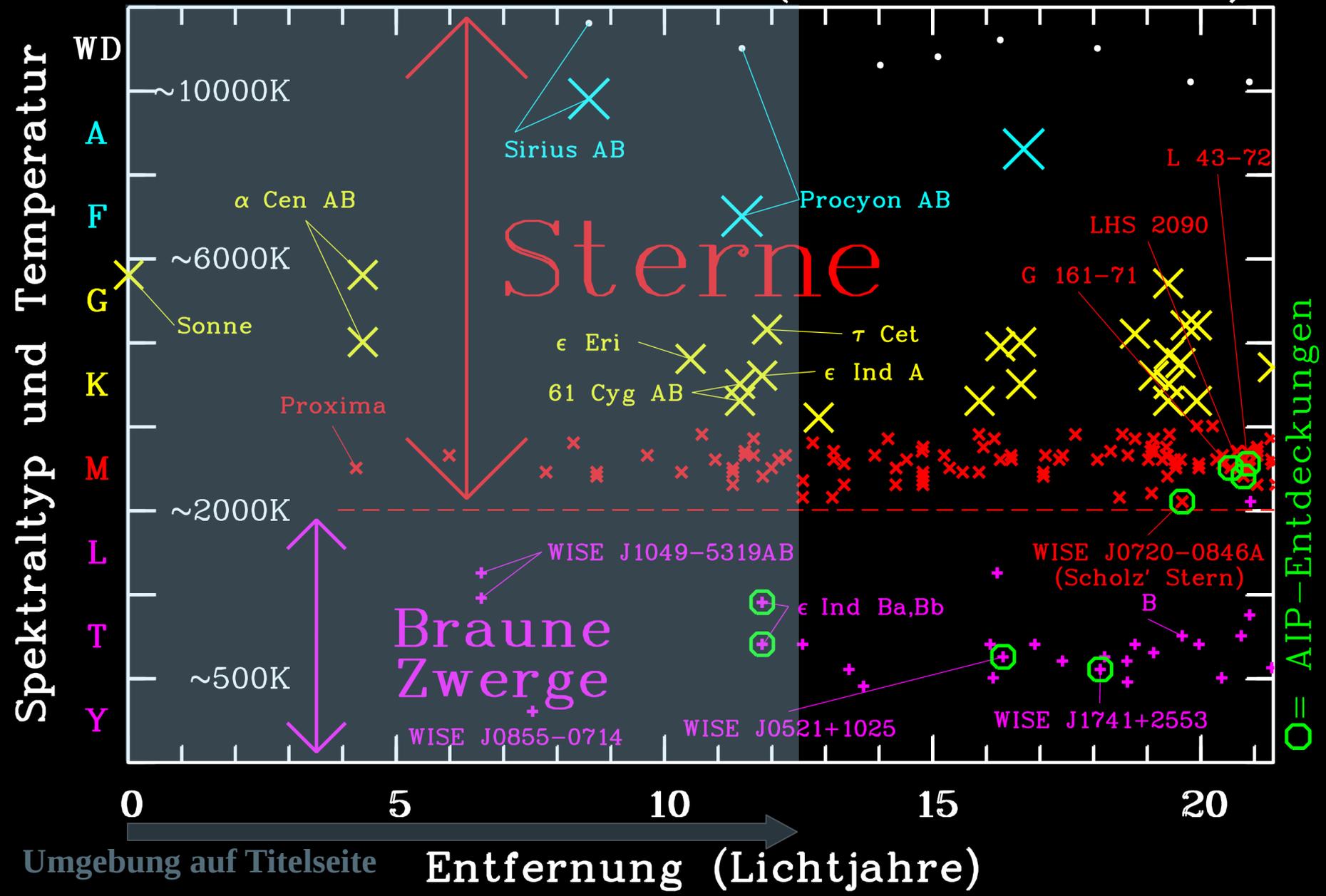


„Brown dwarfs are violet“

Cranmer (2021)
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021RNAAS...5..201C/>



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



Die 100 nächsten Systeme

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

photografischer Astrometrie vor ≈ 100 Jahren

Infrarot-Astronomie vor ≈ 25 Jahren

O = AIP-Entdeckungen

Abb.: R.-D. Scholz, AIP, basiert auf RECONS TOP100 www.recons.org

WISE J0720-0846 = naher Vorbeiflug vor nur 70000 Jahren

Buttgässer et al. (2015) arXiv:1410.4288
Mamajek et al. (2015) arXiv:1502.04655
Dupuy et al. (2019) arXiv:1908.06994

eines **roter Zwergsterns** in Begleitung
(M9) eines **braunen Zwergs**
(T5.5)
= Scholz's star B

an der Sonne



Eric Mamajek
(University of Rochester)
nennt
WISE J0720-0846
Scholz's star

Abb.: Michael Osadciw / University of Rochester

Eigenbewegung

+

parallaktische
Bewegung

WISE J0720-0846

erste noch ungenaue Entfernungsmessung: 7.0 ± 1.9 pc
wegen großer Fehler der Positionen von 1955-2010

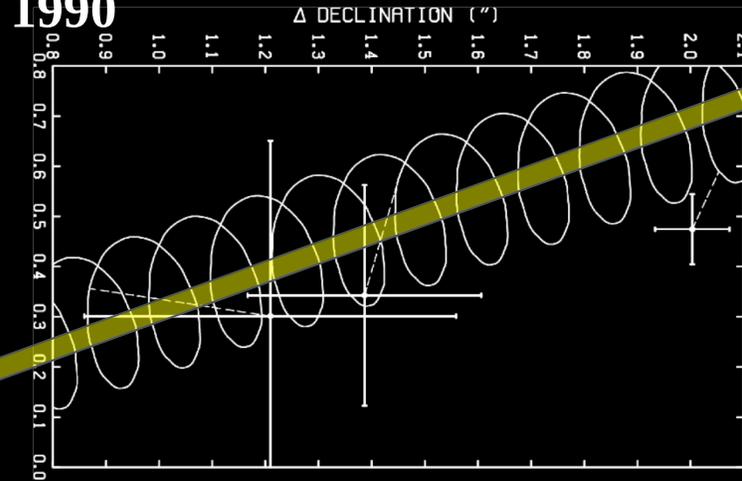
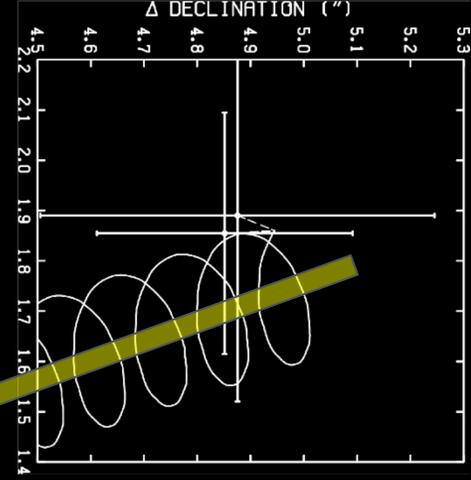
Scholz (2014)
arXiv:1311.2716

1981

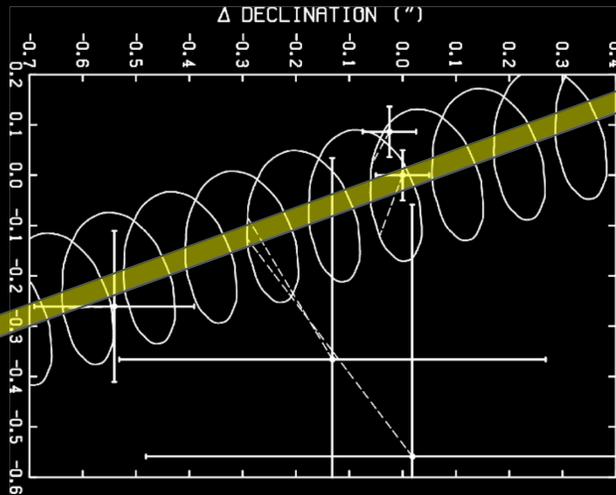
1985

1990

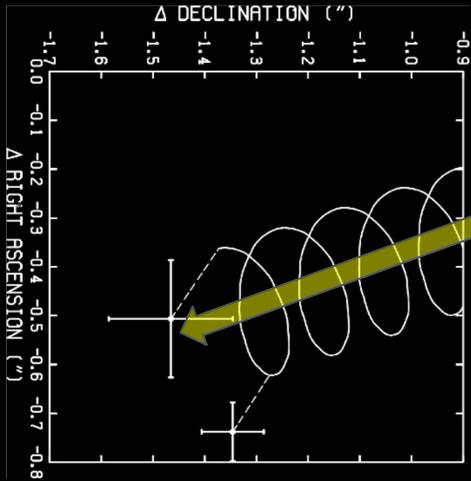
1955



2004 2001 1999



2010



Eigenbewegung

+

parallaktische
Bewegung

+

Bahnbewegung

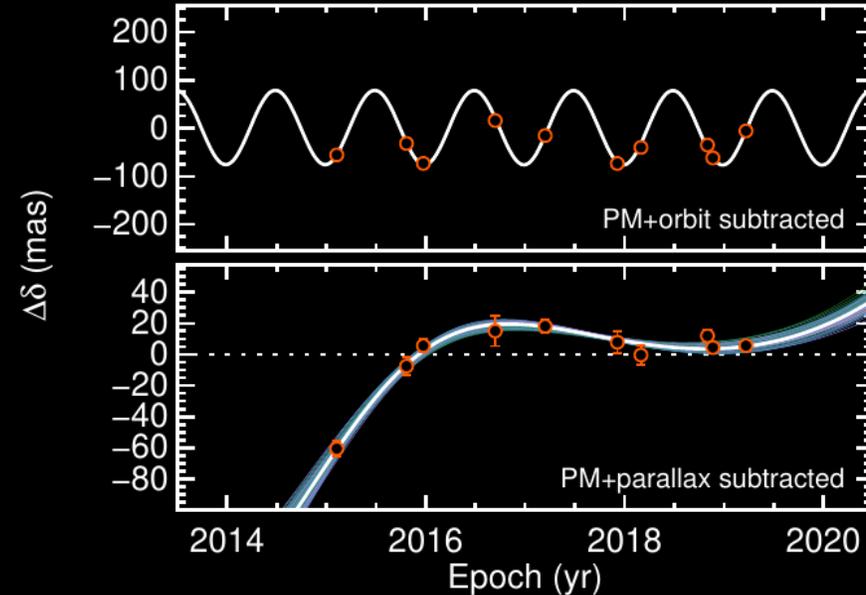
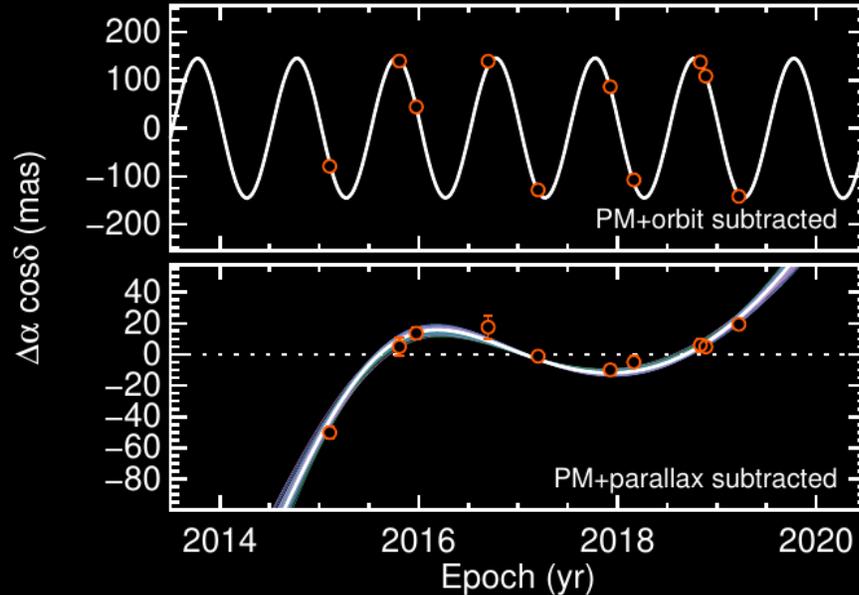
WISE J0720-0846

erste noch ungenaue Entfernungsmessung: 7.0 ± 1.9 pc
wegen großer Fehler der Positionen von 1955-2010

Scholz (2014)
arXiv:1311.2716

später Entfernung viel genauer bestimmt: 6.80 ± 0.05 pc

Dupuy et al. (2019)
arXiv:1908.06994

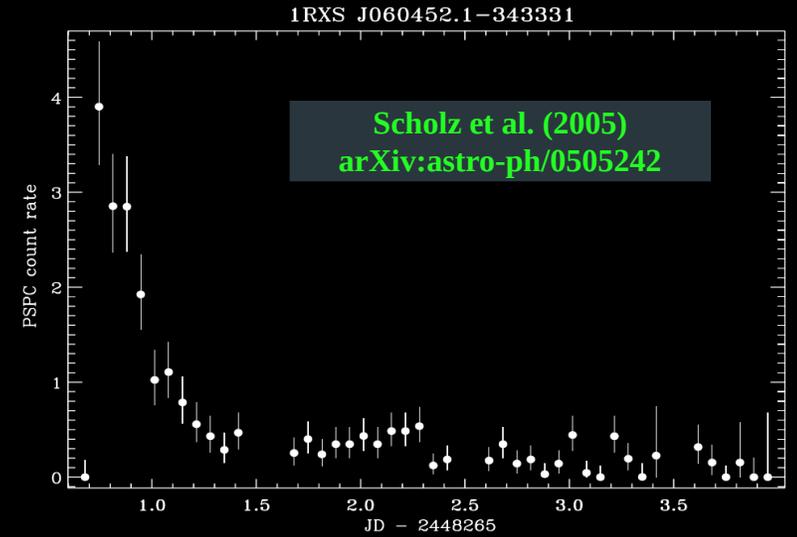


AP Col

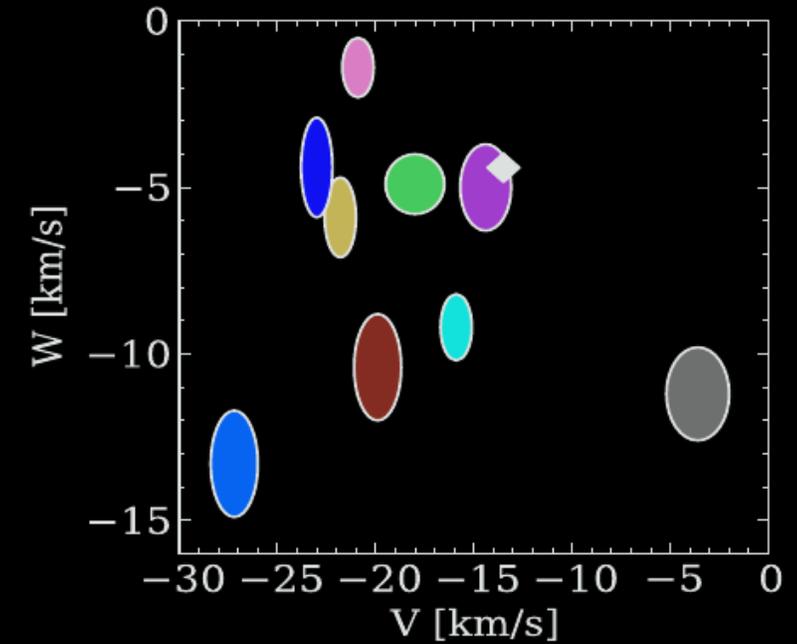
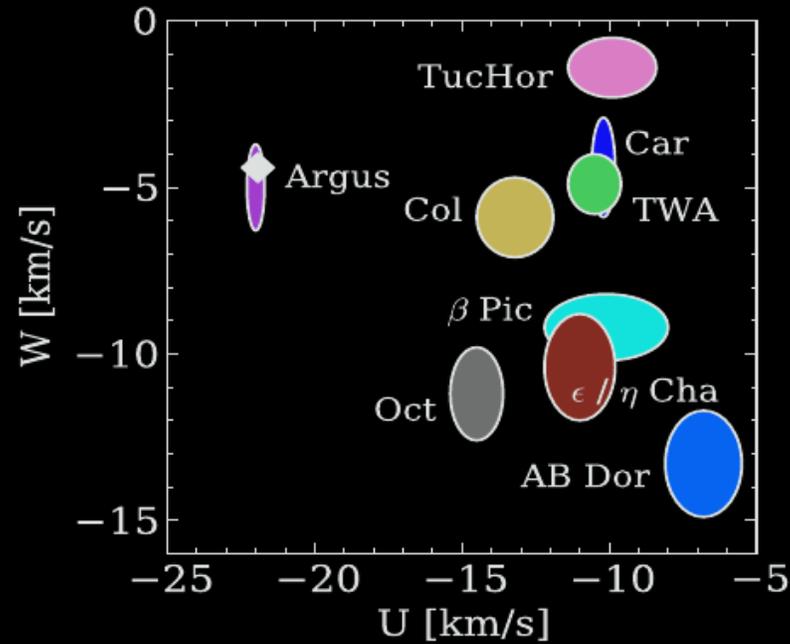
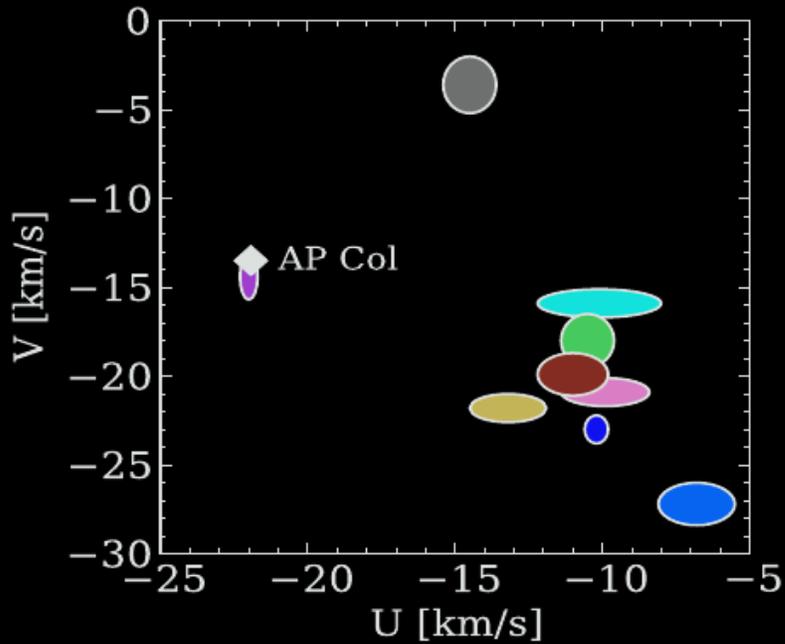
„jünger als die Dinosaurier“

Zitat: <https://www.wissenschaft.de/astronomie-physik/juenger-als-dinosaurier/>

Röntgen-Strahlungsausbruch



Geschwindigkeit im Raum passt zur jungen Argus-Assoziation



Alter: nur ~40 Millionen Jahre

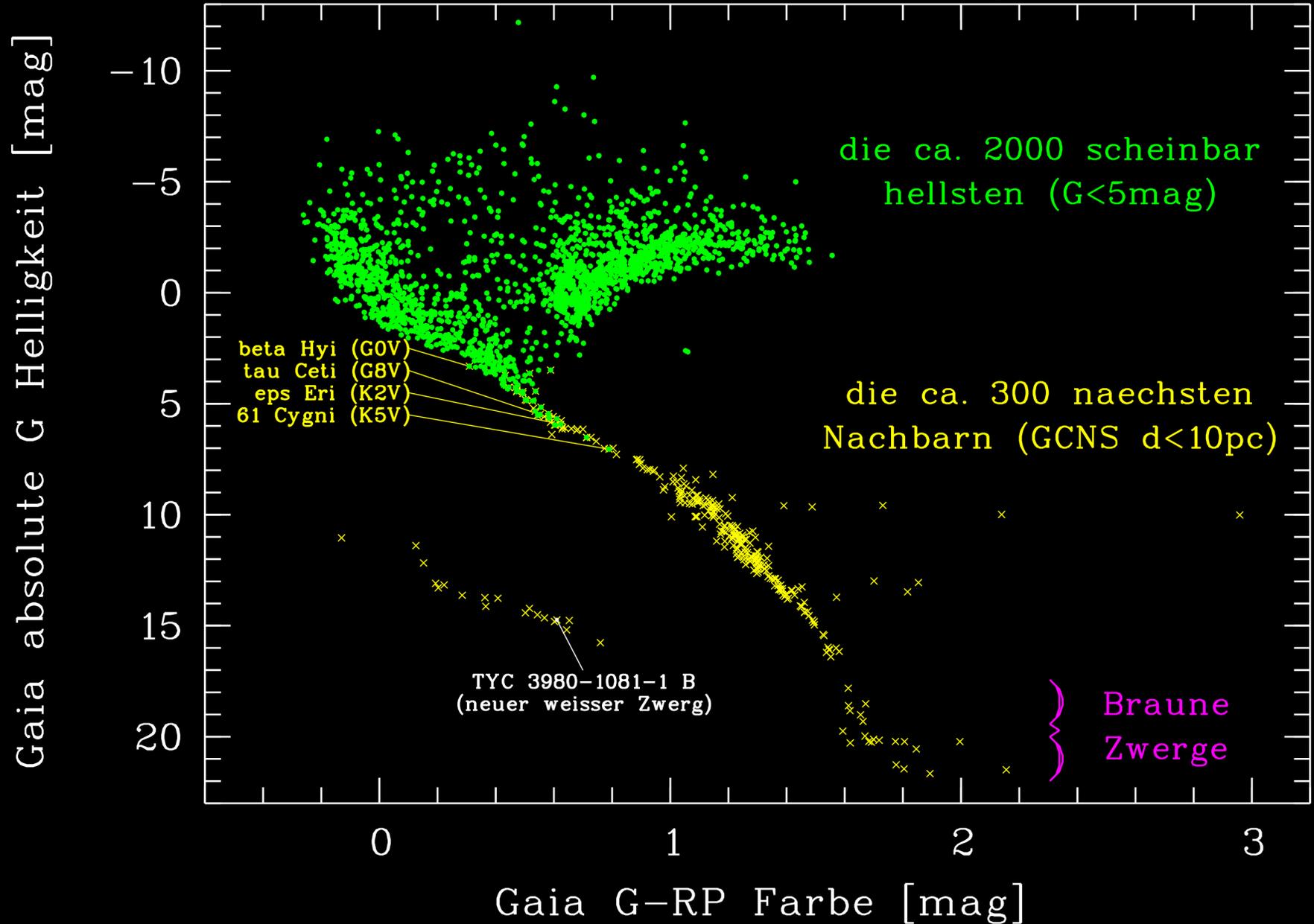
Riedel et al. (2011)
arXiv:1108.5318

Gaia Beobachtungen

Hertzsprung-Russell-Diagramm
=
Farb-Helligkeits-Diagramm

Abb.:
R.-D. Scholz / AIP,
Daten von Gaia EDR3

Sterne mit Gaia Parallax-Messung



Gaia Beobachtungen

Hertzsprung-Russell-Diagramm
=
Farb-Helligkeits-Diagramm

Gaia absolute G Helligkeit [mag]

Sterne mit Gaia Parallax-Messung

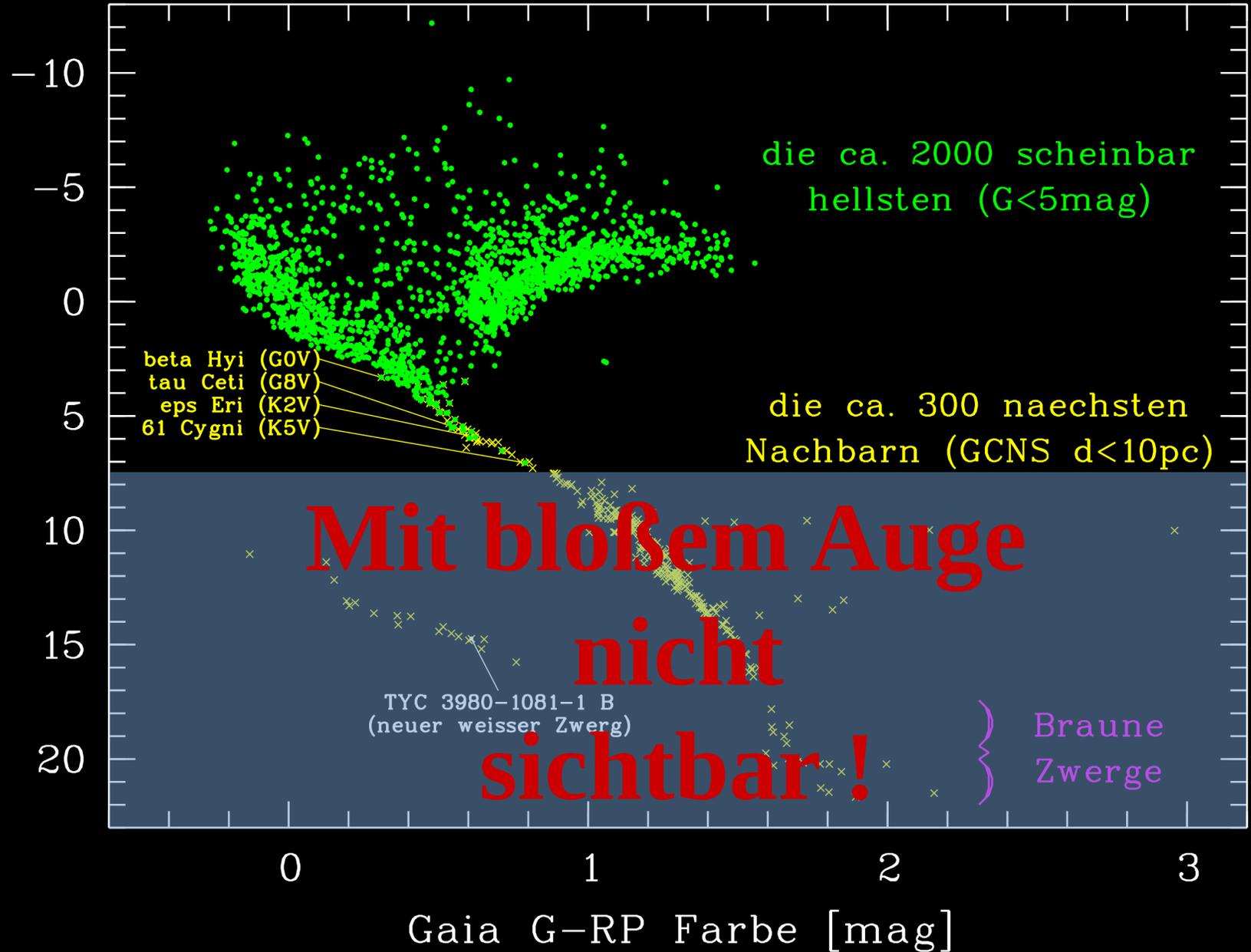
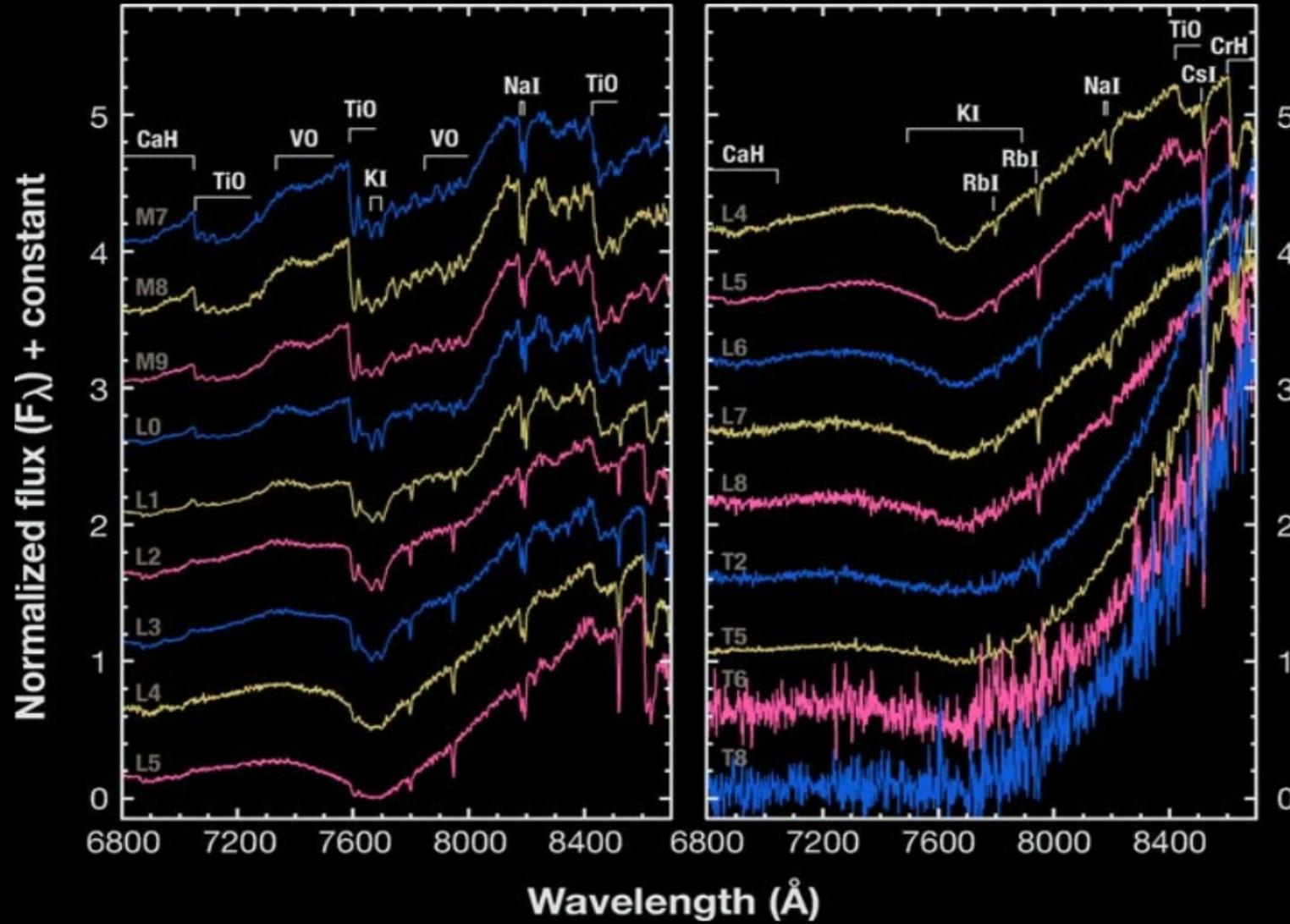


Abb.:
R.-D. Scholz / AIP,
Daten von Gaia EDR3

Optische Spektren



Neue Spektraltypen für Braune Zwerge

TABLE 5
SUMMARY OF LETTERS TO GUIDE CHOICE OF NEW SPECTRAL TYPE

Letter (1)	Status (2)	Notes (3)
A	In use	Standard spectral class
B	In use	Standard spectral class
C	In use	Standard carbon-star class
D	Ambiguous	Confusion with white dwarf classes DA, DB, DC, etc.
E	Ambiguous	Confusion with elliptical galaxy morphological types E0–E7
F	In use	Standard spectral class
G	In use	Standard spectral class
H	OK	
I	Problematic	Transcription problems with I0 (10, Io) and I1 (11, II, Il)
J	In use	Standard carbon-star class
K	In use	Standard spectral class
L	OK	
M	In use	Standard spectral class
N	In use	Standard carbon-star class
O	In use	Standard spectral class
P	Problematic?	Incorrect association with planets?
Q	Problematic?	Incorrect association with QSOs?
R	In use	Standard carbon-star class
S	In use	Standard spectral class for ZrO-rich stars
T	OK	
U	Problematic?	Incorrect association with ultraviolet sources?
V	Problematic	Confusion with vanadium oxide (VO vs. V0)
W	Ambiguous	Confusion with Wolf-Rayet WN and WR classes
X	Problematic	Incorrect association with X-ray sources
Y	OK	
Z	Problematic?	Incorrect implication that we have reached “the end”?

Kirkpatrick et al. (1999)
<https://iopscience.iop.org/article/10.1086/307414>

Kirkpatrick (2005)
<https://doi.org/10.1146/annurev.astro.42.053102.134017>

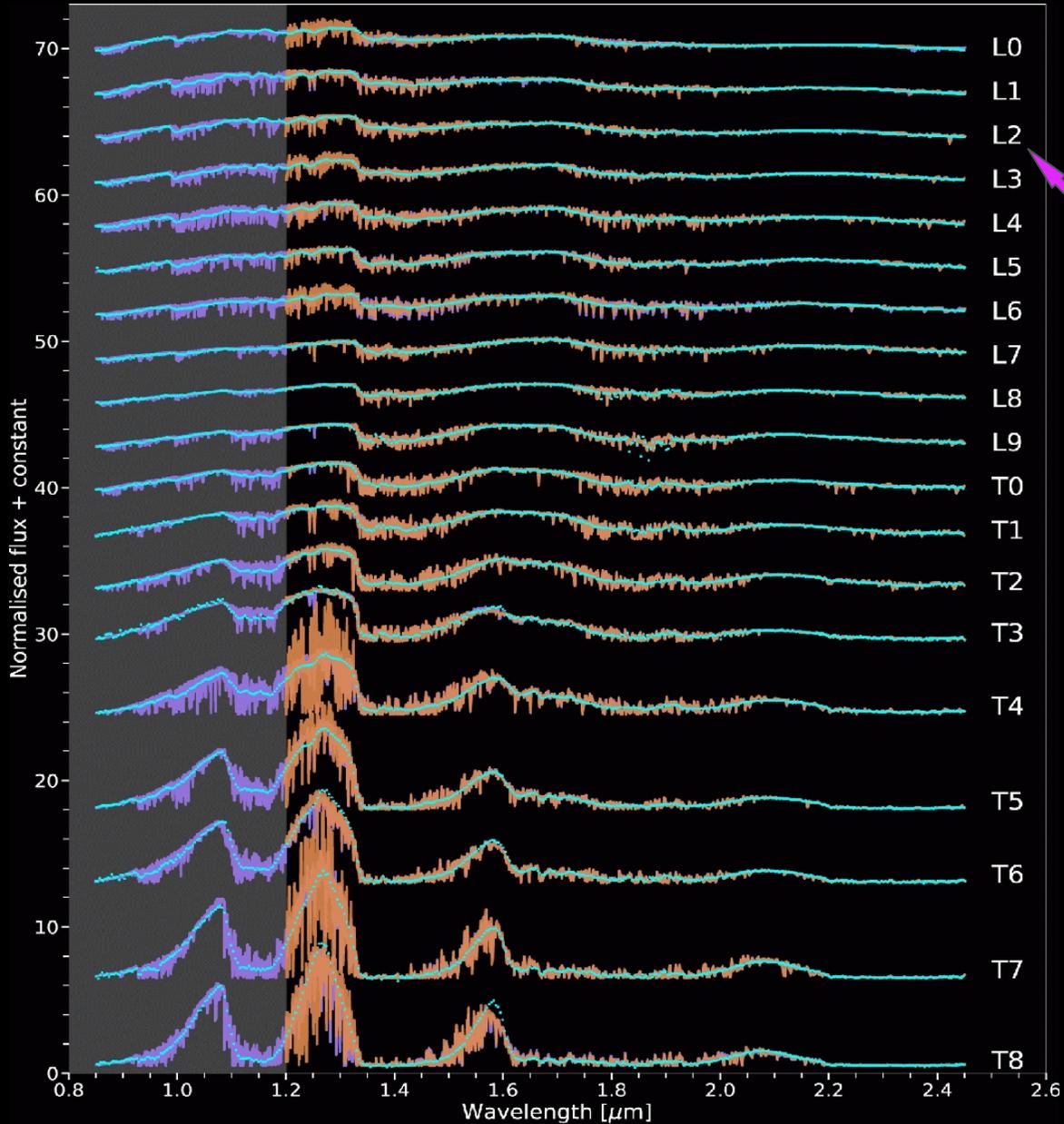
Oh, Be A Fine Girl Kiss Me ... **LT**Y (braune Zwerge)

L- und T-Zwerg im Infrarot-Licht

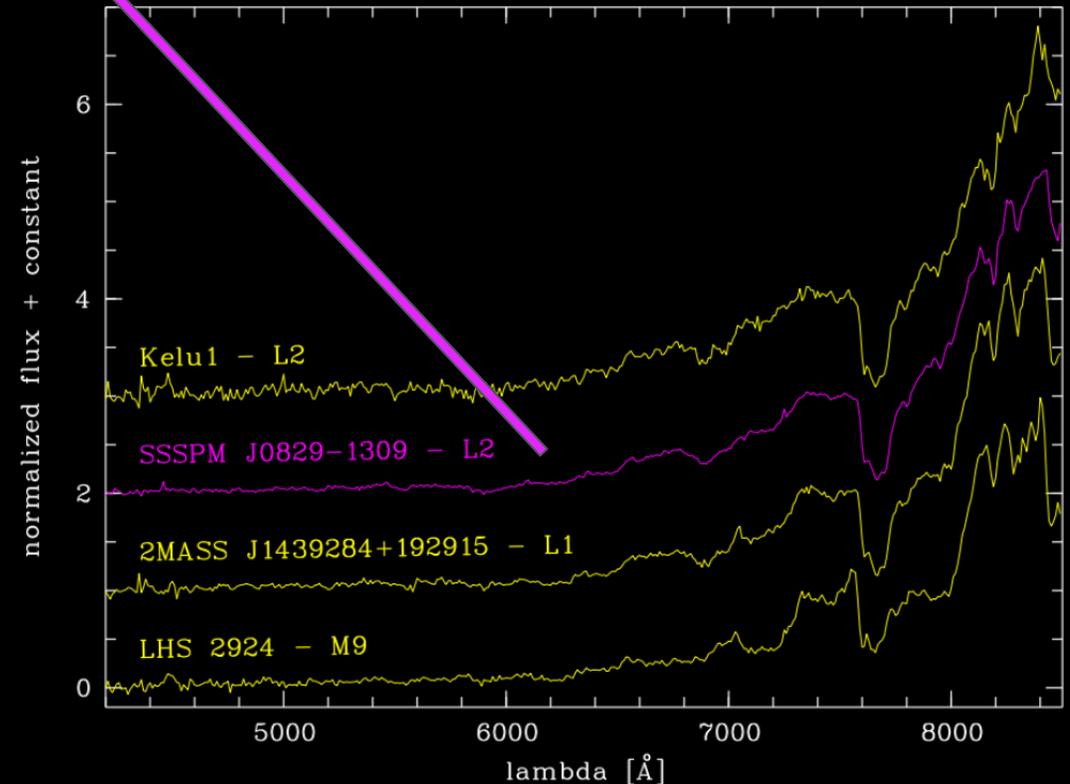
Lueber et al. (2022)
arXiv:2204.01330

Einer der nächsten ($d=12$ pc) frühen
L-Zwerg (L2): SSSPM J0829-1309

Scholz & Meusinger (2002)
arxiv.org/abs/astro-ph/0208433



Nah-Infrarot Spektren



Optische Spektren

In Potsdam entdeckt: T-Zwerg mit Identifikations-Problemen

Abb: AIP, LBT Observatory



Nah-Infrarot Spektren

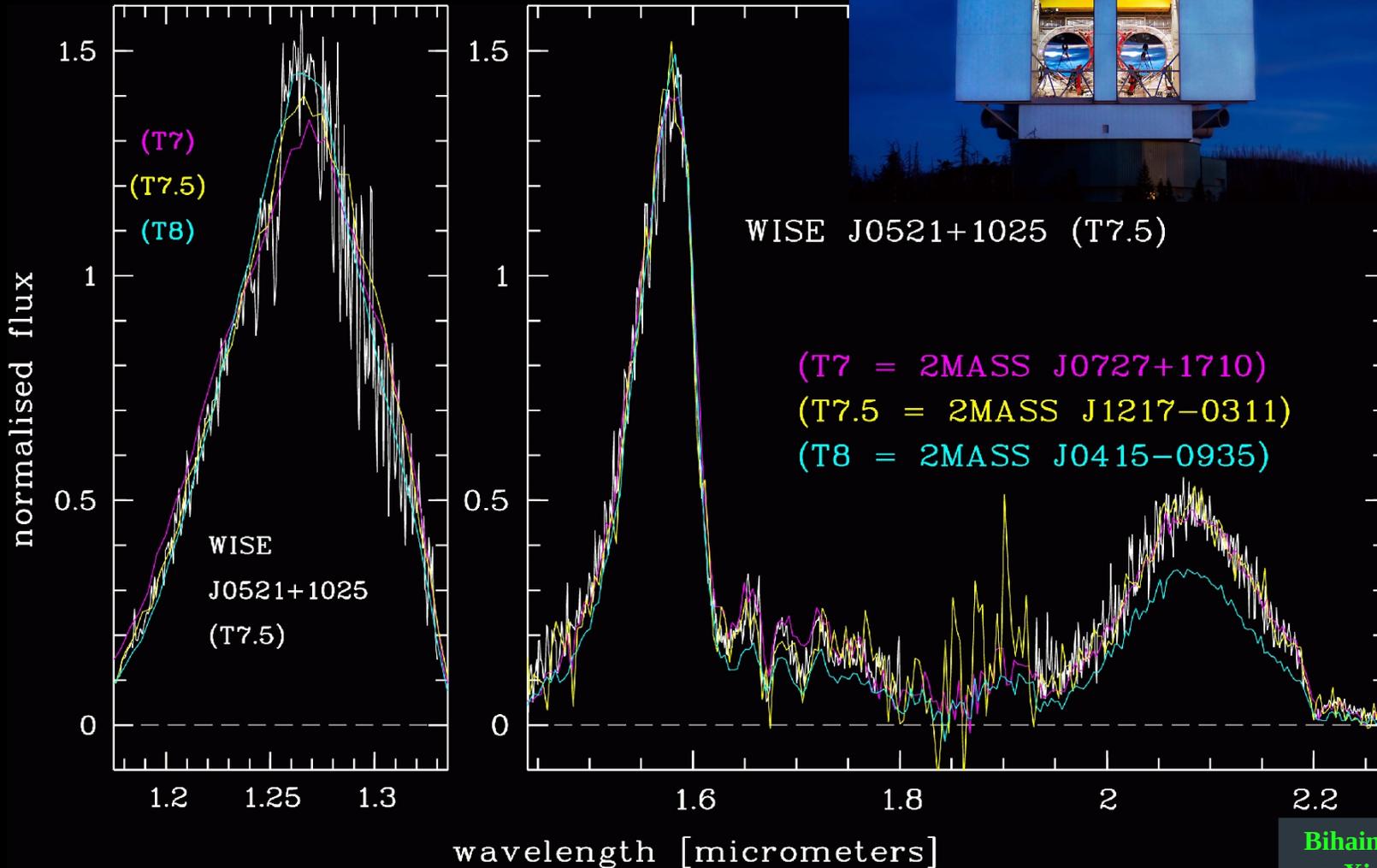
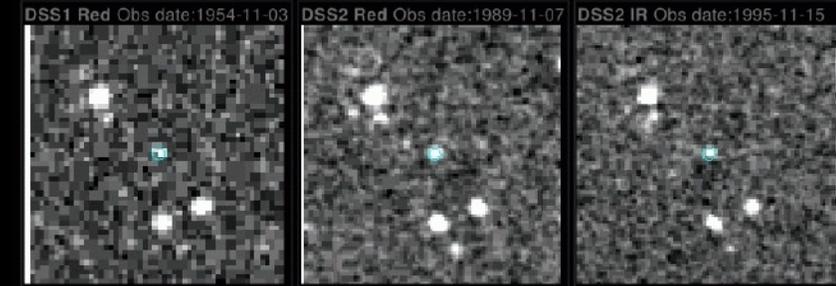
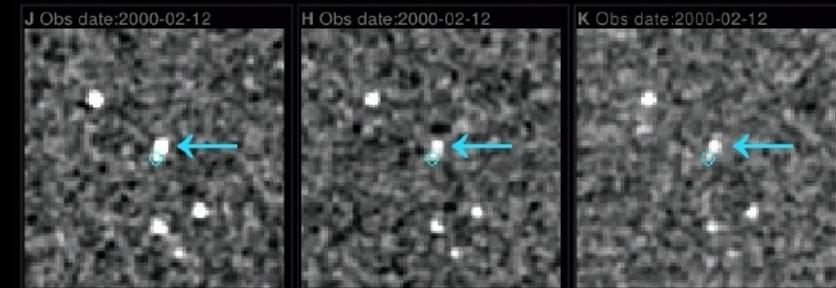


Abb.: AIP, NASA/IPAC
Infrared Science Archive

DSS



2MASS



WISE



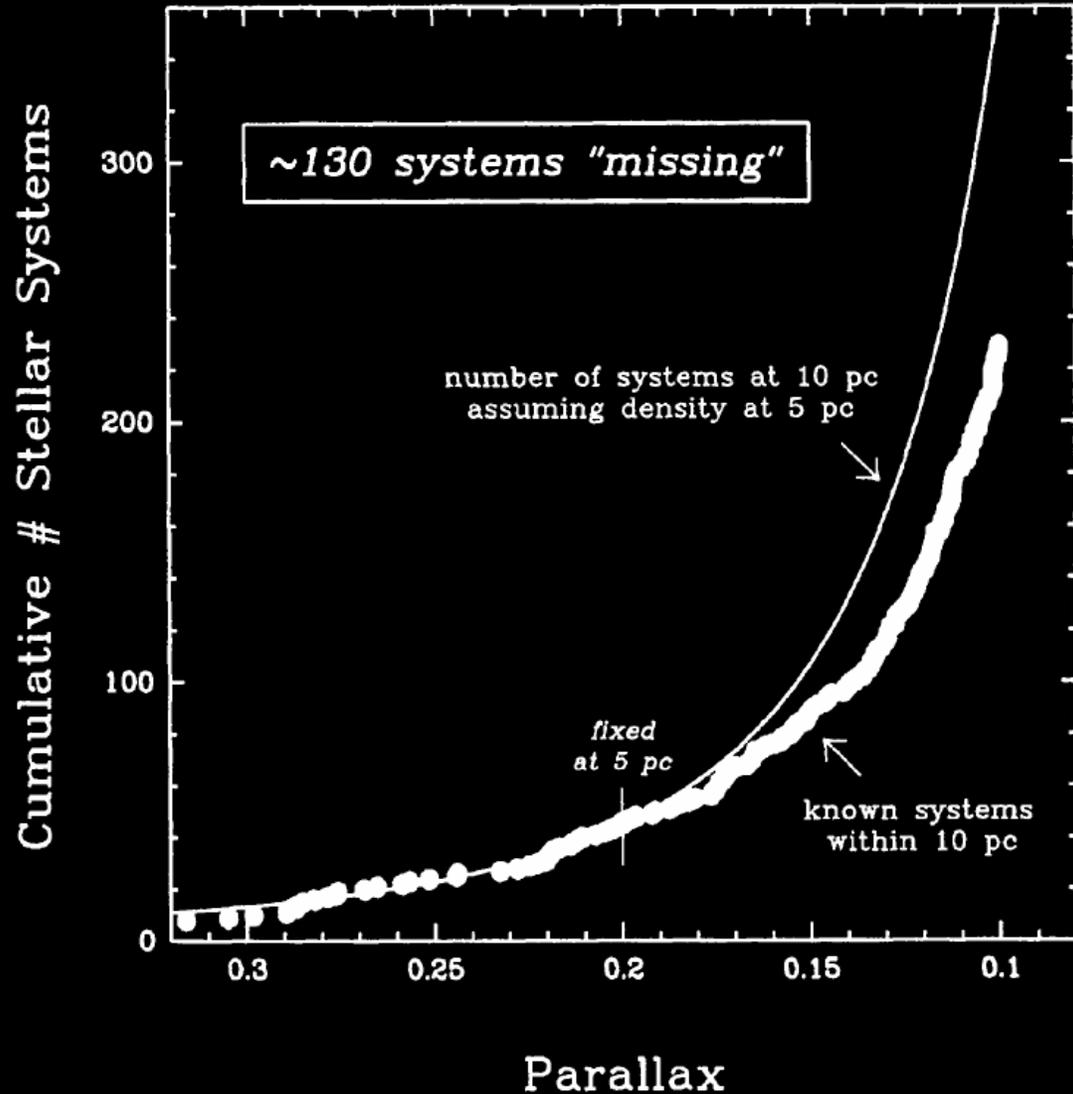
Optische und Infrarot
Bilder

Bihain et al. (2013)
arXiv:1307.2722

Motivation zur Suche in der Sonnenumgebung

Henry et al. (1997)

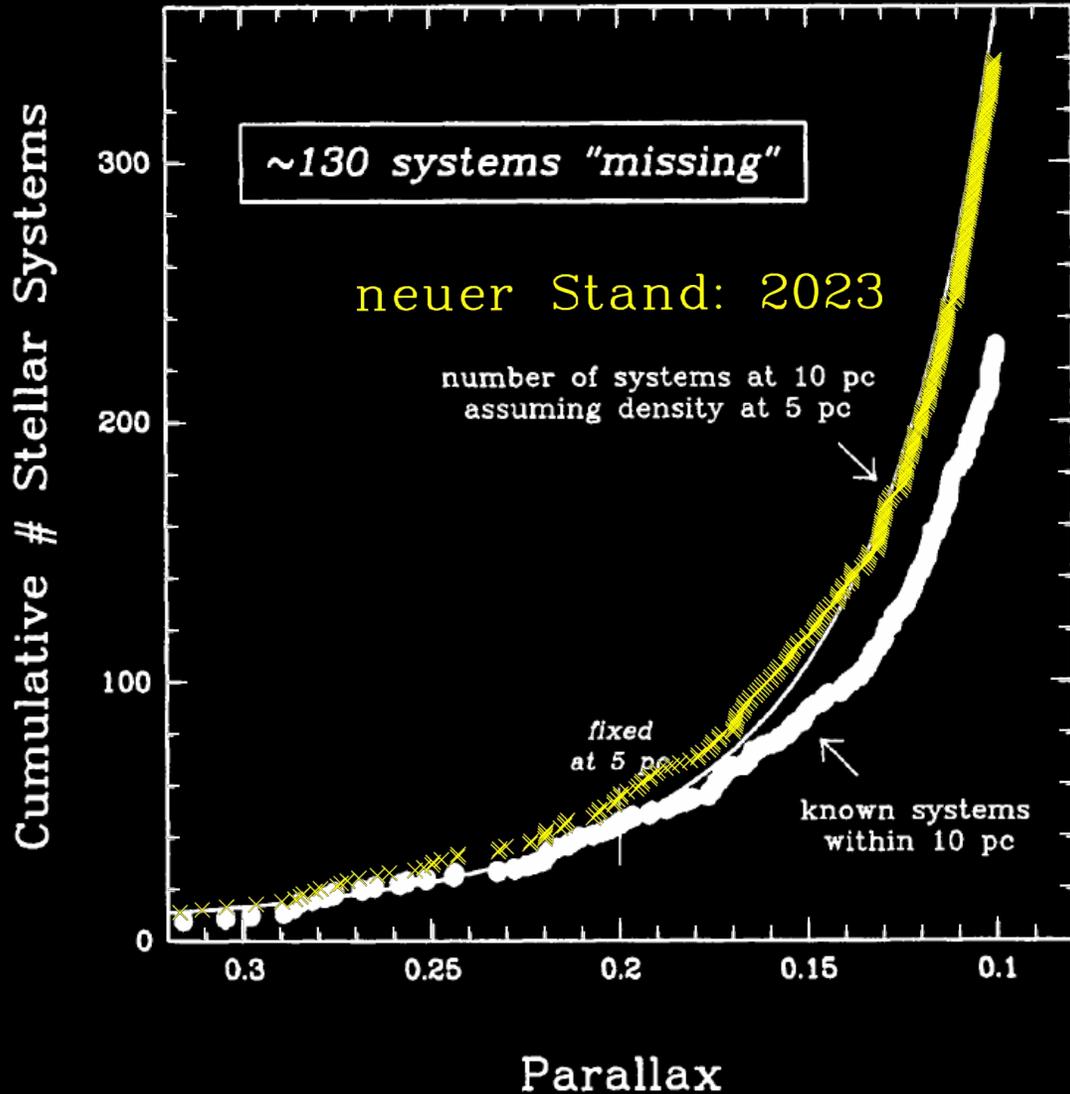
<https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1997AJ....114..388H>



Motivation zur Suche in der Sonnenumgebung

Henry et al. (1997)

<https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1997AJ....114..388H>



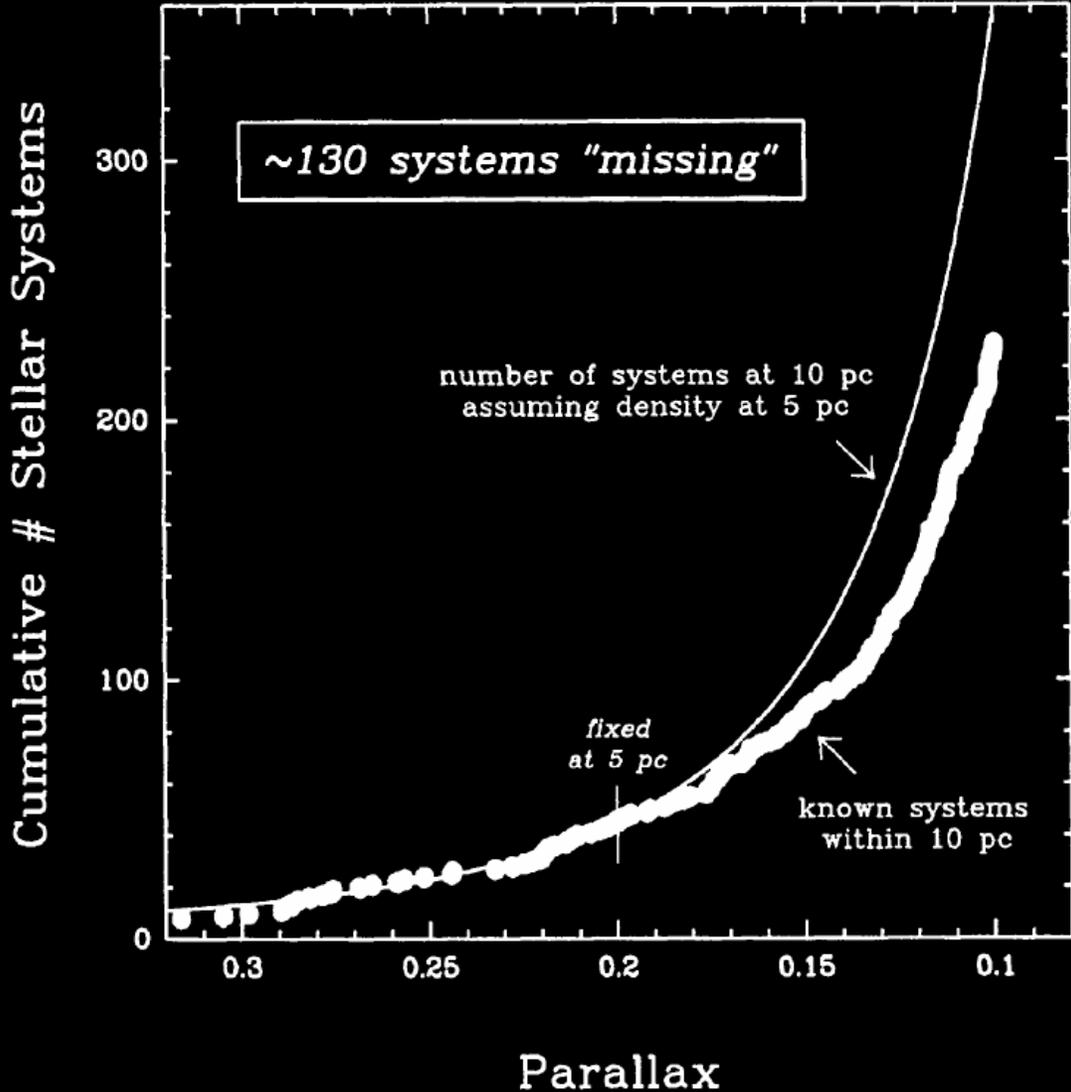
neuer Stand: 2023

Abb. ergänzt durch R.-D. Scholz, AIP,
basierend auf Kirkpatrick et al. (2023)
arXiv:2312.03639

Die Suche muss weiter gehen !

Henry et al. (1997)

<https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1997AJ....114..388H>



aufsummierte Anzahl der Systeme

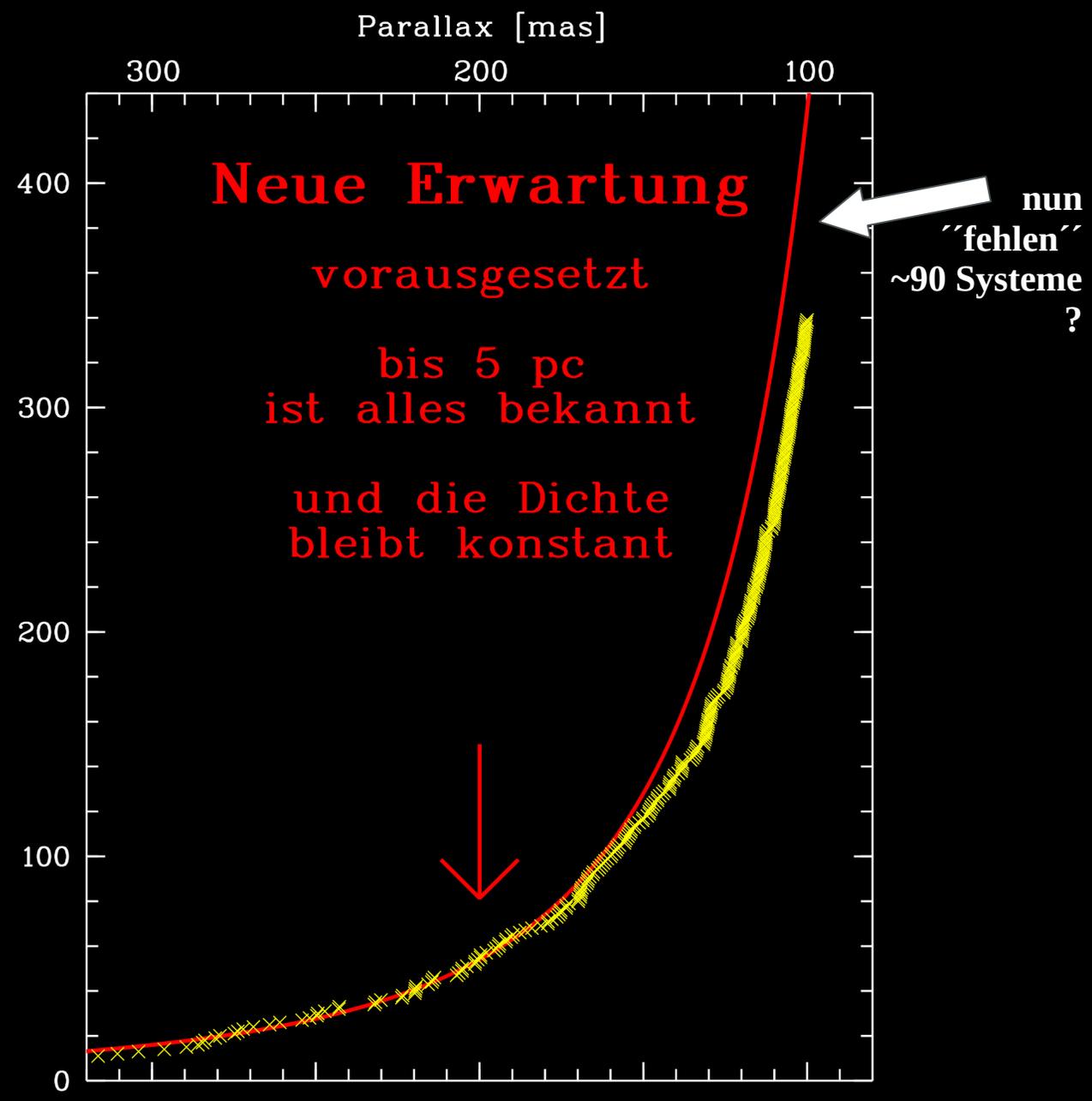


Abb.: R.-D. Scholz, AIP, basiert auf Kirkpatrick et al. (2023) arXiv:2312.03639

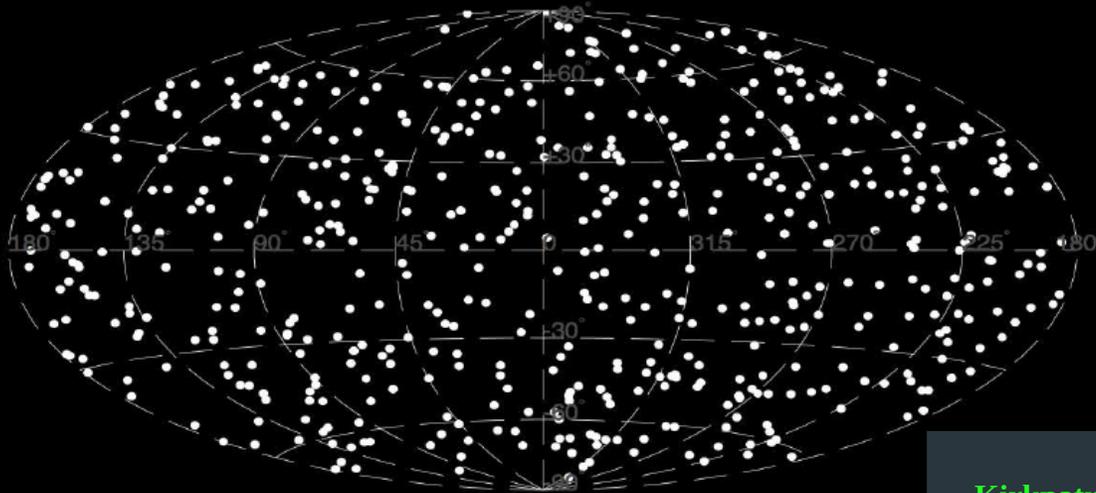
Aktuell ~ 3000 Sterne + ~ 600 Braune Zwerge (LTY) mit $d < 20$ pc

das sind ~ 500 mehr Objekte als im neuesten Katalog (CNS5) von [Golovin et al. \(2022; arXiv:2211.01449\)](#)

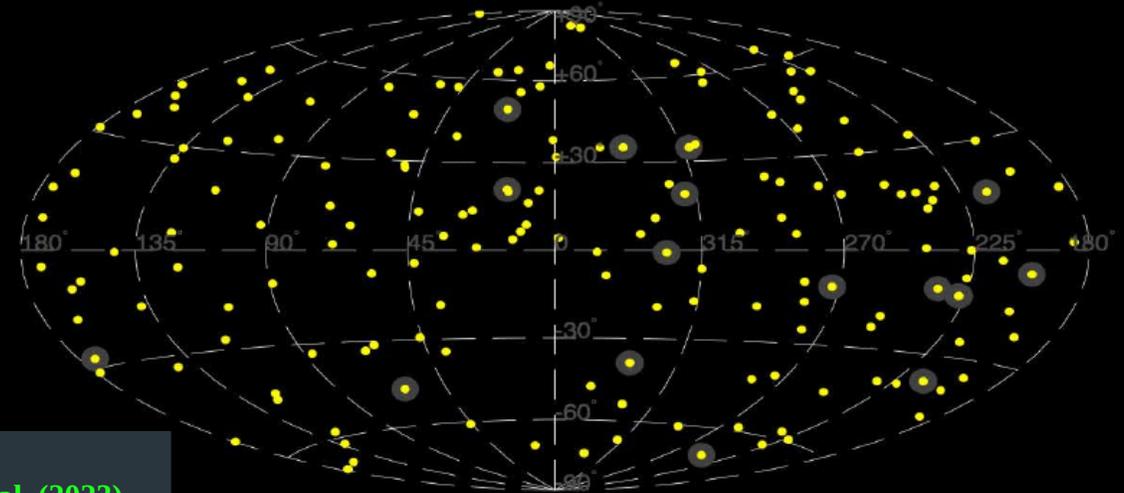
erwartete Unvollständigkeit, vor allem bei T- und Y-Zwergen, führt zu einem Verhältnis 4:1

[Kirkpatrick et al. \(2023\)](#)
[arXiv:2312.03639](#)

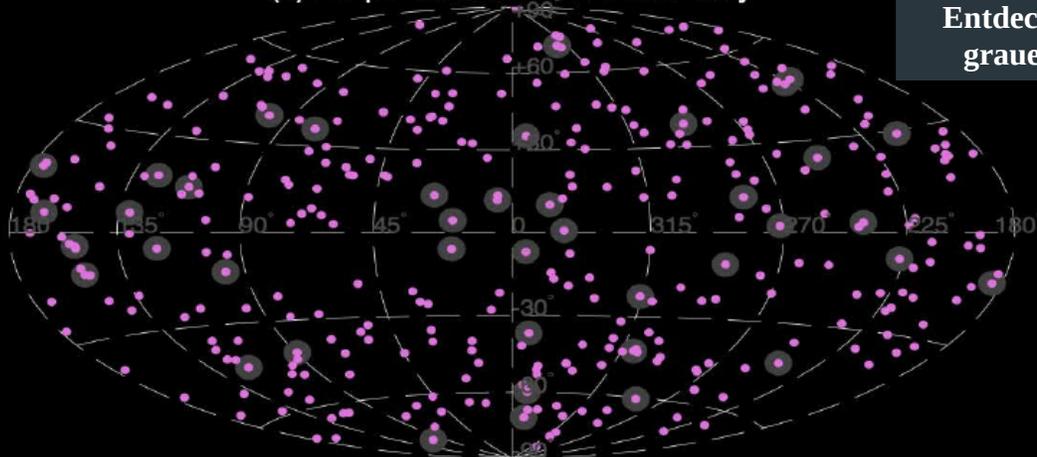
(a) 20-pc census - All L, T, and Y Dwarfs



(b) 20-pc census - L Dwarfs Only



(c) 20-pc census - T Dwarfs Only



(d) 20-pc census - Y Dwarfs Only

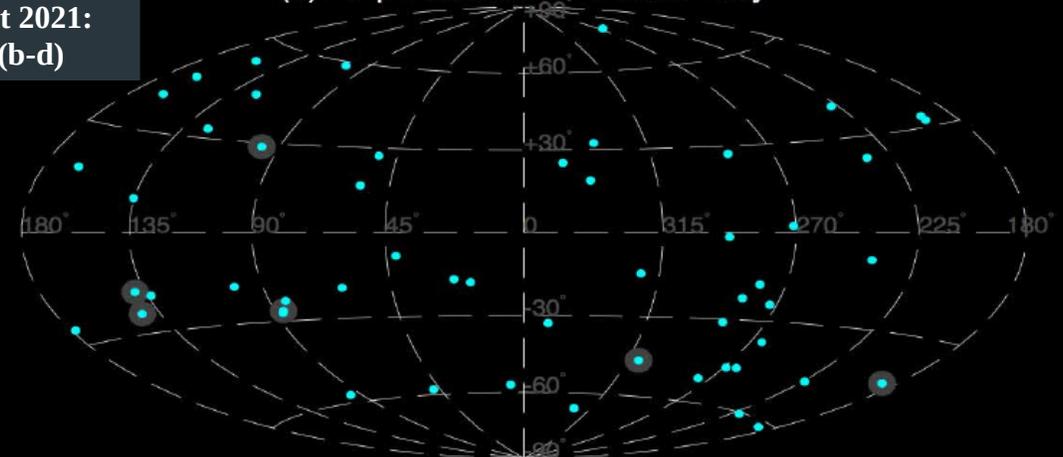


Abb.:
[Kirkpatrick et al. \(2023\)](#)
[ArXiv:2312.03639](#)
Entdeckungen seit 2021:
graue Kreise in (b-d)

Eine kleine Einführung in die Welt der Sterne

Ralf-Dieter Scholz
Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam AIP



Image credit: Flammarion (1888)

Vortrag im NAJU-Seminar am 23. März 2022

Bild: AIP / Flammarion

RADIO POTSDAM

- Interview mit Radio Potsdam (mp3 Datei ca. 12MB, Dauer ca. 12 Minuten) zur Legende vom Weihnachtsstern (Stern von Bethlehem), gesendet am 24. Dezember 2021



Bild: Radio Potsdam

Cooler Nachbarn



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

- Öffentlicher Vortrag zu den Babelsberger Sternennächten zum Thema "Cooler Nachbarn" (pdf, 40 Seiten, zum Herunterladen), am 15. April 2021 auf dem YouTube-Kanal von Urknall, Weltall und das Leben veröffentlicht (Video, etwa 49 Minuten [↗](#)).
- Nachtrag: Fragen & Antworten zum Vortrag (pdf, 19 Seiten, zum Herunterladen),
 - 1. Teil (Video, etwa 25 Minuten) [↗](#) zu "Planeten um braune Zwerge", 7. Dezember 2021,
 - 2. Teil (Video, etwa 8 Minuten) [↗](#) zu "braune Zwerge = dunkle Materie?", 21. Dezember 2021

Bild: AIP / J. Fohlmeister / R-D. Scholz

Dr. Ralf-Dieter Scholz

- * Vorträge/Poster (Englisch)
- * [Öff. Vorträge, Interviews](#)
- * Pressemitteilungen
- * Illustrationen
- * Links (Sonnenumgebung)
- * CV

Zum Herunterladen, Nachlesen, -hören und -schauen:
Danke!
www.aip.de/members/de/ralf-dieter-scholz/