

mit Gaia



Michael Biermann

Astronomisches Rechen-Institut am
Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg



www.eso.org

Milchstraße:

200-400 Milliarden Sterne

(Gaia misst ~1 Prozent)

Gas, Staub, Dunkle Materie

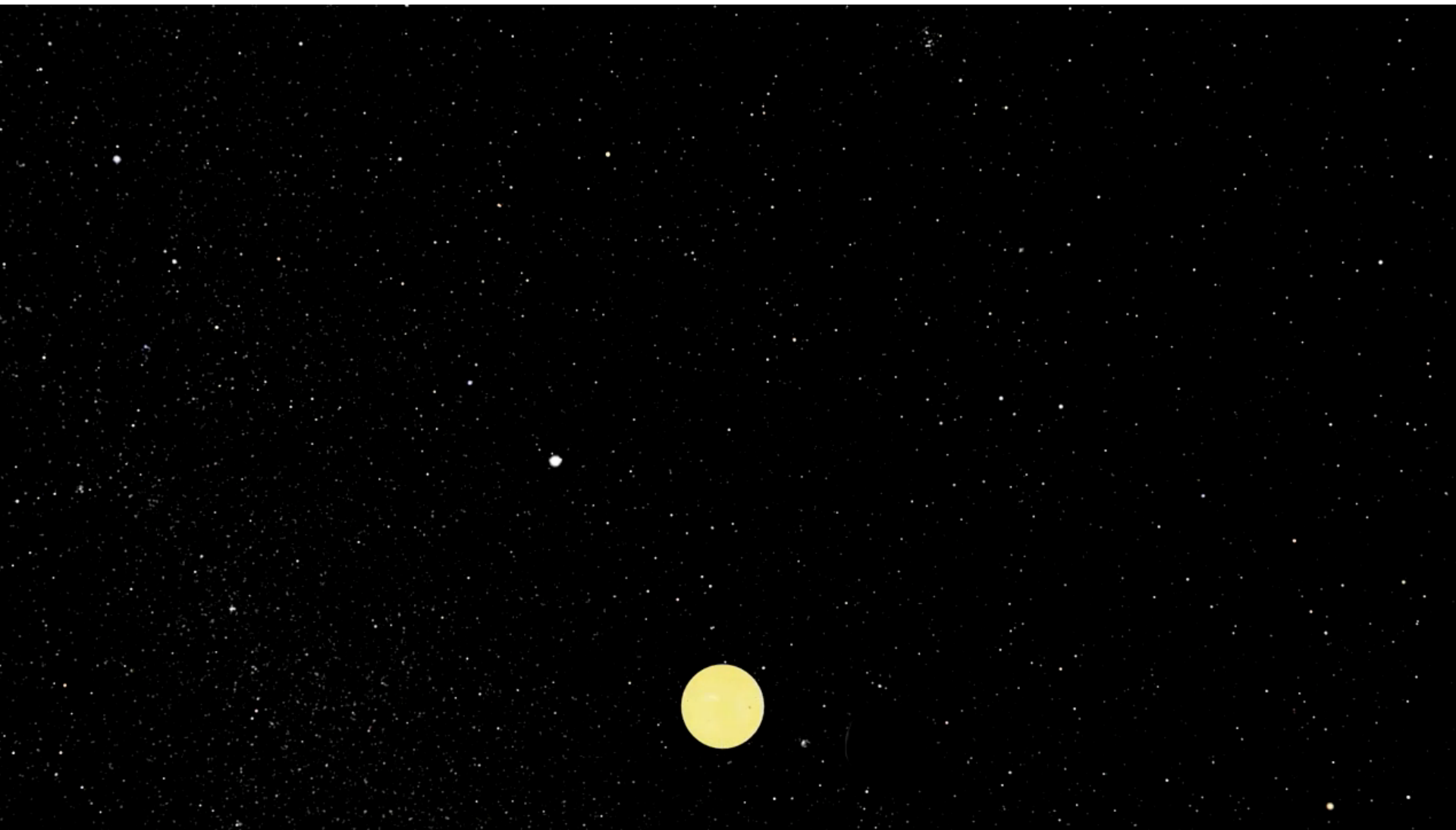


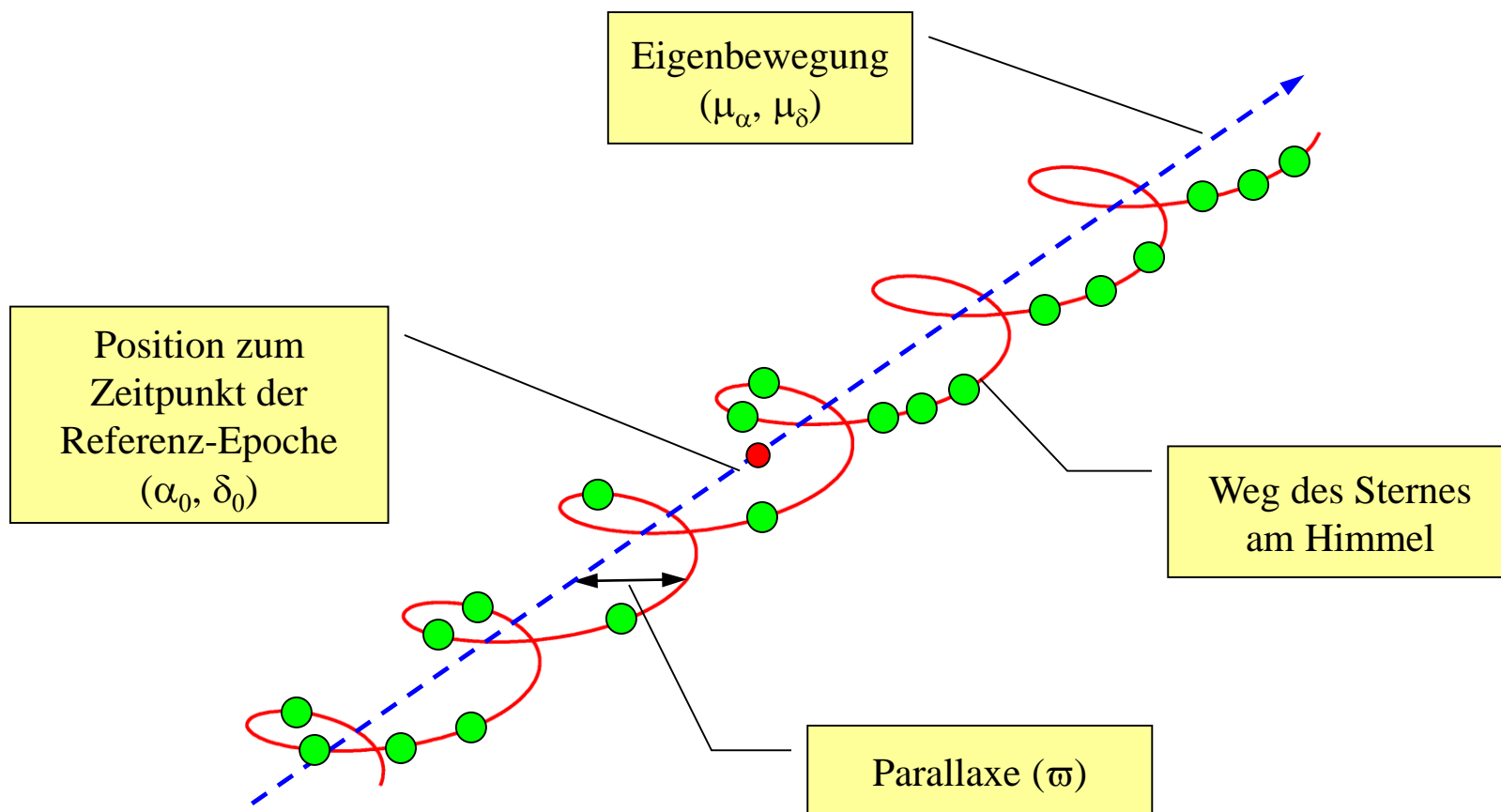
Die Astronomie
analysiert Strahlung:

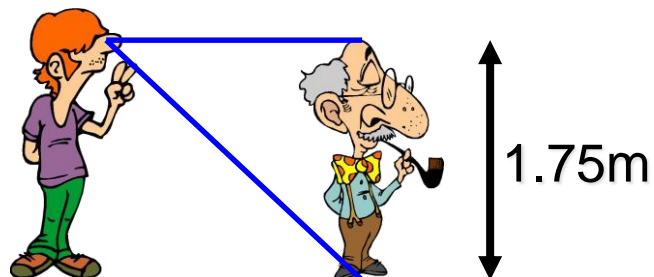
Richtung : Astrometrie

Menge : Photometrie

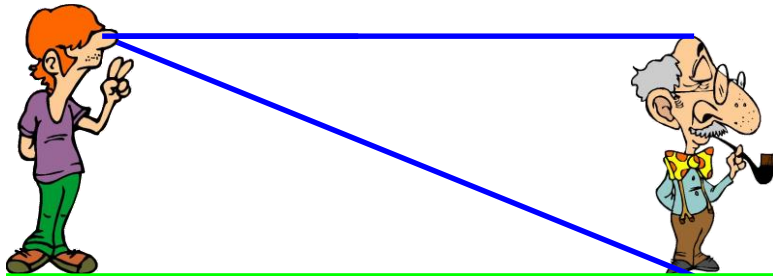
Art : Spektroskopie





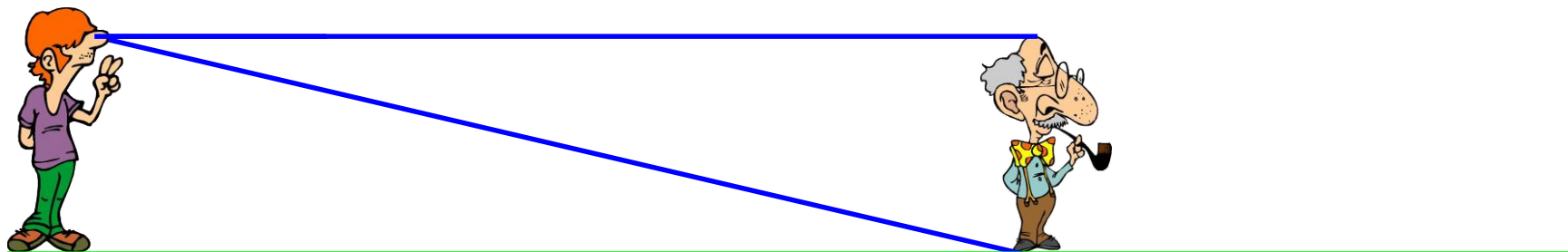


200 Meter Entfernung
0.5 Grad



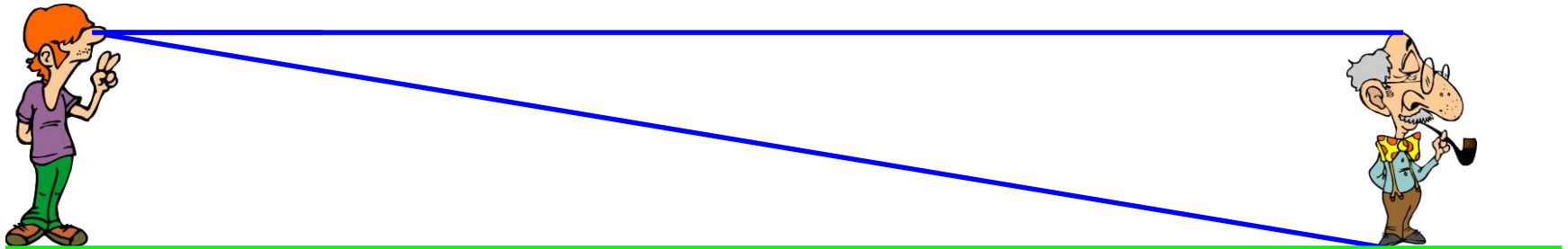
380 Kilometer Entfernung
1 Bogensekunde

Eine Bogensekunde ist der 3600-ste Teil eines Grades.



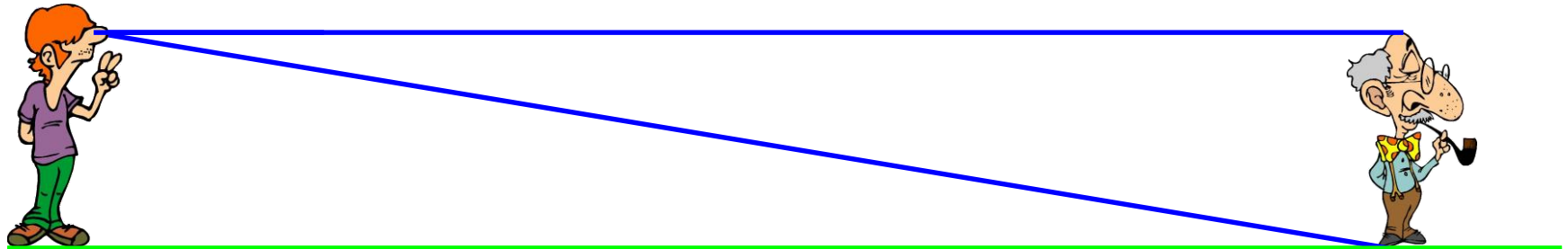
380.000 Kilometer Entfernung
1 Millibogensekunde

Eine Millibogensekunde ist der tausendste Teil einer Bogensekunde.



15 Millionen Kilometer Entfernung
25 Mikrobogensekunden

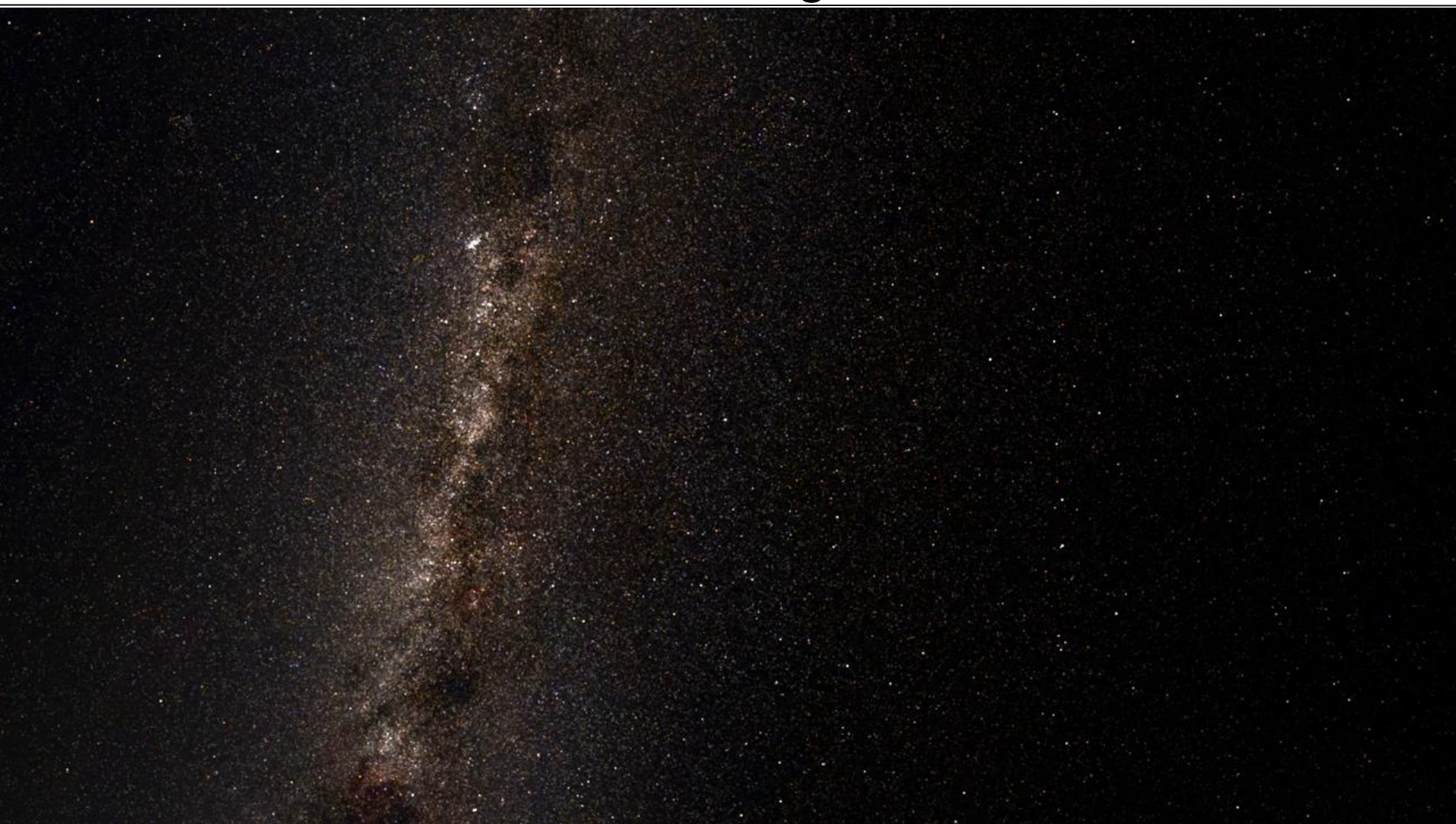
Eine Mikrobogensekunde ist der millionste Teil einer Bogensekunde.



15 Millionen Kilometer Entfernung
25 Mikrobogensekunden

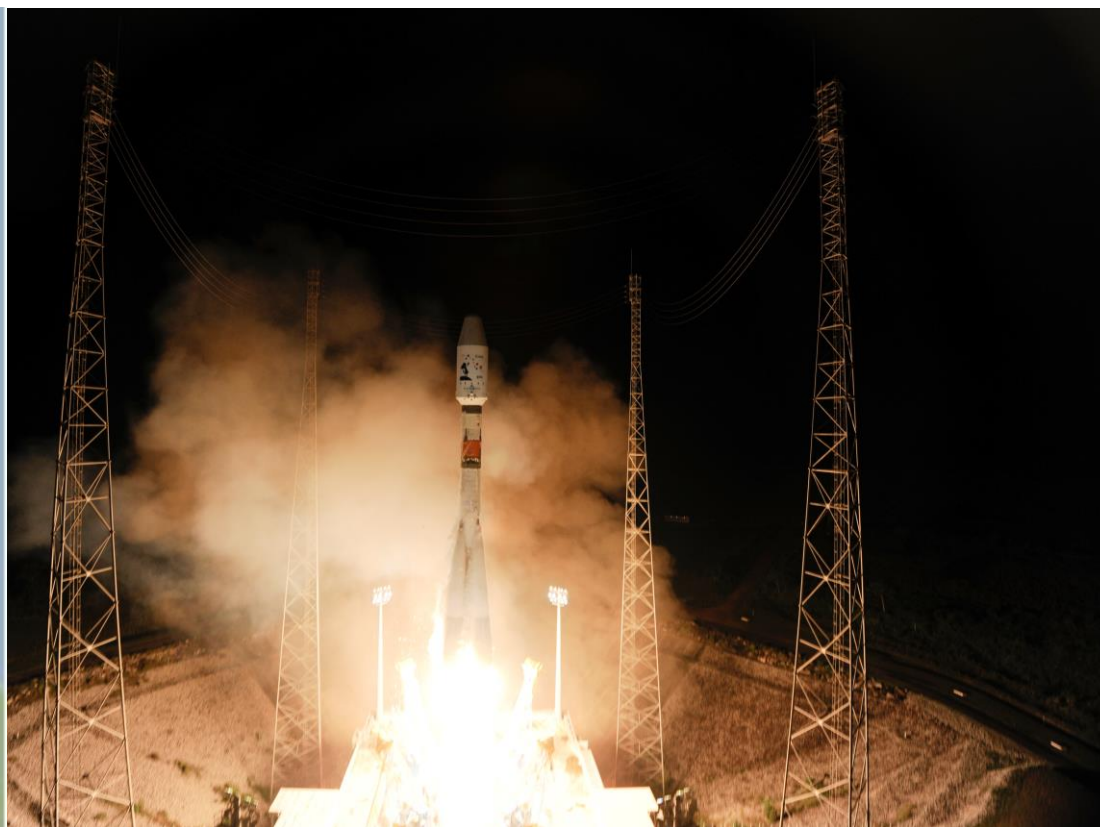
Eine Mikrobogensekunde ist der millionste Teil einer Bogensekunde

Genauigkeit	0.1%	bis	130 Lichtjahre Entfernung
	1%	bis	1300 Lichtjahre Entfernung
	10%	bis	13000 Lichtjahre Entfernung



Animation mit Gaia Sky

- gestartet mit einer Sojus-Fregat
- Start in Sinnamary in Französisch Guayana
- 19. Dezember 2013





- **Mai 1993:** Erster Vorschlag für Gaia bei ESA
- **2000:** Als ESA Projekt akzeptiert, „Cornerstone“ (Eckpfeiler) Mission
- **2006:** Beginn der industriellen Bauphase
- **19. Dezember 2013:** Start
- **Bis 18. Juli 2014:** „Commissioning“ (Inbetriebnahme)
- **Seit August 2014:** Reguläre Messungen
- **14. September 2016:** Erster Gaia-Katalog
- **25. April 2018:** Zweiter (erster „richtiger“) Gaia-Katalog
- **2019:** Ende der nominellen Mission (5 Jahre Messzeit)
- **2019-2020:** Genehmigte verlängerte Mission (1,5 Jahre)
- **2021:** Dritter Gaia-Katalog
- **2021-2024:** Erhoffte verlängerte Mission (3,5 Jahre)
- **2023?:** Vierter Katalog aufgrund der nominellen Mission
- **2027?:** Fünfter Katalog aufgrund der verlängerten Mission

#Field transits in ICRS: 0 years 000 days 00 hr 00 min

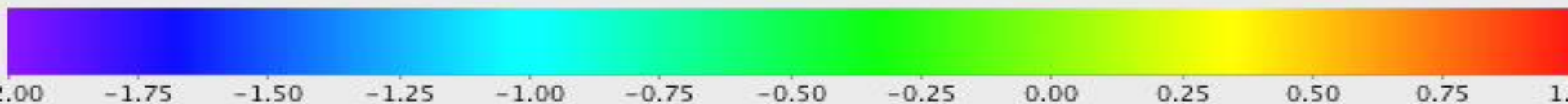
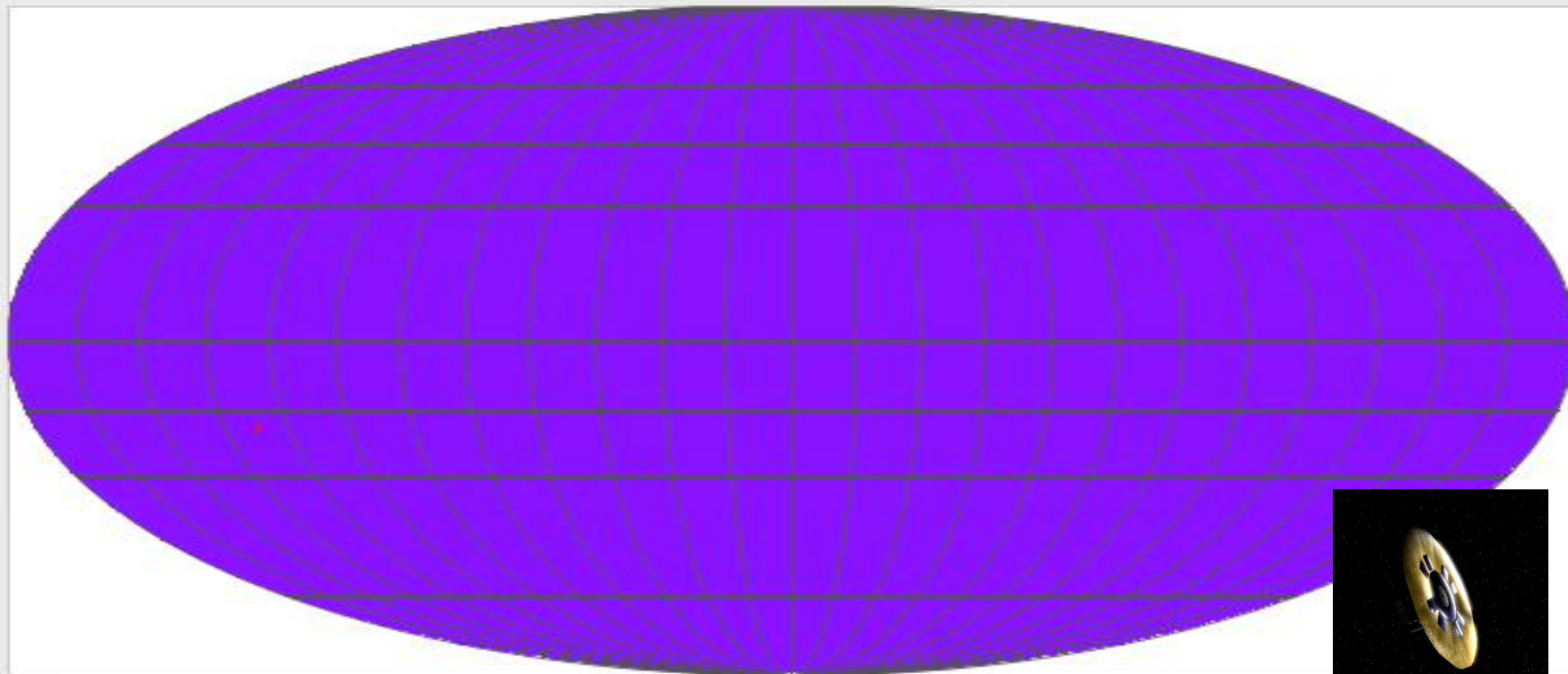
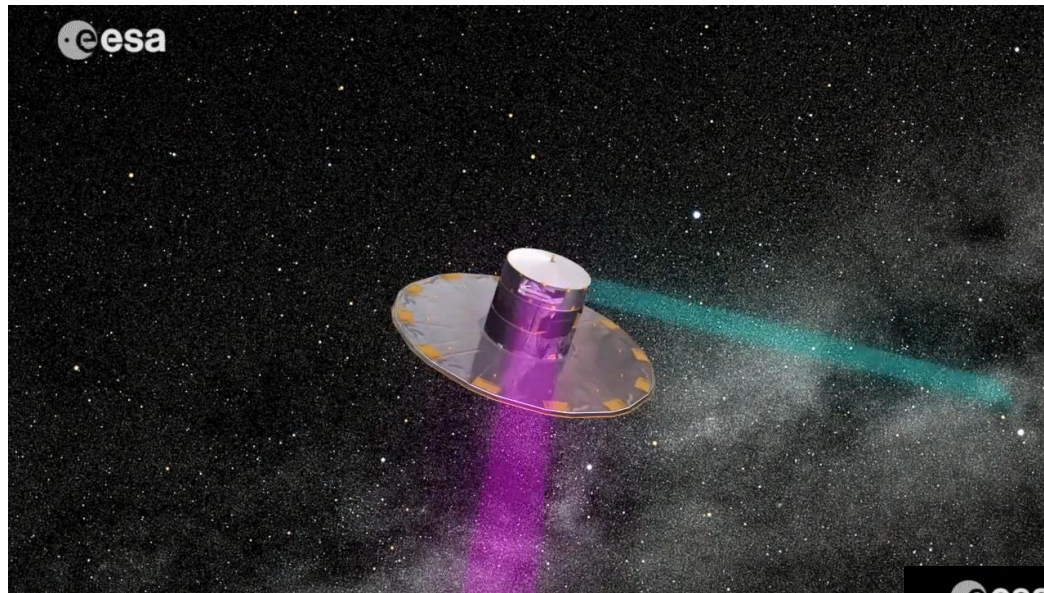


Bild und Animation: Berry Holl, Lund

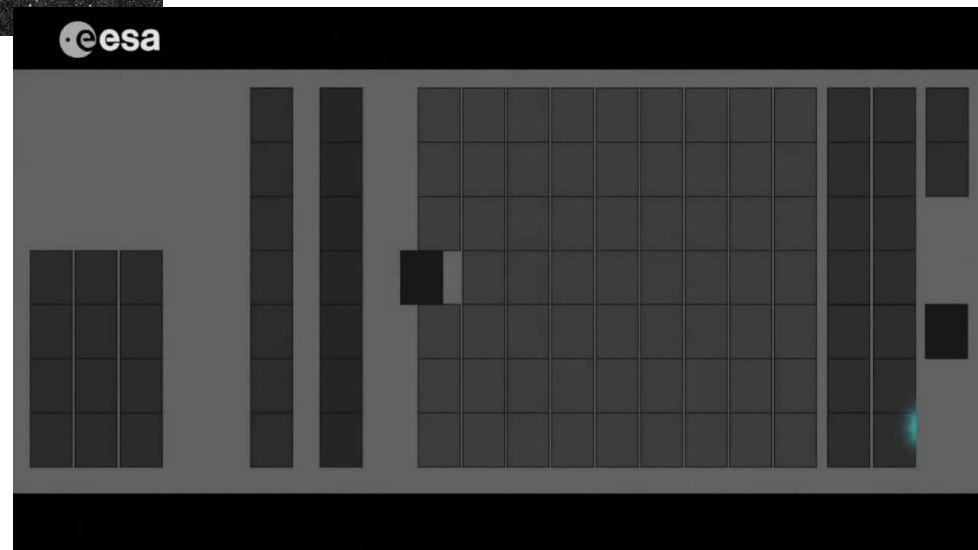
Mit derselben Genauigkeit mit der Gaia

- die **Position der Sterne** bestimmen will, müssen wir zu jedem Zeitpunkt wissen,
- **wohin Gaia guckt und wo sich Gaia befindet, wie schnell Gaia ist,**
- **wie die Optik und die Detektoren angeordnet sind**
- **und ob Einstein recht hat!!**





- 106 CCDs
- rund 1 m x 0.5 m



Bestimmung der
Positionen, Bewegungen und
Entfernungen von etwa 2 Milliarden Sternen



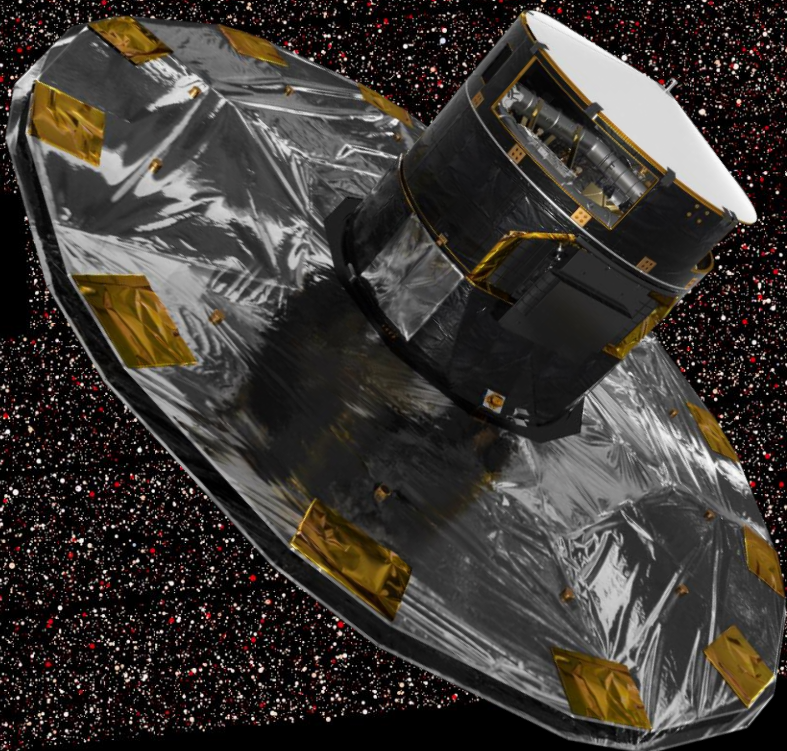
Das sind alle Sterne bis zur 20.7 Größenklasse
(heller als eine Kerze in 30,000 km Entfernung)



**Vielfarben-Photometrie,
hochaufgelöste Spektroskopie,
astrophysikalische Parameter**



**variable Sterne, Doppelsterne,
Asteroiden, Quasare, Exoplaneten, ...**



110.000 Sterne

1,1 Millionen Positionen

2 Millionen Farben

20.000 Spektren

A.Brown

Wie viele Sterne sind in Gaias zweitem Sternkatalog?



Positionen und Helligkeiten

1 692 919 135

Oberflächentemperaturen

161 497 595

Helligkeit im Roten

1 383 551 713

Helligkeit im Blauen

1 381 964 755

Parallaxen und Eigenbewegungen

1 331 909 727

Sternradien und Leuchtkräfte

76 956 778

14 099

Sonnensystem-Objekte

7 224 631

Rückfall-geschwindigkeiten

550 737

Veränderliche Sterne

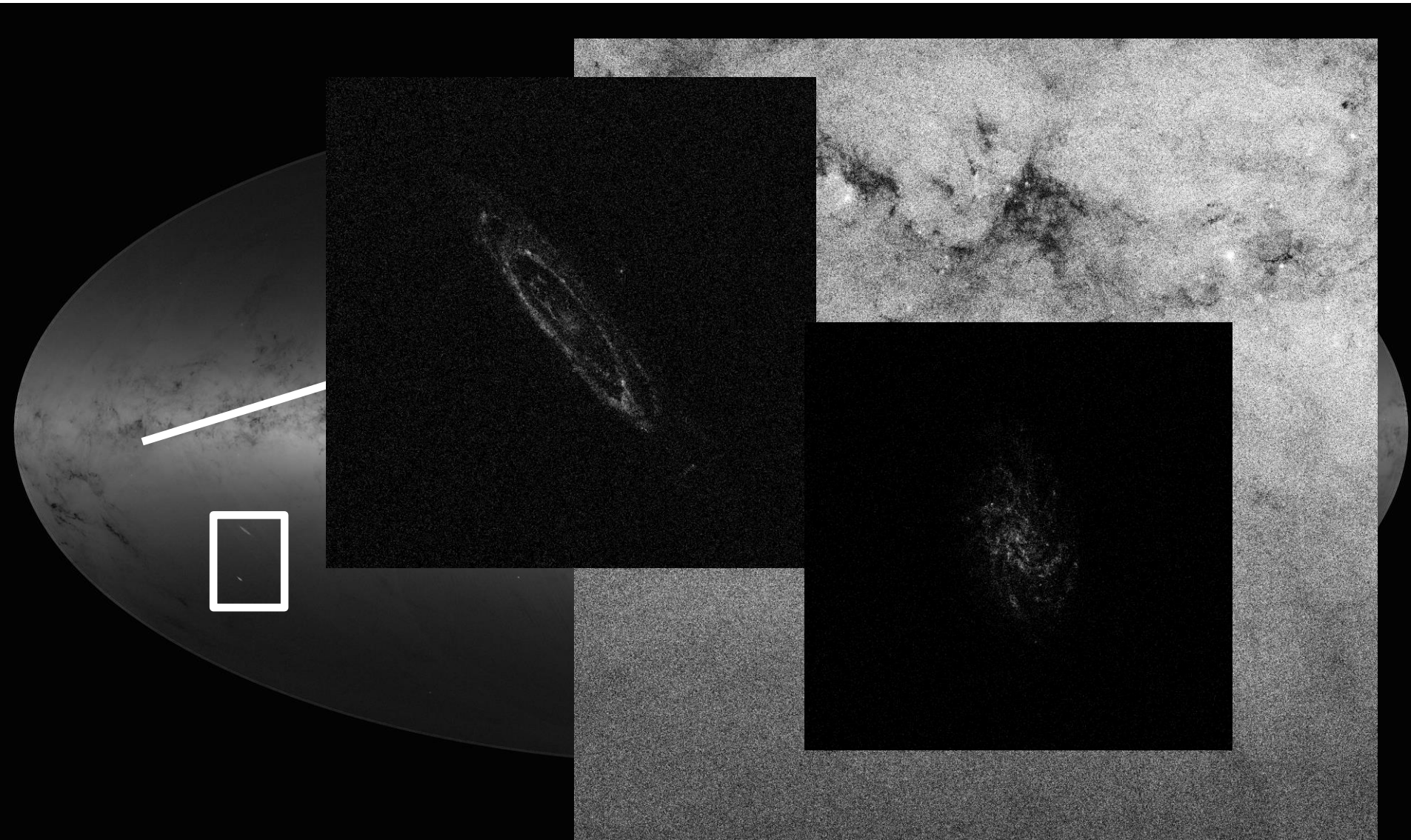
Staubmenge in Richtung von Sternen

87 733 672

MISSION STATUS NUMBERS

CURRENT DATE AND TIME	2019-02-22T15:39:11 (TCB)
MISSION STATUS	
Satellite distance from Earth (in km)	1,368,315
Number of days having passed since 25 July 2014	1673
OPERATIONS DATA (collected since 2014/07/25)	
Volume of science data collected (in GB)	61,858
Number of object transits through the focal plane	118,186,092,746
Number of astrometric CCD measurements	1,164,977,199,922
Number of photometric CCD measurements	236,581,243,170
Number of spectroscopic CCD measurements	22,828,574,526
Number of object transits through the RVS instrument	7,590,875,720

<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/mission-numbers>

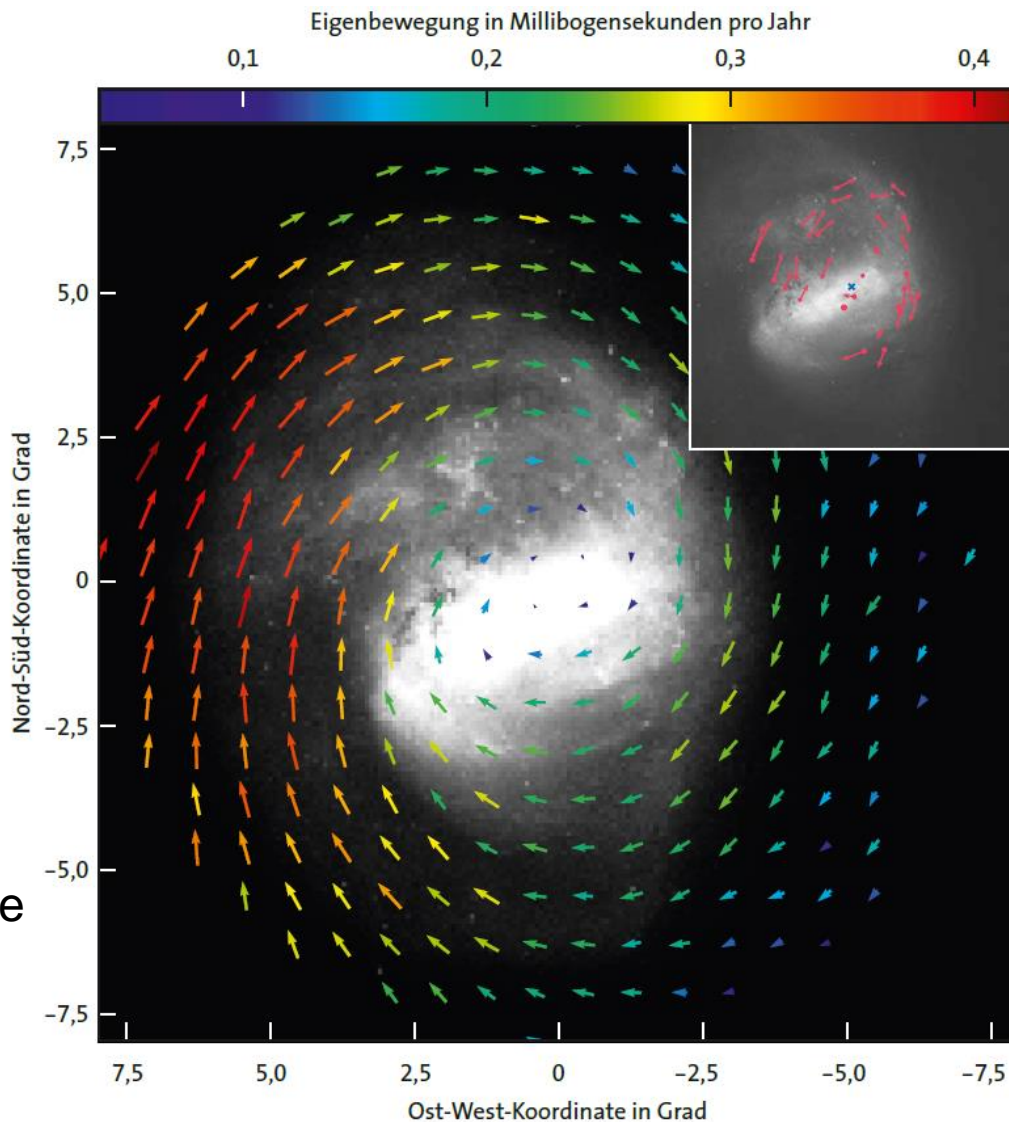


> 1.000 Veröffentlichungen mit Hilfe von Gaia DR2 seit 25. April 2018!

Asteroiden	Leuchtkräfte von Sternen mit Exoplaneten
Weißer Zwerge	Entdeckung von offenen Sternhaufen
Cepheiden	Finden von Haufenmitgliedern
Kataklysmische Variable	Alter der Sterne
Magnetische Sterne	Gaia-Photometrie
AGB-Sterne	Sternentfernungen
RR Lyrae Sterne	Asteroseismologie
Rote Riesensterne	Kinematik, Alter, Metallizitäten von Sternhaufen
Leuchtkräftige Blaue Variable	Auffinden und analysieren von Gezeitenströmen
Rote Haufensterne	Galaktische Scheibe
Hochgeschwindigkeits-Sterne	Untersuchung des Milchstraßenhalos
Mikrolinsen-Ereignisse	Bewegung von Milchstraßensatelliten und Galaxien in der lokalen Gruppe
Exoplanetenradien	Quasare
Stellardynamik	Stark fokussierte Quasare
Struktur der Milchstraße	Hubble-Konstante
Bolometrische Korrekturen	Referenzsystem
Sternentstehungsgebiete	Planetarische Nebel
Abstände und Kinematik von Pulsaren	
Doppelsterne für die Gravitationswellendetektion (LISA)	

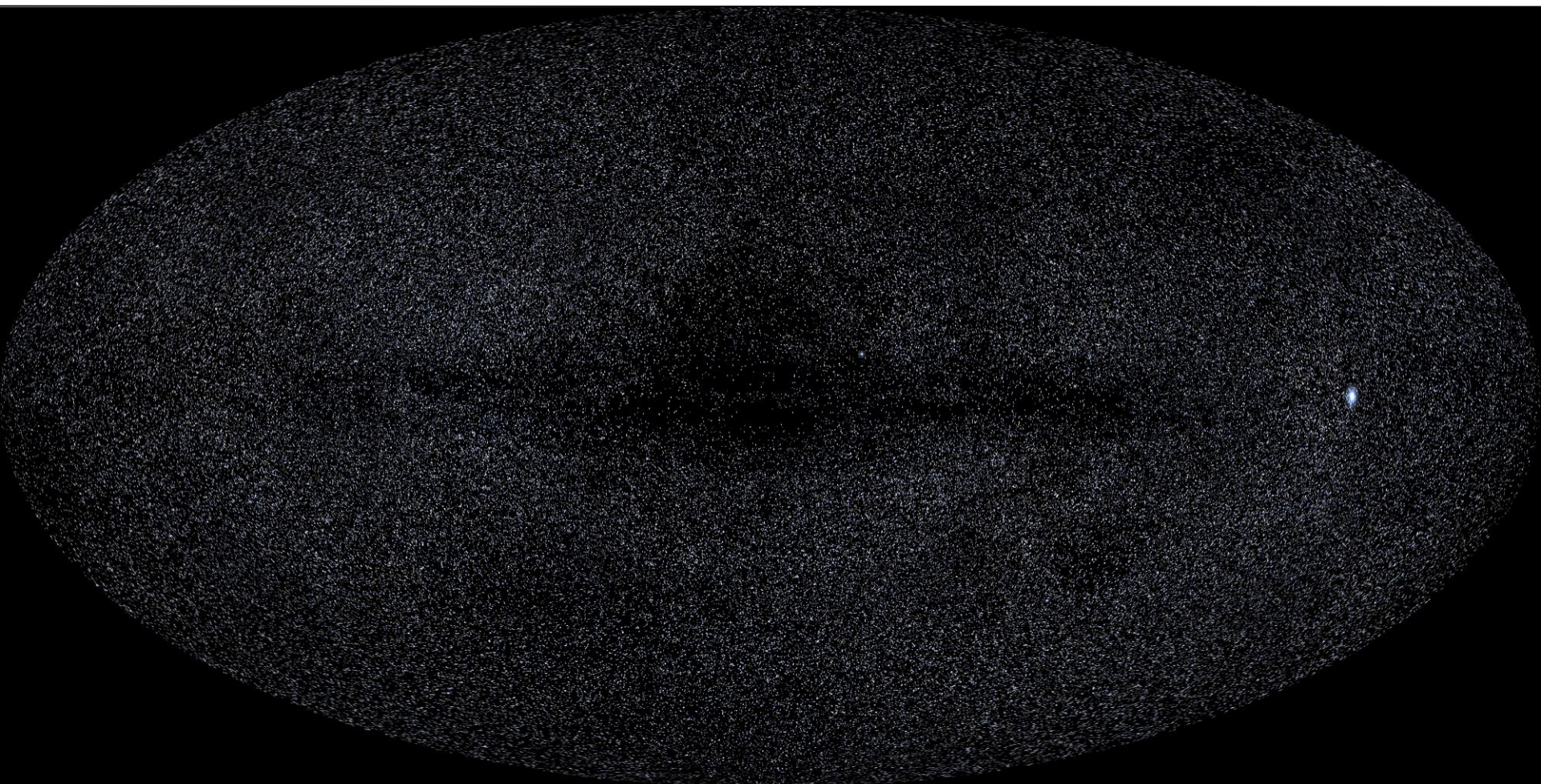
Europa 48%, USA 31%, China 6%, Chile 4%, Canada 3%, Australien 3%, Andere 4%





Gaia DR1:
29 Sterne

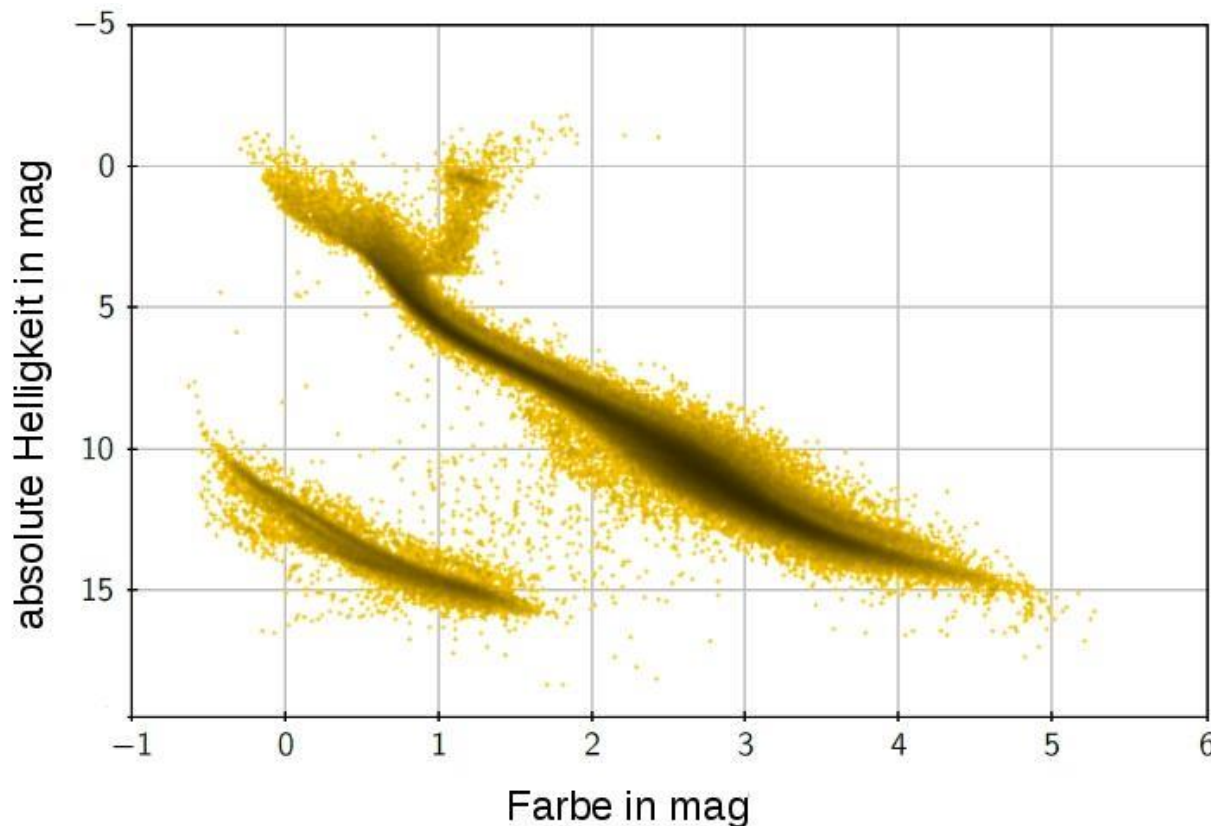
Gaia DR2:
8 Millionen Sterne



Mit Gaia haben wir 230.000 neue Weiße Zwerge entdeckt.
Bisher bekannt 30.000.

<https://youtu.be/cjwXWNceEBk>

[Gentile-Fusilo, ..., Stefan Jordan, et al. 2018](#)

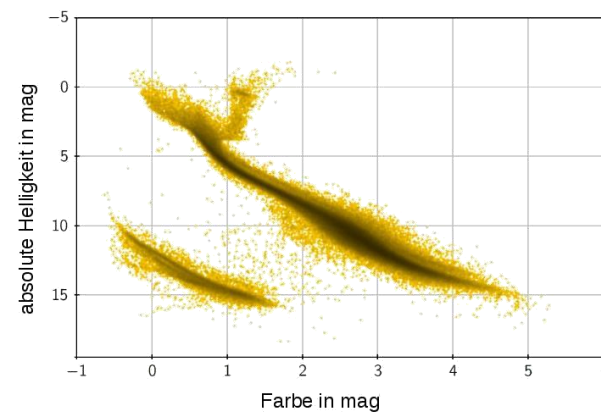
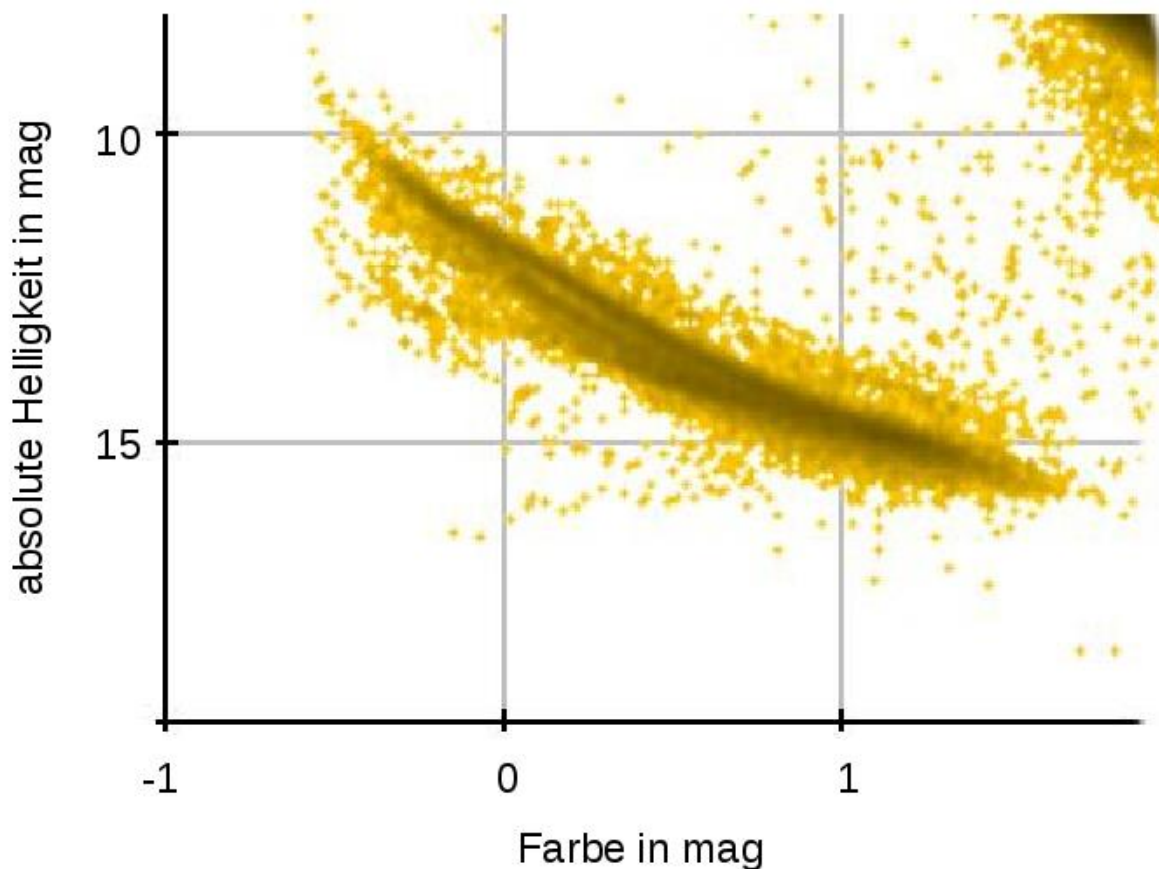


Sterne der
Sonnenumgebung
(näher als 100 Parsec
oder 325 Lichtjahre)

Ausgewählt wurden
Sterne mit 10%
genauen Parallaxen
und guter
Photometrie.

Gaia Collaboration

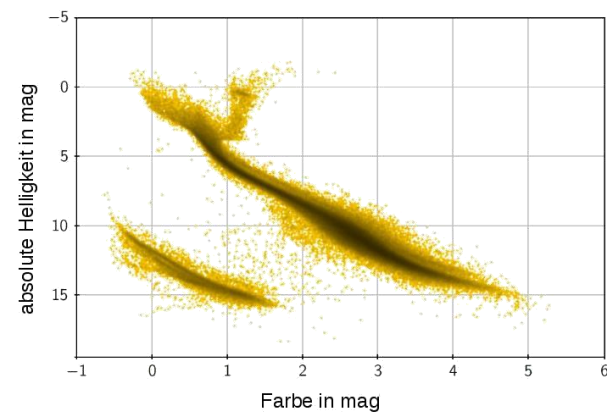
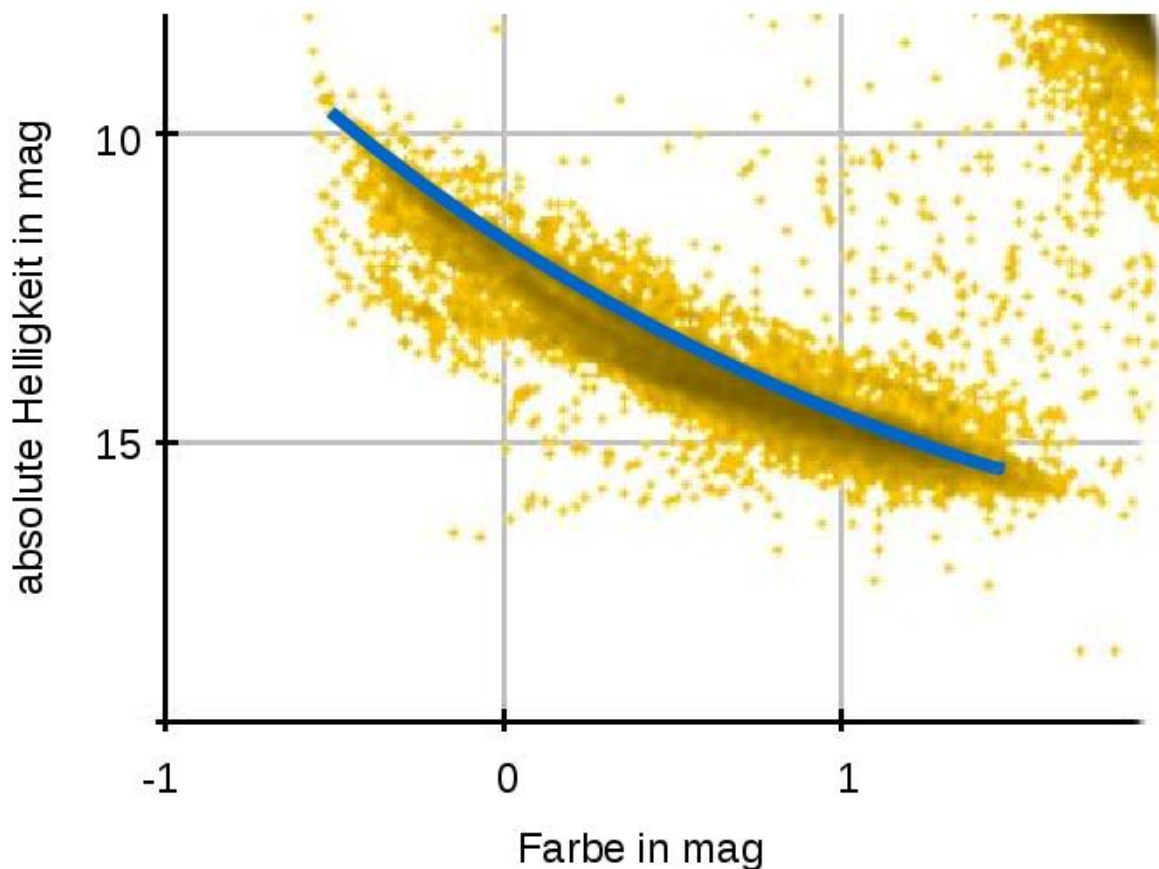
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



Zoom in das komplette Hertzsprung-Russel Diagramm für Weiße Zwerge

Gaia Collaboration

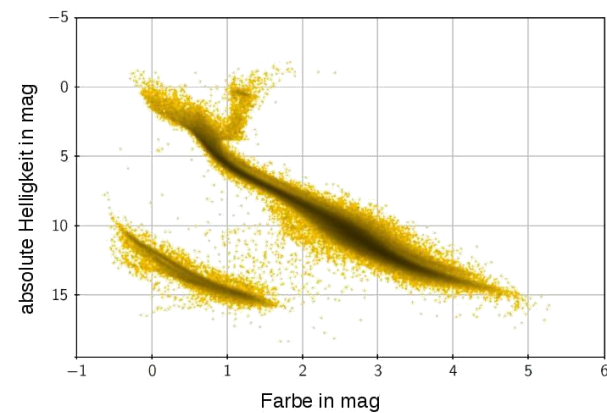
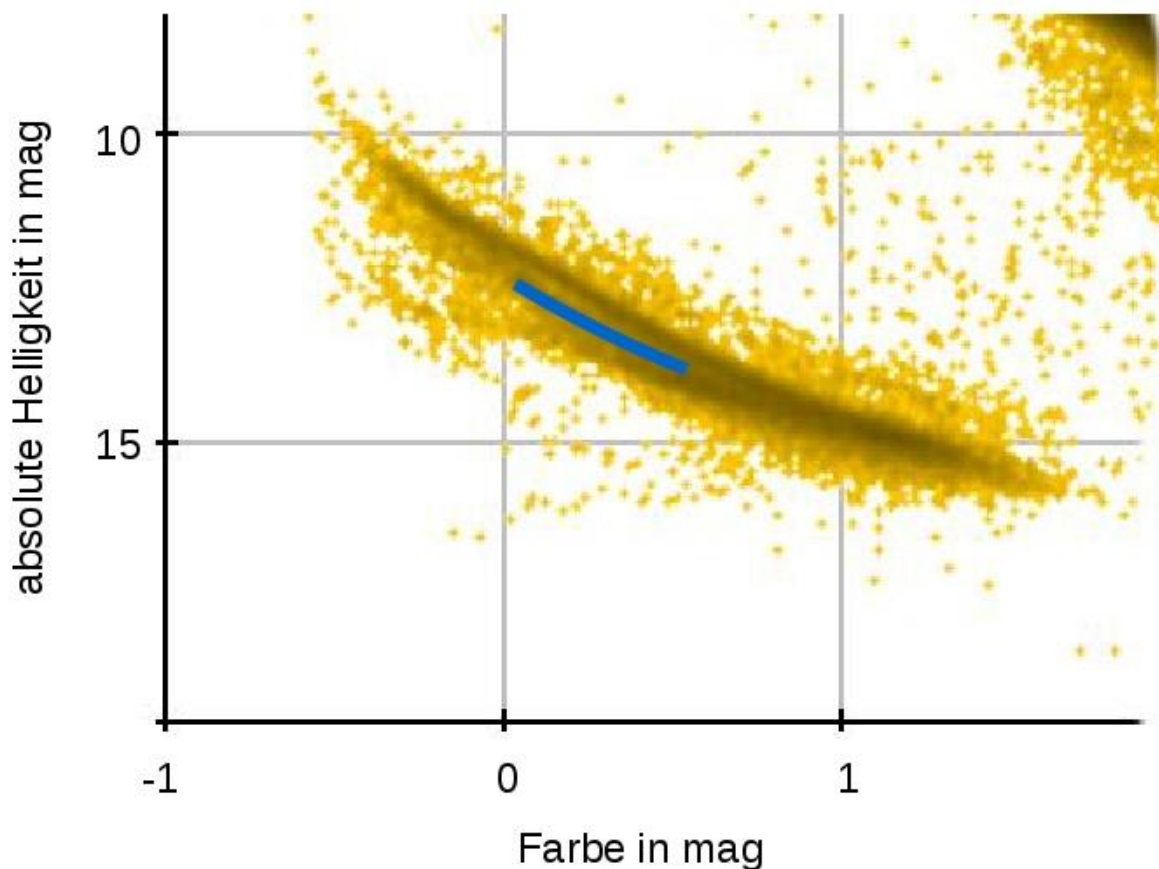
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



Weißer Zwerge mit
Wasserstoffhülle

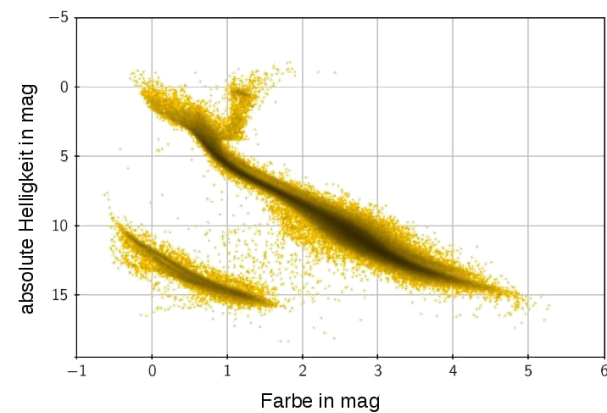
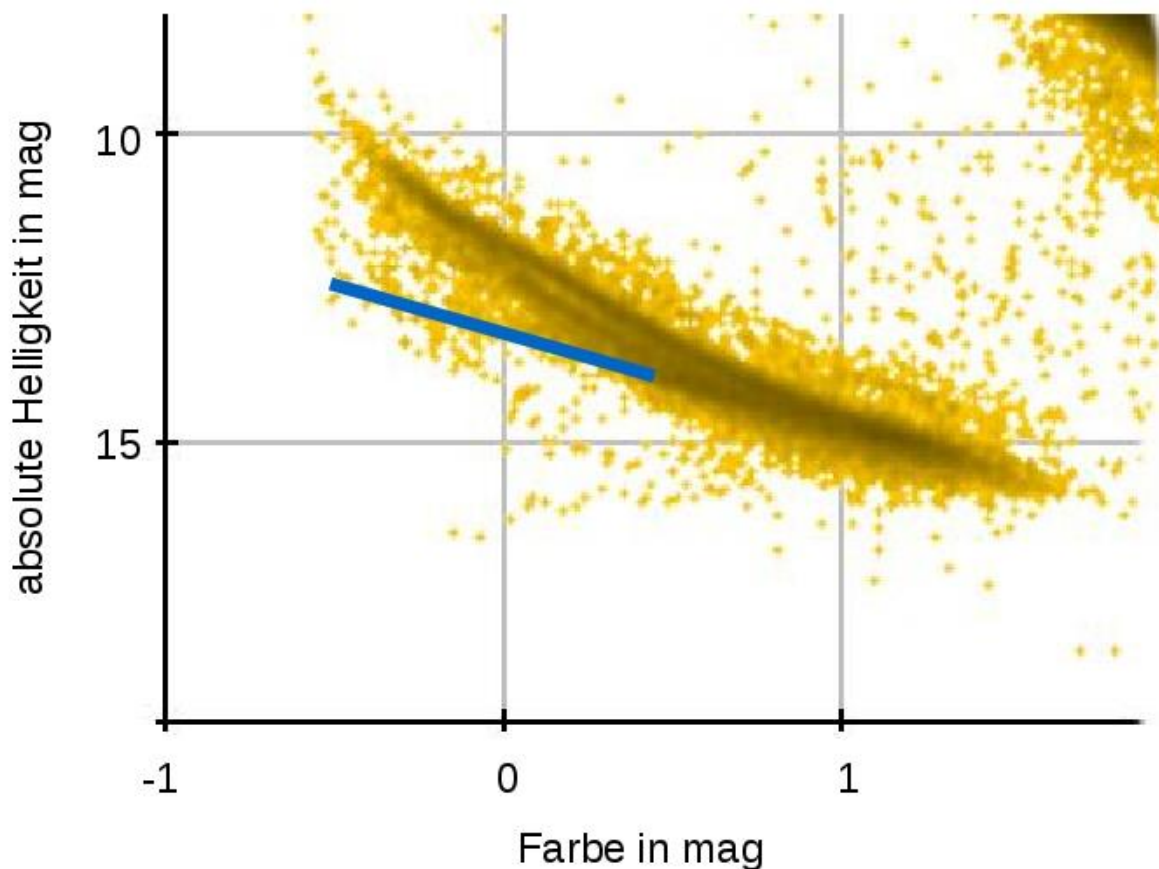
Gaia Collaboration

[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



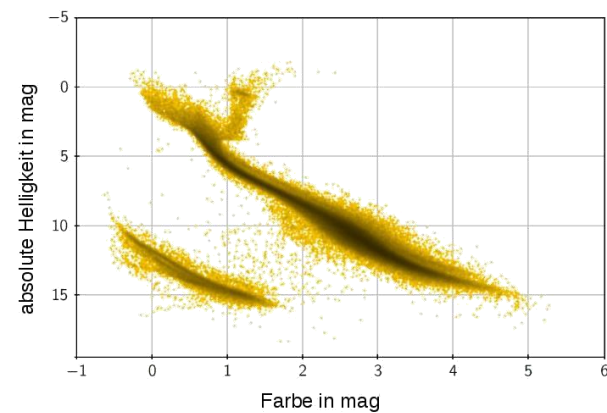
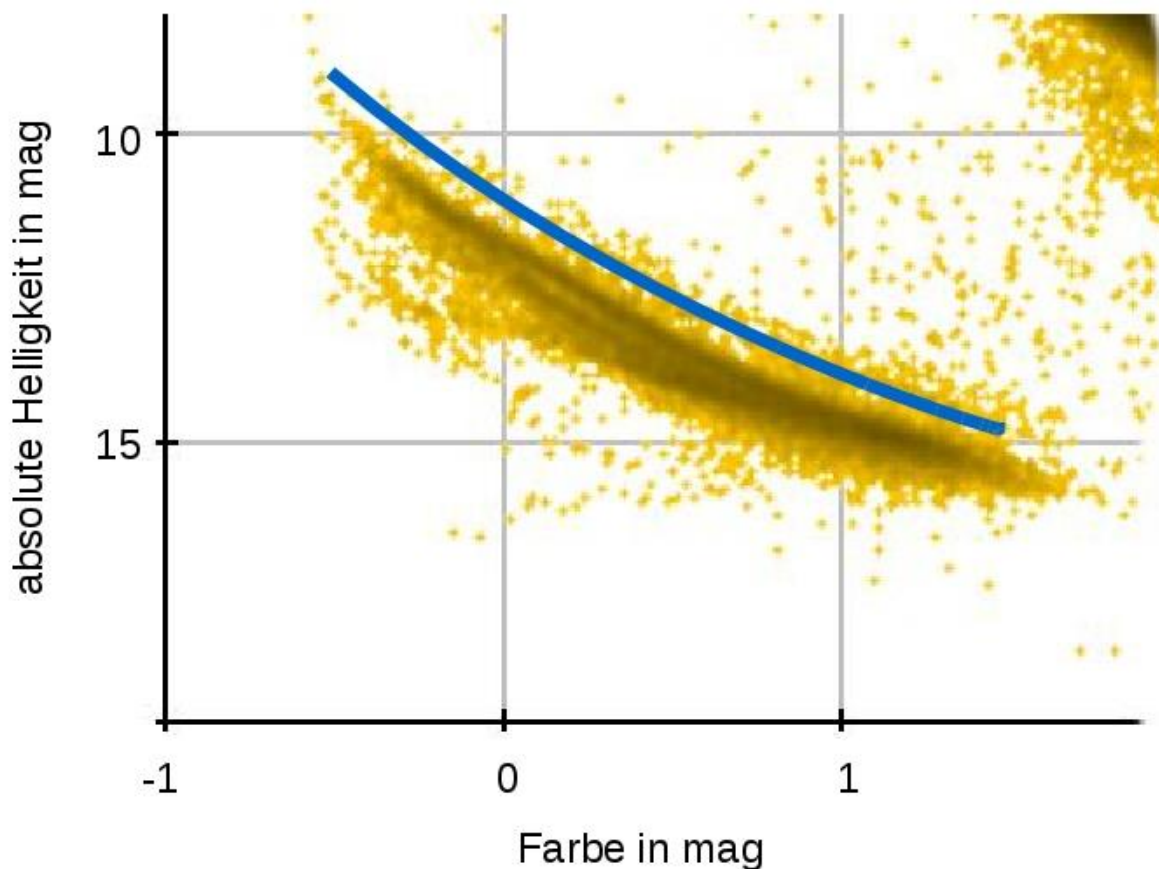
Weißer Zwerge mit Heliumhülle

Gaia Collaboration
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



Weißer Zwerge
mit kristallinem
CO-Kern

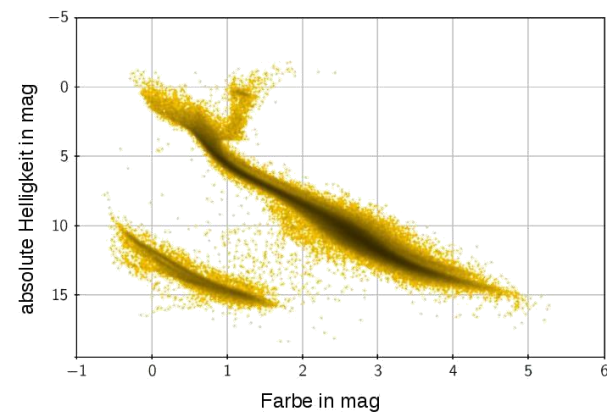
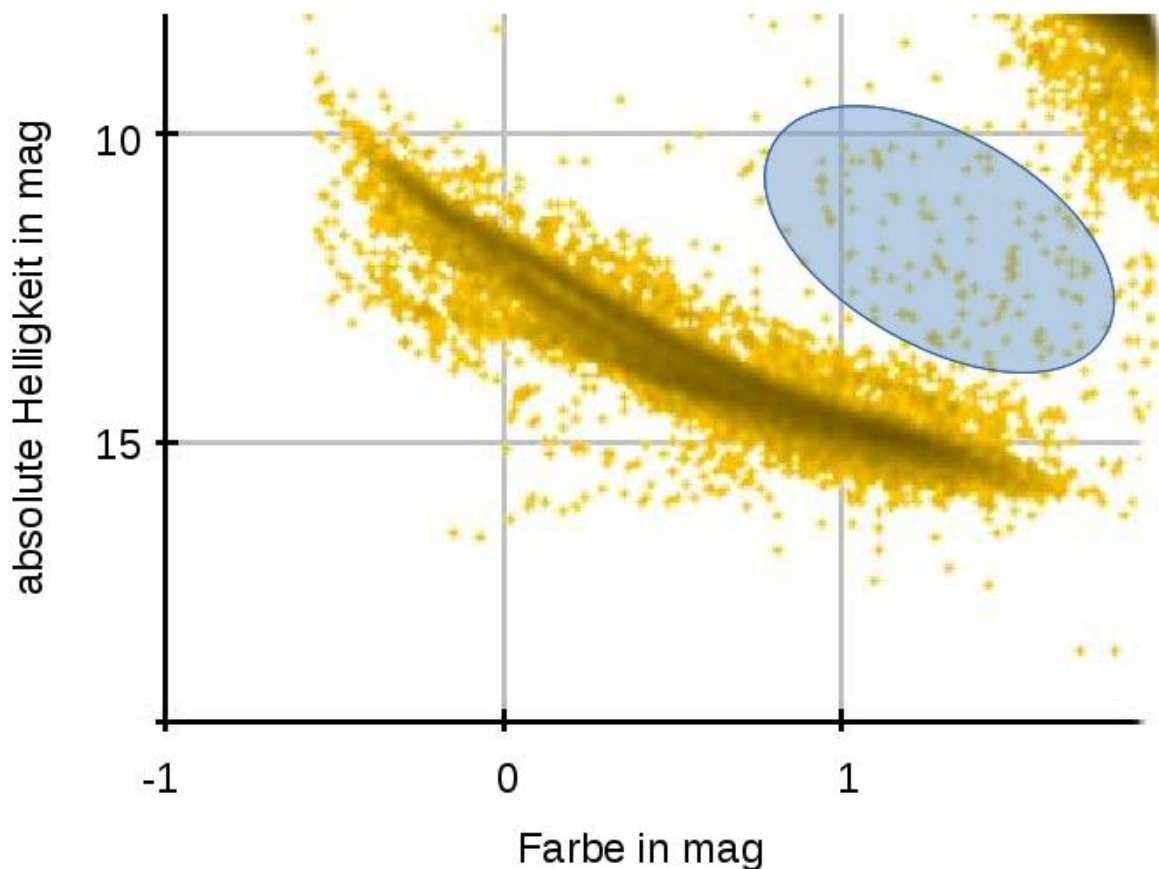
Gaia Collaboration
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



Doppelsterne
mit zwei
Weißen
Zwergen

Gaia Collaboration

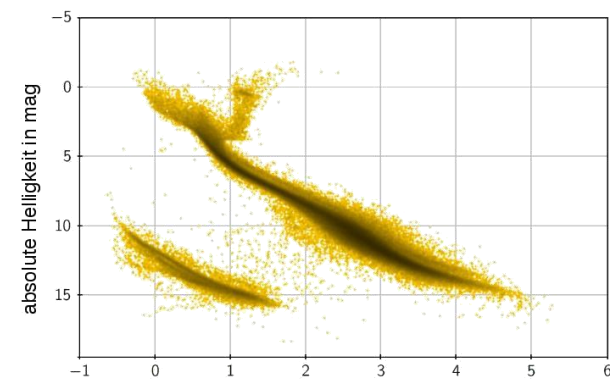
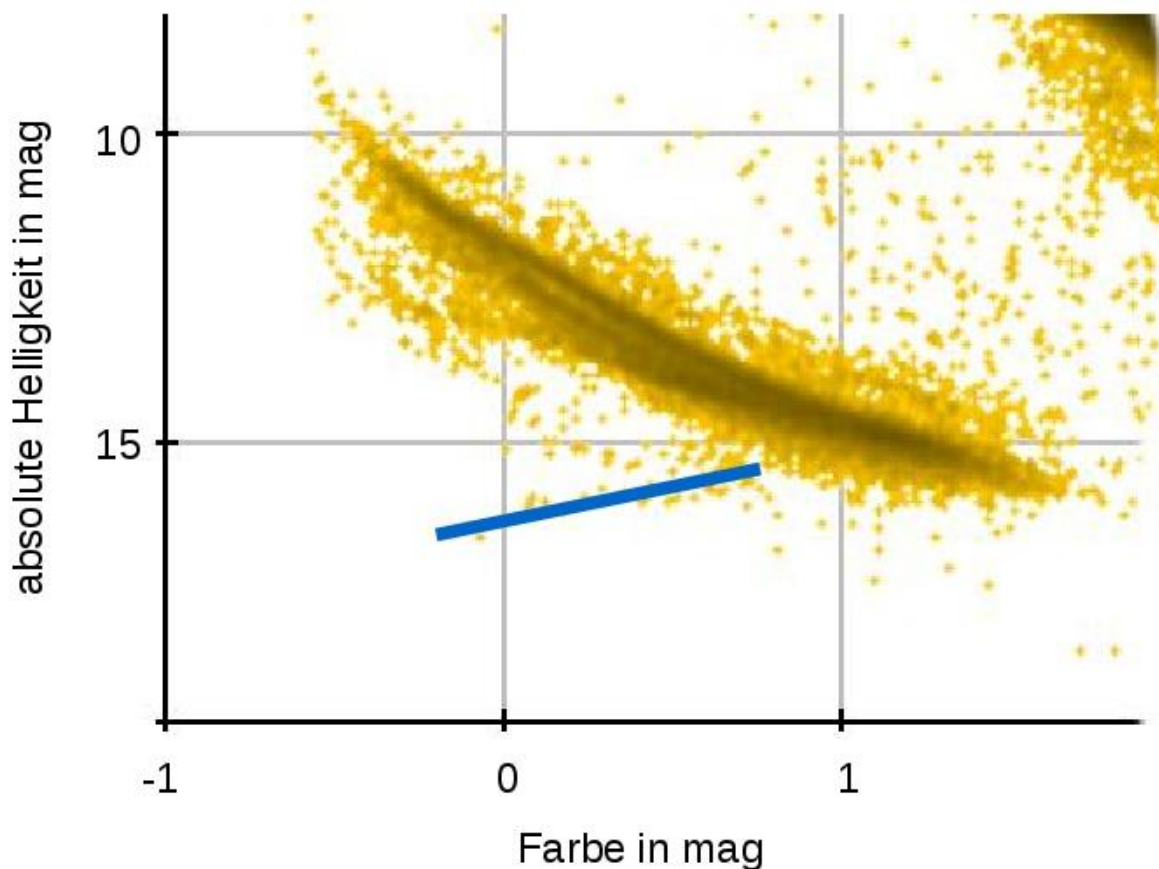
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



Doppelsterne
mit einem
Weißen Zwerg
und einem
Hauptreihen-
stern

Gaia Collaboration

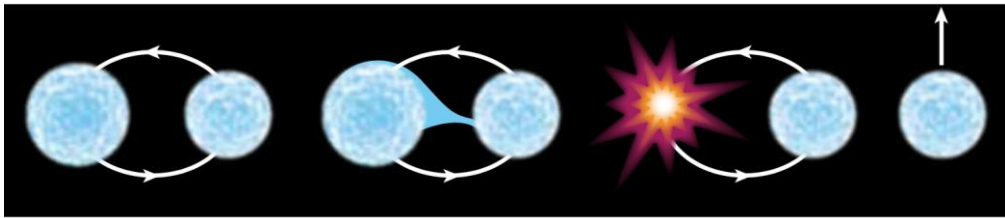
[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)



???

Gaia Collaboration

[Gaia Data Release 2. The astrometric solution](#)

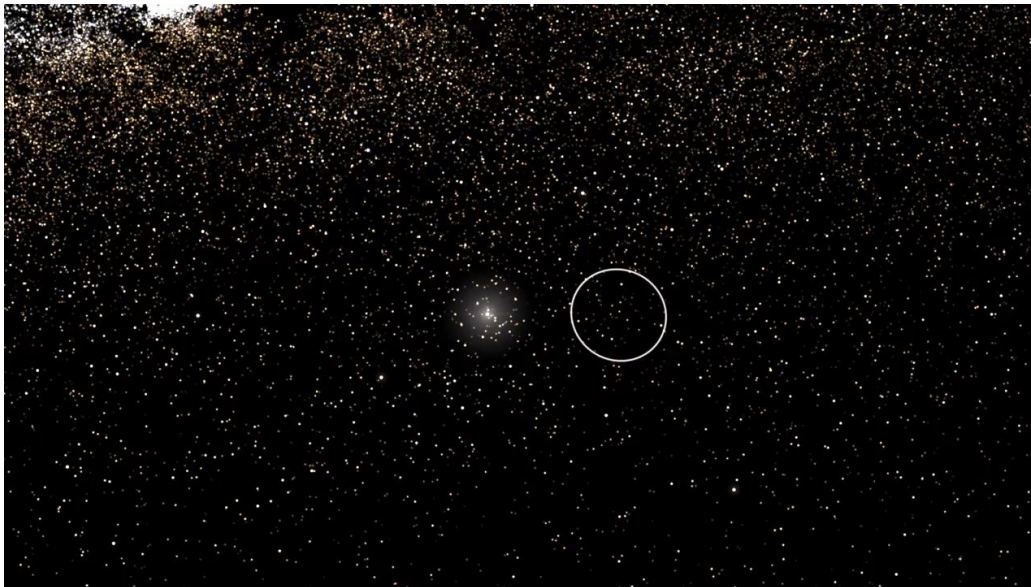


Stefan Jordan / SuW-Grafik

>1000 km/s, (1300-2400 km/s)

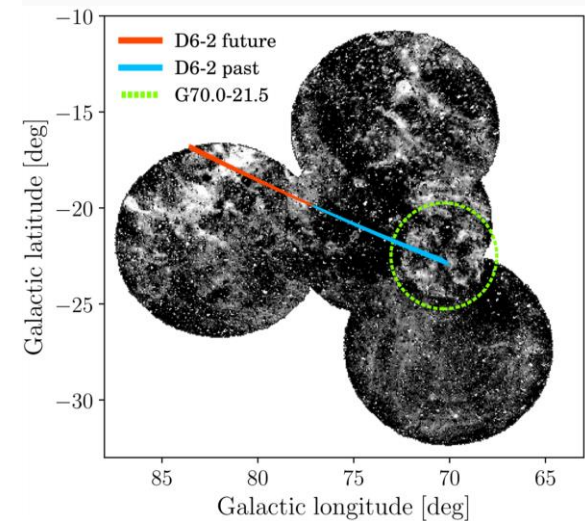
Spezieller Typ einer Supernova-Explosion

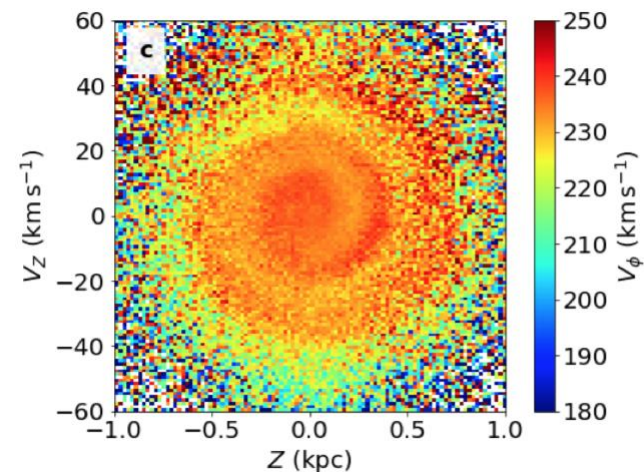
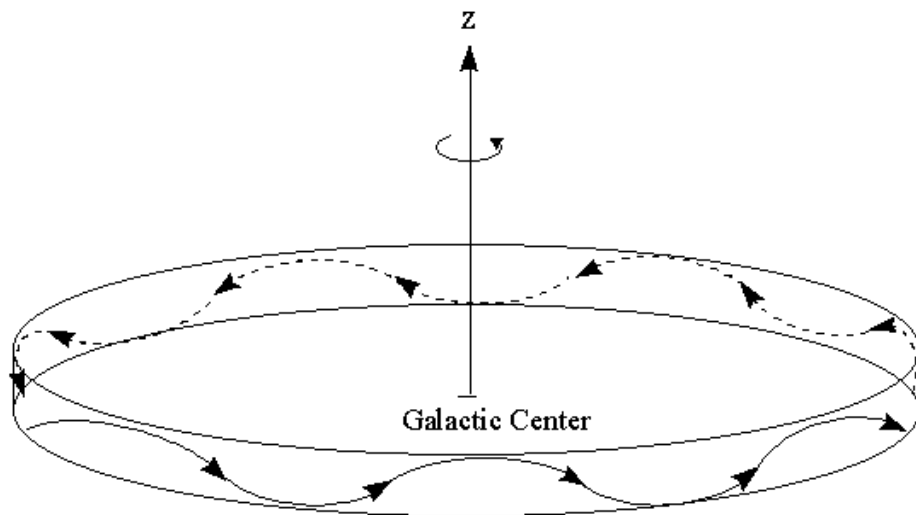
Shen et al: [Three Hypervelocity White Dwarfs in Gaia DR2: Evidence for Dynamically Driven Double-Degenerate Double-Detonation Type Ia Supernovae](#)



<https://youtu.be/IUpxjrUhExM>

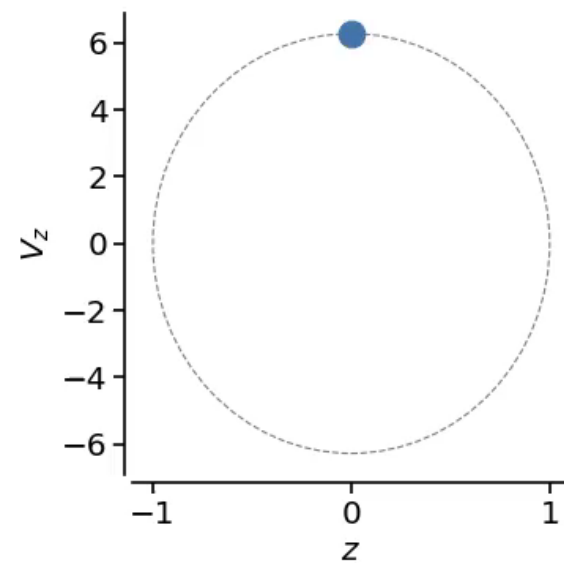
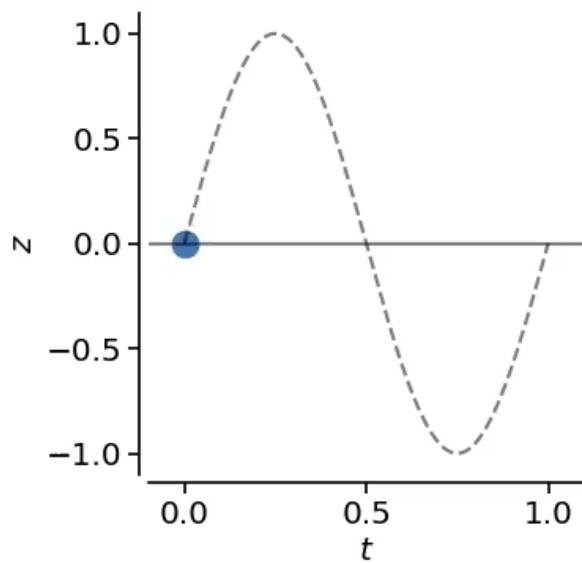
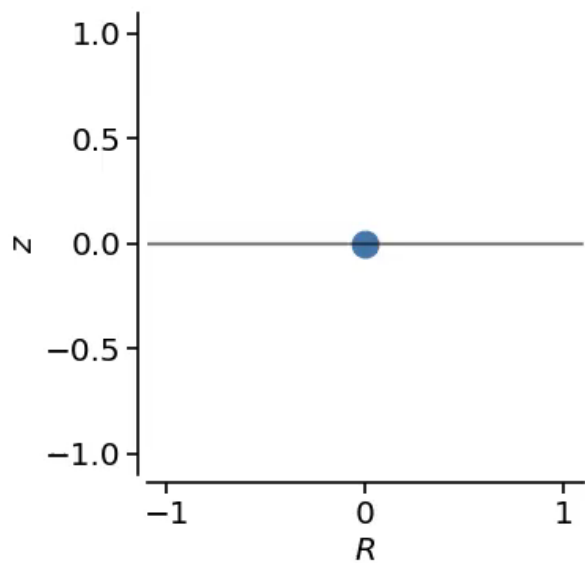
D6-2 und SN Überrest G70.0-21.5

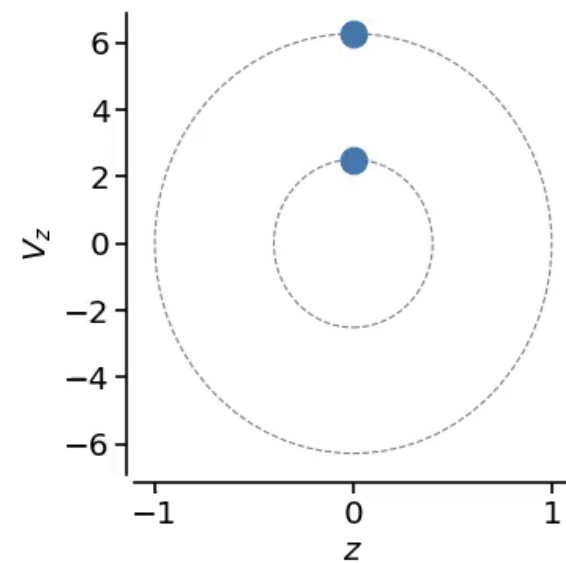
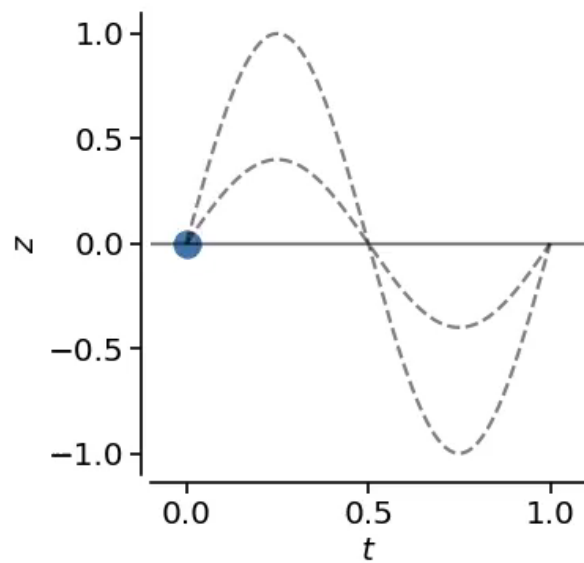
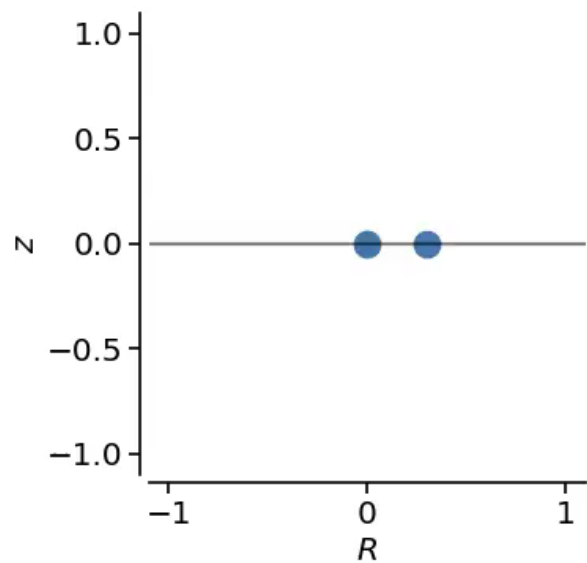


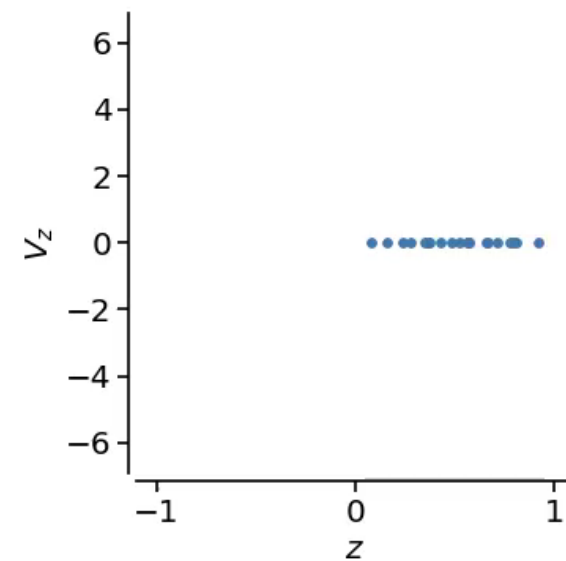
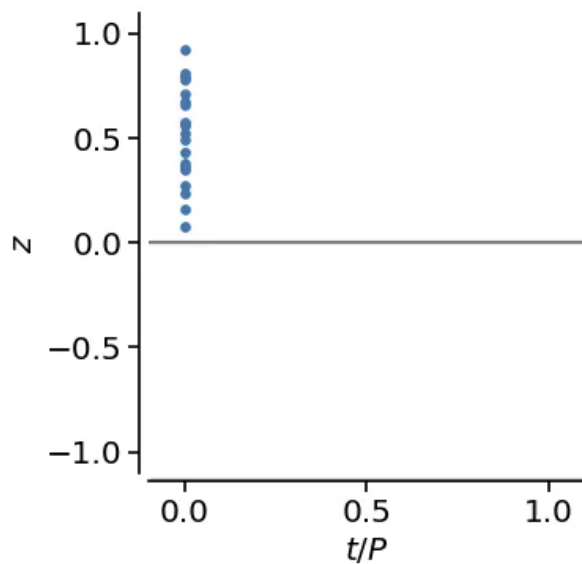
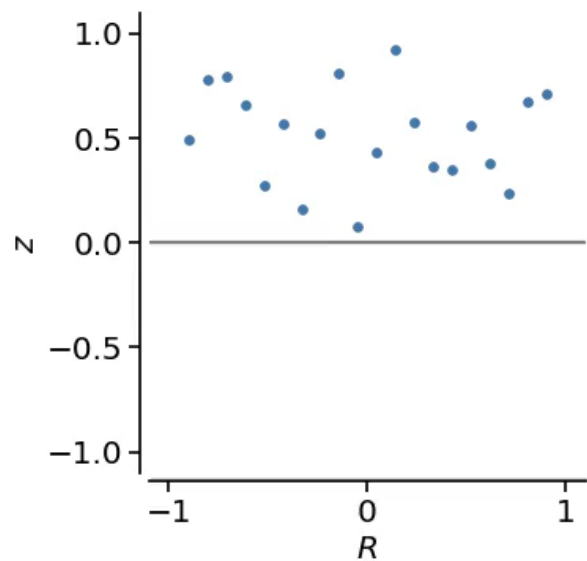


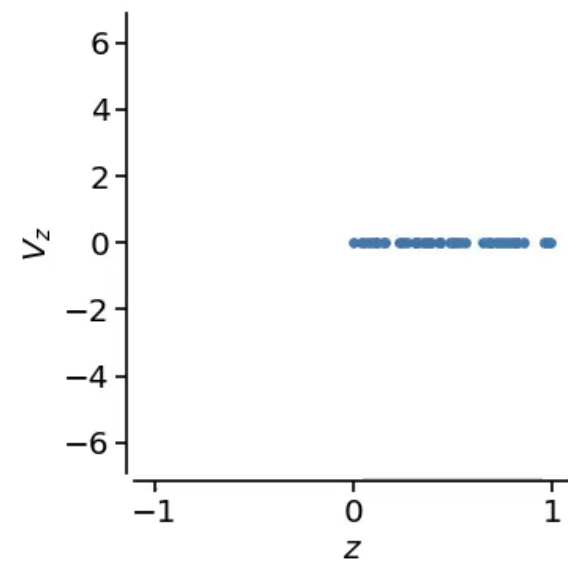
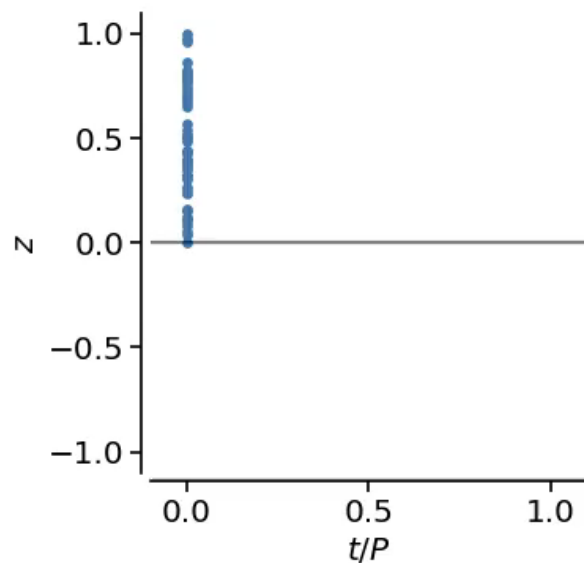
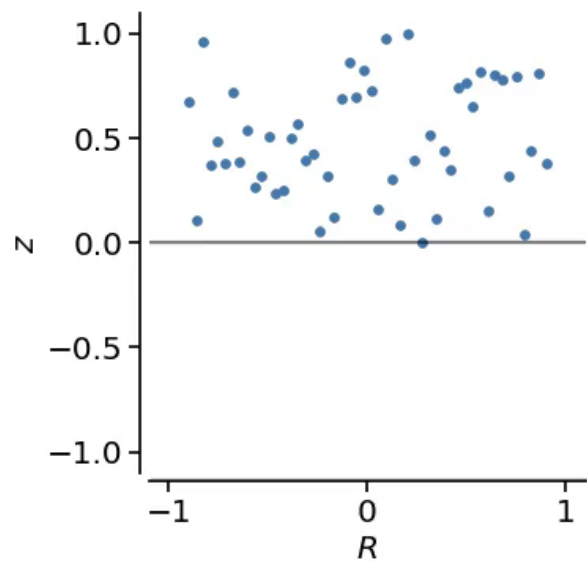
Antoja et al., Nature, 2018, arXiv:1804.10196

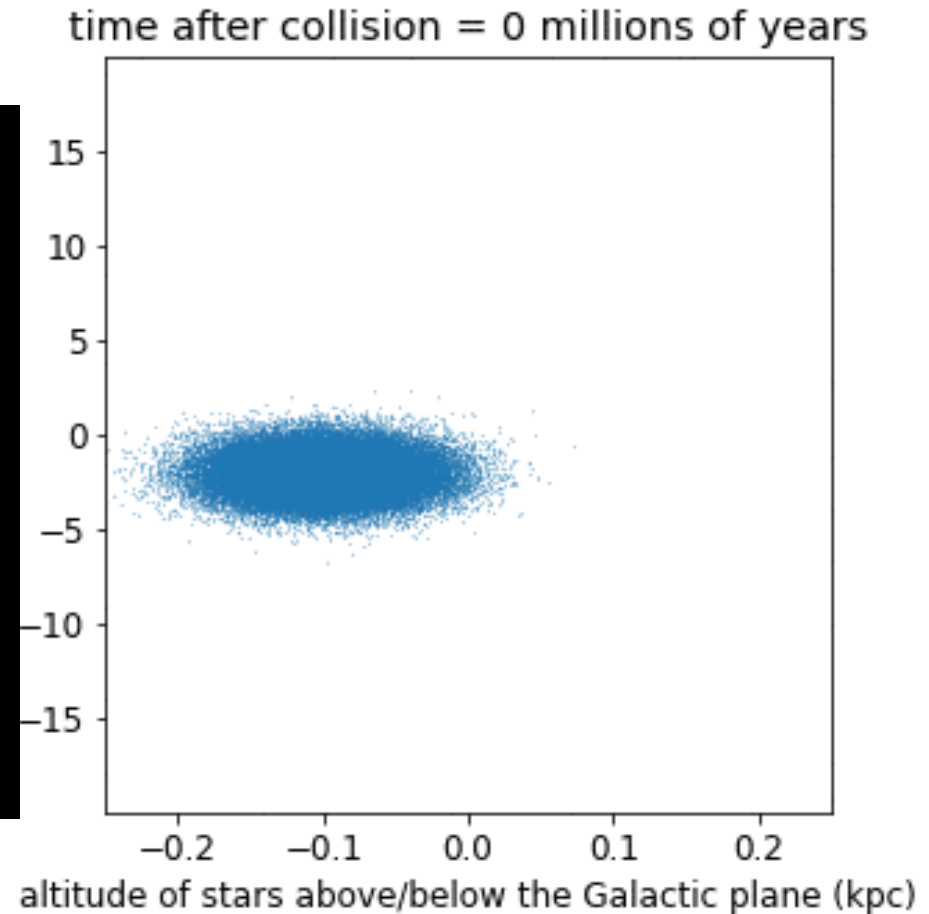
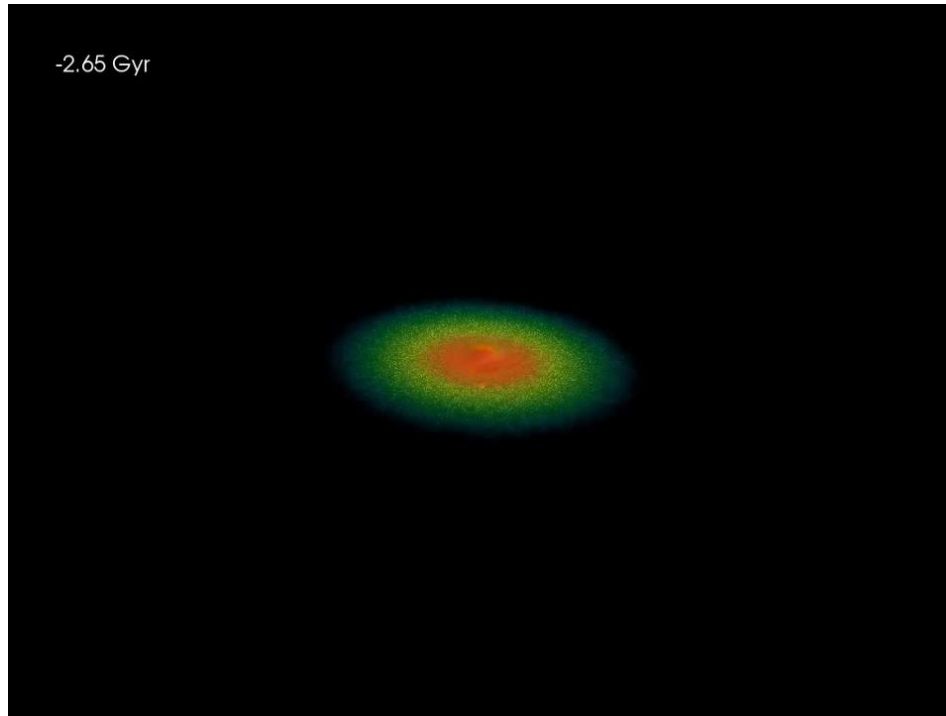
Interpretation: Die Milchstraße wurde vor 300-900 Millionen Jahren durch den Einfall einer Zwerggalaxie “gestört”. Vermutlich war es die sogenannte Sagittarius-Galaxie, die vor 500 Millionen Jahren ihre letzte dichte Annäherung an die Milchstraße hatte.







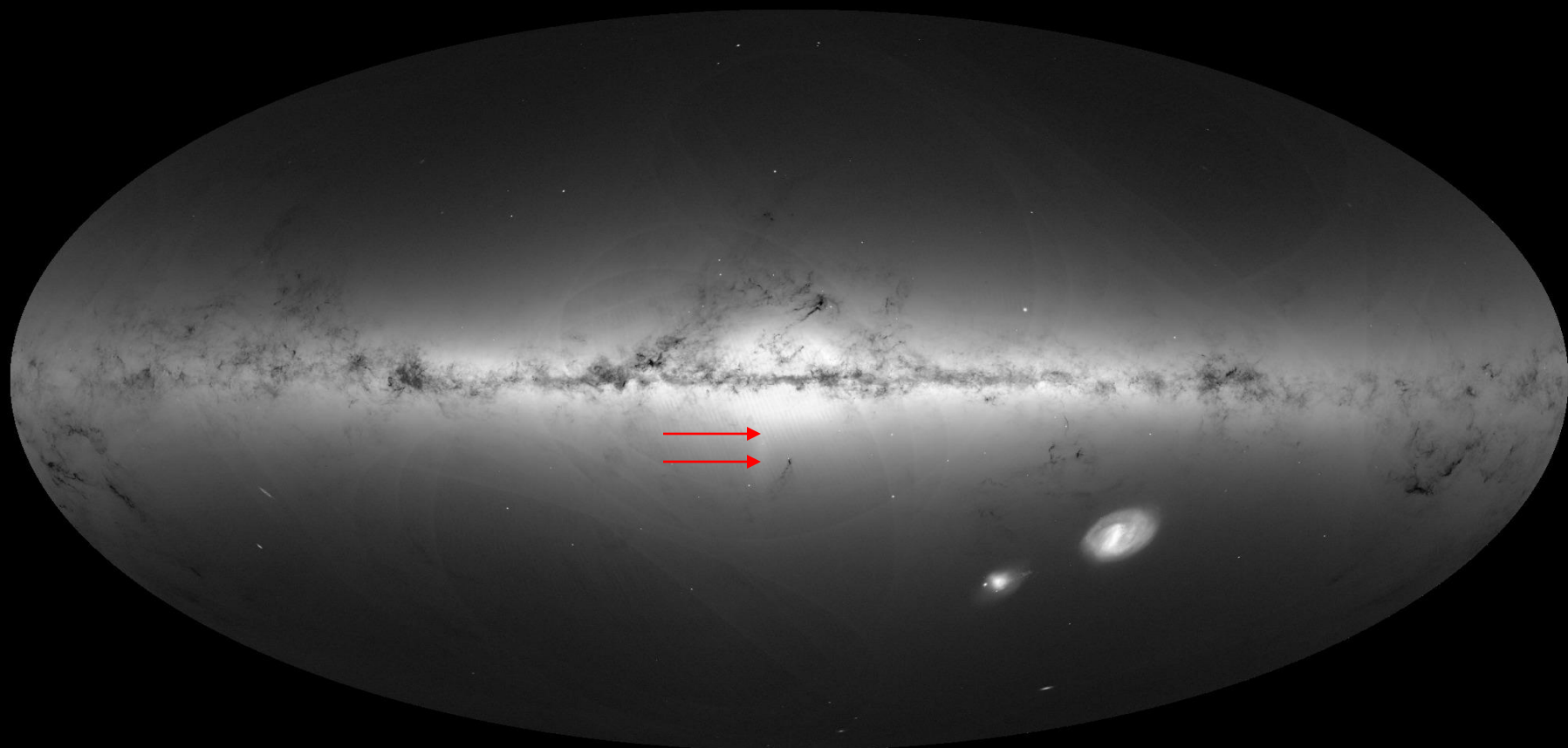




<https://youtu.be/pig-ugRehNM>

Purcell et al. 2011, Nature, Vol. 477

Copyright: T. Antoja et al. 2018

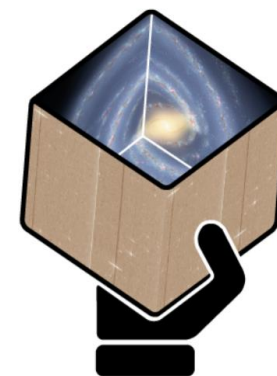
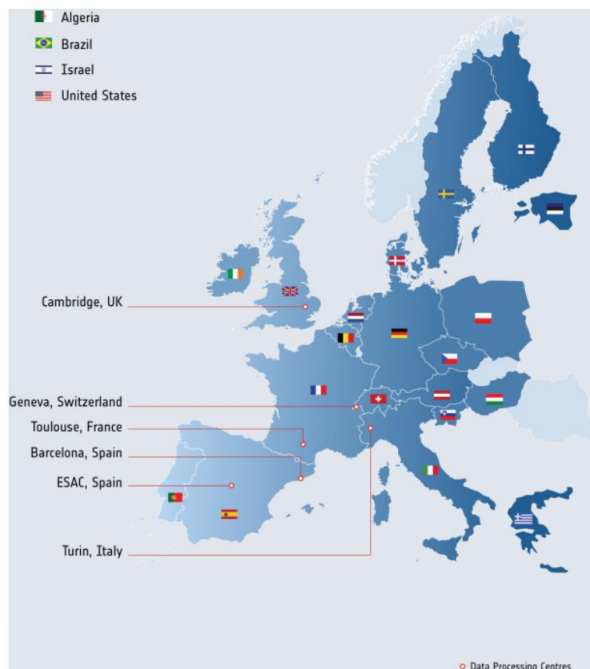


Entfernung: ca. 70.000 Lichtjahre, bestehend aus 100 Millionen Sternen

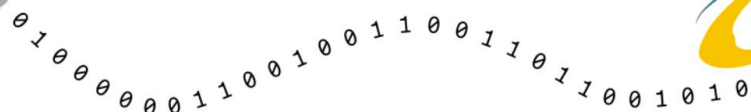
Zusammenarbeit ist nötig, um die Ziele von Gaia zu erreichen:

- Idee vor 25 Jahren
- 12 Jahre Arbeit
- 450 Wissenschaftler und Ingenieure
- 160 Institute
- 24 Länder und die ESA
- 6 Datenverarbeitungszentren

D Data
P Processing and
A Analysis
C Consortium



Gaia DR1 Gaia DR2+



α δ ϖ μ_{α^*} μ_{δ} G ...

A. Brown

Vielen Dank!

