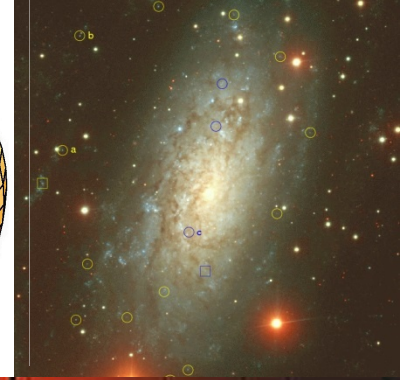
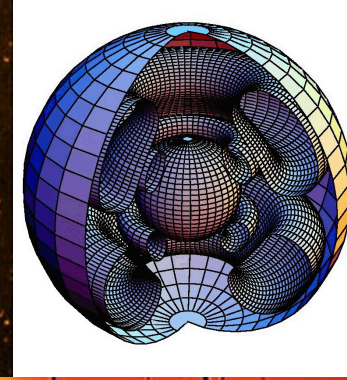
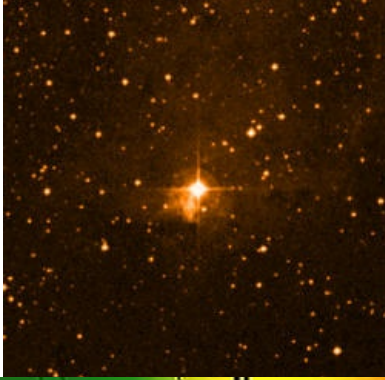




$$n_i \sum_{j \neq i} (R_{ij} + C_{ij}) =$$
$$\sum_{j \neq i} n_j (R_{ji} + C_{ji})$$
$$\mu \frac{dI_\nu}{d\tau_\nu} = I_\nu - S_\nu$$



Galaktische Astrophysik & Quantitative Spektroskopie

Norbert Przybilla



Institut für Astro- und Teilchenphysik

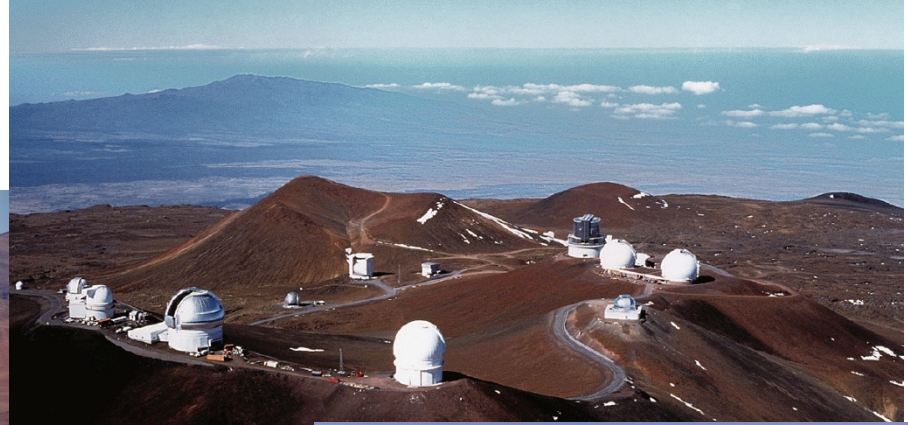
Unsere "Labs"



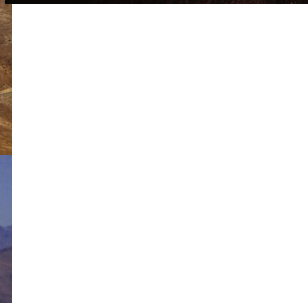
Paranal



La Silla



Mauna Kea



La Palma



OCA



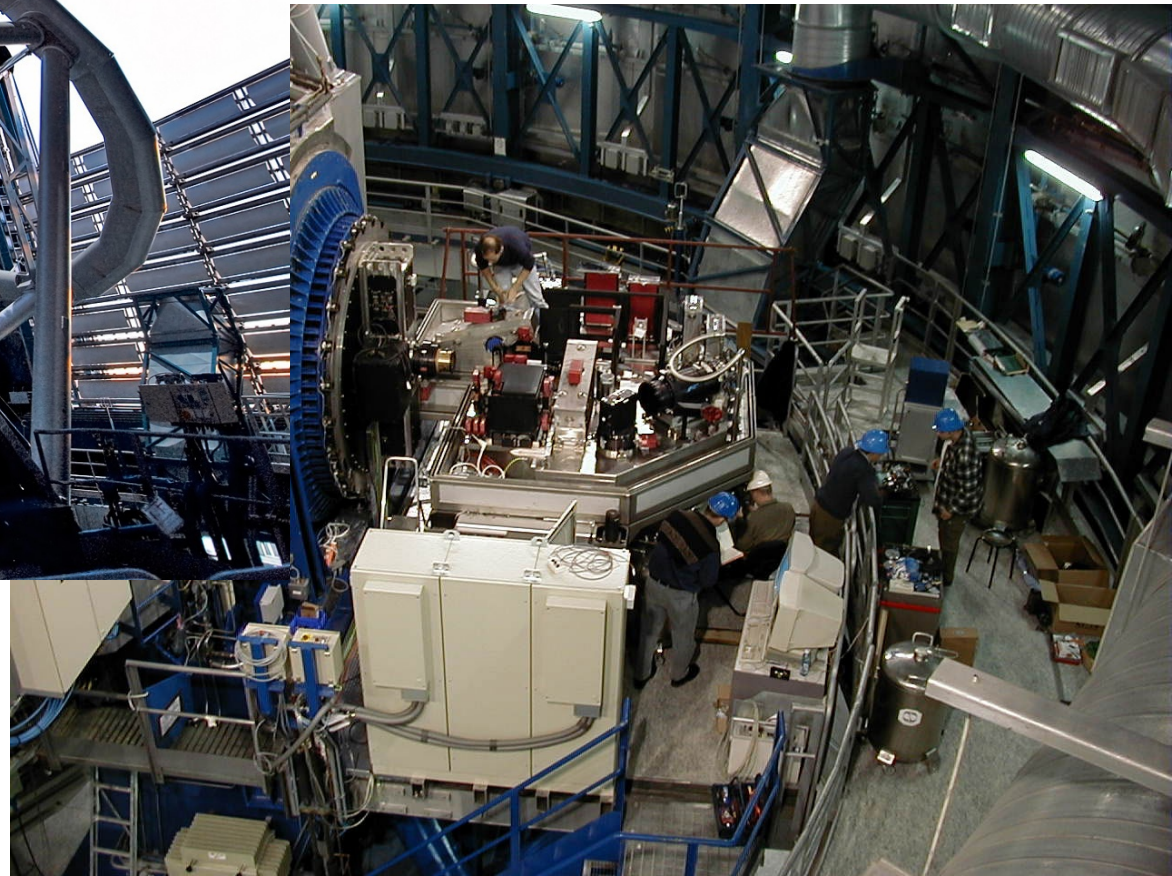
Calar Alto

Unsere "Labs"

ESO VLT: UVES Spektrograph

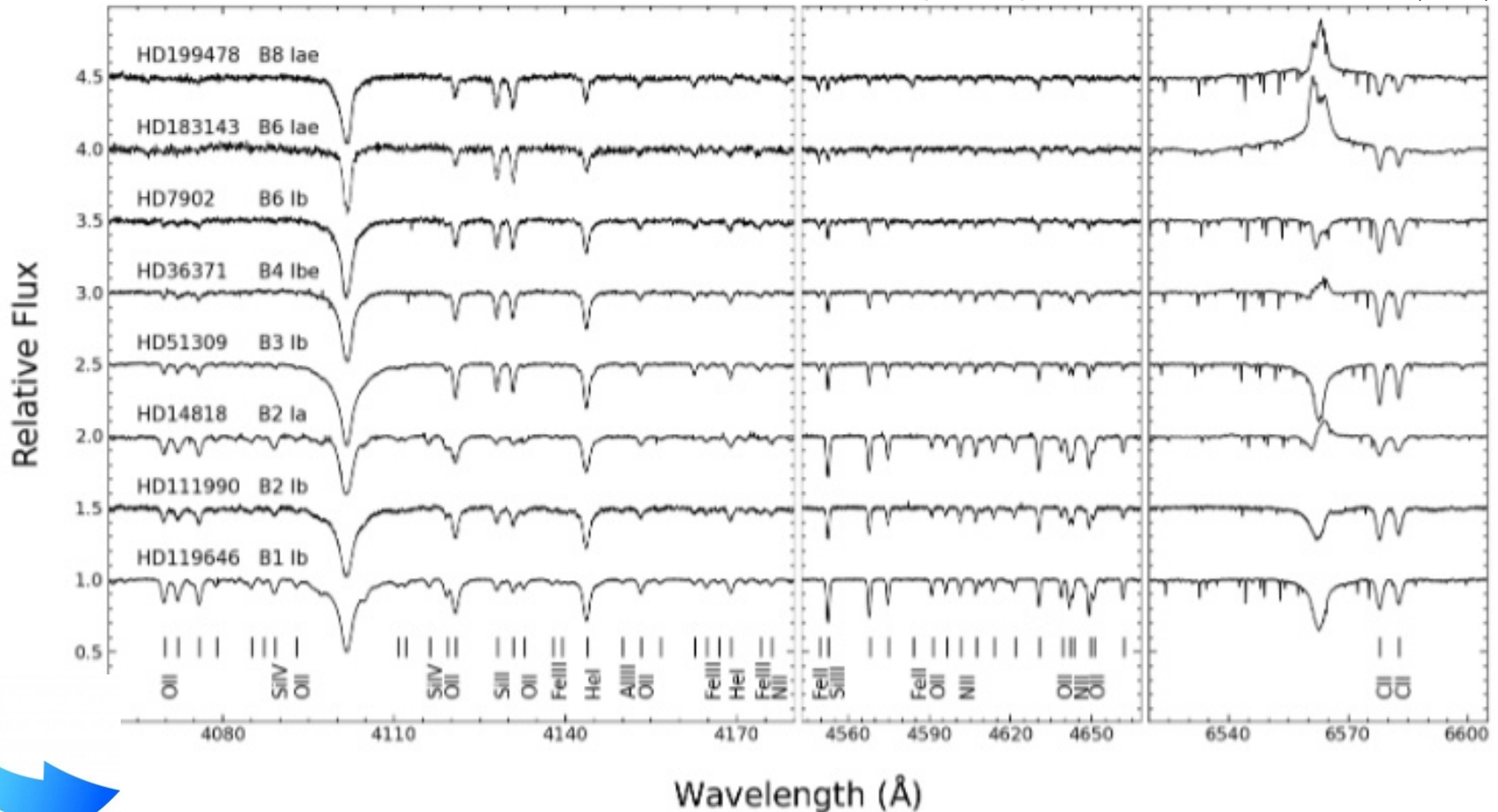


ESO VLT



Quantitative Spektroskopie

Weßmayer, Przybilla & Butler, A&A 668, A92 (2022)

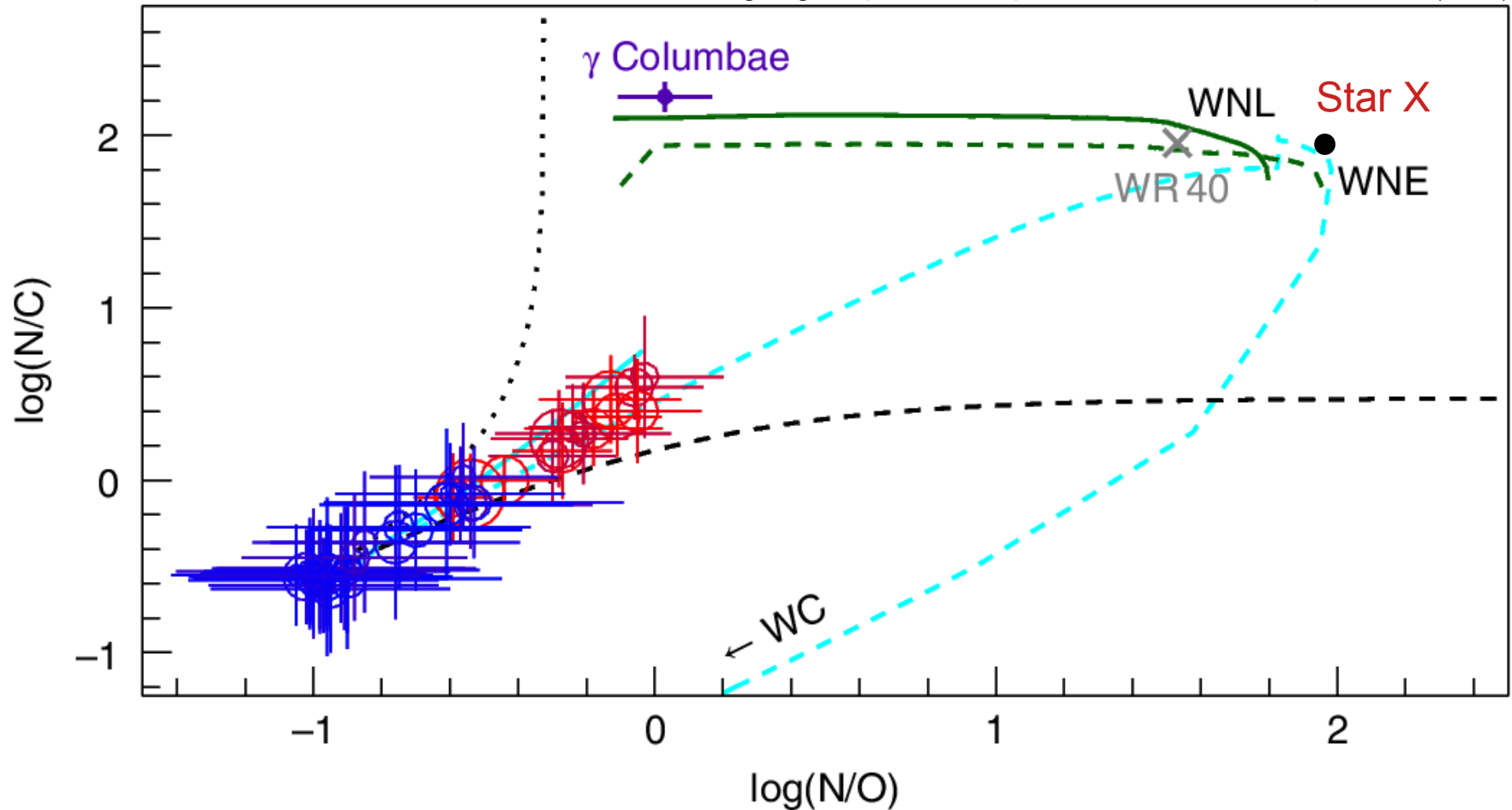


Effektivtemperatur, Schwerebeschleunigung, Mikro-/Makroturbulenz, Rotation, Metallizität, **detaillierte Elementhäufigkeiten**, Masse, Radius, Leuchtkraft, Distanz, interstellare Extinktion ...

**Vollständige Charakterisierung von Sternen
und ihrer ISM Sichtlinien**

Hot Topic: Stripped Stars

Irrgang, Przybilla & Meynet, Nature Astronomy 6, 1414 (2022)



Funde von Sternen mit extrem exotischer CNO-Signatur:
Stern-Merger, Envelope Stripping, Binary Mass Exchange, ...

Arbeitsgebiete

- Sternatmosphären
- Strahlungstransport
- stellare Magnetfelder
- Sternentwicklung
- ISM
- Galaktische Häufigkeitsgradienten
- Extragalaktische Stellarastronomie
- Galaxienentwicklung
- Kosmische Entfernungsskala
- Instrumentenentwicklung fürs ELT
- ...

Themen Bachelor-Theses

Know your star,
know your planet

Möglichkeit zu eigenen
Beobachtungen mit
60cm Teleskop

Quantitative Spektralanalyse des Exoplaneten-Muttersterns HIP99770

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Norbert Przybilla

Arbeitsgebiet: Quantitative Spektralanalyse

Die Entdeckung von Exoplaneten war eine der größten wissenschaftlichen Leistungen in der Astrophysik der letzten drei Jahrzehnte, und wurde mit dem Nobelpreis für Physik 2019 an Michel Mayor und Didier Queloz gewürdigt. Eine Übersicht des aktuellen Standes der Exoplanetensuche findet sich unter exoplanet.eu. Anfangs waren nur indirekte Methoden der Exoplanetensuche – z.B. die Radialgeschwindigkeits- und Transitmethode – erfolgreich. Ab 2008 wurden direkten Abbildungen von Exoplaneten realisiert. Mittels der Satellitenmission Gaia wurde Ende 2022 erstmalig ein Exoplanet astrometrisch, d.h. durch die Reflexbewegung des Muttersterns um das gemeinsame Schwerezentrum, nachgewiesen, und auch die direkte Abbildung gelang (siehe Abbildung, Currie et al. 2023, Science, [arXiv:2212.00034](https://arxiv.org/abs/2212.00034) [astro-ph.EP]).

Die Charakterisierung der Eigenschaften von Exoplaneten hängt in starkem Maße davon ab, wie gut die Eigenschaften der Muttersterne bekannt sind. Die vorgeschlagene Bachelorarbeit konzentriert sich auf den Mutterstern HIP99770, der einen Spektraltyp A (ähnlich wie Wega) aufweist. Eine Spektralanalyse auf Basis existierender hochaufgelöster Spektren soll durchgeführt werden (eigene Spektren können am 60cm-Teleskop beobachtet werden). Insbesondere ist die chemische Zusammensetzung von Interesse. Moderne Linienentstehungsrechnungs-codes zusammen mit Analyse-codes sollen zur Anwendung gebracht werden, um unter Berücksichtigung von Abweichungen von der Standardannahme thermodynamischen Gleichgewichts (non-LTE) Häufigkeiten für die astrophysikalisch wichtigsten Elemente abzuleiten, und LTE Häufigkeiten in den anderen Fällen zu bestimmen.

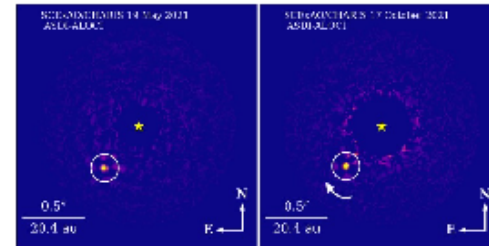


Abbildung: Detektion des Superjupiter-Exoplaneten HIP99770b mittels adaptiver Optik. Das Licht des hellen Muttersterns (Stern) ist durch einen Koronagraphen unterdrückt (Currie et al. 2023).

Stichworte: Hochauflösende Spektroskopie – Elementhäufigkeiten – Sternatmosphären – non-LTE & LTE Strahlungstransport – Muttersterne von Exoplaneten

Die Arbeit kann sowohl auf Deutsch auch als auf Englisch bearbeitet werden.

Kontakt: norbert.pryzbilla@uibk.ac.at

Themen Bachelor-Theses

Genaueste jemals
durchgeführte
Häufigkeitsbestimmung für
Argon in Sternen

Erweiterung des
"Cosmic Abundance Standard"

Argonhäufigkeiten in heißen Sternen

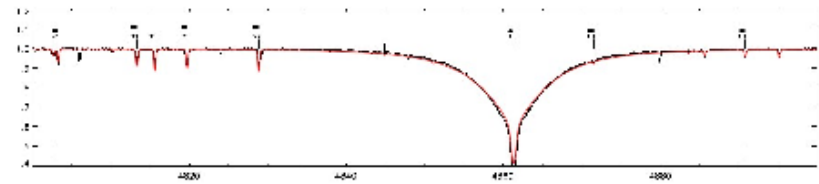
Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Norbert Przybilla

Arbeitsschwerpunkt: Modellatmosphärenanalyse, non-LTE Strahlungstransport

Elementhäufigkeits-Bestimmungen zum Edelgas-Element Argon in Sternen sind sehr rar in der Literatur. Optische Spektren von sonnenähnlichen Sternen zeigen aufgrund der hohen Ionisationsenergie und ungünstiger Anregungsverhältnisse der Energieniveaus keine Argon-Linien. Nur für die Sonne liegen in-situ Messungen vom Sonnenwind vor.

In den Spektren von heißen Sternen vom Spektraltyp B sind jedoch einige Linien vom einfach ionisierten Argon zu finden, s. Abbildung. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Detektion sind geringe Rotationsgeschwindigkeiten der Sterne und hochaufgelöste Spektren mit hohem Signal-zu-Rauschverhältnis.

In der Bachelorarbeit sollen im Stern-Sample von Nieva & Przybilla (2012) die verfügbaren Ar-Linien identifiziert werden und mittels vorhandener Sternatmosphärenmodellen non-LTE Linienentstehungsrechnungen für diese durchgeführt werden, um im Vergleich der Modelle mit der Beobachtung die Ar-Häufigkeiten in jungen Sternen der Sonnenumgebung zu bestimmen. Die Bachelorarbeit bietet einen Einstieg in die quantitative Spektroskopie massereicher Sterne mittels moderner Sternatmosphärenmodelle, mit Schwerpunkt auf Elementhäufigkeitsbestimmungen.



Vergleich eines Modellspektrums (rot) mit dem beobachteten hochaufgelösten Spektrum des Sterns γ Pegasi (schwarz). Dargestellt ist der normierte Fluss als Funktion der Wellenlänge in Å. Drei schwache, im Modell fehlende Features, sind die Spektrallinie des einfach ionisierten Argons bei 4806.02, 4847.81 und 4879.86 Å, die im Rahmen der Bachelorarbeit zur Bestimmung von Argonhäufigkeiten in diesem und ähnlichen heißen Sternen genutzt werden soll. Aus: Nieva & Przybilla A&A 539, A143 (2012).

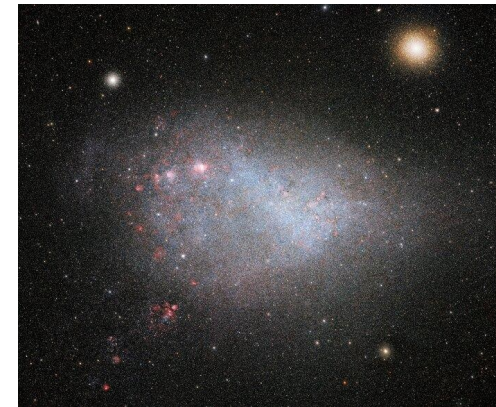
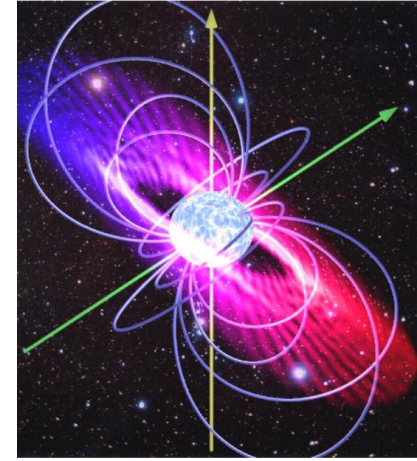
Keywords: massereiche Sterne – optische Spektroskopie – Elementhäufigkeiten – Sternatmosphären – Strahlungstransport

Die Arbeit kann sowohl auf Deutsch auch als auf Englisch bearbeitet werden.

Weitere Informationen: norbert.przybilla@uibk.ac.at

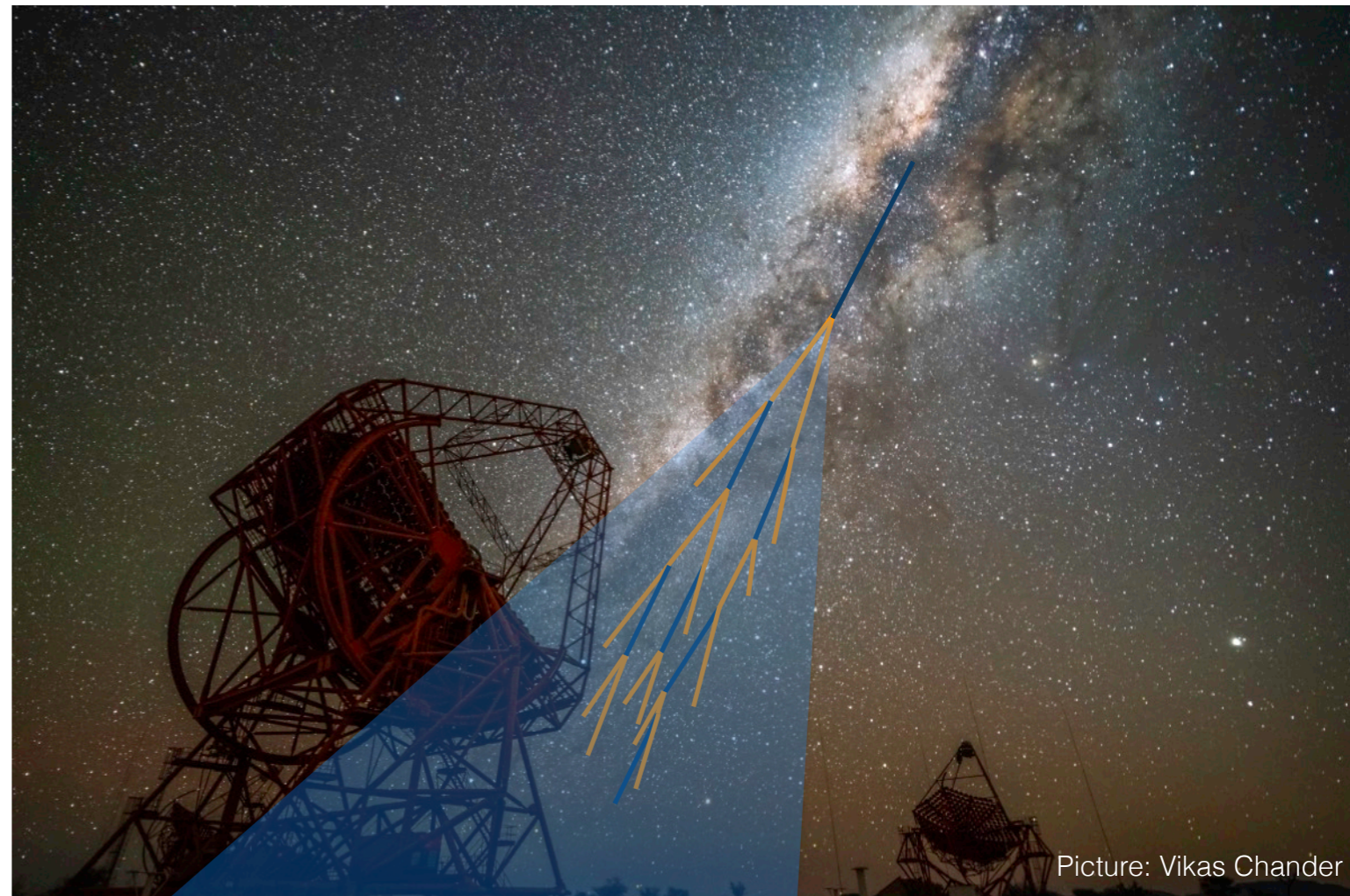
Themen Master-Theses

- Quantitative Spektroskopie von intermediären Helium-Sternen
- Quantitative Spektroskopie von post-AGB Sternen
- Standard Elementhäufigkeiten für die Große und Kleine Magellanschen Wolken



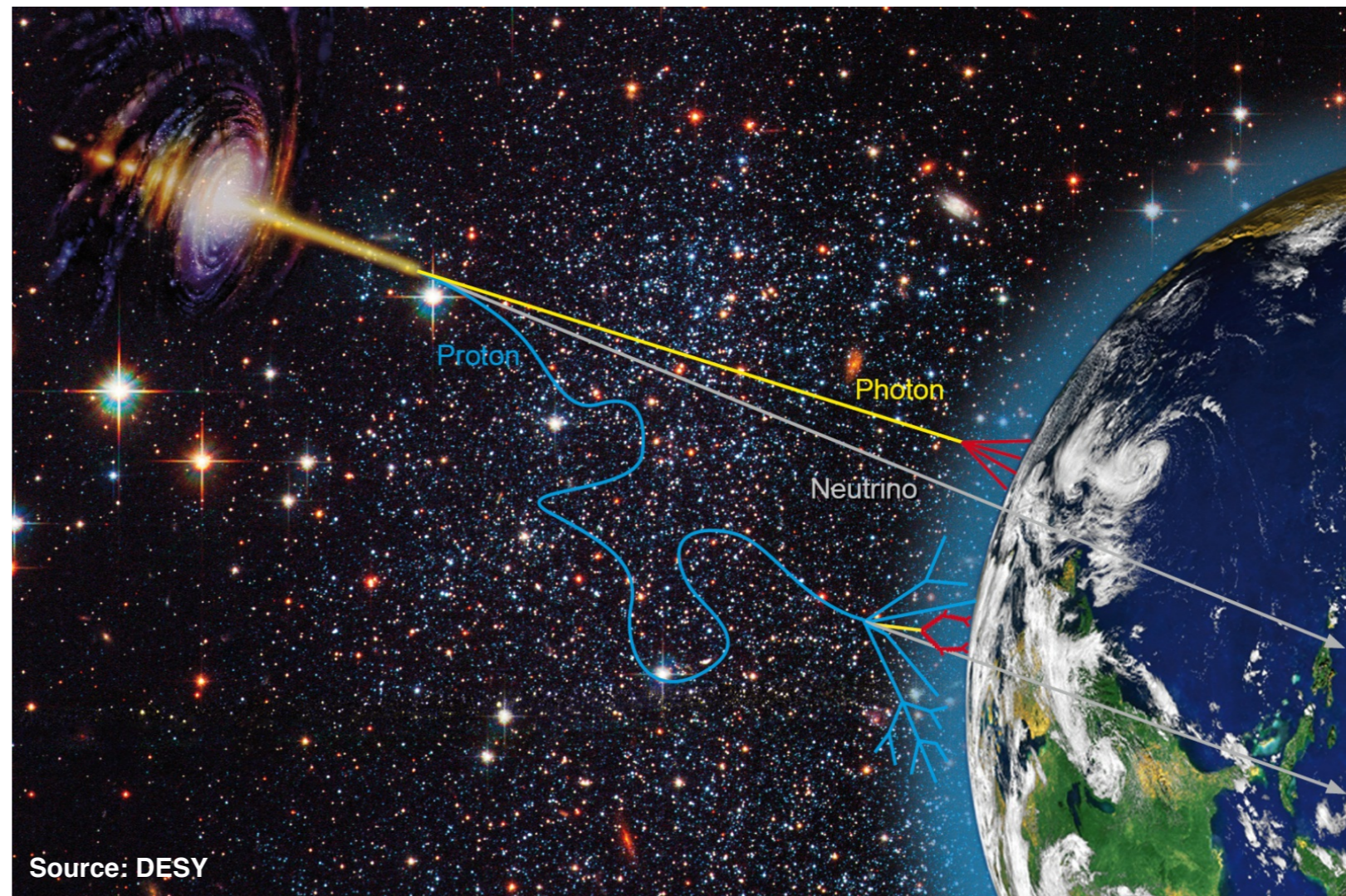
Bachelorarbeiten in der experimentellen Astroteilchenphysik

Guillem Martí-Devesa, Markus Holler
10. Januar 2023

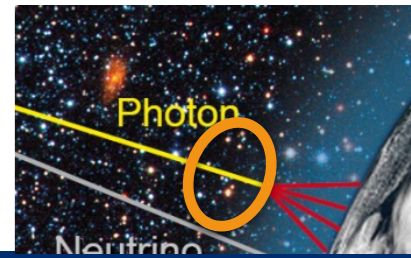


Astroparticle Physics and Gamma-Ray Astronomy

- » Goal: Understand the “high-energy” universe via accelerated particles (called Cosmic Rays)
- » Acceleration of Cosmic Rays often leads to emission of gamma-rays => Better identification of sources



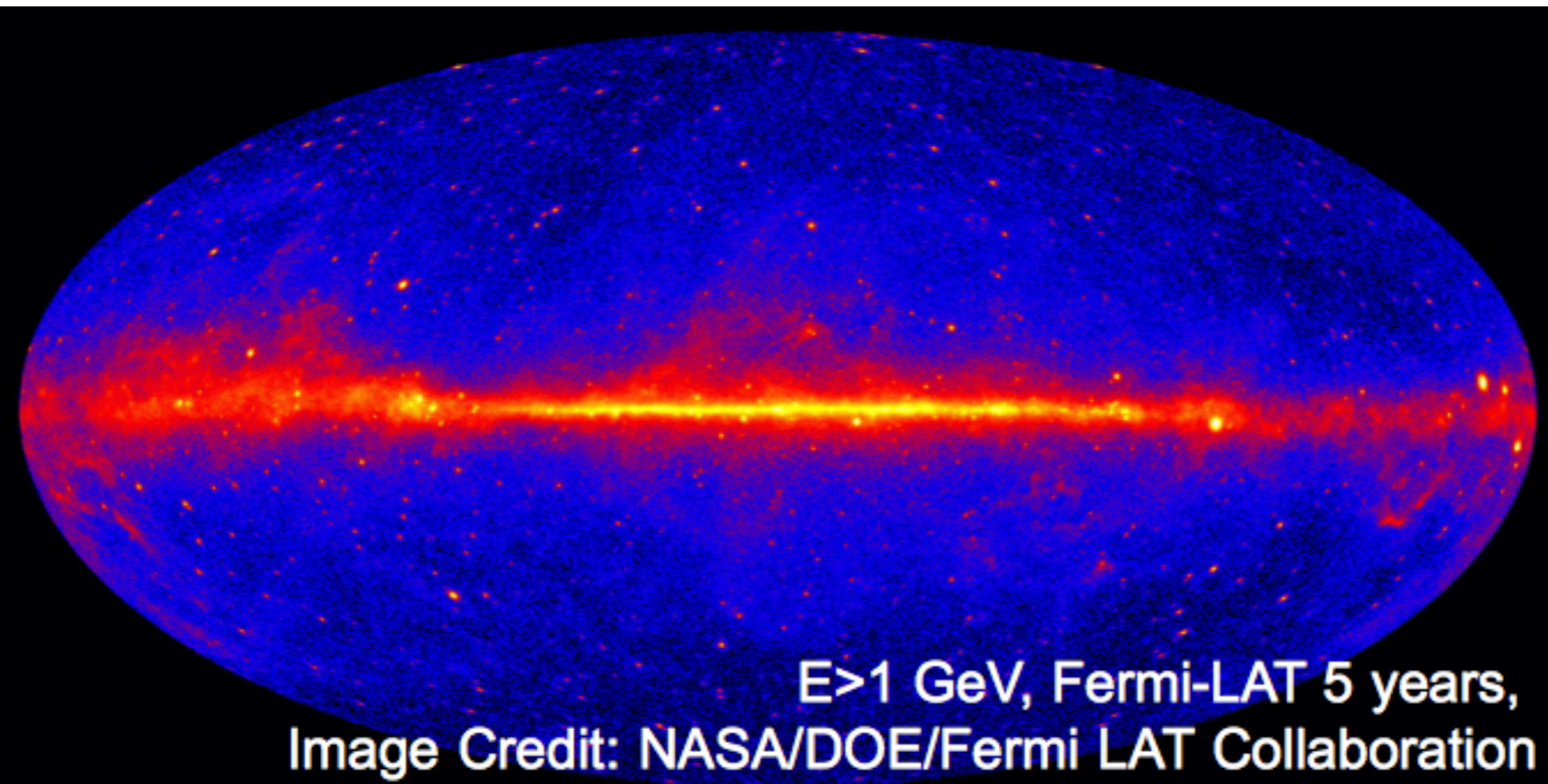
Fermi Large Area Telescope (Fermi-LAT)



- » Direct measurement of cosmic gamma-rays with a dedicated satellite-based telescope
 - γ -ray energies: 100 MeV - 100 GeV
 - All-sky survey every few hours

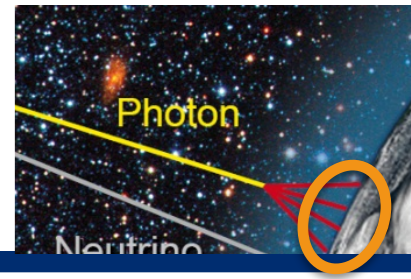


Source: NASA

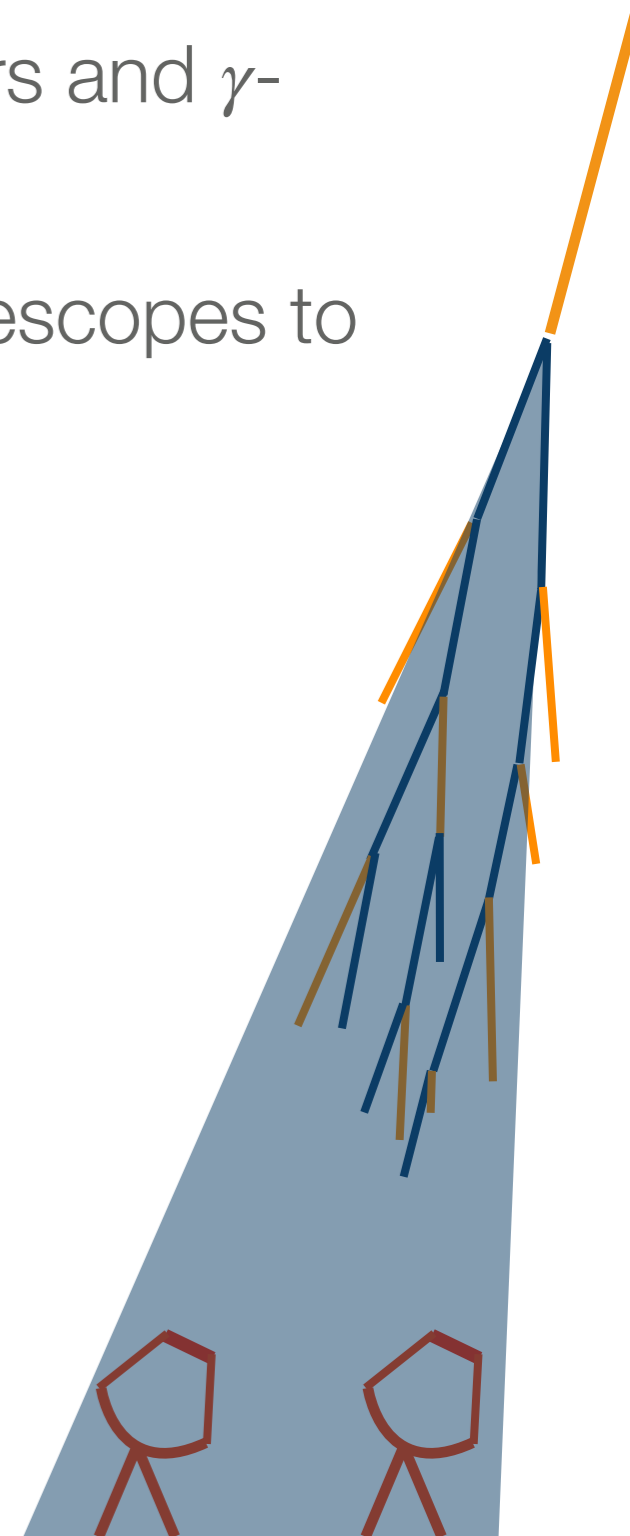


**E > 1 GeV, Fermi-LAT 5 years,
Image Credit: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration**

H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System)

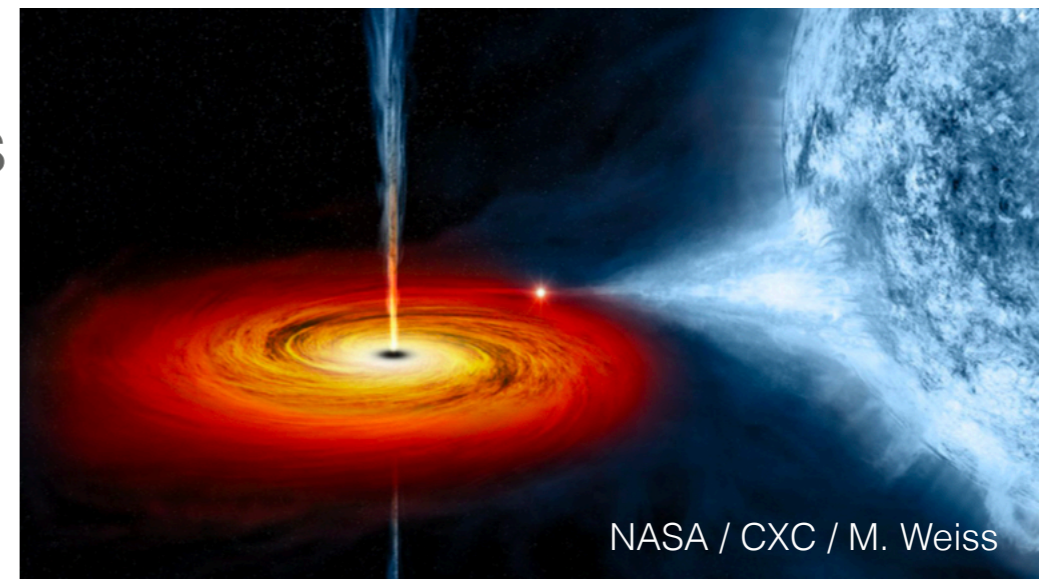


- » Ground-based measurement of cosmic gamma-rays
 - Primary γ -ray initiates cascade of secondary e^\pm pairs and γ -rays in atmosphere
 - e^\pm emit Cherenkov light - detectable by suitable telescopes to reconstruct energy and direction of primary γ -ray
- » H.E.S.S.:
 - Array of Cherenkov telescopes in Namibia
 - γ -ray energies: 50 GeV - 100 TeV



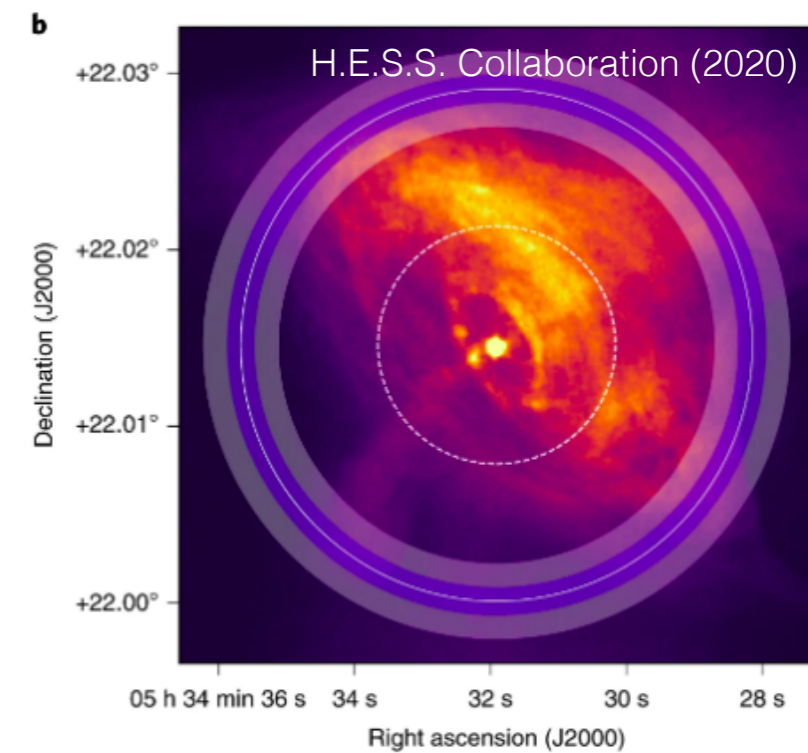
Topic: Anisotropic Inverse Compton Emission in Cygnus X-1

- » Supervisor: Guillem Martí-Devesa
- » You will:
 - Analyse Fermi-LAT data of the microquasar Cygnus X-1
 - Characterise its gamma-ray emission during its flaring states, helping to identify the non-thermal processes in this system
- » Helpful prerequisites:
 - General programming knowledge
 - Interest in time-series analysis methods of γ -ray astronomy



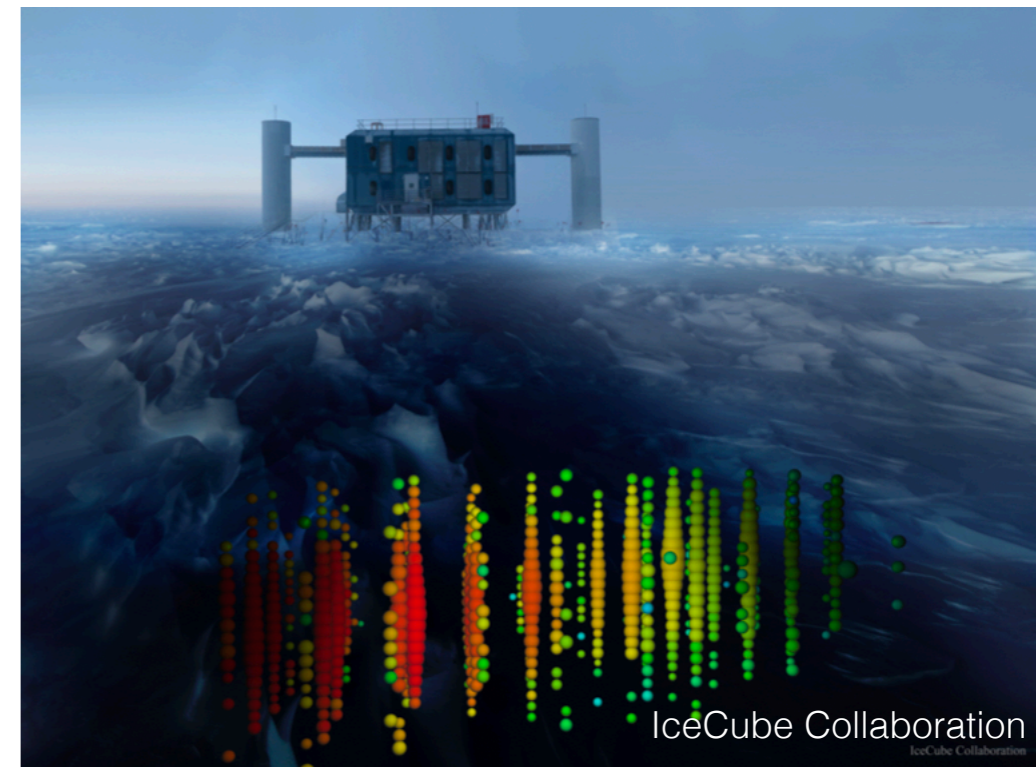
Topic: The Crab Nebula seen by H.E.S.S. and Fermi-LAT with Open-Source Tools

- » Supervisors: Guillem Martí-Devesa, Markus Holler
- » You will:
 - Jointly analyse H.E.S.S. and Fermi-LAT data of the Crab Nebula
 - Work with the open-source package *gammapy*
- » Helpful prerequisites:
 - Basic *python* or general programming knowledge
 - Interest in analysis methods of γ -ray astronomy



Topic: Neutrinos from Colliding Stellar Winds

- » Supervisor: Guillem Martí-Devesa
- » You will:
 - Model the high-energy emission from colliding-wind binary systems
 - Investigate the corresponding expected neutrino flux
- » Helpful prerequisites:
 - General programming knowledge
 - Interest in multi-messenger astronomy



Thanks for Listening!

» If you're interested, have a look at our [Bsc Topics webpage](#) (work in progress) or feel free to contact us (e.g. via email)

Seminar mit Bachelorarbeit

Verbindliche Vorbesprechung:
Dienstag 7. März 2023, 12:15 Uhr in PR 8/18
Victor Franz Hess Haus, 8. Stock

Termine der Präsentationen/Vorträge: später [HIER](#)

Die hier angegebenen Themenvorschläge stellen eine Übersicht dar. Themen werden nur verbindlich vergeben, so der Nachweis der Zulassung lt. Curriculum (mind. 105 ECTS aus den [Pflichtfächern](#)) gegeben ist. Fragen Sie die Betreuer bitte direkt nach weiteren Informationen, falls kein Abstract angegeben ist.

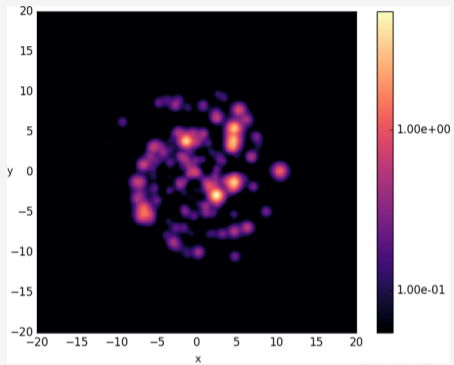
Kontakt Organisation: [Norbert Przybilla](#) (Astrophysik) & [Guillem Martí-Devesa](#) (Astroteilchen- und Teilchenphysik)

Co-Lektoren der LV:

[Markus Holler](#), [Stefan Kimeswenger](#), [Ralf Kissmann](#), [Emmerich Kneringer](#), [Francine Marleau](#), [Tim Schrabback](#) und [Konstanze Zwintz](#),

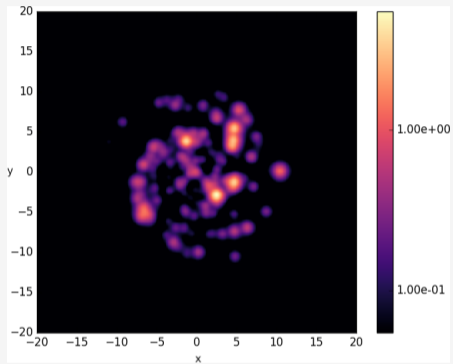
Vergeben?	Thema	Betreuer
nein		Holler Markus
nein		Holler Markus
nein		Kimeswenger Stefan ¹⁾
nein		Kimeswenger Stefan ¹⁾
nein		Kimeswenger Stefan ¹⁾
nein		Kissmann Ralf
nein		Kneringer Emmerich
nein		Kneringer Emmerich
nein		Marleau Francine
nein		Marleau Francine
nein		Martí-Devesa Guillem
nein		Martí-Devesa Guillem
nein		Przybilla Norbert
nein		Przybilla Norbert
nein		Zwintz Konstanze
nein		Zwintz Konstanze

CR Distribution



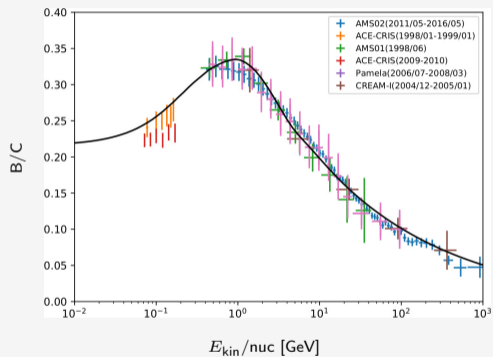
(Thaler (2019))

CR Distribution



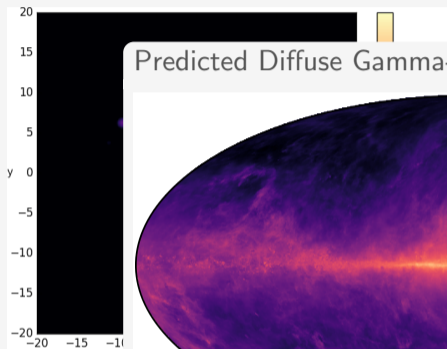
(Thaler (2019))

Simulated CR Spectra



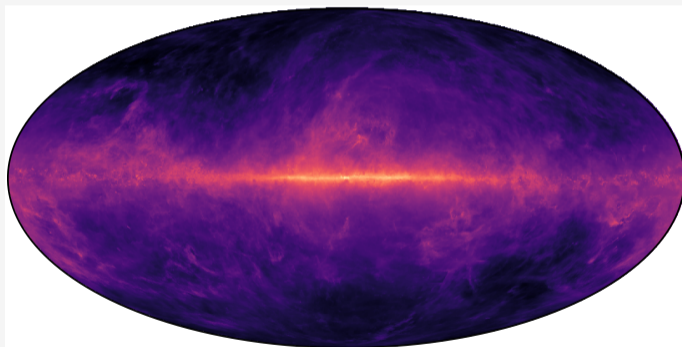
(PICARD (2018))

CR Distribution



Simulated CR Spectra

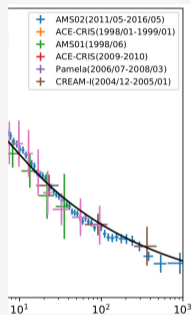
Predicted Diffuse Gamma-Ray Emission



8.8404e-19

5.90552e-15

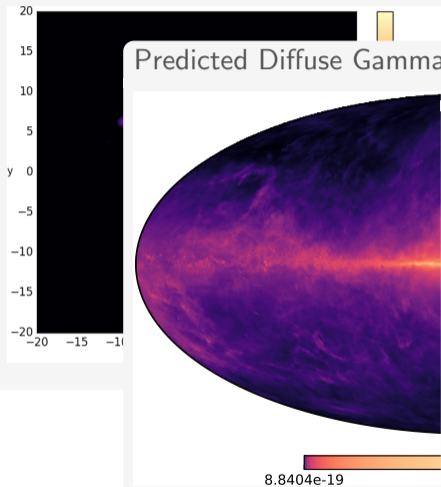
(THALER (2019))



√

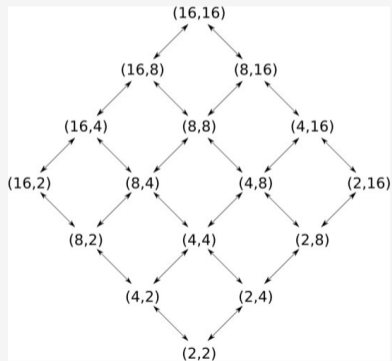
(PICARD (2018))

CR Distribution



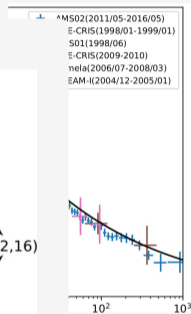
Simulated CR Spectra

Numerics: Multigrid



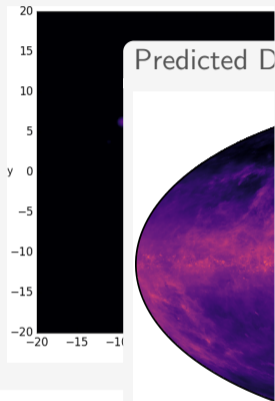
(Steinlechner (2021))

(Picard (2018))



(PICARD (2018))

CR Distribution



8

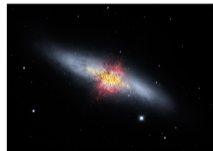


Impact of a Galactic Wind on Cosmic-Ray Transport

Context: Cosmic-Ray Transport; Numerical Simulations; Galactic Structure
Supervisor: Ralf Kissmann

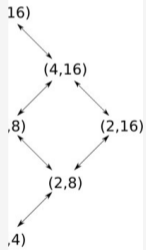
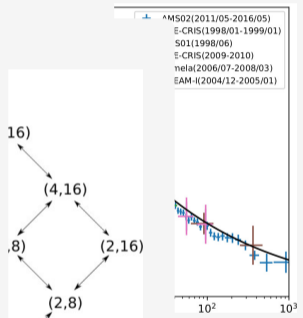
Abstract
 Many Galaxies show large-scale gas outflows into interstellar space. Recent studies show that such outflows can be closely related to the transport of cosmic rays within these galaxies. Many studies of cosmic-ray transport within our Galaxy, however, do not take such outflows into account. In this bachelor project the student will investigate the impact of different models for such an outflow onto Galactic cosmic-ray transport. It will be interesting to see the impact of the Galactic wind on the cosmic-ray spectra. In particular, the student will try to come up with new sets of transport parameters that can explain the observations of cosmic rays at Earth.

- Helpful Skills**
- Basic programming knowledge
 - Interest in cosmic-ray transport and numerical simulations



Galactic-wind outflow from Galaxy M82. Image Credits: NASA/SOFIA/E. Lopez-Rodriguez; NASA/Spitzer/J. Moustakas et al.

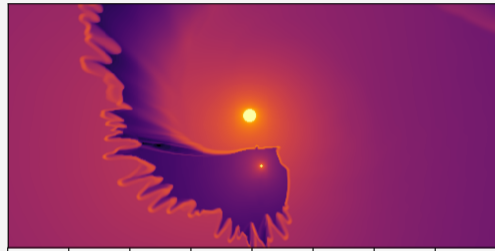
spectra



(Steinlechner (2021))
 (Steinlechner (2019))

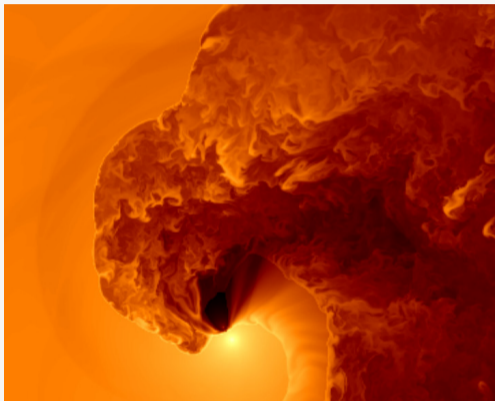
(PICARD (2018))

A Colliding-Wind Binary



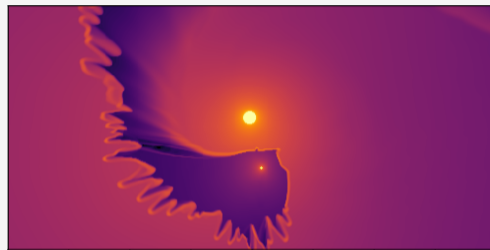
(Kissmann (2019))

Simulated Gamma-Ray Binary



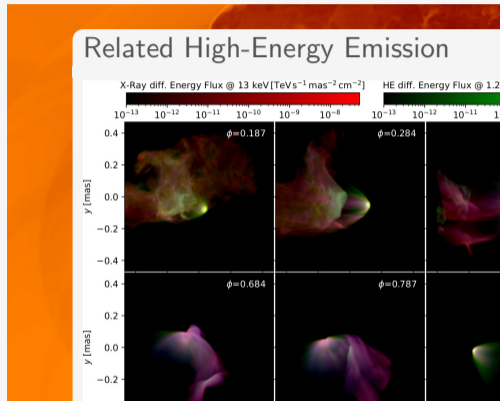
(Huber & Kissmann (2021))

A Colliding-Wind Binary

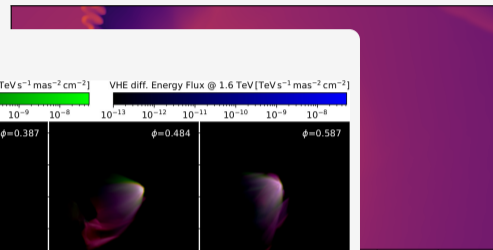


(Kissmann (2019))

Simulated Gamma-Ray Binary

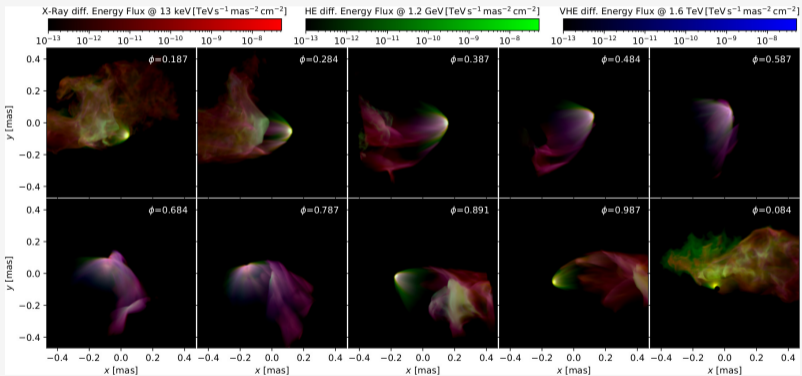


A Colliding-Wind Binary



(Kissmann (2019))

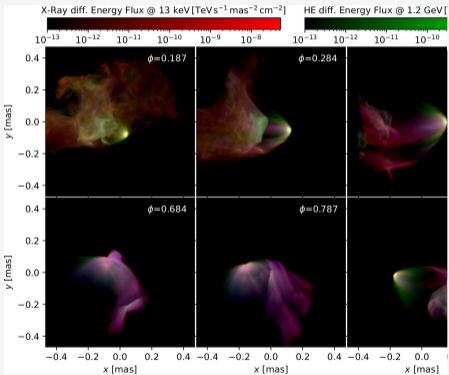
Related High-Energy Emission



(Huber, Kissmann & Reimer (2021))

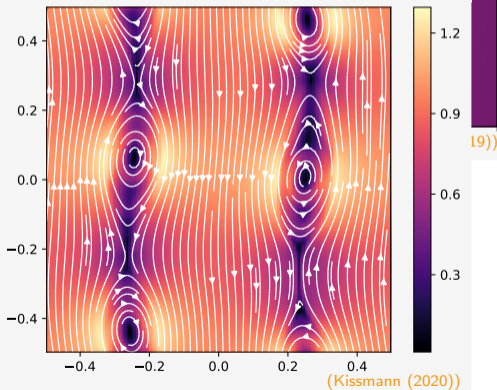
Simulated Gamma-Ray Binary

Related High-Energy Emission



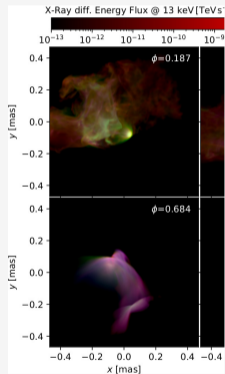
A Colliding-Wind Binary

Numerics: MHD / Relativistic HD



Simulated Gamma-Ray

Related High-Ene



Growth of Instabilities in Shear Flows

Context: Astrophysical plasmas; Numerical Simulations; Instabilities

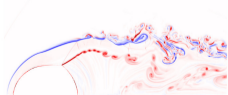
Supervisor: Ralf Kissmann

Abstract

There are many astrophysical systems with high-velocity gas flows like, e.g., jets from galaxies or compact objects, stellar winds, etc. In such high-velocity flows there can be regions, with very high velocity shear. That means that there is a large difference in the velocity of adjacent fluid parcels. Such a high velocity shear can lead to instabilities - in particular the Kelvin-Helmholtz instability - that lead to the exponential growth of disturbances in the fluid. In this bachelor project the student will investigate such a shear flow via numerical simulations and compare the growth of the fluctuations with analytical predictions. This is, e.g., relevant for the collision region of the stellar winds in so-called colliding-wind binary systems, where relative velocities can reach 1000 km/s. In this project, it will be interesting to see, how fast the fluctuations grow in a numerical code, and what are the smallest and largest disturbances that can grow for a given resolution of the simulations.

Helpful Skills

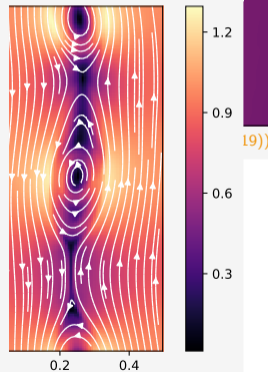
- Basic programming knowledge
- Interest in fluid mechanics and numerical simulations



Instabilities in a numerical simulation of a stellar wind

Binary

Relativistic HD

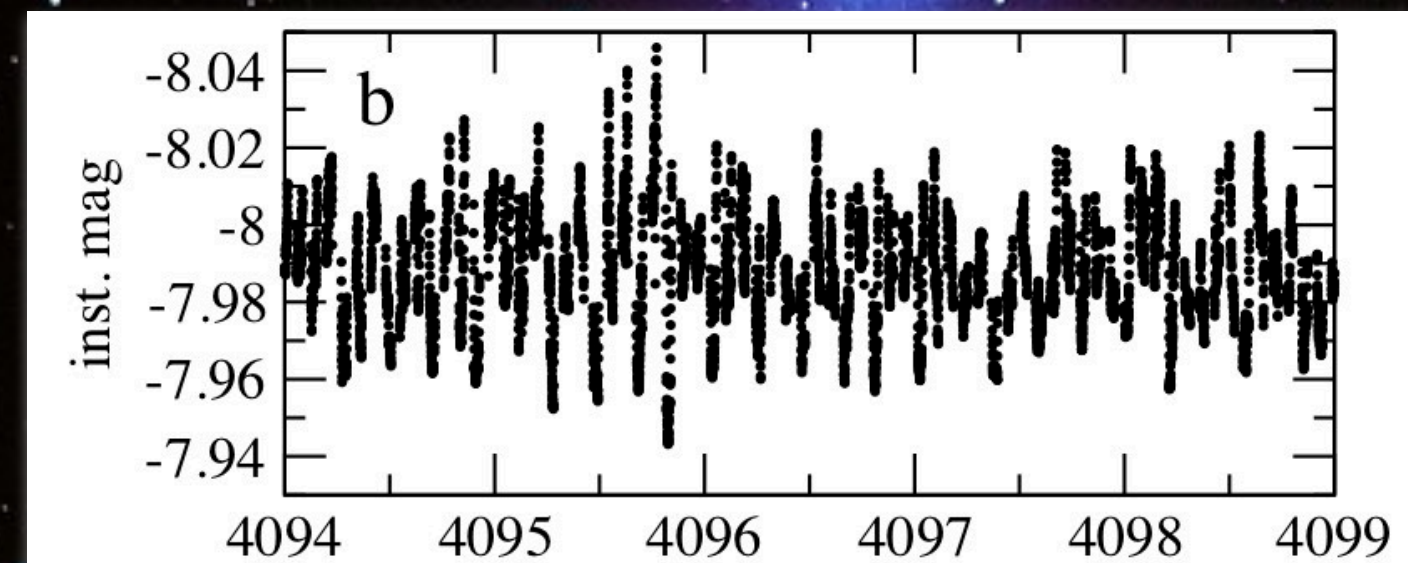
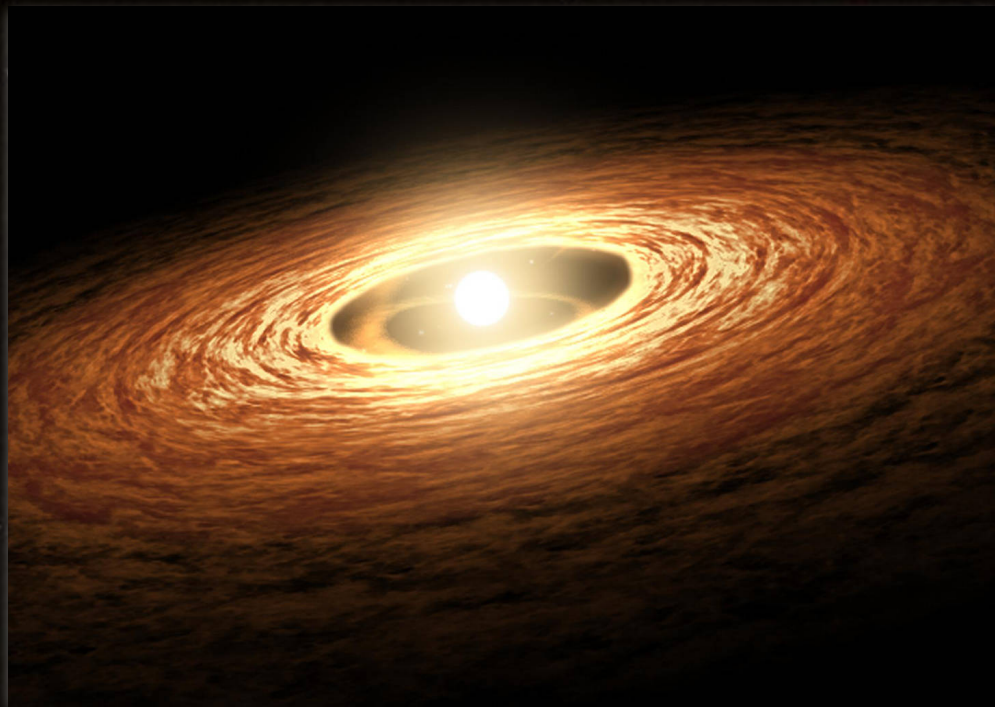


(Kissmann (2020))

19))

ARBEITSGRUPPE

STERNENTWICKLUNG UND ASTEROSEISMOLOGIE



Konstanze Zwintz

STERNENTWICKLUNG & ASTEROSEISMOLOGIE



**DAS LEBEN DER STERNE
(GEBURT BIS TOD)**

STERNENTWICKLUNG & ASTEROSEISMOLOGIE



**DAS LEBEN DER STERNE
(GEBURT BIS TOD)**



**LEHRE DER
STERNSCHWINGUNGEN**

STERNENTWICKLUNG & ASTEROSEISMOLOGIE



**DAS LEBEN DER STERNE
(GEBURT BIS TOD)**



**LEHRE DER
STERN SCHWINGUNGEN**

Bestehendes Konzept der Entwicklung von Sternen: viele offene Fragen

Ziel: Verbesserung dieses Konzepts

Schwerpunkt: Sterne in ihrer Kindheit und Jugend

DIE ENTWICKLUNG VON STERNEN

Protostars

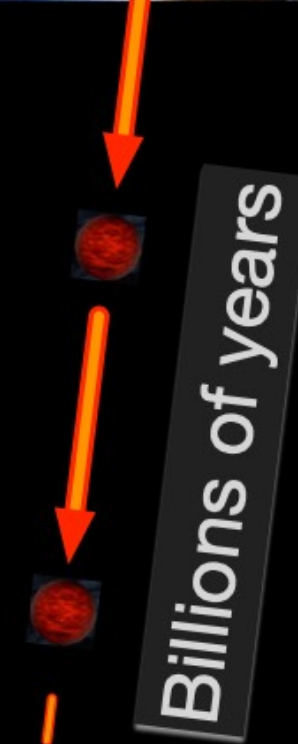


Image sources: NASA, ESA, K. Luhman and T. Esplin (Pennsylvania State University), et al., and ESO; NASA/ESA/HubbleHeritage; NAOJ; EHT Collab.; Kevin Gill Flickr (CC by 2.0); ESO/Kormmesser

© K. Zwintz

DIE ENTWICKLUNG VON STERNEN

Protostars



Brown Dwarf

Image sources: NASA, ESA, K. Luhman and T. Esplin (Pennsylvania State University), et al., and ESO; NASA/ESA/HubbleHeritage; NAOJ; EHT Collab.; Kevin Gill Flickr (CC by 2.0); ESO/Kormmesser

© K. Zwintz

DIE ENTWICKLUNG VON STERNEN

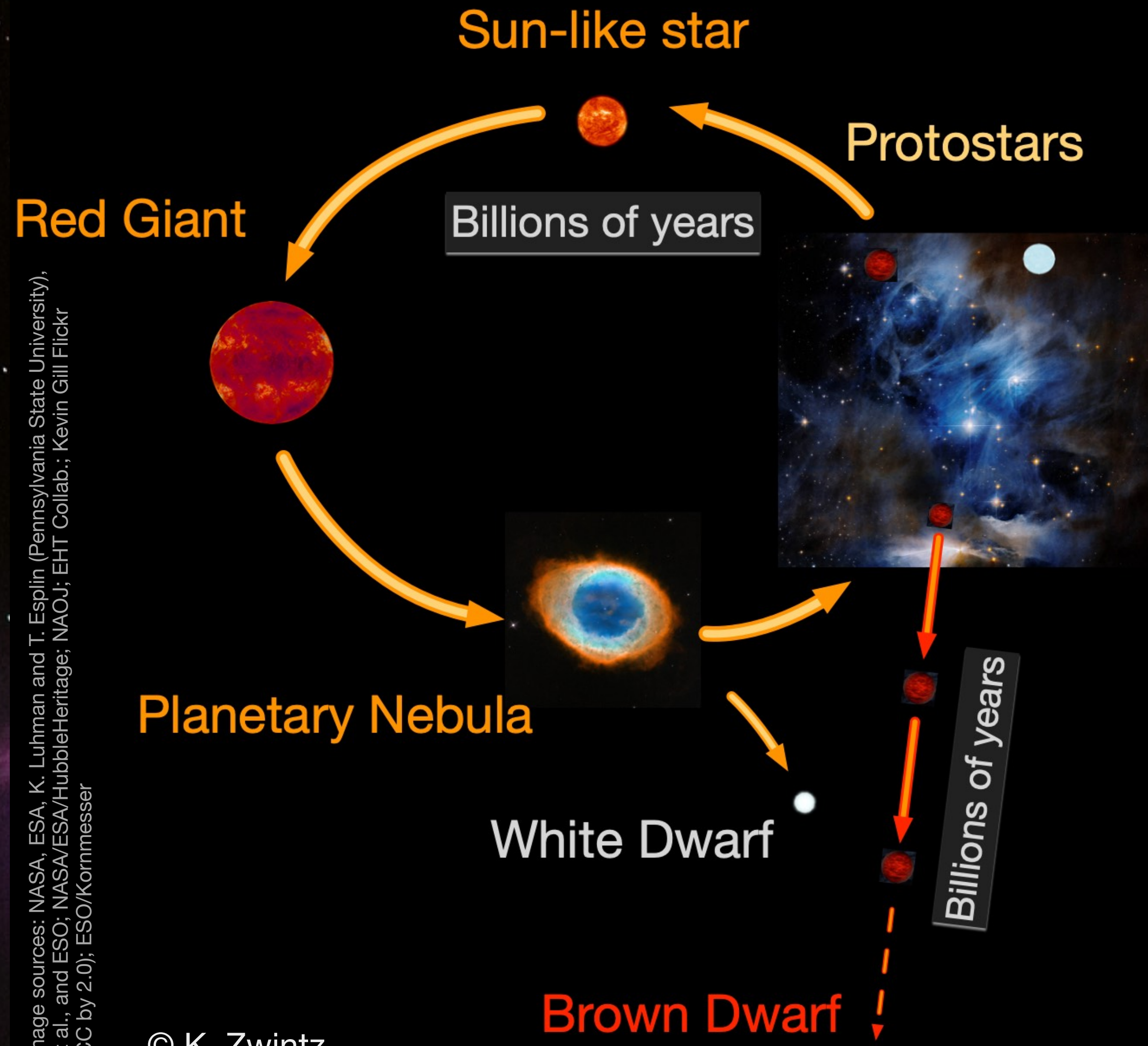


Image sources: NASA, ESA, K. Luhman and T. Esplin (Pennsylvania State University), et al., and ESO; NASA/ESA/HubbleHeritage; NAOJ; EHT Collab.; Kevin Gill Flickr (CC by 2.0); ESO/Kormmesser

© K. Zwintz

DIE ENTWICKLUNG VON STERNEN

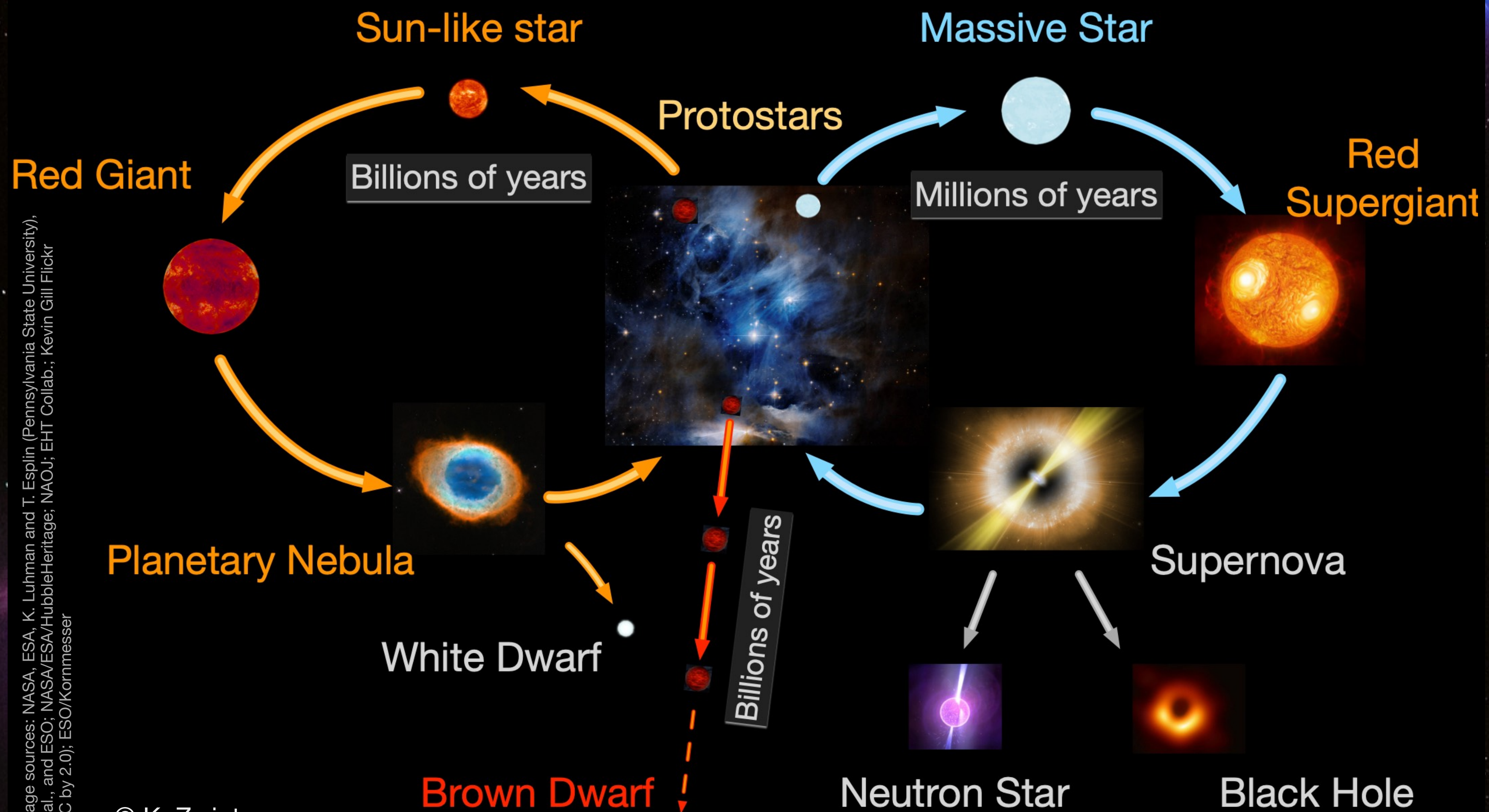
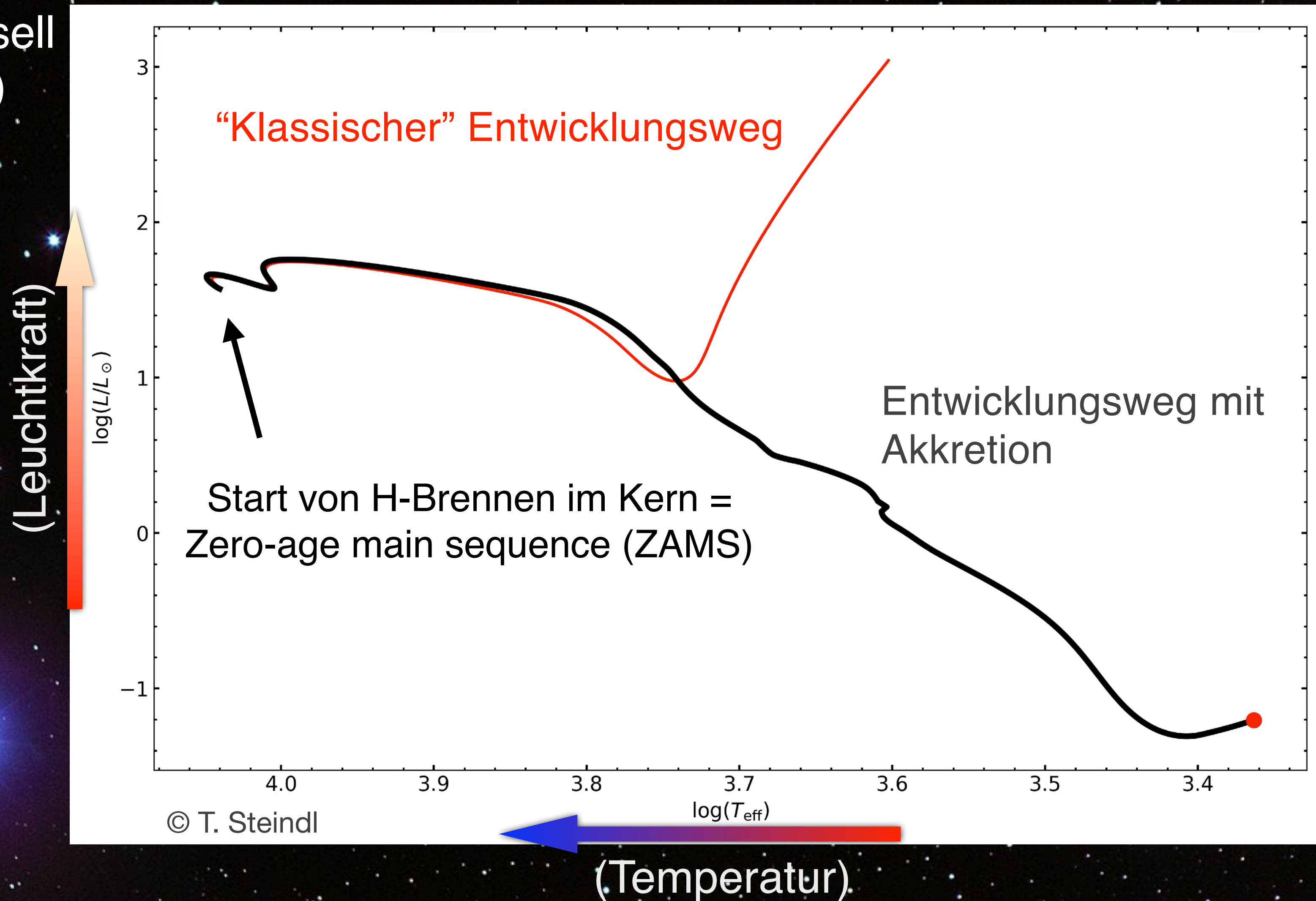


Image sources: NASA, ESA, K. Luhman and T. Esplin (Pennsylvania State University), et al., and ESO; NASA/ESA/HubbleHeritage; NAOJ; EHT Collab.; Kevin Gill Flickr (CC by 2.0); ESO/Kormmesser

© K. Zwintz

KINDHEIT & JUGEND VON STERNEN

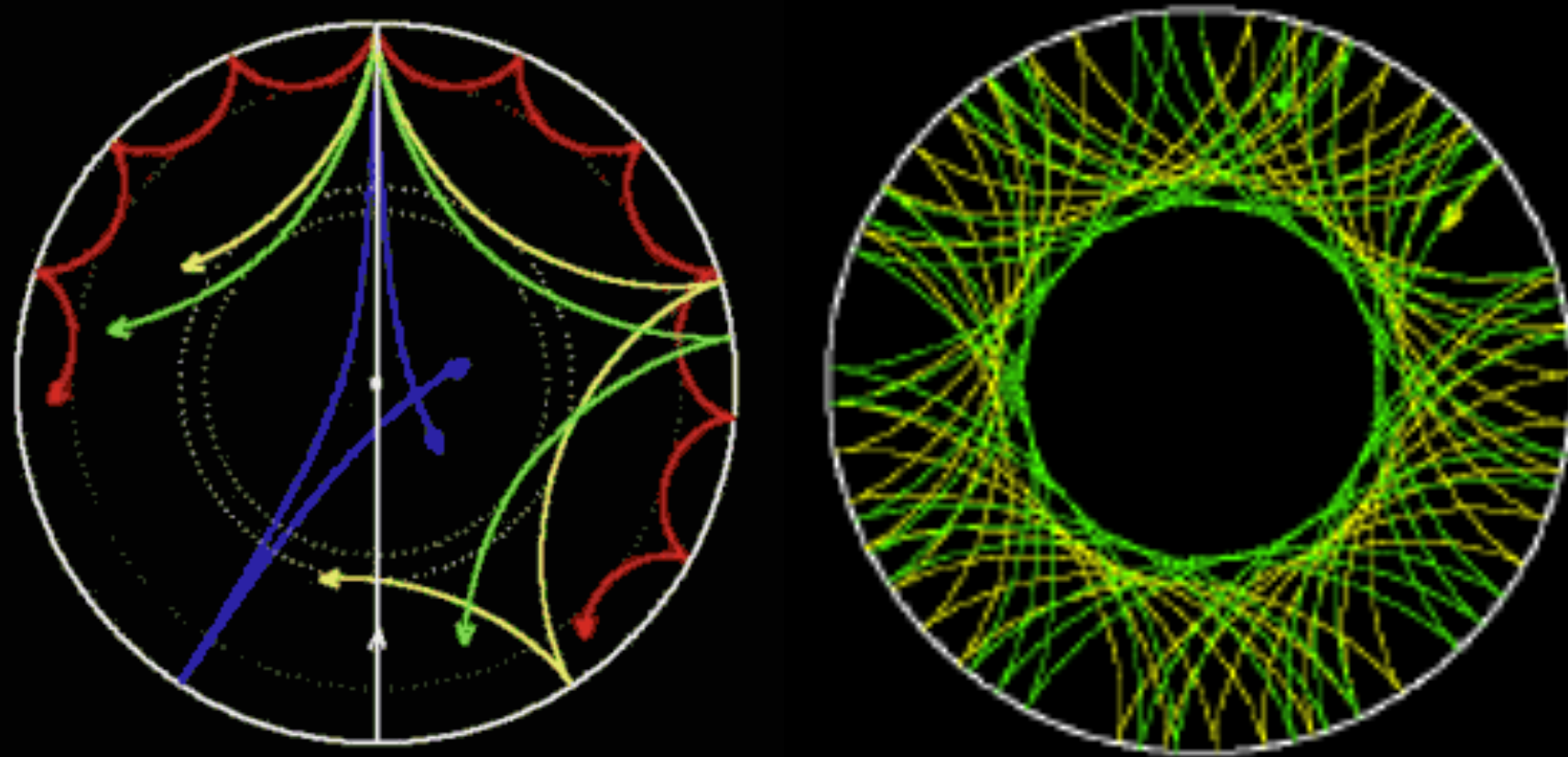
Hertzsprung-Russell
Diagram (HRD)



Protostern
eingebettet in Staub
und Gas

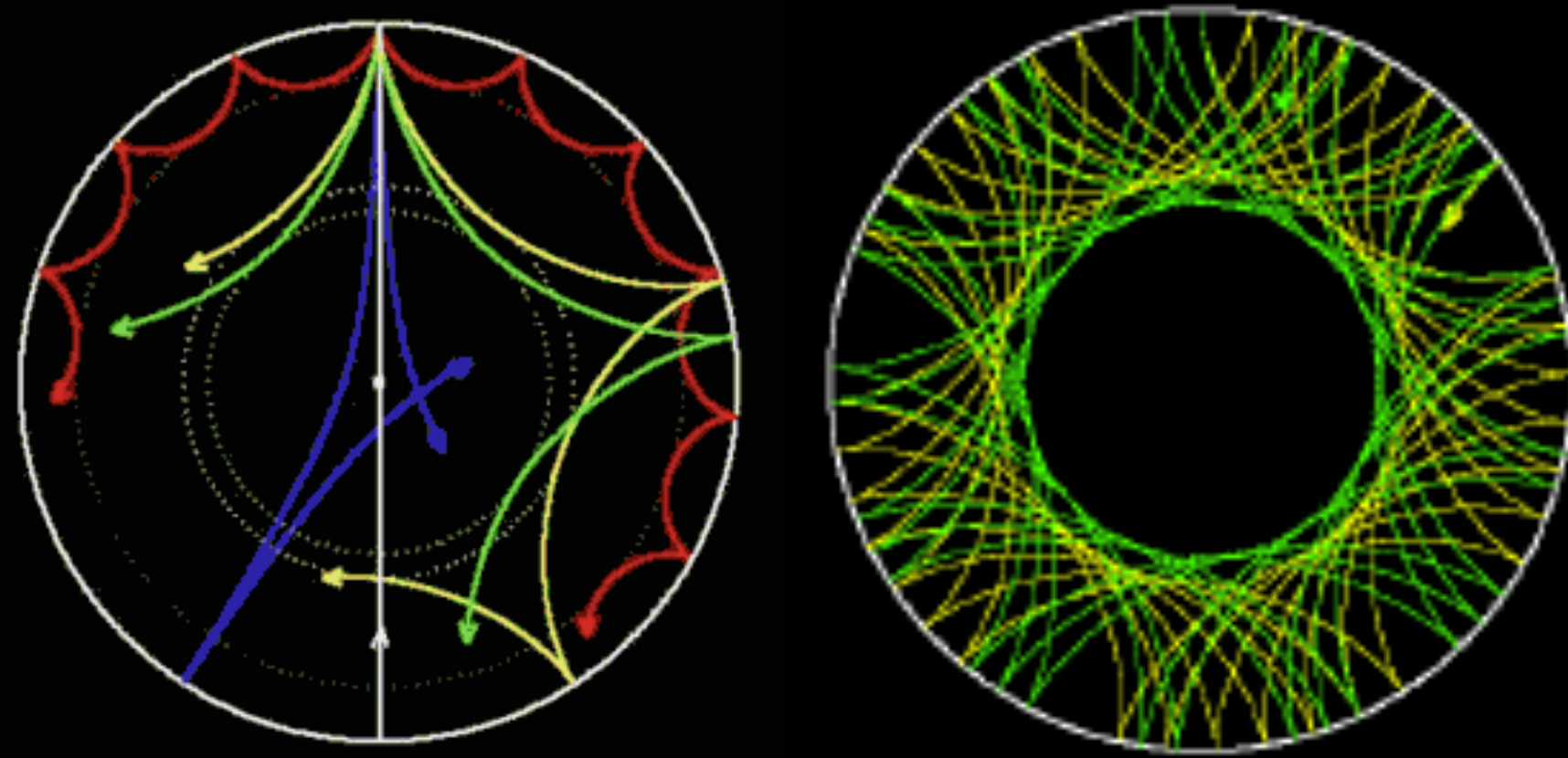


STERNSCHWINGUNGEN



$$\xi_{nlm}(r, \theta, \Phi, t) = \xi_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \Phi) e^{-i\omega_{nl}mt}$$

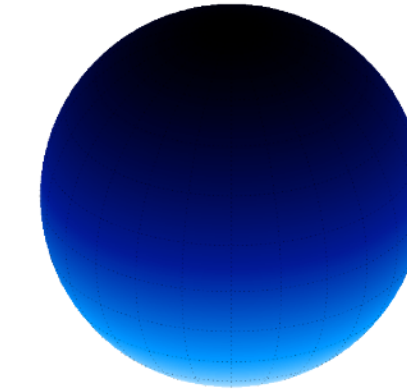
STERNSCHWINGUNGEN



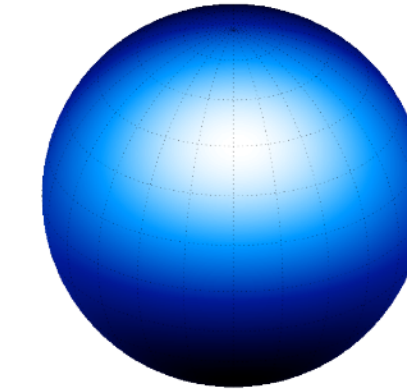
$$\xi_{nlm}(r, \theta, \Phi, t) = \xi_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \Phi) e^{-i\omega_{nl}mt}$$

radial

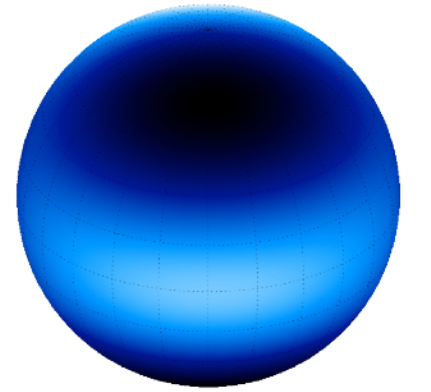
nicht-radial



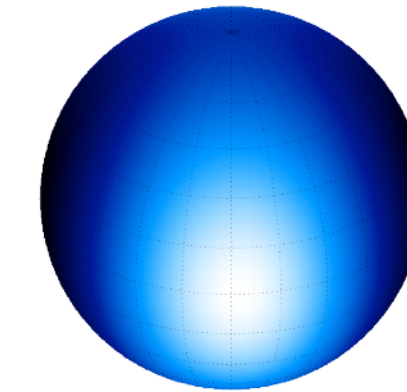
l=1, m=0



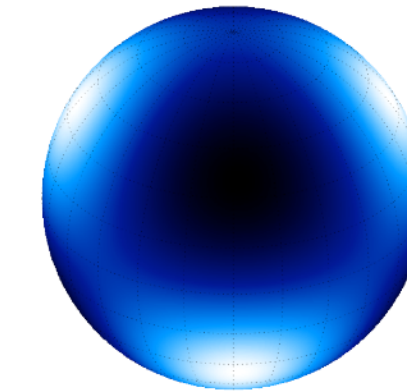
l=2, m=1



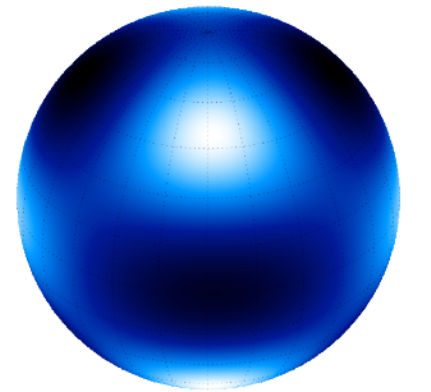
l=3, m=1



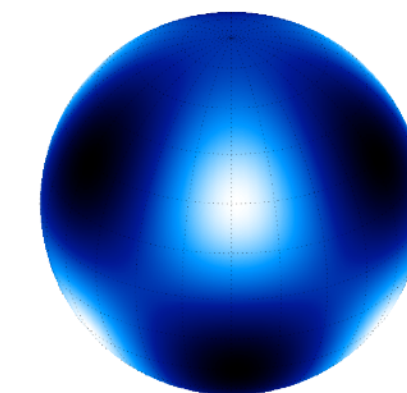
l=2, m=2



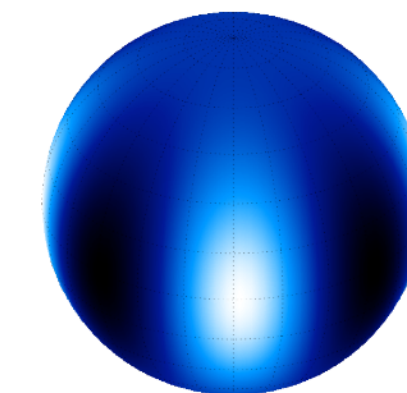
l=3, m=2



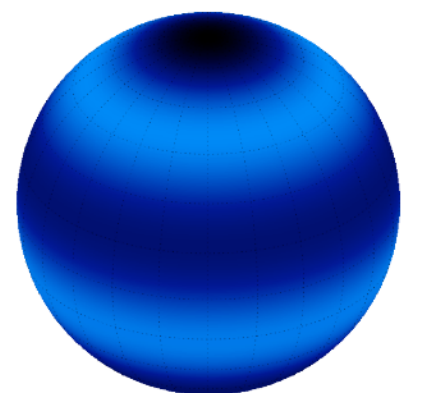
l=4, m=2



l=4, m=3

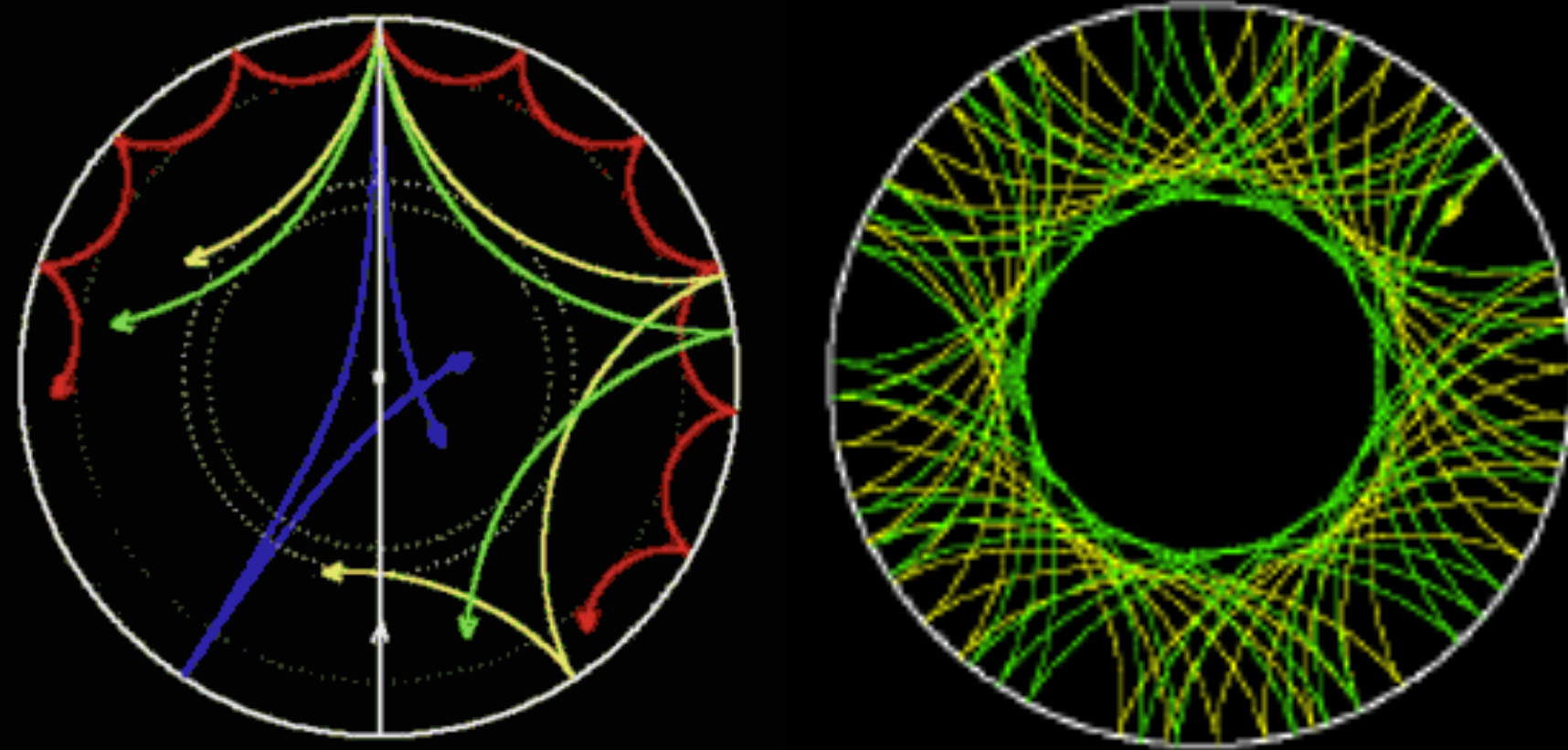


l=4, m=4



l=5, m=0

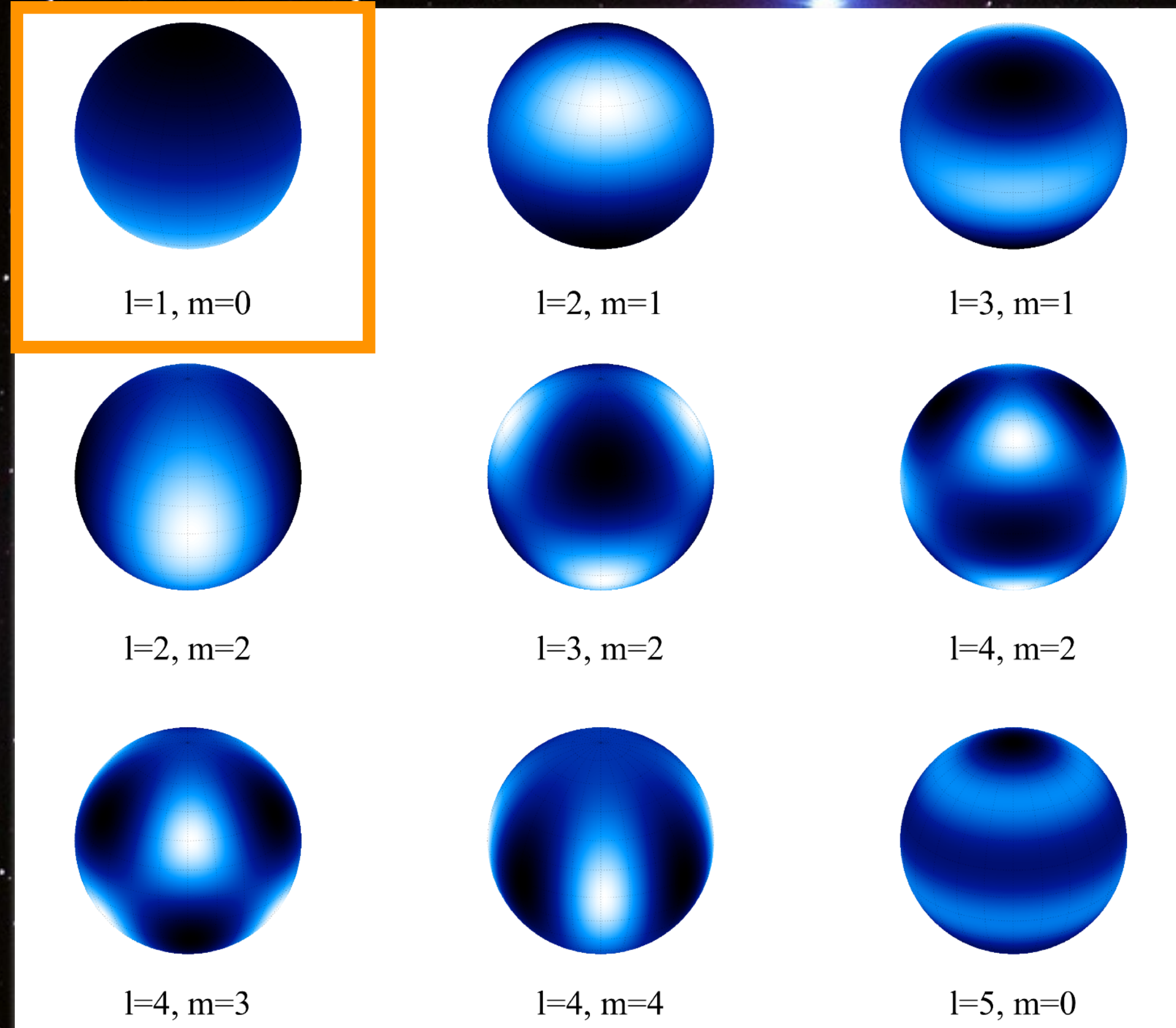
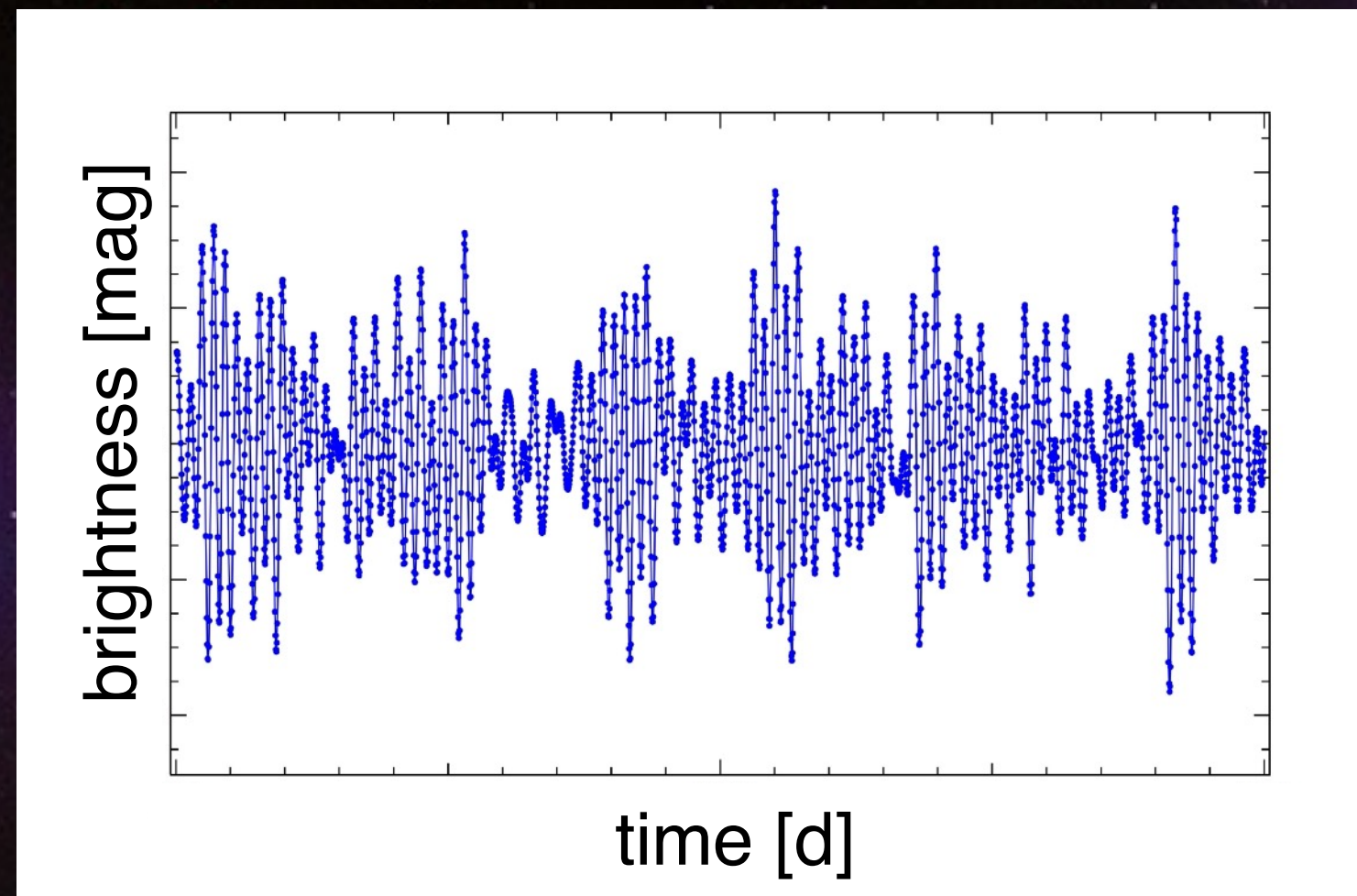
STERNSCHWINGUNGEN



radial

nicht-radial

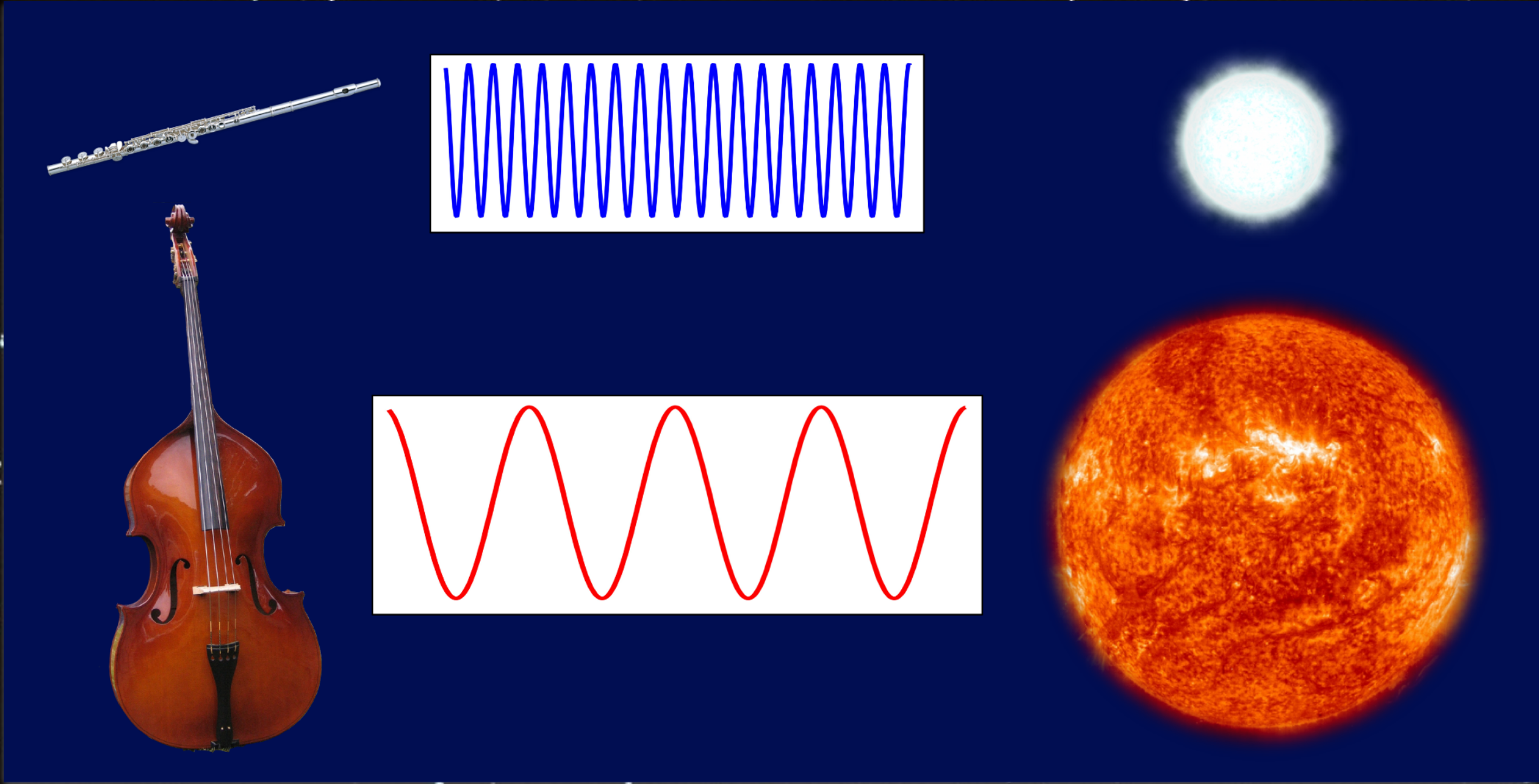
$$\xi_{nlm}(r, \theta, \Phi, t) = \xi_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \Phi) e^{-i\omega_{nl}mt}$$



Messdaten von Satelliten

STERNE ALS MUSIKINSTRUMENTE

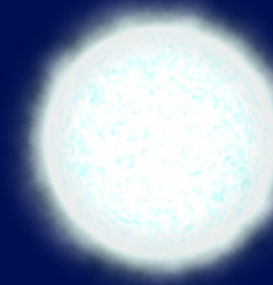
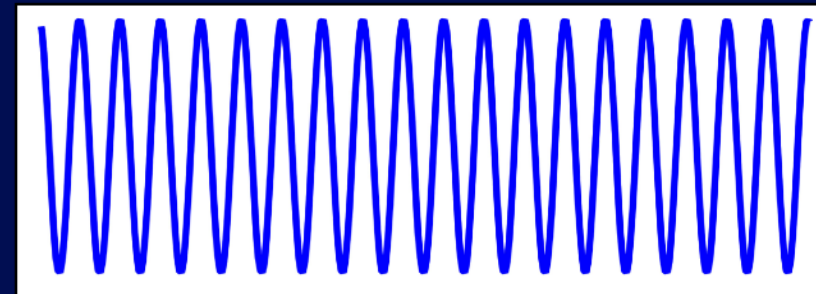
Hoher Ton



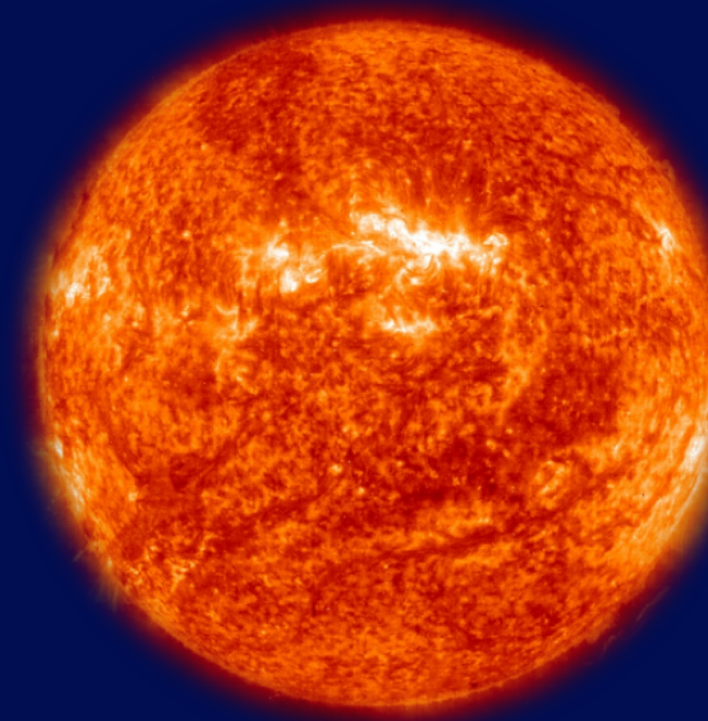
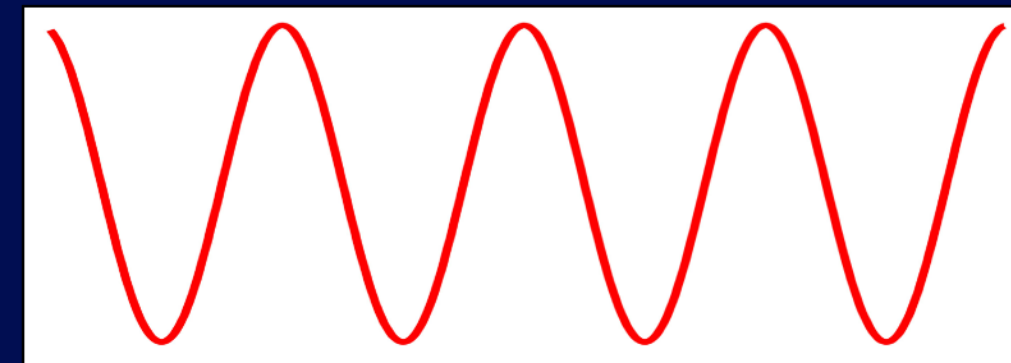
Tiefer Ton

STERNE ALS MUSIKINSTRUMENTE

Hoher Ton



Tiefer Ton



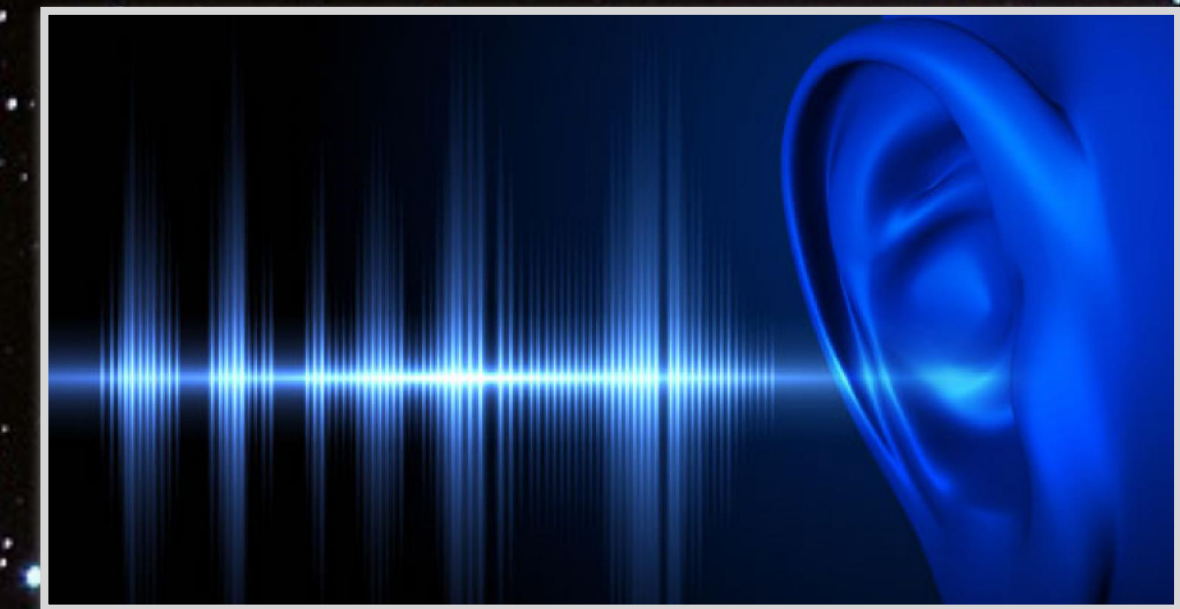
- ▶ Frequenz
- ▶ Amplitude
- ▶ Phase



- ▶ Art der Schwingung = das "Musikinstrument"
- ▶ Innerer Aufbau der Sterne (Dichte, Druck, Chemische Zusammensetzung, etc.)

TYP: δ SCUTI PULSATIONEN

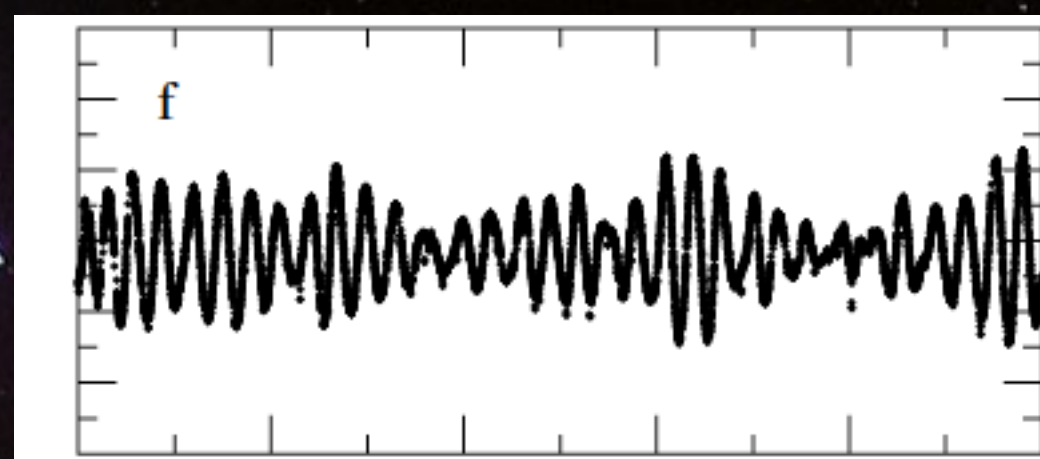
- ◆ **Oberflächentemperaturen:** ca. 7 000 K - 10 000 K
- ◆ **Anregung:** “Heat engine”-Mechanismus
- ◆ **Rücktreibende Kraft:** Druck
→ “acoustic” oder “pressure” (p)-Moden
- ◆ **Perioden:** 15 Minuten - 6 Stunden, d.h.
Frequenzen: 96 d⁻¹ - 4 d⁻¹



Beispiele:

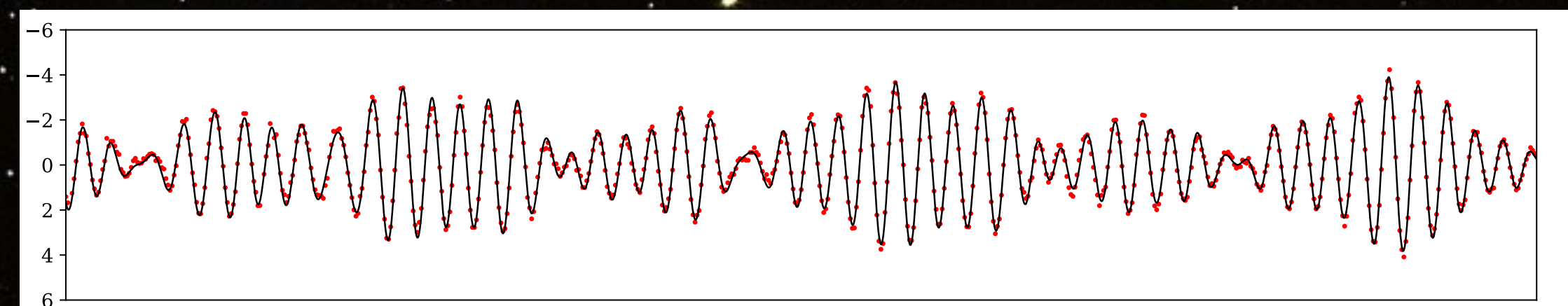
Helligkeit [mag]

V 588 Mon



Zeit [d]

β Pictoris



Zeit [d]

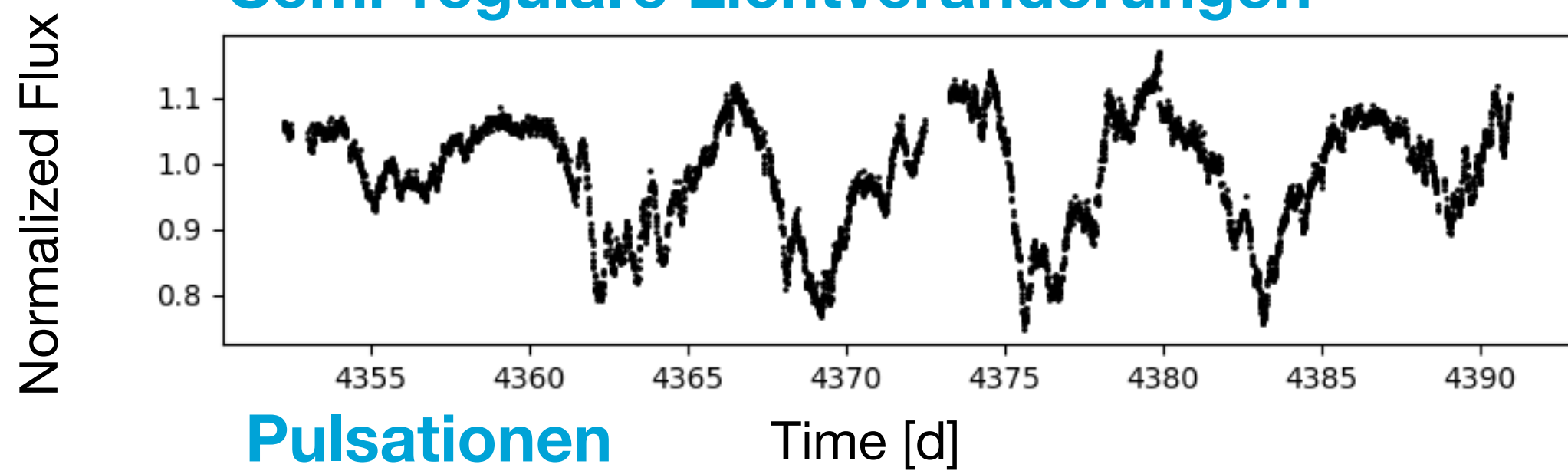
BACHELORARBEIT #1

Quelle: NASA

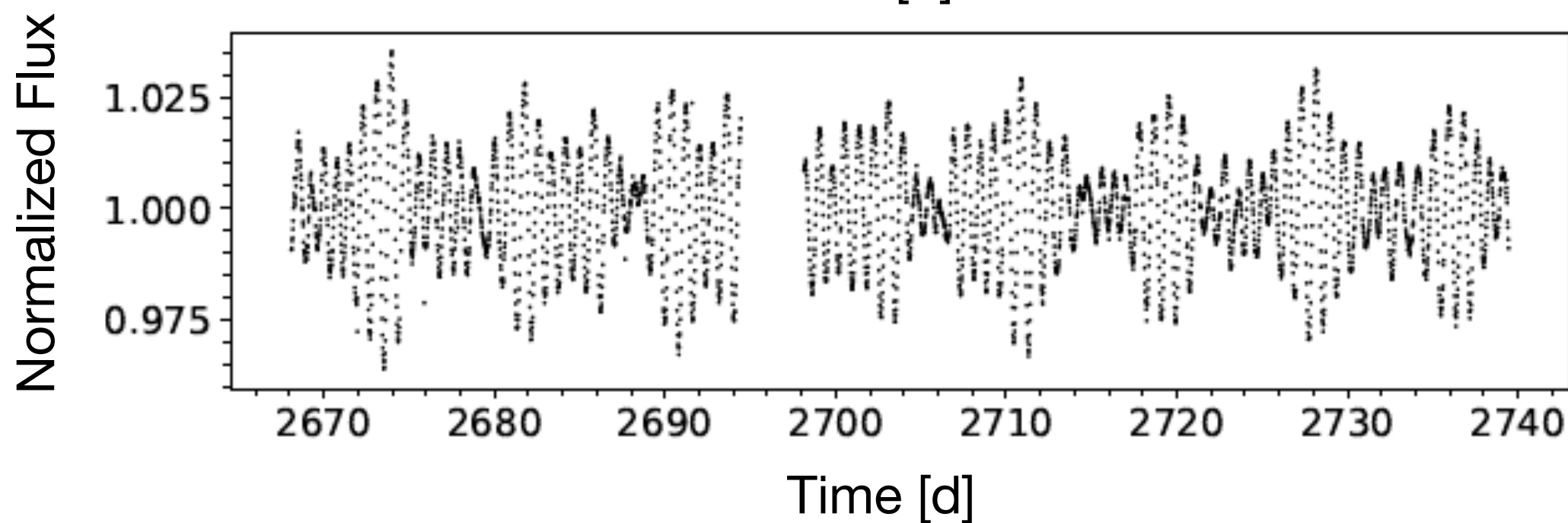


- ◆ **Thema:** Photometric study of the Orion Nebula Cluster (NGC 1976, M42) with data from the NASA TESS satellite
- Auswertung und Interpretation von Daten junger Sterne in einem Sternhaufen beobachtet von dem TESS Satelliten der NASA

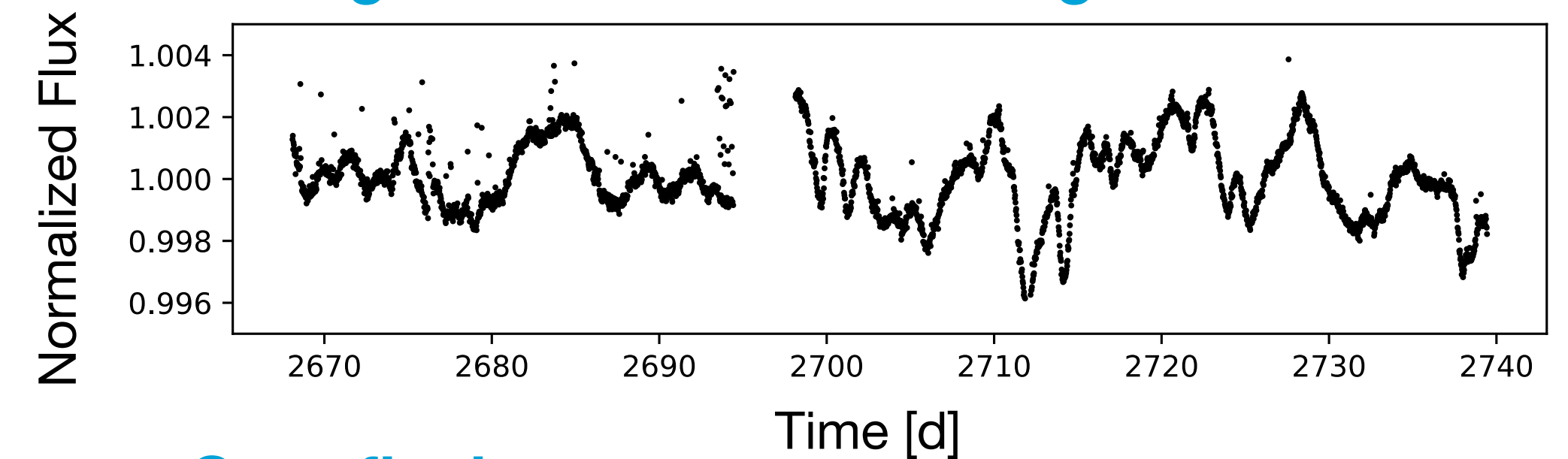
Semi-reguläre Lichtveränderungen



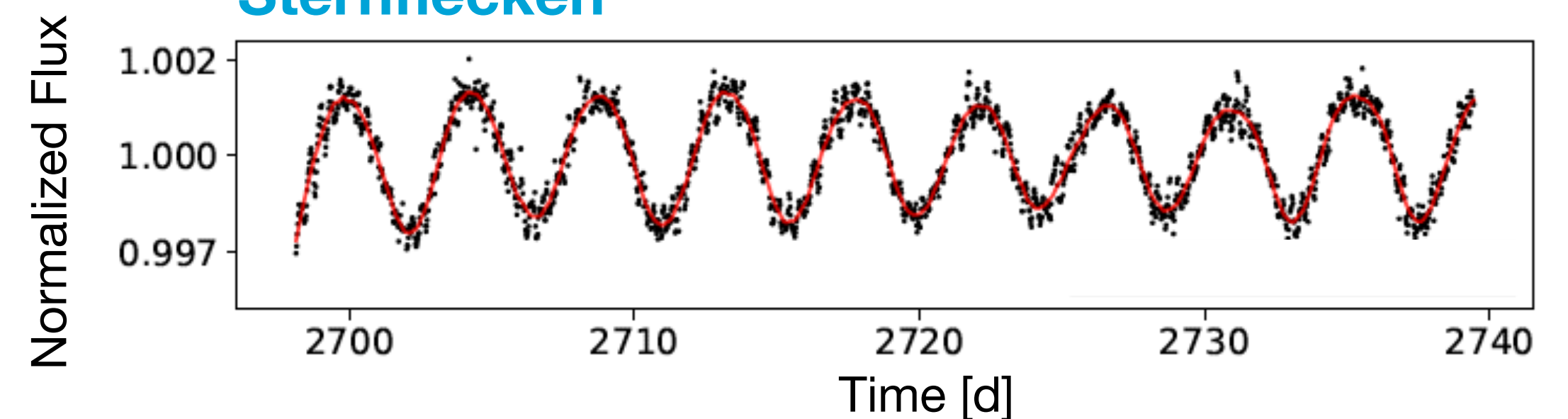
Pulsationen



Irreguläre Lichtveränderungen

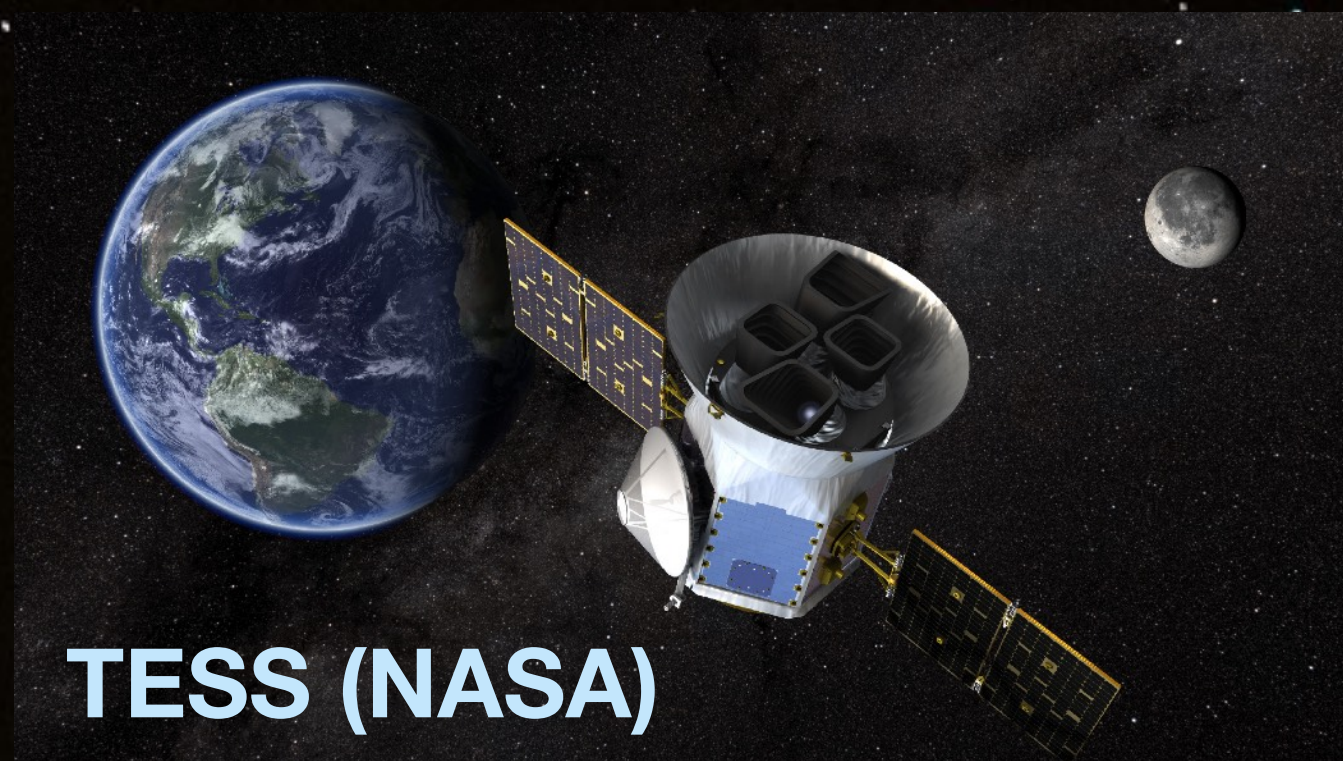


Sternflecken

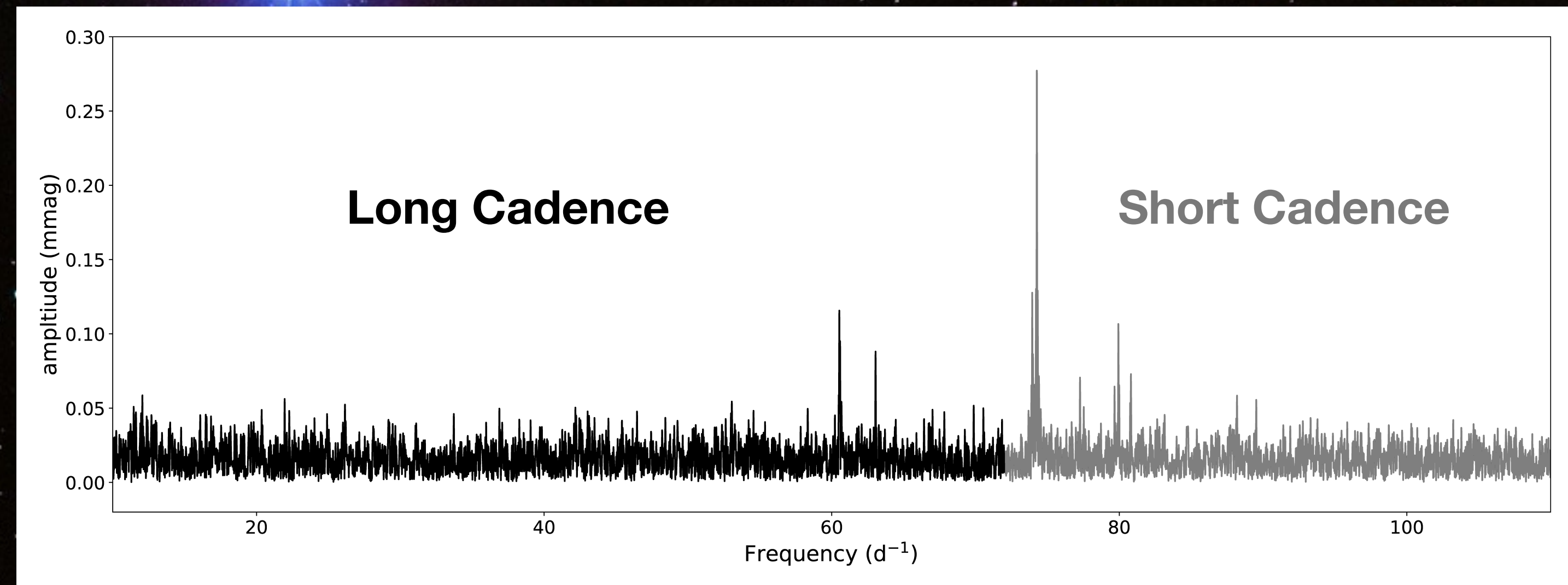


BACHELORARBEIT #2

- ◆ **Thema:** Young δ Scuti stars observed with the TESS satellite in long cadence and short cadence
- Analyse junger δ Scuti Sterne
- Vergleich von TESS Beobachtungsdaten in zwei Qualitäten (long / short cadence)



Long Cadence: $\Delta t = 30$ min
Short Cadence: $\Delta t = 2$ min



KONTAKT & INFORMATIONEN

Liste der Bachelorarbeiten am Institut für Astro- und Teilchenphysik:

<https://www.uibk.ac.at/astro/teaching/bachelorarbeit/>

Konstanze Zwintz

Viktor-Franz-Hess Haus

8. Stock, Raum 8/06

Email: konstanze.zwintz@uibk.ac.at

Research group Extragalactic Astrophysics

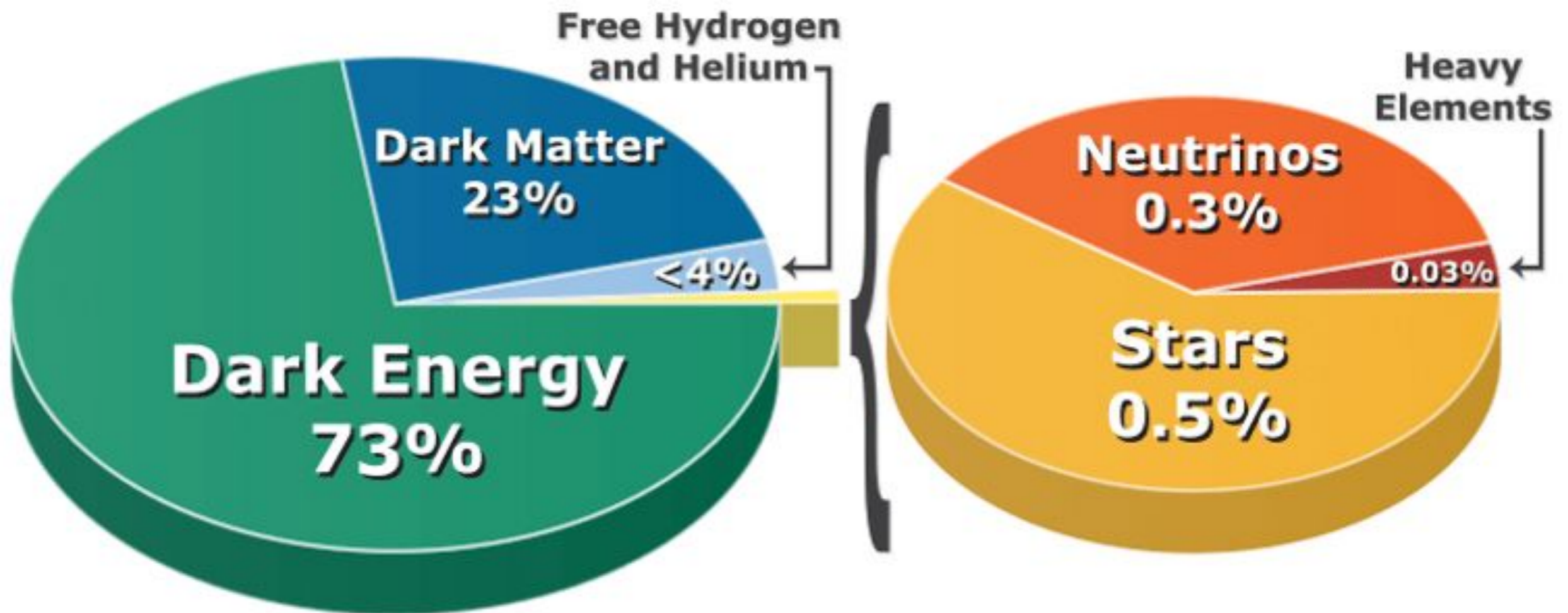


Bachelor thesis topics 2023

Supervised by Dr. Sebastian Grandis & Univ.-Prof. Tim Schrabback

Main research field: Observational cosmology

theconversation.com (Planck data)

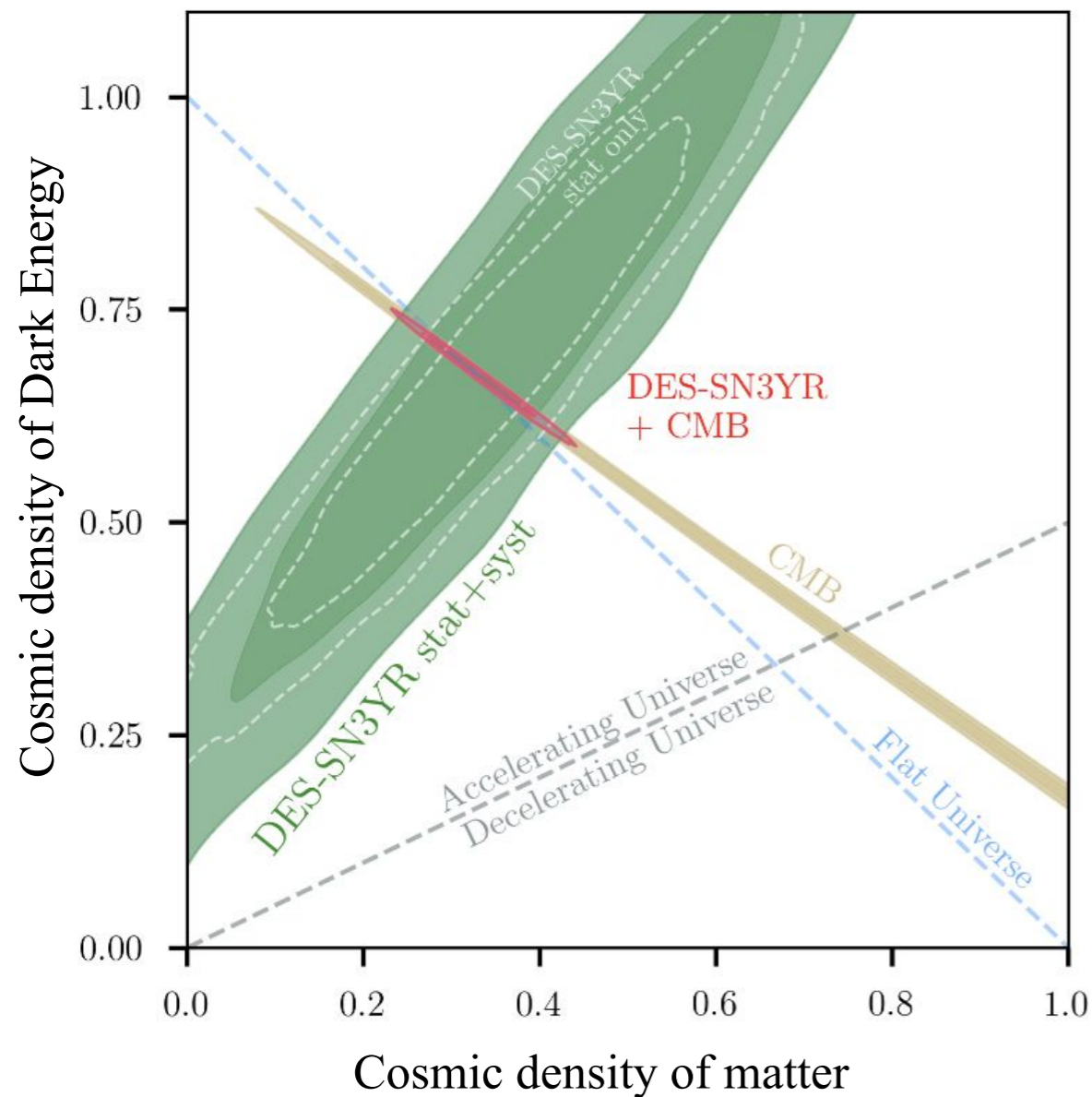


The present-day energy budget of the Universe

1. Cosmological Inference

In this project you will use recent **observational results on the *cosmic distance-redshift relation*** to show that

<https://arxiv.org/pdf/1811.02374.pdf>



- The Universe is filled by a mysterious component, whose gravity is repulsive (and not attractive): *Dark Energy*
- The **geometry of the Universe** is consistent with flat Minkowski space and does not show significant amounts of *curvature*
- Tools: Bayesian inference
- Theory Prerequisites: classical dynamics, Analysis, Astrophysics I (rest will be learned on the fly)

Main focus of the group: Probing cosmology via the growth of structure

employing weak gravitational lensing

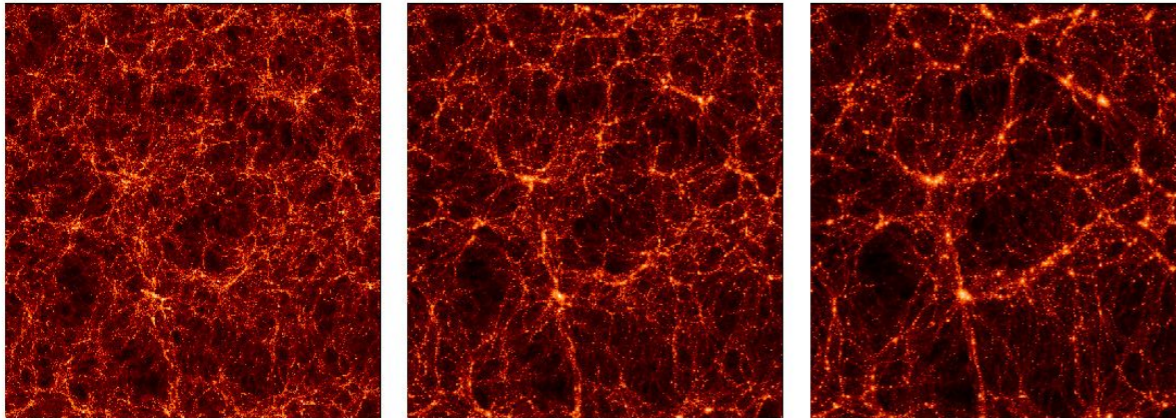
Credit: Virgo Collaboration
 $z=3$

Past

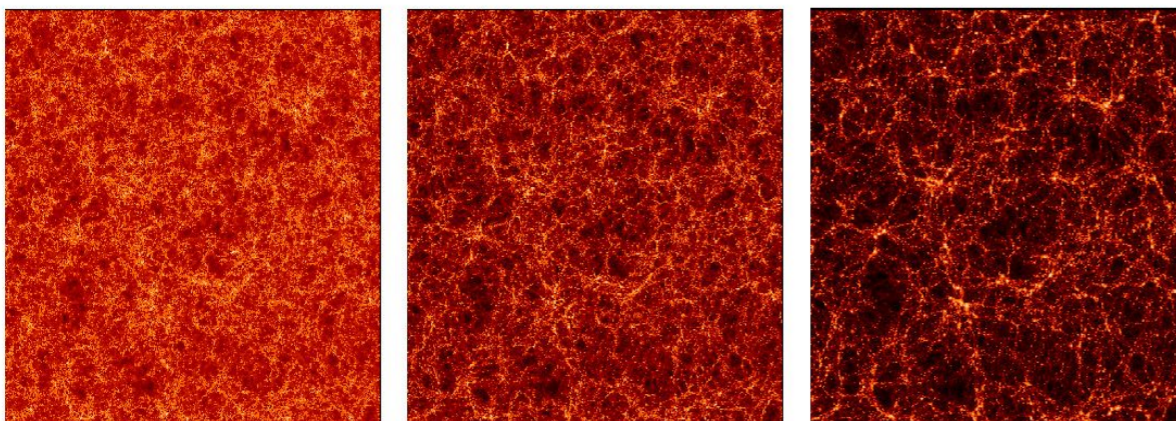
$z=1$

Presence
 $z=0$

Λ CDM

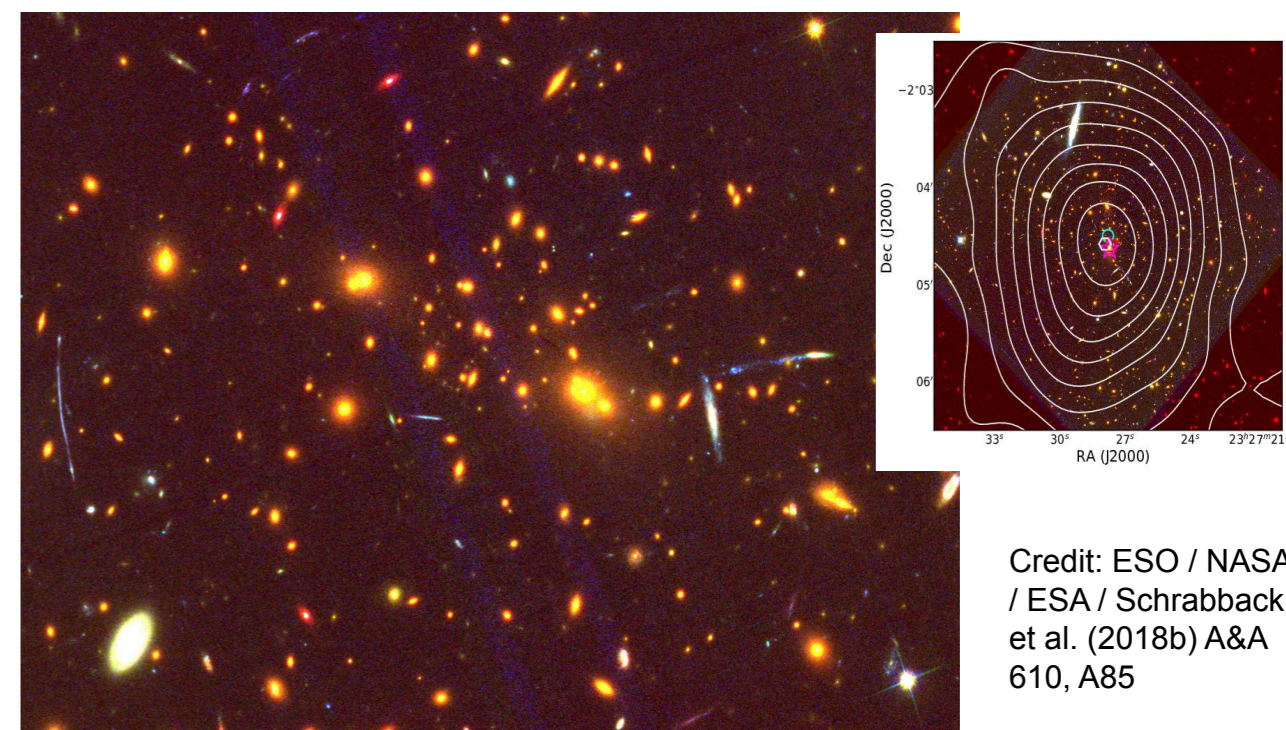
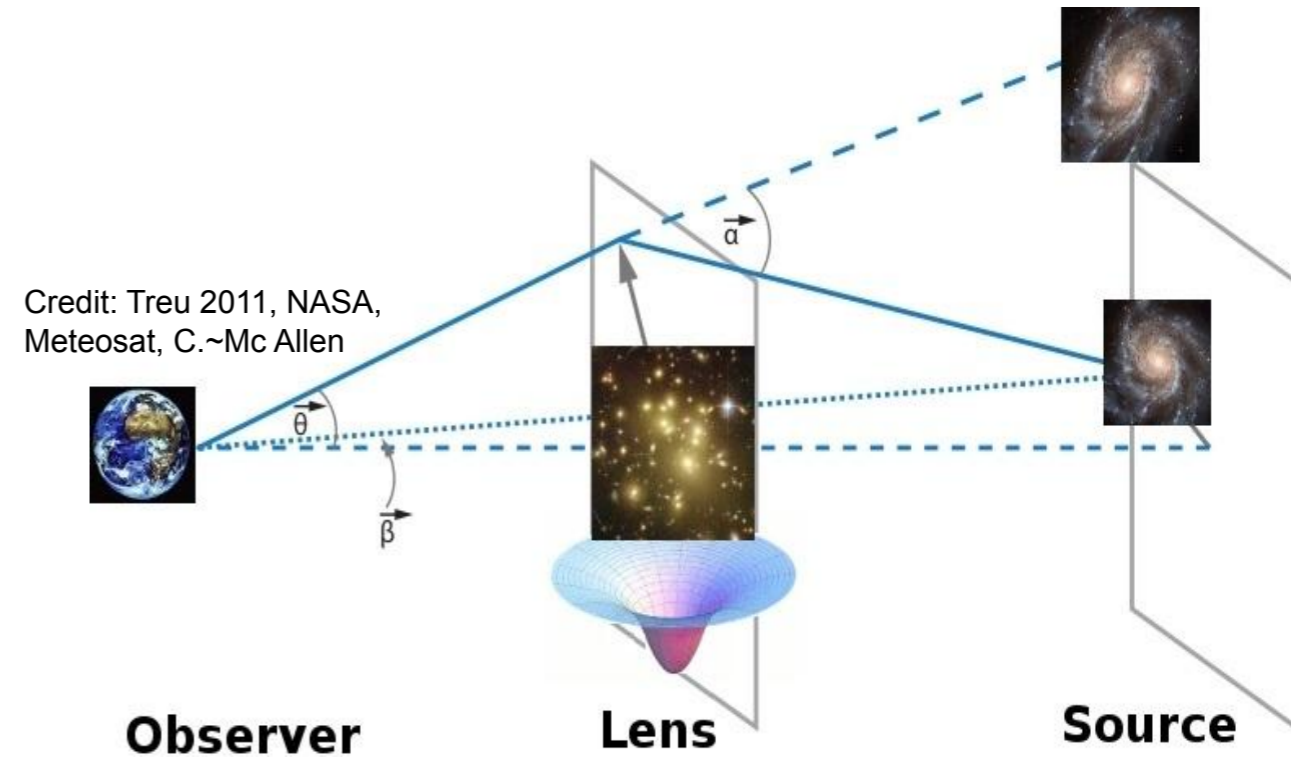
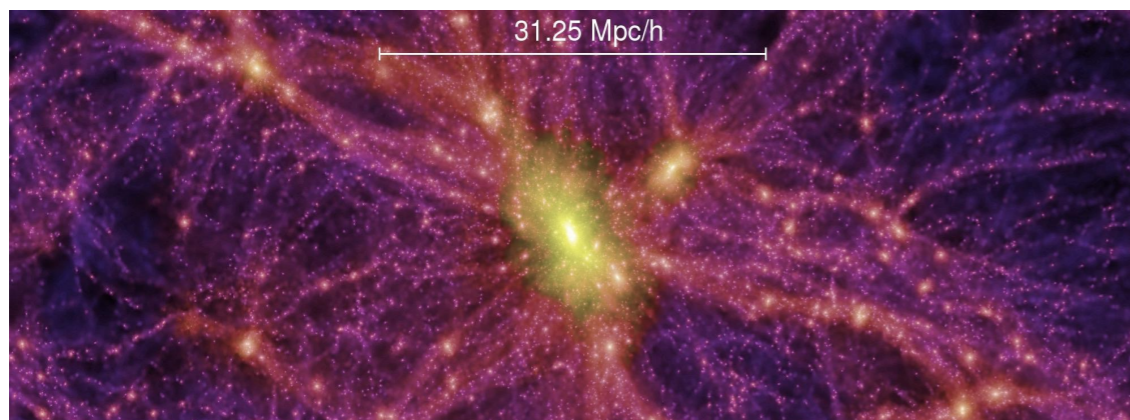


SCDM



Dark matter distribution in cosmological simulations

Credit: Millennium Simulation, Springel et al. (2005)

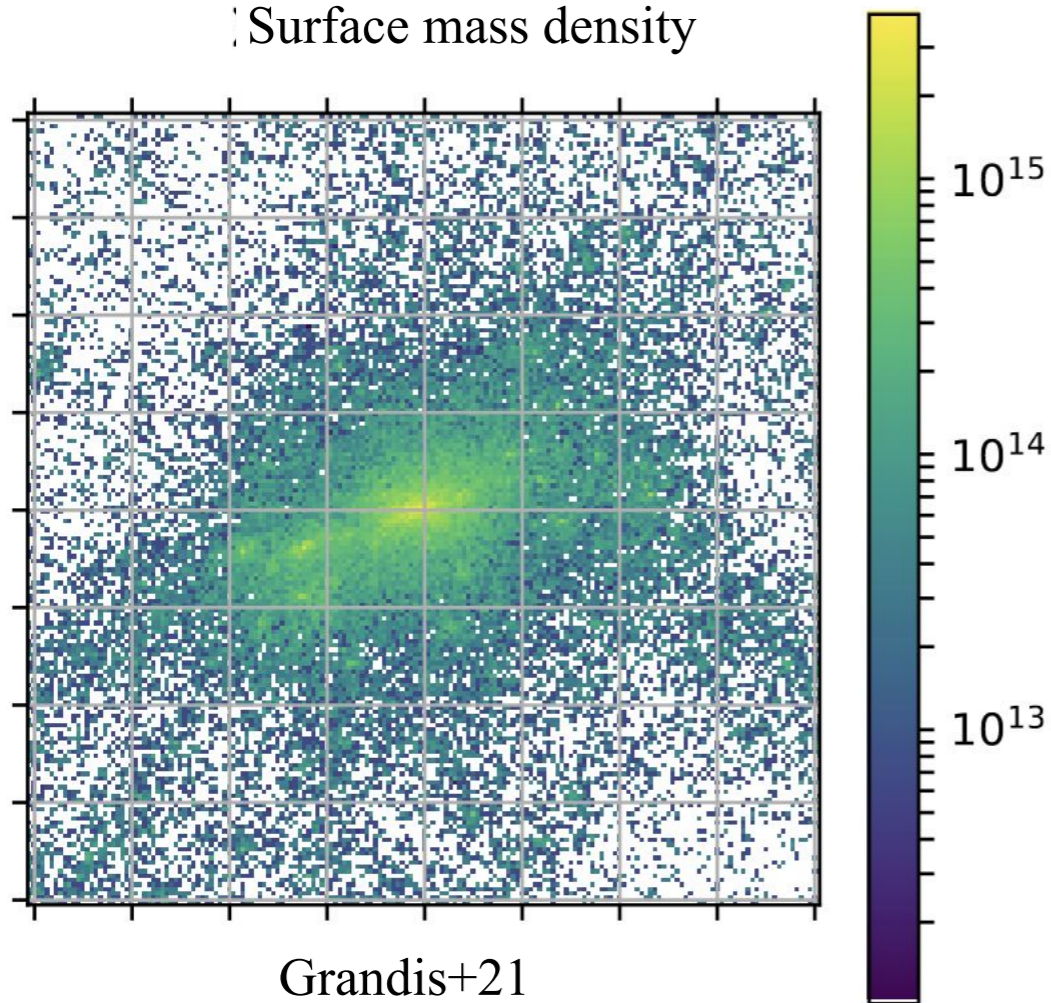


Credit: ESO / NASA / ESA / Schrabback et al. (2018b) A&A 610, A85

Galaxy cluster RCS2327-03 + lensing mass reconstruction

2. Weak gravitational lensing by galaxy clusters

Surface mass density

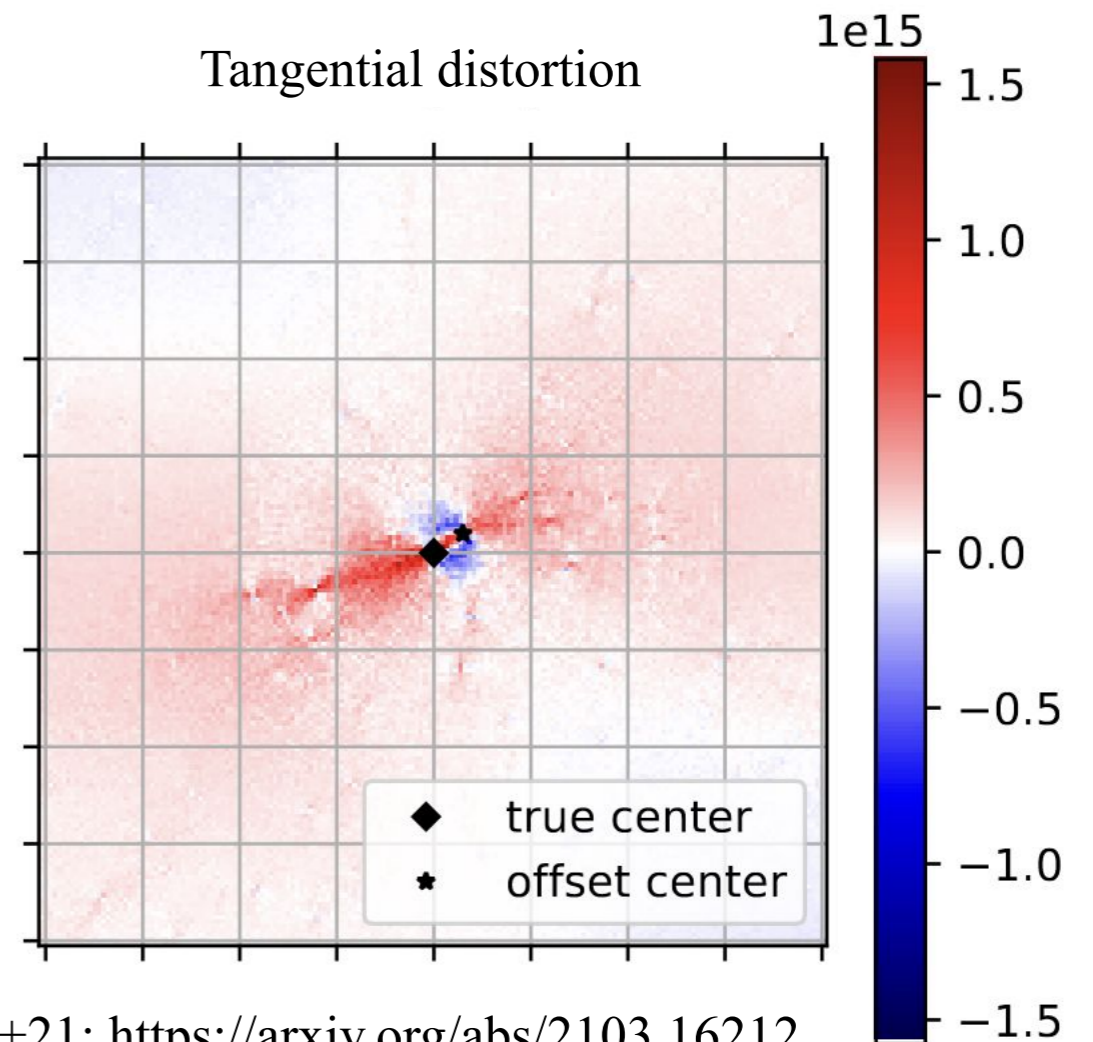


Grandis+21

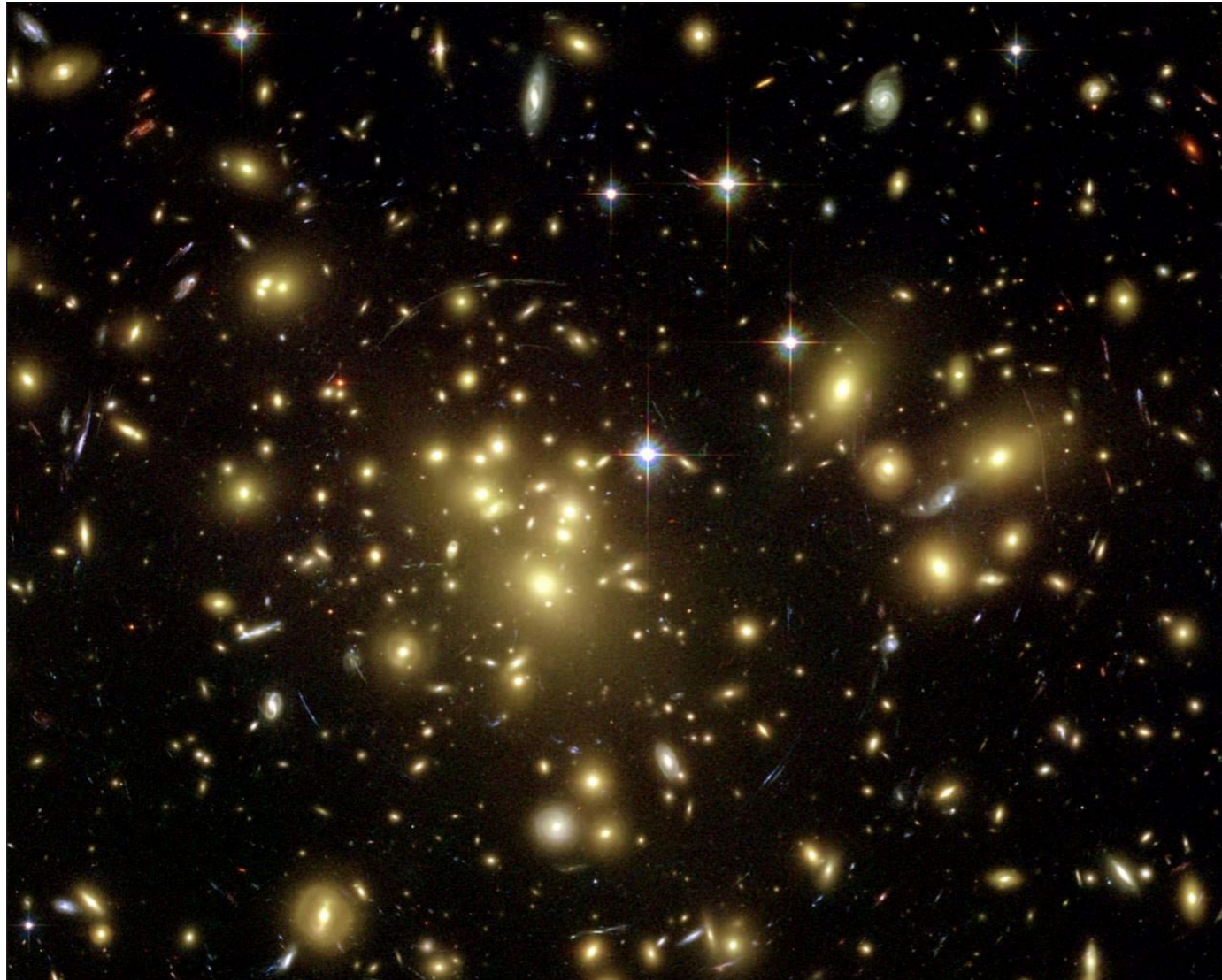
Starting from simulated mass distributions of galaxy clusters you will study the anisotropic distortion imprinted onto the shapes of background galaxies & quantify the impact of miscentring

- Tools: partial differential equations
- Theory Prerequisites: Physics I, Analysis, Astrophysics I (rest will be learned on the fly)

Tangential distortion



3. Galaxy distribution in massive clusters



Galaxy cluster Abell 1689 (Credit: NASA/ESA/STScI)

Accurately and precisely measuring cluster centres is crucial to infer cosmology from them

In this project you will use simulated clusters to study how well the cluster galaxies trace the barycentre of the dark matter & develop optimised center definitions

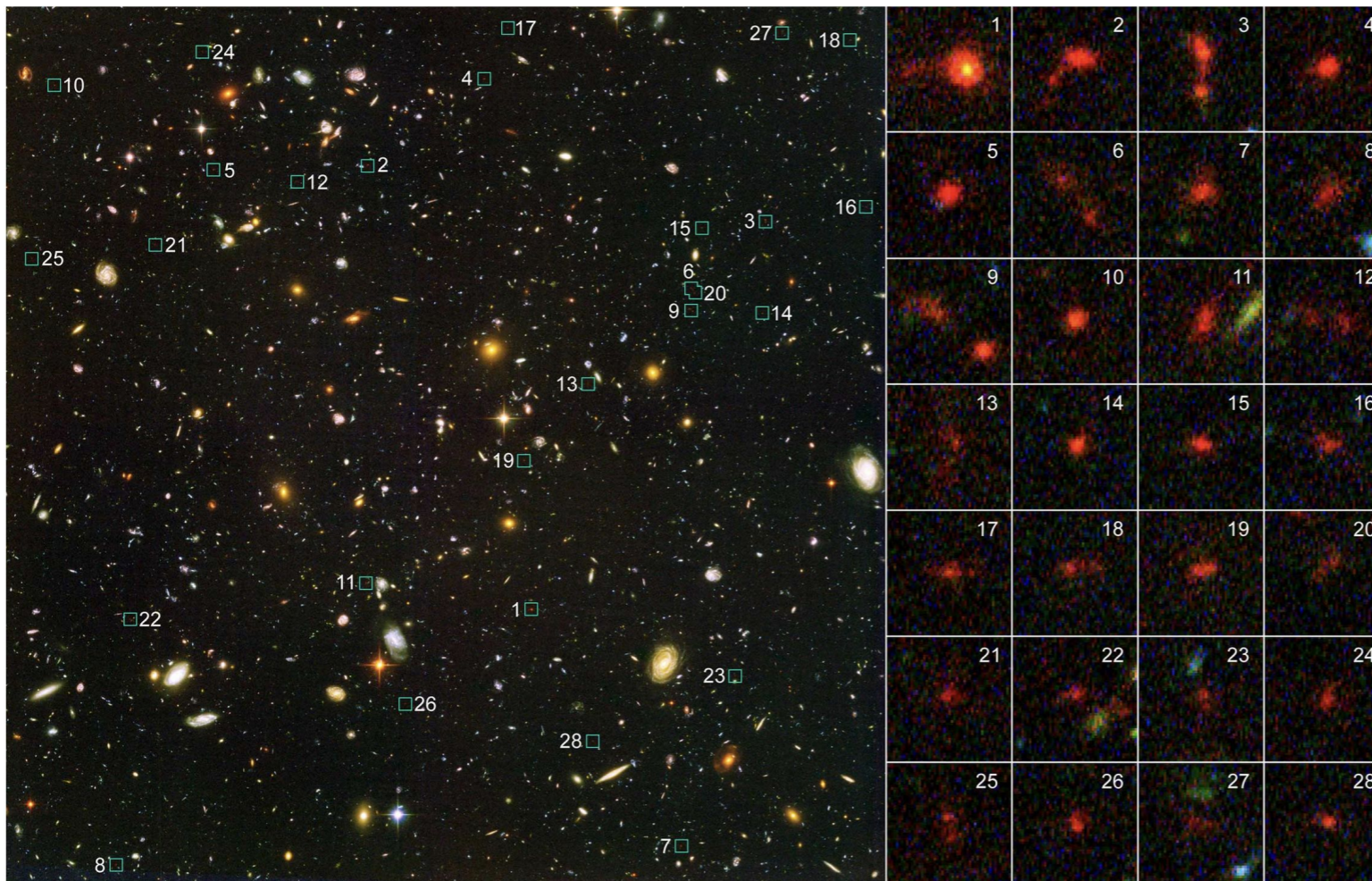
Theory Prerequisites: Physics I, Analysis, Astrophysics I
(rest will be learned on the fly)

Tools: big data handling in python

4. Galaxy images generated with AI

The observed shapes of galaxies are altered by the matter between us and them via *gravitational lensing*. This effect allows us to “see” Dark Matter. Measuring accurate shapes is crucial for such studies, and requires realistic simulations of galaxy images for calibration.

Hubble deep field, showing mostly distant galaxies



Credit: NASA, ESA, R. Bouwens and G. Illingworth (UCalifornia, Santa Cruz)

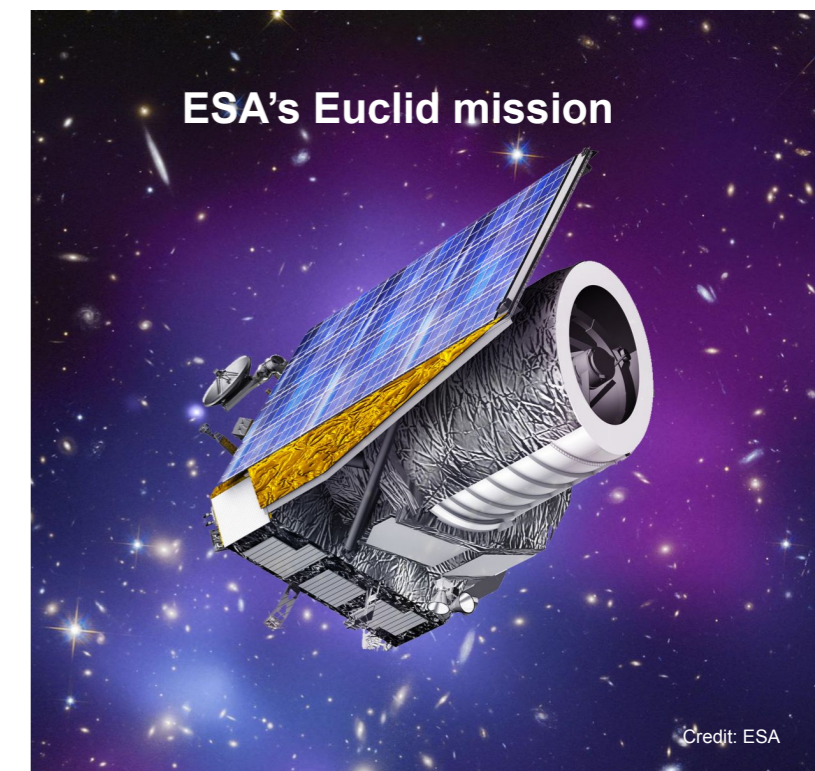
In this project you will use generative adversarial networks to generate Hubble-like images of distant galaxies and study how well they reproduce real galaxy shape distributions.

Tools: Machine Learning in python, Galaxy model fits

Supervision: Grandis, Schrabback

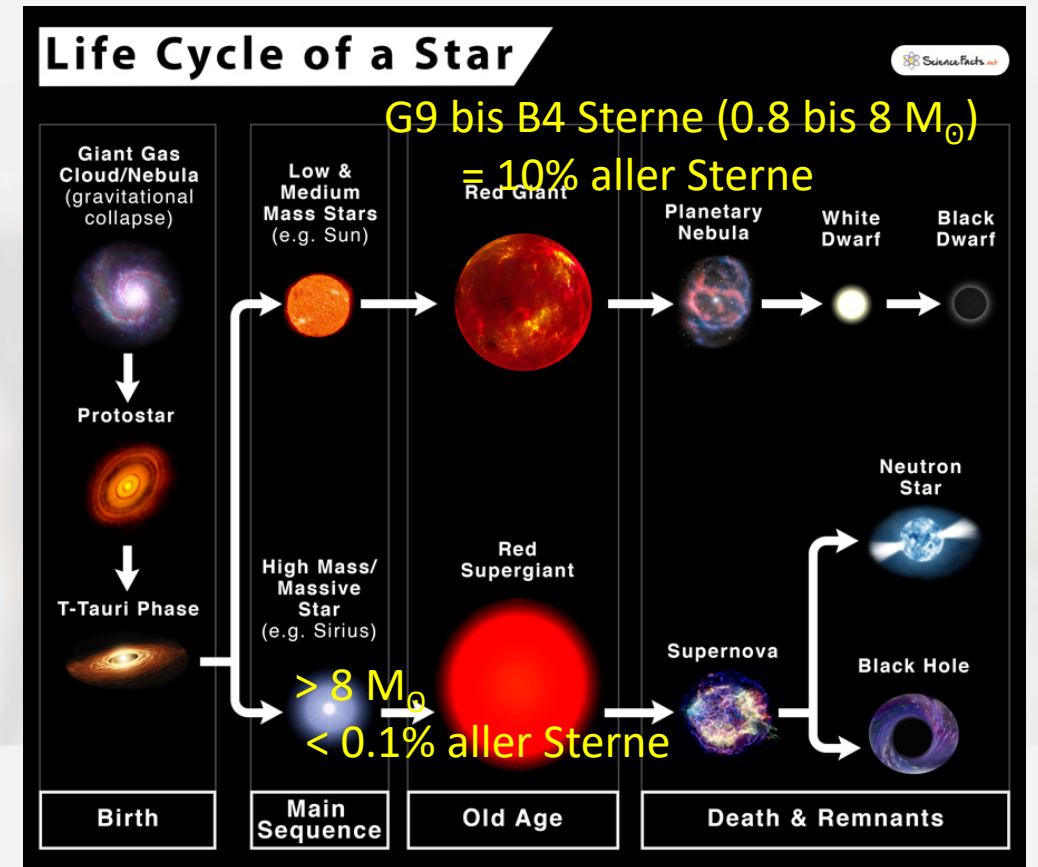
Theory Prerequisites: Analysis, Linear Algebra, Astrophysics I

See also <https://arxiv.org/abs/2105.12149>



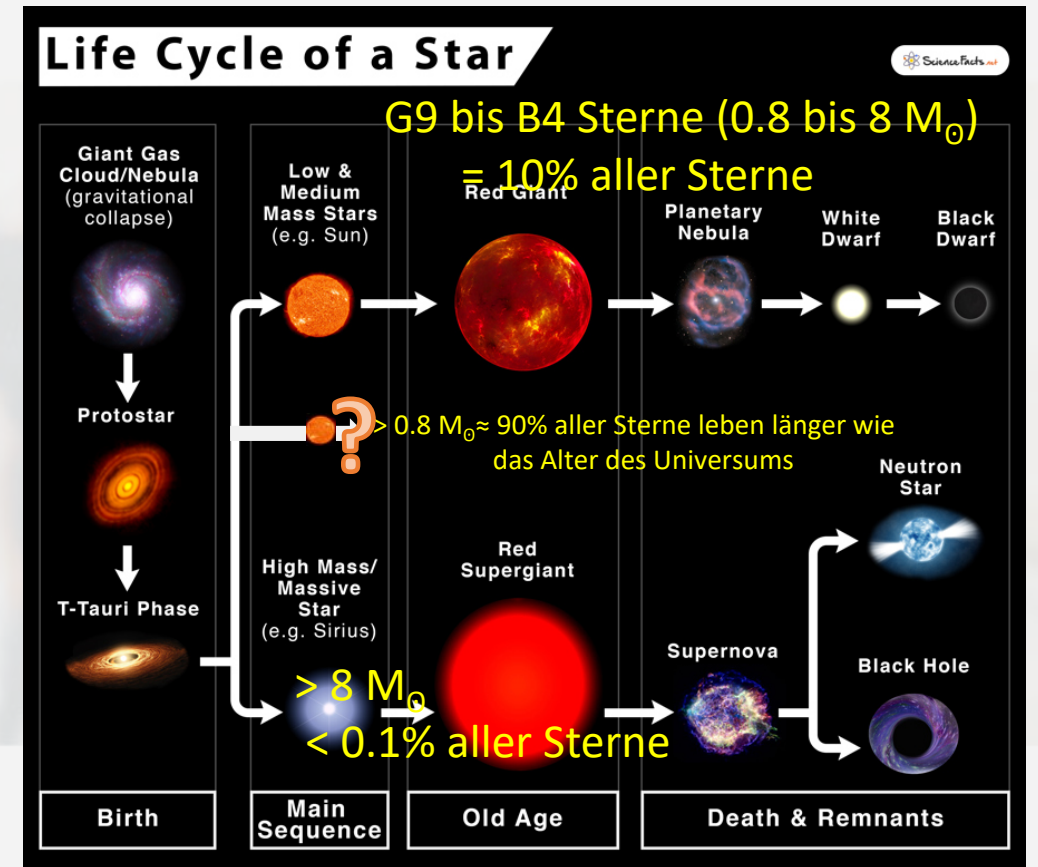
Die Arbeiten dieser Gruppe fokussieren sich auf **späte Stadien der Sternentwicklung.**

Während der Schwerpunkt auf der Betrachtung und physikalischen **Interpretation von Beobachtungen** liegt, ist vor allem bei den dünnen heißen Zirkumstellaren Gasen (z.B. in den Planetarischen Nebeln) auch die **Modellierungen** der komplexen **quantenmechanischen Prozesse** und der **verbotenen Linien** aus den metastabilen Zuständen ein wichtiges Arbeitsgebiet.



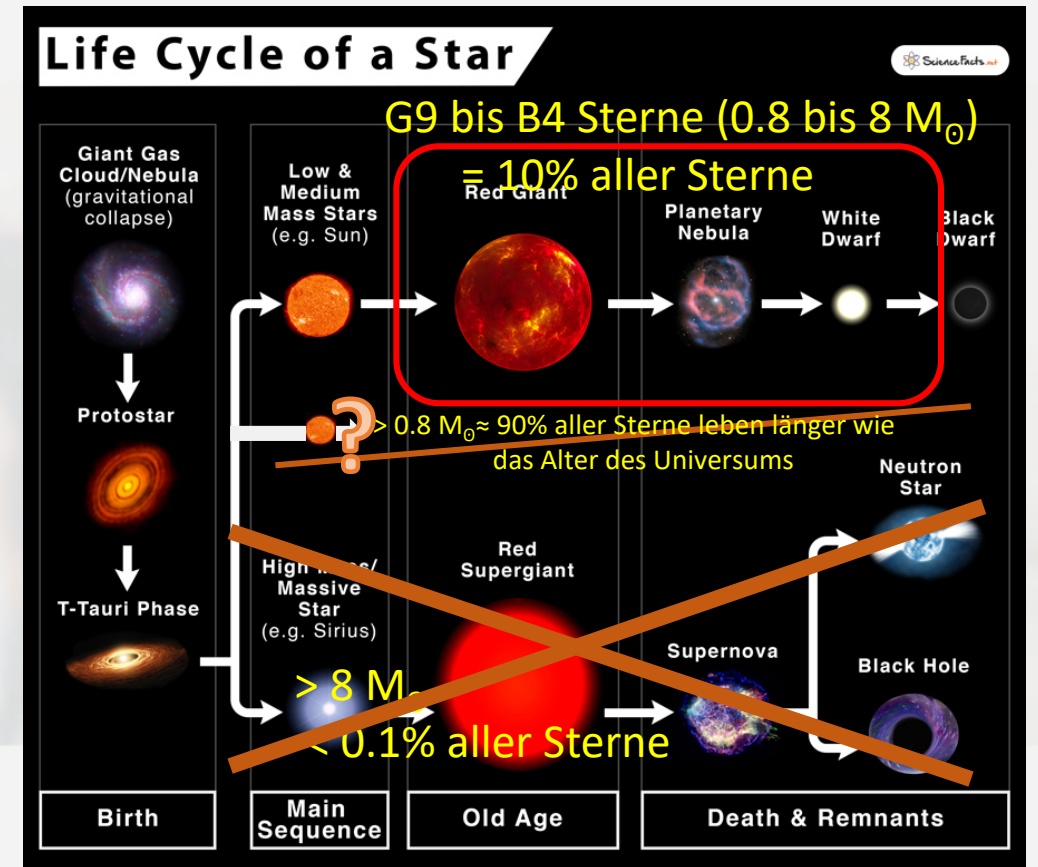
Die Arbeiten dieser Gruppe fokussieren sich auf **späte Stadien der Sternentwicklung.**

Während der Schwerpunkt auf der Betrachtung und physikalischen **Interpretation von Beobachtungen** liegt, ist vor allem bei den dünnen heißen Zirkumstellaren Gasen (z.B. in den Planetarischen Nebeln) auch die **Modellierungen** der komplexen **quantenmechanischen Prozesse** und der **verbotenen Linien** aus den metastabilen Zuständen ein wichtiges Arbeitsgebiet.



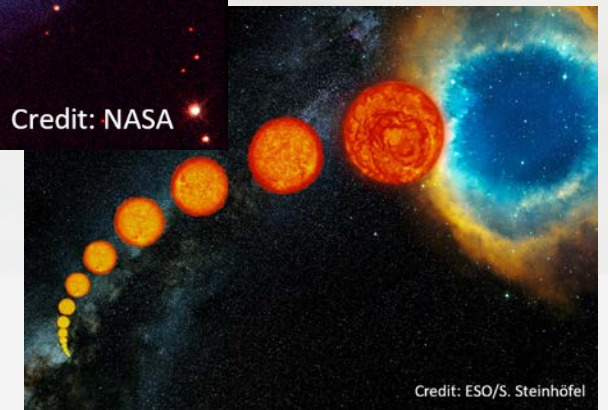
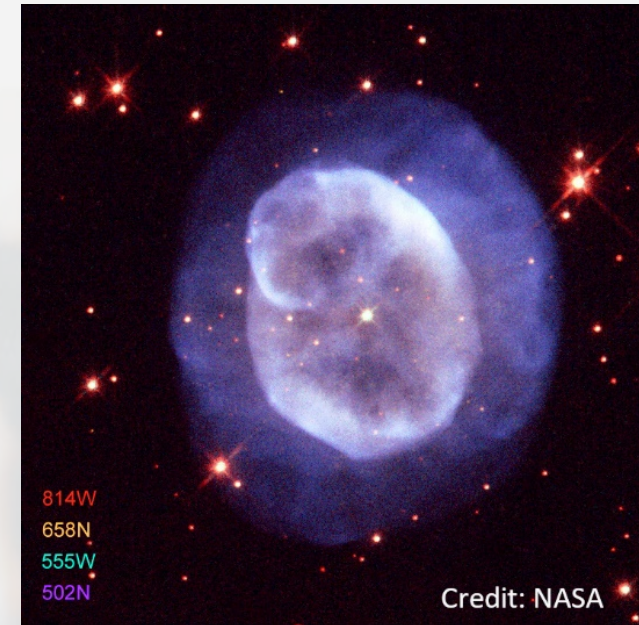
Die Arbeiten dieser Gruppe fokussieren sich auf **späte Stadien der Sternentwicklung.**

Während der Schwerpunkt auf der Betrachtung und physikalischen **Interpretation von Beobachtungen** liegt, ist vor allem bei den dünnen heißen Zirkumstellaren Gasen (z.B. in den Planetarischen Nebeln) auch die **Modellierungen** der komplexen **quantenmechanischen Prozesse** und der **verbotenen Linien** aus den metastabilen Zuständen ein wichtiges Arbeitsgebiet.

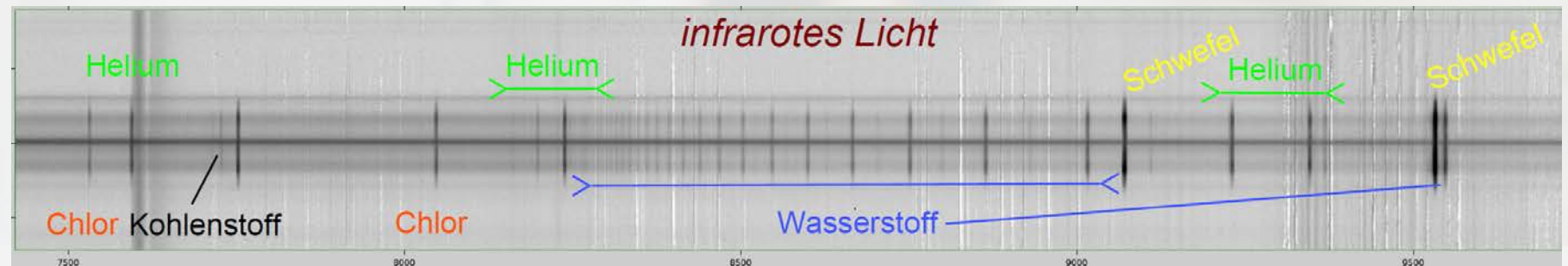
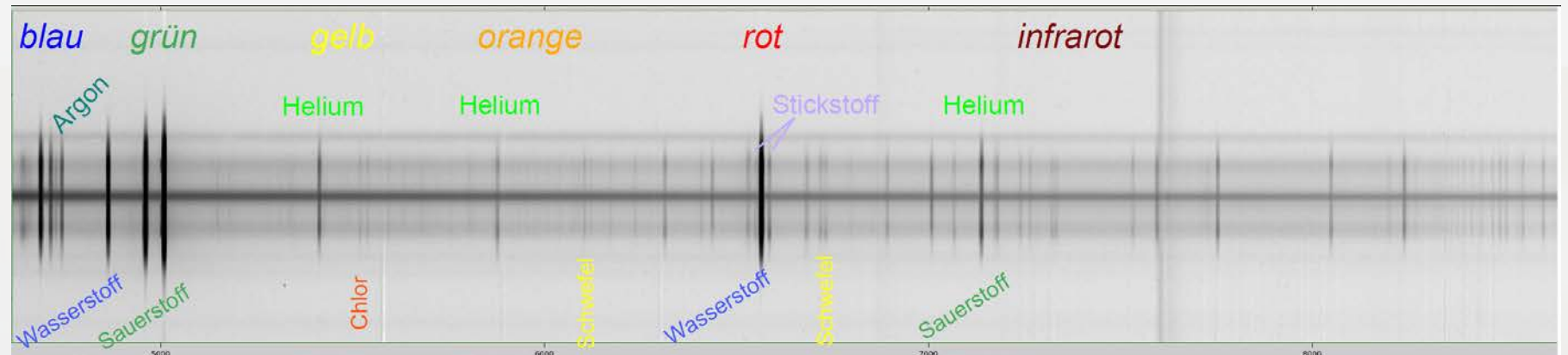
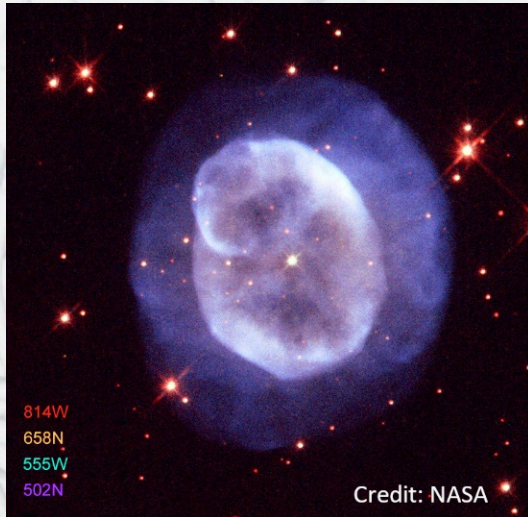


Die Arbeiten dieser Gruppe fokussieren sich auf **späte Stadien der Sternentwicklung.**

Während der Schwerpunkt auf der Betrachtung und physikalischen **Interpretation von Beobachtungen** liegt, ist vor allem bei den dünnen heißen Zirkumstellaren Gasen (z.B. in den Planetarischen Nebeln) auch die **Modellierungen** der komplexen **quantenmechanischen Prozesse** und **der verbotenen Linien** aus den metastabilen Zuständen ein wichtiges Arbeitsgebiet.



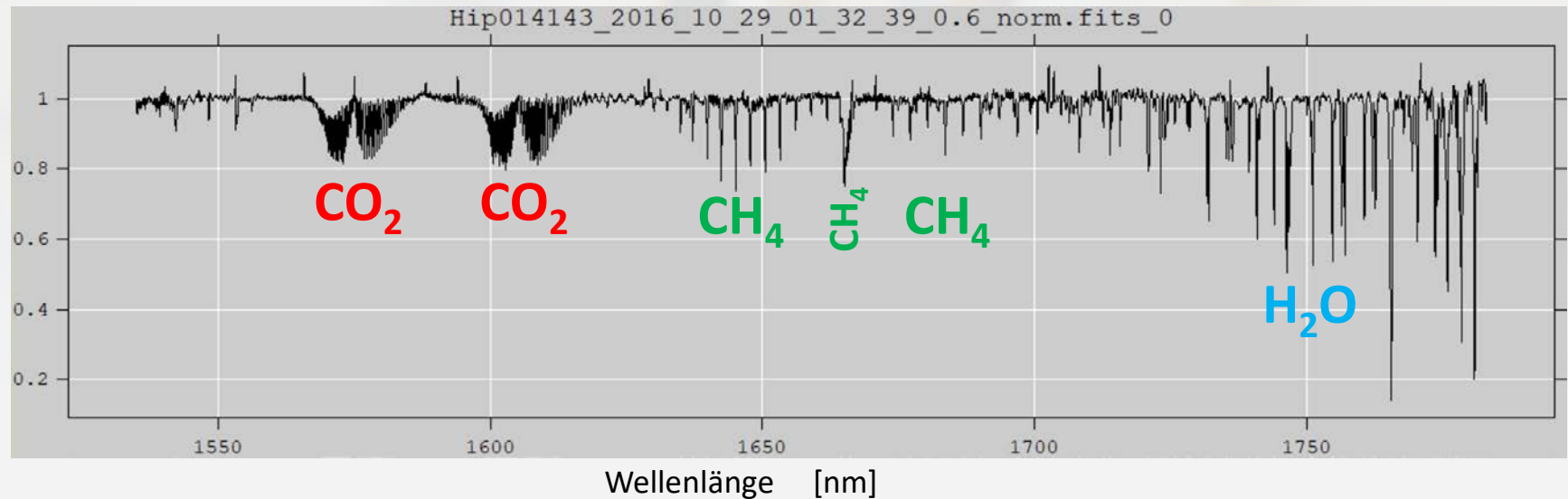
BSc (+ MSc)
Thesis Projekte

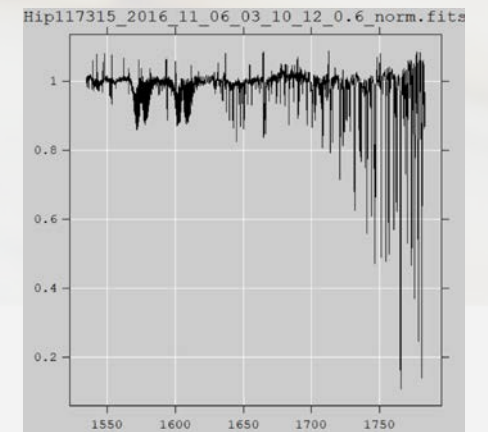
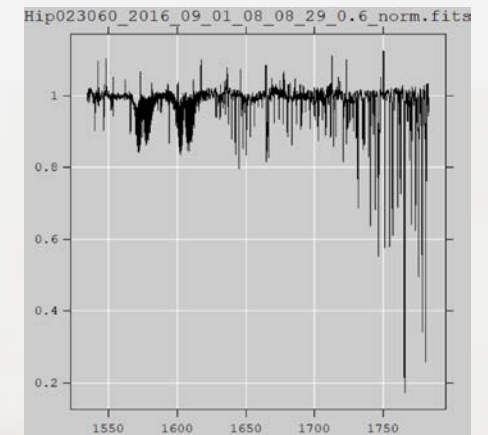
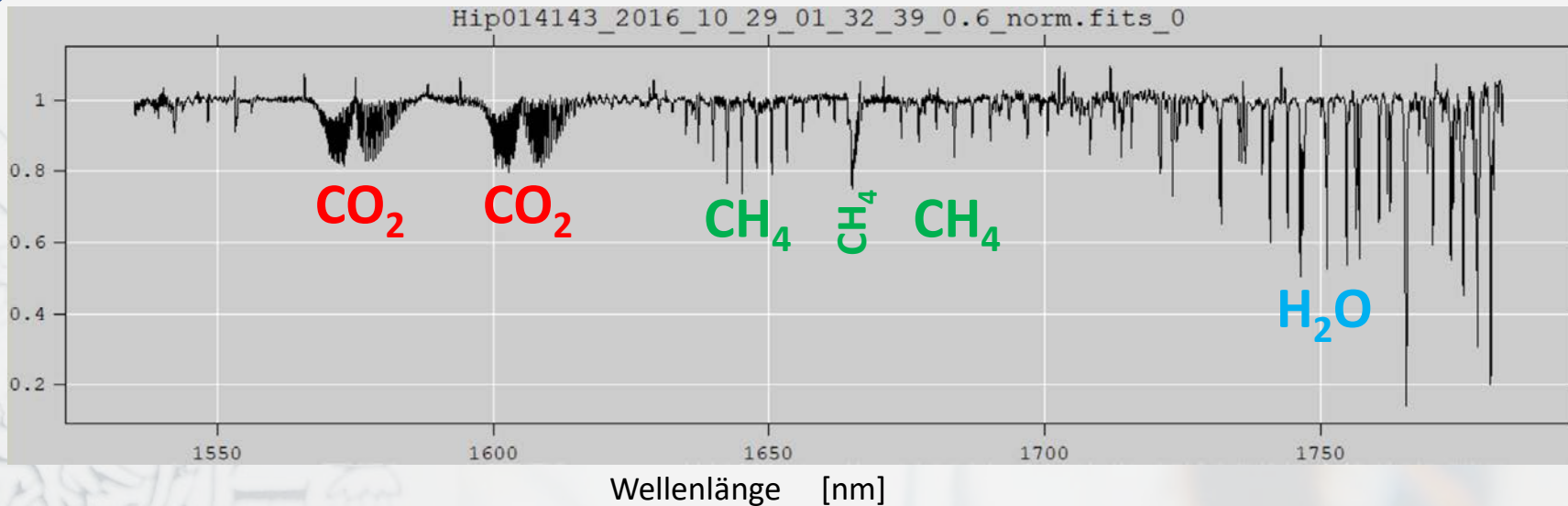


Spektren, gewonnen an von den chilenischen 8m Großteleskopen, dienen zur genaueren Untersuchung der Physik (Temperatur, Dichte, = Quantenmechanik in der Anwendung) wie auch der Chemie solcher Nebel.

Daneben sind auch viele Arbeiten welche die Verbesserung von Beobachtungsdaten betreffen im Arbeitsgebiet. Zu diesem Zweck hat unser team im Auftrag der Europäischen Südsternwarte (**ESO**) Software entwickelt. Die Anwendung (nicht weitere Programmierung) dieser Tools (z.B. **molectfit**) ist Gegenstand von Abschlussarbeiten.

Diese führen stark auch in die Richtung der **Molekülphysik**, der **Atmosphärenforschung** und dem **Klimawandel**, aber auch der Statistik und Datenverarbeitung.





Viele dieser Projekte sind umfangreich. Sie können bei einer BSc Arbeit nur sich mit den die Methoden vertraut machen und diese präsentieren. Die volle Ausarbeitung zu einem großen Ergebnis (Publikation in einer Fachzeitschrift) bedarf der Bearbeitung größerer Datensätze (Statistik) und ist eher dann für eine weiterführende MSc Arbeit gedacht.

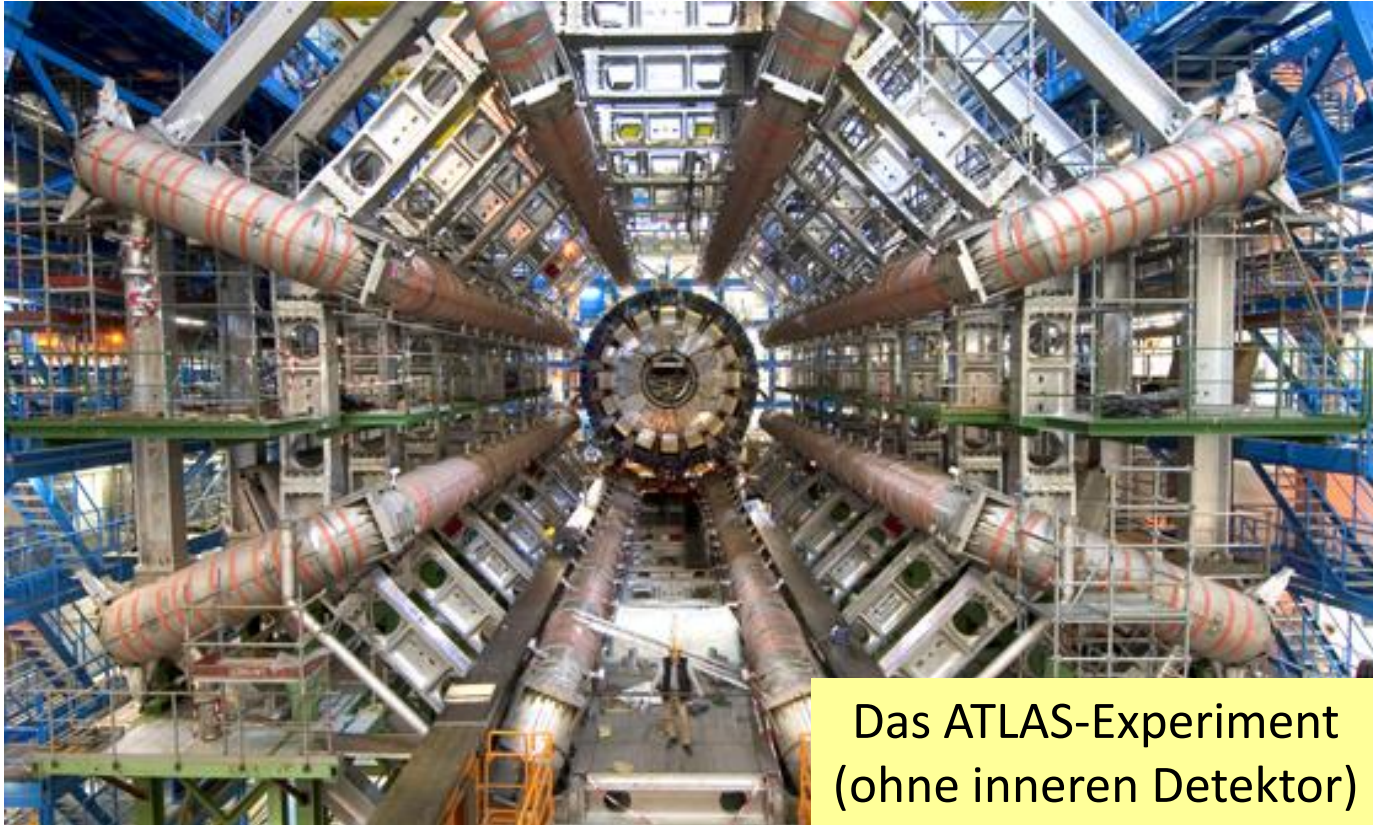
Publikationen (direkt) aus den BSc Arbeiten

(Aufarbeitung erfolgt durch den Betreuer)

- ❖ Manuel Rainer (2019, Innsbruck):
“Refined Telluric Absorption Correction for Low-resolution Ground-based Spectroscopy: Resolution and Radial Velocity Effects in the O₂ A-band for Exoplanets and K I Emission Lines”
The Astronomical Journal, Volume 161, Issue 2, id.66, 9 pp (2021) [DOI:10.3847/1538-3881/abccd5](https://doi.org/10.3847/1538-3881/abccd5)
- ❖ Anmerkung: Herbst 2013 – Herbst 2018 arbeitete ich in Südamerika
Susanne Blex (2016, Bochum[D]/Antofagasta[CL]):
“2MASS J06422218-0226285 - a new Outburst Source”
Information Bulletin on Variable Stars, No. 6240, #1 (2018) [DOI: 10.22444/IBVS.6240](https://doi.org/10.22444/IBVS.6240)
- ❖ Bastian Proxauf (2013, Innsbruck):
“Upgrading electron temperature and electron density diagnostic diagrams of forbidden line emission”
Astronomy & Astrophysics, Volume 561, id.A10, 4 pp. (2014) [DOI: 10.1051/0004-6361/201322581](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201322581)



ATLAS @ Innsbruck



Das ATLAS-Experiment
(ohne inneren Detektor)

Vorstellung Bachelorarbeitsthema - 10.1.2023

Emmerich Kneringer
Institut für Astro- und Teilchenphysik
Universität Innsbruck



Experimentelle Teilchenphysik



Die Innsbrucker Forschungsgruppe für Hochenergiephysik ist Mitglied der ATLAS-Kollaboration am CERN. Sie forscht am ATLAS-Experiment, das u.a. im Jahr 2012 das Higgs-Boson entdeckt hat. Unsere Gruppe betreibt zudem einen Teil des österreichischen Tier-2 Rechenzentrums, das seinerseits in das LHC-Computernetzwerk (WLCG) eingebunden ist.

Unsere Arbeitsgebiete sind die Datenanalyse sowie Softwareentwicklung für den Detektor, wie z.B. Spurrekonstruktion im Inneren Detektor.

Hauptforschungsgebiet ist die sogenannte B-Physik, d.h. Forschungsthemen im Zusammenhang mit dem b-Quark (spezielle Informationen dazu findet man z. B. auf folgender Webseite zu einem FWF-Projekt: [B-Physik mit dem ATLAS-Detektor](#)).

Für Studierende bieten wir Bachelor-, Master- sowie Doktoratsarbeiten an. Doktoranden können sich für ein Stipendium des [österreichischen CERN-Doktorandenprogramms](#) bewerben.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit organisieren wir für SchülerInnen jährlich einen [Workshop für Teilchenphysik](#). Zudem bieten wir für interessierte Gruppen eine Exkursion zum historischen [Victor-Franz-Hess-Labor](#) am Hafelekar an.

siehe
Instituts-
[Homepage](#)

Kontakt

Leitung der Forschungsgruppe

ao. Univ.-Prof. Dr. Emmerich Kneringer

Tel. +43 512 507-52081

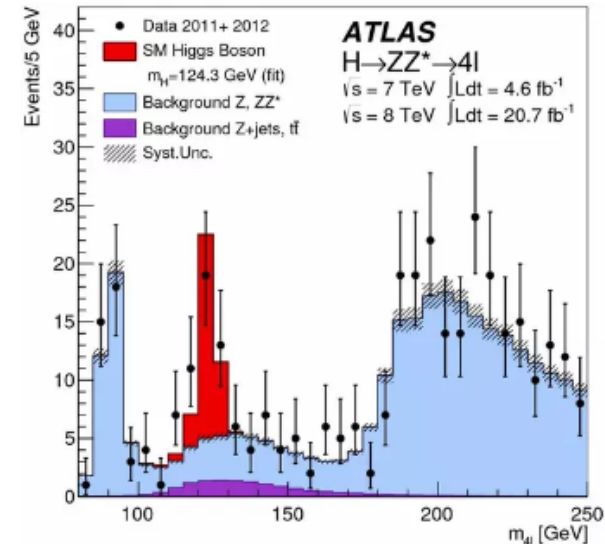
Emmerich.Kneringer@uibk.ac.at

Sekretariat

Claudia Wester

Tel. +43 512 507- 52054

Claudia.Wester@uibk.ac.at



Entdeckung des Higgs-Bosons mit dem ATLAS-Experiment im Jahr 2012 (rote Fläche in der Grafik). Als Folge wurde ein Jahr später der [Nobelpreis für Physik](#) vergeben, und zwar für die Vorhersage dieses Teilchens im Jahr 1964.

ATLAS-Projektleiter

Univ.-Prof. Dr. Dietmar Kuhn

Tel. +43 512 507- 52080

Dietmar.Kuhn@uibk.ac.at



Forschungsgebiete



ATLAS-Kollaboration

Innsbruck-Gruppe

Physics Analysis (PA) Groups

Heavy Ions

B Physics & Light States

Standard Model

Top

Higgs

Supersymmetry

Exotics

Physics Modelling

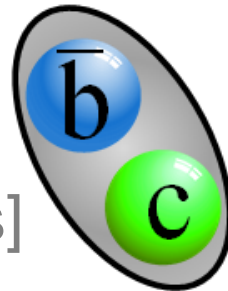
Upgrade Physics

← Bachelorarbeit

● B-Physik

[= Physik des b-Quarks]

- CP-Verletzung
- Mesonlebensdauern



Grid-Computing (Service)

Future Circular Collider (Studie)



Vorschlag Bachelorarbeit

Messungen der Zerfallsbreite des Higgs-Teilchens

Betreuer: Emmerich Kneringer

Beschreibung der Arbeit

Die Arbeit besteht aus folgenden Teilen:

1. Theorie des Higgs-Teilchens (Symmetriebrechung, Erzeugung und Zerfall)
Literatur: z.B. [Kapitel 12](#) im [Povh-Rith-Scholz](#)
2. Experimentelle Bestimmung von Zerfallsbreiten mittels [ATLAS open data](#)
3. Interpretation und Diskussion der Analyseergebnisse
4. Diskussion einer [Messung](#) der natürlichen Zerfallsbreite des Higgs-Teilchens

Für Visualisierungen wird ein event-display-Programm verwendet.

[Das Bild](#) auf der folgenden Seite zeigt einen Higgs-Zerfall im ATLAS-Detektor.

Für Berechnungen wird Python verwendet ([Spyder](#)),
daher Voraussetzung: grundlegende Kenntnisse der Python-
Programmiersprache (oder die Bereitschaft, diese zu lernen).

Wie ein Higgs Boson im ATLAS Detektor aussehen kann

Simuliertes Ereignis

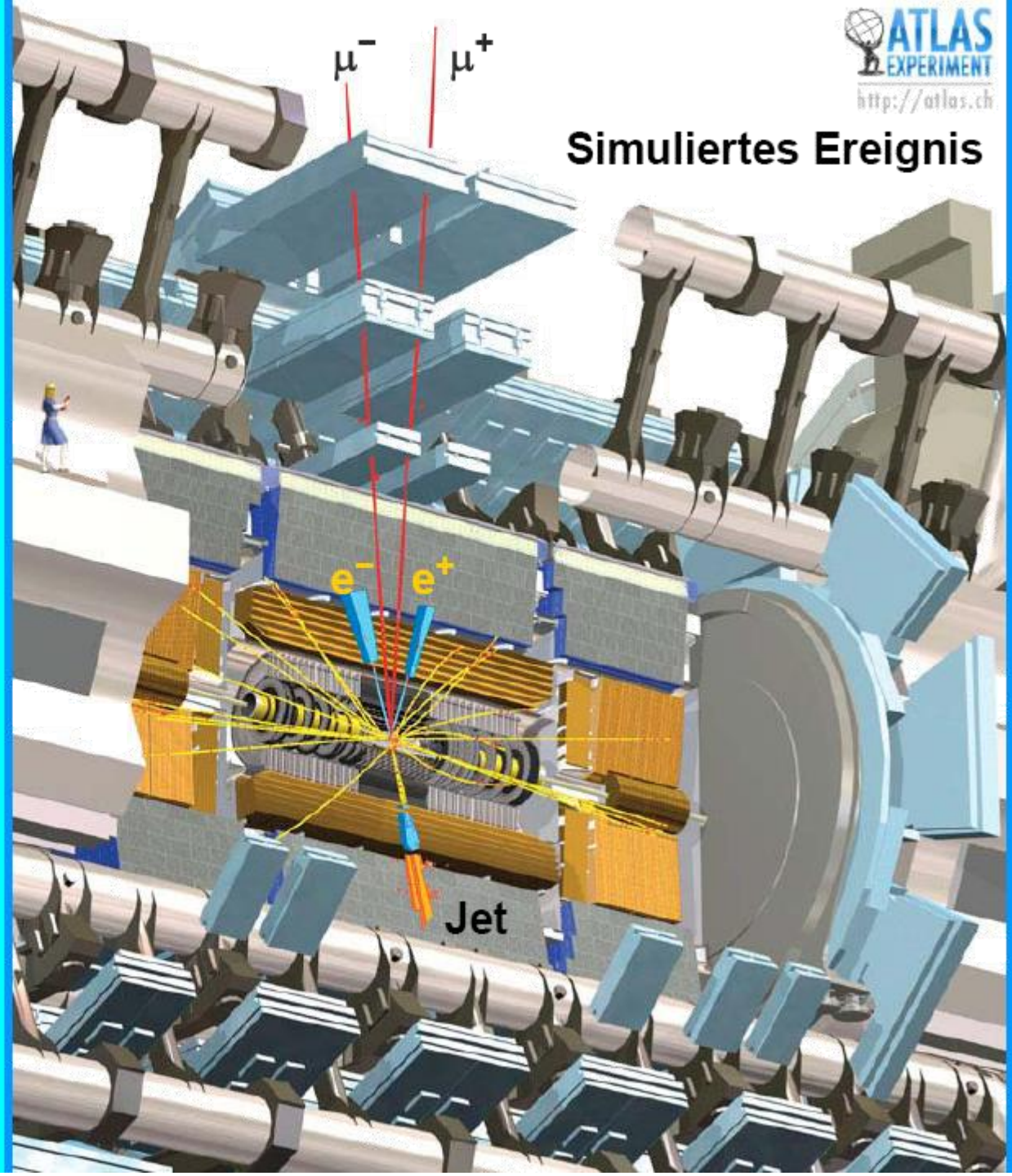
In dieser Kollision wurde ein Jet von Teilchen erzeugt, der nach unten fliegt, das Higgs Teilchen wurde mit einem Impuls nach oben produziert, aber es zerfällt praktisch instantan in folgender Weise:

$$H \rightarrow Z + Z$$

mit

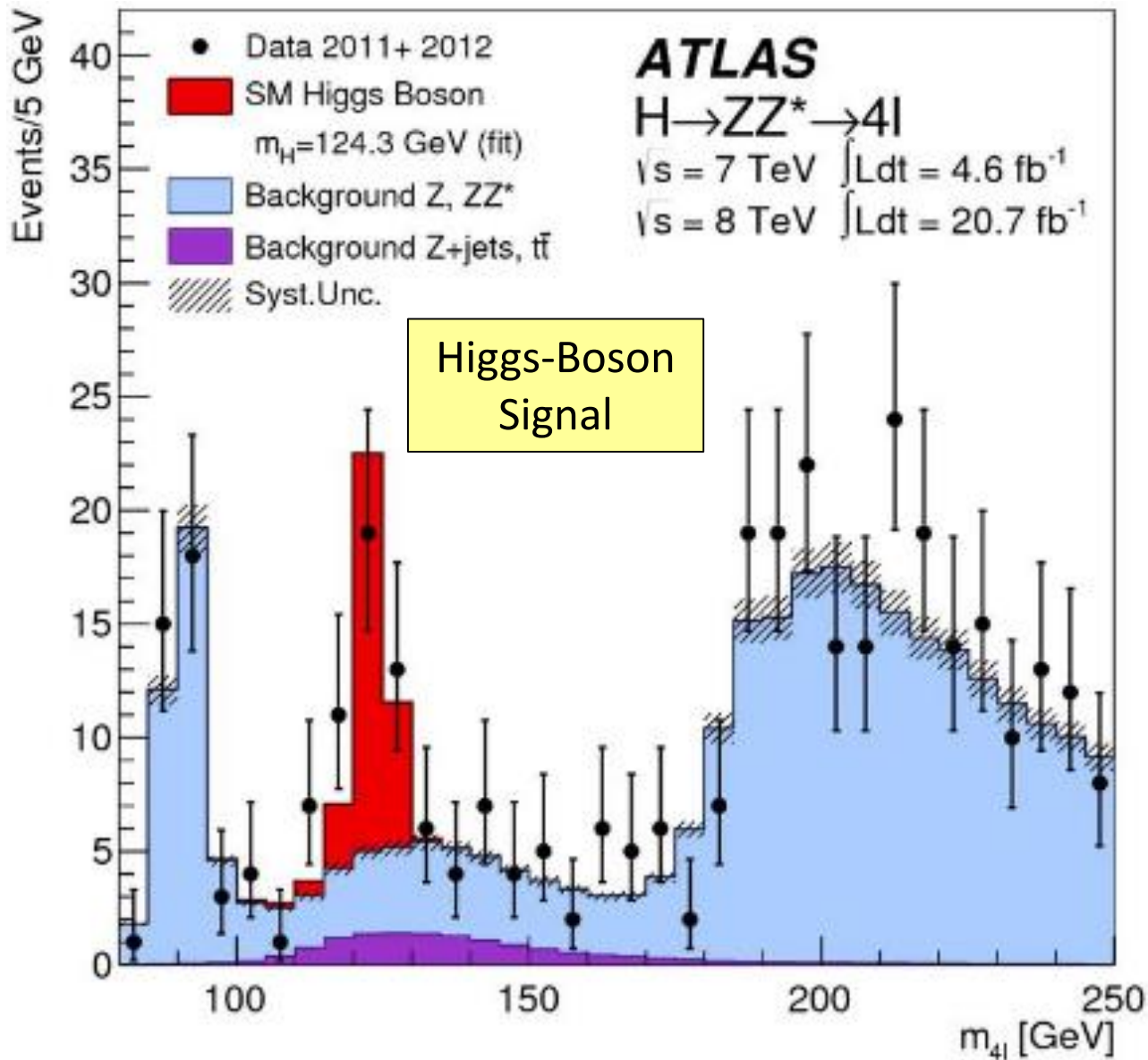
$$Z \rightarrow e^- + e^+$$

$$Z \rightarrow \mu^- + \mu^+$$



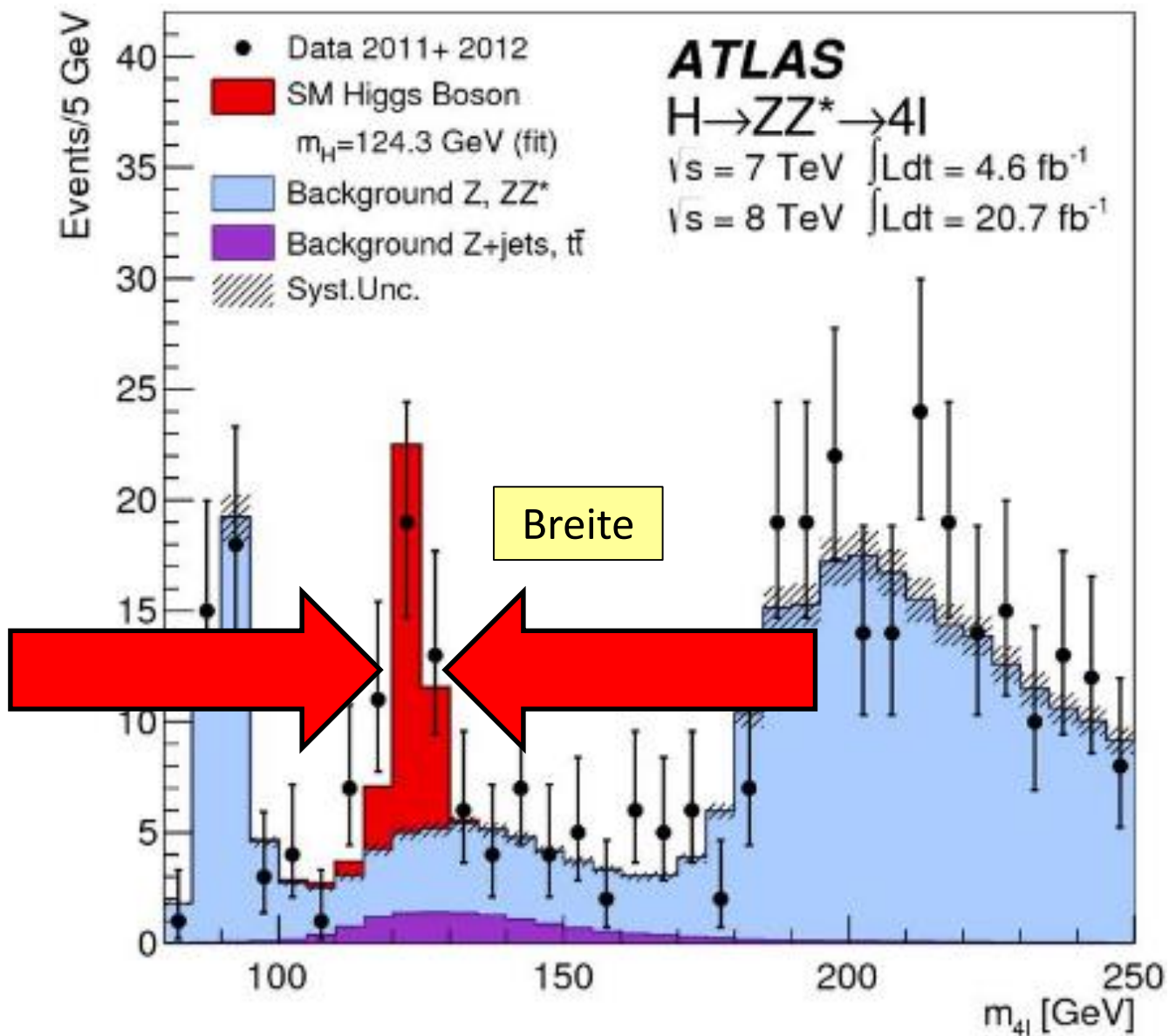


Apropos Zerfallsbreite





Apropos Zerfallsbreite





Apropos Zerfallsbreite

