

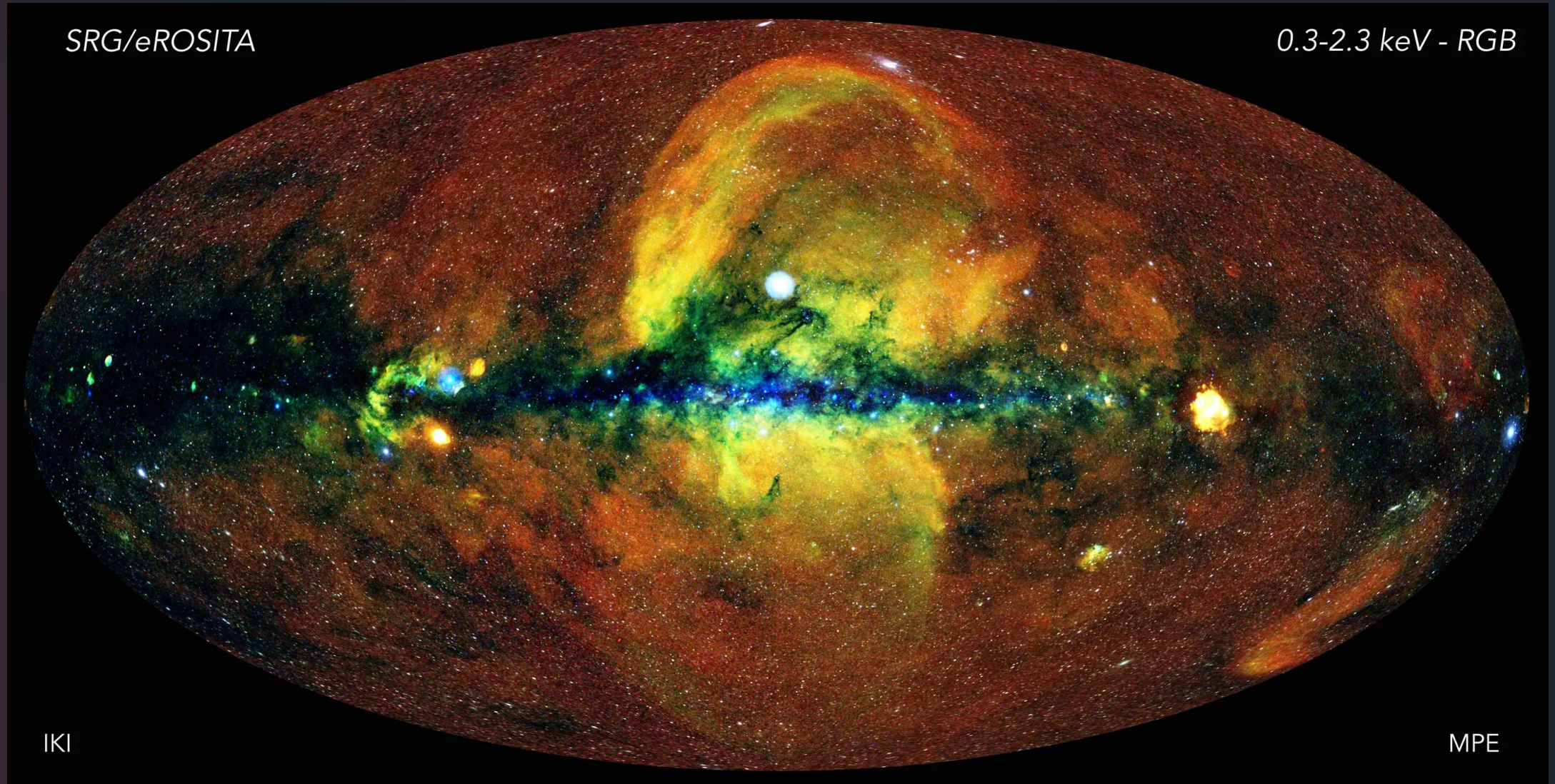
Etwas Radioastronomie (und etwas mehr)

Philipp Lindenau, Martin Schwinzerl

12. -13.06.2026 | Kühlhaus Görlitz

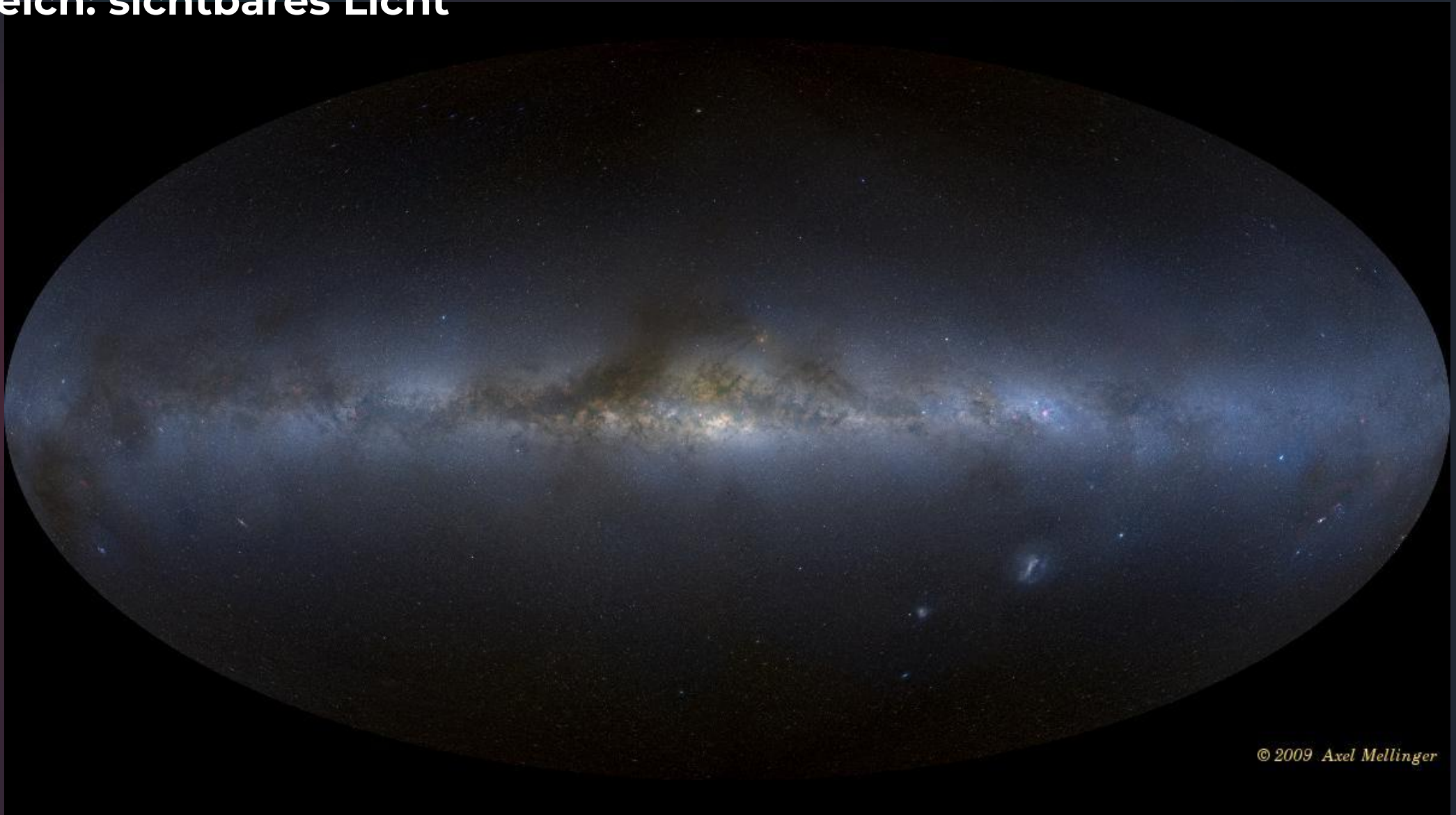
Warm-up: get up!

Erosita Allsky: Röntgenstrahlung



Credit: Jeremy Sanders, Hermann Brunner and the eSASS team (MPE); Eugene Churazov, Marat Gilfanov (on behalf of IKI)

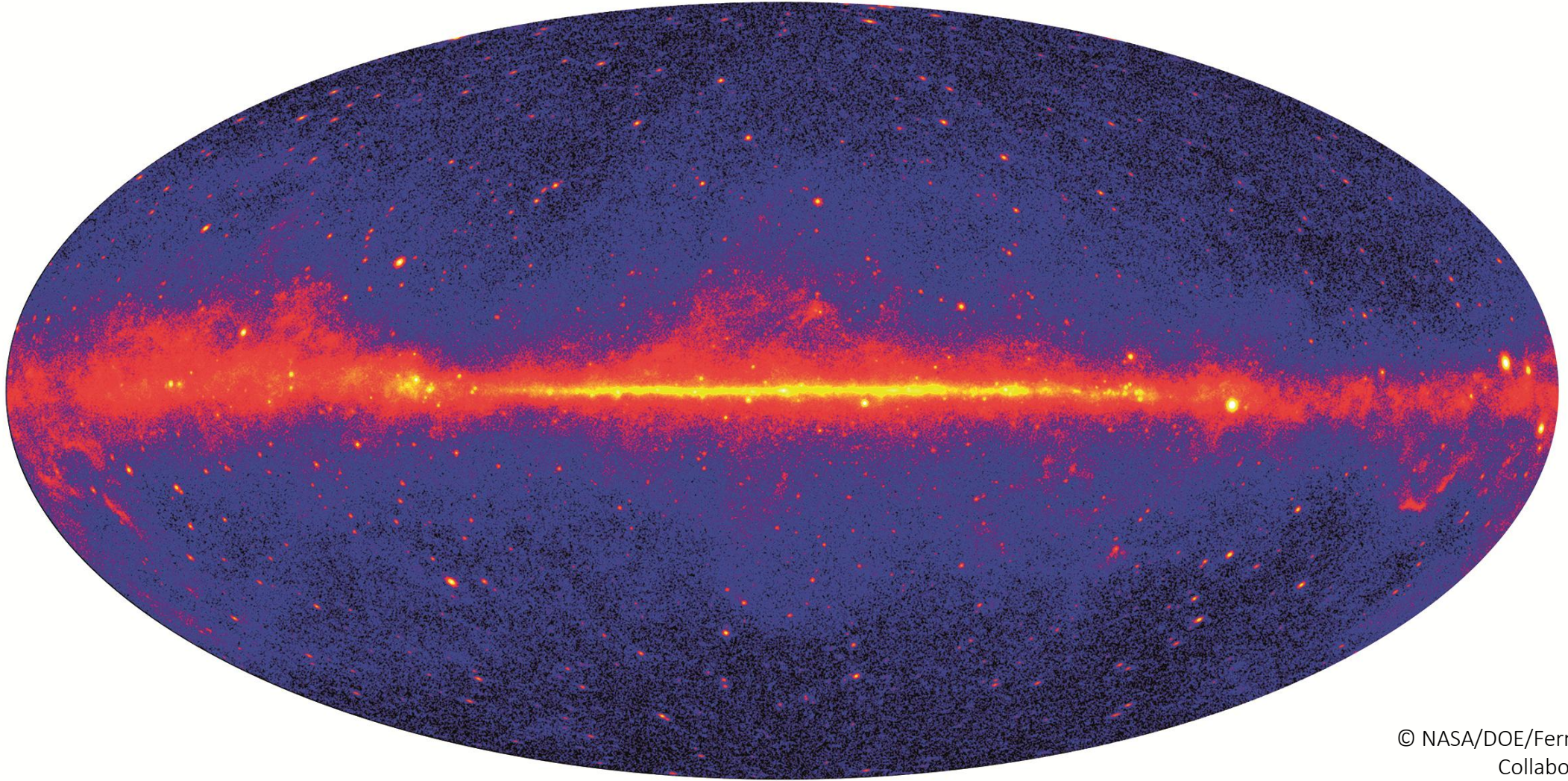
Vergleich: sichtbares Licht



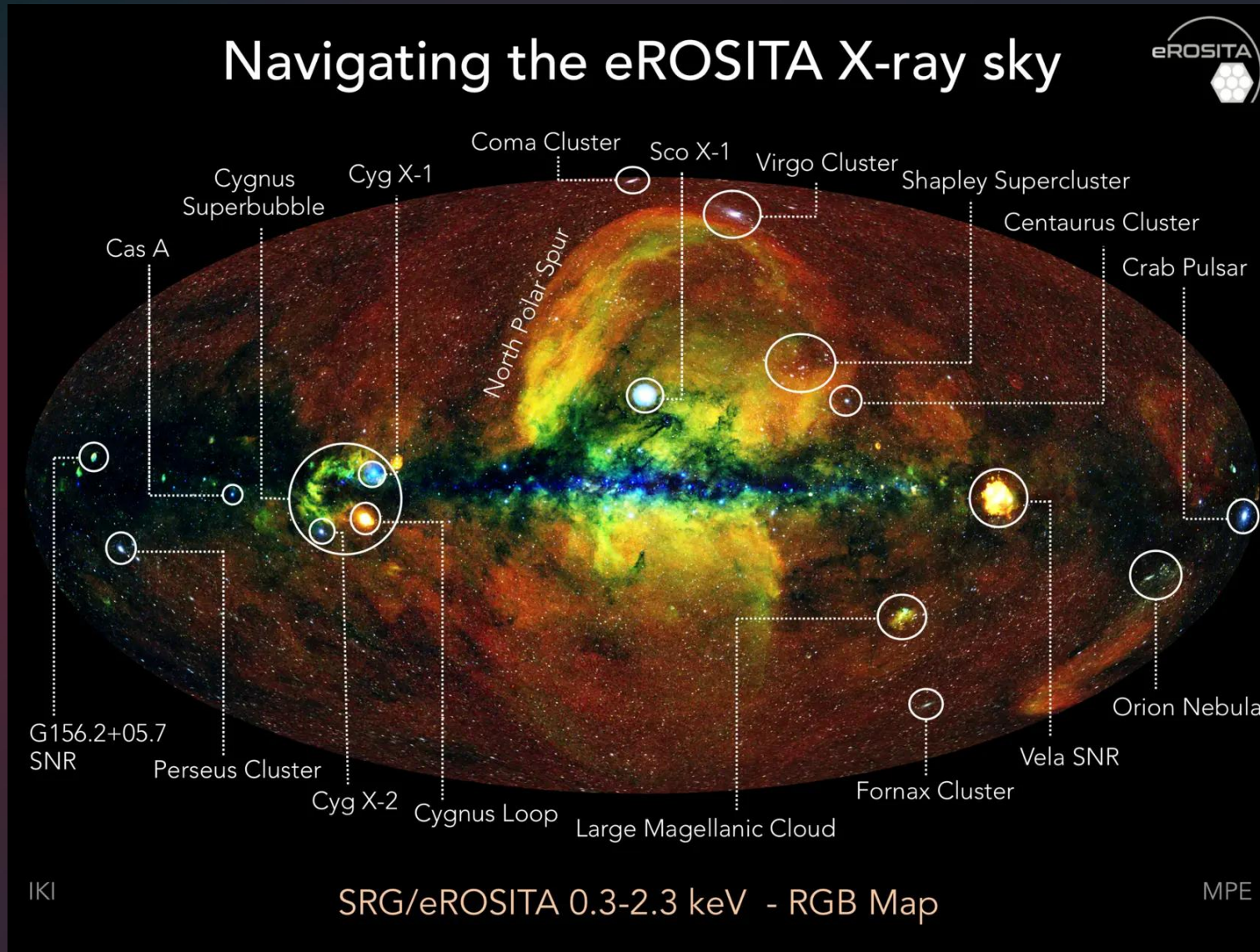
© 2009 Axel Mellinger

Vergleich: Gammastrahlung

5



© NASA/DOE/Fermi LAT
Collaboration



Credit: Jeremy Sanders, Hermann Brunner, Andrea Merloni and the eSASS team (MPE); Eugene Churazov, Marat Gilfanov (on behalf of IKI)

Pillars of Creation

Hubble Space Telescope, visible light

/7



Credit: ESA/Hubble and the Hubble Heritage Team

Pillars of Creation

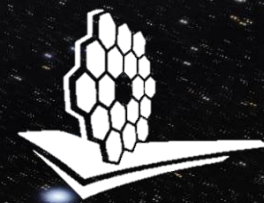
James Webb Space Telescope

near-infrared



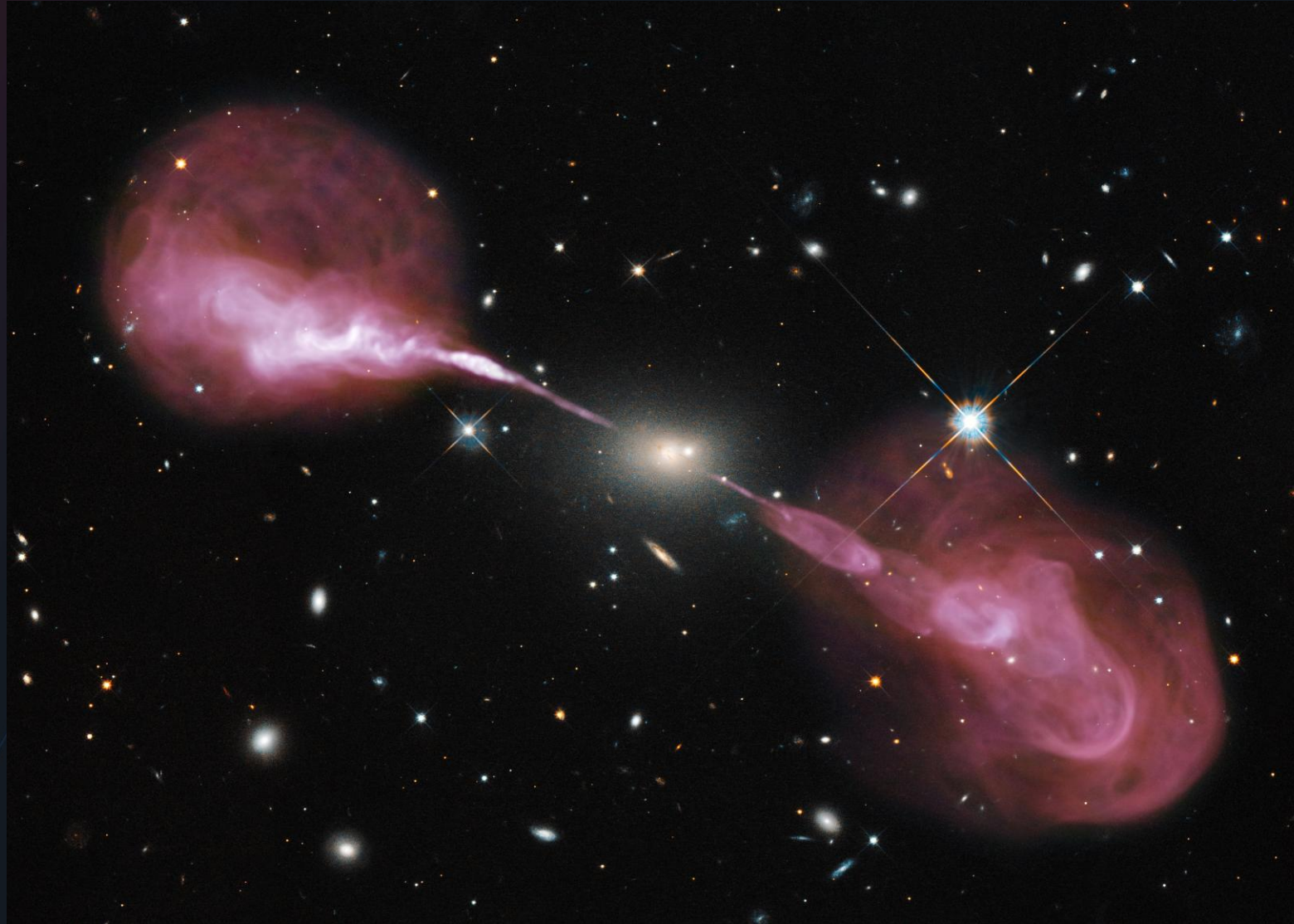
Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, J. DePasquale, A. Koekemoer, A. Pagan (STScI)

Philipp Lindenau, Martin Schwinzer | Regionale Vernetzung und Wissenschaftskommunikation | Görlitz | 12.06.2026



Galaxie Hercules A mit Radio Jets

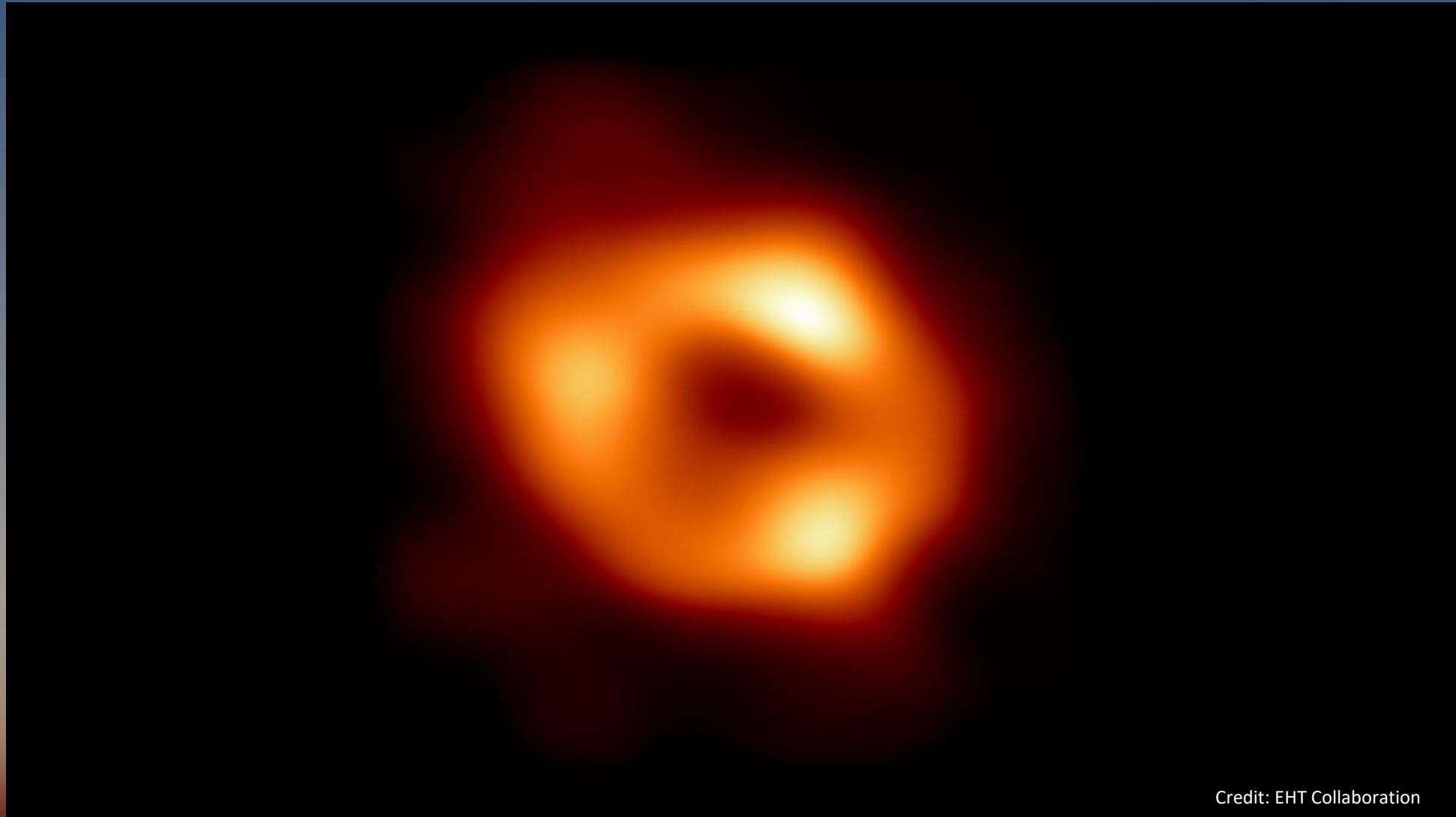
Hubble und VLA Daten



Credit: [NASA](#), [ESA](#), S. Baum and C. O'Dea (RIT), R. Perley and W. Cotton (NRAO/AUI/NSF), and the [Hubble Heritage Team \(STScI/AURA\)](#)

Event Horizon Telescope: Erstes Bild „von“ Sagittarius A*

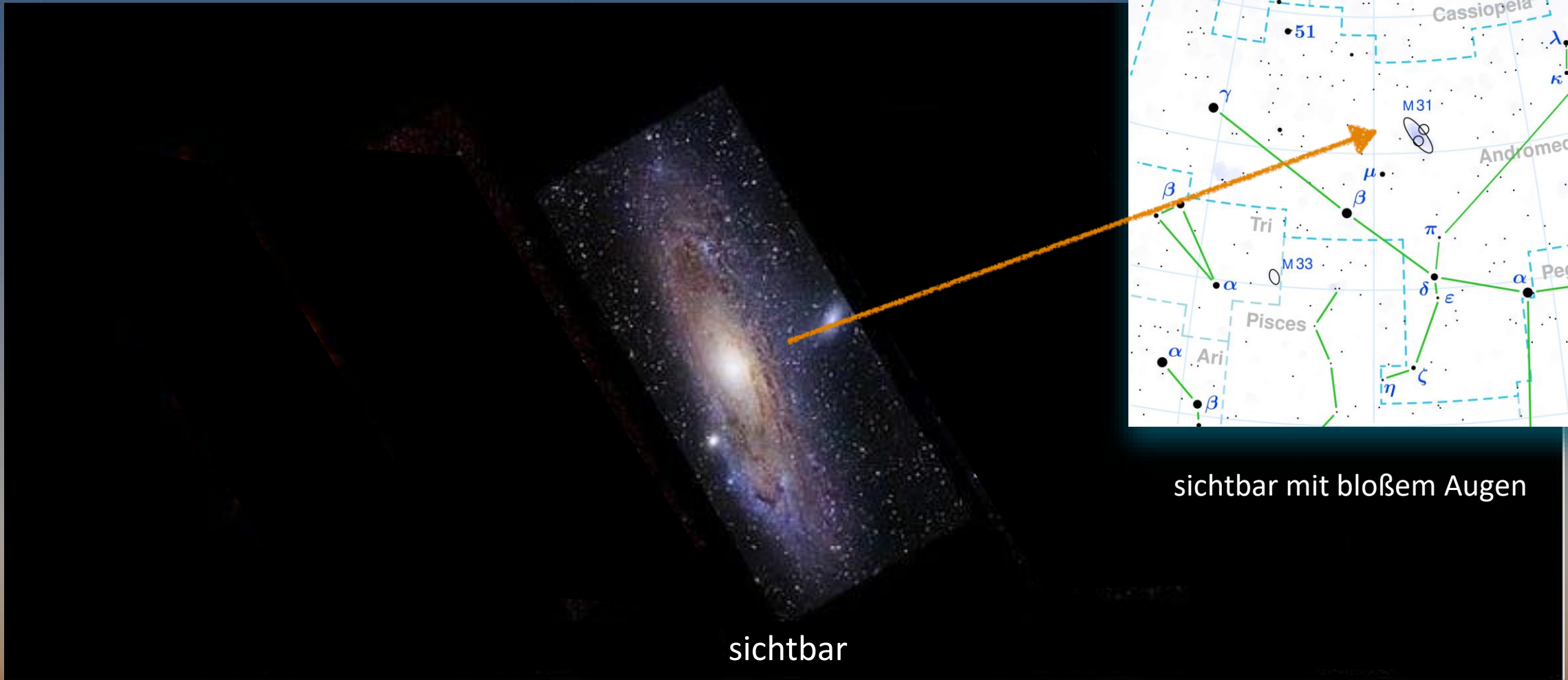
Radiostrahlung



Credit: EHT Collaboration

Ein Objekt – verschiedene Sichtweisen

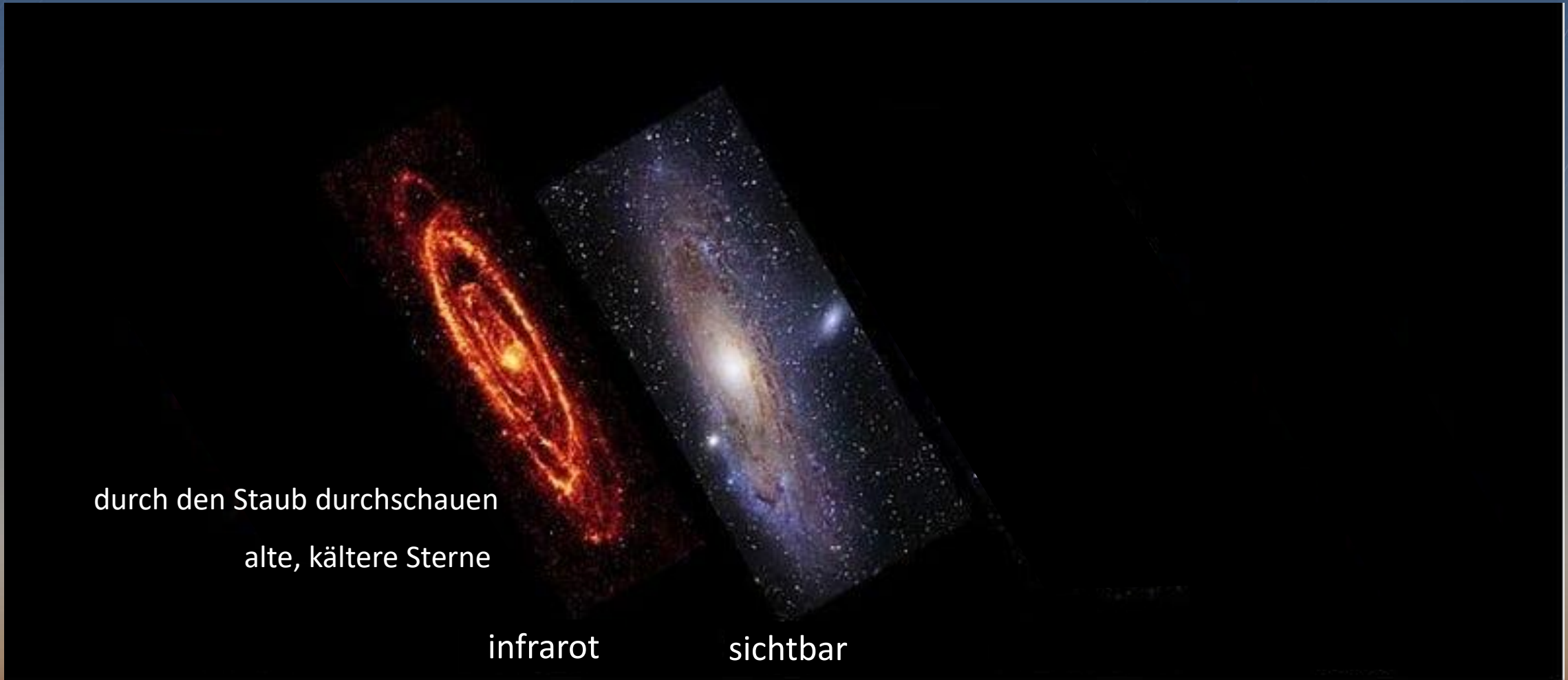
M31 - Andromeda - 2.5 Mly



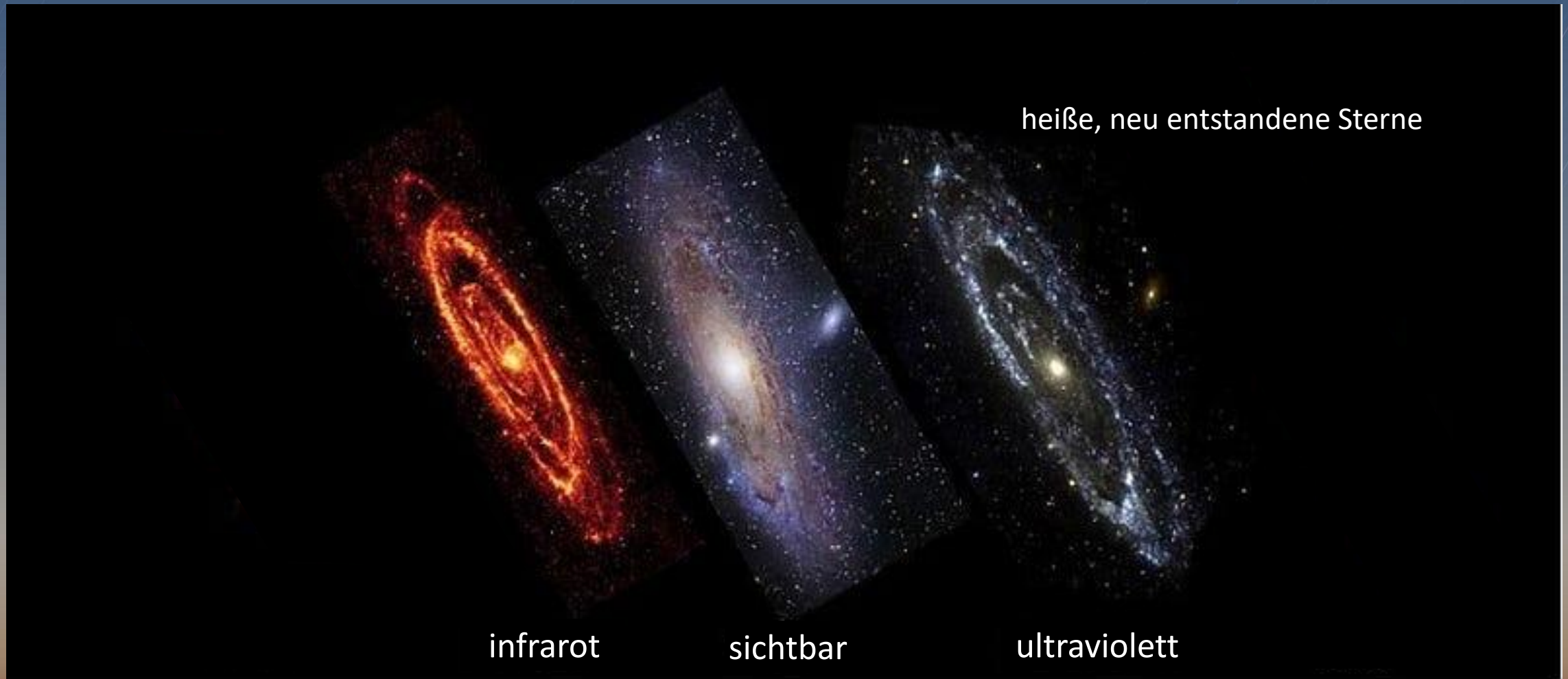
sichtbar

sichtbar mit bloßem Augen

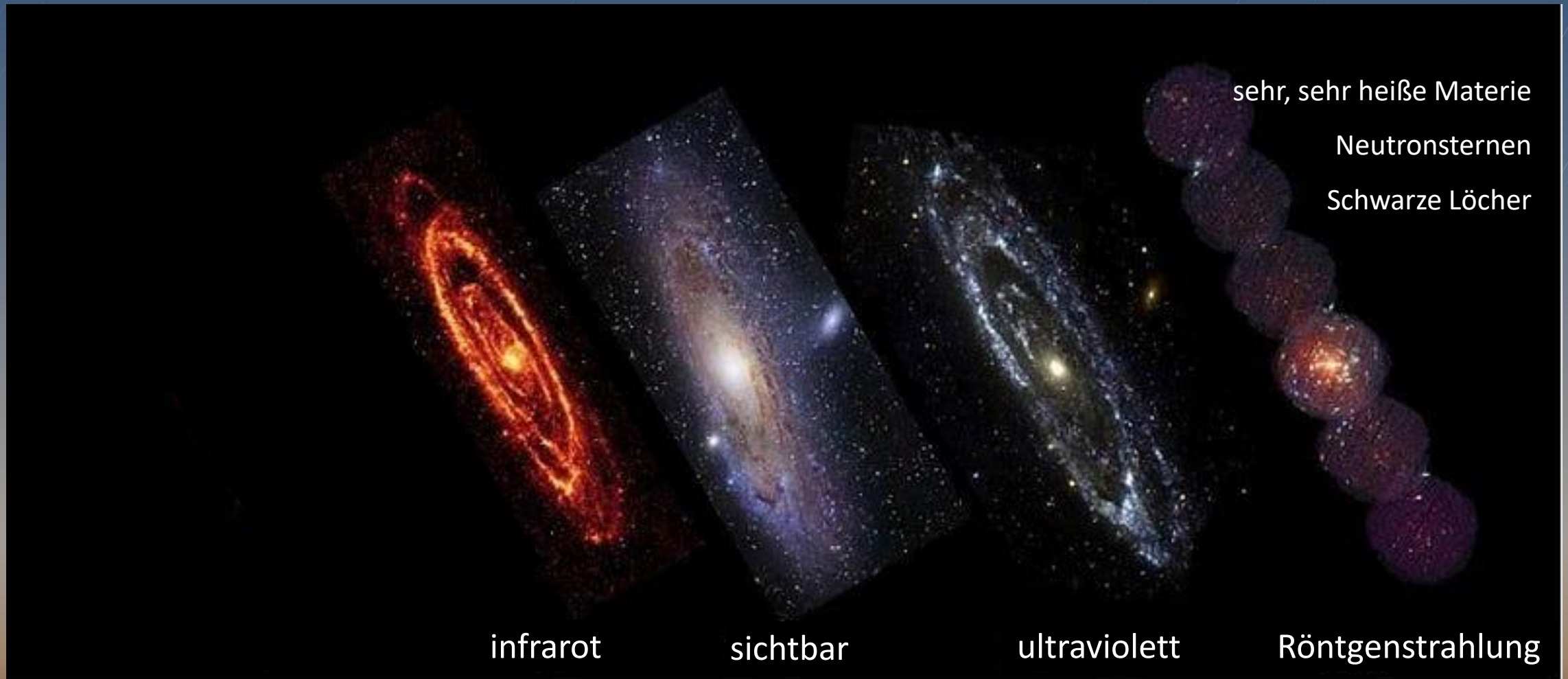
M31 - Andromeda - 2.5 Mly



M31 - Andromeda - 2.5 Mly



M31 - Andromeda - 2.5 Mly



M31 - Andromeda - 2.5 Mly

Wasserstoff

Entstehung der Sterne



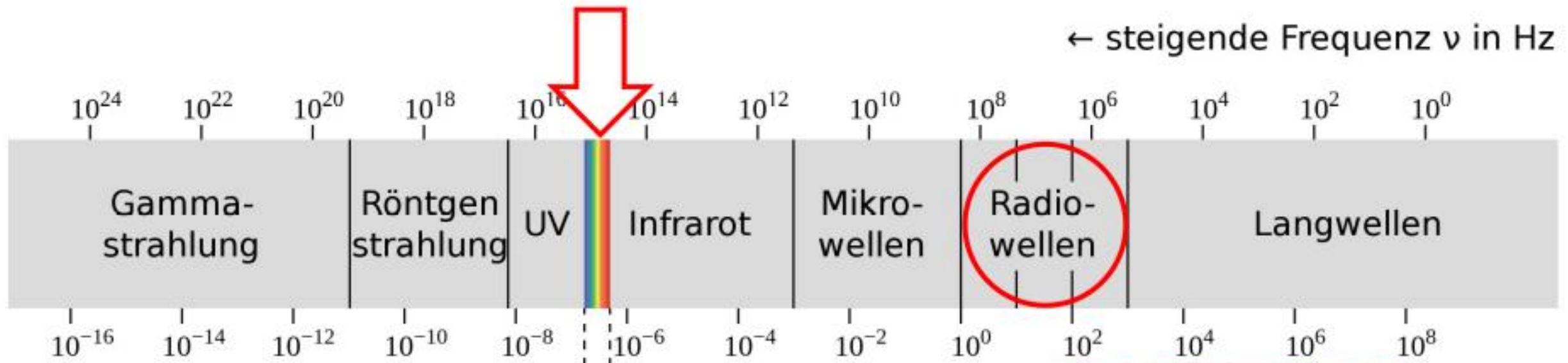
Radiostrahlung

infrarot

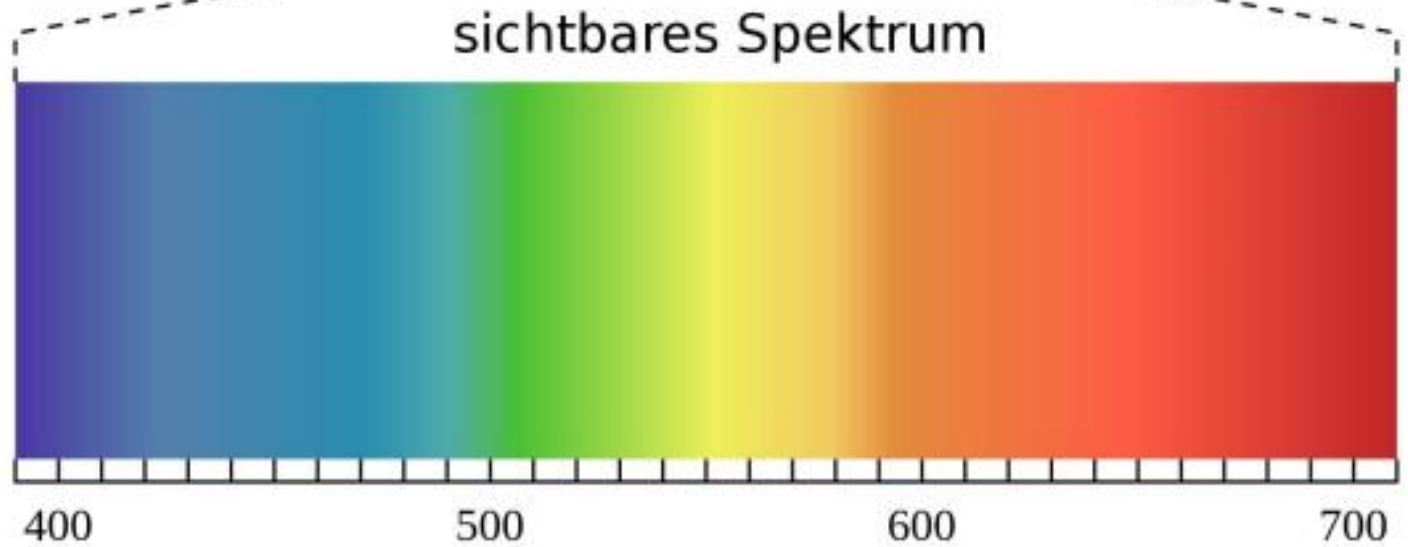
sichtbar

ultraviolett

Röntgenstrahlung



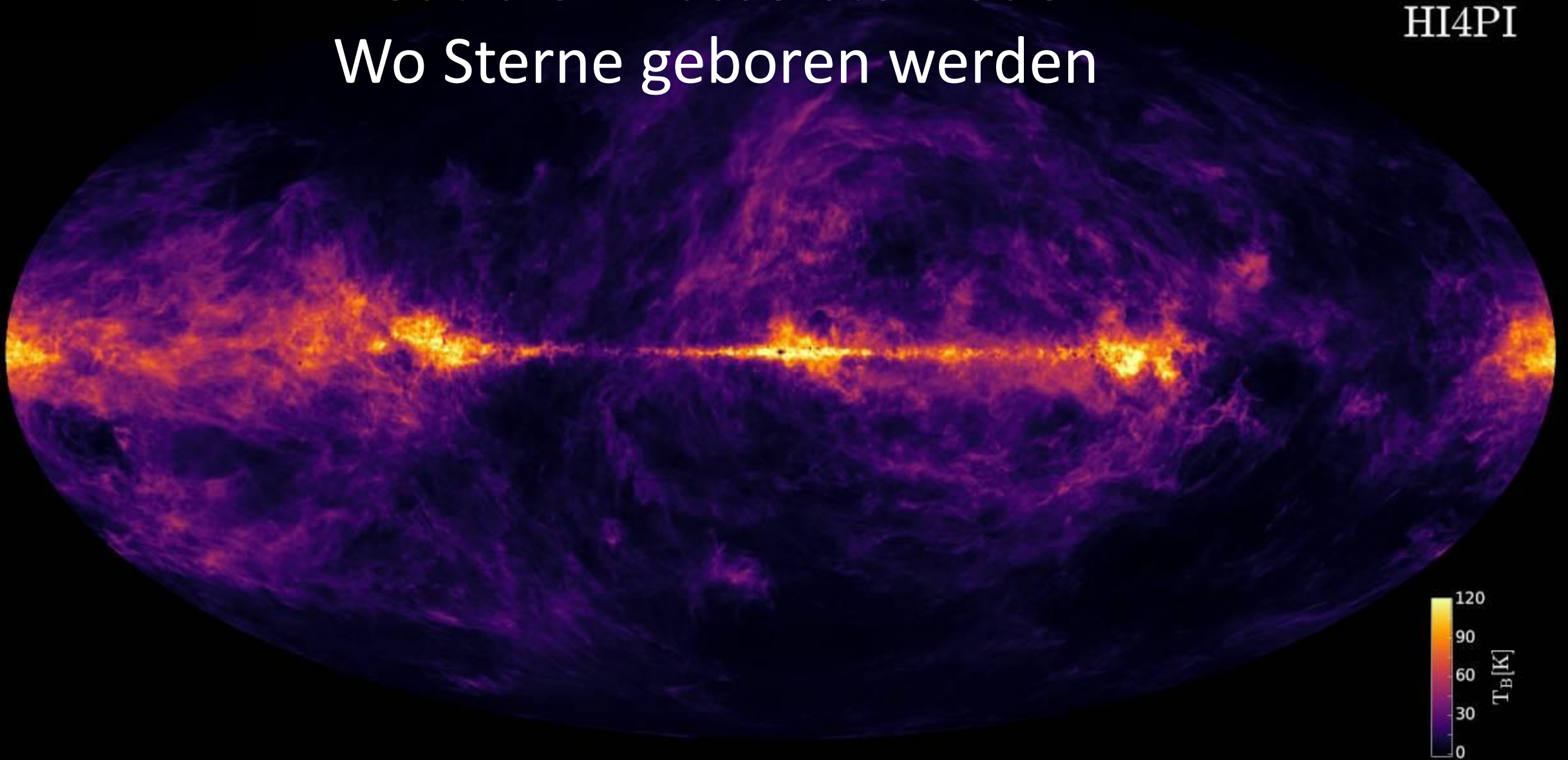
→ steigende Wellenlänge λ in m



→ steigende Wellenlänge λ in nm

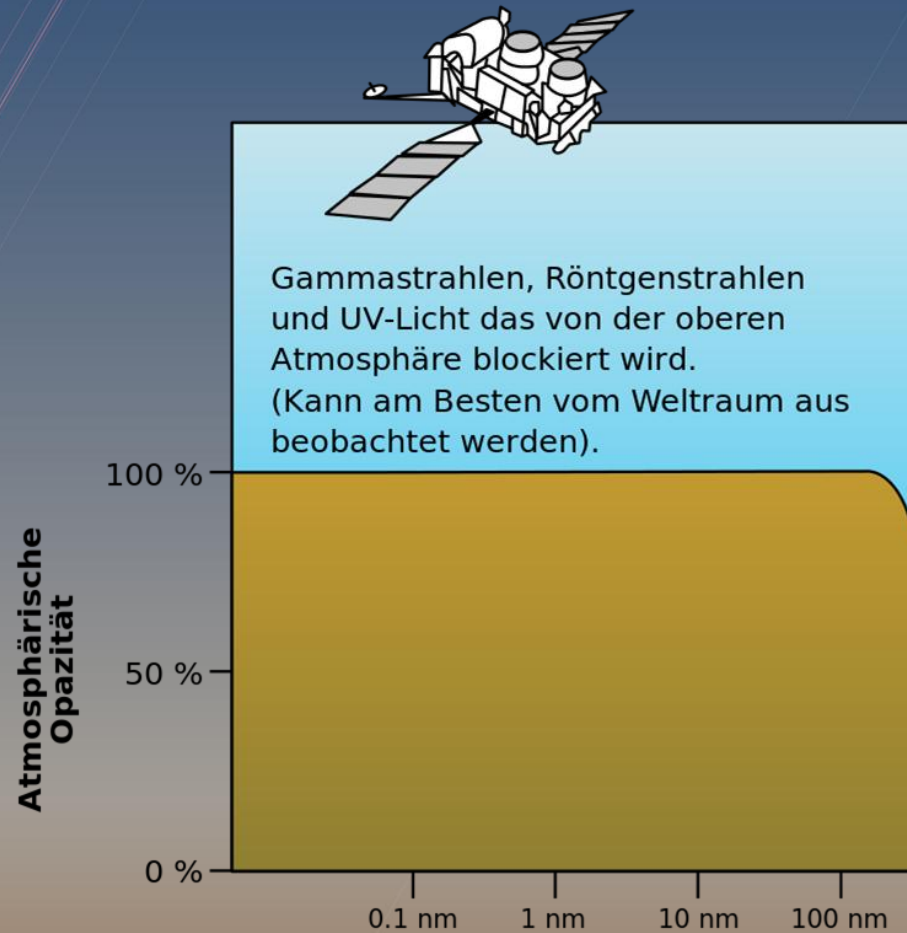
Neutraler Wasserstoff oder: Wo Sterne geboren werden

HI4PI



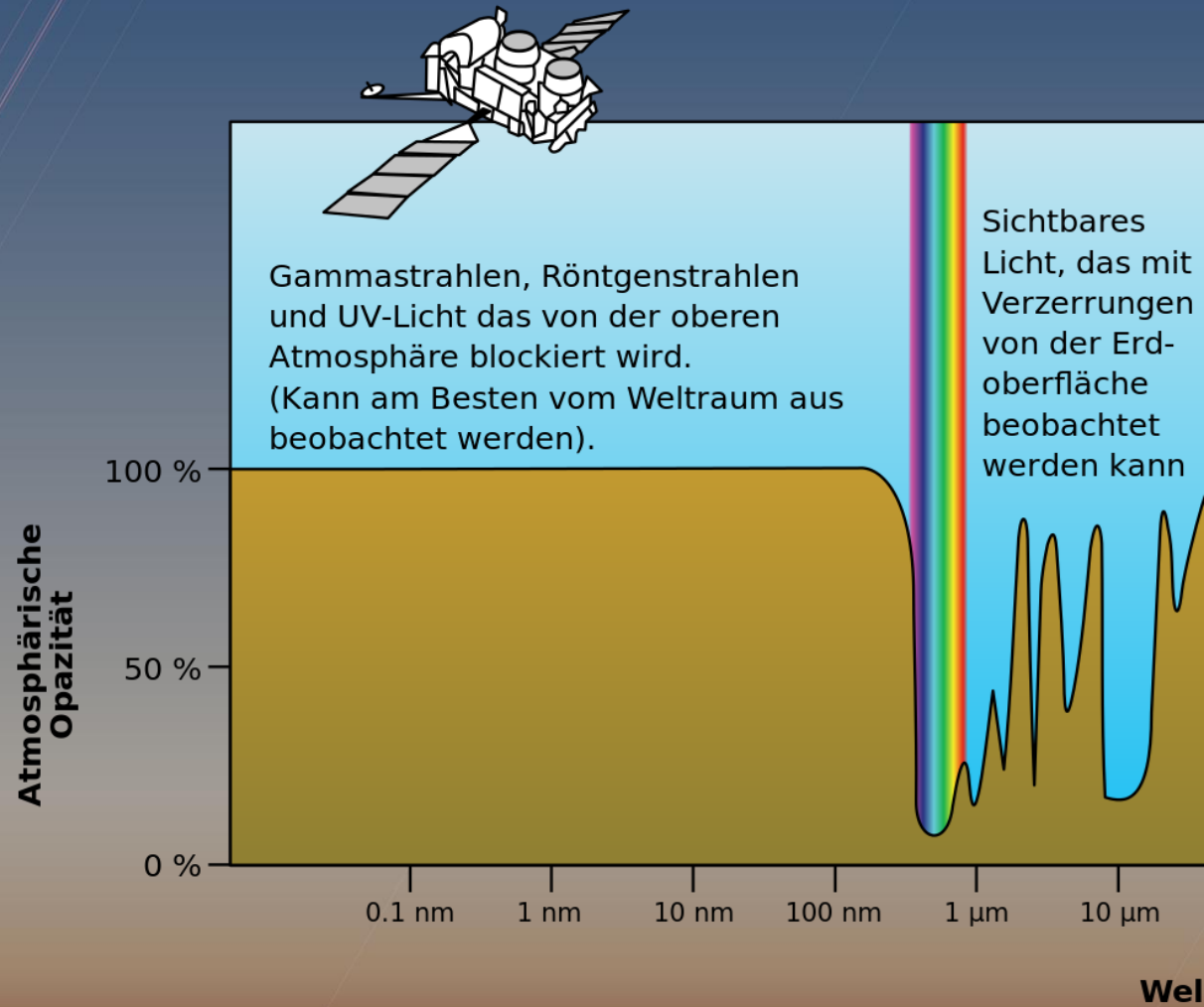
Warum ausgerechnet Radioastronomie?

Das atmosphärische Fenster



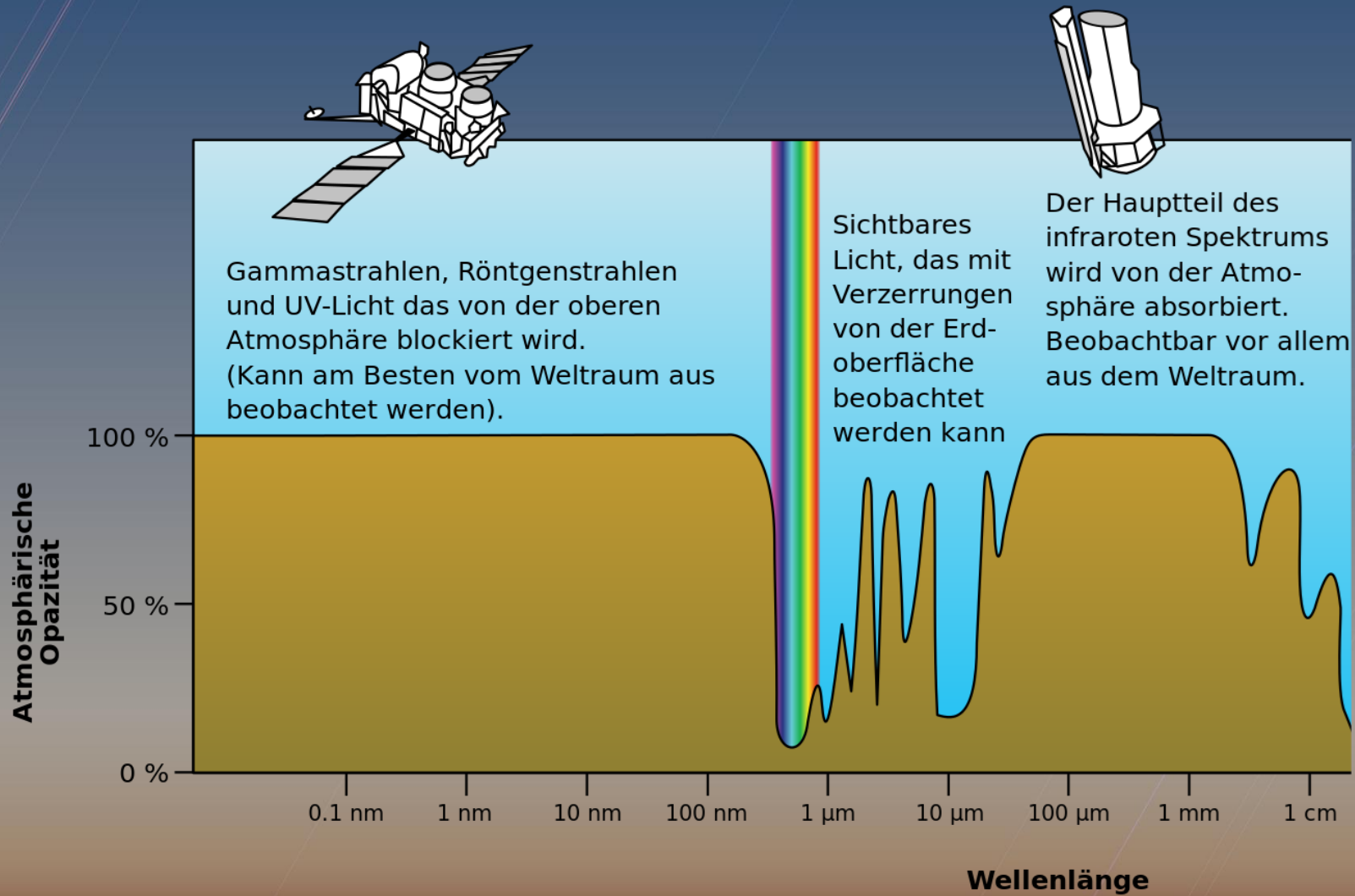
https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosph%C3%A4risches_Fenster#/media/Datei:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg

Das atmosphärische Fenster



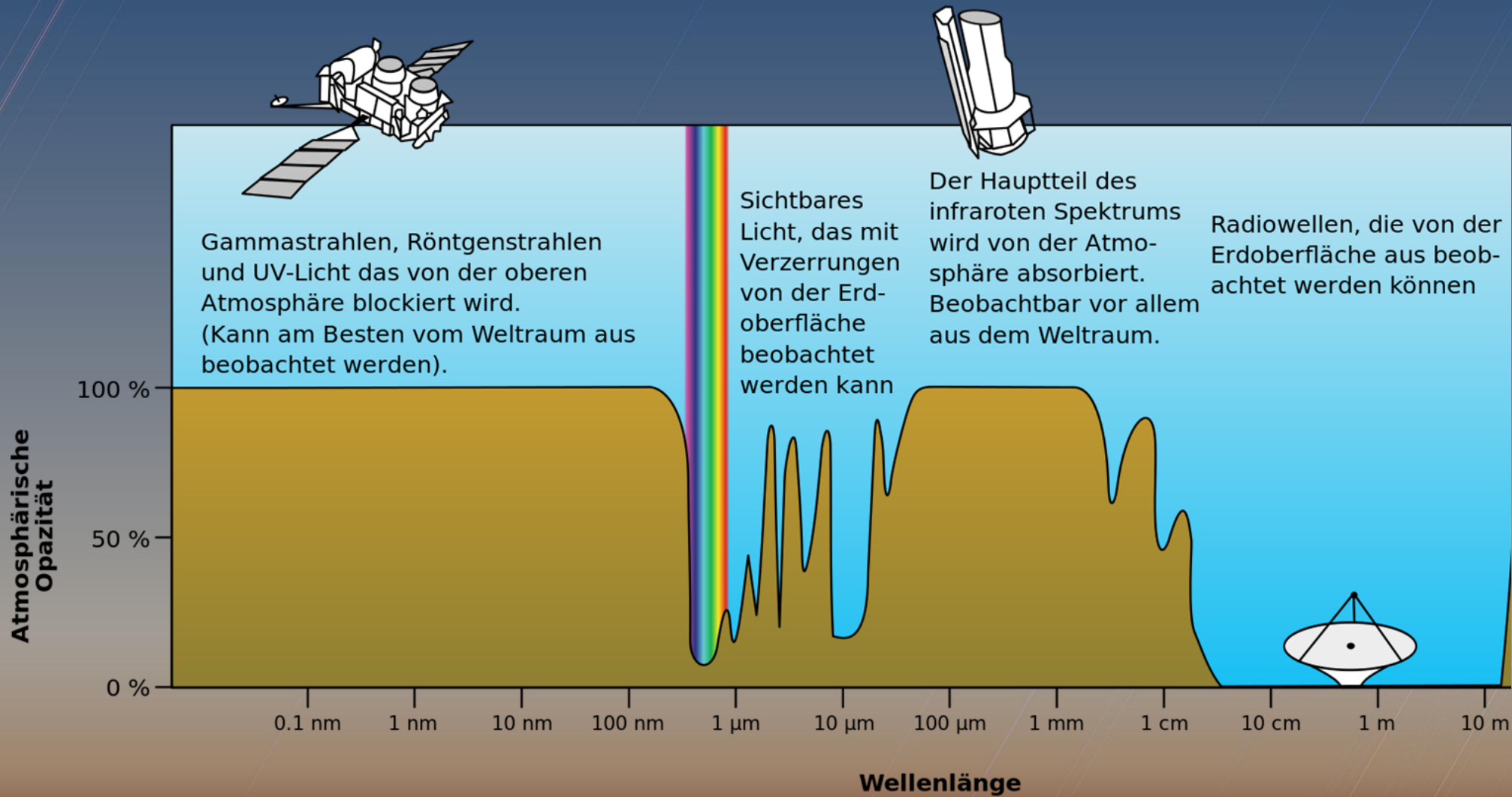
https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosph%C3%A4risches_Fenster#/media/Datei:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg

Das atmosphärische Fenster



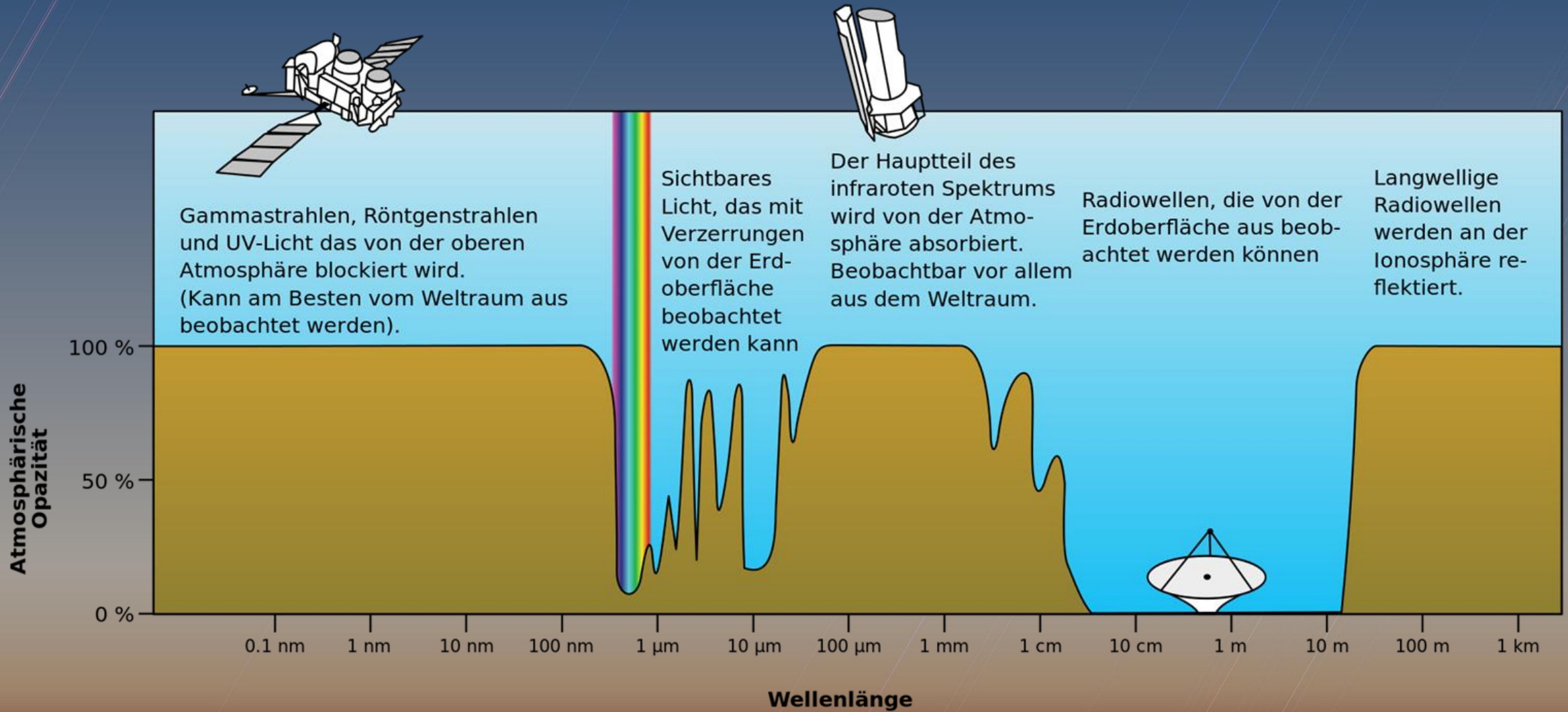
https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosph%C3%A4risches_Fenster#/media/Datei:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg

Das atmosphärische Fenster



https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosph%C3%A4risches_Fenster#/media/Datei:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg

Das atmosphärische Fenster

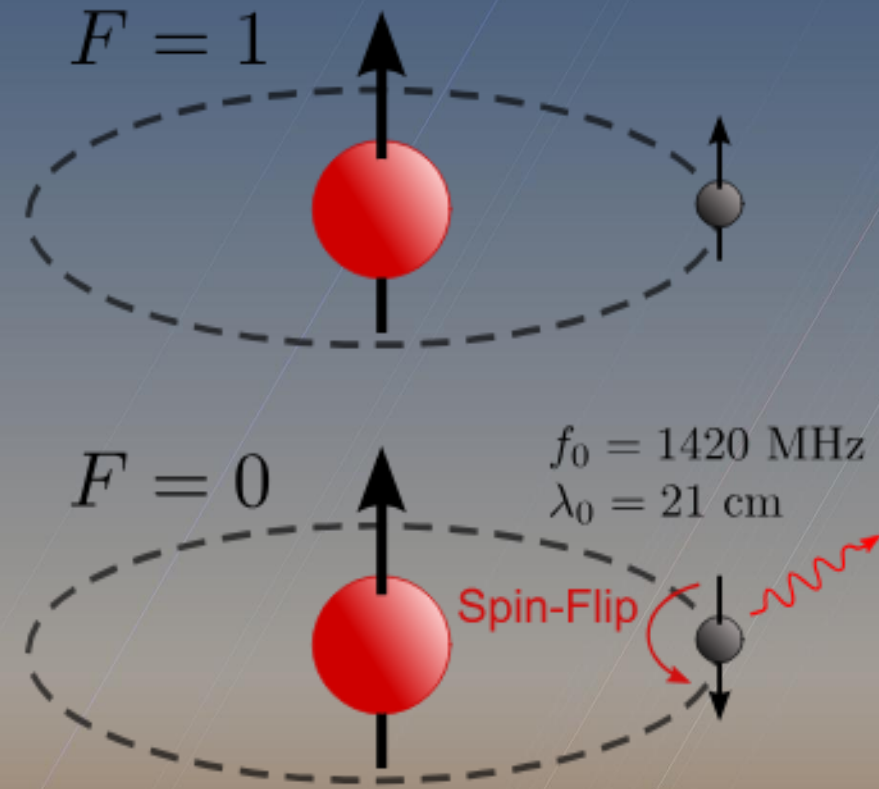


https://de.wikipedia.org/wiki/Atmosph%C3%A4risches_Fenster#/media/Datei:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg

Entstehung der HI-Strahlung von atomarem Wasserstoff

Das ist ein sehr seltener Übergang! Das heißt, er ist nicht unmöglich, aber sehr unwahrscheinlich.

- Lange Lebensdauer des oberen Zustands = geringe spektrale Breite des Signals
- Atomarer Wasserstoff gut identifizierbar und Rot- bzw. Blauverschiebung des Signals präzise messbar!



Beobachtungen im Bereich der 21 cm Wasserstofflinie

- HI Frequ.: Folgt aus fundamentalen Eigenschaften von H
- Konzentrationen von singulärem, neutralem H
=> Signal auf 21 cm Linie
- Freiraumdämpfung: Doppelte Distanz => $\frac{1}{4}$ Signalstärke
- ➔ Herausfordernd, aber Signale aus der Milchstraße sollten mit End-User HF Technik und einfachen Antennen empfangbar sein
- Seit ~ 10 Jahre:
Günstige und einfach zu handhabende Software Defined Radio (SDR) Komponenten erhältlich

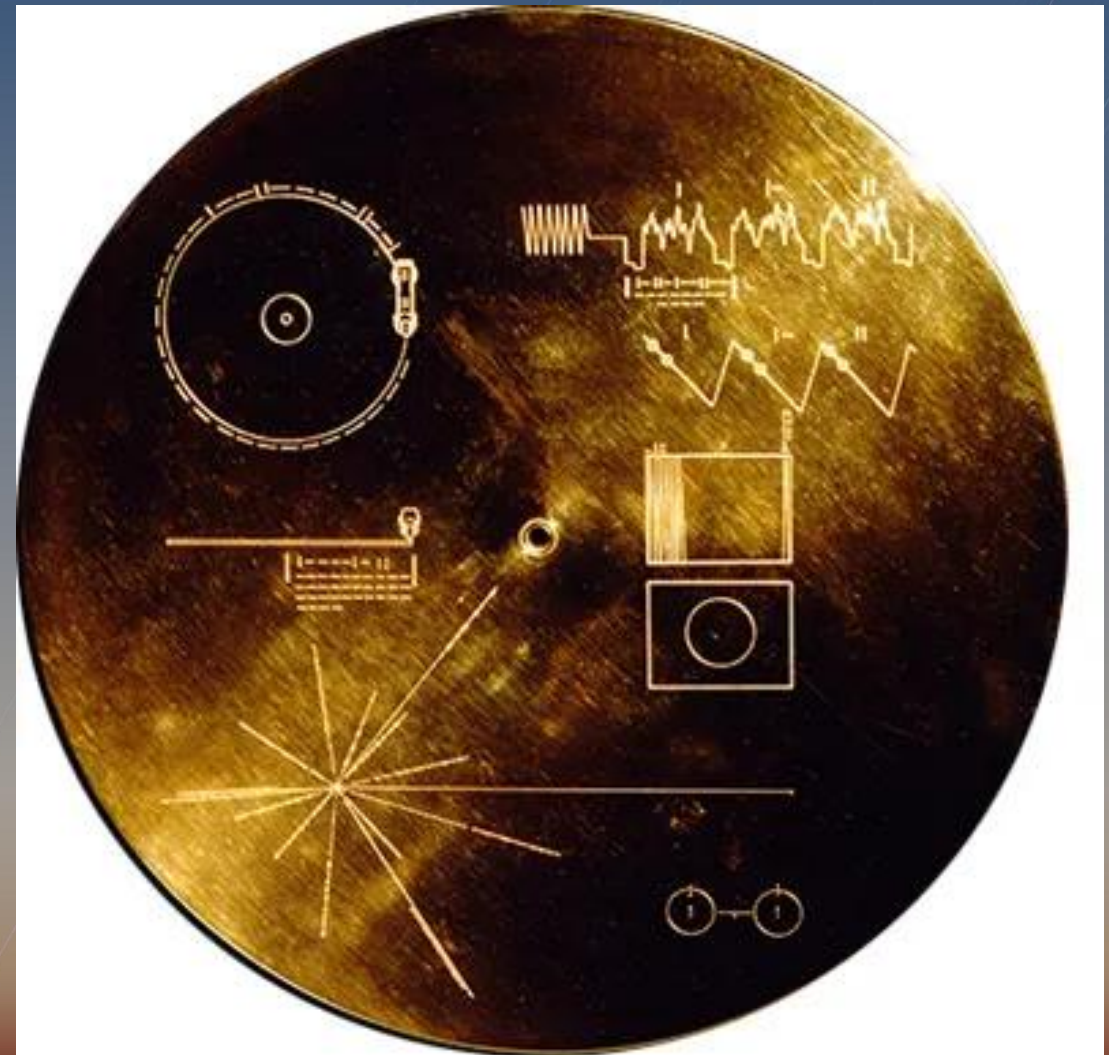
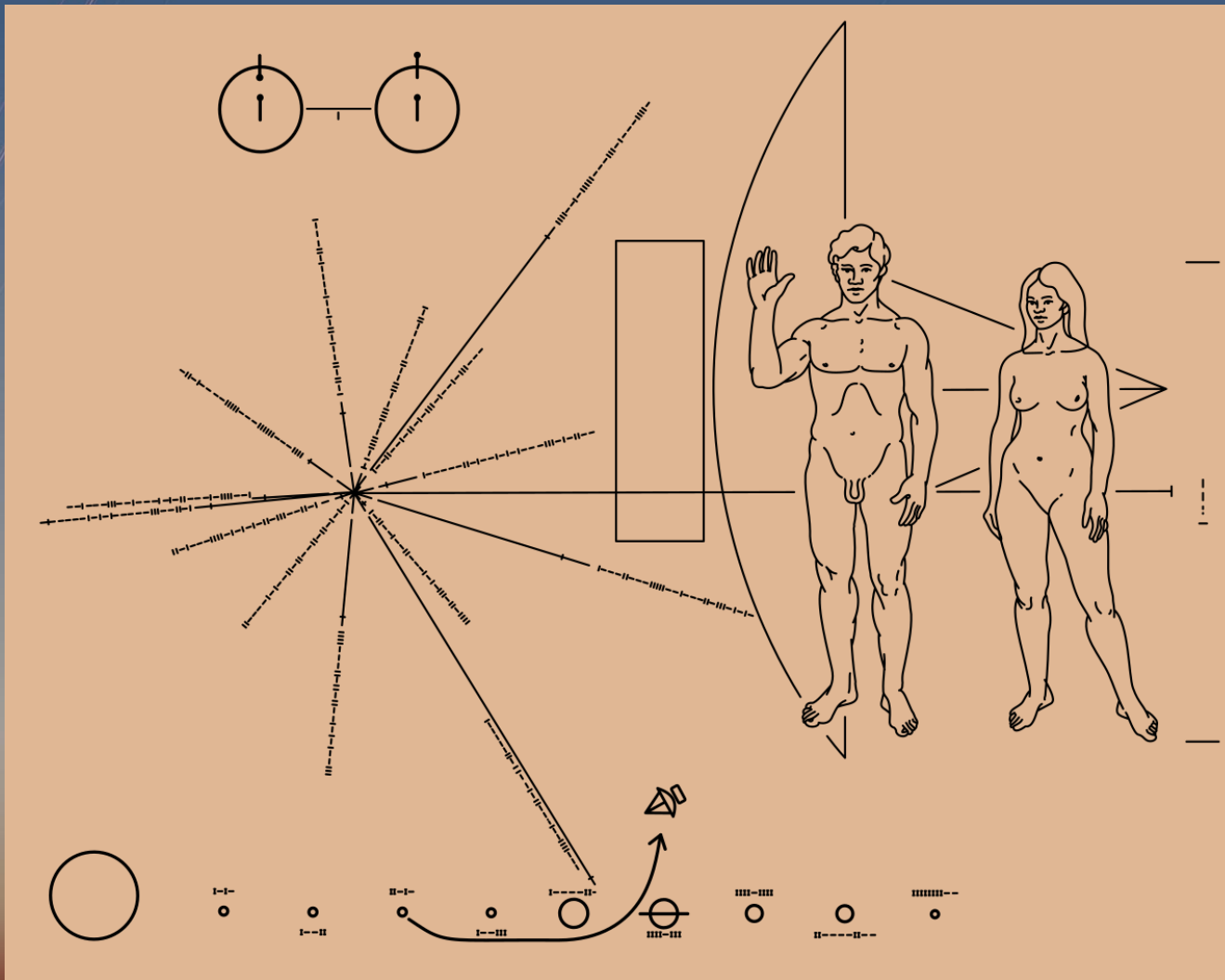
Beobachtungen im Bereich der 21 cm Wasserstofflinie

- HI Frequ.: Folgt aus fundamentalen Eigenschaften von H
- Konzentrationen von singulärem, neutralem H
=> Signal auf 21 cm Linie
- Freiraumdämpfung: Doppelte Distanz => $\frac{1}{4}$ Signalstärke
- ➔ Herausfordernd, aber Signale aus der Milchstraße sollten mit End-User HF Technik und einfachen Antennen empfangbar sein
- Seit ~ 10 Jahre:
Günstige und einfach zu handhabende Software Defined Radio (SDR) Komponenten erhältlich

Ideen für Low-Cost Radioteleskope zum Empfang von Signalen auf der HI-Frequenz existieren seit einigen Jahren (Literatur im Anhang)

Pioneer-Plakette und Voyager Schallplatte

HI-Linie als universeller Code



Astronomiebildung mittels Radio Astronomie?

- Astronomie und Astrophysik sind ausgezeichnete Zugänge zu wissenschaftlichen Themen
 - Großes Interesse bei Lernenden (siehe z.B. ROSE Studie)
 - Viele Verzweigungs- und Anknüpfungspunkte zu anderen Disziplinen (Physik, Mathematik, Geometrie, CS, Geschichte, Kunst, Kulturwissenschaften, ...)
- Herausforderungen bei Beobachtungen in der optischen Astronomie
 - Abhängig von Beobachtungsbedingungen (Dunkelheit/Lichtverschmutzung, Witterung, etc.)
 - Potenziell durchaus kostspielig
 - ➔ Diese Punkte sind besonders relevant bei der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen

Astronomiebildung mittels Radio Astronomie?

•Radio Astronomie

- Funktioniert auch unter Bedingungen die für optische Astronomie nicht geeignet sind
- Ungewöhnlich (und daher möglicherweise besonders interessant?)
- Erschließt weitere Bereiche des EM Spektrums

→ **Komplementär zu Beobachtungen im optischen Bereich**

•Aber:

- Klingt auch kostspielig und aufwendig?
- Klingt auch eher kompliziert und komplex (Antennen, Verstärker, Elektronik, ...)?
- Weniger intuitiv als optische Astronomie ?

Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

- Jüngere Lernende haben kein schulisches Vorwissen zu EM Wellen, Wellenausbreitung und dem elektromagnetische Spektrum (Sachsen: ab Klasse 10) sowie Elektronik und Signalverarbeitung (Sachsen: ab Klasse 9)
 - Signale sind für unsere Sinne nicht direkt wahrnehmbar
 - Interpretation eines Leistungsspektrums erfordert ein tieferes Verständnis und Abstraktionsvermögen
- Entwicklung eines Workshops (Zielgruppe: etwa ab Klasse 8), um ein einfaches Radioteleskop zu verstehen, zu bauen und zu nutzen.



Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Teil 1: Experimente im sichtbaren, infraroten (IR) und ultravioletten (UV) Spektrum

Key Idea: Die Reflexion von Licht an unterschiedlich gefärbten Objekten sowie der Durchgang von Licht durch Farbfilter beeinflussen den Farbeindruck.

Lernziel: Die Lernenden sagen voraus und beobachten, wie Farben bei verschiedenen Kombinationen von Lichtfarbe, Körperfärbung und Farbfilter wahrgenommen werden.



Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Teil 1: Experimente im sichtbaren, infraroten (IR) und ultravioletten (UV) Spektrum

Key Idea: Objekte besitzen je nach Art der elektromagnetischen Strahlung unterschiedliche Transmissions- und Reflexionseigenschaften.

Lernziel: Die Lernenden untersuchen und vergleichen die Reflexions- und Transmissionseigenschaften von Objekten mithilfe von UV-, IR- und Wärmebildkameras.



Teil 1: Experimente zu Lichtfarben, UV-, Infrarot- und Wärmebildkamera

Teil 2: Experimente zu Akustik und Radiowellen

Teil 3: Bau des Teleskops

Teil 4: Messung mit dem Teleskop

Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Key Idea: Tonhöhe und Lautstärke bestimmte Höhe und Position eines Peaks im akustischen Leistungsspektrum.

Lernziele: Die Lernenden erzeugen mit ihrer Stimme oder Hilfsmittel Peaks an Extrempositionen des akustischen Leistungsspektrums.



Teil 1: Experimente zu Lichtfarben, UV-, Infrarot- und Wärmebildkamera

Teil 2: Experimente zu Akustik und Radiowellen

Teil 3: Bau des Teleskops

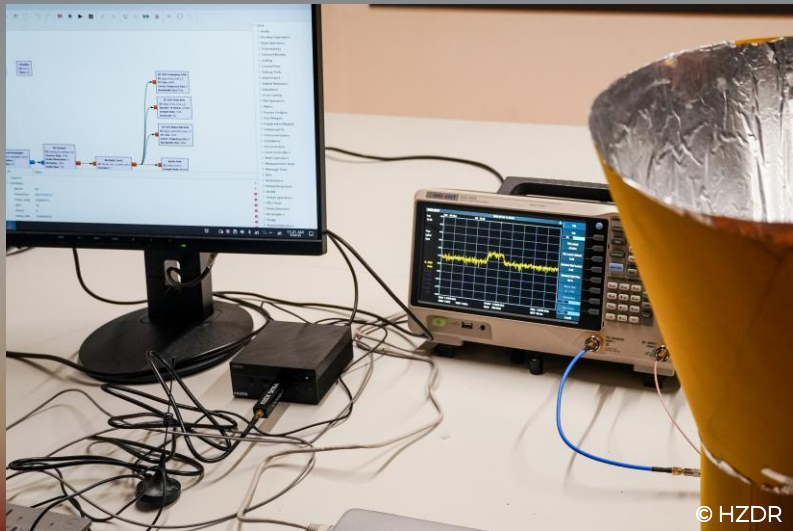
Teil 4: Messung mit dem Teleskop

Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Teil 2: Experimente mit akustischen und Radiosignalen + Zusammenfassung

Key Idea: Für die Detektion eines schwachen elektromagnetischen Signals werden neben einer Antenne auch Filter und Verstärker benötigt.

Lernziele: Die Lernenden erklären unter Bezugnahme auf ihre Vorerfahrungen zu optischen Filtern und den akustischen Experimenten die Funktion der elektronischen Komponenten des TTRT.



© HZDR



© HZDR



Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Teil 2: Experimente mit akustischen und Radiosignalen + Zusammenfassung

M31 - Andromeda - 2.5 Mly



Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Teil 3 & 4: Bau des TTRT und Durchführung der Messungen



Teil 1: Experimente zu Lichtfarben, UV-, Infrarot- und Wärmebildkamera

Teil 2: Experimente zu Akustik und Radiowellen

Teil 3: Bau des Teleskops

Teil 4: Messung mit dem Teleskop

Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Zusammenfassung und erste Evaluationsergebnisse

- Bisher wurden zwei Workshops durchgeführt
 - **WS 1: 2025-06-18** (SKAO Konferenz Görlitz): 11 Schüler:innen, 7.-9. Klasse von 3 Oberschulen
 - **WS 2: 2025-07-24** (HZDR, „Summer of Science“): 12 Schüler:innen, 11 – 17 Jahre alt, verschiedene Schulen und Schularten

	MINT Profiling				Teil 1: Experimente zu Lichtfarben, UV-, Infrarot- und Wärmebildkamera			Teil 2: Experimente zu Akustik und Radiowellen			Teil 3: Bau des Teleskops			Teil 4: Messung mit dem Teleskop		
	Naturwissenschaftliche Themen begeistern mich.	Ich glaube, dass ich gut in Naturwissenschaften bin.	Unterricht in Naturwissenschaften macht mir Spaß.	Ich glaube, ich bin für Naturwissenschaften völlig ungeeignet.	Teil 1 des Workshops hat mir Spaß gemacht.	Ich konnte die Inhalte dieses Teils gut verstehen.	Die Experimente in diesem Teil waren für mich interessant.	Teil 2 des Workshops hat mir Spaß gemacht.	Ich konnte die Inhalte dieses Teils gut verstehen.	Die Experimente in diesem Teil waren für mich interessant.	Der Teleskopbau hat mir Spaß gemacht.	Die schriftliche Anleitung zum Teleskopbau war für mich gut verständlich.	Ich konnte die Funktionsweise des Teleskops gut nachvollziehen.	Der Messung mit unserem Teleskop hat mir Spaß gemacht.	Ich habe verstanden, wozu wir die Messung durchgeführt haben.	Das Messergebnis war für mich überzeugend.
Ø WS 1	3,5	2,7	3,7	2,4	4,5	4,1	4,3	4,6	3,7	4,5	4,8	3,8	4,2	4,7	4,5	4,1
Ø WS 2	4,8	4,3	4,5	1,2	4,1	4,5	4,1	4,6	4,5	4,4	4,8	4,3	4,6	4,4	4,2	4,8

Kodierung

- | | | | |
|---|------------------|----|-------------------|
| 5 | stimmt völlig | 2 | stimmt eher nicht |
| 4 | stimmt eher | 1 | stimmt gar nicht |
| 3 | stimmt teilweise | ka | weiß ich nicht |

Der „Weltraum-Radio“ Workshop für Jugendliche

Zusammenfassung und erste Evaluationsergebnisse

- Bisher wurden zwei Workshops durchgeführt
 - **WS 1: 2025-06-18** (SKAO Konferenz Görlitz): 11 Schüler:innen, 7.-9. Klasse von 3 Oberschulen
 - **WS 2: 2025-07-24** (HZDR, „Summer of Science“): 12 Schüler:innen, 11 – 17 Jahre alt, verschiedene Schulen und Schularten

	Aussagen zum Workshop insgesamt			
	Die Inhalte aus Teil 1 (Licht) und Teil 2 (Akustik) haben mir geholfen, den Teil zur Radioastronomie (Teleskopbau und Messung) besser zu verstehen.	Der Workshop hat mir insgesamt Spaß gemacht.	Ich habe Lust noch andere Astrophysik-experimente durchzuführen.	Ich würde den Workshop einer Freundin oder einem Freund weiterempfehlen.
Ø WS 1	4,1	4,6	4,1	4,0
Ø WS 2	4,0	4,8	4,5	4,7