

# Symphonia Galactea

Klänge der Milchstraße

Ein Projekt von Tim-Otto Roth und Volker Ossenkopf-Okada

Im Rahmen des “*Dialog der Sterne*” des Sonderforschungsbereiches 956,  
gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)







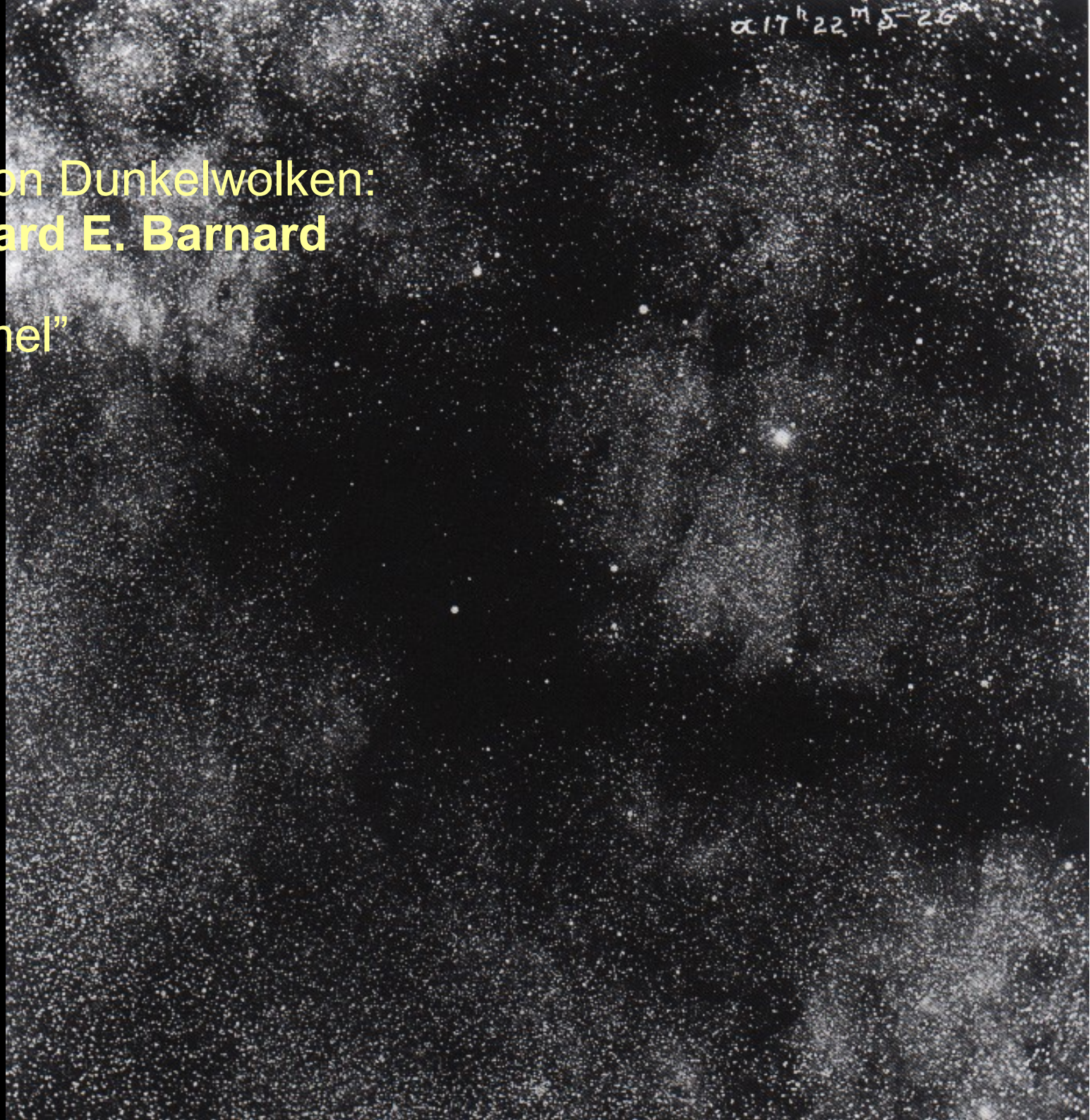


# Dunkelwolken

Erster Katalog von Dunkelwolken:  
**1907-1923 Edward E. Barnard**

“Löcher im Himmel”

$\alpha 17^h 22^m 5.26^s$





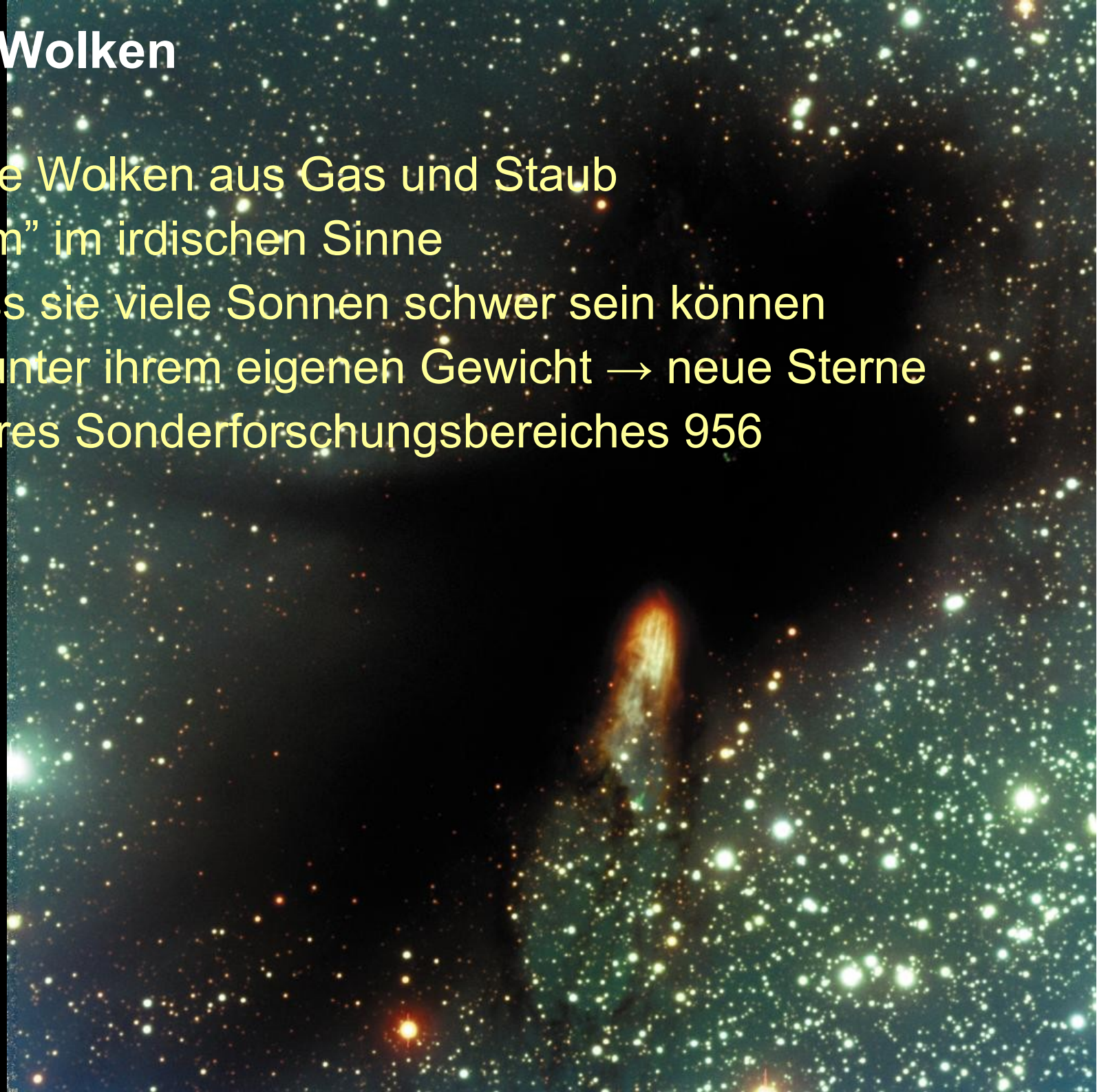
# Physik der Dunkelwolken

Streuung und Absorption  
des Lichts



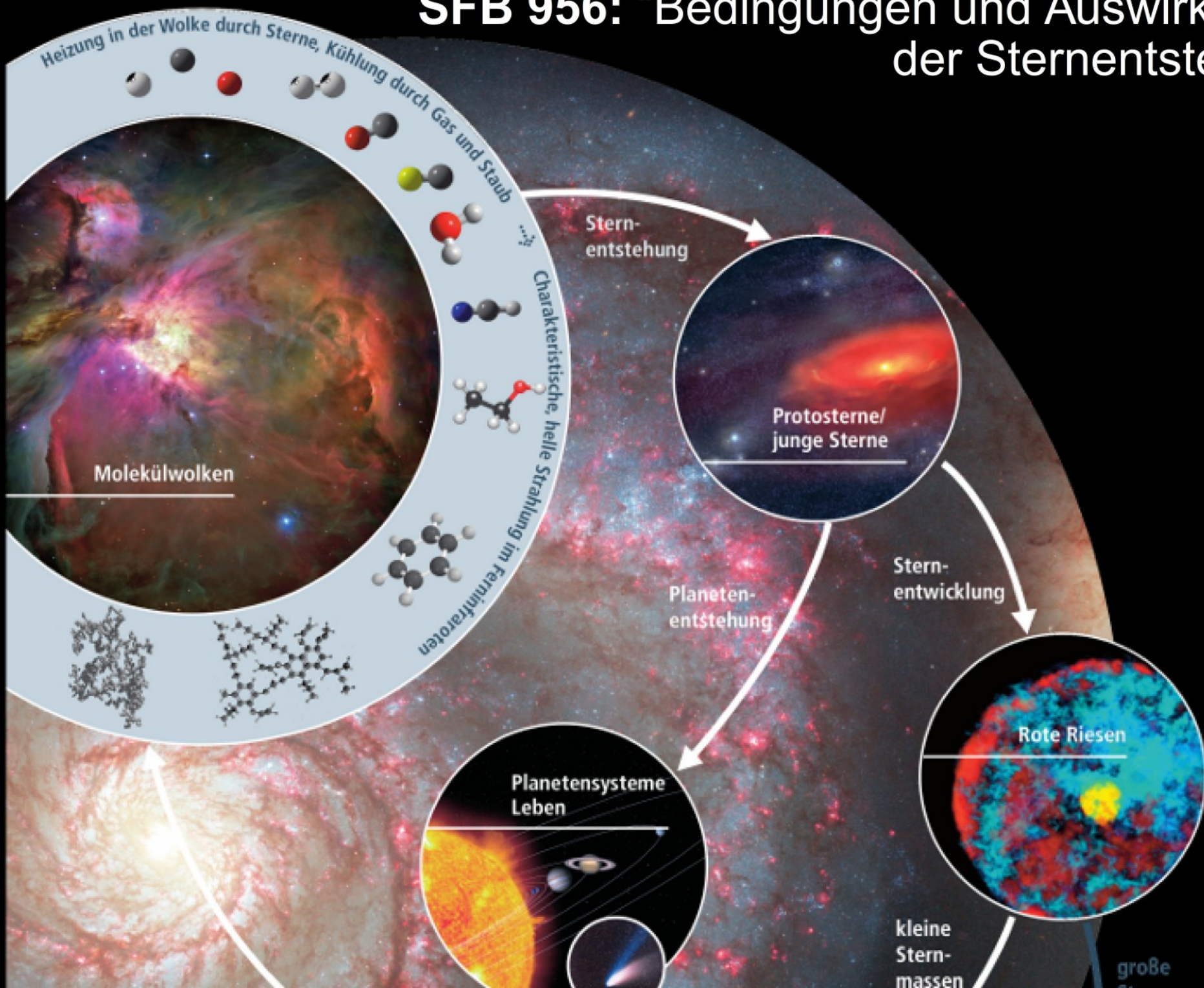
# Interstellare Wolken

- Dünn verteilte Wolken aus Gas und Staub
- “Hochvakuum” im irdischen Sinne
- So groß, dass sie viele Sonnen schwer sein können
- Kollabieren unter ihrem eigenen Gewicht → neue Sterne
- Thema unseres Sonderforschungsbereiches 956





# SFB 956: "Bedingungen und Auswirkungen der Sternentstehung"





# Beobachtung

Strahlung des Gases im Fern-Infrarot und Radiobereich



Stratosphärenteleskop  
SOFIA

Weltraumteleskop Herschel



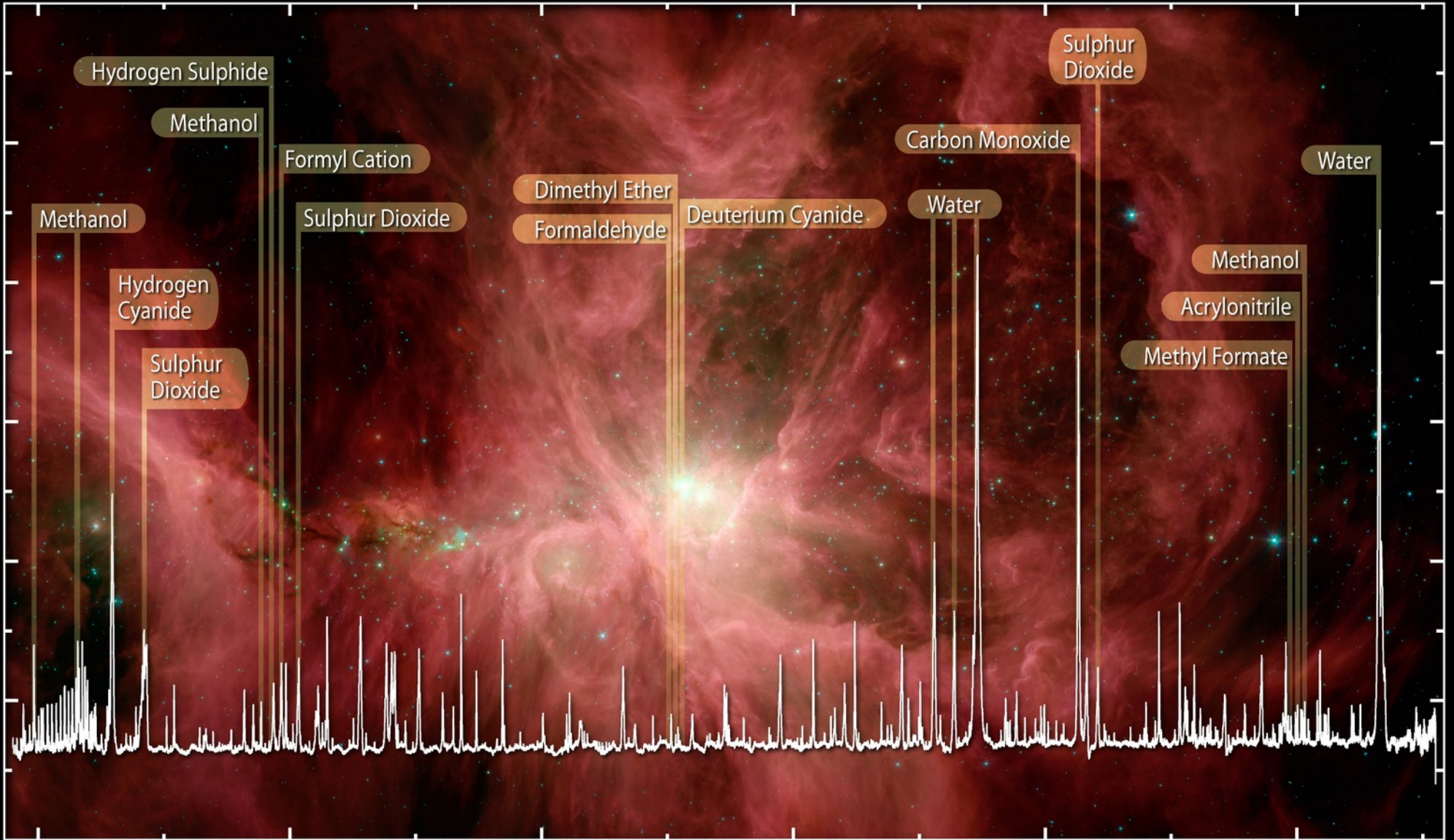
NANTEN2 in der Atacama



100m-Radioteleskop Effelsberg

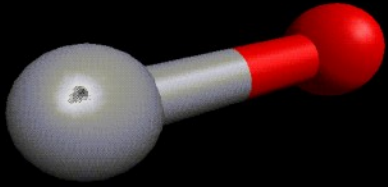


# Unterschiedlichste interstellare Atome und Gasmoleküle

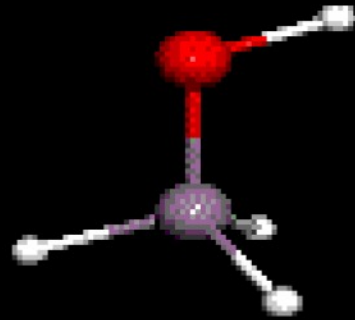




# Identifikation der Moleküle durch ihre Spektrallinien

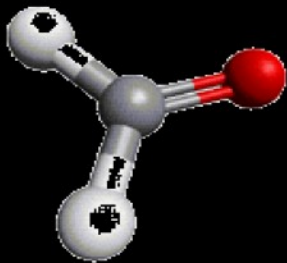


Kohlenmonoxid (CO)



Methanol (CH<sub>3</sub>OH)

Wasser (H<sub>2</sub>O)



Iris-Nebel (NGC7023)

Wenn man die Frequenz der Spektrallinien verringert, können wir sie hören.



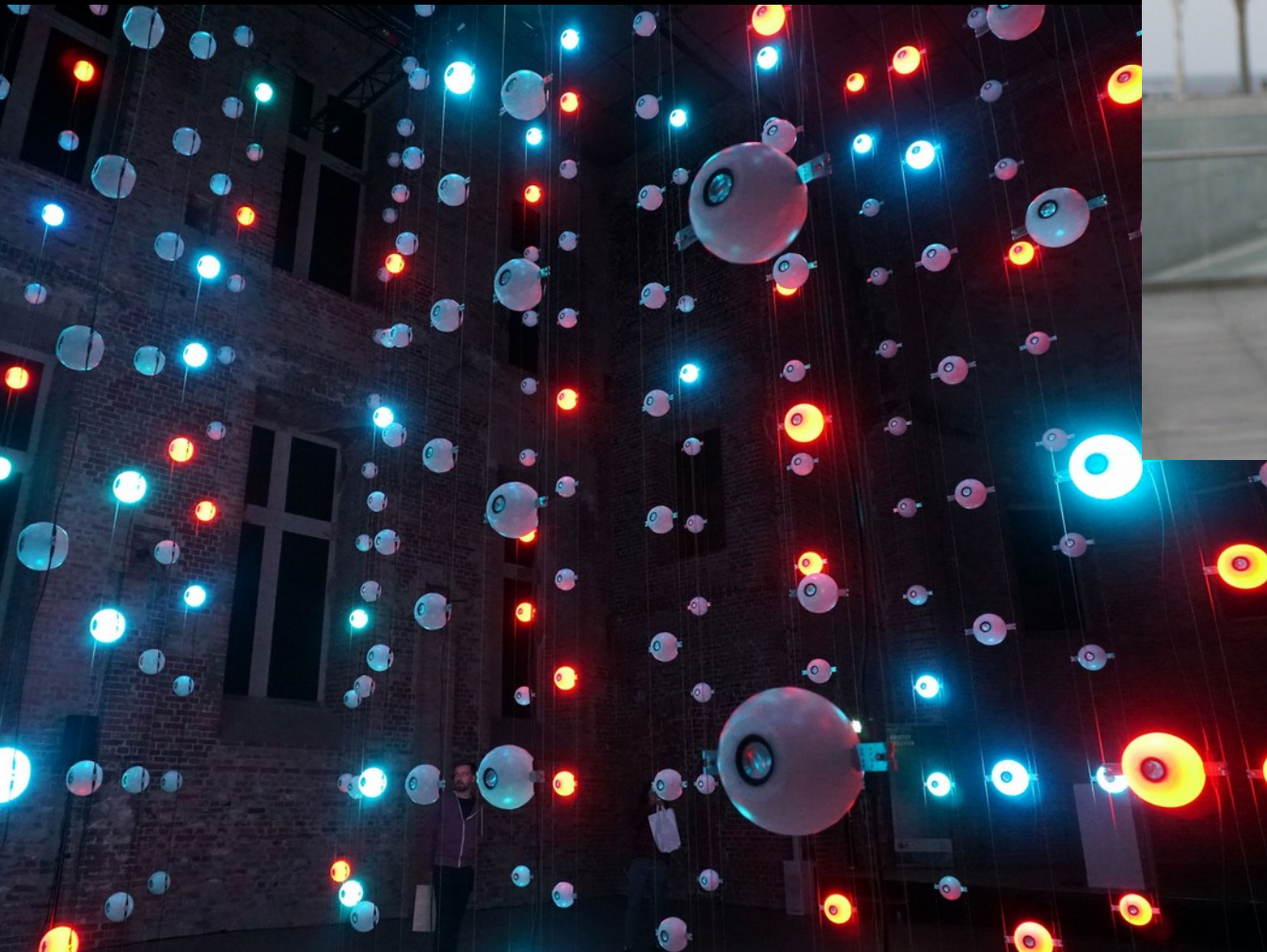
# “Contact”

Tim-Otto Roth

[www.imachination.net](http://www.imachination.net)



Copyright: Ahmed Nabil/  
Bibliotheca Alexandrina



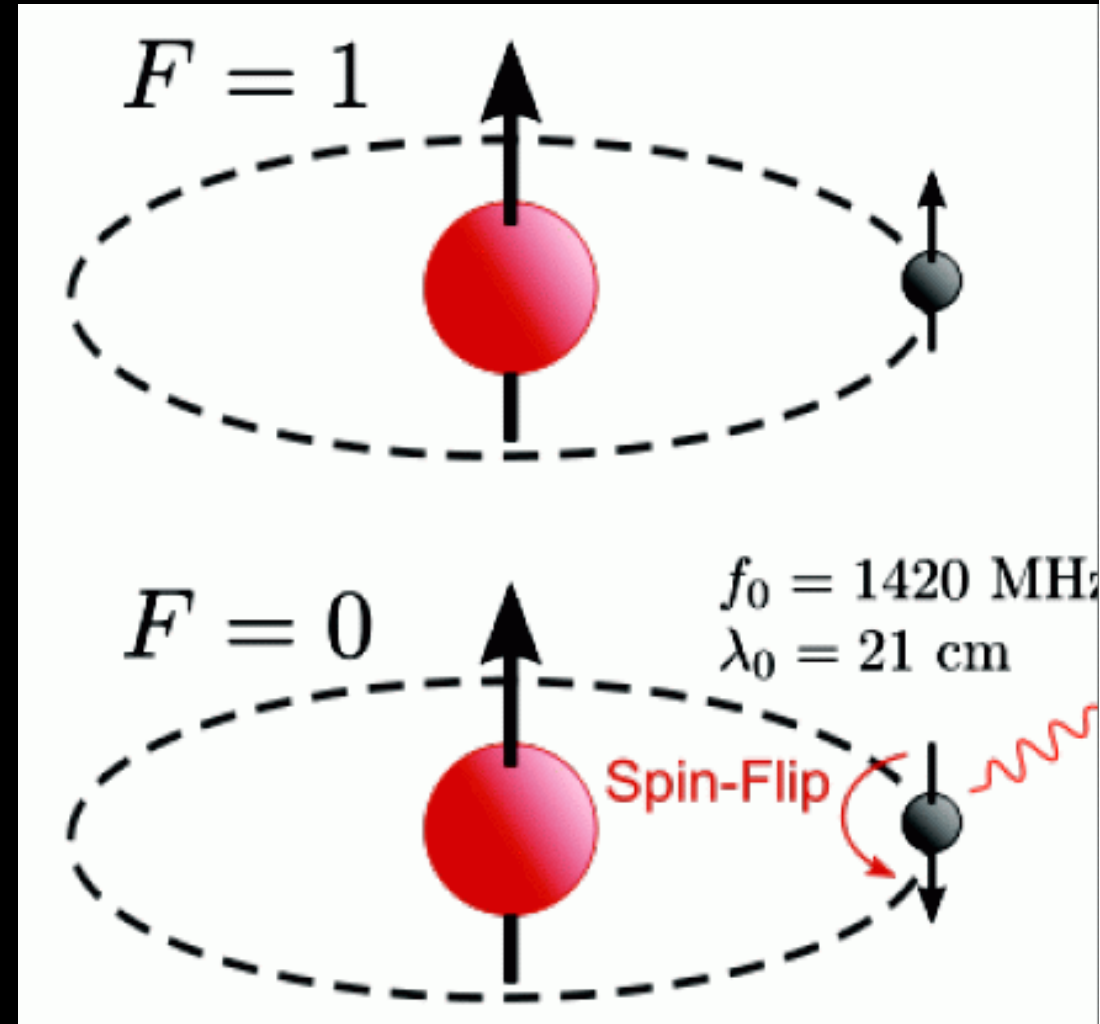
- Einfach beginnen!



# Wasserstoffgas

## H-Atome

- häufigster Gasbestandteil
- einfacher Aufbau
- sendet Radiostrahlung bei 1420.405751 MHz aus.
- 1945 von van der Hulst vorhergesagt
- 1950 von Ewen & Purcell bzw. Oort & Müller erstmalig gemessen





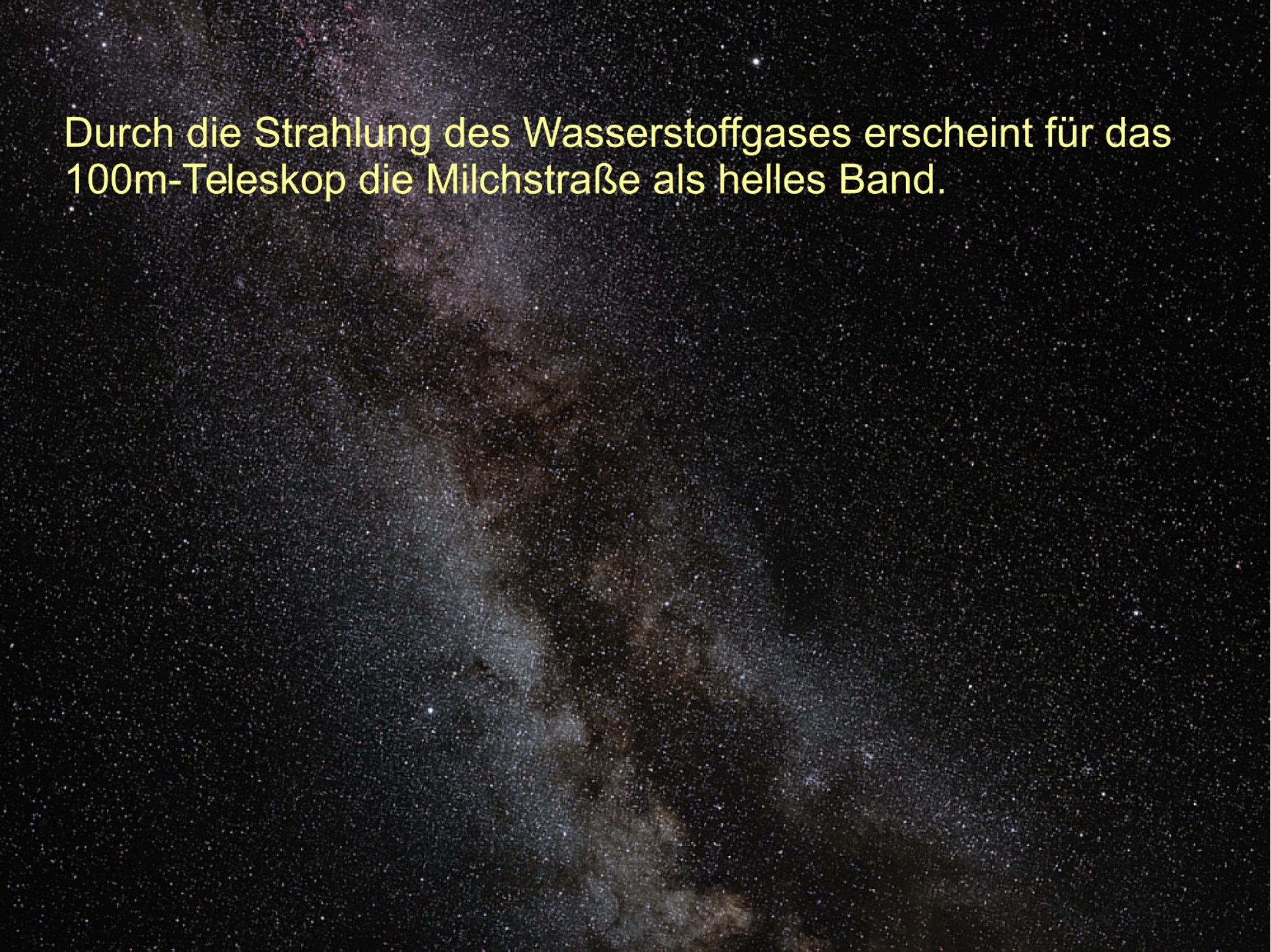
Das 100m-Radioteleskop ist Hauptquelle unserer Information über das Wasserstoffgas in der Milchstraße.



Copyright: Michael Bingnet



Durch die Strahlung des Wasserstoffgases erscheint für das 100m-Teleskop die Milchstraße als helles Band.





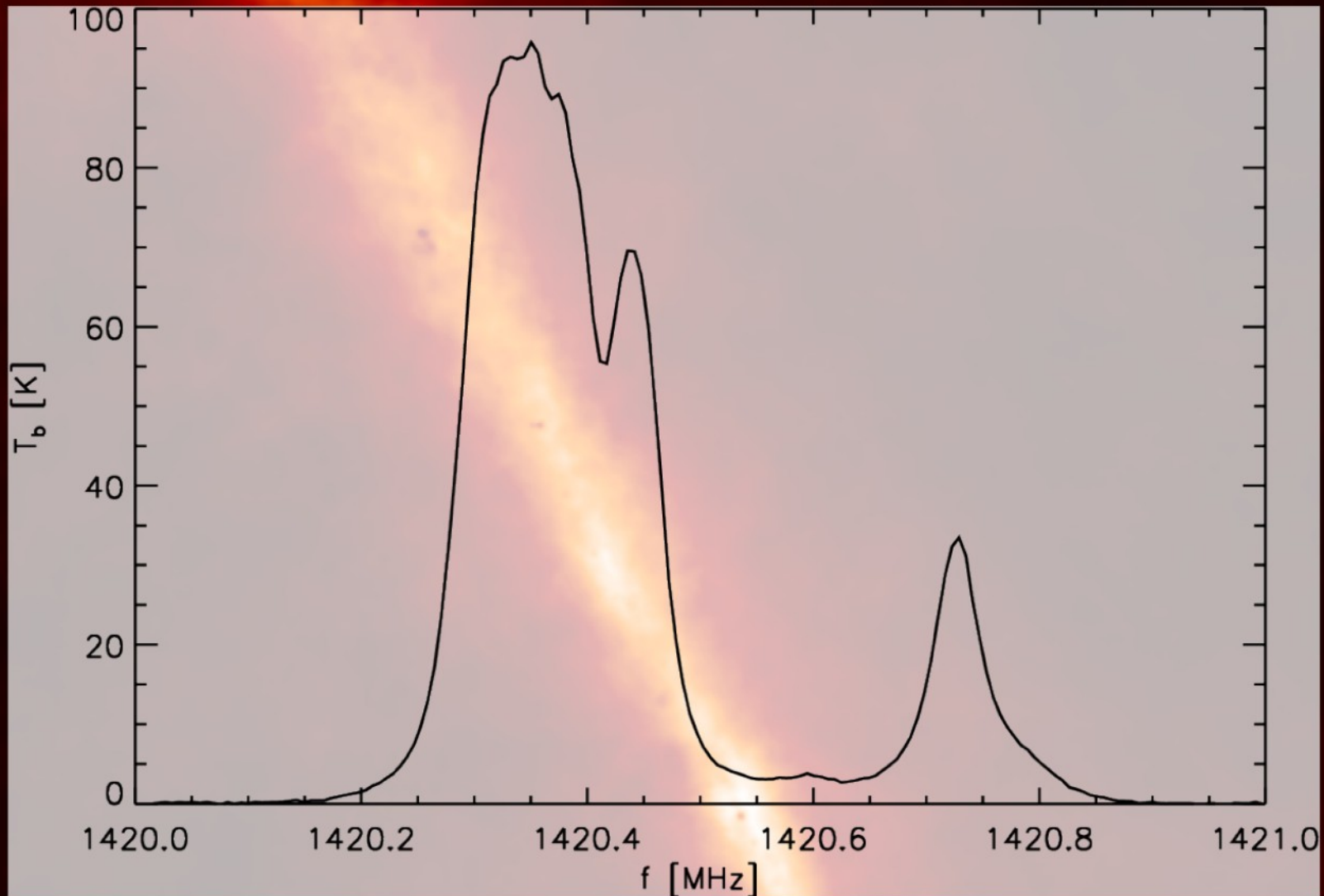
Durch die Strahlung des Wasserstoffgases erscheint für das 100m-Teleskop die Milchstraße als helles Band.





# Der Teufel steckt im Detail

Wenn man genau genug hinschaut, sieht man statt einer einzelnen schmalen Linie ein kompliziertes Frequenzprofil.

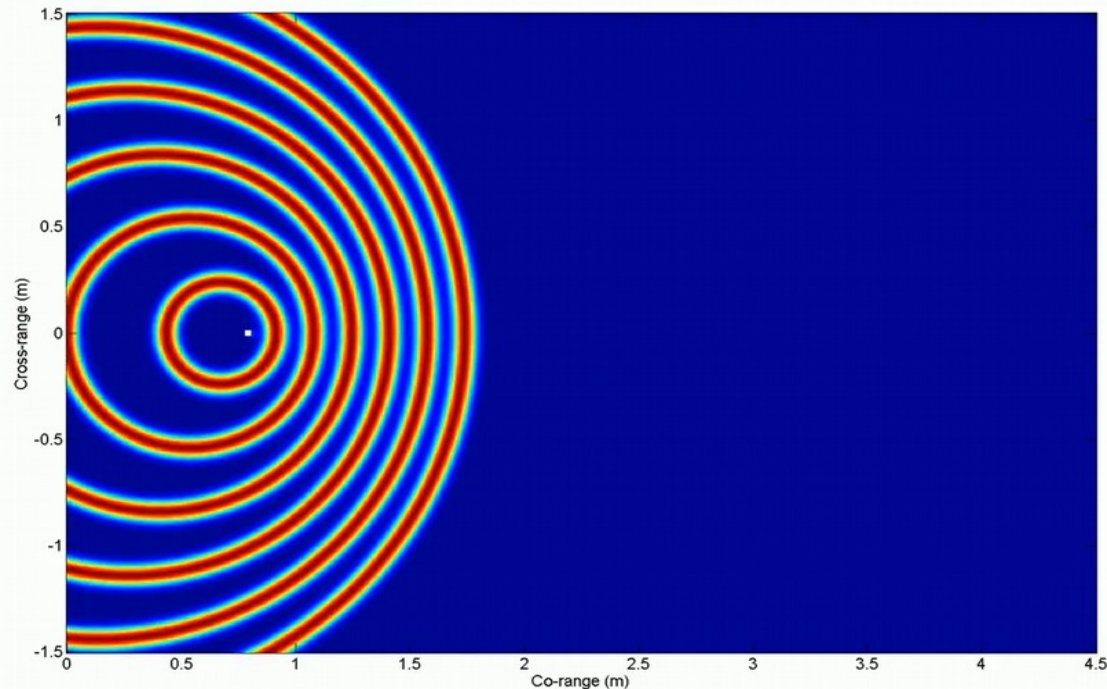




# Der Dopplereffekt

Christian Andreas Doppler (1842):

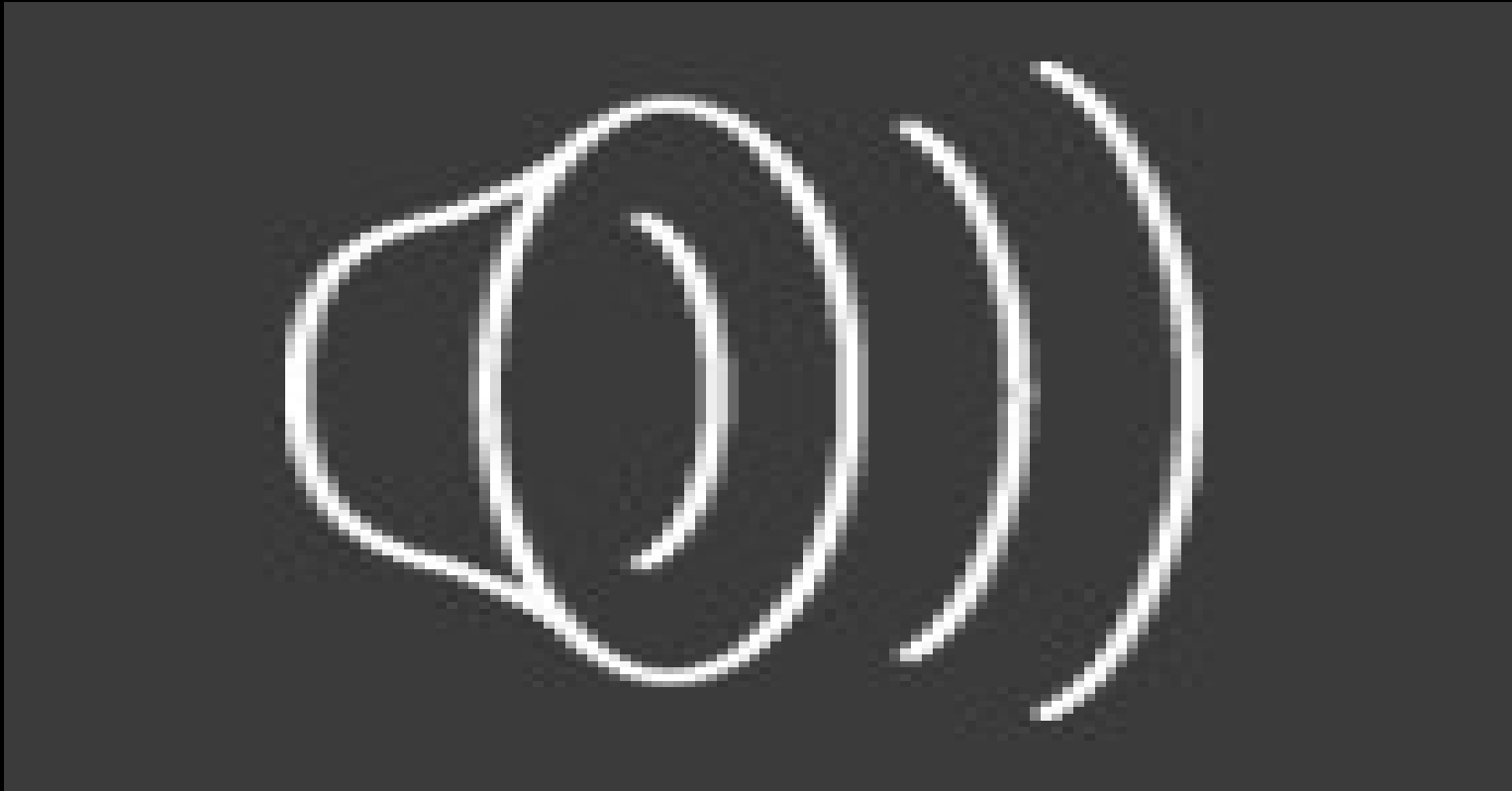
- Vor einem bewegten Sender werden alle Wellen gestaucht.
- Die Wellenlänge wird kürzer.
- Dahinter wächst die Wellenlänge.





# Der Dopplereffekt

Eine kürzere Wellenlänge entspricht einer höheren Frequenz.  
Ein ruhender Empfänger bekommt einen höheren Ton.

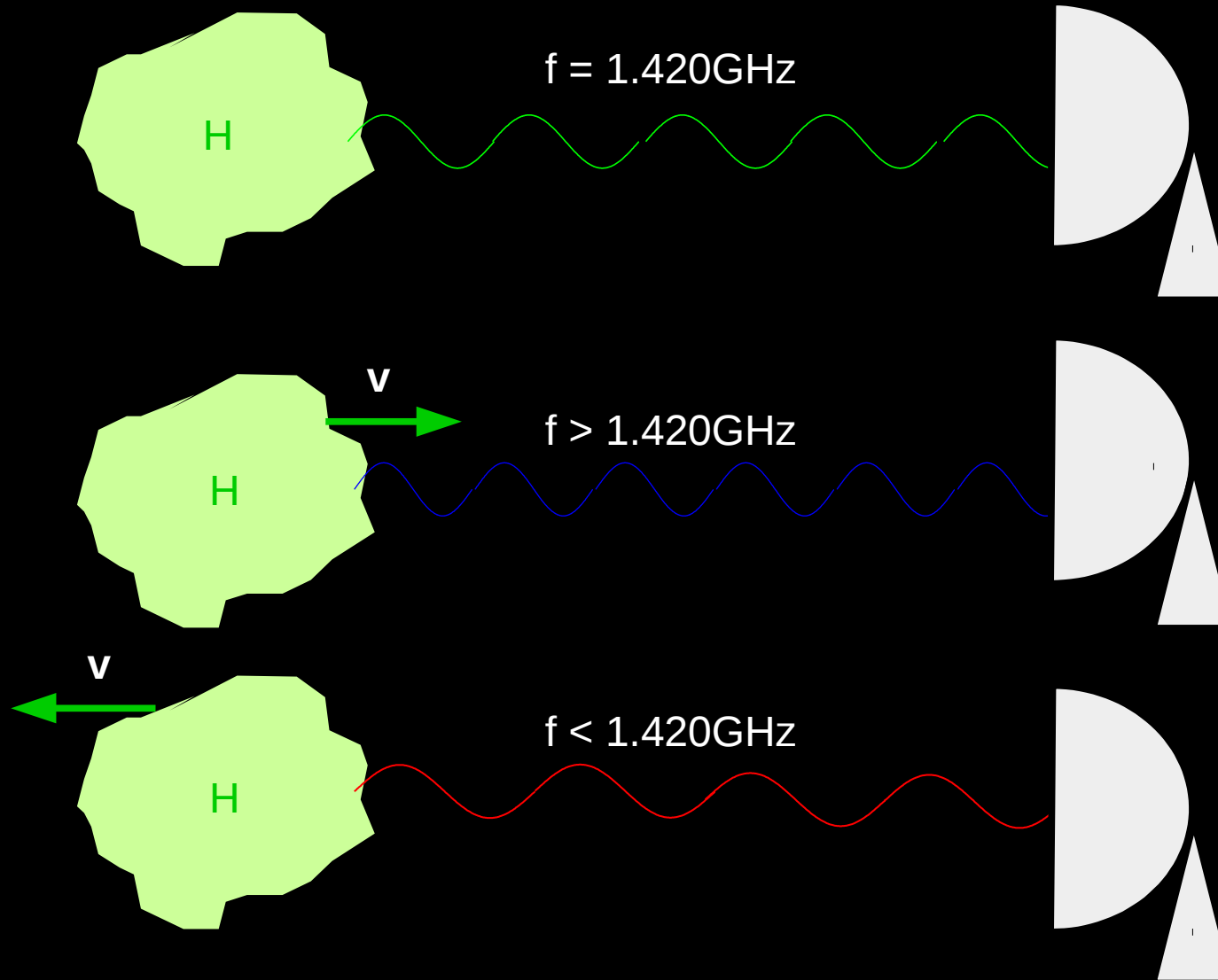


Wenn der Sender sich von uns wegbewegt, wird der Ton tiefer.



# Der Dopplereffekt

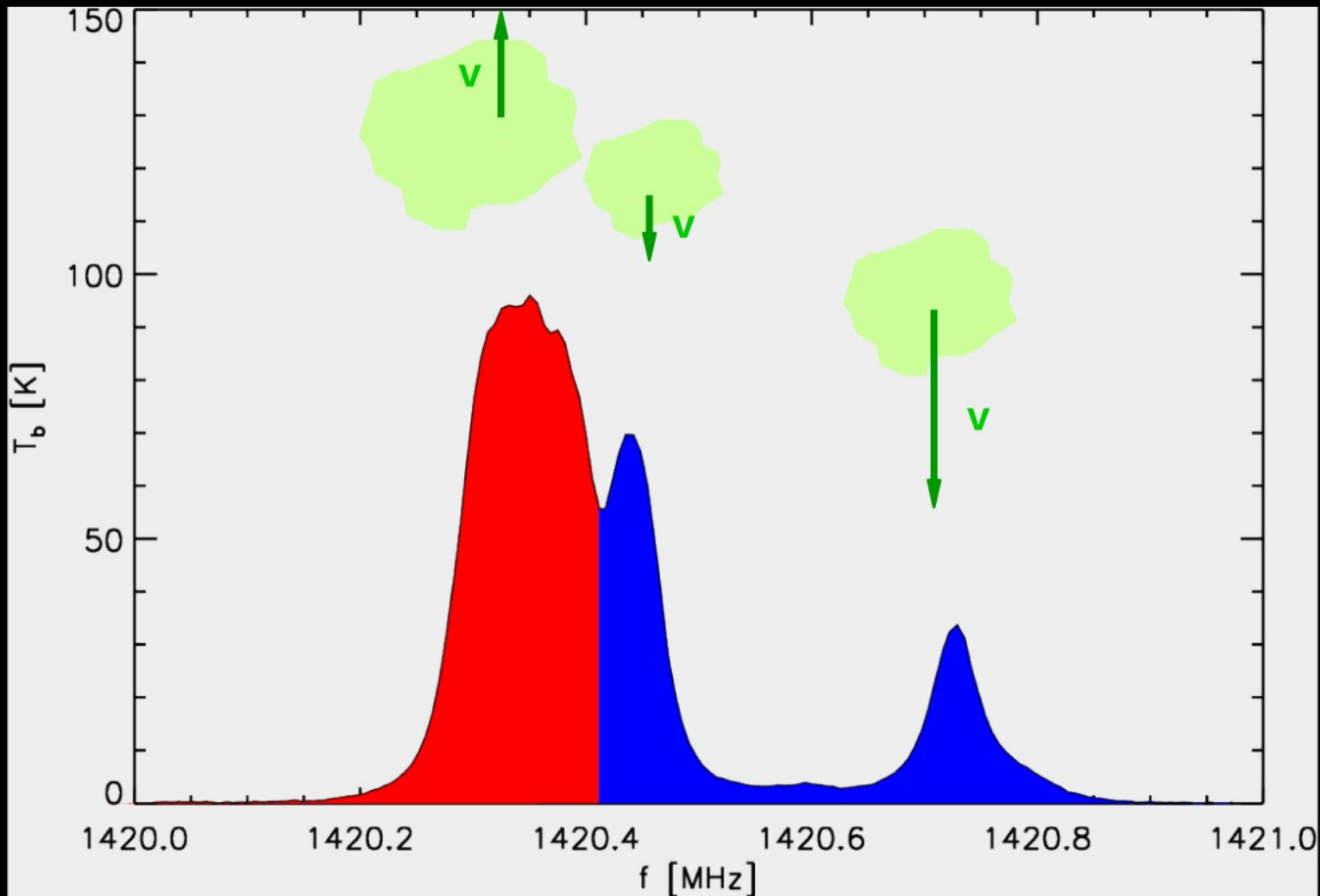
Das gleiche passiert mit dem Radiosignal des Wasserstoffs.





# Der Dopplereffekt

Aus der beobachteten Frequenz können wir die Wolken-  
geschwindigkeit berechnen.





# Anwendung auf die rotierenden Spiralarme der Milchstraße



Wenn wir von oben auf die Milchstraße sehen könnten, würden wir Spiralen aus Gas und Sternen sehen.



# Anwendung auf die rotierenden Spiralarme der Milchstraße

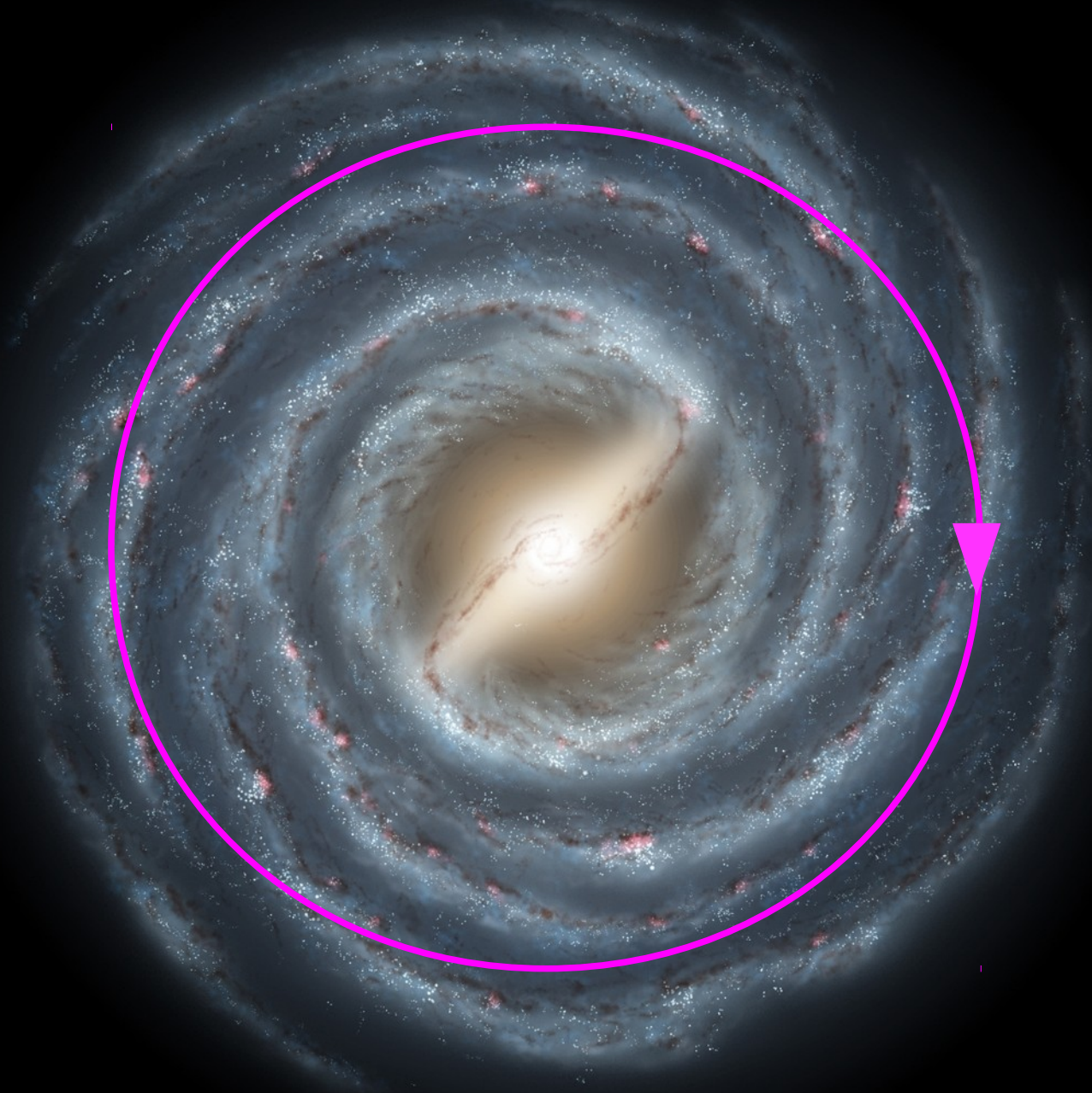
arte  
DIE NACHT DER  
STERNE



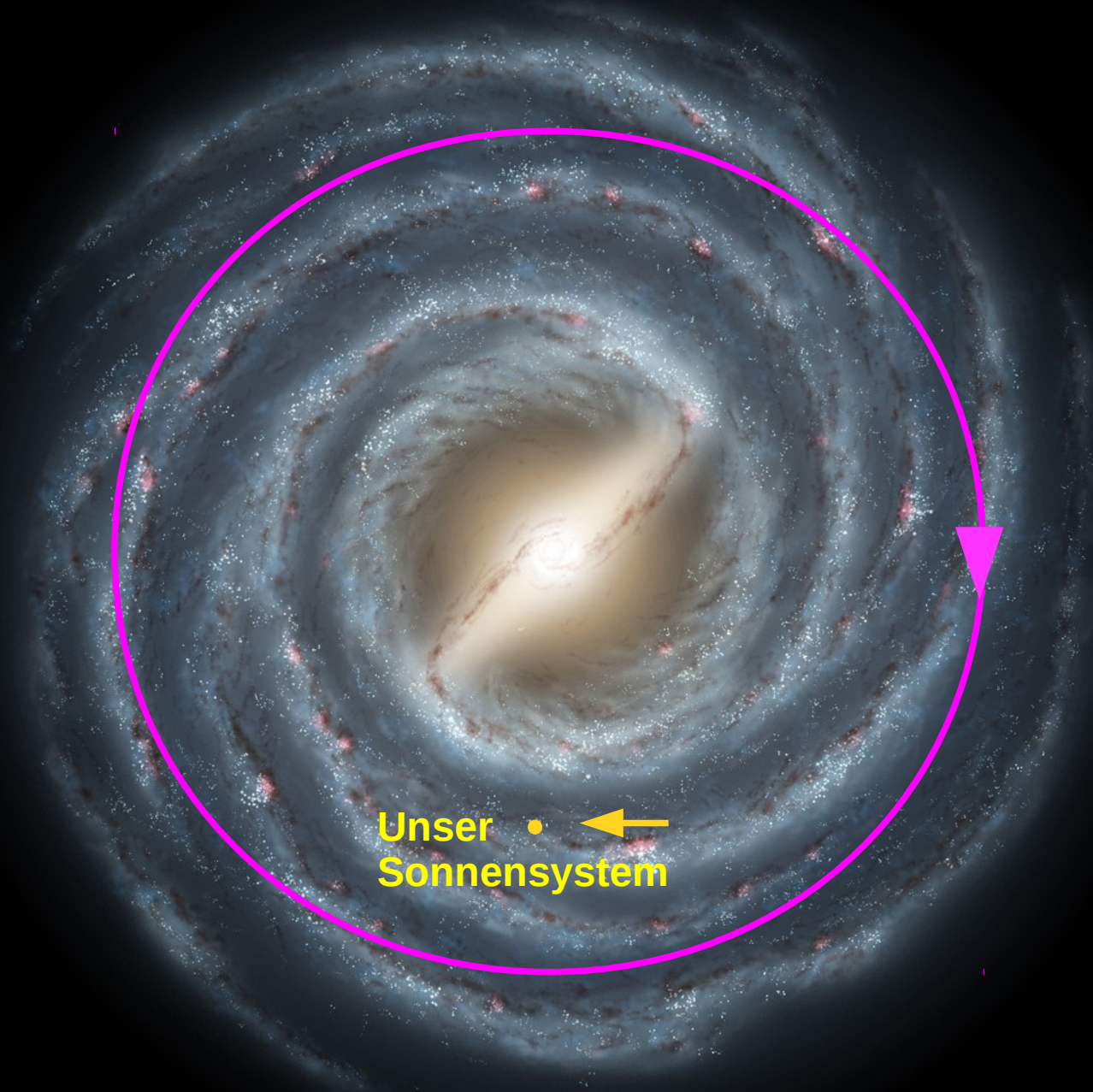
Dadurch dass die Spiralstruktur rotiert, können wir sie über den Dopplereffekt mit dem Radioteleskop vermessen.



Dadurch dass die Spiralstruktur rotiert, können wir sie über den Dopplereffekt mit dem Radioteleskop vermessen.

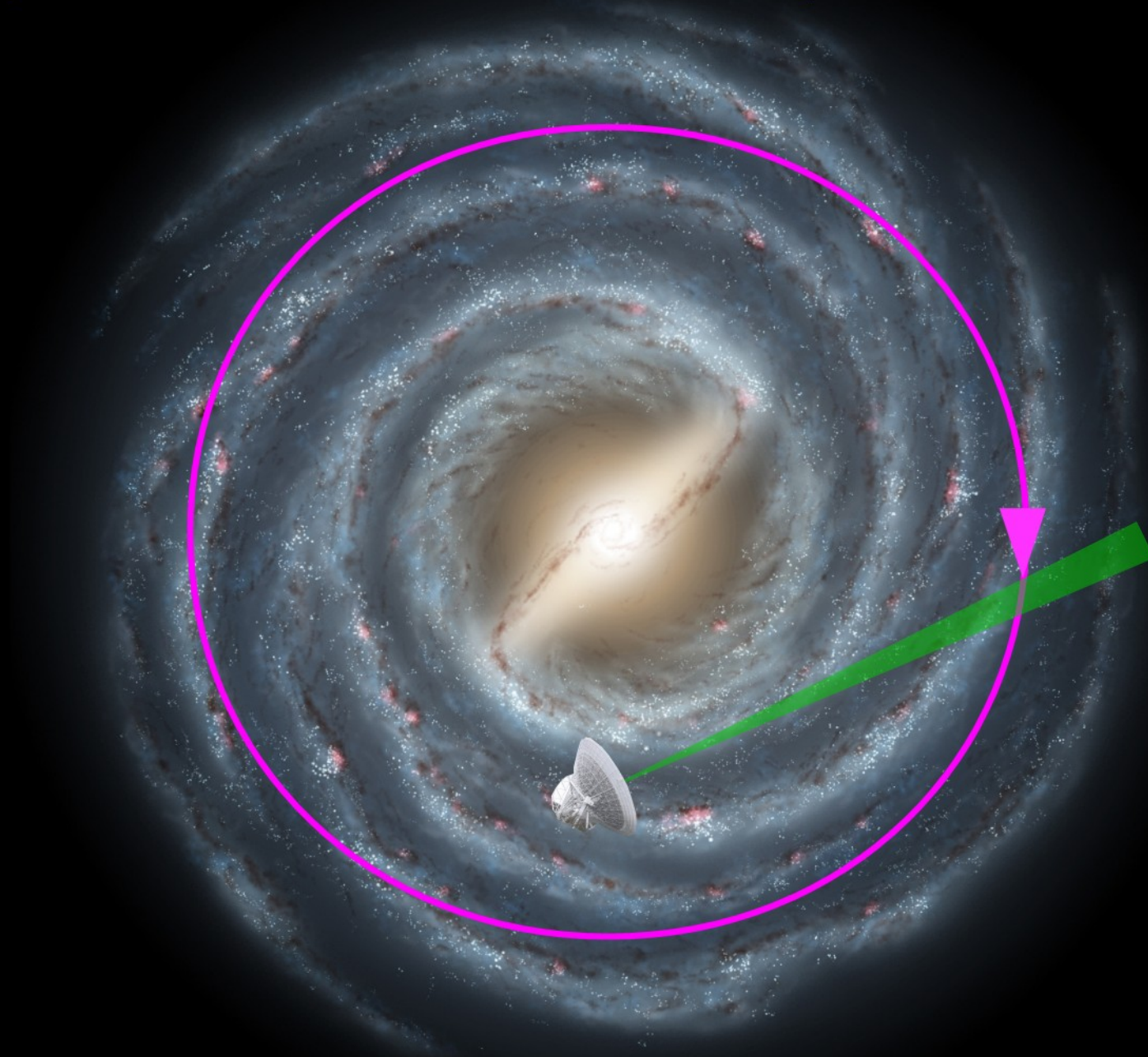


Dadurch dass die Spiralstruktur rotiert, können wir sie über den Dopplereffekt mit dem Radioteleskop vermessen.

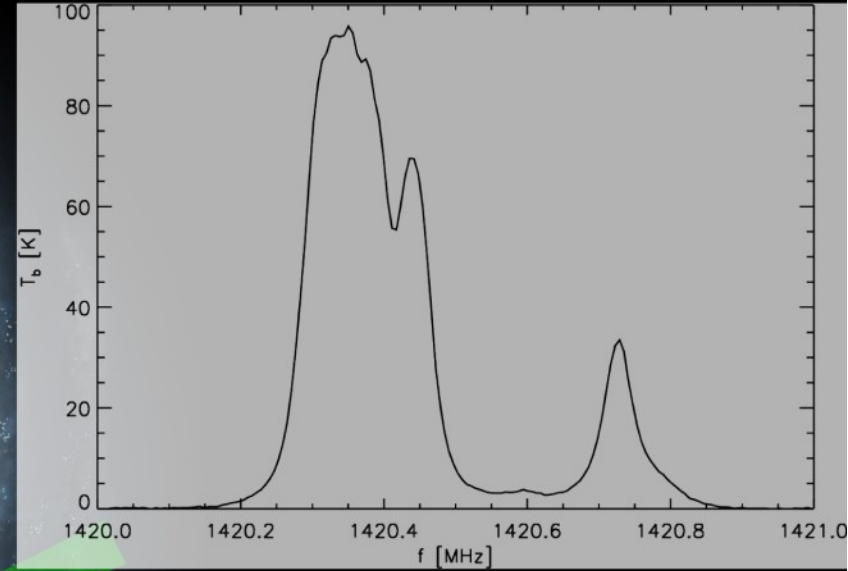
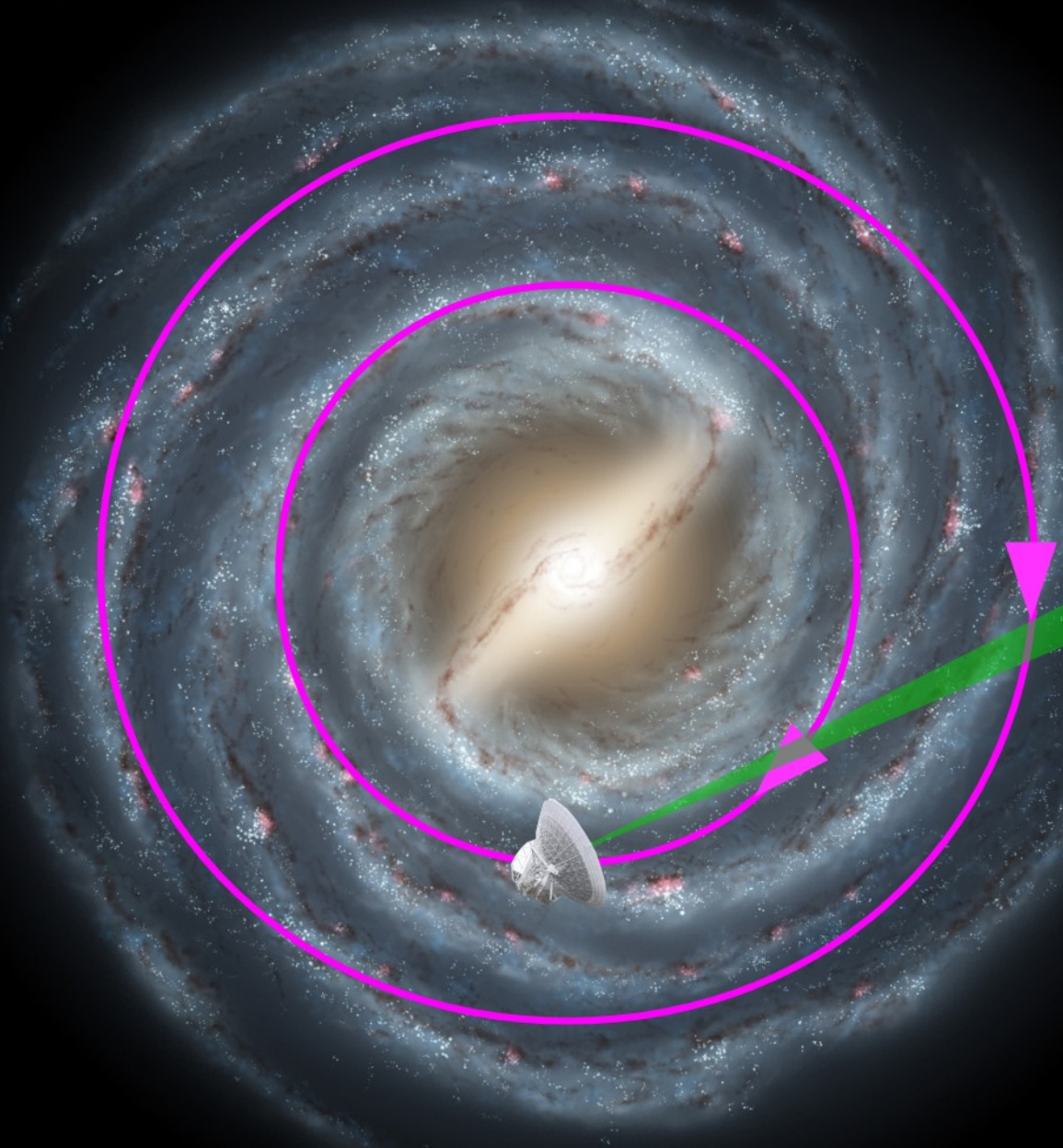




Dadurch dass die Spiralstruktur rotiert, können wir sie über den Dopplereffekt mit dem Radioteleskop vermessen.

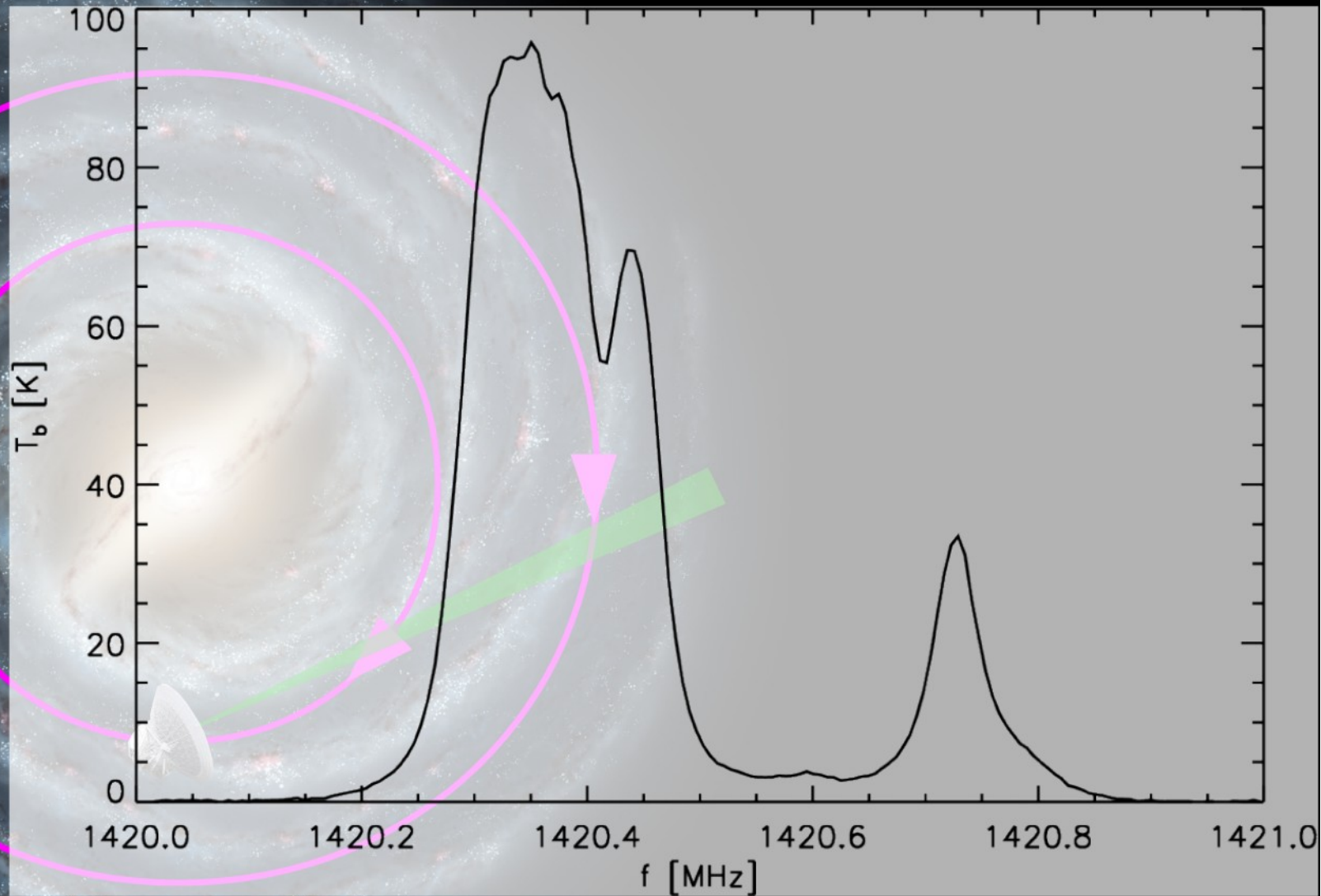


Das beobachtete Spektrum zeigt uns damit die rotierende  
Spiralstruktur der Milchstraße.



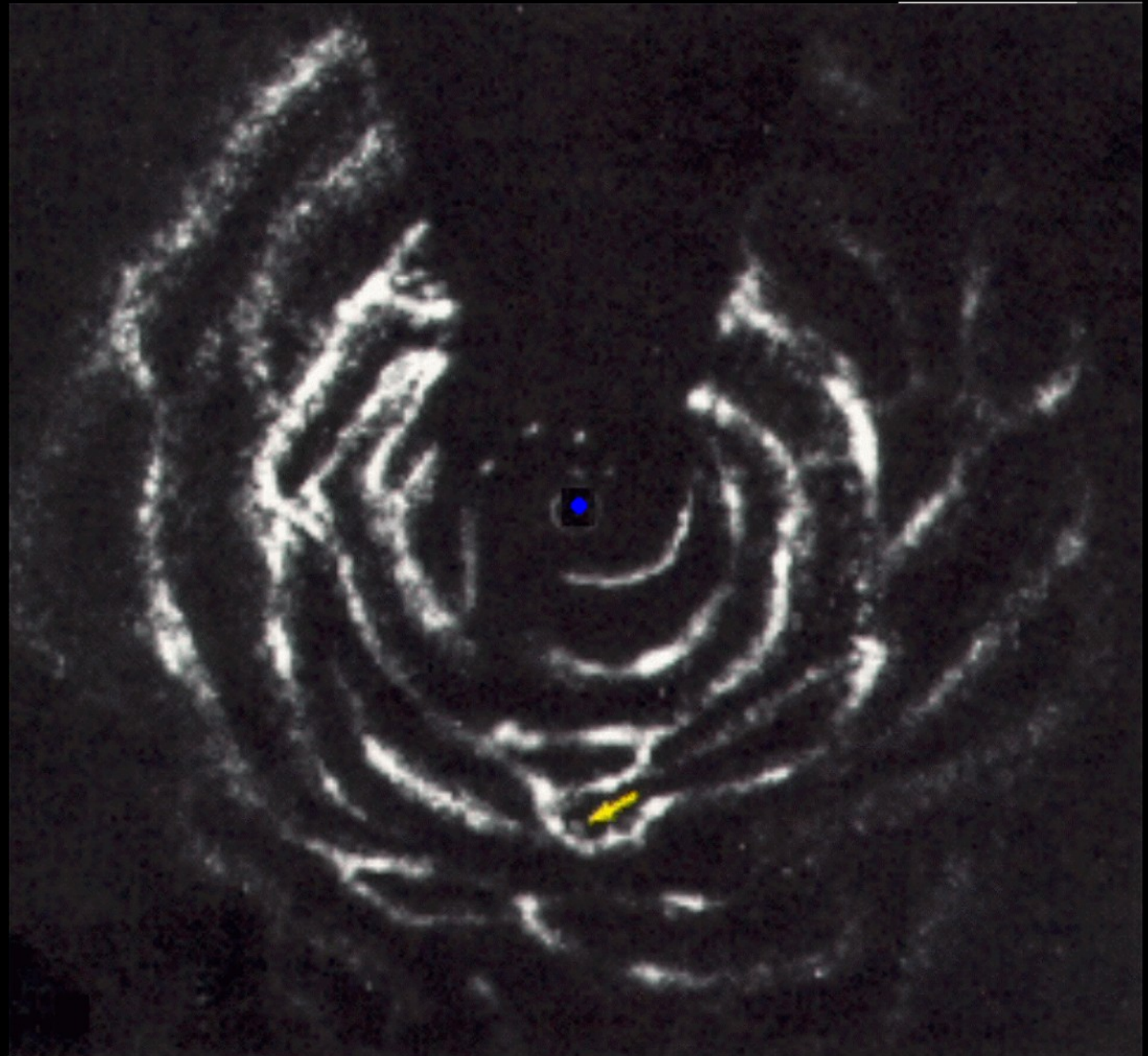


Das beobachtete Spektrum zeigt uns damit die rotierende Spiralstruktur der Milchstraße.



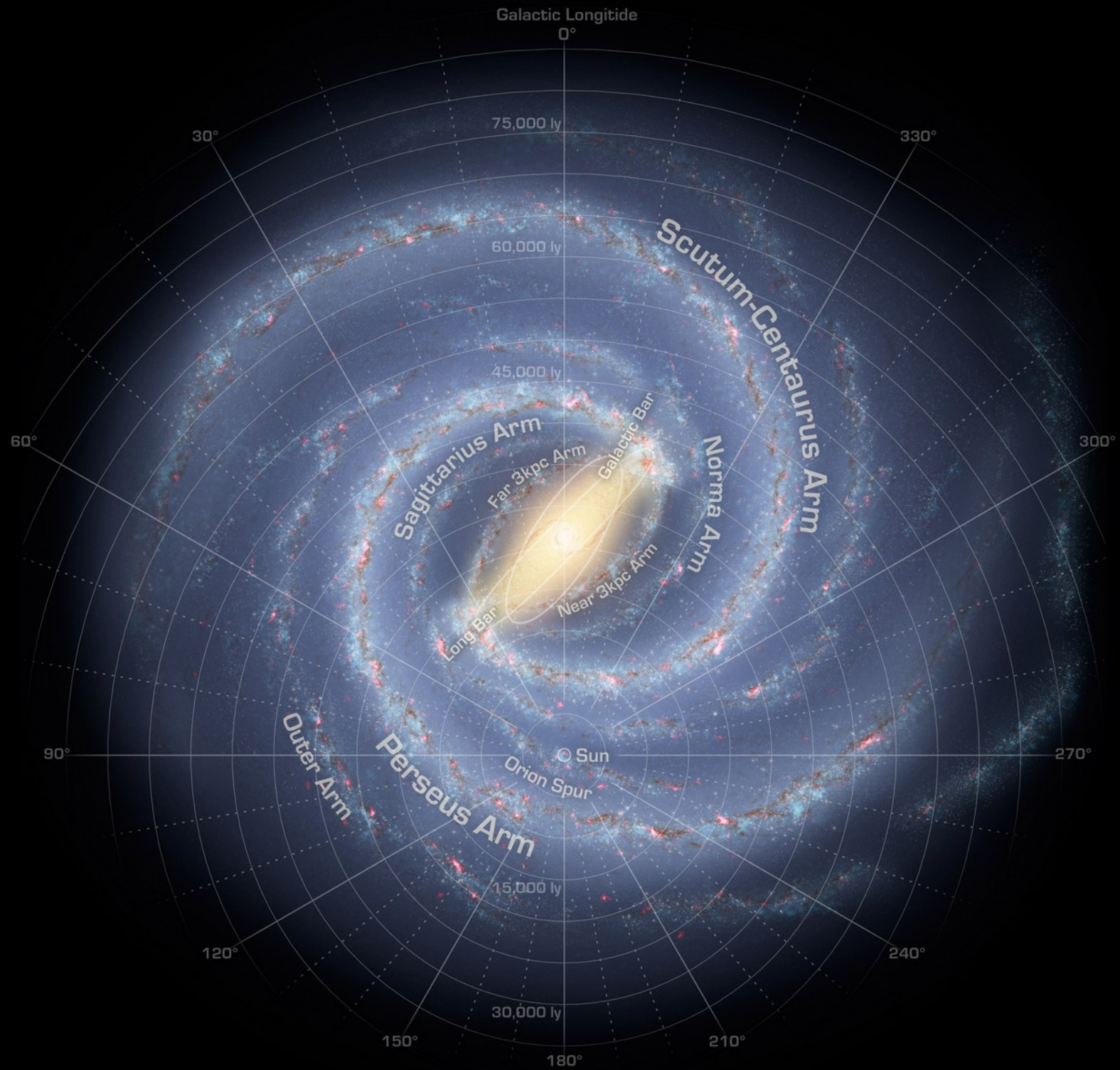
# Resultat

Schon 1951 hat Lyman Spitzer die erste Karte der Spiralstruktur der Milchstraße erstellt

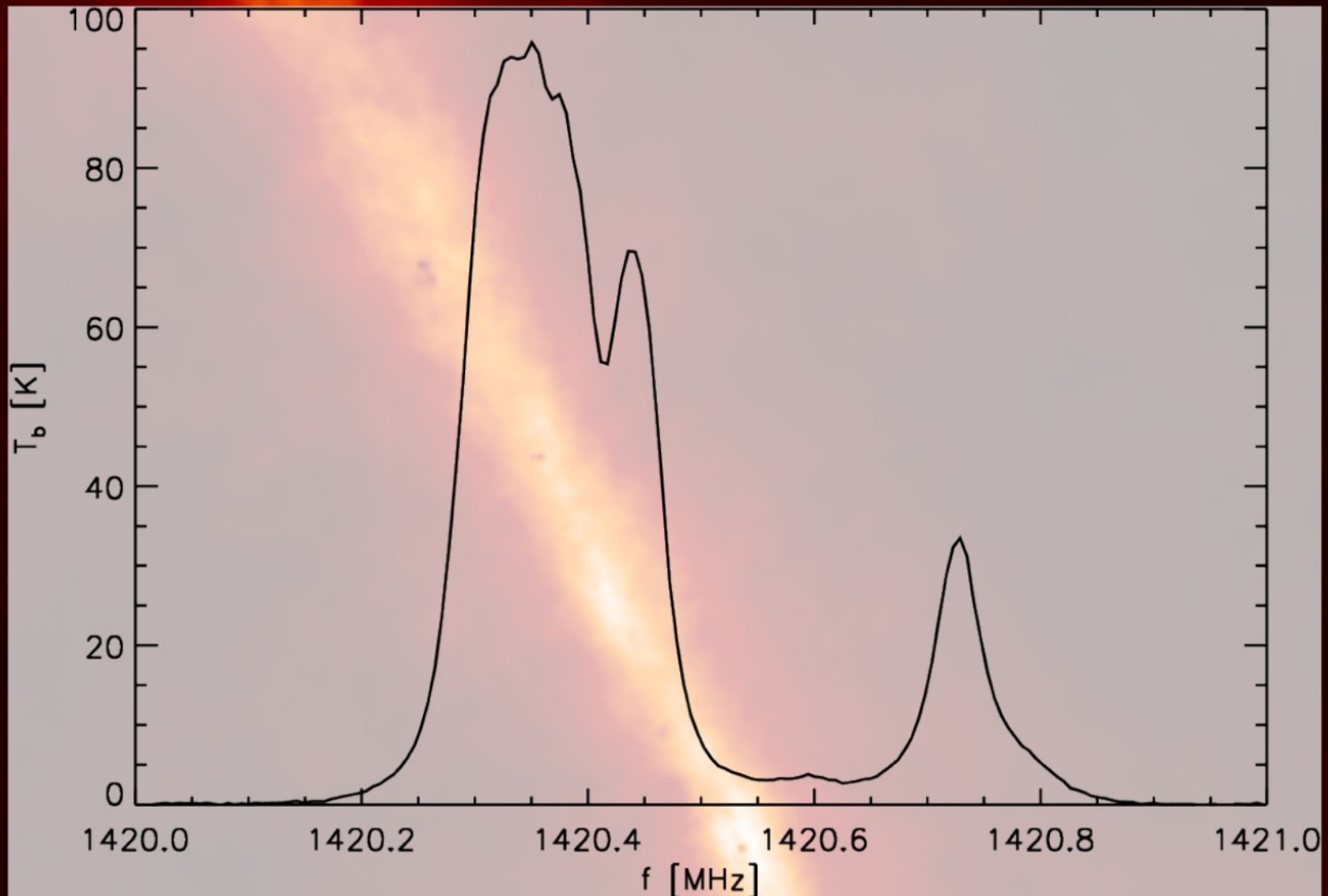




# Heute

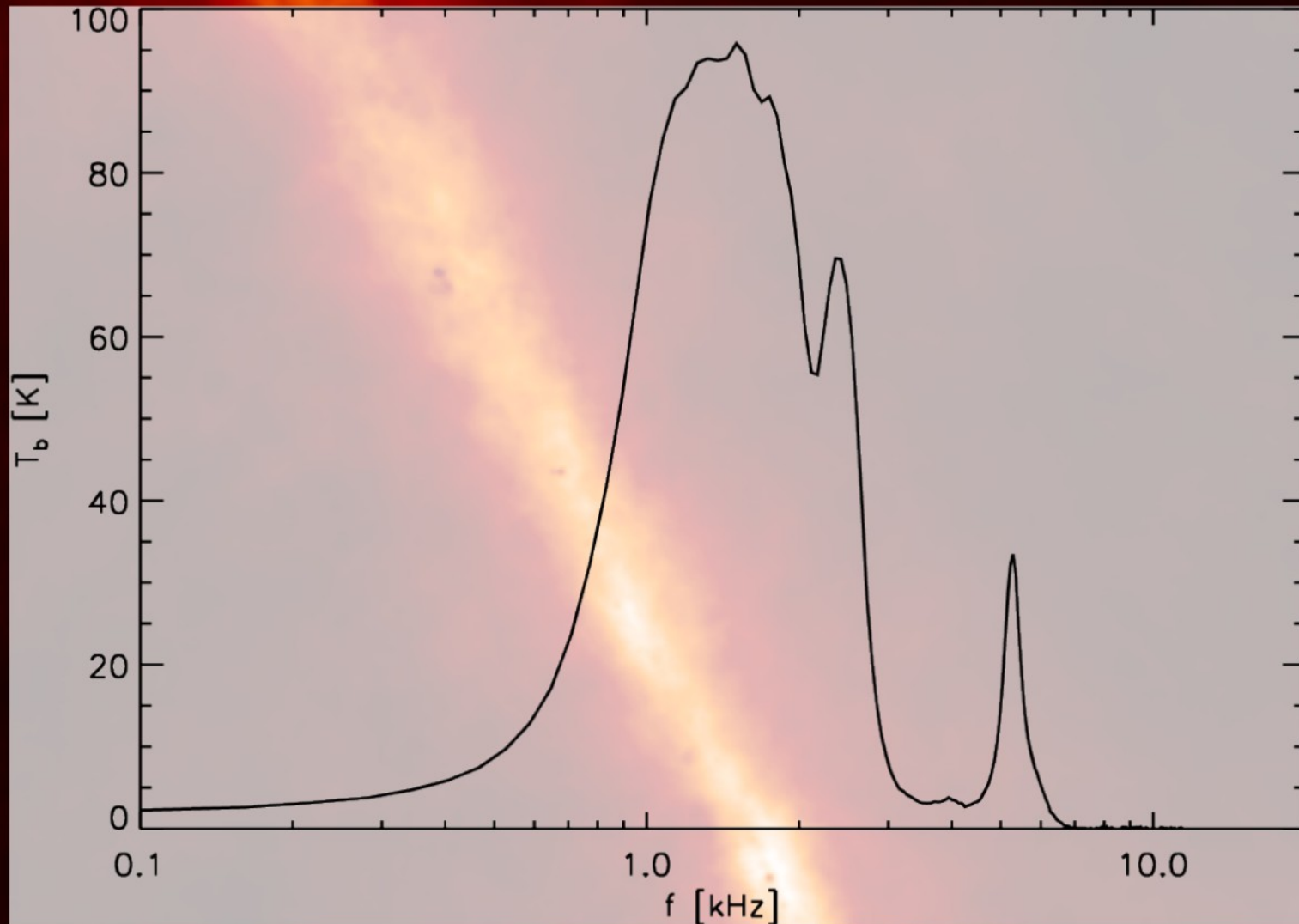


In der *Symphonia Galactea* hören wir der Dynamik der Milchstraße zu, indem wir die Radiofrequenzen in Frequenzen zwischen 50Hz und 15kHz übersetzen.

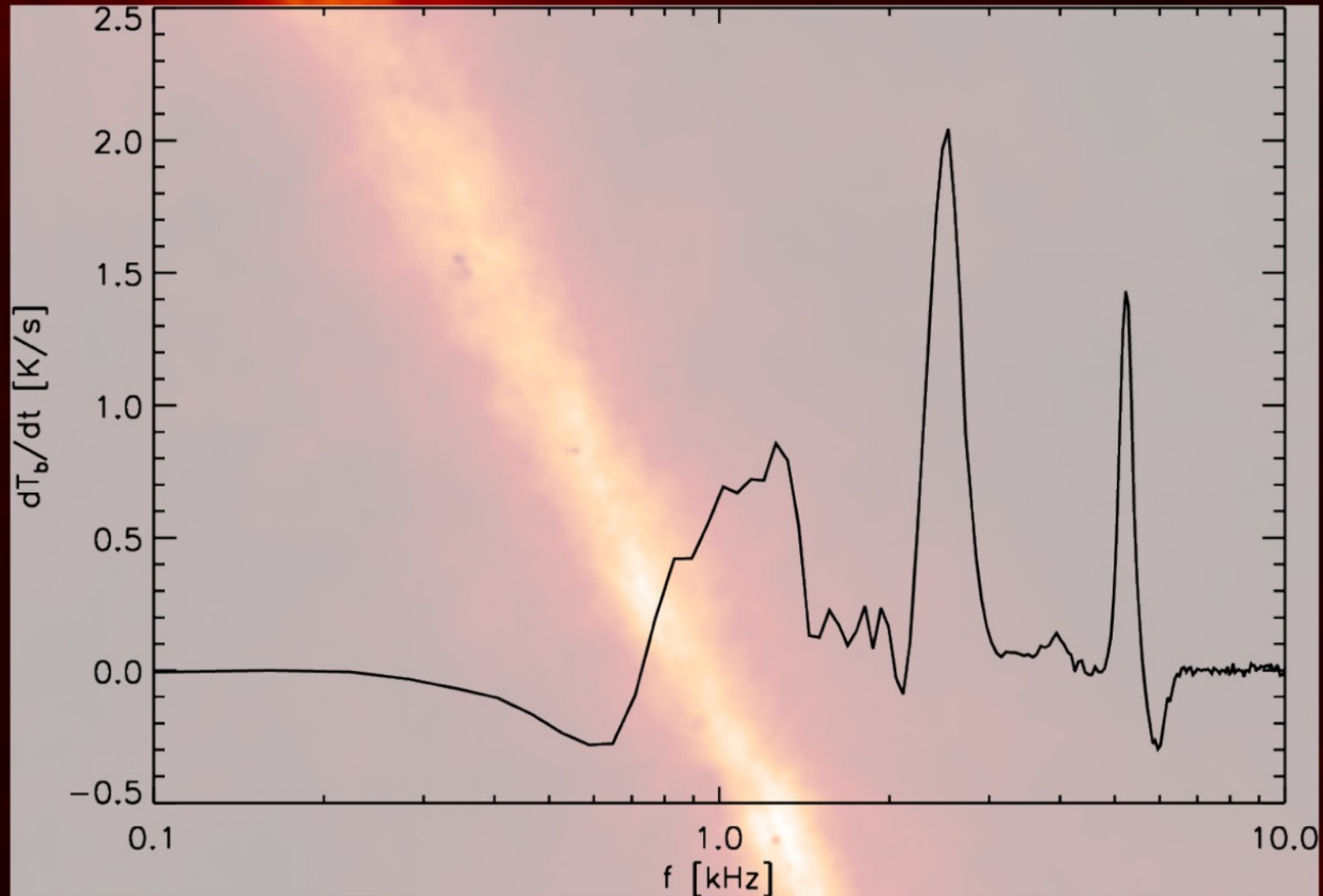




In der *Symphonia Galactea* hören wir der Dynamik der Milchstraße zu, indem wir die Radiofrequenzen in Frequenzen zwischen 50Hz und 15kHz übersetzen.



Für einen stärkeren dynamischen Effekt werden Differenzspektren zwischen zwei benachbarten Punkten am Himmel sonifiziert. Positive und negative Änderungen bestimmen die Rhythmik des Signals.





# Komposition durch Wahl der Teleskopspuren am Himmel.



Genießen Sie das Ergebnis!



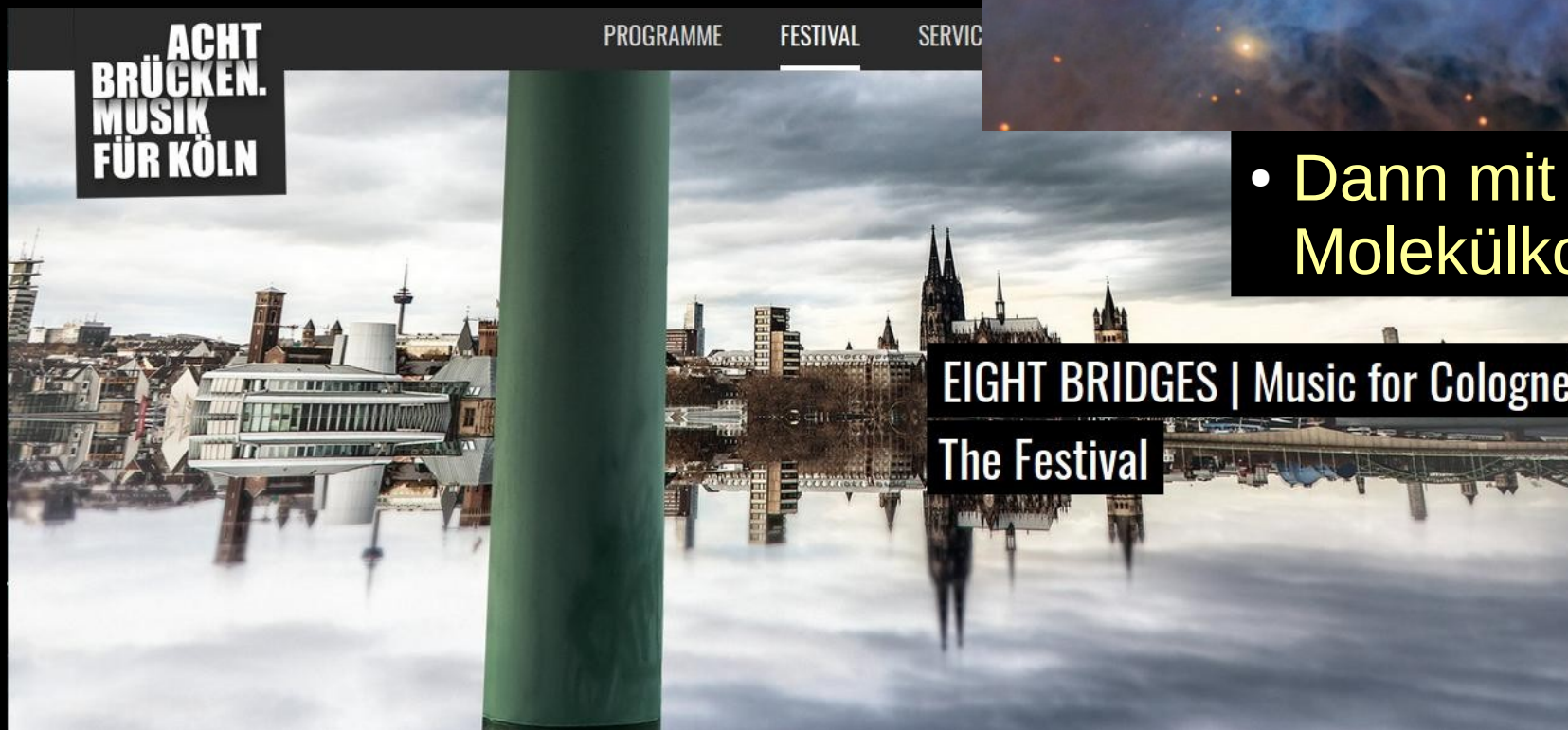


# Vorschau

## Acht-Brücken-Festival im Frühjahr 2020

### – “Spectral Soundscape”

- Laser- und Raumklang-Show in Köln



- Dann mit der vollen Molekülkomplexität



# Symphonia Galactea



Für die tatkräftige Unterstützung des Projektes danken wir

Susanne Herbst, Lars Möhring, Frank Schlöder, Julian Böing

Norbert Junkes, Alex Kraus, Klaus Bruns, Heiko Hafok, Holger Homburg

Miriam Seidler

Universität zu Köln



Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn



Deutsche Forschungs-  
gemeinschaft (DFG)

