

Untersuchung der galaktischen Rotation durch 21 cm-Linienprofile

Astronomisches Praktikum
Sommersemester 2024

Guilherme Schmid

Zielsetzung

Ziel des Versuches war es, die Rotationsgeschwindigkeiten in der Milchstraße durch die Analyse der 21 cm-Emission von neutralem Wasserstoff (H I) zu untersuchen. Dabei wurden die Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der galaktischen Länge l vermessen und die Verteilung der H I-Wolken bestimmt.

Durchführung

Die Daten wurden anhand von 72 beobachteten Profilen der 21 cm-Linie aufgenommen, die innerhalb der galaktischen Ebene ($b = \pm 2^\circ$) in Schritten von etwa $\Delta l = 5^\circ$ gewonnen wurden. Für die Umrechnung der gemessenen Abstände in Relativgeschwindigkeiten wurde eine Kalibrationsskala verwendet, wobei 200 km/s einer Länge von 24 mm entspricht.

Auswertung

Umrechnung der Abstände in Relativgeschwindigkeiten

Die Abstände der linksseitigen Maxima ($0^\circ < l < 180^\circ$) und rechtsseitigen Maxima ($180^\circ < l < 360^\circ$) wurden vermessen und in Geschwindigkeiten umgerechnet. Die Umrechnung erfolgte mithilfe des Kalibrationsfaktors:

$$\text{Faktor} = \frac{200 \text{ km/s}}{24 \text{ mm}} = 8.33 \text{ km/s/mm}$$

Berechnung der Winkelgeschwindigkeit ω_1

Mit der korrekten Gleichung 8.2:

$$v_{\text{rel}} = R_0 \sin l \cdot (\omega_1 - \omega_0)$$

wurde die Differenz der Winkelgeschwindigkeiten $\omega_1 - \omega_0$ berechnet, wobei $R_0 = 8.5 \text{ kpc}$ und $\omega_0 = \frac{220}{8.5} \text{ km/s/kpc}$ gesetzt wurden. Daraus ergab sich die Winkelgeschwindigkeit ω_1 .

Bestimmung des Zentrumsabstands R_1

Die berechneten Winkelgeschwindigkeiten ω_1 wurden genutzt, um die Zentrumsabstände R_1 der verursachenden Wolken zu bestimmen, basierend auf der galaktischen Rotationskurve.

Darstellung in kartesischen Koordinaten

Die ermittelten Zentrumsabstände R_1 wurden skaliert, sodass $SZ = 10$ kpc entspricht. Die Positionen der H I-Wolken wurden in ein kartesisches Koordinatensystem umgerechnet, wobei die Sonne (S) im Ursprung liegt:

$$r = R_0 \cos l + \sqrt{R_1^2 - R_0^2 \sin^2 l}$$
$$x = r \cos(l + 90^\circ), \quad y = r \sin(l + 90^\circ)$$

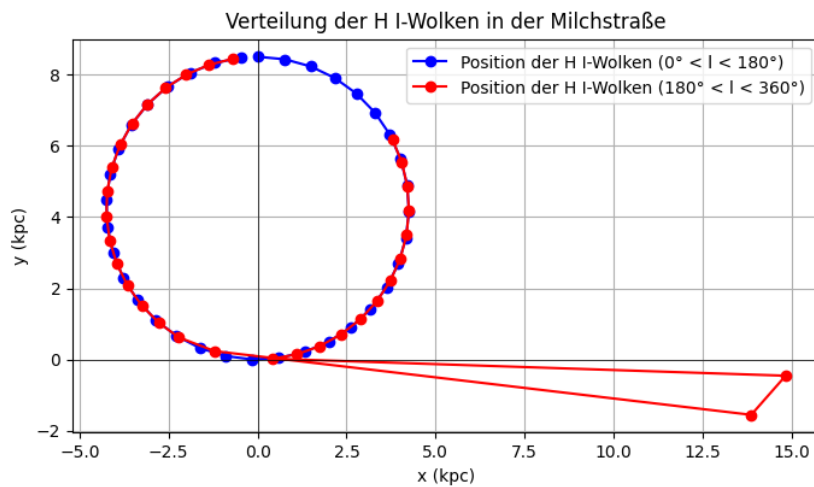


Abbildung 1: Verteilung der H I-Wolken in der Milchstraße

Ergebnisse

Die berechneten Relativgeschwindigkeiten und Zentrumsabstände führten zu einer kartesischen Darstellung der H I-Wolken in der Milchstraße. Diese Visualisierung zeigt die

Struktur der galaktischen Rotation und die Verteilung der Wolken entlang der galaktischen Ebene.

Fazit

Die Analyse der 21 cm-Profilen ermöglichte die Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeiten der Milchstraße. Die Umrechnung in kartesische Koordinaten ergab eine anschauliche Darstellung der galaktischen Struktur, welche die Verteilung der neutralen Wasserstoffwolken entlang der galaktischen Scheibe zeigt.

Anhang

Die Berechnungen wurden mit Hilfe eines Python-Skripts durchgeführt, welches die erforderlichen Messdaten und Berechnungen automatisiert hat.