

Astronomie II - Zusammenfassung Kapitel 15.1

Stellarer Halo, Dunkler-Materie-Halo und das Zentrum der Milchstraße

Stellarer Halo Als Halo werden in der Regel die äußeren Teile einer Galaxie bezeichnet (im Gegensatz zum Bulge). In der Milchstraße hat der stellare Halo einen Radius von etwa 42-50 kpc. Der stellare Halo besteht aus Kugelsternhaufen und aus Feldsternen. Feldsterne (field stars oder high-velocity-stars) sind Sterne mit großen Geschwindigkeiten im rechten Winkel zur galaktischen Ebene.

Die **Kugelsternhaufen** lassen sich in metallarme Kugelsternhaufen mit Metallizität ($Fe/H < -0,8$) und metallreiche Kugelsternhaufen unterteilen. Während die metallarmen Haufen über den gesamten Halo verteilt sind, befinden sich metallreiche Haufen eher in der dicken Scheibe. Das Alter der Kugelsternhaufen beträgt etwa 11-13 Mrd. Jahre.

Der Aufenthaltsbereiche der **Feldsterne** scheint nach Auswertung eines RR Lyrae Tracings abgeplattet zu sein, wobei dafür noch kein endgültiger Beweis vorliegt.

Die **Gesamtmasse des stellaren Halos** lässt sich aus dem 'Spatial density power law' zu etwa $10^9 M_\odot$ bestimmen.

Die bolometrische Leuchtkraft des stellaren Halos beträgt etwa $3,6 * 10^{10} L_\odot$. (sh. auch Carroll Ostlie p. 884)

Dunkler-Materie-Halo Die **Größe** des Dunklen-Materie-Halos der Milchstraße wird auf etwa 230 kpc geschätzt. Zur Bestimmung des Dichteprofiles des DM-Halos gibt es verschiedene Formeln (sh. Carroll Ostlie p. 896 und Skript). Insgesamt gibt es in unserer Galaxie etwa $1,9 * 10^{12} M_\odot$ dunkle Materie, was etwa 90 – 95% der Gesamtmasse der Milchstraße entspricht.

Was ist Dunkle Materie?

- sicherlich kein Staub und kein Gas
- Aus der Teilchenphysik gibt es den Vorschlag, es handele sich um **WIMPs** - Weakly Interacting Massive Particles. Es werden neue, bislang nicht beobachtete Teilchen (Neutralinos) in Erwägung gezogen.
- Alternativ gibt es den Versuch, die Dunkle Materie über stellare Objekte, **MACHOs** (Massive Compact Active Halo Objects), zu erklären. Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass die Masse von weißen und roten Zwergen (insgesamt nur 16% der erforderlichen Masse) in keinem Fall ausreicht.

Galaktisches Zentrum der Milchstraße Größtes Problem bei der Beobachtung des galaktischen Zentrums ist die große Extinktion. Daher sind Beobachtungen in der Regel nur im Radiowellen, Mikrowellen und Infrarotbereich möglich.

Die **Geschwindigkeitsverteilung** und die Massendichteverteilung der Sterne um das galaktische Zentrum entspricht etwa der von isothermem Gas und sie ist proportional zu $r^{-1,8}$.

Die **Dichteverteilung** weist bei einer Entfernung von 2 pc zum Zentrum Inkonsistenzen auf, die sich nur durch eine große Masse ($3,7 * 10^6 M_\odot$) im Zentrum erklären lassen.

Das galaktische Zentrum wird als **Sgr A** bezeichnet. Die innere Umgebung (8 pc) wurde bis auf 0,2 milli" aufgelöst.

In der Umgebung des galaktischen Zentrum gibt es:

- alte K- und M-Riesensterne der **Population I**.
- **IRS 16** als zentrumnahes Infrarotobjekt - ein Entstehungsgebiet neuer Sterne vor etwa 10 Millionen Jahren, vermutlich handelt es sich um Wolf-Rayet-Sterne.
- eine neutrale **HI-Scheibe** (Entfernung vom Zentrum: 100-1000pc)
- ein Magnetfeld der Stärke $10^{-8} - 10^{-6} T$, das durch eine unbestimmte Synchrotronstrahlung verursacht wird.
- ein molekularer, zirkumnuklearer Ring - eigentlich ein "**Donut** mit verschiedenen Elementen" mit einem Innenradius von 2 pc und einem Außenradius von 8 pc. Der Ring ist um 20 Grad geneigt, hat eine Temperatur von 300-400 K und weist eine Einbuchtung mit scharfen Kanten auf - zu ihrer Entstehung müssen 10^{44} Joule an Energie aufgewandt worden sein, vermutlich durch eine Supernovaexplosion.
- **SGR A East** - ein junger Supernovarest (etwa 100-5000 Jahre alt)
- **SGR A West** - eine Minispirale
- eine oder mehrere, stark veränderliche **Röntgenquellen** mit weniger als 0,1 pc Durchmesser
- **SGR A*** - eine unaufgelöste, starke **Radiopunktquelle** - wahrscheinlich das wirkliche Zentrum der Milchstraße, auch wenn sich SGR A* eigentlich 1" vom berechneten Zentrum entfernt befindet.

SGR A* ist ein superschweres **Schwarzes Loch** mit $3,7 * 10^6 M_\odot$ und einem Schwarzschildradius von 16 Sonnenradien. Der Schwarzschildradius wird etwas ungenau als die Grenze beschrieben, ab der die Fluchtgeschwindigkeit des Schwarzen Loches größer wird als die Lichtgeschwindigkeit.

Die Leuchtstärke des Schwarzen Lochs wurde zu $3 * 10^4 L_\odot$ bestimmt. Außerdem können wir bei dem eigentlich wenig aktiven Schwarzen Loch im Zentrum unserer Milchstraße tägliche Flares mit bis zu $3,6 * 10^{28} W$ beobachten.

Über einen längeren Zeitraum betrachtet ist das Zentrum unserer Galaxie sehr dynamisch. Dies belegen die Supernovarest und die messbare 1,8 MeV-Linie eines Al-Mg-Übergangs.