

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Doktorarbeit wird die Verteilung ausgedehnter Masse nahe dem supermassiven Schwarzen Loch (SMBH) im Zentrum unserer Galaxie mit Hilfe von Beobachtungsdaten und theoretischer Modellierung untersucht. Der Schwerpunkt liegt auf der Ausarbeitung einer Unterscheidung zwischen dem Anteil der dunklen Masse, der in Form des Schwarzen Loches vorliegt, und dem Anteil, der in ausgedehnter Form existiert. Obwohl Beobachtungen und theoretische Studien in den letzten zehn Jahren einen bedeutenden Fortschritt bezüglich des Verständnisses Schwarzer Löcher gebracht haben, wirft die Entstehung Schwarzer Löcher und ihre Wechselwirkung mit der Wirtsgalaxie noch immer viele Fragen auf. Die hier durchgeführte Arbeit vertieft unser Verständnis der Dynamik in der Nachbarschaft des SMBH. Bereits 1974 wurde vorgeschlagen, dass es sich bei der Radioquelle Sgr A* um ein SMBH handeln könnte. Seitdem haben Beobachtungen gezeigt, dass unsere Galaxie eine dunkle Masse von $\sim 3 \times 10^6 M_{\odot}$ im Zentrum verbirgt. Der bisher stärkste Beweis für die Existenz eines SMBH ergab sich, als es zum ersten Mal möglich wurde, die Bahnen schnell Sgr A* umlaufender Sterne (die sogenannten S-Sterne) zu verfolgen. Dies wurde erreichbar durch neue Instrumente, wie die Nahinfrarot-Speckle-Kamera SHARP auf La Silla in Chile, sowie die Nahinfrarot-Kamera NAOS/CONICA am Very Large Telescope (VLT) auf Paranal in Chile. In Zusammenarbeit mit der Nahinfrarot-Gruppe am Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik in Garching bei München, benutze ich die bildgebenden Daten vom Galaktischen Zentrum, um die Sternverteilung zu untersuchen, und die Daten über Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten, um die Bewegung der S-Sterne zu studieren.

In der hier vorgestellten Analyse der Massenverteilung um das Schwarze Loch werden Sternbahnen modelliert, indem zusätzlich zum Potenzial des Schwarzen Loches ein Potenzial ausgedehnter Masse vorausgesetzt wird. Ich untersuche die Sternbahnen sowohl in keplerschen als auch in nicht-keplerschen Potenzialen. Dies ist *die erste Studie dieser Art*, die Beobachtungsdaten mit theoretischer Modellierung verbindet. Auch zeigt diese Arbeit das erste Mal einen Ansatz, in dem das Masse-Leuchtkraft-Verhältnis (M/L) von den äußeren zu den inneren Regionen variiert. Basierend auf früheren dynamischen Studien zu Galaxienentwicklung wird üblicherweise angenommen, dass das M/L zu den inneren Regionen einer Galaxie hin zunimmt. Dies impliziert, dass eine zusätzliche Menge verborgener Masse nahe dem Zentrum existieren könnte. In dieser Doktorarbeit untersuche ich explizit mögliche Kandidaten für diese verborgene Komponente - schwache massearme Sterne und schwerere kompakte Sternüberreste. In der Praxis ist eine sinnvolle Analyse nur für den Stern S2 möglich, der die kürzeste Bahnperiode und damit die vollständigste Bahn aller S-Sterne aufweist. Ein Hermite-Integrator vierter Ordnung, den ich für diese Studie optimiert habe, wird benutzt, um die S2-Bahn zu modellieren. Eine Gittermethode ist in das Hermite-Schema implementiert worden, um die Positions- und Geschwindigkeitsdaten für die S2-Bahn aus den Jahren 1992 bis 2003 anzupassen. Es ist mir möglich, die Position des Schwarzloch-Kandidaten Sgr A* zu bestätigen.

Darüber hinaus kann ich eine obere Grenze für die Gesamtmasse in den zentralen 20 mpc bestimmen. Aus diesen Werten kann eine obere Grenze für das M/L abgeleitet werden. Die Arbeit führt zu dem Ergebnis, dass die gesamte dunkle Masse im Zentrum nicht notwendigerweise gänzlich auf ein SMBH beschränkt ist. Ein Bruchteil $\lesssim 20\%$ dieser Masse könnte in einer ausgedehnten Verteilung vorhanden sein. Erprobung mehrerer Verteilungen für diese ausgedehnte Massenkomponekte zeigt, dass die vorhandenen Daten nicht ausreichen, um zwischen den verschiedenen Potenzialen zu unterscheiden.

Um die Bestandteile der möglicherweise ausgedehnten dunklen Komponente zu analysieren, untersuche ich die K-Band Leuchtkraftfunktion (KLF) des beobachteten Sternhaufens. Es ergibt sich, dass die ausgedehnte Massenkomponekte nicht nur aus schwachen massearmen Sternen zusammengesetzt sein kann. Stellare Schwarze Löcher und Neutronensterne sind notwendig, um den möglicherweise ausgedehnten Massenanteil zu erklären. Solch ein Haufen aus Sternüberresten erweist sich in einer näherungsweise analytischen Studie als stabil.