

PHYSIKonkret

Nr. 16
März 2013

Dunkle Materie in der Milchstraße

Unsere Milchstraße ist ein Beispiel für eine Spiralgalaxie: Der größte Teil ihrer Sterne befindet sich in einer dünnen Scheibe, die in spiralförmige Arme gegliedert ist und um ihr Zentrum rotiert. In dieser Scheibe liegt auch unsere Sonne, etwa 25.000 Lichtjahre (Lj) vom Zentrum der Milchstraße entfernt. Sterne und andere Himmelskörper machen die gewöhnliche, sichtbare Masse unserer Galaxie aus. Die Leuchtkraft der Galaxie nimmt nach außen ab, da zum Rand hin der Abstand zwischen den Sternen zunimmt.

Würde die Masse der Milchstraße ebenso wie die Leuchtkraft exponentiell nach außen abfallen, müssten auch die Rotationsgeschwindigkeiten der Sterne um das Zentrum nach außen abfallen (siehe Abb. 1). Aber selbst in großen Abständen (> 50.000 Lj) sind die Geschwindigkeiten der Sterne weitgehend unabhängig von der Entfernung zum Zentrum. Dies wird darauf zurückgeführt, dass die Scheibe der Milchstraße von einem großen, annähernd kugelförmigen Gebilde aus dunkler Materie umgeben ist, einem sog. dunklen Halo.

Die Zusammensetzung der dunklen Materie ist unbekannt. Bislang können Forscher nur vermuten, dass sie aus schwach wechselwirkenden, massereichen Elementarteilchen, sog. WIMPs (weakly interacting massive particles), bestehen könnte. Ziel verschiedener irdischer Experimente ist der direkte Nachweis dieser Materienteilchen, denen die Erde auf ihrem Weg mit der Sonne um das Zentrum der Milchstraße ausgesetzt sein sollte.

Ein weiterer Ansatz ist, die Menge dunkler Materie in der Umgebung der Sonne und damit auch der Erde zu ermitteln, und zwar aus der Bewegung der Sterne in Sonnen Nähe. Problematisch daran ist jedoch, dass nicht nur die dunkle, sondern auch die gewöhnliche Materie diese Bewegung beeinflusst. Aber auch deren Menge ist nur schwer exakt zu bestimmen. Die Menge der dunklen Materie ließe sich erst dann einigermaßen abschätzen, wenn man den Anteil der gewöhnlichen Materie zuverlässig abziehen könnte.

In großer Höhe – jenseits von etwa 4.500 Lj über der galaktischen Scheibe – wird der Einfluss der dunklen Materie immer dominanter, da die gewöhnliche Materie mit zunehmender Höhe immer weniger wird (s. Abb. 3). Wenn man die Geschwindigkeiten der Sterne in großer Höhe messen könnte, ließe sich der Beitrag der dunklen Materie zur Bewegung der Sterne beurteilen. So könnte man Rückschlüsse auf die Menge der dunklen Materie in unserer Nachbarschaft ziehen.

Aus Daten dieser Art war kürzlich das Ergebnis abgeleitet worden [1], dass es in der Umgebung der Sonne gar keine dunkle Materie gebe: Die sichtbare Materie allein reiche aus, um die Bewegungen der nahen Sterne zu erklären. Damit wären natürlich alle irdischen Experimente zum direkten Nachweis dunkler Materie sinnlos geworden.

Eine weitere, genaue Auswertung der Bewegung von Sternen bis 13.500 Lj über der galaktischen Scheibe hat jedoch eine Dichte der dunklen Materie im Sonnensystem ergeben, die etwa einem Proton in drei Kubikzentimetern entspricht [2]. Sie bestätigt die Erwartungen, die auch den irdischen Experimenten zugrunde liegen und lässt hoffen, dass die Teilchen der dunklen Materie direkt nachgewiesen werden können.



„Dunkle Materie in unserer Nähe wurde bestätigt. Irdische Experimente haben die Chance, sie direkt nachzuweisen.“

Johanna Stachel, Präsidentin der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

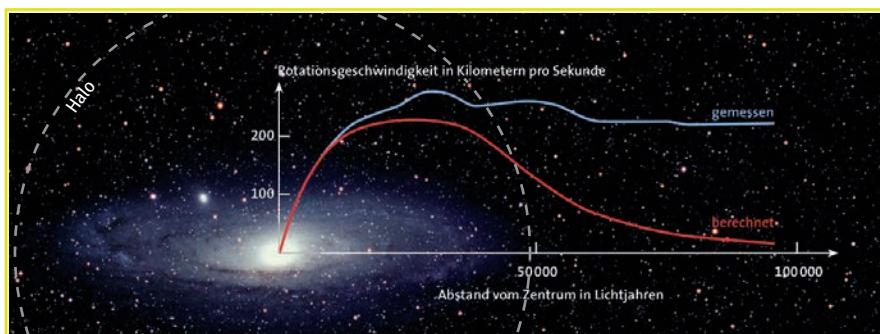


Abb. 1: Abhängigkeit der Rotationsgeschwindigkeit der Milchstraße vom Abstand zum Zentrum. Im Gegensatz zu den berechneten Werten (rot) fällt die gemessene Geschwindigkeit (blau) nicht mit zunehmender Entfernung vom Zentrum ab. (Quelle: MPIA / SuW-Grafik)

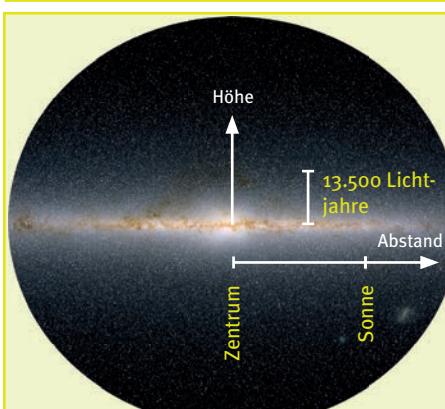


Abb. 2: Dimensionen der Milchstraße. Die dünne Scheibe aus gewöhnlicher, teils leuchtender Materie ist von dem großen Halo aus dunkler Materie (nicht sichtbar) umgeben.
(Quelle: 2MASS / J. Carpenter, T. H. Jarrett, R. Hurt)

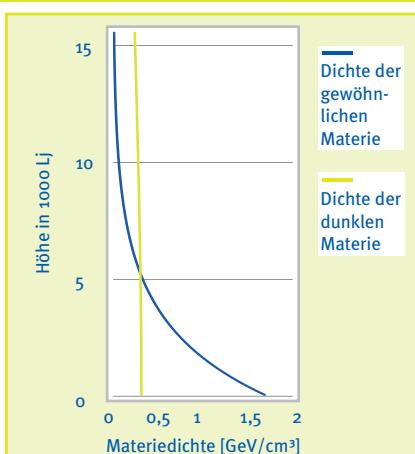


Abb. 3: Dichte der gewöhnlichen (blau) und dunklen (grün) Materie in Abhängigkeit von der Höhe über der galaktischen Scheibe.

[1] Moni Bidin, C., Carraro, G., Méndez, R. A., Smith, R. „Kinematical and Chemical Vertical Structure of the Galactic Thick Disk. II. A Lack of Dark Matter in the Solar Neighborhood“, The Astrophysical Journal 751, S. 30 (2012)

[2] Bovy, J., Tremaine, S. „On the local dark matter density“, The Astrophysical Journal 756, S. 89 (2012)

Deutsche Physikalische Gesellschaft

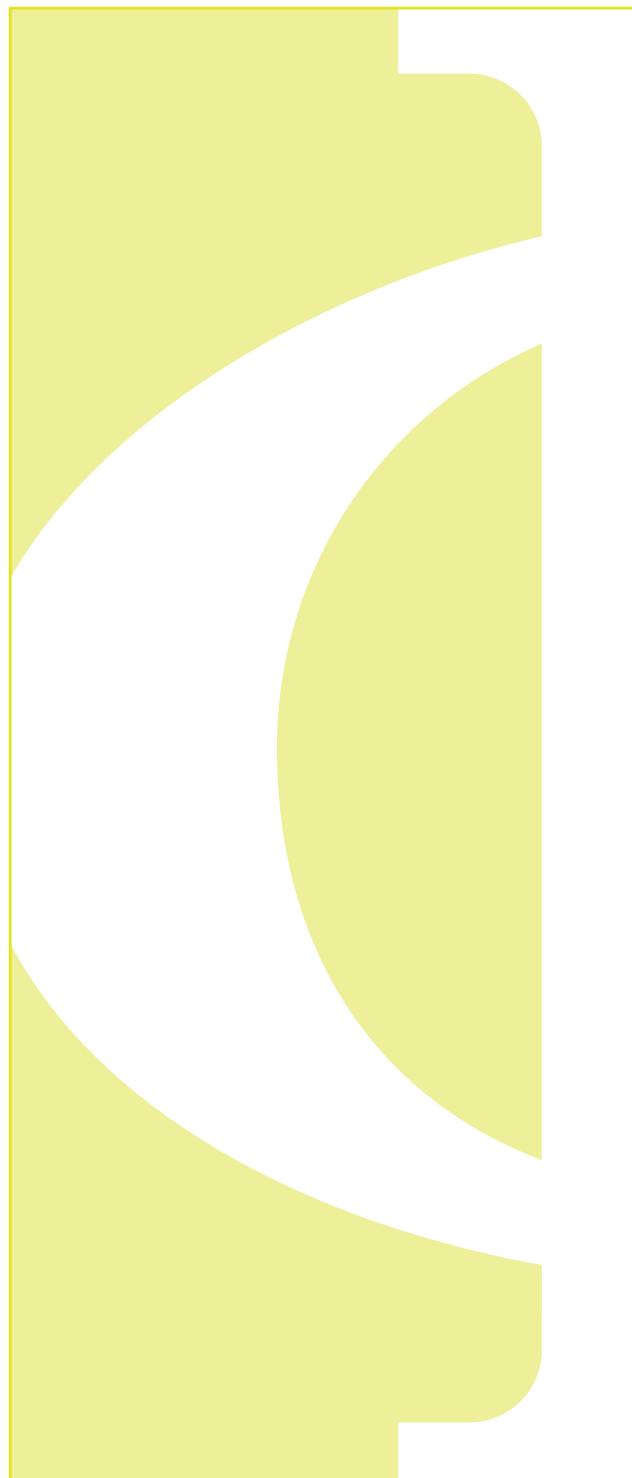
Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 62.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Professorinnen und Professoren, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte und Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landeseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie das Berliner Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrtentreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus auch das historische Archiv der DPG.



Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle Tel.: 02224 / 92 32 - 0
Hauptstraße 5 Fax: 02224 / 92 32 - 50
53604 Bad Honnef E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft
dankt ihrem Autor

Matthias Bartelmann