

GEMEINSAME SERIE VON MZ UND STERNWARTE REGENSBURG

Galaxien sind wie Kettenkarusselle – aber was hält sie zusammen?

Unsichtbare Materie gibt Rätsel auf

KOSMOLOGIE In Galaxien muss es viel mehr Masse geben, als Astronomen finden können. Niemand weiß genau, warum das so ist. Ein Teilchenbeschleuniger soll helfen.

REGENSBURG. Eine Galaxie – das Karussell der Sterne – dreht sich mit atemberaubender Geschwindigkeit: Mit 200 Kilometern pro Sekunde rasen Sterne um ihr jeweiliges galaktisches Zentrum – auch in unserer Milchstraße. So wie die Sitze in einem Kettenkarussell durch die Ketten gehalten werden, müssen auch die Sterne „festgehalten“ werden. In Galaxien erledigt dies die Gravitation, bekannt als Schwerkraft, die uns beispielsweise auf die Erdoberfläche zieht. Die Kraft, mit der sich Körper anziehen, ist wesentlich durch deren Masse bestimmt; in Galaxien ist das die Summe aller enthaltenen Objekte, vor allem Sterne und Gasnebel. Zumindest sind dies die sichtbaren und damit bekannten Anteile.

Eine große Diskrepanz

Bei einem Vergleich der Rotationsgeschwindigkeit mit der sichtbaren Masse stellt man aber eine Diskrepanz fest: Die Masse reicht bei weitem nicht aus, um die Galaxien bei diesen enormen Rotationsgeschwindigkeiten zusammenzuhalten. Bisher hält die Physik keine eindeutige Aussage parat, wie dieses Phänomen zu erklären ist. Am vielversprechendsten sind derzeit Ansätze aus der Teilchenphysik, die hypothetische Teilchen (Dunkle Materie) vorhersagt, die im Universum in großen Mengen existieren könnten, ohne dass sie für uns direkt messbar wären. Allerdings konnten diese Teilchen bisher in keinem Experiment direkt gemessen werden.

Ein von Menschenhand gebautes Gerät, das noch atemberaubendere Geschwindigkeiten als die Galaxien erzeugt, könnte zur Beantwortung der Frage nach dem Ursprung der Dunklen Materie elementar sein: der Teilchenbeschleuniger LHC bei Genf in der Schweiz.

Im März kommt ein neuer Anlauf

Dort erhofft man durch die Kollision von Elementarteilchen neue Teilchen zu produzieren, die bisher nicht gemessen werden konnten. Ab März 2015 nimmt der LHC nach längerer Pause wieder seinen Betrieb auf mit dem Ziel, die Energien der Kollisionen im Vergleich zur vorigen Betriebsphase zu verdoppeln. Denn je höher die



Die sichtbaren Galaxien im Galaxienhaufen Abell 2744 entsprechen weniger als fünf Prozent seiner Masse. Weitere 20 Prozent macht die rötlich dargestellte Gasverteilung, 75 Prozent die bläuliche Dunkle Materie-Verteilung aus.

Foto: NASA, ESA, J. Merten and D. Coe

PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN

► **Gravitation** ist eine der vier bekannten Grundkräfte im Universum. Im Vergleich zu den anderen Kräften ist sie extrem schwach, wirkt aber andererseits auch auf sehr große Distanzen. Ein einfaches Beispiel aus dem Alltag: Wir können leicht einen Koffer anheben und fallen lassen, aber nicht durch ihn durchgreifen, denn die Atome unseres Koffers und unserer Hand werden durch die wesentlich stärkere elektromagnetische Kraft zusammengehalten.

► **Dunkle Materie** ist ein Erklärungsversuch für die erhöhte Rotationsgeschwindigkeit von Galaxien, die so nicht existieren dürften. Ein erheblicher Anteil nicht sichtbarer Materie würde hinreichend Gravitation erzeugen, um die Galaxien zusammenzuhalten. ► **Teilchenbeschleuniger** sind Maschinen, um subatomare Partikel mit beinahe Lichtgeschwindigkeit kollidieren zu lassen. Bei der Kollision entstehen hohe Energiekonzentrationen.

► **Bei diesen hohen** Energiekonzentrationen können neue, unbekannte Partikel entstehen.

► **Teilchendetektoren** erfassen und vermessen durchfliegende subatomare Partikel. Von diesen werden beispielsweise die Geschwindigkeit, die Masse oder die elektrische Ladung gemessen. Durch das Messen von Partikeln aus Teilchenbeschleuniger-Kollisionen kann berechnet werden, was während der Kollision passiert ist.

Energie ist, desto wahrscheinlicher wird es, neue Teilchen zu entdecken.

Im Universum selbst rasen ebenfalls Teilchen mit gigantischen Geschwindigkeiten umher und kollidieren immer wieder. Deswegen befinden sich Teilchendetektoren, ähnlich wie man sie in Teilchenbeschleunigern findet, auch im Weltraum, beispielsweise auf der Internationalen Raumstation. Auch wenn man mit all diesen teuren Geräten bisher das „Dunkle

Materie“-Teilchen nicht direkt messen konnte, können seine Eigenschaften doch zunehmend genauer festgelegt werden. Es gibt aber auch deutlich andere Erklärungsansätze, beispielsweise, dass wir die Gravitation einfach nicht verstanden haben. Vielleicht wirkt sie auf die riesigen Distanzen in Galaxien anders als auf Distanzen in unserem Sonnensystem, wo wir sie relativ präzise messen können. Diese Probleme werden sich nur mit viel

Mühe von Forschern und dem Einsatz von Forschungsgeldern lösen lassen, denn die notwendigen Teleskope und Teilchenbeschleuniger sind Milliardenprojekte. Dennoch würde es sich lohnen, denn ohne die vor ungefähr 100 Jahren entwickelte Relativitätstheorie wäre die heutige Satellitennavigation ebenso undenkbar wie Smartphones und Computer ohne die zur ungefähr gleichen Zeit entwickelte Quantenmechanik. (wn)

Orion ist das Prunkstück am Abendhimmel

BEOBACHTUNG Das Sternzeichen dominiert am Firmament. Jupiter leuchtet hell.

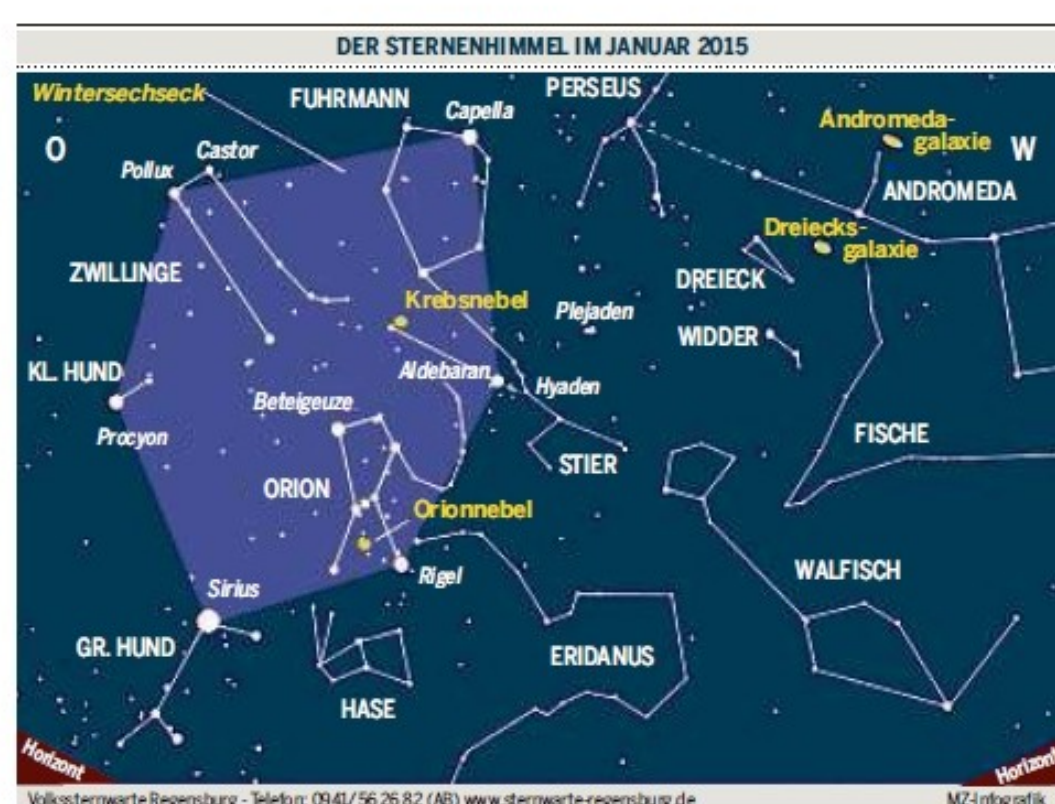
REGENSBURG. Alle sechs klassischen Wintersternbilder sind nun schon am Abend vollständig aufgegangen: Fuhrmann, Stier, Orion, Großer und Kleiner Hund sowie die Zwillinge. Ihre auffällenden Hauptsterne umschreiben eine riesige Figur, die als himmlisches Markenzeichen dieser Jahreszeit gilt: das „Wintersechseck“. Herbstliche Sternbilder wie Pegasus, Andromeda mit der hellen Andromedagalaxie und Fische sind schon weit nach Westen abgerückt.

Prunkstück des Abendhimmels ist der Orion. Seine drei auffällenden „Gürtelsterne“ können als Wegweiser am Himmel dienen: Verlängert man sie nach rechts, trifft man zunächst auf den V-förmigen Kopf des Stieres mit dem orange-gelblichen Stern Alde-

baran und den Hyaden („Regenstern“). Noch weiter in dieser Richtung findet sich der sehr markante Sternhaufen der Plejaden („Siebengestirn“), der häufig mit dem Sternbild „Kleiner Wagen“ verwechselt wird. Verlängert man den Gürtel des Orion nach links, trifft man auf den hellsten Stern des Himmels, Sirius im Großen Hund.

Etwas unterhalb der Gürtelsterne befindet sich der „Orionnebel“, eine riesige leuchtende Gas- und Staubwolke; er kann schon mit kleinen Ferngläsern mühelos erkannt werden. Der hell sichtbare Planet Jupiter dominiert bis Mitternacht den östlichen Himmel.

→ Rupert Heider berichtet am 16. Januar über die verschiedenen Erklärungsansätze zur Dunklen Materie. Der Vortrag beginnt um 20 Uhr in der Sternwarte Regensburg, Ägidienplatz 2. Eintritt frei, bei klarem Himmel anschließend Himmelsbeobachtung.



Die Sternkarte zeigt den Anblick des Himmels in Richtung Süden um Mitte Januar gegen 20 Uhr. Repro: MZ/Sternwarte Regensburg