

Dunkle Materie beleuchtet

Neuer Versuch, ein bislang nicht geklärtes Phänomen zu ergründen

Von Erik Rhea

Eines der großen Felder heutiger Astrophysik ist die Forschung zur dunklen Materie. Das ist wichtig, weil unsere astronomischen Beobachtungen im Grunde genommen keinen rechten Sinn ergeben: Alle Sterne, Galaxien und sonstigen Strukturen, mit denen die Astrophysik sich befasst, wechselwirken in erster Linie über die Gravitationskraft, die im Vergleich zu anderen Grundkräften, wie zum Beispiel dem Elektromagnetismus, relativ schwach ist, jedoch über sehr weite Strecken Wirkung hat. Wenn wir aber ausrechnen, wie sich die Materie einer Galaxie nach dem Gravitationsgesetz bewegt, sehen wir, dass die meisten Galaxien eine völlig andere Form und Größe haben müssten, als wir beobachten. Was wir sehen, ließe sich jedoch erklären, wenn wir annehmen, dass ein Großteil der kosmischen Materie zwar gravitativ wirkt, ansonsten aber nicht sichtbar ist. Phänomene mit solchen Eigenschaften werden unter dem Begriff »dunkle Materie« zusammengefasst.

Viele haben den spontanen Reflex zu sagen, dass vielleicht mit dem Gravitationsgesetz etwas nicht stimmt, dass es einer Korrektur im großen Maßstab bedarf – und tatsächlich ist ein Teil der Experten für dunkle Materie von dieser Idee überzeugt. Der Großteil der Fachwelt jedoch geht davon aus, dass sich im Universum tatsächlich sehr viel nichtsichtbare Materie befindet. Das ist plausibler, weil Galaxien sehr verschiedene große Anteile an dunkler Materie besitzen und das Phänomen sich durch mehrere kosmische Größenordnungen zieht. Wäre eine unentdeckte Kraft oder ein modifiziertes Gravitationsgesetz verantwortlich, müsste dieser Effekt im Universum extrem ungleichmäßig auftreten, ein allgemeines Gesetz wäre kaum formulierbar. Simulationen können heute berechnen, wie die dunkle Materie im Universum etwa verteilt sein sollte. Was jedoch ein Rätsel bleibt, ist die Frage, woraus die dunkle Materie denn nun besteht.

Lange Zeit war das Neutrino ein vielversprechender Kandidat für den Grundbaustein dunkler Materie. Diese Elementarteilchen sind extrem leicht und elektrisch neutral. Sie entstehen bei vielen quantenphysikalischen Effekten, etwa bei der Kernfusion in Sternen. Obwohl Neutrinos extrem häufig sind und sich nur schwer nachweisen lassen, sind sie aber so leicht, dass sie in ihrer Gesamtheit nicht ausreichen, um als dunkle Materie in Frage zu kommen. Eine andere Theorie ist, dass die dunkle Materie aus schwarzen Löchern besteht, wonach man annehmen müsste, dass diese viel häufiger vorkommen, als gemeinhin angenommen wird. Schwarze Löcher sind Überreste superschwerer Sterne, sie wirken gravitativ und senden kein Licht aus, man kann sie jedoch indirekt beobachten, da sie so massereich sind, dass sie das Licht anderer Objekte umlenken und dadurch sogenannte Gravitationslinsen bilden. Andere astronomische Objekte erscheinen dadurch verzerrt und teilweise vergrößert

oder verdoppelt. Um als dunkle Materie in Frage zu kommen, müsste es sehr viele schwarze Löcher geben, die so klein sind, dass sie keine leicht zu beobachtenden Gravitationslinseneffekte erzeugen und daher bisher unentdeckt geblieben sind. Und sie müssten relativ gleichmäßig in unserer Galaxis verteilt sein. Bisher gibt es jedoch keine vielversprechenden empirischen Hinweise auf eine solche Verteilung von schwarzen Löchern.

Laut einer weiteren Theorie besteht dunkle Materie aus Elementarteilchen, die in unserem Standardmodell der Teilchenphysik nicht vorkommen und auch sonst bisher nicht beobachtet werden konnten. Vermutlich, weil sie ähnlich wie Neutrinos kaum oder gar nicht mit anderen Teilchen wechselwirken, abgesehen durch ihre Schwerkraft. Man geht davon aus, dass diese unentdeckten Teilchen besonders schwer sind, da sie in ihrer Gesamtheit eine Masse von kosmischem Ausmaß bilden müssten. Daher gab man diesen hypothetischen Teilchen den Namen »Weakly Interacting Massive Particle« (WIMP). Astronomische Beobachtungen basieren jedoch in der Regel auf der Beobachtung von elektromagnetischen Wellen (wie optisches Licht), es ist deshalb sehr schwer, Teilchen nachzuweisen, die sich dadurch auszeichnen, nicht zu leuchten und, da sie elektromagnetisch nicht interagieren, auch kein Licht absorbieren.

Ein Nachweis von WIMPs könnte jedoch indirekt gelingen: Die Teilchenphysik kennt zu den meisten Elementarteilchen ein Antiteilchen, auch Antimaterie genannt. Trifft ein Teilchen auf ein Antiteilchen, vernichten sie sich gegenseitig, und es entstehen Photonen, meist in Form von Gammastrahlung (Gammaphotonen sind Lichtteilchen mit sehr hoher Energie, sie werden zur radioaktiven Strahlung gezählt). Diese Gammastrahlen könnte man beobachten. Tatsächlich gibt es kosmische Quellen von Gammastrahlung, deren Ursache nicht völlig klar ist und die man aktuell beobachtet. Das Zentrum der Milchstraße sendet beispielsweise sehr viel Gammastrahlung aus.

Tomonori Totani von der Universität Tokio hat unlängst eine neue Analyse des Gammaskpektrums im Zentrum unserer Milchstraße vorgelegt. Dabei stützt er sich auf Beobachtungsdaten des Weltraumteleskops Fermi, das auf Gammastrahlen spezialisiert ist. Die passen erstaunlich gut zu den Teilchenzerfallsprozessen, die Totani beim Zerfall von WIMPs annimmt. Dies ist noch kein Beweis für die Existenz der unsichtbaren Teilchen, zumal die Ergebnisse noch durch wiederholte Beobachtung überprüft werden müssen, aber sie sind ein nicht von der Hand zu weisendes Indiz für die WIMP-Theorie der dunklen Materie. Besonders spannend wäre es, wenn künftige Beobachtungen ein ähnliches Spektrum in anderen Galaxien mit einem starken Anteil dunkler Materie nachweisen. Selbst dann jedoch könnte es immer noch sein, dass diese Spektren durch einen ganz anderen Prozess erzeugt werden, der mit dunkler Materie nichts zu tun hat. Das Phänomen der dunklen Materie also wird vorerst weiter dunkel bleiben.

<https://www.jungewelt.de/artikel/519300.astrophysik-dunkle-materie-beleuchtet.html>