

Antwort von Uli auf meinen Artikel, „Dyskalkulie in der Milchstraße:

„ach quatsch! niemand verwendet das newtonsche schalentheorem fuer galaktische argumente! und schon gar nicht "immer". das ist ein mythos, der in amateurreisen seit jahren diskutiert wird und anscheinend unausrottbar ist.

gruss,
uli bastian

p.s. Ihr Argument, lieber herr paschke, ist natuerlich richtig, dass ein aussenring was aendert. das schalentheorem sagt nur, dass eine aussenkugel in einem sphaerisch symmetrischen system an der kraft nix aendert. aber weder innen noch aussen ist die galaxis sphaerisch. und das weiss und beruecksichtigt jeder profi. und trotzdem diskutieren dutzende von zirkeln seit jahren die fehler, die durch die anwendung des schalentheorems von den profis angeblich in der galaktischen forschung gemacht werden. und ich als suw-leserbriefredakteur leide regelmaessig darunter. da ich mitten in einem umzug stecke, kann ich leider nicht sachlicher und sorgfaeltiger antworten. aber das thema ist wirklich nervend! und ich will nicht, dass das nun auch noch in der bav losgeht.“

Richtig, Klaus?“

Und hier meine Antwort:

Lieber Uli,

Gott gebe uns Humor, bitte nimm es nicht persönlich – wirklich nicht(!), aber bezüglich des „nervenden Themas“ ergeben sich für mich gleich mehrere Fragen.

LÖSUNGEN UND GEWINNER

Zum Nachdenken

Lösung der Aufgabe »Sonnenbahn und Masse der Galaxis« aus dem August-Heft

Aufgabe 1: Setzt man, wie beschrieben, Gravitationskraft und Fliehkraft für unsere Sonne im Gravitationsfeld der punktförmig gedachten Galaxis gleich:

$$G \frac{M_G M_\odot}{R_0^2} = M_\odot \omega_\odot^2 R_0$$

so folgt die Umlaufdauer mit $\omega_\odot = 2\pi/P_\odot$:

$$P_\odot = 2\pi \sqrt{\frac{R_0^3}{G M_G}} = 66,3 \text{ Millionen Jahre.}$$

Das ist deutlich weniger als der reale Wert – siehe Aufgabe 2. Die hiermit korrespondierende Geschwindigkeit v_\odot der Sonne auf ihrer Bahn ist dann:

$$v_\odot = \frac{2\pi R_0}{P_\odot} = \sqrt{\frac{G M_G}{R_0}} = 736 \text{ km/s.} \quad (1)$$

Und das ist entsprechend zu schnell. Demnach lässt sich das Problem nicht unter der

Annahme behandeln, die gesamte Masse der Galaxis sei in ihrem Zentrum versammelt.

Aufgabe 2: Aus der Eigenbewegung μ_{GZ} des galaktischen Zentrums gegenüber fernen Quasaren folgt indes:

$$v_\odot = \frac{2\pi}{180'} \mu_{GZ} R_0 = 222 \text{ km/s.}$$

Dies entspricht dem mit anderen Methoden abgeleiteten Wert für die Geschwindigkeit v_\odot der Sonne auf ihrer Bahn um das Zentrum des Milchstraßensystems. Die zugehörige Umlaufdauer beträgt dann rund 220 Millionen Jahre.

Aufgabe 3: Mit Hilfe von Gleichung (1) lässt sich die gesuchte Masse M_G innerhalb der Sonnenbahn bestimmen:

Erstens: Wenn Du Dich als Leserbriefredakteur von „Sterne und Weltraum“ von solchen Amateurfragen genervt fühlst, warum klärst Du das nicht mit Deiner Redaktion? Wieso setzt ihr erst ein Gerücht in die Welt (S&W 08-2008 und 10/2010, Rubrik: „Zum Nachdenken“), um euch anschließend über nervenden Fragen kritischer „Amateure“ zu ärgern, die eure Artikel hinterfragen und bemerken, dass es so nicht geht, wie ihr es geschrieben habt?

Zweitens: Wenn richtig gerechnet wird, warum findet ihr dann, dass die Umlaufgeschwindigkeit der Sonne viel zu schnell ist? Warum funktioniert MOND genau dann, wenn mit der falschen galaktischen Geometrie gerechnet wird?

Drittens: Ich muss euch als S&W ja wirklich auch in Schutz nehmen, immerhin seid ihr ja nicht die Einzigen, die dieses nervende „Gerücht“ streuen, dass ich es auch nicht mehr lesen mag. Der von mir zitierte Filmbeitrag von Vera Rubin ist mir noch deutlich in Erinnerung. Jeder kann ihn unter YouTube finden. Doch was ist mit der Liste von Ideen und Anleitungen zum Astronomieunterricht für Lehrer? Was ist mit den studentischen Seminarvorträgen und Diplomarbeiten - ja mir liegt sogar ein Lehrbuch über Kosmologie für Studenten der Astrophysik vor, wo das Schalentheorem zum Beweis der Evidenz der Dunklen Materie herangezogen wird – was also ist damit? Was ist mit solchen Artikel hier im **Physik Journal (!)** vom März 2012,



Daten des COBE-Satelliten ermöglichen diesen seitlichen Anblick der Milchstraße.

rtikaler
länge
ub, Mo-
Sternen
sse bis
nd. In
teilung
sonne.
nahezu
digkeit
isch
ab-
ius R
der
e der

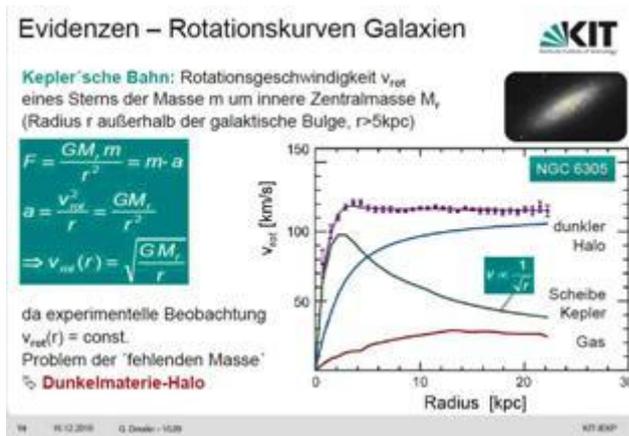
$$v = \sqrt{\frac{\delta M(r)}{r}}$$

$$v^2 = \frac{\delta M(r)}{r}$$

$$M(r) = \frac{v^2 r}{\delta}$$

von 220 km/s. Da diese Geschwindigkeit praktisch nicht vom Abstand zum galaktischen Zentrum abhängt, nimmt die gesamte innerhalb eines Radius R eingeschlossene Masse linear mit R zu. Neben der

in dem Sätze drin stehen, die mit der von mir handschriftlich notierten Formel in Zusammenhang stehen? Was ist mit dieser Grafik hier vom KIT?



Wieso machst Du uns „Amateuren“ einen Vorwurf, wenn wir solcher Beiträge, wie hier links, kritisch hinterfragen? Was wird uns hier eigentlich an wissenschaftlicher Allgemeinbildung angeboten, wenn's gar nicht so gemeint ist? Es ist ja wirklich kein Vorwurf an Dich Uli, verstehe mich nicht falsch, aber die Amateurreise scheinen ja nicht wirklich Deppen zu sein, wenn denen was auffällt, dass an diesen öffentlichen Darstellungen von Profis, die man tausendfach im Internet und in Zeitschriften finden kann, etwas nicht stimmt. In meinem humorvollen Beitrag habe ich eben gegen diese falschen Darstellungen

argumentiert. Halten wir also einmal fest: **Es sind offensichtlich die Profis selbst, die das Gerücht am Leben halten über welches Du Dich beschwerst!**

Viertens: Kommen wir doch einmal zu den richtigen Rechnungen, also der **Primärliteratur(!)**, auf die Du Dich ja beziehst, wenn Du davon redest, dass in Wirklichkeit keiner mit dem Schalentheorem Galaxien berechnet. Da betrachte ich einfach mal eine Arbeit zur Dunklen Materie in der Milchstraße, die in Nichtamateurreisen oft zitiert wird. Meine Rede ist von:

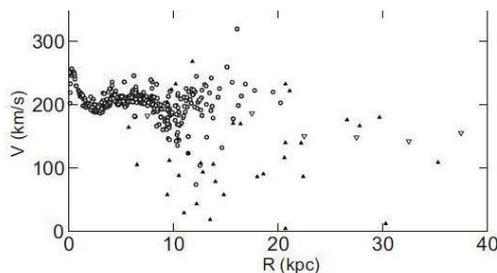
"Grand Rotation Curve and Dark Matter Halo in the Milky Way", Yoshiaki Sofue, Department of Physiks, Meisei University, Hino-shi, 191-8606 Tokyo, PASJ: Publ. Astron. Soc. Japan, 2011

Hier der Abstract:

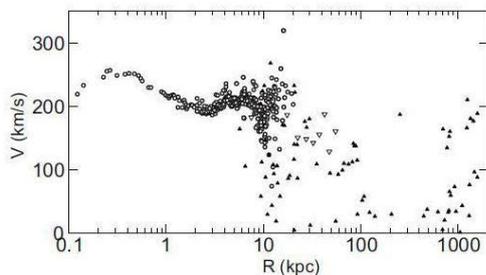
A grand rotation curve of the Milky Way Galaxy is constructed, which covers a wide range of radius from the Galactic Center to ~ 1 Mpc, and is deconvolved into bulge, disk and halo components by least-squares fitting. We determined the scale radii and masses of the bulge and disk to be $M_b = (1.652 \pm 0.083) \times 10^{10} M_\odot$, $a_b = 0.522 \pm 0.037$ kpc, $M_d = (3.41 \pm 0.41) \times 10^{10} M_\odot$ and $a_d = 3.19 \pm 0.35$ kpc. The dark halo was fitted by the Navarro-Frenk-White (NFW) density profile, $\rho = \rho_0 / [(R/h)(1 + R/h)^2]$, and the fit yielded $h = 12.5 \pm 0.9$ kpc and $\rho_0 = (1.06 \pm 0.14) \times 10^{-2} M_\odot \text{ pc}^{-3}$. The local dark matter density near the Sun at $R_0 = 8$ kpc is estimated to be $\rho_0^\odot = (6.12 \pm 0.80) \times 10^{-3} M_\odot \text{ pc}^{-3} = 0.235 \pm 0.030 \text{ GeV cm}^{-3}$. The total mass inside the gravitational boundary of the Galaxy at $R \sim 385$ kpc, a half distance to M31, is estimated to be $M_{b+d+h} = (7.03 \pm 1.01) \times 10^{11} M_\odot$. This leads to the stellar baryon fraction of $M_{b+d} / M_{b+d+h} = 0.072 \pm 0.018$. Considering expected baryon fraction in the Local Group, we suggest that baryons in the form of hot gas are filling the dark halo with temperature of $\sim 10^6 \text{ K}$ and emission measure $\sim 10^{-5} \text{ pc cm}^2$. Such hot halo gas may share a small fraction of the observed X-ray background emission.

Bevor ich auf diese Simulation und die Dateninterpretation genauer eingehe, da meine ich, dass was einem zunächst auffallen sollte, ist die bemerkenswerte ungeheure Reichweite der Simulation und das bei „extrem genauen“ Messdaten – echte Präzisionsastrophysik! (Die Messwerte streuen über die ganze Grafik!) Keine Frage, ob das Modell bei diesen Abständen noch Sinn macht! Egal, aber auch die Messkurve, an welche die Simulation angepasst wird, die muss man einfach einmal gesehen haben. Angesichts dieser Messkurve fällt mir nur der Spruch von Lew Dawidowitsch Landau ein:

„Kosmologen sind oft im Irrtum, aber nie im Zweifel“.



Aber auch über 10kpc läßt sich was fitten – einen Mittelwert gibt's immer. Und nicht nur das. Wenn ich mir erst einmal Profile und Geometrien vorgebe - hier Bulge, Disk und Kugel - dann kann ich auch glatt losrechnen.



Ja, Uli Du hast Recht, hier hat keiner das Schalenmodell einfach so bemüht, nur was hat man hier eigentlich gemacht?

Man hat innerhalb einer Kombination von Geometrien Profile variiert. Das ist nicht unbedingt was Schlimmes, das kann man tun. Die Profile repräsentieren grob die vermuteten Materieverteilungen und sind mit Parametern versehen, die so variiert werden, dass am Ende eine möglichst gute Näherung der Messkurve herauskommt. Hat man die beste Anpassung gefunden, kann man hoffen, dass die Massenverteilung grob bestimmt ist –

manchmal gibt es da ein Mehrdeutigkeitsproblem, doch darum soll es hier nicht gehen.

Bemerkenswert ist die Dateninterpretation. Wie kann man eigentlich aus einer reinen Verteilung wissen, was davon baryonische Materie ist und was nicht? Das geht eigentlich nur, wenn man die sichtbare Materiedichte von der errechneten abzieht, oder man spinnt und schlägt die Dunkle Materie einfach dem Halo-Profil zu, so als würde die Dunkle Materie oder die sichtbare Materie wissen, welchem vorgegebenen Profilen sie sich zuordnen sollen – aber auch das nur nebenbei.

In dieser Simulation wird die Dichte von Dunkler Materie in der Sonnenumgebung zu $6,12 \cdot 10^{-3}$ Sonnenmassen pro pc^3 angegeben.

Kinder, was soll das?

Die Dichte der sichtbaren Materie ist in der Umgebung der Sonne rund $0,1$ Sonnenmassen pro pc^3 und dieser Wert hat einen Fehler von rund 25%. Warum steht da in der Publikation überhaupt etwas von DM in der Sonnenumgebung drin? Das ist doch nur ein Artefakt!

Ich meine diese Frage sehr ernst. Warum steht da überhaupt etwas?

Versteht ihr: Es wurden Profile vorgegeben! Grobe Annäherungen an eine vermutete Verteilung. Das ist für eine grobe Abschätzung kein Fehler und es wurde der von mir ansonsten kritisierte Fehler nicht gemacht. Gerechnet wurde, wie Uli sagt, im Prinzip richtig, aber grob!

Doch $6,12 \cdot 10^{-3}$ Sonnenmassen pro pc^3 DM in Sonnenumgebung das ist DM im Kaffeesatz!

Damit möchte ich festhalten: Wenn schon richtig gerechnet wird, so kommen auch andere auf das Resultat: >> Dark Mater not found. << Nur das sie es aus einem mir nicht ersichtlichen Grund so nicht sagen.

Damit komme ich zur **fünften** Frage: Warum wird so hartnäckig in der Sonnenumgebung Dunkle Materie erwartet, wenn korrekte numerische Rechnungen diese überhaupt nicht nötig machen?

Anders gefragt: Was meint Christian Moni Bidin, wenn er sagt: „*Das läßt keinen Raum für zusätzliche Materie – die Dunkle Materie -, die wir eigentlich erwartet hätten.*“?

Das möchte mir einmal einer erklären.

Da eine derartige Diskussion im Veränderlichenforum von einigen Mitgliedern nicht als erwünscht angesehen wird, möchte ich dieses respektieren und zur Diskussion über meine Mailadresse einladen:

ztr-magdeburg@t-online.de

Liebe Grüße
Klaus

PS: Hier zum Abschluss eine völlig unvollständige Liste Vorlesungsmanuskripte von UNIVERSITÄTEN, an denen die Evidenz Dunkler Materie unter Verweis auf das Schalentheorem den Physikstudenten suggeriert wird!

[\[PDF\] Evidenz dunkler Materie - Desy](#)
www.desy.de/~troms/teaching/WiSe1112/talks/Varol_Ausarbeitung.pdf ▼
Evidenz dunkler Materie. Von Julien Varol. Inhalt: 1. Was ist „Dunkle Materie“. 2. Skala der „Galaktische Cluster“ (Erste Hinweise). 3. Galaktische Skala als ...

[\[PDF\] Evidenz für Dunkle Materie - Physik - Universität Regensburg](#)
www.physik.uni-regensburg.de/forschung/gebhardt/gebhardt_files/.../EvidenzDM.pdf ▼
von W Gebhardt - Ähnliche Artikel
Fakultät für Physik. Wolfgang Gebhardt, Andreas Schäfer. Vom Urknall zu den Galaxien – Ausbildungsseminar zur Kosmologie. Evidenz für „Dunkle Materie“.

[\[PDF\] Dunkle Materie - Institut für Theoretische Physik](#)
pauli.uni-muenster.de/tp/fileadmin/lehre/teilchen/ws0809/DunkleMaterie.pdf ▼
Energie, 23 % Dunkle Materie, 4,6 % Materie aus Atomen, < 1 % Neutrinos. 2 Evidenz für Dunkle Materie. 2.1 Bewegung von Spiralgalaxien. Wir betrachten die ...

[\[PPT\] Evidenz dunkler Materie - ECAP](#)
ecap.nat.uni-erlangen.de/members/katz/ws04/atp/talks/cp/CP.ppt ▼
Evidenz für dunkler Materie. Scheinseminar Astro- und Teilchenphysik. Christian Pabst. Inhaltsverzeichnis. Phänomene. Rotationskurven von Spiralgalaxien.

[\[PDF\] 1. Vorlesung: Dunkle Materie - Evidenzen und ... - Logo Maria Laach](#)
maria-laach.tp.nt.uni-siegen.de/downloads/files/2010/Majorovits-2010-1.pdf ▼
Dunkle-Materie: Evidenz und Detektionsprinzipien. •Das Dunkle-Materie Problem. •Die Dunkle-Materie Kandidaten. •Detektionsprinzipien (direkt, indirekt) ...

Klaus Retzlaff, Cochstedt

[PDF] Gibt es dunkle Materie ?

<https://www.itp.uni-hannover.de/~flohr/lectures/talks/kolloq.pdf> ▼

Erste Evidenz für dunkle Materie in einzelnen Galaxien. 1959 mit Dynamik der lokalen Gruppe durch F. Kahn & L. Wajłter. Andromeda kollidiert mit 120km s⁻¹ ...

[PDF] Astrophysikalische Evidenz für Dunkle Materie

portal.kph.uni-mainz.de/lectures/emk/.../Seminar_WS13-14_DunkleMaterie.pdf ▼

16.12.2013 - Astrophysikalische Evidenz für Dunkle Materie. Serkan Sahin. Vortrag im Masterseminar betreut von Prof. Dr. Uwe Oberlack. 16. Dezember ...

[PPT] Evidenz Dunkler Materie

<physik.uni-graz.at/~uxh/teaching/presentations16/students/lichtenegger.pptx> ▼

Evidenz Dunkler Materie. Felix Lichtenegger. Übersicht. Die Entdeckung des Neptun (Geschichtliche Analogie); Rotationskurve des Sonnensystems ...

[PDF] Evidenz für dunkle Materie - E15

www.e15.ph.tum.de/fileadmin/.../Evidenz_fuer_dunkle_Materie_-_Druckversion.pdf ▼

18.12.2007 - 1 Rotationskurven. 2 Galaxienhaufen. 3 Kosmische Hintergrundstrahlung. Lorenz Hudepohl. Evidenz für dunkle Materie. 18.12.2007. 2 / 38 ...