

Die Ungenauigkeit der Gravitationskonstante und die Abschätzung Dunkler Materie in der Sonnenumgebung – kritische Anmerkung

Klaus Retzlaff

Zusammenfassung: Die Gravitation ist im Unterschied zur elektrischen Kraft extrem schwach. Aus diesem Grund ist die Gravitationskonstante relativ ungenau bekannt. Während jedes einzelne Labor seine jeweilige Messung der Gravitationskonstante mit einer relativ hohen Genauigkeit angibt, weichen die Ergebnisse der unterschiedlichen Laboratorien deutlich voneinander ab.

Die Ungenauigkeit überträgt sich automatisch auf alle Massenabschätzungen, die auf der Grundlage des Newtonschen Gravitationsgesetzes erfolgen. Eine einfache Betrachtung zeigt, dass allein die Unsicherheit in der Kenntnis der Gravitationskonstante einen Fehler in der Massendichte bewirkt, welcher in der Größenordnung der Dichte der hypothetisch angenommenen Dunklen Materie in der Sonnenumgebung liegt. Damit sollten Messergebnisse in dieser Größenordnung nicht als Auswirkung der Gravitation Dunkler Materie interpretierbar sein.

Verschiedene Computermodelle sagen eine Volumendichte an Dunkler Materie in der Sonnenumgebung in einem Bereich von $0,0005 - 0,0013 m_s / pc^3$ voraus, vergleiche Bidin in [1]. Die Angaben für die Dichte baryonischer Materie in der Sonnenumgebung schwanken je nach Quelle im Bereich $0,1 - 0,13 m_s / pc^3$, wobei die Daten unterschiedlich zuverlässig sein dürften. In die Massenbestimmung aus der Bahngeschwindigkeit geht die Gravitationskonstante mit $\propto f^{-1}$ ein.

Allgemein läßt sich schreiben: $M = \frac{q(v^2, \vec{r})}{f}$.

Eine Ungenauigkeit Δf bewirkt eine Ungenauigkeit für die Masse ΔM , bzw. für die Dichte $\Delta \rho$ entsprechend

$$\Delta M = \frac{q(v^2, \vec{r})}{\langle f \rangle} \frac{\Delta f}{\langle f \rangle} = M \frac{\Delta f}{\langle f \rangle}.$$

Es ist daher von Bedeutung, diesen Fehler zu betrachten. Riley Newman hat die folgenden Daten zusammengestellt [2]:

Labor	$f \cdot 10^{11}$	(ppm)
New Zealand MSL	6.6742(6)	90
Zürich	6.6749(14)	210
Wuppertal	6.6735(9)(13)	240
JILA	6.6873(94)	1400
BIPM	6.683(11)	1650
Karagioz (Russia)	6.6729(5)	75
Luther/Towler 1982	6.6726(5)	64
PTB 1995	6.71540(56)	83

Die unterschiedlichen Daten verweisen auf unerkannte systematische Fehler bei den

Messungen in einzelnen Laboratorien. Bestimmen wir den Mittelwert, so finden

$$\langle f \rangle = (6,682 \pm 0,005) \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}.$$

Der Wert vom PTB 1995 könnte ein Ausreißer sein. Lassen wir diesen Wert aus der Berechnung herausfallen, so

$$\langle f \rangle = (6,677 \pm 0,002) \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2},$$

d.h. $\frac{\Delta f}{\langle f \rangle} = 3 \cdot 10^{-4}$, bzw. mit dem PTB-

Wert $\frac{\Delta f}{\langle f \rangle} = 7,3 \cdot 10^{-3}$. Damit sorgt bereits

die Unsicherheit in der Kenntnis der Gravitationskonstante für einen anzunehmenden Fehler in der Größenordnung der gesuchten Dichte.

Damit dürften Messergebnisse in dieser Größenordnung nicht als Auswirkung der Gravitation Dunkler Materie interpretierbar sein.

Quellen

[1] Bidin C., Carraro G., Mendez r., Smith R., Kinematical and chemical vertical structure of the Galactic thick disk II, A lack of dark matter in the solar neighbourhood, preprint arXiv: 1204.3924 of European Southern Observatory, April 2012

[2] Riley Newman, Bicentenary of the Cavendish Experiment" Conference, University of California Irvine, rdnewman@uci.edu