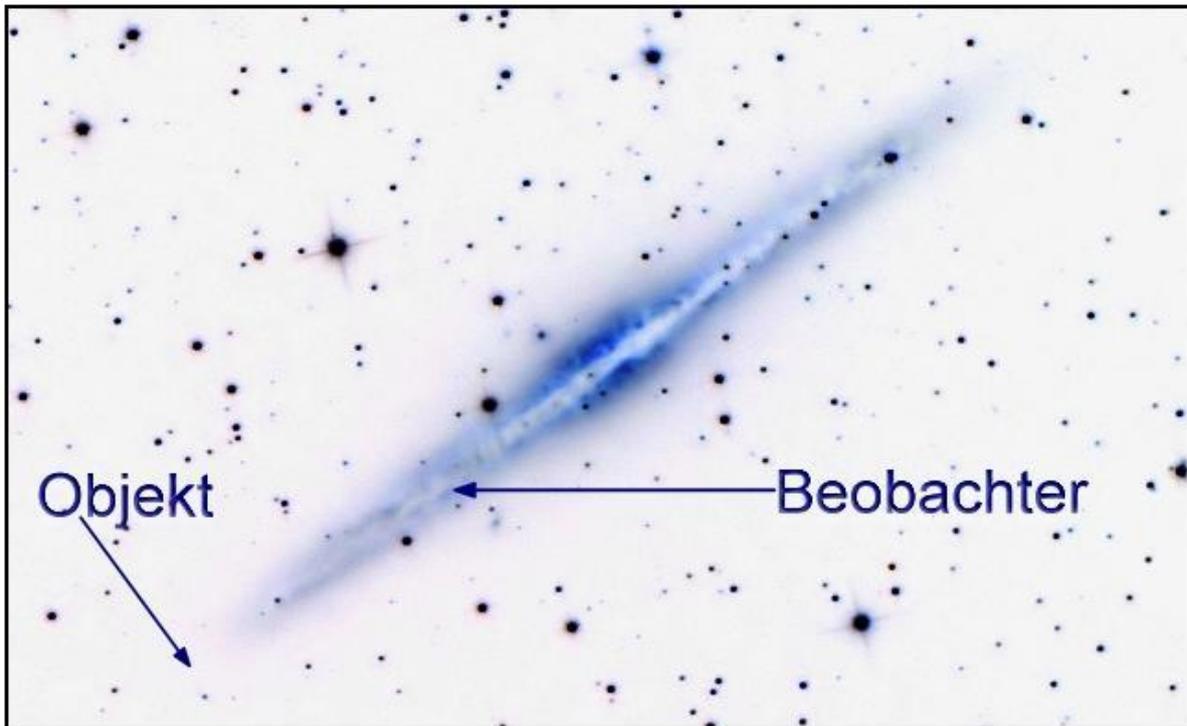


Machsches Prinzip oder variable Gravitationskonstante oder Dunkle Materie?

Klaus Retzlaff



NGC 891

Abbildung 1: Das Bild zeigt die Galaxie NGC 891. Im Text wird der Ort des Beobachters mit "B" und der Ort des beobachteten Objektes mit "O" bezeichnet. Entsprechend sind die Indizes an den physikalischen Symbolen zu verstehen. Autor des Bildes ist Martin Nischang, Astronomische Gesellschaft Magdeburg.

Zusammenfassung: In der Diskussion um ungeklärte Phänomene der Himmelsmechanik auf großen Skalen werden von den verschiedenen Schulen unterschiedliche Hypothesen vertreten. Die beiden Hauptrichtungen sind die Vertreter des Konzeptes der Dunklen Materie auf der einen Seite und auf der anderen Seite wird die Gültigkeit des Gravitationsgesetzes in Frage gestellt. Als mögliche Modifikation für das Gravitationsgesetz wird von einigen eine variable Gravitationszahl in Betracht gezogen. Das Machsche Prinzip wird nur von wenigen Außenseitern in Erwägung gezogen.

Dieser Aufsatz analysiert die Folgen einer auf Grund des Machschen Prinzips realisierten Trägheitsinduktion als Ursache für das beobachtete himmelsmechanische Phänomen zu hoher Geschwindigkeiten in den Außenbereichen der Galaxien und führt den Beweis, dass das Machsche Prinzip das Potential zur Erklärung und Auflösung der rätselhaften Himmelsbewegungen besitzt und fordert damit auf, auch in diese Richtung zu forschen.

Der Aufsatz ist als die Fortsetzung des Artikels [4] zu verstehen und baut auf diesem auf.

An dem in der Abbildung 1 mit „Beobachter“ gekennzeichneten Ort befindet sich ein Planetensystem mit einer Zivilisation. Diese Zivilisation habe inzwischen die Keplerschen Gesetze entdeckt und daraus das Newtonsche Gravitationsgesetz abgeleitet. In ihren planetarischen Laboratorien habe sie das berühmte Cavendish-Experiment zur

Bestimmung der Gravitationskonstante vollzogen und diese mit hoher Genauigkeit bestimmt. Während in ihrem Planetensystem mit einer geringfügigen noch unerklärten Ausnahme bei ihrem innersten Planeten alles hervorragend mit dem Newtonschen Gesetz zu funktionieren scheint, gibt ihr die Bewegung von Objekten weit außerhalb der sichtbaren

Machsches Prinzip oder variable Gravitationskonstante oder Dunkle Materie?

Klaus Retzlaff

Galaxie oder auch die Geschwindigkeit der Sterne in Kugelsternhaufen, die Stabilität von Galaxienhaufen usw. Rätsel auf. Die Objekte scheinen sich einfach zu schnell zu bewegen.

Wir werden im Folgenden ein Gedankenexperiment durchführen. Dabei gehen wir von der Gültigkeit des Machschen Prinzips aus und fragen nach den Konsequenzen für die Beobachtung.

Das Machsche Prinzip ist mathematisch in der Trägheitsfreien Mechanik modelliert worden [1]. Eine sofort verfügbare kurze Zusammenfassung findet der Leser in [2] und [3]. In unserem Gedankenexperiment übernehmen wir den Ausdruck:

$$m = \frac{2\beta}{c^2} m_s |\phi| \quad (1)$$

aus der Trägheitsfreien Mechanik, ohne ihn hier abzuleiten. m ist die träge Masse eines Körpers, m_s ist die schwere Masse, β ist die Konstante für die Trägheitsinduktion¹, c^2 ist das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit und $|\phi|$ ist schließlich der Betrag des Gravitationspotentials. Die Trägheit ist unter allen Umständen isotrop und vollständig durch das Gravitationspotential induziert. Unter Bezugnahme auf die Beziehung (1) wird in [4] der Zusammenhang zwischen Trägheitsverhältnissen und Zeitmessungen analysiert. Und genau die in [4] aufgezeigte Relativität der Zeit ist für unser Gedankenexperiment von entscheidender Bedeutung. Der Takt einer Uhr läßt sich gemäß [4] durch die Gleichung:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_s \cdot 2 \cdot \beta}{k \cdot c^2}} |\phi| \quad \text{bzw.}$$

$$T = u \cdot \sqrt{|\phi|} \quad (2)$$

¹ Die Trägheitsfreien Mechanik liefert bei einem

Wert von $\beta = \frac{3}{2}$ exakt die Einsteinsche Periheldrehung des Planeten Merkur.

mit $u = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_s \cdot 2 \cdot \beta}{k \cdot c^2}}$ beschreiben. m ist

die Schwungmasse und k ist die Federkonstante der Uhr. Der Takt der Uhr ist also vom Gravitationspotential abhängig. Das ist hier eine direkte Folge der durch das Machsche Prinzip hervorgerufenen Trägheitsinduktion. Da in einer Umgebung die Trägheitsinduktion alle Prozesse in gleicher Weise beeinflusst, stellt sich dieser Einfluss als Zeitphänomen dar: Wo vergleichsweise alles träger ist, verlaufen alle Prozesse verlangsamt. Das ist der universelle Begriff von Zeitdilatation².

Setzen wir nun unser Gedankenexperiment fort. Die von uns betrachtete Zivilisation in der Galaxie NGC 891 befindet sich in dem vergleichsweise stärkeren inneren galaktischen Gravitationspotential und dem entsprechend ist der Zeittakt:

$$T_B = u \cdot \sqrt{|\phi(\vec{r})|} \quad (3)$$

Für das beobachtete Objekt würde eine gleichartig geeichte Uhr den Takt:

$$T_O = u \cdot \sqrt{|\phi(\vec{R})|} \quad (4)$$

anzeigen. Weil wir $|\phi(\vec{R})| < |\phi(\vec{r})|$ voraussetzen, folgt unmittelbar $T_O < T_B$, d.h.

der Takt T_O ist kürzer als der Takt T_B . Dieser verkürzte Takt ist, wie in [4] gezeigt wurde, Ausdruck für einen schnelleren Ablauf aller Prozesse in der Umgebung von O und damit für einen schnelleren Zeitablauf dort.

Mit den Beziehungen (3) und (4) ergibt sich der Umrechnungsfaktor:

$$\frac{T_B}{T_O} = \sqrt{\frac{|\phi(\vec{r})|}{|\phi(\vec{R})|}} \quad (5)$$

Ein solcher Unterschied im Zeitablauf stellt sich von B aus betrachtet so dar, dass Prozesse in O eben um diesen Faktor schneller ablaufen, d.h. es gilt z.B. für die Geschwindigkeit:

$$V_O(B) = \check{V}_O(B) \cdot \sqrt{\frac{|\phi(\vec{r})|}{|\phi(\vec{R})|}} \quad (7)$$

² Die bekannte Zeitdilatation aus der speziellen Relativitätstheorie ist nur ein Spezialfall davon.

Machsches Prinzip oder variable Gravitationskonstante oder Dunkle Materie?

Klaus Retzlaff

Dieser Ausdruck bedarf einer besonderen Erläuterung. Die Schreibweise, $V_O(B)$ lese man so: V_O ist die Geschwindigkeit von O, wie sie von B aus gemessen wird und $\check{V}_O(B)$ ist die Geschwindigkeit, wie sie auf Basis der physikalischen Kenntnisse der Zivilisation erwartet wird. Man muss hier beachten, dass die Geschwindigkeitsmessung eine ist, die auf der gedehnten Zeit von B beruht. Dem gegenüber ist der Zivilisation in NGC 891 der unterschiedliche Zeitablauf nicht bewusst. Sie geht von der Gültigkeit der Keplerschen Gesetze aus³ - bitte die Fußnote beachten! Gemäß dem dritten Keplerschen Gesetz gilt:

$$\frac{\check{t}_O^2}{t_B^2} = \frac{R^3}{r^3}. \quad (8)$$

Die Größe \check{t}_O ist die Umlaufzeit des Objektes, wie sie von der Zivilisation erwartet wird, t_B ist die von B aus gemessene eigene Umlaufzeit. Die Bezugnahme auf das dritte Keplersche Gesetz unterstellt, dass die Hauptmasse der Galaxie NGC 891 im Zentrum vereinigt ist und die übrigen Massen irrelevant sind – eine solche Näherung wäre für akzeptable quantitative Aussage allerdings unzulässig, doch zur Illustration der Idee ist das unwichtig. Mittels (8) kann die von der Zivilisation erwartete Umlaufgeschwindigkeit des Objektes O berechnet werden. Die Umlaufbahn von O hat die Länge $2 \cdot \pi \cdot R$. Dividiert man diese Strecke durch die vermutete Umlaufzeit \check{t}_O , die wir durch Umstellen von (8) erhalten, so finden wir die von der Zivilisation von NGC 891 erwartete Umlaufgeschwindigkeit:

$$\check{V}_O(B) = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\check{t}_O} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{t_B} \cdot \sqrt{\frac{r}{R}}$$

und man liest ab:

$$\check{V}_O(B) = V_B(B) \cdot \sqrt{\frac{r}{R}}. \quad (9)$$

³ Für eine exakte Rechnung ist das in einer Galaxie nicht zutreffend, da die Massen verteilt sind. Die Größe des tatsächlichen Effektes kann nur eine Computersimulation ergeben. Für die Darstellung der Idee, sind die folgenden Darstellungen aber völlig ausreichend.

$V_B(B)$ ist die von der Zivilisation gemessene eigene Umlaufgeschwindigkeit um ihr galaktisches Zentrum.

Unter Verwendung von Beziehung (7) ergibt sich aber die von der Zivilisation in NGC 891 gemessene Geschwindigkeit für das Objekt zu:

$$V_O(B) = V_B(B) \cdot \sqrt{\frac{r}{R}} \cdot \sqrt{\frac{|\phi(\vec{r})|}{|\phi(\vec{R})|}} \quad (10)$$

Die Physiker von NGC 891 wundern sich über ihr Messergebnis sehr. Sie wissen ja nichts von der Machschen Trägheitsinduktion und kennen die Beziehung (10) nicht. Für sie ist $V_O(B)$ nur ein völlig unverstandenes Messergebnis.

Doch weil $|\phi(\vec{r})| > |\phi(\vec{R})|$ ist, messen sie eine höhere Geschwindigkeit als sie erwartet haben. Aus dem Gravitationsgesetz leiten sie die Formel für die Umlaufgeschwindigkeit ab:

$$V_O(B) = \sqrt{\frac{f \cdot M}{R}} \quad (11)$$

M ist die Masse innerhalb der Bahn, die sich voraussetzungsgemäß hauptsächlich im Zentrum der Galaxie befinden soll. Doch weil $V_O(B)$ größer als erwartet ist, ein Großteil der Physiker aber nicht am Gravitationsgesetz zweifeln mag, vermuten sie, dass die tatsächlich vorhandene Masse M größer sein muss. Weil sie keine zusätzlichen Massen beobachten können, ziehen sie den Schluss auf eine unbekanntere unsichtbare Materie, die sie Dunkle Materie nennen. Ein anderer Teil der Physiker bleibt skeptisch. Dieser Teil hegt den Verdacht, dass eventuell die Gravitationskonstante nicht wirklich konstant ist, denn immerhin geht in den Ausdruck (11) das Produkt aus Masse und Gravitationskonstante ein. In unserem Gedankenexperiment irren sich jedoch beide Lager, weil sie die vom Machschen Prinzip bedingte Trägheitsinduktion nicht kennen.

Soweit unser Gedankenexperiment, vorgetragen als kleine Geschichte über die Diskussion der Physiker in NGC 891.

Wir können hier an dieser Stelle noch nicht sagen, wie die Wirklichkeit tatsächlich aussieht und ob das Machsche Prinzip in der Natur realisiert ist. Was aber eindeutig gezeigt ist,

Machsches Prinzip oder variable Gravitationskonstante oder Dunkle Materie?

Klaus Retzlaff

dass ist die Tatsache, dass das Machsche Prinzip ein Erklärungspotential für die himmelsmechanischen Beobachtungen besitzt.

Eine quantitative Abschätzung des vom Machschen Prinzip hervorgerufenen Effektes macht eine Computersimulation erforderlich, welche auf die hier vorgenommenen groben Näherungen verzichtet.

Wissenschaftliches Schüler- und Studentenpraktikum

Ich möchte in diesem Zusammenhang auf das Institut für Astronomische Bildung und Forschung der Astronomischen Gesellschaft Magdeburg hinweisen. Interessierte Schülerinnen und Schüler sowie Studenten/Studentinnen können sich für ein Forschungspraktikum bewerben und an der Entwicklung der Computersimulation beteiligen. Sie werden dabei von erfahrenen Wissenschaftlern der Astronomischen Gesellschaft unterstützt.

Hinweise für die Anmeldung und zum Praktikum finden sie auf der Webseite der Astronomischen Gesellschaft Magdeburg:



<http://www.astronomie-magdeburg.de>

Quellen

[1] H.-J. Treder, Die Relativität der Trägheit, Akademie-Verlag Berlin 1972

[2] K. Retzlaff, Über Trägheitsfreie Mechanik – der analytischen Fassung des Machschen Prinzips, <http://astronomie-magdeburg.de/ueber-die-traegheitsfreie-mechanik-der-analytischen-fassung-des-machschen-prinzips.html>

[3] K. Retzlaff, Die Selbstabschirmung der Schwerkraft, <http://astronomie-magdeburg.de/die-selbstabschirmung-der-schwerkraft.html>

[4] K. Retzlaff, Trägheitsinduktion und Relativität der Zeit, <http://astronomie-magdeburg.de/traegheitsinduktion-und-relativitaet-der-zeit.html>