



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Dunkle Materie - ein Klebstoff für Galaxien

Das komplette Material finden Sie hier:

[Download bei School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

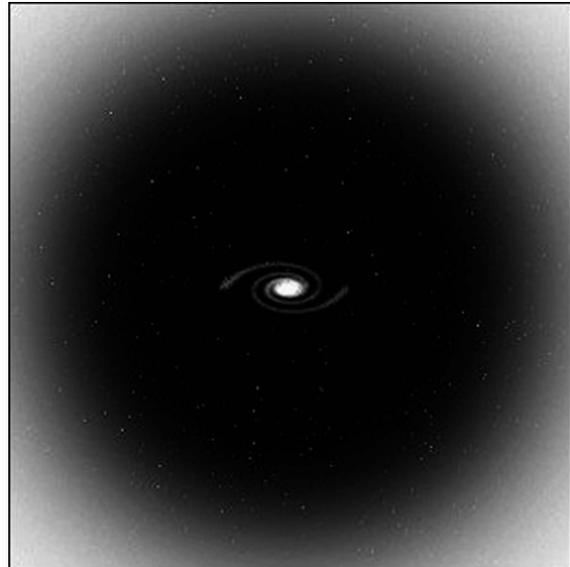


Dunkle Materie – ein Klebstoff für Galaxien

Matthias Borchardt, Bonn

Die **dunkle Materie** stellt eines der großen Rätsel der modernen Astrophysik dar.

Dieser Beitrag beschreibt, wie Sie sich diesem spannenden Thema in Klasse 10/11 nähern. Drei Computersimulationen bieten einen besonders handlungsorientierten und anschaulichen Zugang zu den grundlegenden Ideen dieser Theorie.



© David P. Bennett/University of Notre Dame, Indiana.

I/G

**Dunkle Materie – enorm
anziehend, aber unsichtbar!**

Der Beitrag im Überblick

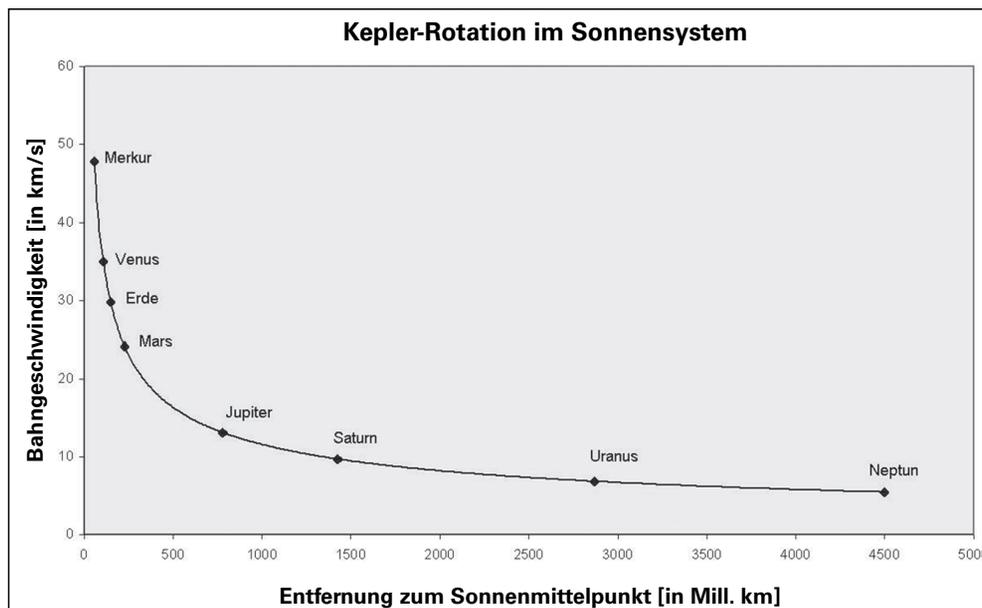
<p>Klasse: 10/11</p> <p>Dauer: 5 Stunden</p> <p>Ihr Plus:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 3 Computersimulationen ✓ Ein Thema der aktuellen astronomischen Forschung 	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotation im Planetensystem • Basiswissen: Aufbau von Spiralgalaxien • Längenmessung astronomisch: Lichtjahr und Parsec • Geschwindigkeitsmessungen mit dem Radioteleskop • Die Idee der dunklen Materie
---	---

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Hintergrundinformation

Das Problem der flachen Rotationskurven

Trägt man die Umlaufgeschwindigkeiten der Planeten unseres Sonnensystems gegen die Entfernung von der Sonne in einem Diagramm auf, erhält man die typische Kurve einer **Kepler-Rotation**: Je weiter ein Planet von der Zentralmasse entfernt ist, desto langsamer umrundet er diese.



Die Kurve folgt der hyperbelartigen Funktion

$$v(r) = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \quad \left[\text{Ansatz: } F_Z = F_G \Leftrightarrow \frac{m v^2}{r} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \Leftrightarrow v^2 = G \frac{M}{r} \right],$$

wenn wir die Planetenbahnen näherungsweise als kreisförmig annehmen und als Zentripetalkraft die Gravitationskraft einsetzen. Ein ähnliches Rotationsverhalten sollte man von Spiralgalaxien erwarten, denn vor allem die weit außen liegenden Sterne und Gasmassen spüren die Gravitationskraft der innen liegenden Galaxienmaterie so, als wäre sie im Zentrum konzentriert.

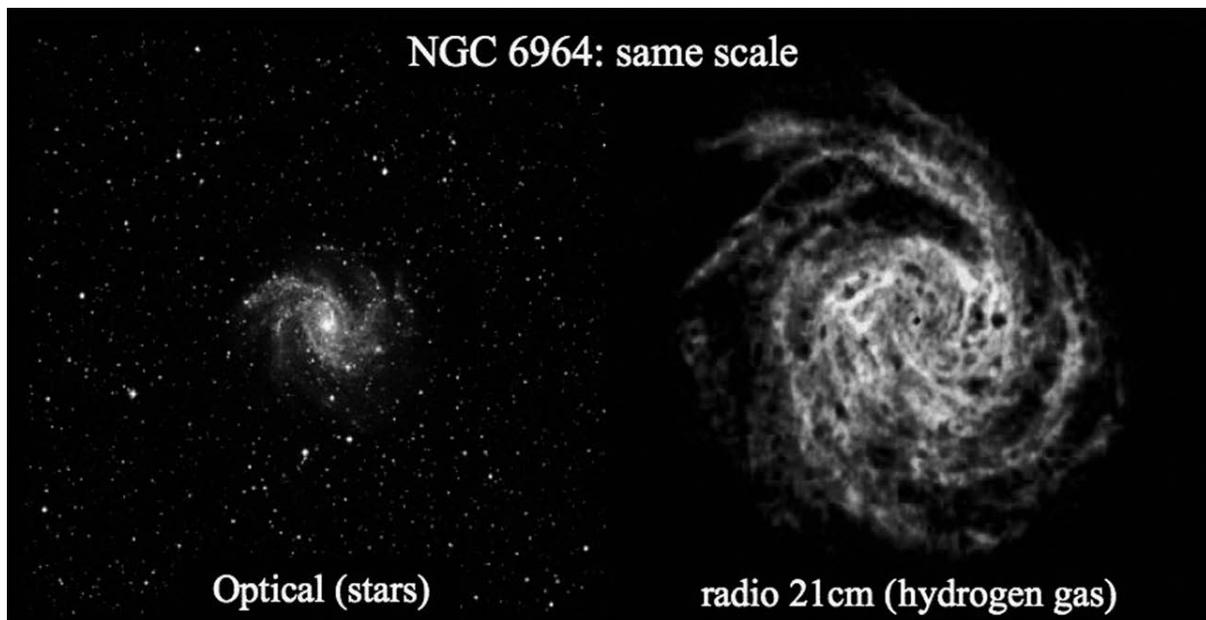
Bereits in den 1970er-Jahren wiesen Messungen im sichtbaren Wellenlängenbereich darauf hin, dass dies nicht so ist. Radioastronomische Messungen in den folgenden Jahren bestätigten diese Ergebnisse eindrucksvoll. Mit dem damals neu errichteten Radioteleskop WSRT (Westerbork-Synthese-Radioteleskop) in den Niederlanden, das aus 14 frei stehenden 25-Meter-Parabolantennen besteht, wurden die Dopplerverschiebungen der 21-cm-Wellenlänge des mitrotierenden neutralen Wasserstoffgases zahlreicher Spiralgalaxien bestimmt.



Westerbork-Synthese-Radioteleskop

© Marcel Schmeier/Onderwijsgek. Unter der C-Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/nl/deed.de>)

Dieses Gas ist in der Galaxienscheibe reichlich vorhanden und ragt weit über den Rand des sichtbaren Teils hinaus. So war die Berechnung der Rotationsgeschwindigkeit der Galaxie auch in ihrem nicht optischen Bereich möglich.

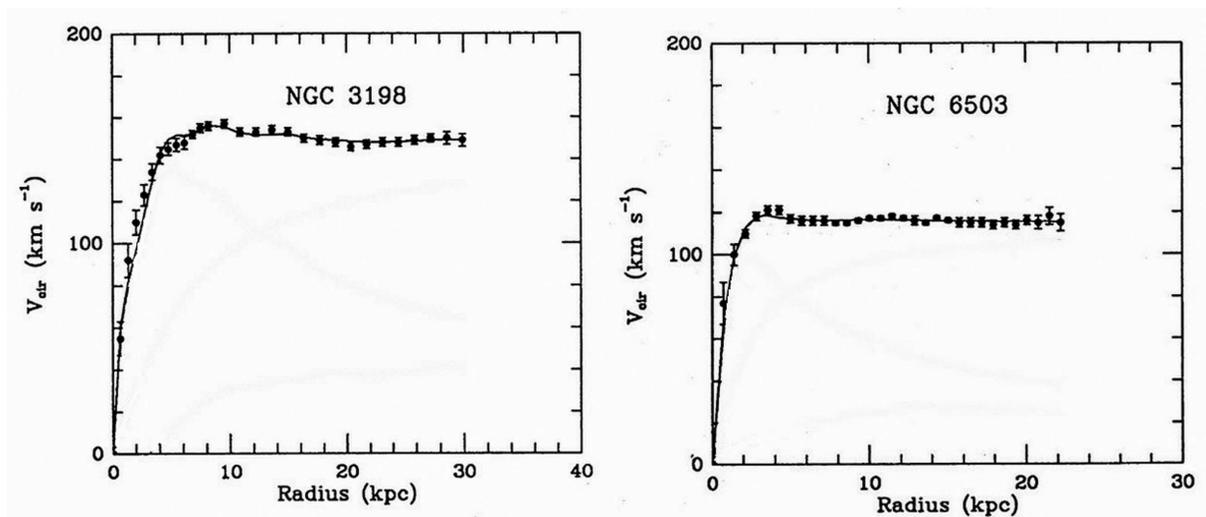


© University of Virginia - Department of Astronomy

Die Galaxie erscheint im „Licht“ der 21-cm-Strahlung wesentlich größer als im optischen Bereich.

Typische radiointerferometrische Messergebnisse

Zwei typische Ergebnisse solcher radiointerferometrischer Messungen zeigen die Diagramme der Galaxien NGC3198 und NGC6503:



Auf der x-Achse ist die Entfernung des gemessenen Galaxienausschnitts vom Zentrum in der Einheit *Kiloparsec* aufgetragen ($1 \text{ kpc} = 3,0857 \cdot 10^{19} \text{ m} \approx 3262 \text{ LJ}$). Die letzten Messpunkte erfassen den Bereich des Doppelten bis Dreifachen des sichtbaren Scheibenradius. Die y-Achse zeigt die Geschwindigkeit in km/s.

Aus: K.G. Begeman, A.H. Broeils and R.H. Sanders: Extended rotation curves of spiral galaxies: dark haloes and modified dynamics. In: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 249, April 1, 1991, S. 523-537 hier: S. 530. © Royal Astronomical Society/John Wiley & Sons, Inc.

Der Verlauf dieser Kurven folgt offenbar nicht der typischen Kepler-Rotation, die bei der umlaufenden Bewegung von Materie um eine Zentralmasse zu erwarten wäre. Die außen liegenden Sterne und Gasmassen sind eigentlich viel zu schnell. Man sollte erwarten, dass die dadurch entstehenden enormen Zentrifugalkräfte die Galaxie auseinanderreißen.

Was verhindert, dass dies geschieht?

I/G



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Dunkle Materie - ein Klebstoff für Galaxien

Das komplette Material finden Sie hier:

[Download bei School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

