

Ermittlung von Spiralbahnen mit konstanter Tangentialgeschwindigkeit

Bernhard Foltz ^A, Horst Eckardt ^B
17. April 2013

Abstract

Ausgehend von der Voraussetzung, dass sich die innere Dynamik von Galaxien dadurch beschreiben lässt, dass die Sterne auf Spiralbahnen umlaufen, werden hier Spiralbahnen ermittelt, die mit der beobachteten Konstanz der Bahngeschwindigkeit übereinstimmen.

1 Einführung

Vergleicht man die beobachteten Umlaufgeschwindigkeiten der Sterne in Galaxien mit den Berechnungen mit Hilfe der Newtonschen Gravitationsgesetze, so stößt man auf einen erstaunlichen Widerspruch. Die Newtonschen Bewegungsgleichungen ergeben, dass Sterne, die weit weg vom Zentrum gelegen sind, sich langsamer fortbewegen müssen als näher beim Zentrum befindliche. Lediglich sehr nahe am Zentrum sind wieder geringere Geschwindigkeiten zu erwarten, da das Zentrum aus einer sehr dichten Ansammlung sehr vieler Sterne besteht und rechnerisch eher als ein kompakter Körper behandelt werden muss als eine punktförmige Zentralmasse. Zur Illustration ist hier das Bild (Bild 1) der überaus prächtigen 'Whirlpool-Galaxie' wiedergegeben, das vom Hubble-Weltraumteleskop aufgenommen wurde.

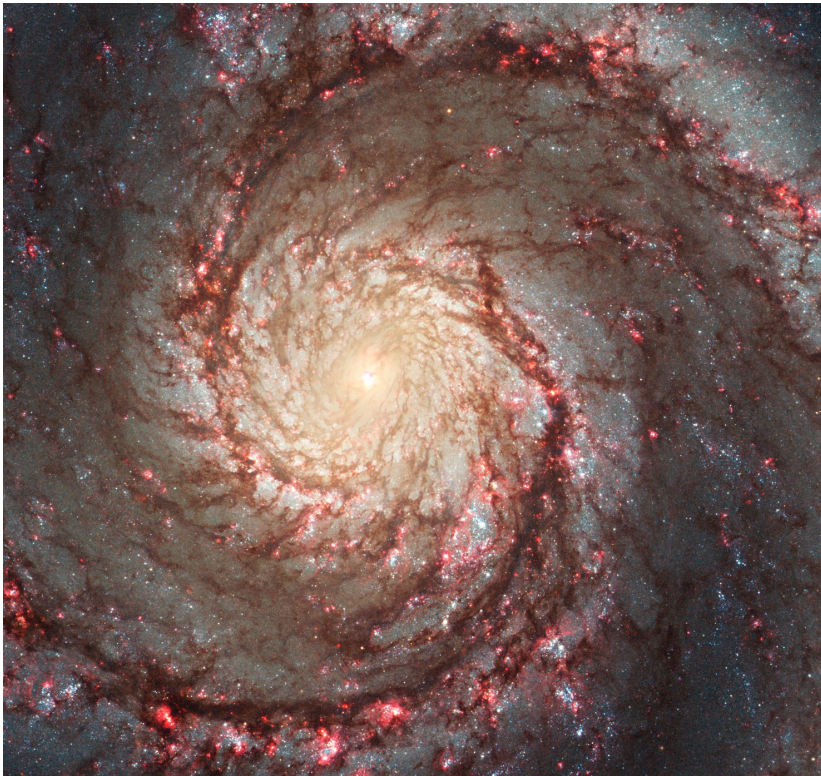


Bild 1:
Spiralgalaxie M51
'Whirlpool-
Galaxie',
aufgenommen
vom Hubble-
Weltraumteleskop

(Verzeichnis der
Bildquellen siehe
unten)

A email: mail@bernhard-foltz.de

B email: mail@horst-eckardt.de

Die sich *rechnerisch* unter Verwendung der Newton-Gravitationsgleichungen ergebende Geschwindigkeitsverteilung ist in folgendem Diagramm im Vergleich mit den *gemessenen* Geschwindigkeiten der Sterne wiedergegeben.

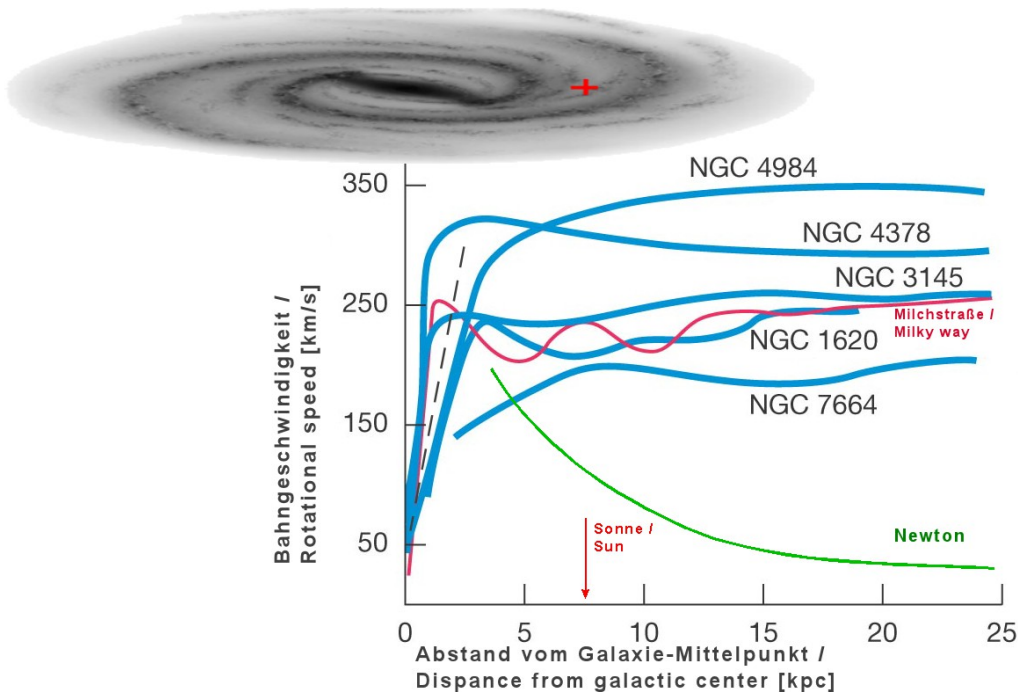


Bild 2: Rotationsgeschwindigkeit V in Abhängigkeit von der Entfernung R zum Zentrum.

Die grüne Linie zeigt die nach Newton zu erwartende Geschwindigkeit, die nach außen hin abnimmt, und die grau-gestrichelte Linie deren Abnahme sehr nahe beim Zentrum. Die gemessene Geschwindigkeit stimmt in Zentrumsnähe tatsächlich gut mit der Berechnung überein. Jedoch für größere Abstände zum Zentrum zeigt sich die überraschende Diskrepanz. Die gemessenen Geschwindigkeiten sind nahezu unabhängig vom Abstand zum Zentrum. Die rote Kurve gibt die Messung für unsere eigene Milchstraße wieder, gilt aber qualitativ auch für andere Spiralgalaxien.

Um diese Diskrepanz zwischen der Berechnung nach Newton und der Beobachtung zu überbrücken, postuliert man in der etablierten Physik die zusätzliche Dunkle Materie, deren Natur jedoch bis heute unbekannt ist.

Die ECE-Theorie beschreitet stattdessen einen anderen Weg. Es wird davon ausgegangen, dass die Sterne nicht auf annähernd kreisförmigen Bahnen das Zentrum umlaufen, sondern sich auf einer Spiralbahn von ihrem Entstehungsort im Zentrumsbereich nach außen bewegen. Dabei wird ein Gravitationsfeld vorausgesetzt, das anders zu beschreiben ist als nach Newton.

Eine Klasse solcher Spiral-Orbits, die Hyperbolische Spirale, wurde bereits in einer vorangegangenen Arbeit [1] beschrieben und mittels eines Animationsprogramms [2] anschaulich gemacht.

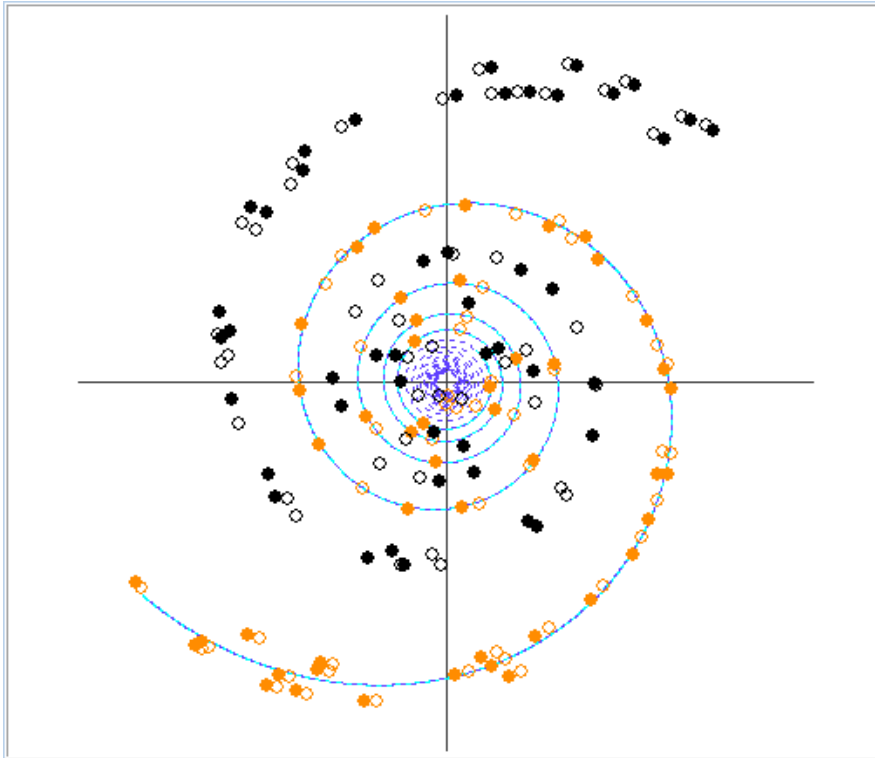


Bild 3:
Animation der
Sternbewegung
entlang
einer
Hyperbolischen
Spirale.

2 Berechnung

In der vorliegenden Arbeit soll nun eine Spiralbahn ermittelt werden, die die konstante Geschwindigkeit der Sterne im Außenbereich der Galaxie möglichst genau wiedergibt.

Als Lösungsansatz wird eine Spiralbahn gewählt, bei der sowohl der Winkel als auch der Radius eine exponentielle Abhängigkeit von der Zeit haben.

$$\theta = \theta_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^A \quad (1)$$

$$r = r_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^B \quad (2)$$

Der Spezialfall $A = -1$ und $B = 1$ ergibt die in oben angeführter Arbeit bereits verwendete Hyperbolische Spirale.

Gefordert ist nun, dass die Geschwindigkeit der Sterne eine Konstante ist, insbesondere unabhängig von deren Entfernung r zum Zentrum ist.

$$v_T(t, \theta(t), r(t)) = \text{const.} \quad (3)$$

In der vorliegenden Betrachtung soll nur der Tangential-Anteil der Geschwindigkeit berücksichtigt werden; das ist die rechtwinklig zum Radius verlaufende Komponente der Geschwindigkeit – auch benannt als Transversal- oder Azimutal-Anteil. Sie ist das Produkt aus der zeitlichen Änderung des Winkels θ und dem Abstand r vom Zentrum.

$$v_T = r \frac{d}{dt}(\theta) \quad (4)$$

Einsetzen obiger Gleichungen (1) und (2) ergibt

$$v_T = r_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^B \frac{d}{dt} \left(\theta_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^A\right) \quad (5)$$

$$v_T = r_0 \frac{t^B}{t_0^B} A \theta_0 \frac{t^{A-1}}{t_0^A} \quad (6)$$

$$v_T = A r_0 \theta_0 \frac{t^{A+B-1}}{t_0^{A+B}} \quad (7)$$

Damit die geforderte Bedingung, nämlich die Konstanz von v_T , erfüllt ist, muss der Exponent von t zu Null werden.

$$A + B - 1 = 0 \quad (8)$$

Damit lässt sich, bei gegebenem Exponenten A , der Exponent B bestimmen.

$$B = 1 - A \quad (9)$$

In obigen Gleichungen (1) und (2)

$$\theta = \theta_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^A \quad (10)$$

$$r = r_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^B \quad (11)$$

kann nun B eingesetzt werden

$$r = r_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{1-A} \quad (12)$$

Wobei die Nebenbedingung sicherstellt, dass r nicht ebenfalls konstant wird. Aufgelöst nach der Zeit t

$$t = t_0 \left(\frac{r}{r_0}\right)^{\frac{1}{1-A}} \quad (13)$$

Und in (1 / 10) eingesetzt ergibt schließlich die gesuchte Spirale

$$\theta = \theta_0 \left(\frac{r}{r_0}\right)^{\frac{A}{1-A}} ; \quad A \neq 1 \quad (14)$$

Die erhaltenen Funktionen $r(t)$ und $\theta(t)$ zeigen für folgende Bereiche unterschiedliches Verhalten bei ansteigendem t :

$A < 0$: θ nimmt ab, r nimmt zu
 $A = 0$: θ konstant, r nimmt zu
 $A = 1$: θ nimmt zu, r konstant
 $A > 1$: θ nimmt zu, r nimmt ab

(15)

Wenn $A > 1$ ist, bewegen sich die Sterne von außen nach innen, was nicht der Vorgabe entspricht. Auch die Sonderfälle $A=0$ und $A=1$ sollten bei der Animation ausgenommen werden.

3 Animation

Aufgrund der ermittelten Formeln wurde ein Animationsprogramm erstellt. Die Programmiersprache ist Delphi 2007.

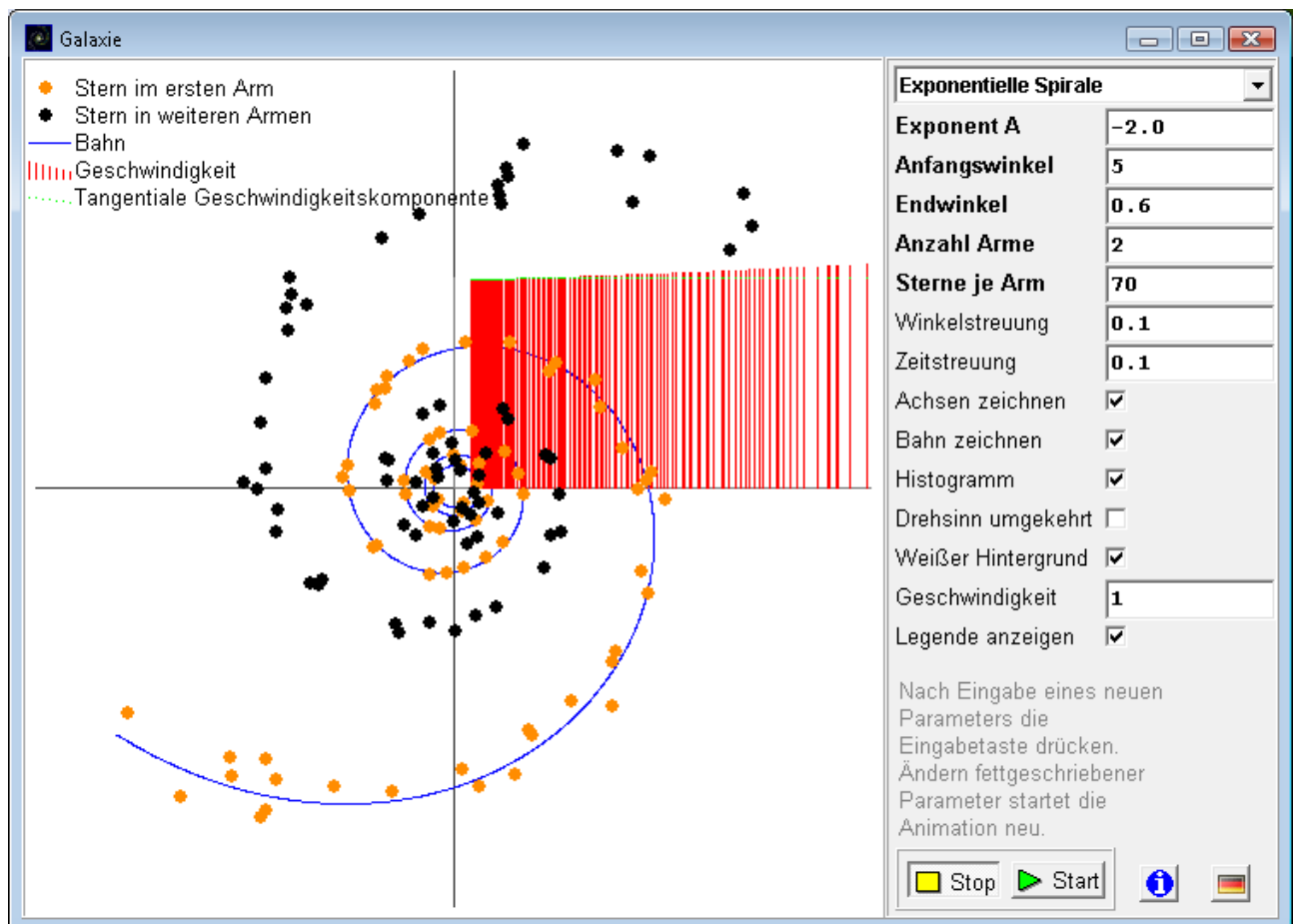


Bild 4: Animation einer Spiralforn ähnlich der Whirlpool-Galaxie

In der Animation ist mit roten Linien die Geschwindigkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Radius dargestellt. Die Linien sind durch grüne Pixel unterbrochen. Der darunter liegende Teil der Linien entspricht dem Tangential-Anteil der Geschwindigkeiten, und die gesamte Linie entspricht der Gesamtgeschwindigkeit, die aus Tangential- und Radial-Anteil zusammengesetzt ist. Deutlich ist erkennbar, dass in diesem Beispiel die Gesamtgeschwindigkeit nur wenig über der Tangential-Geschwindigkeit liegt. Die sich aus der Animation ergebenden Geschwindigkeiten stehen für nicht zu kleine Abstände vom Zentrum recht gut im Einklang mit den Messwerten von Bild 2.

Referenzen:

- [1] M. W. Evans, H. Eckardt, B. Foltz, R. Chechire *Applications of ECE theory: the relativistic kinematics of orbits* AIAS website, 2013, <http://www.aias.us/documents/uft/a238thpaper.pdf>
[Fehler: Referenz nicht gefunden] B. Foltz *Animation program* AIAS website, 2013, <http://www.aias.us/documents/LectureMaterials/Galaxy.zip>

Bildnachweise:

1 Bild ist Teil von:

NASA, ESA, M. Reagan and B. Whitmore, R. Chandar, S. Beckwith, Hubble Heritage Team
Spiral Galaxy M51, Hubble Space Telescope, NASA website, 2013,
http://www.nasa.gov/images/content/509938main_whirlpool_lg.jpg

2 Bild erstellt unter Verwendung von:

http://physics.uoregon.edu/~jimbrau/BrauImNew/Chap25/6th/25_01Figureb-F.jpg (21.3.2013),
http://abyss.uoregon.edu/~js/images/gal_rotation.gif (21.3.2013),
http://www.spitzer.caltech.edu/uploaded_files/images/0008/1661/ssc2008-10a_Ti.jpg (21.3.2013),
http://www.spitzer.caltech.edu/uploaded_files/images/0003/1669/ssc2008-10b_Ti.jpg (21.3.2013)

3 M. W. Evans, H. Eckardt, B. Foltz, R. Chechire *Applications of ECE theory: the relativistic kinematics of orbits* AIAS website, 2013, <http://www.aias.us/documents/uft/a238thpaper.pdf>