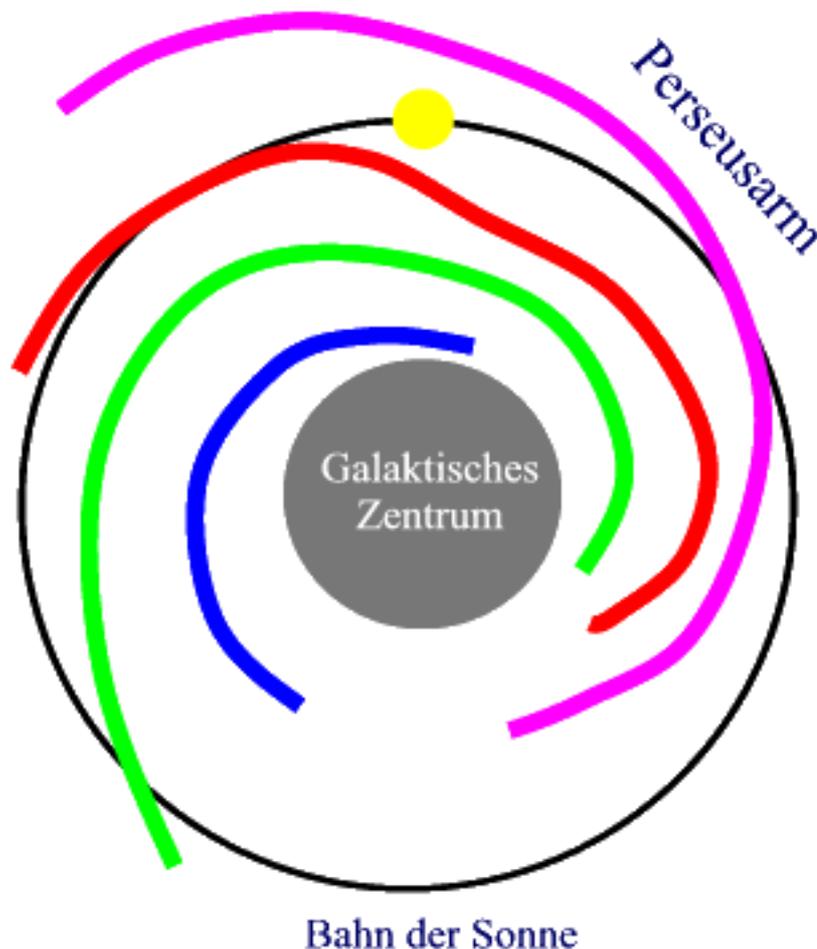


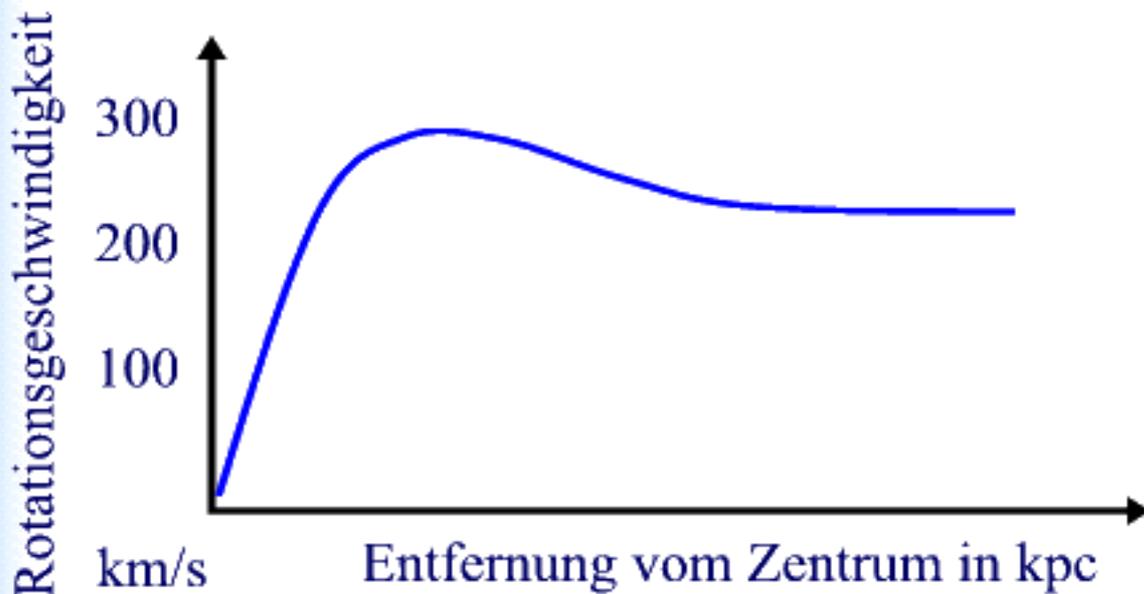
## Die Rotation der Milchstraße

Die Rotation der Galaxis ermöglicht es, die Masse und die Massenverteilung in der Milchstraße zu bestimmen. Interstellare Wolken und Sterne bewegen sich um das galaktische Zentrum.



Die Rotationsgeschwindigkeiten lassen sich durch den Dopplereffekt bei der 21cm-Strahlung von Wasserstoff ermitteln. Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt aber nach außen nicht ab wie in unserem Sonnensystem, sondern folgt einer komplizierteren Kurve, da die Masse nicht im Zentrum konzentriert ist. Die Massenverteilung kann ebenfalls mit der 21cm-Strahlung untersucht werden. Die Umlaufgeschwindigkeit nimmt zunächst mit der Entfernung zum

Zentrum zu, da sich nun mehr Masse innerhalb der Umlaufbahn befindet. Das Maximum der Geschwindigkeit liegt bei 6 kpc, nach außen hin nimmt die Geschwindigkeit dann ab. Im Bild ist die typische Geschwindigkeitsverteilung in einer Galaxie gezeigt. Diese bleibt bei großen Entfernungen zum Zentrum konstant.



Die Masse der Galaxis lässt sich aus der Rotationsgeschwindigkeit der Sonne von 220 km/s berechnen. Die Sonne braucht für einen Umlauf 240 Millionen Jahre und hat das galaktische Zentrum bisher 25mal umrundet. Mit dem Kepler-Gesetz kann nun die Masse innerhalb der Sonnenumlaufbahn, bei einem Abstand von 8500 pc zu  $10^{11}$  Sonnenmassen bestimmt werden. Die gesamte Masse der Galaxie bis zum Rand von etwa 15 kpc Entfernung beträgt rund  $1,5 \cdot 10^{11}$  Sonnenmassen. Die gesamte Leuchtkraft aller Sterne beträgt aber nur  $10^{10}$  Sonnenleuchtkräfte. In der Milchstraße ist daher etwa zehnmal so viel Materie als nichtleuchtende Materie vorhanden. Dieses muss nicht auf "dunkle Materie" hindeuten. Man schließt nur daraus, dass die durchschnittlichen Sterne nur etwa halbe Sonnenmasse besitzen und daher merklich leuchtschwächer sind. Die gleichbleibend hohe Geschwindigkeit zeigt an, dass die Massenverteilung nicht so konzentriert sein kann wie die Verteilung der Leuchtkraft. Im Halo der Galaxie steckt daher zusätzliche Masse, erst bei 50 kpc bricht die

Verteilung ab. Diese Feststellungen sind erste stichhaltige und unbestreitbare Beweise für die Existenz "dunkler Materie". Bei vielen Spiralgalaxien hat man die Rotationsgeschwindigkeiten gemessen, und bei allen zeigt sich die Dominanz der dunklen Materie. Die Rotationsgeschwindigkeit einer Spiralgalaxie ist in großen Entfernungen vom Zentrum konstant, die Galaxie ist in einen Halo dunkler Materie eingebettet.



Die Bögen auf diesem Bild sind Gravitationslinsenbilder entfernter Hintergrundgalaxien. Die Verteilung der Bögen zeigt die Verteilung dunkler Materie an.

