

Die Materie hat vielerlei Möglichkeiten, auf ihre Existenz aufmerksam zu machen. Das Aussenden von Licht (oder Radiowellen oder Röntgenstrahlen oder was für elektromagnetische Strahlung auch immer) ist nur eine von vielen. Das einzige, was Materie wirklich tun *muß*, ist, Schwerkraft auszuüben. Das allein entscheidende Kriterium für ihr Vorhandensein ist also nicht ihre Leuchtkraft, sondern ihre Fähigkeit, andere Masse anzuziehen.

Galaktische Rotationskurven und Dunkle Materie

Im zweiten Kapitel sind wir auf den Doppler-Effekt gestoßen und haben festgestellt, daß sich die empfangene Frequenz des Lichts durch die Bewegung der Lichtquelle von der ausgesandten unterscheidet. Wir können nun das Licht spektroskopisch analysieren, das von verschiedenen Abschnitten einer rotierenden Galaxie ausgestrahlt wird, und aufgrund des Doppler-Effekts daraus schließen, wie schnell sich diese Abschnitte auf der Ebene der Galaxie bewegen (siehe Abbildung 17). Auf ein Diagramm übertragen, ergeben die auf diese Weise ermittelten Geschwindigkeiten sogenannte galaktische Rotationskurven.

Eine Rotationskurve kann eine Vielzahl verschiedener Formen annehmen, jede mit deutlicher Analogie zu unserer Alltagserfahrung. So wissen Sie beispielsweise, daß Ihnen am äußersten Rand eines Karussells schwindliger wird als innen. Deshalb setzen Eltern ihre kleinen Kinder auch zunächst auf die innersten Karussellpferde und lassen sie erst mit zunehmendem Alter weiter nach außen. Die Ursache dieses Phänomens: Das Karussell ist eine starre Konstruktion, und wenn es sich dreht, muß sich der äußere Teil schneller bewegen, um mit dem inneren mitzuhalten. Aus dieser Art von Bewegung entsteht eine Rotationskurve, wie sie in Abbildung 18 (links) dargestellt ist – eine Kurve, bei der die Geschwindigkeit zunimmt, je weiter wir uns vom Mittelpunkt entfernen. In der Fachsprache der Physiker wird dies starr Rotation oder, bei einem strö-

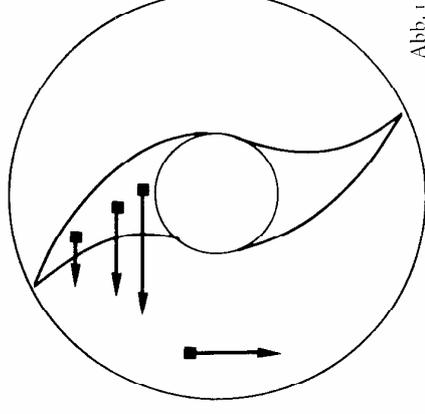


Abb. 17

menden Medium, radartiger Fluß genannt. Wann immer Material, wie in einem Karussell, fest verbunden ist, läßt sich dessen Rotation als starr Rotation darstellen.

Um sich eine zweite geläufige Geschwindigkeitsverteilung zu veranschaulichen, stellen Sie sich Läufer in einem Stadion vor. Jeder läuft auf einer der nebeneinanderliegenden Bahnen. Nehmen wir an, die Athleten sind alle in gleicher Tagesform, so daß sie sich mit derselben Geschwindigkeit fortbewegen. Bei jeder Kurve der Aschenbahn wird sich die von den Läufern gebildete Linie langsam krümmen, wobei die Läufer auf den inneren Bahnen die Spitze bilden, weil sie eine kürzere Strecke zurückzulegen haben. Würden Sie eine Rotationskurve für die Läufer ermitteln, erhielten Sie ein Diagramm wie das in Abbildung 18 (Mitte) dargestellte. Die Läufer werden ihre imaginäre Linie alle mit der gleichen Geschwindigkeit überqueren, so daß die Kurve eine gerade horizontale Linie sein wird. (Die Tatsache, daß sie die imaginäre Linie zu verschiedenen Zeiten überqueren, ist für diese Art von Messung belanglos; es kommt allein auf die Geschwindigkeit bei der Überquerung an.) Wir nennen diese Situation bei einem strömenden Medium «Fluß mit