

## Die Dynamik der Milchstraße

### Die Bewegung von Sternen nahe des Zentrums der Milchstraße

(Quelle: Sterne und Weltraum 2/2013; S. 24. f;

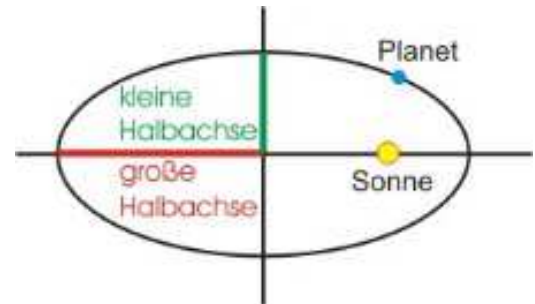
<http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/zum-nachdenken/periheldrehung-von-s0-102/1180594>)

„Um das galaktische Zentrum rast in geringem Abstand eine Anzahl von Sternen. S-102 ist nach derzeitigem Kenntnisstand der schnellste von ihnen. Seine Umlaufdauer um das zentrale Schwarze Loch beträgt lediglich  $T_{102} = 11,5$  a, seine große Bahnhalbachse ist  $a_{102} = 815$  AE.

- Man berechne die Masse  $M_{SL}$  des Schwarzen Lochs im Zentrum mit Hilfe des dritten keplerschen Gesetzes  $T^2 = 4 \pi^2 a^3 / (G M_{SL})$  in Sonnenmassen.  
 $M_{\text{Sonne}} = 1,989 \cdot 10^{30}$  kg;  $G = 6,6743 \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> s<sup>-2</sup>; 1 AE = 1,496 · 10<sup>8</sup> km;  
 1 a = 365,25 d; 1 d = 86400 s
- Wie groß ist der Schwarzschildradius  $R_{SS} = 2 G M_{SL} / c^2$  des Schwarzen Lochs? Man gebe das Ergebnis in AE und Vielfachen des Sonnenradius an.  
 $c = 2,998 \cdot 10^8$  m/s;  $r_{\text{Sonne}} = 700000$  km“

## Glossar

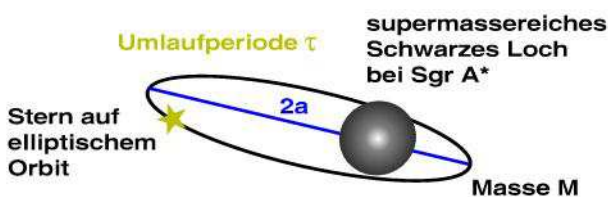
### Die große Bahnhalbachse einer Ellipse



### Drittes keplersches Gesetz

(Quelle: [http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro\\_slgc.html#ir](http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/astro_slgc.html#ir))

### 3. Kepler-Gesetz

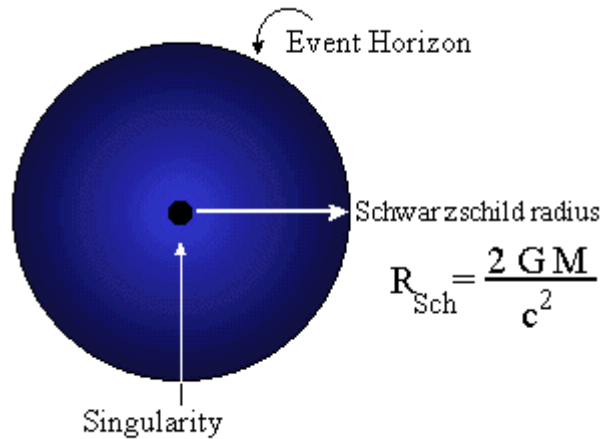


$$\frac{\tau^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{const}$$

„Die Bewegung der Sterne ist ein guter Indikator für die zentrale dunkle Masse. Die Verhältnisse sind analog zum Sonnensystem, wo die Bewegung der Planeten auf Keplerbahnen zur Berechnung der Masse der Sonne herangezogen werden können. Die Astronomen nutzen das dritte Keplersche Gesetz aus: *Die Quadrate der Bahnperioden zweier umlaufender Körper verhalten sich wie die Kuben der großen Halbachsen ihrer elliptischen Bahnen.* Wie die Abbildung [links] illustriert, messen die Astronomen die Umlaufzeit  $\tau$  des Sterns und die große Halbachse der elliptischen Bahn. Weil die Gravitationskonstante  $G$  bekannt ist, folgt mit der Relation [links] (Keplers Worte als Formel) direkt die Masse im Zentrum der Milchstraße.“

## Schwarzschildradius eines Schwarzen Lochs

(Quelle: <http://hendrix2.uoregon.edu/~imamura/123cs/lecture-2/bulge.html>)



Die Entweichgeschwindigkeit von dem Schwarzschildradius ist gleich der Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Innerhalb des Schwarzschildradius ist die Entweichgeschwindigkeit höher, also größer als  $c$ . Weil die Lichtgeschwindigkeit aber die größte Geschwindigkeit ist mit der sich ein massives Objekt bewegen kann, kann nichts von innerhalb des Schwarzschildradius nach außen entweichen, noch nicht einmal das Licht. Der Schwarzschildradius definiert den Ereignishorizont. Ereignisse, die innerhalb des Ereignishorizontes stattfinden, können nicht nach außen durchsickern und den Rest des Universums beeinflussen.