

Stabile Verhältnisse im Kosmos

Mechanische Energie der Himmelskörper

Olaf Fischer

Der Blick zum Sternenhimmel zeigt dem Beobachter eine Unmenge von Objektkonstellationen, die trotz der Allmacht der Gravitation nicht zusammenstürzen, sondern seit Jahrtausenden mehr oder minder stabil existieren. Man denke an das System Erde-Mond, an das Sonnensystem, an Kugelsternhaufen, an Molekülwolken oder gar an das Milchstraßensystem. Das Geheimnis liegt in der angemessenen Bewegung der Objekte zueinander oder, anders gesagt, im richtigen Maß von potentieller und kinetischer Energie.

Im Folgenden stehen die mechanischen Energieformen, wie wir sie im Kosmos beschreiben, im Zentrum der Betrachtungen. Während die kinetische Energie im Kosmos genau so beschrieben wird wie auf der Erde, muss über die potentielle Energie neu nachgedacht werden (siehe [potenergie.pdf](#)). Die potentielle Energie erhält durch eine andere Blickweise ein negatives Vorzeichen und das neue „Image“ der Bindungsenergie. Die Summe aus kinetischer und potentieller Energie eines Himmelskörpers ist maßgeblich für seinen Bewegungsspielraum im Gravitationsfeld eines Zentralkörpers und damit für die möglichen Bahnformen seiner Bewegung (siehe [modell.pdf](#)). Für die Konstanz dieser Summe (die „heilige“ Energieerhaltung), die auf der Erde durch die Reibung auf Schritt und Tritt gestört wird, bieten die sich umlaufenden Himmelskörper im kosmischen Labor ein Paradebeispiel (siehe auch [rechnungen.pdf](#)). Für ein abgeschlossenes System von Himmelskörpern gilt im zeitlichen Mittel zudem noch ein „magisches“ Zahlenverhältnis zwischen kinetischer und potentieller Energie, welches im Virialsatz seinen Ausdruck findet. Dieses Zahlenverhältnis lässt sich mit schulischen Mitteln „entzaubern“ (siehe Virialsatz für die Schule, [virialsatz.pdf](#)). Durch Übungsaufgaben bekommt die Problematik der mechanischen Energie der Himmelskörper ein konkretes Gesicht. Man kann und muss sich daran versuchen (siehe [rechnungen.pdf](#)). Abschließend wird ausgehend vom Begriff der potentiellen Energie der Begriff des Potentials eingeführt. Das Potential einer Zentralmasse (ihre Fähigkeit der Bindung einer beliebigen Probemasse) bzw. die abstandsabhängige potentielle Energie einer Probemasse im Zentralkraftfeld lassen sich durch eine zweidimensionale Fläche veranschaulichen (siehe Potential, [potential.pdf](#)). In gegenständlicher Form erlaubt die Potentialfläche die modellhafte Demonstration der Bewegung einer Probemasse im Potentialgebiet und eröffnet einen Aktivitätsspielraum (siehe [modell.pdf](#)). So lassen sich für das Beispiel des Gravitationsfeldes der Sonne die verschiedenen Bahnen und Umlaufbahnen von Kometen und Planeten, die sich in Abhängigkeit von der Summe aus kinetischer und potentieller Energie des Himmelskörpers einstellen, zumindest grob zeigen (1. Keplersches Gesetz). Die Beobachtung des Umlaufverhaltens erlaubt auch Bezüge zum 2. und 3. Keplerschen Gesetz. Eine erfolgreiche Nutzung des Modells setzt dessen Akzeptanz voraus. Eine kleine Übung (Arbeitsblatt zum Potentialtrichtermodell, [arbeitsblatt.pdf](#)), die physikalische und mathematische Vorkenntnisse abruf, kann dazu beitragen, indem es den Kreis vom Potential zurück zur Gravitationskraft schließt.