

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Physikalische Chamäleons tarnen Äquivalenzprinzip

Ist ein Mensch eingeschlossen in einen undurchsichtigen Kasten, kann er nicht unterscheiden, ob ihn die Trägheit seines Körpers am Boden hält oder die Schwerkraft. Er kann nicht sehen, ob der Kasten auf der Erde ruht oder ob der Kasten senkrecht von ihr weg beschleunigt wird. Die Wirkung auf den Menschen ist dieselbe. Entweder es zieht die Gravitation an ihm oder die Beschleunigung drückt ihn auf den Boden des Kastens. Diese Gleichartigkeit physikalischer Wirkungen bei beschleunigten Bewegungen und unter dem Einfluss der Schwerkraft besagt das Äquivalenzprinzip: Die Gravitation ist äquivalent zur Trägheit.

Das Äquivalenzprinzip liegt der Allgemeinen Relativitätstheorie zugrunde. Albert Einstein betrachtete hierfür einen Lichtstrahl, der sich in einem Kasten von der linken Wand zur rechten Wand bewegt. Bleibt die Geschwindigkeit des Kastens konstant, beschreibt der Strahl eine geradlinige Bahn. Dies steht im Einklang mit der Speziellen Relativitätstheorie. Dergemäß unterscheiden sich gleichförmig bewegte Systeme nicht von ruhenden. Das ändert sich, wenn der Kasten beschleunigt wird, während der Lichtstrahl sich ausbreitet. Dann trifft der Strahl auf der rechten Wand leicht unterhalb der gegenüber liegenden Wand an. Aus der Sicht eines mitbeschleunigten Beobachters ist die Bahn des Lichtstrahls gekrümmt. Was aber für beschleunigte Bewegungen gilt, das muss nach dem Äquivalenzprinzip auch für die Schwerkraft gelten. Einstein folgerte daraus, dass das Licht auch von der Gravitation abgelenkt werden müsse.

So grundlegend ist das Äquivalenzprinzip, dass es Physiker immer wieder experimentell bestätigten. Zu ihnen zählt auch Theodor Hänsch. Der Nobelpreisträger vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching wies vor zwei Jahren nach, dass die Beschleunigung von Rubidiumisotopen, also verschiedenen schweren Atomen im Schwerfeld bis auf die siebte Stelle hinter dem Komma übereinstimmen. Heute soll ein Satellit in Erdnähe die Genauigkeit der Übereinstimmung von Schwerkraft und beschleunigter Masse um weitere elf Stellen nach hinten verschieben. Die Beweiskraft solcher Experimente stellt David Mota infrage. Der Theoretische Physiker der Universität Heidelberg rechnet in der aktuellen Ausgabe der *Physical*

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Review Letters (Bd 97, 151102) vor, dass Störgrößen die Messergebnisse verzerren könnten.

Eine solche Störgröße könnten nicht nachweisbare Teilchen sein, die sich aus der String-Theorie ergeben. Obwohl sie sich nicht nachweisen lassen, wirken sie dennoch auf Materieteilchen wie Atome oder Elektronen. Nach den Berechnungen Motas könnte die Wechselwirkung sogar besonders stark sein. Stark genug, um die Materieteilchen so weit abzubremesen, dass das Äquivalenzprinzip verletzt scheint. Die Verletzung wäre dann nicht in der fehlenden Äquivalenz begründet, sondern in dem eigentümlichen Verhalten der nicht nachweisbaren Teilchen. „Sie verhalten sich wie ein Chamäleon und gleichen sich ihrer Umgebung an“, sagt Mota. In der Folge der Angleichung ändert sich die Bahn der Bewegung, in der Materieteilchen im luftleeren Schwerfeld zu Boden fallen. Damit entzieht sich das Äquivalenzprinzip einem direkten Nachweis in ähnlicher Weise wie die Teilchen der String-Theorie. „Zumindest sind der Nachweis oder die Widerlegung komplizierter als gedacht“, schließt Mota.