

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 8% MwSt.

Visualisierung relativistischer Effekte

Albert Einstein ist 1905 mit der Speziellen Relativitätstheorie zur Elektrodynamik bewegter Körper in die Annalen der Physik eingegangen - in Band 17 des gleichnamigen Periodikum. Die Spezielle Relativitätstheorie gehört inzwischen zum festen Kanon des Physikunterrichts. Bereits in der Oberstufe befassen sich Primaner mit relativ zueinander bewegten Systemen. Um die Naturgesetze in den Systemen bewahren zu können, hatte Einstein die Parameter Raum und Zeit so reformuliert, dass etwas unanschauliche Gebilde wie die Raumkontraktion und die Zeitdilatation bei bewegten Körpern herauskamen. Der Gebrauch der Einsteinschen Formeln in der Dynamik bereitet den wenigsten Physikern Schwierigkeiten. Eine Vorstellung von den auftretenden relativistischen Erscheinungen bei der Beobachtung kann sich jedoch kaum einer machen, besonders bei Systemen, die sich mit annähernd Lichtgeschwindigkeit bewegen.

Knapp 100 Jahre nach Einsteins Veröffentlichung in den Annalen der Physik helfen Computer dabei, sich eine Vorstellung von der Beobachtung von Körpern zu machen, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegen. Prof. Dr. Hanns Ruder von der Universität Tübingen beschäftigt sich mit der Animation relativistischer Effekte am Computer. Und was dabei herauskommt, überrascht häufig auch den Physiker. "Das liegt daran, dass die Formeln zur Messung von bewegten Körpern verwendet werden", erklärte Prof. Dr. Ruder an der FH Aalen. Doch Messen ist nicht gleich Sehen. Das Messen findet gleichzeitig am Objekt statt, das Sehen dagegen gleichzeitig am Beobachter. Gleichzeitig am Beobachter, d.h. an dessen Augen, bedeutet, dass die Ausbreitung des Lichts vom bewegten System zum ruhenden Beobachter verrechnet werden muss. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts konstant ist, ist gleichzeitig am Auge ein Teil des Lichts, das rückseitig vom bewegten Körper ausgeht. Dieser Teil ist umso größer, je schneller sich der Körper bewegt. Eine sich mit annähernd Lichtgeschwindigkeit bewegende Kugel wird zwar kontrahiert gemessen, jedoch nicht kontrahiert - in der Form eines Ellipsoids - wahrgenommen. Stattdessen bleibt die Kugel bei

hoher Geschwindigkeit eine Kugel, die dem Beobachter allerdings um 90 Grad gedreht erscheint.

Der relativistische Effekt ist bei Geschwindigkeiten auf der Erde nur prinzipiell beobachtbar. Die Kontraktion eines Formell-Boliden beträgt gerade mal 0,001 Ångström, das sind 10-12 Zentimeter. Könnten die Piloten jedoch mit annähernd Lichtgeschwindigkeit durch den Parcours rasen, wären die Reifen merkwürdig verdreht und hätte gewundene Speichen. Merkwürdig wäre diese Erscheinung der Reifen freilich nur für Erdbewohner. "Jemandem, der eine stärkere Gravitation oder höhere Geschwindigkeiten gewohnt wäre, kämen die irdischen Abläufe wohl recht komisch vor", stellte Prof. Dr. Ruder klar.

Auch Effekte der Allgemeinen Relativitätstheorie hat der Physiker aus Tübingen an der FH Aalen visualisiert. Diese zeichnet sich durch die Annahme eines gekrümmten Raumes aus, der über die Ablenkung des Lichtes durch Materie belegbar ist. Licht von einem weit entfernten Himmelskörper, das einen massehaltigen Stern passieren muss, kann von diesem derart abgelenkt werden, dass der sich am Stern aufspaltende Lichtstrahl gleichzeitig auf der Erde eintrifft und so den Anschein erweckt, als befänden sich zwei Himmelskörper hinter dem Stern. Eine gute Lichtablenkung weist ein Neutronenstern ob seiner großen Masse und seines geringen Durchmessers auf. Auf maximal 20 Kilometer Durchmesser verteilen sich bei einem Neutronenstern 1,5 Sonnenmassen. Bei dieser Masse ist die Ablenkung des Lichts derart groß, dass von jedem Punkt des kugelförmigen Sterns dessen gesamte Oberfläche überblickt werden kann. Optisch hat das Gesichtsbild dann entfernt Ähnlichkeit mit einem spiralförmig gerührten Brei. Und so sehr sich der Eindruck einer genauen Beschreibung entzieht, so sehr bestaunt wurden die grafischen Aufbereitungen, für die ein Großrechner mehrere Wochen im Einsatz war.